

Список сокращений.....	10
Предисловие.....	12

Часть I

Морфология и биохимия структур сустава

Глава 1. Сустав как комплексная многокомпонентная система	16
1.1. Источники формирования компонентов сустава в онтогенезе.....	17
1.2. Морфологические и функциональные особенности взаимодействующих структур в суставе.....	18
1.2.1. Форма суставных поверхностей сочленяющихся костей.....	19
1.2.2. Особенности архитектоники костных эпифизов и покрывающего их суставного хряща.....	20
1.2.3. Суставная капсула, суставная полость и связочный аппарат сустава.....	22
1.2.4. Синовиальная оболочка и синовиальная жидкость.....	23
1.2.5. Внутрисуставные структуры (диски, мениски, суставные губы).....	25
1.2.6. Микроциркуляторные русла в суставах (кровоснабжение, лимфатический дренаж, интерстициальные пути микроциркуляции).....	26
1.2.7. Обменные процессы между суставной полостью и сосудистыми руслами организма.....	28
1.2.8. Иннервационные структуры сустава. Сустав как часть функциональной системы движения.....	28

Глава 2. Соединительнотканнные структуры сустава	31
2.1. Краткая общая характеристика соединительных тканей.....	31
2.2. Волокнистые соединительные ткани.....	35
2.2.1. Общая характеристика и классификация.....	35
2.2.2. Плотная волокнистая соединительная ткань.....	35
2.2.3. Биохимическая и биомеханическая характеристики фиброзных структур сустава.....	37
2.2.4. Морфофункциональная специфика суставных связок.....	39
2.2.5. Некоторые биохимические характеристики суставных связок.....	41
2.2.6. Мениски. Диски. Суставные губы.....	43
2.3. Рыхлая волокнистая соединительная ткань.....	44
2.3.1. Фибробласты.....	45
2.3.2. Макрофаги.....	49
2.3.3. Тучные клетки.....	60
2.3.4. Матрикс соединительной ткани.....	66
2.4. Катаболические процессы в соединительной ткани. Соединительная ткань — саморегулирующаяся система.....	83
Глава 3. Становление суставов в онтогенезе (артрогенез)	94
3.1. Некоторые общие замечания.....	94
3.2. Развитие парных конечностей у позвоночных: эмбриологический аспект.....	95
3.3. Основные направления клеточной дифференцировки в процессе становления суставов в онтогенезе.....	97
3.4. Ранние этапы формирования сегментов скелета.....	99
3.4.1. Прехондральная мезенхима.....	99
3.4.2. Хрящевая бластема.....	100
3.4.3. Процессы дифференцировки хрящевой бластемы, предшествующие кавитации.....	100
3.4.4. Кавитация — формирование суставной полости.....	101
3.5. Рост и дифференцировка хрящевых моделей сочленяющихся костей.....	106
3.5.1. Интерстициальный и аппозиционный рост провизорных хрящей.....	106
3.5.2. Рост и дифференцировка хрящевых эпифизов.....	107
3.5.3. Гистогенетические процессы при формировании эпифизов.....	109
3.6. Остеогенетические процессы в развитии сочленяющихся костей.....	110
3.6.1. Кальцификация хряща.....	112
3.6.2. Процессы оссификации.....	113
3.6.3. Оссификация и кровоснабжение эпифизов развивающихся костей.....	114
3.7. Общая характеристика гистогенетических процессов становления сустава.....	115

