

СОЕДИНИТЕЛЬНАЯ ТКАНЬ

Соединительная ткань (*textus connectivus*) — развивающаяся из мезенхимы ткань животного организма, выполняющая опорную, трофическую, защитную и репаративную функцию.

Особенностью строения С. т. являются хорошо развитые межклеточные структуры (волокна и основное вещество). В зависимости от клеточного состава, строения и свойств межклеточных структур, их ориентации С. т. подразделяют на собственно соединительную, костную и хрящевую ткань. Собственно С. т. представлена рыхлой и плотной волокнистой неоформленной и плотной волокнистой оформленной С. т. К рыхлой волокнистой неоформленной С. т. относят подкожную клетчатку, С. т., заполняющую прослойки между органами, расположенную по ходу кровеносных сосудов и нервов и формирующую строму (интерстициальную ткань) паренхиматозных органов. Выделяют также С. т. со специальными свойствами — ретикулярную, являющуюся основой кроветворных и лимфоидных органов, эластическую (с большим количеством эластических волокон), жировую, а также пигментную, богатую пигментными клетками, например в сосудистой оболочке глаза. Перечисленные виды С. т. вместе с кровью и лимфой объединяют в систему тканей внутренней среды.

Наиболее распространенной С. т. человека и млекопитающих является рыхлая волокнистая ткань. Ее составляют практически все виды клеток и межклеточных структур, встречающиеся в различных типах С. т. Межклеточное вещество представлено волокнистыми структурами (коллагеновые, ретикулярные и эластические волокна) и основным веществом (аморфным компонентом межклеточного вещества), в которое заключены клетки и волокна. В состав коллагеновых и ретикулярных волокон входит коллаген различных типов, отличающихся молекулярной структурой.

Основное вещество представляет собой вязкий гель, состоящий в основном из макромолекул полисахаридов и большого количества тканевой жидкости, связанной с этими макромолекулами. Полисахариды основного вещества представлены преимущественно гликозаминогликанами, из которых важнейшими являются гиалуроновая кислота, гепарансульфат, хондроитин-4-сульфат, хондроитин-6-сульфат и дерматансульфат. Макромолекулярные комплексы, большая часть которых состоит из сульфатированных гликозаминогликанов, получила название протеогликанов. В составе основного вещества С. т. в небольшом количестве присутствуют гликопротеиды.

Различные виды С. т. отличаются между собой по типу и количеству секретлируемых гликозаминогликанов. С возрастом содержание полисахаридов в С. т. уменьшается. Основное вещество С. т. обеспечивает диффузию кислорода и питательных веществ от капилляров к клеткам. В обратном направлении поступают продукты клеточного обмена.

Главной клеточной формой С. т. являются фибробласты, которые вырабатывают и секретруют проколлаген, проэластин и гликозаминогликаны. Они также продуцируют белок микрофибрилл, входящий в состав эластических волокон. Доказано, что одна и та

же клетка может синтезировать коллаген двух типов. Морфологически различают фибробласты, способные к делению и активно синтезирующие белки, и малоактивные клетки — фиброциты, потерявшие способность к делению. В фибробластах сильно развиты гранулярная эндоплазматическая сеть, пластинчатый комплекс (комплекс Гольджи) и другие структуры, характерные для секреторных клеток.

Фибробласты участвуют в заживлении ран, инкапсуляции инородных тел, регенерации и многих других физиологических и патологических процессах. По некоторым данным, фибробласты могут фагоцитировать и разрушать коллаген, участвуя т. о. в перестройке соединительной ткани. Наряду с типичными фибробластами выделяют так называемые миофибробласты, занимающие по функциональным и ультраструктурным признакам промежуточное положение между фибробластами и гладкомышечными клетками. Миофибробласты обеспечивают смыкание краев ран при их заживлении, прорезывание зубов и т.д.

Относительно происхождения фибробластов до сих пор нет единого мнения. Предполагают, что в эмбриональном периоде они дифференцируются непосредственно из мезенхимных клеток. В постнатальном онтогенезе, при регенерации С. т., источником фибробластов считают малодифференцированные клетки, располагающиеся вдоль капилляров. Согласно другой точке зрения, предшественники фибробластов локализируются в костном мозге и способны к миграции, что подтверждается обнаружением в периферической крови клеток, дающих начало колониям фибробластов в жидкостных культурах (КОКф). Опыты с различными индукторами, особенно с деминерализованным костным матриксом, показывают, что среди фибробластов имеются клетки, способные к трансформации в другие типы так называемых механоцитов (хондробласты, остеобласты, ретикулярные клетки) с переключением при этом на синтез коллагенов, свойственных данному типу механоцитов. Выявлены антигенные, метаболические и функциональные особенности фибробластов различной органной локализации.

Соединительная ткань богата макрофагами-гистиоцитами, относящимися к системе мононуклеарных фагоцитов и выполняющими защитную функцию. Они фагоцитируют инородные частицы, бактерии, погибшие клетки. Макрофаги активно участвуют в воспалительных и иммунных реакциях, а также являются источниками целого ряда факторов-регуляторов клеточной пролиферации и дифференцировки. Предшественники макрофагов — кроветворные стволовые клетки, локализующиеся в костном мозге.

