

Лимфатическая система в остеопатической концепции: представления, исследования, теория и практика. Часть I

А. В. Устинов¹ Д. С. Лебедев²

1. Общество с ограниченной ответственностью «Клиника доктора А. В. Устинова».

Россия, 197198, г. Санкт-Петербург, пр. Добролюбова, д. 7/2.

Тел.: 8 812 233-24-01, e-mail: doctorUstinov@yandex.ru

2. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Санкт-Петербургский государственный университет», Институт остеопатии.

Россия, 199034, г. Санкт-Петербург, Университетская наб., д. 7/9. Тел.: 8 812 328-20-00, e-mail: spbu@spbu.ru

Реферат:

В обзоре представлены материалы, посвященные роли лимфатической системы организма и возможности коррекции ее деятельности при помощи методов, применяемых в остеопатической медицине. Авторы уделяют внимание развитию представлений о роли остеопатических методов в лечении лимфатической системы, а также доказательной базе, в качестве которой приведены результаты исследований влияния остеопатических методов коррекции на лимфатическую систему, охватывающие период с начала XX до начала XXI века.

Ключевые слова: остеопатическое лечение, лимфатическая система.

Lymphatic System in Osteopathic Conception: Beliefs, Studies, Theory and Practice. Part I

A. Ustinov¹, D. Lebedev²

1. Limited Liability Company «Clinic A. V. Ustinova»,

7/2, Dobrolyubova avenue, St. Petersburg, 197198 Russia. Phone: +7 812 233-24-01, e-mail: doctorUstinov@yandex.ru

2. Federal State Educational Institution of Higher Professional Education «Saint-Petersburg State University», Institute of osteopathy,

7-9, Universitetskaya embankment, St. Petersburg, 199034, Russia. Phone: +7 812 328-20-00, e-mail: spbu@spbu.ru

Abstract

Materials presented in this review are dedicated to the role of the lymphatic system in the body processes as well as to the possibilities to treat the lymphatic system with osteopathic methods. Authors describe the development of points of view about the role of the osteopathic treatment for optimization of the lymphatic system functioning. Authors also pay attention to the evidential basis, which involves researches showing the influence of osteopathy on the lymphatic system. These researches cover the period from the beginning of the XX century till the beginning of the XXI century.

Key words: osteopathic treatment, lymphatic system.

Введение

Интерес врачей-osteопатов к лимфатической системе (ЛС) прослеживается с момента зарождения остеопатии как дисциплины и не иссякает по сей день. Это обусловлено рядом причин:

- безопасностью лечения, направленного на компоненты ЛС,
- тесной связью ЛС с другими циркуляторными системами: кровеносной, дыхательной, пищеварительной и краниосакральной,

- эффективностью коррекции дисфункций ЛС как на локальном, так и на глобальном уровне,
- возможностями эффективно сочетать специфическое воздействие на ЛС с другими как остеопатическими, так и аллопатическими методиками.

Лимфатическая система считается вторичной (а по некоторым данным первичной) [2] циркуляторной системой организма, в которой собираются компоненты всех жидкостей тела. Лимфатическая система — это совокупность органов и тканей, включающая в себя как активно, так и пассивно функционирующие структуры. Работа ЛС подвергается сильному влиянию внешних факторов, способных повлиять на ее эффективность. Остеопатические манипулятивные техники (ОМТ) из всех систем организма, по-видимому, больше всего затрагивают функции лимфатической системы.

Внимание ЛС уделяли в разное время крупнейшие остеопаты, начиная с основателя остеопатической системы диагностики и лечения, А. Т. Стилла, утверждавшего: «Мы сделали большой упор на использовании крови и силы нервов, но разве у нас есть хоть одно доказательство, что они имеют более жизненно важное значение, чем лимфатические сосуды?...Система лимфатических сосудов является полной и универсальной во всем теле» [23].

Такие прямые последователи учения Стилла, как Charles F. Haverlin, DO, Arthur G. Hildreth, DO, George W. Riley, DO, E. Tracy Parker, DO, Elmer D. Barber, DO, практиковавшие в период до 40-х годов XX века, внесли свой вклад в разработку и совершенствование методов диагностики и лечения через воздействие на ЛС.

В последующие годы Frederic P. Millard, DO, Frank D. Chapman, DO, Gordon J. Zink, DO, Measel, Kafity, Jackson et al, Mesina et al и другие авторы внесли свой вклад в развитие видения роли остеопатического воздействия на ЛС.

Роль лимфатической системы в сохранении гомеостаза

Лимфатическая система — связующая для всех жидкостей организма; состав лимфы близок к составу плазмы крови. Очищенная по пути своего следования из тканей, лимфа вливается в венозную систему. Похожим образом интерстициальная жидкость головного мозга — ликвор — поступает в венозную систему головного мозга.

Будучи одним из ключевых звеньев гомеостаза и гуморального транспорта, лимфатическая система участвует при развитии всех патологических процессов. Нарушения в лимфатической системе и недостаточность ее функционирования влияют на развитие и исход самых различных заболеваний.

Лимфатическая система имеет глобальные структурные и гидродинамические связи со всем телом. Она пронизывает за небольшим исключением все структуры тела, обеспечивая за счет различных активных механизмов циркуляции адекватный тканевой дренаж.

Лимфатическая система в остеопатической концепции

Поддержка оптимальной циркуляции и секреции лимфы вносит значительный вклад, как в процесс лечения, так и в профилактику патологии, благодаря той фундаментальной роли, которую играет процесс циркуляции биологических жидкостей в процессе гомеостаза. Одной из главных причин поражения тканей при любом патологическом процессе является гипоксия. Изучение кровеносной системы при хронической гипоксии в эксперименте показало, что она приводит к расширению сосудов и застойным явлениям в них, нарушению проницаемости сосудистой стенки, процессов трансапиллярного обмена и изменению ультраструктуры эндотелия лимфокапилляров. При гипоксии страдает в первую очередь центральная нервная, сердечнососудистая и лимфатическая системы.