Глава 4. Костные компоненты сустава	127
4.1. Общая характеристика костных тканей, их классификация и гистогенез.....	127
4.1.1. Классификация.....	127
4.1.2. Гистогенез костных тканей (остеогистогенез).....	128
4.2. Клеточные элементы костных тканей.....	129
4.2.1. Морфология основных типов клеток костных тканей.....	130
4.2.2. Некоторые биохимические параметры костных клеток.....	137
4.3. Матрикс костной ткани.....	142
4.3.1. Морфологическая характеристика матрикса.....	142
4.3.2. Биохимическая характеристика матрикса.....	148
4.4. Регуляция метаболизма в костных тканях.....	152
4.5. Рост костей. Ремоделирование костной ткани.....	158
4.6. Общие закономерности архитектоники эпифизов.....	159
4.7. Структурные и функциональные особенности субхондральной кости в зоне ее контакта с суставным хрящом.....	160
Глава 5. Суставной хрящ	168
5.1. Хрящевые ткани. Общая характеристика и классификация.....	168
5.2. Клетки хрящевой ткани.....	171
5.2.1. Гетерогенность хондроцитов.....	174
5.2.2. Фенотип хондроцита и закономерности его поддержания.....	175
5.2.3. Метаболические процессы в клетках хрящевой ткани.....	176
5.3. Биохимическая характеристика матрикса.....	178
5.3.1. Макромолекулярная структура матрикса.....	178
5.3.2. Структурные компоненты матрикса и их биосинтез.....	182
5.3.3. Надмолекулярная структура матрикса.....	196
5.3.4. Катаболические процессы в матриксе хрящевой ткани.....	198
5.3.5. Контроль и регуляция метаболизма хрящевой ткани.....	200
5.3.6. Биомеханические свойства хряща.....	204
5.4. Морфологическая характеристика матрикса хрящевой ткани.....	206
5.4.1. Хондрон — структурно-функциональная единица хрящевой ткани.....	207
5.4.2. Зоны суставного хряща.....	208
5.4.3. Архитектоника матрикса суставного хряща и ее органоспецифические особенности.....	214
5.4.4. Особенности трофики и микроциркуляции в суставном хряще.....	215
5.4.5. Оссеохондральное соединение.....	217
5.4.6. Хрящ и кость в развитии опорных структур позвоночных.....	218

Глава 6. Синовиальная оболочка	228
6.1. Синовиальная оболочка — дериват специфической дифференцировки скелетогенной мезенхимы.....	228
6.2. Покровный слой синовиальной оболочки.....	229
6.2.1. Клетки покровного слоя.....	231
6.2.2. Биосинтетическая функция клеток покровного слоя.....	234
6.2.3. Участие клеток покровного слоя в катаболических процессах и резорбции.....	235
6.2.4. Матриксные структуры покровного слоя.....	235
6.3. Коллагено-эластические комплексы синовиальной оболочки.....	238
6.4. Микроциркуляторные структуры и процессы в синовиальной оболочке.....	240
6.4.1. Кровоснабжение.....	241
6.4.2. Лимфатический дренаж.....	246
6.4.3. Интерстициальные пути микроциркуляции.....	248
6.4.4. Обменные процессы между суставной полостью и сосудистыми руслами организма.....	251
6.5. Иннервация сустава.....	256
Глава 7. Синовиальная жидкость (синовия)	263
7.1. Некоторые вводные замечания.....	263
7.2. Источники образования и основные функции синовии.....	264
7.3. Физические и физико-химические характеристики синовии.....	265
7.4. Биохимическая характеристика синовии.....	267
7.4.1. Низкомолекулярные компоненты.....	267
7.4.2. Белки сыворотки крови в синовии.....	268
7.4.3. Гиалуронан синовии.....	270
7.4.4. Другие компоненты синовии.....	274
7.5. Клетки синовиальной жидкости.....	276
7.5.1. Общая характеристика и классификация.....	276
7.5.2. Количественные соотношения клеток синовии. Синовиоцитограмма.....	280
7.6. Неклеточные частицы (корпускулярные) в синовии.....	286
7.7. Кристаллы синовии.....	287
7.8. Комплексные методы изучения синовии.....	288
Глава 8. Взаимодействие структур сустава в условиях нормы и патологии	294
8.1. Взаимодействие структур сустава в процессе формирования и функционирования.....	294
8.2. Функциональное взаимодействие компонентов, составляющих синовиальную (внутреннюю) среду сустава.....	295
8.2.1. Взаимодействие синовиальной оболочки и суставного хряща.....	295

8.2.2. Взаимодействие синовиальной оболочки и синовиальной жидкости	298
8.2.3. Взаимодействие суставного хряща и субхондральной кости	299
8.2.4. Смазочный механизм сустава как результат взаимодействия синовиальной жидкости и суставного хряща	300
8.2.5. Зоны контактов различных компонентов внутренней среды сустава — участки наименьшей резистенции к действию патогенных факторов	304
8.3. Факторы и механизмы патогенеза суставных заболеваний	305

