

Роль соединительной ткани в организме

Ю. П. Потехина

Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Нижегородская государственная медицинская академия» Министерства здравоохранения Российской Федерации. Россия, 603005, г. Нижний Новгород, пл. Минина и Пожарского, д. 10/1. Тел.: 8 831 439-09-43, e-mail: rector@gma.nnov.ru

Реферат

На основе анализа научной литературы дается описание соединительной ткани как функциональной системы и ее функций в организме. В статье приведено обоснование принадлежности системы соединительной ткани к регуляторным системам организма.

Ключевые слова: соединительная ткань, система, функция, регуляция.

Role of Connective Tissue in the Body

Ju. Potehina

State budget institution of higher professional education «Nizhny Novgorod State Medical Academy», the Ministry of the Health of the Russian Federation. 10/1 Minin and Pozharsky square, Nizhny Novgorod, 603005, Russia. Phone: +7 831 439-09-43, e-mail: rector@gma.nnov.ru

Abstract

Based on the analysis of the literary sources, the article presents the connective tissue as a functional system and describes its functions in the body. It makes an attempt to justify the appurtenance of the connective tissue to the regulatory system of the body.

Key words: connective tissue, system, function, regulation.

Введение

Система соединительной ткани как правило не рассматривается в учебниках по физиологии, хотя эта ткань составляет до 85% массы тела, присутствует во всех органах и обеспечивает их нормальную работу. Соединительная ткань очень разнообразна по своему строению, но все ее разновидности объединены общими признаками — относительно небольшое количество клеток, большое количество межклеточного вещества и присутствие волокон. Благодаря соединительнотканым оболочкам и прослойкам мышцы и внутренние органы могут свободно двигаться и выполнять свои функции. В соединительной ткани протекают иммунные и воспалительные реакции, которые могут изменять не только функционирование, но и структуру органов. В соединительнотканых прослойках и фасциях располагаются сосуды и нервы, а нарушения структуры соединительной ткани могут приводить к нарушениям движения крови по сосудам, нарушению проведения нервных импульсов по нервам и их трофической функции.

Соединительная ткань не является пассивной. Она активна, ее активность выражается в миграции клеток, синтезе ими межклеточного матрикса и выделении физиологически активных веществ. Эта активность не так быстра, как генерация и проведение потенциала действия и мышечные сокращения, но не менее важна для организма. Кровь переносит сигнальные соединения с помощью специальных транспортных систем, а клетки соединительной ткани сами являются источником

большого количества таких соединений. В соединительной ткани разворачивается воспаление — важнейшая защитная реакция организма на любое повреждение. Благодаря соединительной ткани возможно восстановление структуры органов после повреждения.

Строение соединительной ткани и ее функции

В систему соединительной ткани объединяются различные по своему строению и назначению ткани. Объединяет их мезенхимальное происхождение и преобладание межклеточного вещества над клеточной массой [21]. Межклеточное вещество (матрикс) состоит из следующих компонентов:

1) *Коллаген — основной структурированный белок межклеточного матрикса.* Он составляет от 25 до 33% общего количества белка в организме, т.е. около 6% массы тела. У человека 50% всего коллагена содержится в костях, где он составляет 90% органического матрикса. Вторая половина сосредоточена в коже, соединительной ткани, хряще, стенках сосудов, базальных мембранах и т.д. В разных тканях преобладают разные типы коллагена, а это, в свою очередь, определяется той ролью, которую коллаген играет в конкретном органе или ткани. При растягивании коллагеновые волокна могут удлиниться (без разрыва) не более чем на 10–20%, вследствие чего они ограничивают растяжение тканей.

2) *Эластин — основной белок эластичных волокон,* которые в больших количествах содержатся в межклеточном веществе таких тканей, как кожа, стенки кровеносных сосудов, связки, лёгкие. Эти ткани обладают очень важными свойствами: они могут растягиваться в несколько раз по сравнению с исходной длиной, сохраняя при этом высокую прочность на разрыв, и возвращаться в первичное состояние после снятия нагрузки. Резиноподобные свойства названных тканей обеспечиваются особенностями состава и строения эластина-гликопротеина [5].

3) *Основное вещество* соединительной ткани образовано протеогликанами и гликозаминогликанами (их раньше называли мукополисахаридами). Оно относится к вязким средам и выполняет три биомеханические функции: перераспределение нагрузки между волокнами; эффективная изоляция отдельных волокон, что предотвращает распространение разрывов при их локальном возникновении; уменьшение трения при распрямлении коллагеновых волокон. Кроме того, основное вещество обеспечивает тургор тканей, контакты между клетками, скольжение суставных и других поверхностей, придает межклеточному веществу определенную структуру, формирует пути миграции клеток, препятствует распространению патогенных микроорганизмов, обеспечивает транспорт воды, солей, аминокислот и липидов в бессосудистых тканях, участвует в регуляции различных процессов (продукция и активность цитокинов, пролиферация клеток и т.д.) [1, 5, 16, 22, 31].

В соединительной ткани выделяют три основных типа клеток:

1. Фибробласты и их разновидности (остеобласты, хондробласты и т.п.).
2. Макрофаги, к которым относятся и купферовские клетки печени, остеокласты, микроглия мозга.
3. Тучные клетки.

Классификация разновидностей соединительной ткани [9]:

1. Собственно соединительные:

- 1.1. Волокнистые:

1.1.1. Рыхлая — образует строму многих органов, адвентициальную оболочку сосудов, располагается под эпителиями — образует собственную пластинку слизистых оболочек, подслизистую основу, располагается между мышечными клетками и волокнами.

1.1.2. Плотная неоформленная — образует сетчатый слой дермы, надкостницу, надхрящницу.