Остеопатическая коррекция оказывает положительное влияние на функционирование организма, так как всегда связана с нормализацией лимфотока. Помимо большого количества способов

прямого воздействия на циркуляцию лимфы, таких как помпажные и дренажные техники, остеопатический метод позволяет оптимизировать сократительную активность лимфатических капилляров. Это происходит опосредованно, при воздействии остеопатического лечения на ЦНС в рамках обратной связи и благодаря проведению краниосакральной терапии.

Анатомо-физиологические аспекты и методы исследования

Анатомия лимфатической системы

На долю лимфатической системы приходится около 3% общей массы тела [17]. Ее можно разделить на три различных компонента: лимфатические органы, лимфатические протоки, лимфа.

Лимфатические органы

К лимфатическим органам относятся органы, построенные из лимфоидной ткани: селезенка, вилочковая железа, миндалины, червеобразный отросток слепой кишки, висцеральные лимфоидные ткани, расположенные в желудочно-кишечном тракте и легких, лимфоузлы, а также печень.

Селезенка

Селезенка — это самое крупное одиночное скопление лимфоидной ткани в организме. Селезенка выполняет важные вспомогательные функции в работе лимфатической системы, она

- уничтожает деформированные или пораженные эритроциты,
- синтезирует иммуноглобулины.

В селезенке также происходит фильтрация корпускулярных антигенов, части микроорганизмов, в том числе инкапсулированных бактерий; неинкапсулированные бактерии фильтруются печенью, поэтому печень отчасти также можно считать органом лимфатической системы.

Структура селезенки и характер кровотока обеспечивают основу для выполнения многих функциональных задач. Капсула селезенки состоит из плотной соединительной ткани. Она прорастает в ткани селезенки, формируя сеть перегородок. В отличие от животных, в капсуле у человека есть только небольшая мышца, работа которой позволяет селезенке расширяться и сокращаться.

Тимус

Вилочковая железа расположена в верхнем средостении перед крупными сосудами сердца и поднимается вверх к шее. У младенца вилочковая железа представляет собой сравнительно крупный орган, который продолжает развиваться, достигая максимального размера в два года. Вилочковая железа обеспечивает организм иммунокомпетентными клетками, которые играют ключевую роль в развитии зрелого иммунитета. В ней вырабатываются иммунные клетки — Т-лимфоциты. После полового созревания происходит инволюция вилочковой железы, и к тому времени, как организм вступает во взрослое состояние, большую ее часть замещает жировая ткань. В настоящее время считается, что оставшаяся ткань играет очень малую роль в работе взрослого организма или же вообще никак не влияет на нее.

Глоточное лимфоидное кольцо

Миндалины — это скопления лимфоидной ткани, кольцеобразно расположенные в задней части ротоглотки. Лимфоидное кольцо Пирогова — Вальдейера обеспечивает резерв защиты на пути вероятного проникновения инфекции через слизистую оболочку верхних дыхательных путей. Помимо этого, миндалины, как и вилочковая железа, вырабатывают иммунокомпетентные клетки, которые влияют на развитие иммунной системы в начале жизни, но не являются жизненно важными для работы иммунитета взрослого человека [17].

Лимфатические узлы

Лимфатические узлы это наиболее высокоорганизованные лимфатические ткани. Лимфатические узлы отличаются от других органов лимфатической системы тем, что расположены вдоль

лимфатических сосудов и играют основную роль в фильтрации лимфы. Эти структуры имеют разный размер: от нескольких миллиметров до нескольких сантиметров в диаметре. Они выполняют двойную функцию: фильтрации и синтеза (производства). По центростремительным лимфатическим сосудам лимфа поступает в узлы, где клетки ретикулоэндотелиальной системы фагоцитируют бактерии, частицы и фрагменты клеток. В зародышевых центрах узлов производятся лимфоциты, которые попадают в лимфу, когда она проходит через узел.

Пути транспорта лимфы

Структура лимфатических каналов

Вторым компонентом лимфатической системы являются лимфатические каналы с начальным отделом в виде капилляров. Лимфатические капилляры в организме человека и позвоночных распределены неравномерно. Эти каналы пронизывают все ткани тела за исключением центральной нервной системы (головного и спинного мозга), внутреннего уха, глазного яблока, паренхимы селезенки, плаценты, эпидермиса (включая волосы и ногти), эндомизия мышц и хрящей, костного мозга и некоторых частей периферических нервов. Их нет также внутри долек печени, в островках Лангерганса (эндокринная часть поджелудочной железы) и в почечных тельцах (нефронах). Хотя вышеуказанные ткани лишены лимфатических каналов, они участвуют в тканевом обмене посредством интерстициальных каналов или прямой диффузии.

Структура лимфатической системы значительно отличается от прочих циркуляторных систем организма. Это отличие, прежде всего, состоит в том, что она берет начало в тканях в виде лимфатических микрососудов или слепых эндотелиальных трубок, состоящих из одного слоя неплотного чешуйчатого эпителия.