Часть II

Введение в клиническую ревматологию

Глава 1. Классификация ревматических заболеваний	334
Глава 2. Клинико-инструментальное обследование больного с заболеваниями суставов	345
2.1. Принципы клинического исследования суставов	345
2.2. Инструментальные методы исследования суставов	357
2.2.1. Рентгенография	357
2.2.2. Компьютерная томография	362
2.2.3. Магнитно-резонансная томография	364
2.2.4. Дополнительные методы исследования суставов	366
Глава 3. Остеоартроз	374
3.1. Определение	374
3.2. Эпидемиология	374
3.3. Классификация	375
3.4. Этиология и факторы риска остеоартроза	376
3.5. Патогенез	378
3.6. Состояние хряща при остеоартрозе (патоморфология)	381
3.7. Клинические проявления остеоартроза	383
3.8. Лабораторная диагностика, исследование синовиальной жидкости	386
3.9. Инструментальная диагностика	387
3.10. Критерии диагноза остеоартроза	389
3.11. Лечение остеоартроза	391
Глава 4. Ревматоидный артрит	398
4.1. Определение	398
4.2. Этиология	399
4.3. Патогенез	400
4.4. Патоморфология хряща при ревматоидном артрите	402
4.5. Клинические проявления ревматоидного артрита	404

4.6. Особенности внесуставных проявлений ревматоидного артрита	407
4.7. Критерии диагностики ревматоидного артрита	410
4.8. Классификация ревматоидного артрита	411
4.9. Лечение ревматоидного артрита	415
Глава 5. Серонегативные спондилоартропатии	426
5.1. Признаки, классификация и диагностические критерии серонегативных спондилоартропатий	426
5.2. Анкилозирующий спондилоартрит	432
5.3. Реактивные артриты и синдром Рейтера	438
5.4. Энтеропатические артриты, связанные с хроническими воспалительными заболеваниями кишечника (болезнь Крона и НЯК)	446
Глава 6. Псориатический артрит	452
6.1. Эпидемиология и распространенность псориатического артрита	452
6.2. Патогенез и патофизиология псориатического артрита	453
6.3. Клинические проявления, диагностические критерии и классификация псориатического артрита	456
6.4. Лабораторные методы исследования	463
6.5. Инструментальные методы исследования	464
6.6. Оценка суставного статуса и прогрессирования заболевания	467
6.7. Лечение псориатического артрита	468
Глава 7. Дорсопатии	475
7.1. Эпидемиология	475
7.2. Определение и классификация	475
7.3. Анатомо-патогенетические аспекты	476
7.4. Основные типы, клинические проявления и диагностика болей в спине	478
7.5. Лечение	488
Глава 8. Заболевания, обусловленные дисплазией соединительной ткани	491
8.1. Определение	491
8.2. Классификация	491
8.3. Основные фенотипы и синдромы недифференцированной дисплазии соединительной ткани	492
8.3.1. Гипермобильность суставов и гипермобильный синдром	493
Приложения	506
Заключение	542
Conclusion	546

*Если структура ничего не говорит нам о функции, то это значит,
что мы неправильно ее рассматриваем.*

Szent Gyorgyi, 1950

Часть I

МОРФОЛОГИЯ И БИОХИМИЯ СТРУКТУР СУСТАВА

Глава 1

СУСТАВ КАК КОМПЛЕКСНАЯ
МНОГОКОМПОНЕНТНАЯ
СИСТЕМА

В.Н. Павлова

Эволюция функции перемещения тела в пространстве у многоклеточных организмов связана с формированием специализированного опорно-двигательного аппарата, облигатными компонентами которого являются сократительные мышечные элементы и опорные, стромальные структуры — необходимый субстрат их фиксации.

Развитие и совершенствование стромальных структур, как у первичноротых, так и у вторичноротых организмов (при всех различиях в источниках развития) шли по пути их расчленения на сегменты и формирования системы рычагов, обеспечивающих перемещение сегментов по отношению друг к другу и всего организма по отношению к окружающей среде.

Соединения костей разделяются на *непрерывные* — *синартрозы*, являющиеся неподвижными или малоподвижными, и *прерывные* — *диартрозы* или *синовиальные суставы*, в которых обеспечивается подвижность костей. В зависимости от характера ткани, осуществляющей связь между костями, различают три типа синартрозов: *синдесмозы* (соединение костей плотной волокнистой соединительной тканью), *синхондрозы* (соединение костей хрящевой тканью) и *синостозы* (соединение костей костной тканью).

При прерывных соединениях (диартрозах) кости удерживаются посредством связок и суставной сумки, образованной в основном плотной волокнистой соединительной тканью. Соединения такого типа обеспечивают возможность движения костей.