1.1.3. Плотная оформленная — сухожилия, связки, капсулы, фасции, фиброзные мембраны, оболочки мозга и нервов.

- 1.2. Специализированные:

1.2.1. Ретикулярная ретро-сеть — образует мягкую строму (остов, скелет) органов кровотока и иммунитета (селезенка, лимфатические узлы, миндалины, лимфоидные фолликулы, красный костный мозг).

1.2.2. Жировая (подкожно-жировая клетчатка, жировая капсула, окружающая почки и др.).

1.2.3. Пигментная (располагается на отдельных участках кожи, в радужке глаз).

2. Хрящевые:

2.1. Гиалиновый (стекловидный хрящ) — суставный хрящ, реберный, хрящ гортани.

2.2. Эластичный хрящ — есть эластичные волокна (в ушной раковине).

2.3. Волокнистый хрящ — усилен мощными толстыми коллагеновыми волокнами, находится в межпозвоночных дисках.

3. Костные:

3.1. Ретикулофиброзная (грубоволокнистая).

3.2. Пластинчатая.

3.3. Дентиноидная костная ткань (дентин зуба).

3.4. Цемент зуба.

Кровь — особая разновидность соединительной ткани с жидким межклеточным веществом (плазма). Между кровью и соединительной тканью существуют тесные взаимосвязи и постоянный обмен клеточными элементами. Клетки крови являются свободными клетками соединительной ткани, поскольку они не связаны друг с другом и не зафиксированы в определенном положении межклеточным веществом [24].

Удельный вес соединительной ткани в различных органах варьируется от 35 до 100%. Например, скелетные мышцы на 40–60% представлены соединительной тканью, соединительная ткань составляет около 90% массы кожи, 70% массы желудочно-кишечного тракта, 60% массы печени, 85% массы сердца, 35% массы щитовидной железы, 100% массы селезенки [1]. Поэтому изменения и нарушения функционирования и структуры соединительной ткани могут привести к изменениям функции и патологии не только опорно-двигательного аппарата, но и любого органа.

Межклеточный матрикс (аморфное вещество, коллагеновые и эластические волокна) выступает как единое целое благодаря общности происхождения (синтезируется фибробластами), а также тесным химическим и структурным связям. В осуществлении основных функций соединительной ткани межклеточный матрикс играет значительную, а иногда и ведущую роль.

Соединительная ткань выполняет в организме важнейшие функции [21]:

1. *Биомеханическая (опорная) функция.* Скелет играет роль каркаса тела. Соединительная ткань образует каркас внутренних органов, стабилизирует их положение и защищает от механических повреждений. Ведущую роль в осуществлении этой функции играют коллагеновые волокна, обладающие наибольшей прочностью. Поэтому концентрация коллагена и плотность упаковки волокон прямо пропорциональны механическому напряжению, которое испытывает соответствующая ткань.

2. *Трофическая (метаболическая) функция.* Соединительная ткань является внутренней средой организма и вместе с проходящими в ней кровеносными и лимфатическими капиллярами обеспечивает все ткани питательными веществами и элиминирует продукты метаболизма. Тучные клетки регулируют проницаемость капилляров. Гликозаминогликаны выполняют важную роль в процессе транспорта и обмена воды, солей, питательных веществ и метаболитов. Кроме того, клетки способны поглощать и депонировать на длительное время различные вещества. Например, клетки жировой ткани депонируют липиды, а также жирорастворимые гормоны и витамины.

3. *Защитная (барьерная) функция* проявляется в нескольких аспектах. Кожные покровы защищают организм от влияний внешней среды и проникновения вредных веществ. Ту же роль выполняют серозные оболочки и капсулы внутренних органов. На клеточном уровне защитная функция реализуется в фагоцитарной активности макрофагов и в активности иммунокомпетентных клеток (лимфоцитов и плазмочитов). Гликозаминогликаны, особенно гиалуроновая кислота, противодействуют распространению инфекции и токсинов, а также обладают способностью к инактивации бактериальных ферментов.

4. Структурообразовательная (пластическая, репаративная) функция осуществляется благодаря регулирующему влиянию коллагена и гликозаминогликанов на размножение клеток соединительной, мышечной и эпителиальной тканей. Эта функция проявляется наиболее интенсивно в эмбриональном периоде. На протяжении всего онтогенеза происходит модификация коллагена и аморфного вещества, изменение клеточного состава соединительной ткани, что отражается на строении и функционировании тканей и органов. В отличие от большинства дифференцированных тканей, которые утрачивают способность к регенерации, соединительная ткань сохраняет способность к клеточной пролиферации, вследствие чего она заполняет дефекты, вызванные травмами, циркуляторными нарушениями и др. (заместительная регенерация).

Соединительная ткань как физиологическая система

Systema (греч.) — целое, составленное из частей; соединение. Согласно определению П. К. Анохина, система — это «комплекс избирательно вовлеченных элементов, взаимодействующих достижению заданного полезного результата, который принимается основным системообразующим фактором» [2]. М. А. Гайдес предлагает называть системами те объекты, которые состоят из набора элементов и отличаются постоянством своих действий в ответ на определённые внешние воздействия [8]. Соединительная ткань на любое повреждение отвечает воспалительной реакцией, направленной на ликвидацию повреждающего агента и восстановление поврежденного органа. В этой важнейшей сложной защитно-приспособительной реакции участвуют все элементы соединительной ткани.