На уровне артериальных капилляров происходит фильтрация внутрисосудистого содержимого, что позволяет жидкости, протеинам и частицам поступать напрямую из сосудистой системы в интерстиций. Затем эта жидкость рассеивается вдоль соединительнотканых волокон и якорных филаментов интерстиция, где активно смешивается с внеклеточными жидкостями. Даже при нормальных условиях в интерстициальные пространства попадает больше жидкости, чем могут убрать капилляры. Поскольку в однослойном плоском эпителии лимфатических микрососудов отсутствует базальная мембрана, они обладают большей проницаемостью, чем кровеносные сосуды. Это способствует облегченному прохождению излишнего транссудата из интерстиция обратно и далее, по циркуляторному кругу лимфатической системы.

Для структуры лимфатических сосудов характерно наличие сочетания гладкомышечных и соединительнотканых элементов в их стенке, а кроме того — появление клапанов, которые разделяют последовательно расположенные сегменты. Элементарную структурную единицу лимфатических сосудов называют лимфангионом. Это сегмент лимфатического сосуда между двумя клапанами, из которых впускной (дистальный) клапан принадлежит данному сосуду, а выпускной (проксимальный) — следующему. Эта функциональная последовательность лимфангионов, каждый из которых функционирует как лимфатический насос, обеспечивает адекватный лимфатический дренаж и оптимальные условия для тканевого обмена [5, 6].

Грудной проток

Грудной проток — крупнейший лимфатический сосуд в организме, как правило, составляющий 36–45 см в длину. Стенка грудного протока, помимо внутренней и внешней оболочек, содержит хорошо выраженную среднюю оболочку — мышечную, способную активно проталкивать лимфу по просвету. Мышечный компонент стенки уменьшается снизу вверх (от места прохождения через диафрагму до устья стенки грудного протока он делается вдвое тоньше). По ходу грудного протока имеется от 7 до 9 клапанов, препятствующих обратному току лимфы. Эфферентная иннервация грудного протока осуществляется постганглионарными волокнами клеток симпатического ствола,

расположенными в наружной оболочке его стенки. Жидкость из него попадает в венозный кровоток в районе соединения левой подключичной и левой брахиоцефальной вены.

Правый лимфатический проток (ПЛП) формируется за счет соединения правого шейного ствола, правого подключичного ствола и правых поперечных затылочных стволов. Этот короткий проток проходит по медиальной стороне передней лестничной мышцы и заканчивается в подключичной области в переднем шейном отделе.

Вся лимфа движется в одном направлении. Каждый сегмент между клапанами может действовать независимо от других, наполняясь и опустошаясь по мере поступления жидкости. Более крупные лимфатические сосуды имеют гладкую мускулатуру, которая также иннервируется симпатической нервной системой. Наличие и выраженность симпатической иннервации позволяет считать, что реакция на стресс может помешать оптимальному опорожнению тканей через лимфатическую систему.

Иннервация лимфатической системы

Нервные волокна сопровождают лимфатические капилляры или чаще пересекают их. Иногда они оплетают капилляр в виде колец или спирали. Число нервных элементов, тем или иным способом связанных с капиллярами, колеблется в широких пределах и не зависит от их диаметра. В одних случаях это единичные нервные волокна, в других количество их может быть весьма значительным.

Нервные волокна, которые сопровождают и пересекают капилляр, находятся на очень незначительном расстоянии от клеток эндотелия или непосредственно прилегают к ним.

В некоторых органах (надгортанник и др.) по ходу лимфатических сосудов и капилляров встречаются отдельные нейроны или микроганглии. Они находятся в составе нервных стволов или вне их, располагаясь вдоль капилляра, или в углу, образованном его разветвлениями.

Кроме нервных волокон и нейронов, с лимфатическими капиллярами связаны многочисленные нервные окончания.

Таким образом, даже начальные отделы лимфатической системы имеют хорошо выраженную специфическую иннервацию. Тесная взаимосвязь их с нервными элементами обусловлена необходимостью рецепции и регулирующего воздействия со стороны нервной системы на различные процессы, которые здесь протекают (всасывание тканевой жидкости, регуляция лимфооттока, изменение просвета сосудов и капилляров и т. п.).

Вспомогательные лимфоидные структуры

Аппендикс

Червеобразный отросток слепой кишки — это длинный сужающийся книзу орган длиной 2–20 см, расположенный посередине слепой кишки. Хотя точная функция отростка неизвестна, он богат лимфоидной тканью и, очевидно, поддерживает работу иммунной системы. Однако известно, что, как и работа вилочковой железы и миндалин, эта поддержка не играет ключевой роли в реализации функций иммунной системы взрослого человека.

Лимфоидные структуры дыхательной и пищеварительной системы

Висцеральная лимфоидная ткань также находится в респираторной и желудочно-кишечной системах. Лимфоидная ткань респираторной системы способствует фильтрации токсинов из легких. Лимфоидная ткань, расположенная в слизистой оболочке тонкой кишки, самая высокоорганизованная из висцеральных тканей.

Лимфа

Лимфа — завершающий компонент лимфатической системы, наполняющая ее жидкость. Лимфа — это вещество, проникающее из артериальных капилляров в интерстиций и в лимфатические сосуды

с однослойной стенкой. Лимфа, как правило, прозрачная и содержит протеины (2–6%) [14] и соли. После приема пищи лимфа в грудном протоке обогащается эмульгированными растворимыми жирами, благодаря чему она может окраситься в желтый цвет. Основные клетки лимфы — это лимфоциты. В грудном протоке количество лимфоцитов составляет 2–20 тыс. на кубический миллиметр.

Лимфа также обладает коагулирующими свойствами: в неподвижном состоянии она сворачивается. Наконец, перед фильтрацией через лимфатический узел или орган в периферической лимфе могут обнаруживаться крупные частицы, такие как бактерии и вирусы. Эти частицы близко контактируют с лимфатическими клетками, выполняющими иммунные функции.