В некоторых руководствах выделяется третий тип сочленения костей — *полусуставы*. Это хрящевые соединения, имеющие в толще хряща щелевидную полость. В них отсутствует суставная сумка и суставные поверхности. Фактически они являются вариантом синхондрозов, которые также соединяются посредством хрящевой ткани.

Участки, реализующие контакт между сегментами, сформировались как *сочленения* (*articulatio*). В эволюции этих структур наиболее совершенной формой явились диартрозы, или *синовиальные суставы* (*articulatio synovialis*). Характеристике этой формы соединения сегментов скелета у высших позвоночных и человека (в условиях нормы и патологии) посвящена первая часть данной книги.

Сустав — это многокомпонентная система, содержащая опорные костные контактирующие друг с другом элементы, фиксированные связками, покрытые в местах контакта суставным хрящом и изолированные от внешней среды посредством суставной фиброзной капсулы.

Внутренняя, интимальная поверхность капсулы представлена синовиальной оболочкой (СО), сосуды и клетки которой являются продуцентами синовиальной жидкости (СЖ) или синовии. Синовиальная оболочка, синовиальная жидкость и суставной хрящ формируют герметически замкнутое пространство — *суставную полость* и образуют *внутреннюю синовиальную среду сустава*.

Кости и фиброзная капсула служат местом прикрепления скелетных мышц. Каждый сустав васкуляризирован кровеносными и дренирован лимфатическими сосудами данного региона. Все компоненты сустава имеют афферентную и эфферентную (вегетативную) иннервацию.

Вспомогательными образованиями, не облигатными для всех видов суставов, являются диски, мениски и суставные губы, а также синовиальные сумки (ранее именуемые слизистыми). В анатомическое понятие «сустав» входят также скелетные мышцы, фиксированные на отдельных сочленяющихся сегментах, и сухожилия, осуществляющие их фиксацию.

1.1. Источники формирования компонентов сустава в онтогенезе

Все опорные компоненты сустава имеют в онтогенезе общий источник развития — скелетогенную мезенхиму, для всех характерно максимальное развитие экстрацеллюлярного матрикса. Именно

матриксные структуры — волокна и основное вещество — принимают на себя механические нагрузки при осуществлении локомоторных актов: компрессии, растяжения и фрикции. Приобретение матриксом необходимых механических свойств, а именно прочности, эластичности, способности к преодолению деформации, достигается различными путями и сопряжено со специфическими процессами.

Дифференцировка идет в нескольких направлениях, таких как организация прочного волокнистого (коллагеново-эластического) каркаса (фибриллогенез), гидратация матрикса с использованием полианионных свойств протеогликанов основного вещества (хондрогенез), минерализация органической основы матрикса (остеогенез).

Своеобразным и присущим только синовиальным суставам направлением дифференцировки является *синовиогенез* — образование интимального слоя капсулы сустава — СО и СЖ. Специфика этого процесса заключается в формировании граничащего с полостью покровного (кроющего) слоя, клетки которого, мезенхимные по своей природе, выполняют не свойственные мезенхиме пограничные функции, обеспечивая существование суставной полости и продукцию специфических смазочных материалов, необходимых для свободного перемещения суставных концов сочленяющихся костей.

Таким образом, в сформировавшемся суставе объединяются одинаковые по исходным источникам, но различные по характеру последующих дифференцировок, высокоспециализированные компоненты. Каждая из этих структур, объединенных гистогенетически и топографически, сугубо специфична по своей морфологии, функциональным и реактивным потенциалам, а следовательно, и по характеру реакции на действие патогенных факторов. Компоненты сустава находятся в постоянном контакте и взаимодействии, при котором сочетание различных функциональных особенностей обуславливает возможность существования сустава как единой многокомпонентной системы.

1.2. Морфологические и функциональные особенности взаимодействующих структур в суставе

Во всех синовиальных суставах регистрируются *три зоны* (области), где компоненты с различной направленностью клеточных дифференцировок тесно контактируют друг с другом:

- ◆ зона контакта СО и суставного хряща (так называемая переходная зона);
- ◆ зона контакта суставного хряща с подлежащей ему субхондральной костью;
- ◆ зона контакта СЖ с суставным хрящом и СО.