Систему можно рассматривать как совокупность компонентов, взаимодействие которых порождает новые качества, не присущие самим компонентам. Важнейшими свойствами сложных систем являются иерархичность организации, целенаправленность функционирования, большое число разнородных элементов, наличие информационной связи между элементами, наличие взаимодействия между ними на основе прямых и обратных связей. В. В. Серов и А. Б. Шехтер считают, что все эти свойства в полной мере присущи соединительной ткани как физиологической системе, в которой все элементы находятся во взаимосвязи и взаимозависимости [21]. Поэтому изменение одного компонента приводит к изменениям во всей системе и затрагивает все остальные компоненты. Например, нарушение синтеза гликозаминогликанов при мукополисахаридозах ведут к неполноценному фибриллогенезу, усиленному катаболизму в соединительной ткани, изменению структуры фибробластов.

Многokrатно предпринимались попытки выделить структурно-функциональную единицу соединительной ткани. Так, был выделен гистион, включающий в себя клетки, волокна, основное вещество, сосуды и нервы данной микрообласти. В. П. Казначеев предложил выделять микрорайон, состоящий из паренхиматозной клетки органа, капилляра и окружающей его соединительной ткани [11]. С физиологической точки зрения еще более обоснован выделенный А. М. Чернухом функциональный элемент, включающий ориентированную систему специфических клеток (эпителиальных, мышечных и др.), соединительную ткань, микроциркуляторную единицу (артериола, капилляр, венула) и нервные окончания [26]. На рис. 1 представлена схема такого функционального элемента, за исключением нервных окончаний. Он представляет собой относительно автономную систему, которая, благодаря взаимосвязи всех частей и связей с другими элементами, органом и всем организмом (через нервные образования и циркулирующие сигнальные соединения), регулирует микроциркуляцию, проницаемость, питание клеток, их пролиферацию и гомеостаз.

Все многочисленные клетки соединительной ткани тесно взаимодействуют между собой посредством прямых и обратных связей (рис. 2), а также кооперируются для осуществления сложных реакций. Примером подобной кооперации может служить кооперация макрофагов и лимфоцитов в иммунном ответе, тучных клеток, нейтрофилов и макрофагов при остром воспалении, макрофагов, фибробластов, лимфоцитов и тромбоцитов при заживлении ран [21].

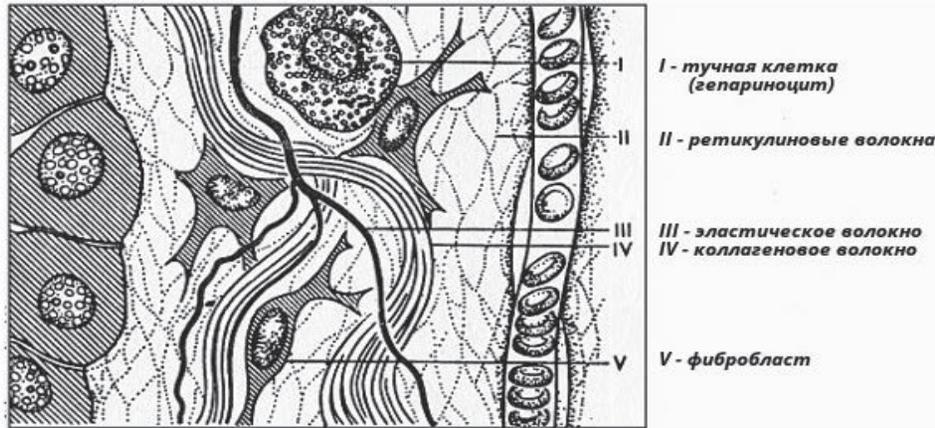
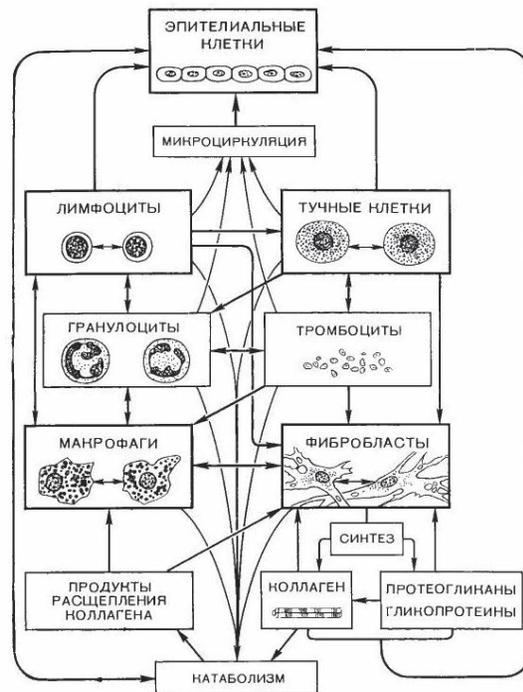


Рис. 1. Принципиальная схема строения соединительной ткани [36]



Прим.: односторонними стрелками отмечены прямые, а двусторонними — обратные связи.

Рис. 2. Взаимодействия клеток соединительной ткани между собой (схема) [21]

Соединительная ткань как система регуляции

Когда мы говорим о соединительной ткани, в качестве «цели» системы следует рассматривать ее основные функции, изложенные выше. Поскольку соединительная ткань является внутренней средой организма, одна из ее основных функций (целей) — поддержание гомеостаза, динамического постоянства внутренней среды, то есть участие в регуляции.

Физиологическая регуляция — это активное управление функциями организма и его поведением для поддержания оптимального уровня жизнедеятельности, постоянства внутренней среды и обменных процессов с целью приспособления организма к меняющимся условиям среды. Регуляция

(от лат. *regulare* — подчинение чего-либо определенному порядку, правилу, упорядочивание) обеспечивает согласование элементов системы, оптимизирует затраты энергии на взаимодействие элементов системы и взаимодействия системы и среды. Гомеостаз и гомеокинез в организме обеспечиваются за счет основных систем регуляции — нервной, гуморальной и иммунной [6].