Физиологическая модель работы ЛС

Функция

Лимфатическая система выполняет пять основных функций:

- Поддержание баланса жидкостей в организме;
- Очищение тканей: фильтрация плазмы крови, резорбция продуктов клеточного метаболизма;
- Защита и кроветворение: иммунитет и кроветворение, стресс-реакции;
- Питание: всасывание из просвета кишечника, транспорт крупномолекулярных соединений;
- Гуморальная связь между интерстицием, лимфой и кровью.

Баланс жидкостей

Одна из наиболее важных функций лимфатической системы — это поддержание баланса жидкостей. По меньшей мере 50% всех протеинов плазмы, которые рассеиваются из венозной системы, в течение 24 часов возвращаются в организм через лимфатическую систему [17]. Каждый день около 30 л жидкости фильтруется из капилляров в интерстициальное пространство [26]. Из этих 30 л около 90% (27 л) поступают обратно в кровеносные сосуды, а оставшиеся 10% (3 л) попадают в лимфатические каналы. Помимо всасывания этих 3 л система может также поглощать ограниченное количество излишней жидкости из плевральной полости, брюшной полости, околосердечной сумки и суставов. Хотя 10% — относительно небольшое количество жидкости, которая возвращается в кровообращение посредством лимфатических сосудов, этот поток лимфы жизненно важен, поскольку протеины и другие вещества с высоким молекулярным весом, не имеющие возможности свободно попасть в поры сосудистых капилляров из-за большого размера, могут таким образом сравнительно легко переместиться в лимфатические капилляры. В случае значительной перегрузки жидкостью, именно лимфатическая система обеспечивает гомеостатический резерв, который помогает противостоять поражению или предотвратить его [26].

Очищение

Лимфатическая система играет важную роль в процессе очищения организма как в пределах лимфатических сосудов, так и вне их. Поскольку лимфа формируется как фильтрат из артериальных капилляров во внеклеточном пространстве, она омывает все органы человека. Перед попаданием в капилляры лимфатической системы, она очищает внеклеточное пространство от инородных частиц, экссудата и бактерий. Попадая в систему протоков ЛС, она доставляет все эти вещества в лимфатические узлы, которые действуют как очистительные фильтры, убирая эти отходы из кровообращения.

Удаляя из внутренней среды излишек нетоксичных (воды, электролитов, углеводов, белков, в том числе и ферментов, и жиров), а также токсичных (продуктов обмена и распада, бактерий) веществ, ЛС поддерживает гомеостаз и постоянство среды организма.

Защита

С очистительными функциями лимфы тесно связаны защитные свойства лимфатической системы. Поскольку лимфоидная ткань обнаруживается в организме повсюду и в немалом количестве,

лимфа начинает практически немедленно контактировать с токсинами, бактериями и вирусами, попадающими в организм. Лимфатическая система является первой линией обороны против любого вторжения. Приобретенный иммунитет развивается только после того, как организм впервые контактировал с проникшими антигенами. Все эти вещества содержат протеины, полисахариды или липопротеидные комплексы, являющиеся ключевыми субстратами, с помощью которых организм может выработать приобретенный (адаптивный) иммунитет. Значимость лимфатической системы подчеркивает тот факт, что организм человека, генетически лишенный лимфоидной ткани или утративший ее в результате химического или радиационного воздействия, не может противостоять вторжению антигенов и погибает. Защитная лимфатическая система разделяется на две части, обе из которых эмбриологически происходят из лимфоцитарных стволовых клеток костного мозга. Т-лимфоцитарная система содержит сенсibilизированные лимфоциты, которые образуются в вилочковой железе и обеспечивают клеточный иммунитет. Большая часть этого процесса происходит еще до рождения ребенка, а оставшаяся — сразу после. Клеточный иммунитет, известный также как лимфоцитарный иммунитет, — это способность организма сенсibilизировать лимфоциты, чтобы те контактировали с инородными агентами и уничтожали их.

В-лимфоциты образуются в селезенке человека и способствуют развитию гуморального иммунитета. Гуморальный иммунитет — это способность организма вырабатывать молекулы глобулинов, называемые антителами, которые обладают специфической способностью атаковать инвазивные антигены.

Лимфатическая система отвечает не только за выработку и действие этих двух защитных механизмов. При реакции организма на чрезвычайные раздражители (стресс-реакции), ЛС принимает участие в транспорте к месту повреждения лимфоцитов и плазматических клеток и выводит продукты распада. При травме последующее воспаление вызывает усиленную сосудистую перфузию, усиленную капиллярную фильтрацию и усиленное поступление лимфы в поврежденную область. Подобный механизм наиболее вероятно усиливает контакт между антигенами и антителами, а также фагоцитами.

Таким образом, свободное течение лимфы играет ключевую роль в защите организма, обеспечивая прямой контакт между инвазивными агентами и защитными факторами. Чем сильнее поток лимфы в организме, тем теснее контакт защитных механизмов со всеми токсинами, инородными частицами и веществами.

Питание

Как уже было сказано ранее, лимфатическая система переносит более 50% всех протеинов плазмы обратно в сосудистую систему после того, как они попадают во внеклеточное пространство из артериальных капилляров.

Многие из этих протеинов способны связывать питательные вещества, необходимые клеткам. Высокомолекулярные жирные кислоты, хиломикроны и холестерин в больших количествах всасываются из млечных сосудов в ворсинках тонкой кишки. После приема обильной жиросодержащей пищи в грудном протоке может находиться до 2% жира. Всасывая жир, лимфа желудочно-кишечного тракта меняет свой обычный прозрачный вид и окрашивается в желтый или молочный цвет. Этот вид лимфы называется хилус.