В соединительной ткани находятся лаброциты (тучные клетки), также являющиеся потомками кроветворных стволовых клеток. Они содержат гепарин, гистамин и другие биологически активные вещества. Постоянно присутствуют в С. т. жировые, пигментные, плазматические клетки и различные виды лейкоцитов. Повсеместное распространение рыхлой С. т., ее роль в трофике клеток, защитных процессах делает эту ткань участником практически всех физиологических и патологических реакций (физиологическая и репаративная регенерация, воспаление, заживление ран, склеротические процессы и др.). Для С. т. с выраженной трофической (защитной) функцией характерно относительно большое количество и разнообразие клеток, в т.ч. лейкоцитов крови. В соединительной ткани преимущественно опорного типа преобладают межклеточные структуры, а клетки

представлены только фибробластами или другими механоцитами (хрящевыми клетками, костными клетками).

В биохимическом отношении основными компонентами С. т. являются коллагены, эластины, протеогликаны, гликозаминогликаны и другие структурные гликопротеиды. К последним относятся адгезивные белки (фибронектин, ламинин и др.), обладающие сродством к другим белкам С. т. и участвующие в их объединении («склеивании»). Эти компоненты С. т. представляют собой высокополимерные вещества, которые локализуются во внеклеточном веществе (матриксе). Их биосинтез осуществляется в основном фибробластами, хондроцитами и др., в небольших количествах они синтезируются также эпителиальными, мышечными и нервными клетками.

Эти полимеры синтезируются в виде предшественников, которые после выхода в межклеточное вещество подвергаются «созреванию». Важно отметить, что полимеры матрикса функционально активны только в том случае, если они прошли весь путь созревания. Нарушение этого процесса, например отщепление от коллагена пептидных участков, ведет к тому, что не происходит формирования фибрилл, и ткани, в норме содержащие коллаген, теряют прочность и упругость. Аналогичный симптомокомплекс развивается и в случае нарушения образования поперечных связей между полипептидными цепочками, а также когда не происходит окисления некоторых аминокислот в белке. Нарушением формирования поперечных связей в белках С. т. можно объяснить ряд патологических проявлений, характерных для заболеваний, сопровождающихся гомоцистинурией. В некоторых случаях биохимической основой заболеваний С. т. является синтез молекул белка, больших по размерам, чем в норме. Так, при Марфана синдроме одна из полипептидных цепочек коллагена содержит на 20 аминокислот больше, чем нормальная цепь.

Нарушения метаболизма С. т. играют важную роль и в развитии многих приобретенных заболеваний. Так, избыточный синтез коллагена наблюдается при фиброзирующих процессах в легких, печени, нарушении регенерации при заживлении ран (келоидные рубцы). Различные нарушения обмена веществ, по-видимому, лежат в основе диффузных заболеваний соединительной ткани.

Распад (катаболизм) С. т. осуществляется во внеклеточном веществе под воздействием специфических ферментов — коллагеназы, эластазы, протеазы, гликозидазы. Продуцируют эти ферменты те же клетки С. т., которые участвуют в синтезе ее белков. Известно, что клетки злокачественных опухолей синтезируют специфические и неспецифические протеазы, расщепляющие ткани, которые окружают опухоль, что способствует метастазированию. Усиленная деградация С. т., обусловленная повышенным синтезом протеолитических ферментов, наблюдается также при артрозах.

Изменения метаболизма С. т. играют важную роль в делении и дифференцировке клеток, формообразовании органов и тканей, а также в процессах развития и старения организма. Показано, что пролиферация и движение клеток на определенных стадиях онтогенеза контролируются уровнем синтеза адгезивных белков матрикса (фибронектина, ламинина и др.). Взаимодействие клеток с этими белками обусловлено тем, что на поверхности клетки имеются специальные рецепторы для каждого из этих белков.

Нарушение взаимодействия рецепторов с белком С. т. во взрослом организме может быть причиной того, что клетки выходят из-под контроля окружающих тканей, приобретают способность к неконтролируемому росту. Имеются основания предполагать, что на этом основана малигнизация клеток.

При старении организма уменьшается растворимость коллагенов и эластинов, увеличивается содержание поперечных связей в белках, снижается содержание в ткани протеогликанов и гликозаминогликанов. Характерно также общее уменьшение клеточных элементов в С. т. Эти изменения определяют свойственные старению повышенную ломкость костей, они снижают эластичность кожи и стенок сосудов, ригидность суставов и т.д.

Биохимические методы, используемые при анализе метаболизма С. т. в норме и при патологии, характеризуются большим разнообразием приемов и подходов, из которых наиболее перспективными являются: методы генной инженерии; определение специфических метаболитов (оксипролина, пептидных фрагментов) белков С. т. в крови, моче, биопсийном материале; тестирование активности различных ферментов (коллагеназы, гиалуронидазы и др.) в суставной и других биологических жидкостях. Широко используется анализ обменных процессов С. т. в модельных системах (культурах клеток и тканей, бесклеточных системах белкового синтеза). Широкое применение нашли иммунохимические, цитохимические, электронно-микроскопические методы изучения биосинтеза и структуры биополимеров.