Как отмечалось выше, сложные системы построены по иерархическому принципу. Нервная система для всего организма, в том числе и для соединительной ткани, является центральным звеном регуляции, которое определяет интенсивность и направленность обменных процессов соответственно меняющимся условиям внешней среды. Следующим звеном является гуморальная регуляция, осуществляемая эндокринной системой и физиологически активными (сигнальными) веществами различного происхождения. Гуморальная регуляция — один из эволюционно ранних механизмов регуляции процессов жизнедеятельности в организме, осуществляемый через жидкие среды организма (кровь, лимфу, тканевую жидкость, слюну и т.д.) с помощью гормонов и физиологически активных веществ, выделяемых клетками, органами, тканями. У высокоразвитых животных, в том числе и у человека, гуморальная регуляция подчинена нервной регуляции и составляет вместе с ней единую систему нейрогуморальной регуляции. Продукты обмена веществ действуют не только непосредственно на эффекторные органы, но и на окончания чувствительных нервов (хеморецепторы) и нервные центры, вызывая гуморальным или рефлекторным путём те или иные реакции. Гуморальная передача нервных импульсов химическими веществами — медиаторами — осуществляется в центральной и периферической нервной системах.

Далее можно выделить систему локальной клеточной регуляции, основанной на межклеточных взаимодействиях. Анализ научной литературы позволяет говорить о том, что все клетки соединительной ткани являются локальными (короткодистантными) регуляторами своего микрорайона, региона или органа в первую очередь за счет синтеза и выделения большого количества физиологически активных веществ [9, 21]. Все клетки соединительной ткани выделяют факторы роста, ингибиторы пролиферации и регуляторы активности как своей популяции, так и других клеток. Например, фибробласты, путем взаимных клеточных контактов и контактов с коллагеном, а также секреции факторов роста и ингибиторов, осуществляют ауторегуляцию роста собственной популяции. Они контролируют также состав и структуру основных компонентов межклеточного матрикса, так как осуществляют не только продукцию этих веществ, но и их катаболизм путем фагоцитоза и выделения соответствующих ферментов. Кроме того, фибробласты секретируют факторы, регулирующие продукцию гранулоцитов и макрофагов, а также численность, миграцию и функции макрофагов, дифференцировку лимфоцитов. Таким образом, клетки соединительной ткани осуществляют местную гуморальную регуляцию аутокринным и паракринным путем.

Между соединительной тканью и паренхиматозными клетками имеются сложные взаимосвязи, регулирующие их пролиферацию и функционирование. Например, купферовские клетки стимулируют рост печени и функции гепатоцитов [11]. Лимфоциты выделяют лимфокины, которые также влияют на пролиферацию. В-лимфоциты стимулируют, а Т-лимфоциты тормозят регенерацию печени [3]. Тучные клетки являются активными регуляторами микроциркуляции и, следовательно, влияют на питание паренхиматозных клеток. Существуют данные о том, что выделяемые ими вещества (гистамин и гепарин) непосредственно влияют на клеточный рост [29]. Коллаген играет важную информационную роль в морфогенезе и регенерации [28]. Рост и дифференцировка эпителия зависят от его взаимодействия с соединительнотканной подложкой. П.П. Потехин в своих исследованиях показал, что формирование полноценного эпителиального пласта при заживлении эрозивно-язвенных поражений желудочно-кишечного тракта невозможно, пока не сформируется полноценная соединительнотканная подложка и базальная мембрана, хотя эпителиальные клетки размножаются гораздо быстрее [19].

При таких сложных взаимодействиях имеют значение как выделяемые клетками сигнальные вещества, так и непосредственные межклеточные контакты. Контактная регуляция имеет место

в тех случаях, когда несущие информацию факторы остаются связанными с наружной поверхностью клеток. Они представляются клеткам-мишеням путем воздействия на их мембранные рецепторы только при непосредственных межклеточных контактах. Такой способ регуляции позволяет клеткам осуществлять целенаправленную и точную передачу информации с минимальной концентрацией сигнальных веществ. Возможно как однонаправленное действие, так и взаимный обмен информацией. Контактный тип клеточного взаимодействия играет значительную роль в регуляции движения, роста и размножения клеток. Например, важную роль контактное взаимодействие между макрофагами и фибробластами играет при фиброзе [21].

По аналогии с другими регуляторными системами организма элементы соединительной ткани присутствуют во всех органах. На наш взгляд, было бы ошибкой ограничивать их регуляторную роль только клеточным, тканевым и органным уровнями. Некоторые исследователи полагают, что соединительнотканые оболочки служат для разграничения органов и тканей, однако их можно представить себе и как систему, объединяющую структуры человеческого тела [15, 30]. Начинаясь от соединительнотканых перегородок подкожно-жировой клетчатки, фасции переходят на мышечные группы, мышцы и даже разветвляются на отдельные мышечные волокна (рис. 3); они распространяются на оболочки, покрывающие внутренние органы (рис. 4), оплетают нервы, проникают в череп и спинномозговой канал, покрывая спинной и головной мозг. Все эти соединительнотканые образования соединяются между собой, образуя своего рода фиброзный скелет организма. Таким образом, посредством фасций все внутренние органы связаны между собой и со скелетными мышцами [17, 18].