Механизмы потока

Распределение давлений

Течение лимфы в организме определяется несколькими факторами. Одним из таких важных факторов является интерстициальное давление. В норме интерстициальное давление отрицательное, оно составляет в среднем — 6,3 мм рт. ст. Любое увеличение данных показателей усиливает всасывание лимфы в лимфатические капилляры. Увеличение показателей с –6 или –7 мм рт. ст. до 0 мм рт. ст. усиливает скорость лимфатического потока в 20 раз по сравнению с обычной скоростью 120 мл/ч [26].

При показателе 0 мм рт. ст. достигается порог эффективности. Если этот показатель становится еще выше, интерстициальное давление начинает превышать давление внутри лимфатических каналов. Происходит коллапс каналов, обструкция проходов и прекращение оттока.

Интерстициальное давление может повысить несколько факторов:

- Увеличение артериального давления в капиллярах (как при системной гипертензии);
- Понижение коллоидно-осмотического давления плазмы (как при циррозе печени, при котором наблюдается понижение синтеза протеинов плазмы);
- Увеличение выработки протеинов интерстициальной жидкости (как при плазменной гипоальбуминемии, связанной с голоданием);
- Увеличение проницаемости капилляров (при попадании токсинов, например, яда гремучей змеи).

Внутренний насос

Второй фактор, влияющий на поток лимфы, — это внутренний лимфатический насос. Как было сказано ранее, каждый лимфангион, обладая собственной активностью, функционирует согласованно с соседними. Когда лимфа попадает в сегмент лимфатического сосуда, данный сегмент расширяется. В более крупных сосудах это расширение вызывает сокращение гладкой мышцы в стенках канала, из-за этого работающего как насос, чтобы выкачать лимфу в следующий сегмент, где повторно происходит расширение и выкачивание лимфы. Похожий процесс происходит в лимфатических микрососудах. Хотя в них и нет гладких мышц, в эндотелиальных клетках содержатся сократительные волокна (миоэндотелиальные волокна), которые реагируют на расширение таким же образом, что и миофибриллы. В итоге цепочка лимфангионов создает и поддерживает изменяющийся градиент, обеспечивающий гидравлические условия для постоянного сокращения и растяжения лимфатических сосудов для проталкивания лимфы в направлении венозного русла [1]. Существенным фактором этого потока служит организованная сократительная активность, носящая фазный характер и зависящая от внутрисосудистого давления [13, 22]. При растяжении стенок по причине повышения давления и увеличения объема происходит ответное усиление и учащение спонтанных сокращений. Было показано, что это характерный для сосудов ЛС особый тип быстрых попеременных сокращений и расслаблений участка сосуда [3, 5]. Пусковым механизмом, вероятнее всего, является уровень внутрисосудистого давления. При этом в работу включается водитель ритма, генерирующий одиночные потенциалы действия, подобные пейсмерным потенциалам водителя ритма сердца [24].

Роль внешнего давления

Наконец, периодическое внешнее давление на лимфатический канал может способствовать пассивному наполнению лимфатических сегментов и последующему выкачиванию лимфы так же, как и внутренние механизмы.

Прямое периодическое внешнее давление на лимфатический канал увеличивает поток лимфы. Когда на лимфатический сосуд оказывается давление, поток внутри увеличивается. Когда пересекающиеся с лимфатическими каналами артерии ритмически сокращаются, поток также стимулируется.

Грудное и брюшное давление

Диафрагму принято считать внешним насосом, чрезвычайно важным для лимфатической системы. В конечном счете, можно утверждать, что все движения внутренних органов — дыхательные и перистальтические — а также движение конечностей оказывают эффективное внешнее воздействие. Диафрагма не только напрямую массирует лимфатические сосуды, но и за счет колебания объемов при дыхании, обеспечивает градиенты давления между грудной и брюшной полостью. Эти градиенты давления наряду с работой односторонних клапанов, помогают привлечь лимфу в сторону венозного русла. Если человек делает 12 вдохов в минуту, это производит 17280

движений с изменением давления в день. Следовательно, скорость и глубина дыхания могут увеличивать или уменьшать лимфатический поток.

Общий эффект внешнего насоса лучше всего иллюстрирует тот факт, что активные упражнения, при которых происходит движение конечностей, внутренних органов и диафрагмы, могут увеличивать поток лимфы в 15–20 раз по сравнению с состоянием покоя.

Другие функциональные диафрагмы, например, диафрагма таза, обычно работают синхронно с брюшной диафрагмой. При этом происходит оптимальное движение интерстициальных жидкостей из таза, и создаются оптимальные градиенты давления от сокращений брюшной диафрагмы.

Патофизиология лимфатической системы

Последствиями нарушенной работы лимфатической системы является гиперемия или выраженный отек, вызванный накоплением интерстициальной жидкости. Отек — это результат попадания слишком большого количества жидкости в интерстиций или выхода слишком малого количества жидкости. Наличие отека означает, что компенсационные механизмы организма не справляются со своей задачей. Перегрузка интерстиция вызывает гиперемию и отек, превышая возможности всасывания лимфатической системы. Излишек интерстициальной жидкости приводит к повышению интерстициального давления, что, в свою очередь, приводит к коллапсу лимфатических капилляров и дальнейшей интерстициальной гиперемии и отеку. Со временем отек начинает оказывать дополнительное негативное влияние на лимфатические капилляры: происходит их расширение. При расширении эндотелиальные клетки раздвигаются, а клапаны капилляров перестают эффективно работать. Из-за этого может быть нарушена — вплоть до остановки — работа внутреннего насоса в капиллярах.