Характер перемещения сочленяющихся костных сегментов в каждом суставе обусловлен их величиной, формой, рельефом поверхности и внутренней архитектоникой.

1.2.1. Форма суставных поверхностей сочленяющихся костей

Облигатным компонентом синовиальных суставов является кость. **Кость** — сложный орган со своеобразной анатомической структурой и функцией. Анатомически в кости различают диафизы, метафизы и эпифизы, а также периост (надкостница) и эндост. В длинных трубчатых костях имеется костномозговая полость, содержащая костный мозг. В организме человека и животных кости помимо опорной функции играют еще роль депо минеральных веществ, прежде всего кальция и фосфора.

Как известно, в зависимости от числа сочленяющихся в суставе костных сегментов различают: *простые суставы (articulatio simplex)*, когда сочленяются только два сегмента (например, плечевой, межфаланговые, межплюсневые суставы); *сложные суставы (articulation composita)*, образованные несколькими костями, объединенными общей капсулой (например, локтевой сустав); *комплексные суставы*, содержащие в полости внутрисуставные хрящи — диски или мениски (например, коленный сустав); *комбинированные суставы* — несколько изолированных друг от друга суставов, объединенных не анатомически, а общностью выполняемой функции (например, два височнонижнечелюстных сустава, соединяющих нижнюю челюсть с височной костью черепа). Характер движения в суставах обусловлен формой поверхностей сочленяющихся костей.

С учетом геометрических параметров формы суставных поверхностей можно различать:

- ◆ *шаровидный сустав (articulatio spherioidea)* — (например, плечевой, тазобедренный);
- ◆ *эллипсоидный сустав (articulatio ellipsoidea)* — (например, лучезапястный и атлантозатылочный);

- ◆ *седловидный сустав (articulatio sellaris)* — (например, пястно-запястное сочленение большого пальца кисти);
- ◆ *цилиндрический сустав (articulatio trochoidea)* — например, суставы фаланг пальцев;
- ◆ *блоковидный сустав (articulatio ginglymus)*, как разновидность цилиндрического — (например, суставы атланта-осевого шейного отдела позвоночника);
- ◆ *плоский сустав (articulatio plana)* — (например, мелкие суставы запястья и предплюсны).

Форма суставных поверхностей определяет количество осей, вокруг которых осуществляется движение в суставе. Становление формы суставных поверхностей обеспечивается совокупным влиянием формообразовательных факторов, включая генетические и филогенетические факторы.

В процессе становления формы суставных поверхностей существуют два периода. Для *первого — дофункционального — периода* характерно присутствие в суставе обособившихся и оформившихся концов сочленяющихся костей, однако их перемещение по отношению друг к другу еще невозможно. *Второй период — функциональный*, начинающийся в раннем онтогенезе и длящийся всю жизнь, характеризуется наличием *двигательной активности*, возможностью перемещения суставных концов и включением в их формирование воздействия биомеханических факторов — компрессии, растяжения, трения.

1.2.2. Особенности архитектоники костных эпифизов и покрывающего их суставного хряща

Эпифизы сочленяющихся в суставе костей образованы губчатой и компактной костью и покрыты суставным хрящом. Механические нагрузки, получаемые сочленяющимися костями, передаются через хрящ на компактную кость эпифизов и гасятся в губчатом веществе. Строение губчатой и компактной кости излагается в главе 4, а строение суставного хряща — в главе 5.

Структура *суставного хряща* отражает выполнение им основной функциональной задачи — принятие механических нагрузок, прежде всего компрессионной нагрузки, одним костным сегментом сочленения от другого (или других), противостоящих ему, и распределения нагрузок по касательной к поверхности эпифиза (рис. 1.1).

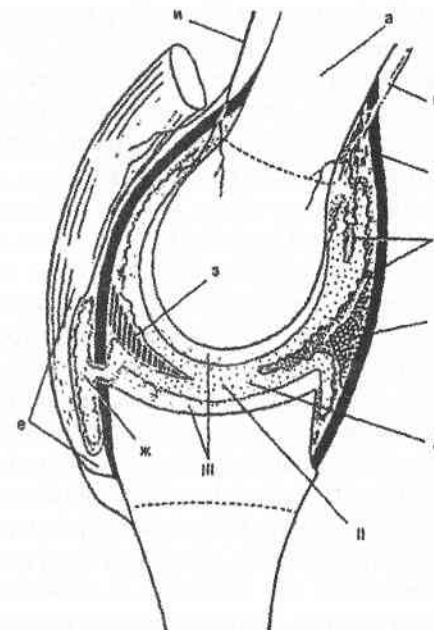


Рис. 1.1. Строение сустава (схема):