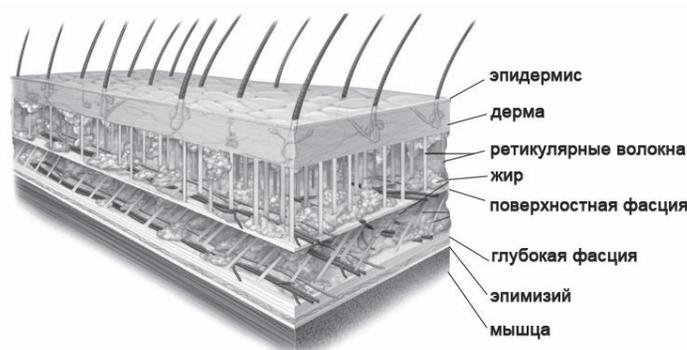
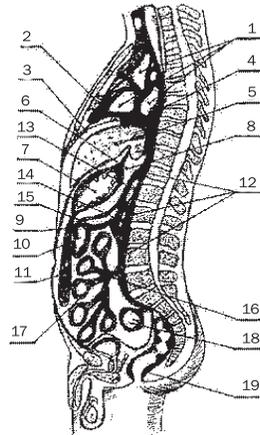


Рис. 3. Поверхностная и глубокая фасции туловища [37]

Белки клеточной поверхности и экстрацеллюлярный матрикс связаны с цитоскелетом посредством трансмембранных белков. Преобразование механического сигнала на уровне клетки может выражаться как в ее биохимических ответах, так и в электрофизиологических изменениях. В мембранах клеток обнаружены механосенситивные ионные каналы, связанные с цитоскелетом, которые активируются при механической деформации клетки [12] (рис. 5).

Таким образом, механические сигналы с макроуровня могут проходить на клеточный и субклеточный уровни через структуры матричной системы, состоящей из межклеточного матрикса, цитоскелета и ядерного матрикса, вплоть до ДНК [33] (рис. 6).

Так как межклеточное соединительнотканное пространство образует с клеткой функциональное единство, клетка может реагировать на раздражение лишь в том случае, когда информация поступает к ней из межклеточного пространства. Динамическая структура этого пространства и ее регуляция определяют эффективность вне- и внутриклеточных каталитических процессов, которые зависят от структуры внеклеточного матрикса. Заканчивающиеся в матриксе рецепторные и эффекторные нервные образования обеспечивают подключение к ЦНС, капиллярное русло — к эндокринной системе (рис. 7.).



1. Полости сердца. 2. Грудинно-перикардиальная связка (lig. sternopericardiatica). 3. Диафрагма.
 4. Печеночно-диафрагмальные сращения. 5. Печень. 6. Lig. Hepatogastricum. 7. Желудок.
 8. Bursa omentalis. 9. Lig. Gastrocolicum. 10. Поперечно-ободочная кишка. 11. Большой сальник.
 12. Задняя стенка брюшной полости. 13. Поджелудочная железа. 14. Двенадцатиперстная кишка.
 15. Брыжейка поперечно-ободочной кишки (mesocolon transversum). 16. Брыжейка тонкого кишечника (mesenterium). 7. Тонкий кишечник. 18. Сигмовидная кишка. 19. Прямая кишка.
 Рис. 4. Печёчно-желудочно-кишечная ветвь висцерофасциальных связей брюшной полости [18]



Рис. 5. Структуры, способные влиять на функционирование механосенситивных каналов (МСК) [12]

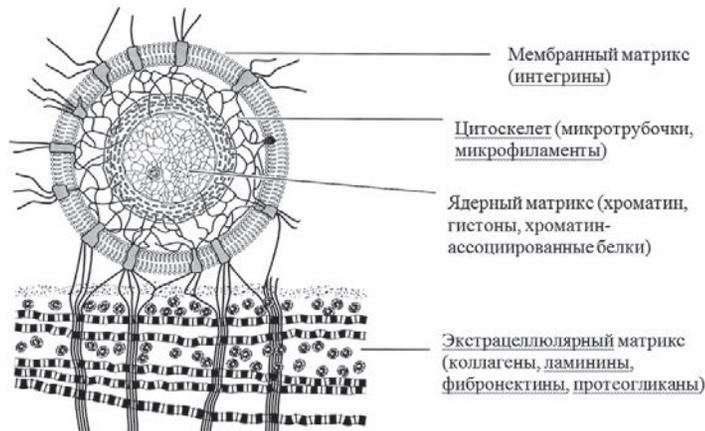


Рис. 6. Тканевая матричная система [33]

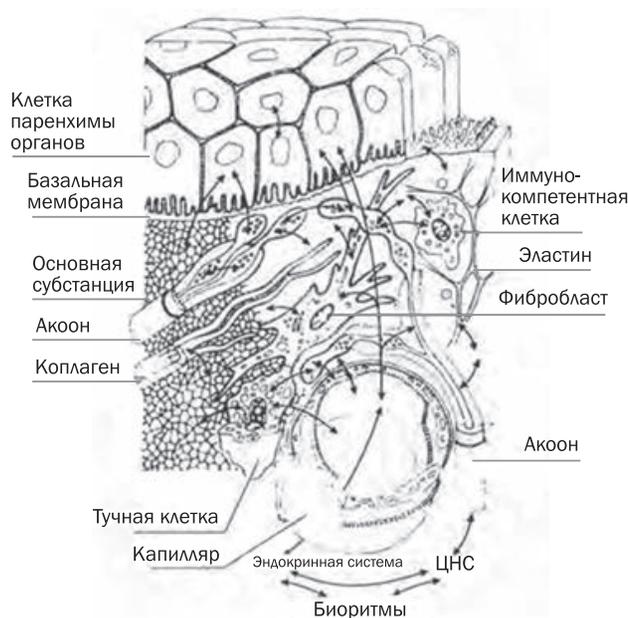


Рис. 7. Взаимосвязи между капиллярами, лимфатическими сосудами, основной субстанцией, терминальными вегетативными аксонами, клетками соединительной ткани (тучными клетками, иммунокомпетентными клетками, фибробластами и т. п.) и клетками паренхимы органов [38]