Высокое венозное давление связано с увеличением скорости капиллярной фильтрации, отчего повышается риск возникновения отека. Высокое венозное давление может вызвать застойную сердечную недостаточность, недостаточность клапанов сердца, обструкцию вен и усилить эффекты, связанные с действием силы тяжести. Расширение артерий и сужение вен также связано с увеличением капиллярной проницаемости и воздействием таких веществ, как кинины и гистамины.

Последствия отека распространяются на всю глубину окружающих тканей. Отек вызывает нарушение не только лимфатических каналов, но и близлежащих сосудистых и нервных структур, таким образом, понижая их функциональное состояние и потенциал. Отек вызывает застойную гиперемию тканей. Застой интерстициальной жидкости приводит к изменениям в pH тканей и органов, также нарушая нормальную работу организма. Это приводит к воспалению, росту отека и развитию дальнейших осложнений. Это также может привести к инфильтрации фибробластов, что вызывает фиброз и контрактуру тканей. Отек также влияет на поступление питательных веществ в зоны поражения, что вызывает еще более существенные изменения в работе тканей. Наконец, отек влияет на биологическую доступность лекарств и гормонов, понижая эффективность фармакологического лечения из-за снижения тканевой циркуляции.

Возрастные изменения лимфатических капилляров

В течение жизни человека лимфатические капилляры и первоначальные лимфатические сети испытывают значительные возрастные изменения, касающихся формы, направления сосудов и их разветвления, степени развития и архитектоники.

Лимфокапиллярные сосуды (лимфатические капилляры) образуются путем почкования от эндотелия существующих капилляров. Развитие лимфатического русла в органах связано с особенностями функционирования последних. В первые годы жизни капилляры шире, а их резорбционная поверхность больше, чем у взрослых. Это определяется необходимостью поглощения из основного вещества тканей белков в больших количествах, чем у взрослых.

У человеческих эмбрионов, плодов, детей первых месяцев жизни и эмбрионов млекопитающих лимфатические капилляры, как правило, имеют правильную цилиндрическую форму: они прямолинейные или правильно изогнутые, ветвящиеся по типу кровеносных сосудов; а образуемые

ими сосудистые петели близки к правильным формам. На стенках таких капилляров определяется более или менее значительное количество «слепых», острых, правильной формы сосудистых выростов, направленных навстречу друг другу. В течение первой половины внутриутробного развития лимфатические сети покровных оболочек являются чаще однослойными.

В дальнейшем рост лимфатических капилляров и усложнение архитектоники их сетей происходит путем почкования и слияния вышеупомянутых острых выростов, направленных в ту или иную сторону от исходного слоя, или они остаются в том же слое.

У взрослых, как правило, форма лимфатических капилляров становится неправильной (неравномерный калибр, неправильные сужения, расширения, искривления) и исчезает определенное направление сосудов. На стенках капилляров определяется более или менее значительное количество выростов. Последние, в отличие от таковых в эмбриональном периоде, имеют деформированные контуры и свидетельствуют в большинстве случаев не о росте, а о редукции лимфатических капилляров. В связи с изменением формы и ориентации лимфатических капилляров становятся неправильными сосудистые петли и архитектоника созданных ими сетей.

В некоторых органах, например в серозной оболочке печени, в стенке желчного пузыря человека, лимфатические капиллярные сети достигают, в общем, значительного развития, и плотность их с развитием организма мало меняется. Однако всегда четко определяются изменения формы, направления лимфатических капилляров и их петель (деформация, появление расширений, неправильных очертаний и др.) и архитектоники сосудистых сетей.

Терминальные (тканевые) отделы лимфатической системы в пожилом и старческом возрасте подвергаются значительным изменениям в связи с уменьшением дисперсности белков крови, снижением гидрофильности основного вещества соединительной ткани и других изменений метаболизма. Капиллярное русло редуцируется, уменьшая резорбционную поверхность эндотелия и снижая поглощения из тканей белков, воды, посторонних частиц, бактерий и т. п. Это проявляется разрежением петель лимфатических капилляров. Так, 1 мм² слизистой оболочки желудка на малой кривизне включает в зрелом возрасте от 50 до 100 межслойных синусов, в пожилом возрасте их 20–30, у стариков и долгожителей лишь 15–25. По ходу лимфатических капилляров резкие расширения изменяются сужениями, вплоть до исчезновения внутреннего просвета.

Характерным для лимфатических сосудов у людей пожилого и старческого возраста становится образование выпячиваний различной величины и формы (шаровидных, почковидных, булавовидных, грибовидных). В местах выпячиваний мышечные элементы в стенке сосуда иногда отсутствуют и соединительнотканная оболочка сосуда соединяется с эндотелием. Указанные изменения лимфатических сосудов при старении, подробно изученные для печени, кишечника, яичников, яичка, легких и других органов, были названы старческими варикозом [4].

Результаты исследований ЛС

Влияние на иммунитет

В 1910 году Clement A. Whiting, DO [14], изучил эффект использования помпажа селезенки и печени в группе пациентов (N = 22), установив, что у 20 (91%) пациентов произошло увеличение примерно на 15% фагоцитарного индекса, то есть среднее число бактерий поглощенных каждым фагоцитом после смешивания крови и инкубированных бактерий [19, 25].

М.А. Lane, DO, биограф Стилла и профессор патологии и иммунологии в Американской школе остеопатии (АШО), экспериментировал с манипуляциями на селезенке кроликов, с введенным антигеном (эритроцитами барана). В 1920 году Lane обнаружил, что данные манипуляции повышают уровень антител против этих антигенов [18].

В 1930 году Yale Castlio, DO, и Louise-Swift, DO, сообщили об изменениях, вызванных манипуляциями на селезенке у бессимптомных пациентов. Техники, которые они использовали, чтобы

вызвать реакцию, заключаются в том, чтобы производить периодическую компрессию селезенки в течение 1,5–5 минут при скорости 21 сжатие в минуту. Они сообщили об увеличении количества лейкоцитов в 80% изученных случаев с уменьшением количества эритроцитов в 75% случаев [7, 8, 12]. Castlio и Ferris-Swift также обнаружили увеличение опсонического индекса более чем в 80% случаев и увеличение бактерицидного потенциала плазмы крови в 68% случаев. Исследователи пришли к выводу, что увеличение количества лейкоцитов было результатом «сокращения селезенки и изгнания содержащихся в ней лейкоцитов», а снижение количества эритроцитов результатом возросшего разрушения красных кровяных клеток в селезенке [7, 8, 12].

В 1982 году Measel исследовал влияние лимфатической помпы на иммунный ответ студентов-медиков (N=25), которые были привиты пневмококковой полисахаридной вакциной (Pneumovax). Для оценки иммунного ответа на пневмококковую полисахаридную вакцину в качестве антигена он использовал два серологических теста: бактериальной агглютинации и пассивной агглютинации. По состоянию на 14 день группа студентов, которые получили лечение в виде лимфатической помпы (N=13), имели статистически значимый более выраженный иммунный ответ, чем в контрольной группе (N=12), участники которой не получали лечения после иммунизации. Measel сделал вывод, что процедура лимфатической помпы произвела положительный эффект на В-клетки и Т-клетки как компоненты иммунной системы человека в соответствии с исследованиями периферической крови [19].

В 1986 году в ходе двойного слепого эксперимента Measel и Kafity использовали методику лимфатической помпы, чтобы продемонстрировать увеличение количества лейкоцитов в периферической крови, от 7460 в мкл до 9810 в мкл. Количество В-клеток увеличилось с 5,07% до 9,25%, в то время как численность Т-клеток выросла с 73,2% до 80,9% [20].

В 1990-е годы, Jackson et al. исследовали эффект метода помпы лимфатической системы и селезенки в отношении реакции антител на вакцину против гепатита В. Испытуемым (N=20) проводился помпаж лимфатической системы и селезенки три раза в неделю в течение двух недель после каждой вакцинации. Исследователи производили прививки в соответствии с типичным терапевтическим протоколом в 1-ю, 5-ю неделю, и через 6 месяцев. Контрольная группа (N=19) получала прививки без проведения остеопатического лечения. У 50% пациентов в группе, в которой проводилось лечение, защитные титры антител были достигнуты уже к 13-й неделе, по сравнению с тем же результатом только у 16% пациентов контрольной группы. Исследователи приводят эти результаты как еще одно доказательство того, что лимфатический помпаж и помпаж селезенки способствуют повышению иммунного ответа [16].

В 1998 году Mesina et al. сделали сообщение об исследовании семи пациентов мужского пола, которые получали лечение в виде лимфатического помпажа, состоящего из торакальной тракции и помпы селезенки. Другая группа из пяти пациентов мужского пола, выступающая в качестве контрольной, не получала такого лечения. Образцы крови собирали через 15, 30, 60, 120 и 240 минут после проведения лечения. Все испытуемые в группе лечения показали значительную базофилию, наличие которой может играть существенную роль в пусковой стадии иммунного ответа [21].

Sleszynski и Kelso сообщили в 1993 году о рандомизированном слепом исследовании, произведенном в течение одного года, о влиянии торакального лимфатического помпажа у больных, перенесших щадящую (лапароскопическую) холецистэктомию (N=42). Половина испытуемых получала лечение в виде торакального лимфатического помпажа, в то время как другой половине проводилась стимулирующая спирометрия. Ателектаз развился у двух (10%) пациентов в каждой группе. Тем не менее пациенты, которым проводился торакальный лимфатический помпаж, показали более быстрое восстановление и быстрее вернулись к уровням дооперативных значений форсированной жизненной емкости легких, чем те, кому проводилась стимулирующая спирометрия [15].

Есть также эксперименты на животных, которые подтверждают эффективность лимфатических

помпажных техник. У Dery et al. показано, что у здоровых лабораторных крыс лимфатический помпаж может увеличить скорость распространения лимфы. Они также показали, что у крыс механическое давление, применяемое аналогично торакальной помпе к областям тела, удаленным от места формирования лимфы, может повысить реабсорбцию лимфы. Эти исследователи использовали метод, состоящий из прерывистого давления на наружную сторону нижних ребер, после которого сразу же следовало лёгкое поколачивание грудины, чтобы «стимулировать вдох». [9, 10].

Хотя эти и ряд других недавних исследований подтверждают эффективность лечения техниками лимфатического помпажа при различных патологических состояниях, следует отметить, что Dugan et al. не смогли подтвердить таких результатов в исследовании 2001 года, в котором изучалось влияние методов остеопатической медицины на выработку антител после вакцинации против гриппа (N=28). Группа, прошедшая лечение (N=14), получала ОМТ (лимфатический помпаж и лифт ребер) сразу после вакцинации и повторно, три дня спустя. Контрольная группа (N=14) получала только вакцину от гриппа. Пробы крови брали перед вакцинацией и на 7-й и 21-й день после вакцинации. Антитела плазмы крови классов IgG и IgM были измерены с помощью иммуноферментного анализа. Исследователи не смогли обнаружить статистически значимого влияния ОМТ в данном исследовании [11].