В соединительнотканых структурах располагается огромное количество механо- и хеморецепторов [10, 23, 25]. Деятельность большинства органов грудной клетки и брюшной полости сопряжена с двигательными реакциями (дыхание, сердечные сокращения, перистальтика). Кроме того, головной мозг и другие внутренние органы под влиянием метаболизма и гемодинамического фактора способны к медленным пульсирующим движениям [20, 32]. Хорошо известно, что любое внешнее воздействие на мышцу, вызывающее ее растяжение, инициирует в ней миотатический рефлекс [4]. Как было отмечено выше, с помощью связок и фасций висцеральные системы связаны со скелетными мышцами, следовательно, их пульсация и натяжение соединительнотканых структур способны оказывать влияние на тонус скелетной мускулатуры. Наличие как висцеро-моторных, так и моторно-висцеральных взаимоотношений было убедительно доказано физиологическими школами В. Н. Черниговского [25] и М. Р. Магеновича, хотя они и объяснялись исключительно с позиции нейровегетативных рефлексов [13]. Очевидно, внутренние органы с помощью фиброзных мембран и рефлексов способны обмениваться информацией не только с мышцами опорно-двигательного аппарата, но и друг с другом, обеспечивая, таким образом, тонкую взаимонастройку и взаиморегуляцию.

Соединительная ткань как объект остеопатического воздействия

Остеопатическое воздействие в первую очередь направлено на соединительнотканые структуры. Оказывая механическое воздействие на поверхность кожи, врач оказывает влияние на следующие структуры:

- внеклеточный матрикс дермы и фасций: остеопат оказывает влияние на степень натяжения волокон, их форму и другие физические свойства, а также на движение межклеточной жидкости;
- механорецепторы кожи и подкожных образований (сосудов, фасций, мышц и т.д.): врач вызывает их возбуждение, а также влияет на их возбудимость через изменение формы коллагеновых волокон;
- клетки соединительной ткани, которые могут выделять различные биологически активные вещества;
- сосуды микроциркуляторного русла: врач меняет давление и уровень кровотока в них.

Осуществляя пассивные движения в суставах, врач воздействует на проприорецепторы мышц и сухожилий, а также меняет степень натяжения фасций, покрывающих мышцы.

Механические сигналы являются регуляторными для клеток соединительной ткани. Известно, что деформация клеток под действием механического напряжения вызывает индукцию синтеза белков, как специфических, так и неспецифических для каждого типа клеток [34, 35]. Вследствие единства соединительнотканного каркаса механические сигналы передаются по фасциям всего организма. Раздражение механорецепторов вызывает различные рефлексы — миотатические, вазомоторные, моторно-висцеральные и висцеро-моторные.

Улучшение подвижности и кровоснабжения суставов, мышц и внутренних органов (в том числе эндокринных желез и нервных структур) приводит к улучшению их функционирования. Краниальные техники нормализуют циркуляцию цереброспинальной жидкости, являющейся внутренней средой для центральной нервной системы, в результате чего создаются более комфортные условия для функционирования последней.

Следовательно, механические воздействия на соединительнотканые структуры и тесно ассоциированные с ними структуры периферической нервной системы и микроциркуляторного русла способны запустить регуляторные реакции нервной и гуморальной систем не только на локальном, но и на региональном и глобальном уровнях. Эти реакции могут сохраняться и после прекращения воздействия, способствуя нормализации функционирования отдельных органов и всего организма в целом.

Заключение

Таким образом, соединительная ткань представляет собой универсальную метаболическую, транспортную и информационную среду, в которой протекают биохимические, гормональные и иммунологические реакции, обеспечивающие работу организма. Сами клетки соединительной ткани являются источником огромного количества физиологически активных веществ, регулирующих рост и размножение клеток, сосудистый тонус, фагоцитоз и т.д. Органоспецифические клетки не имеют непосредственных контактов с нервными проводниками и сосудистой сетью. Все их нервно-гуморальные связи опосредуются через окружающий их межклеточный матрикс. На поверхности клеток компоненты матрикса связываются с липидами и протеинами клеточной мембраны, а также с её рецепторами, являющимися важными компонентами передачи информации внутрь клетки. Механические сигналы, наряду с электрическими и химическими, влияют на функционирование клеток, тканей, органов и организма в целом.

В последние десятилетия расширяется круг ученых [7, 14, 27], приходящих к мысли о наличии у человека и животных еще одной регуляторной системы — системы соединительной ткани, которая функционирует во взаимодействии с нервной, гуморальной и иммунной системами, дополняя их. Существование подобной точки зрения становится возможным благодаря успехам остеопатической медицины, гомеопатии, акупунктуры.

На наш взгляд, вышеизложенное позволяет сделать выводы о том, что соединительная ткань является полноценной функциональной системой, выполняет в организме ряд очень важных функций и может быть отнесена к системам регуляции. Этим могут объясняться отдаленные и регуляторные эффекты остеопатического лечения.

Литература

1. Алексеев А. А. Остеохондроз, заболевания связок, суставов, мышц./А. А. Алексеев, Н. В. Заворотинская. — Москва-Пенза: ООО НПП «Гидриатика», 2008. — 148 с.
[*Alekseev A. A. Osteochondrosis, diseases of ligaments, joints and muscles. – Moscow-Penza: LTD NPP «Gidriatika», 2008. — 148 p.*] (rus.)