Литература

1. Борисов А. В. Теория конструкции лимфангиона. // Морфология. 1997. — Т. 112. — № 5. — С. 7–17. [Borisov A. V. Theory of the lymphangion construction. // J. Morphology. 1997. — Vol. 112. — № 5. — P. 7–17.] (rus.)
2. Иванов Г. Ф. О некоторых формах циркуляции лимфы вне сосудов. / Г. Ф. Иванов // Арх. биол. наук. 1937. — Т. 48, № 1. — С. 214–244. [Ivanov G. F. About some forms of the extravascular lymph circulation. // J. Archives of biological Sciences. 1937. — Vol. 48, № 1. — P. 214–244.] (rus.)
3. Орлов Р. С. Лимфатические сосуды. Структура и механизмы сократительной активности. / Р. С. Орлов, А. В. Борисов, Р. П. Борисова. — Л.: Наука, 1983. — 283 с. [Orlov R. S. Lymphatic vessels. The structure and mechanisms of contractile activity. — Leningrad: Science, 1983. — 283 p.] (rus.)
4. Петренко В. М. Функциональная анатомия лимфатической системы: современные представления и направления исследований. // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. № 11, 2013. — С. 94–97. [Petrenko V. M. Functional anatomy of the lymphatic system: modern ideas and trends of investigations. // International journal of applied and fundamental research. № 11, 2013. — P. 94–97.] (rus.)
5. Aukland K., Reed R. K. Physiol. Rev. 1993. — Vol. 73. — P. 1–78.
6. Castenholz A., Lymphology. 1998. — Vol. 31. — P. 101–118.
7. Castilio Y, Ferris-Swift L. The effect of direct splenic stimulation on the cells and the antibody content of the blood stream in acute infections diseases [reprint]. 1934. 1955 Yearbook of the Academy of Applied Osteopathy. Carmel, Calif: Academy of Applied Osteopathy. 1955. — P. 121–138.
8. Castilio Y, Ferris-Swift L. Effects of splenic stimulation in normal individuals on the actual and differential blood cell count, and the opsonic index [reprint]. 1932. 1955 Yearbook of the Academy of Applied Osteopathy. Carmel, Calif: Academy of Applied Osteopathy. 1955. — P. 111–120.
9. Dery MA, Winterson BJ, Yonuschot G. The effect of lymphatic pump manipulation in the healthy and injured rat [abstract]. J Am Osteopath Assoc. 1998. 98. — 388 p.
10. Dery MA, Yonuschot G, Winterson BJ. The effects of manually applied intermittent pulsation pressure to rat ventral thorax on lymph transport. Lymphology. 2000. 33. — P. 58–61.

11. Dugan EP, Lemley WW, Roberts CA, Wager M, Jackson KM. Effect of lymphatic pump techniques on the immune response to influenza vaccine. *J Am Osteopath Assoc.* 2001. 101. — 472 p.
12. Ferris-Swift L. The effects of indirect splenic treatment in normal individuals. *J Am Osteopath Assoc.* 1936. 35. — P. 225–229.
13. Gashev A. A. *Ann. N. Y. Acad. Sci.*, 2002. — Vol. 979. — P. 178–187.
14. Guyton A. *Textbook of Medical Physiology.* Philadelphia. Penn: WB Saunders Company, 1976.
15. Hampton D, Evans R, Banihashem M. Lymphatic pump techniques induce a transient basophilia. *J Osteopath Med (Australia).* 2003. 6. — 41 p.
16. Jackson KM, Steele TF, Dugan EP, Kukulka G, Blue W, Roberts A. Effect of lymphatic and splenic pump techniques on the antibody response to hepatitis B vaccine: a pilot study. *J Am Osteopath Assoc.* 1998. 98. — P. 155–160.
17. Kim E. Barrett, Susan M. Barman, Scott Boitano, Heddwen L. Brooks *Gangong's Review of Medical Physiology.* 23th edition, LANGE Basic science, McGraw-Hill Medical, 2009.
18. Lane M. A. On increasing the antibody content of the serum by manipulation of the spleen. *J Osteopath.* June 1920. — P. 361–364.
19. Measel J. W. Jr. The effect of the lymphatic pump on the immune response: I. Preliminary studies on the antibody response to pneumococcal polysaccharide assayed by bacterial agglutination and passive hemagglutination. *J Am Osteopath Assoc.* 1982. — P. 28–31.
20. Measel JW, Kafity AA. The effect of the lymphatic pump on the B and T cells in peripheral blood [abstract]. *J Am Osteopath Assoc.* 1986. 86. — 608 p.
21. Mesina J, Hampton D, Evans R, Ziegler T, Mikeska C, Thomas K, Ferretti J. Transient basophilia following the application of lymphatic pump techniques: a pilot study. *J. Am Osteopath Assoc.* 1998. 98. — P. 91–94.
22. Olszewski W. L. *Ann. N. Y. Acad. Sci.*, 2002. — Vol. 979. — P. 52–63.
23. Still A. T. *The Philosophy and Mechanical Principles of Osteopathy.* Kansas City, Mo: Hudson-Kimberly Pub Co. 1900. — P. 65–66.
24. Vonderweid P. Y., Crowe M. J., Vanhelden D. F. *J. Physiol.*, 1996. — Vol. 493. — P. 563–575.
25. Whiting C. A. *Investigations of the phagocytic index* [reprint]. 1916; *Yearbook of the Academy of Applied Osteopathy.* Carmel, Calif: Academy of Applied Osteopathy. 1955. — P. 107–109.
26. Woodburne R. *Essentials of Human Anatomy.* 8th ed. New York, NY: Oxford University Press. 1988.

Дата поступления статьи 03.08.2015

Устинов А. В., Лебедев Д. С. Лимфатическая система в остеопатической концепции: представления, исследования, теория и практика // *Российский остеопатический журнал.* — 2015. — № 3–4 (30–31). — С. 114–126.