2. Анохин П. К. Очерки по физиологии функциональных систем/П. К. Анохин. — М.: Медицина, 1975. — 448 с.
[Anohin P. K. *Essays on the physiology of functional systems*. — Moscow: Medicine, 1975. — 448 p.] (rus.)
3. Бабаева А. Г. Лимфоидная регуляция восстановительного процесса // В кн.: Регуляция процессов регенерации и клеточного деления. — М., 1977. — С. 5–9.
[Babaeva A. G. *Lymphoid regulation of the recovery process* // In the book: *The regulation of cell division and regeneration*. — Moscow: 1977. — P. 5–9.] (rus.)
4. Беритов И. С. Общая физиология мышечной и нервной системы./И. С. Беритов. — М., 1966. — 433 с.
[Beritov I. S. *General physiology of the muscular and nervous system*. — Moscow: 1966. — 433 p.] (rus.)
5. Биохимия. Краткий курс с упражнениями и задачами/Под ред. чл.-корр. РАН, проф. Е. С. Северина, проф. А. Я. Николаева. — М.: ГЭОТАР-МЕД, 2002. — 448 с.
[Biochemistry. *Short course with exercises and tasks*/Edited by prof. E. S. Severina, A. Ja. Nikolaeva. — Moscow: GEOTAR-MED, 2002. — 448 p.] (rus.)
6. Вдовина Н. В. Основные процессы жизнедеятельности организма человека и некоторые аспекты их регуляции/Н. В. Вдовина. — М.: Наука, 2014. — 367 с.
[Vdovina N. V. *Basic life processes of the human body and certain aspects of their regulation*. — Moscow: Science, 2014. — 367 p.] (rus.)
7. Вогралик В. Г. Пунктурная рефлексотерапия/В. Г. Вогралик, М. В. Вогралик. — Горький, 1988. — 307 с.
[Vogralik V. G. *Puncture reflexology*. — Gorki, 1988. — 307 p.] (rus.)
8. Гайдес М. А. Общая теория систем (Системы и системный анализ)/М. А. Гайдес. — М.: Глобус-Пресс, 2005. — 204 с.
[Gajdes M. A. *The general theory of systems (systems and system analysis)* — Moscow: Globe-News, 2005. — 204 p.] (rus.)
9. Гунин А. Г. Гистология в таблицах и схемах. — <http://www.histol.chuvashia.com>.
[Gunin A. G. *Histology in tables and diagrams*. — <http://www.histol.chuvashia.com>.] (rus.)
10. Енин А. Д. Функциональные характеристики рецепторных структур кожи животных и человека/А. Д. Енин, Е. М. Цирульников, И. Л. Потехина// Ж. эволюц. биохим. физиол. 1989. — Т. 25. № 4. — С. 412–414.
[Enin A. D. *The functional characteristics of the receptor structures of the skin of animals and humans* // *Journal of Evolutionary Biochemistry and Physiology*. 1989. — Vol. 25. № 4. — P. 412–414.] (rus.)
11. Казначеев В. П. Современные представления о системе мононуклеарных моноцитов/В. П. Казначеев, Д. И. Маянский// Успехи современной биологии. — 1978. — № 3. — С. 415–431.
[Kaznacheev V. P. *Modern views on the system of mononuclear monocytes* // *J. The successes of modern biology*. 1978. — № 3. — P. 415–431.] (rus.)
12. Камкин А. Г. Физиология и молекулярная биология мембран клеток/А. Г. Камкин, И. С. Киселев. — М.: Издательский центр «Академия», 2008. — 592 с.
[Kamkin A. G. *Physiology and molecular biology of cell membranes*. — Moscow: Publishing center «The Academy», 2008. — 592 p.] (rus.)
13. Магендович М. Р. О взаимоотношениях моторно-висцеральных и висцеро-моторных рефлексов // В кн.: Моторно-висцеральные и висцеро-моторные рефлексы. — Пермь, 1963. — С. 7–17.
[Magendovich M. R. *On the relationship between motor-visceral and visceromotor reflexes* // In the book: *Motor-visceral and visceromotor reflexes*. — Perm. 1963. — P. 7–17.] (rus.)
14. Мегоун Г. И. Краниальная остеопатия: перевод с англ. — Белово: Беловский полиграфкомбинат, 1992. — 116 с.
[Harold I. Magoun. *Osteopathy in the Cranial Field*. — Belovo: Belovskij poligrafkombnat, 1992. — 116 c.] (rus.)

15. Монхейм К. Миофасциальная растягивающая техника: перевод с англ./К. Монхейм, Д. Лавэ. — Новокузнецк, 1993. — 120 с.
[*Monnheim K. Myofascial stretching technique: translated from English. — Novokuznetsk, 1993. — 120 p.*] (rus.)
16. Панасюк А. Ф. Хондроитинсульфаты и их роль в обмене хондроцитов и межклеточного матрикса хрящевой ткани/А. Ф. Панасюк, Е. В. Ларионов // Научно-практическая ревматология. — 2000. — № 2. — С. 46–55.
[*Panasjuk A. F. Chondroitin sulfates and their role in the metabolism of chondrocytes and extracellular matrix of cartilage // J. Scientific-practical rheumatology. — 2000. — № 2. — P.46–55.*] (rus.)
17. Петров К. Б. Концепция миовисцерофасциальных связей внутренних органов/К. Б. Петров // Мануальная медицина. — 1994. — № 8. — С. 5–11.
[*Petrov K. B. Concept of mioviscerofascial links of the internal organs // J. Manual medicine. — 1994. — № 8. — P. 5–11.*] (rus.)
18. Петров К. Б. Миовисцерофасциальные связи в традиционном и современном представлении/К. Б. Петров, Т. В. Митичкина. — Новокузнецк: ООО «Полиграфист», 2010. — 221 с.
[*Petrov K. B. Mioviscerofascial connection in the traditional and modern presentation. — Novokuznetsk: LTD «Poligrafist», 2010. — 221 p.*] (rus.)
19. Потехин П. П. Закономерности эпителиально-стромальных соотношений в патогенезе эрозивно-язвенных поражений желудочно-кишечного тракта. — Автореф. дисс....д.м.н. — М., 1999.
[*Potehin P. P. Laws of epithelial-stromal relations in the pathogenesis of erosive and ulcerative lesions of the gastrointestinal tract. — Moscow, 1999.*] (rus.)
20. Сверхмедленные физиологические процессы и межсистемное взаимодействие в организме. Теоретические и практические аспекты // Илюхина В. А., Хабаева З. Г., Никитина Л. И. и др. — Л., 1986. — 180 с.
[*Infraslow physiological processes and intersystem interactions in the body. Theoretical and practical aspects. // Iljuhina V. A., Habaeva Z. G., Nikitina L. I. etc. — Leningrad, 1986. — 180 p.*] (rus.)
21. Серов В. В. Соединительная ткань (функциональная морфология и общая патология)/В. В. Серов, А. Б. Шехтер. — М.: Медицина, 1981. — 312 с.
[*Serov V. V. Connective tissue (functional morphology and general pathology). — Moscow: Medicine, 1981. — 312 p.*] (rus.)
22. Тахчиди Е. Х. Применение сульфатированных гликозаминогликанов в офтальмологии/Е. Х. Тахчиди, К. С. Горбунова // Вестник ОГУ. — 2012. — № 12 (148). — С. 201–204.
[*Tahchidi E. H. The using of sulfated glycosaminoglycans in ophthalmology // Bulletin of the Orenburg State University. — 2012. — № 12 (148). — P. 201–204.*] (rus.)
23. Физиология человека: В 3-х томах. Пер. с англ./Под ред. Р. Шмидта и Г. Тевса. — М.: Мир, 1996.
[*Human Physiology: In 3 volumes. Trans. from English/Edited by R. Shmidt, G. Tevs. — Moscow: Mir, 1996.*] (rus.)
24. Хэм А. Гистология: В 3 томах. Пер. с англ./А. Хэм, Д. Кормак. — М.: Мир, 1983.
[*Ham A. Histology: In 3 volumes. Trans. from English/ — Moscow: Mir, 1983.*] (rus.)
25. Черниговский В. Н. Интероцепция/В. Н. Черниговский. — Л.: Наука, 1985. — 413 с.
[*Chernigovskij V. N. Interoception. — Leningrad: Science, 1985. — 413 p.*] (rus.)
26. Чернух А. М. Воспаление. Очерки патологии и экспериментальной терапии/А. М. Чернух. — М.: Медицина, 1979. — 448 с.
[*Chernuh A. M. Inflammation. Sketches of Pathology and Experimental Therapeutics. — Moscow: Medicine, 1979. — 448 p.*] (rus.)
27. Чикуров Ю. В. Мягкие мануальные техники/Ю. В. Чикуров. — М.: Триада-Х, 2005. — 176 с.
[*Chikurov Ju. V. Soft manual techniques. — Moscow: Triada-H, 2005. — 176 p.*] (rus.)

28. Шехтер А. Б. Заживление ран как ауторегуляторный процесс и механизм стимулирующего действия колагена/А. Б. Шехтер, А. В. Николаев, Г. Н. Берченко// Архив патологии. — 1977. — № 5. — С. 25–33.
[Shehter A. B. Wound healing process and as the autoregulatory mechanism of the stimulating effect of collagen // Archives of Pathology. — 1977. — № 5. — P. 25–33.] (rus.)
29. Юрина Н. А. Тучные клетки и их роль в организме/Н. А. Юрина, А. И. Радостина. — М.: Изд-во Ун-та Дружбы Народов, 1977. — 76 с.
[Jurina N. A. Mast cells and their role in the body. — Moscow: Publishing house University of Peoples» Friendship, 1977. — 76 p.] (rus.)
30. Cailliet R. Soft Tissue pain and Disabiliti. — Philadelphia: F. A. Davis compani, 1977. — 120 с.
31. Essentials of Glycobiology // Varki A., Cummings R. D., Esko J. D., et al. — New York: Cold Spring Harbor Laboratory Press; 2009. — 420 p.
32. Gehin A. Atlas of Manipulative Techniques for the Cranium and Face. — Seattle, 1985–106 p.
33. Pienta K. J., Coffey D. S. Cellular harmonic information transfer through a tissue tensegrity-matrix system // Med Hypotheses. — 1991. — № 34 (1). — P. 88–95.
34. Yasuda T., Kondo., Homma T. Regulation of extracellular matrix by mechanical stress in rat glomerular mesangial cells // J. Clin. Invest. — 1996. — Vol. 98. — P. 1991–2000.
35. Yutani Y., Ohashi H., Kubo T. Effects of mechanical stress on expression of differentiated phenotypes of chondrocytes // Osaka City Med. J. — 2000. — Vol. 46, № 1. — P. 23–29.
36. URL: <http://www.xumuk.ru/biologhim/308.html> (дата обращения: 16.09.2015)
37. URL: <http://massage.ru/articles/fasciya> (дата обращения: 16.09.2015)
38. URL: <http://ovl58.narod.ru/antihomotoxicologia3.html> (дата обращения: 15.09.2015)

Дата поступления статьи: 25.08.2015