I — синовиальная оболочка; II — синовиальная жидкость; III — суставной хрящ; а — сочленяющаяся кость; б — кровеносные сосуды; в — фиброзная оболочка суставной капсулы; г — жировая складка; д — суставная полость; е — сухожилие и мышца; ж — синовиальная сумка; з — мениск; и — нервные волокна

Обычно различают три зоны суставного хряща: *поверхностную*, обращенную в полость сустава, *промежточную* и *базальную* (Павлова В.Н. и др., 1988).

Ряд авторов выделяет глубокую часть базальной зоны хряща, состоящую из кальцифицированного хряща, и предлагает считать ее как отдельную — *четвертую зону хряща*. В отношении числа зон и их названий в гиалиновом суставном хряще среди исследователей отсутствует единая точка зрения.

Хрящ содержит матрикс и клетки (хондроциты) различной степени зрелости. Макромолекулярная структура матрикса представлена сочетанием волокнистых коллагеновых конструкций (коллагены II, VII, IX и XI типов) и многочисленных неколлагеновых компонентов. В числе последних особенно важны протеогликановые агреганы, полианионные свойства которых позволяют

удерживать большой объем воды. Это обстоятельство обеспечивает такие свойства суставного хряща, как:

- ◆ обратимая деформация: сжатие волокнистого каркаса, отдача воды в полость сустава при нагрузке и восстановление начальной структуры и объема путем возвращения воды в участки, подвергшиеся компрессии;
- ◆ распределение механических нагрузок по площади всей поверхности, покрытой хрящом кости;
- ◆ возможность перемещения метаболитов в пределах некальцифицированных аваскулярных зон хрящевой пластинки и обмен с содержимым суставной полости и сосудами, проникающими в кальцифицированный хрящ глубокой зоны.

Важно отметить, что толщина суставного хряща по отношению к костным компонентам сочленяющихся сегментов (в процентах) и его собственные амортизационные возможности весьма незначительны. Основная нагрузка при амортизации падает на подлежащую хрящу субхондральную кость. Амортизационная мощность сустава во многом определяется *совокупностью структурно-функциональных возможностей его костного и хрящевого компонентов*.

В плане характеристики взаимодействия суставной хрящ—субхондральная кость представляет большой интерес *оссеохондральное соединение* — зона их непосредственного соприкосновения, а также *базофильная линия (tidemark)* — граница между кальцифицированным и некальцифицированным хрящом, препятствующая в норме проникновению в хрящ кровеносных сосудов и тем самым распространению процесса кальцификации. В нормальном суставе некальцифицированный хрящ никогда непосредственно не соприкасается с костью. Сочетанность функциональных характеристик костного вещества и суставного хряща обеспечивает гомеостаз сочленения и его адаптационные возможности.

1.2.3. Суставная капсула, суставная полость и связочный аппарат сустава

Сочленяющиеся эпифизы костей заключены в суставную сумку, или *капсулу (capsula articularis)*, состоящую из волокнистой соединительной ткани. В стенке капсулы дифференцированы: наружная *фиброзная оболочка (membrana fibrosa)* и внутренняя — *синовиальная оболочка (membrana synovialis)*. СО ограничивает щелевидное пространство — *суставную полость (cavum articularis)*, заполненную *синовиальной жидкостью*, или *синовией (synovia)*.

Плотная соединительная ткань фиброзной оболочки суставной сумки образует волокнистый коллагеново-эластический каркас, в петлях которого располагаются основное вещество и клеточные элементы (фибробласты, макрофаги, тучные клетки, лимфоциты). В фиброзную капсулу вплетаются волокна суставных (сумочных) связок, укрепляющие стенку суставной сумки и являющиеся по существу ее компонентами. Волокна самой сумки непосредственно переходят в надкостницу сочленяющихся костей. В зависимости от расположения и мест прикрепления различают *внекапсульные, капсульные и внутрикапсульные (внутрисуставные) связки*. Суставная сумка и связки васкуляризируются и иннервируются из тех же источников, что и другие компоненты данного сустава.

Суставная полость в норме — это узкое щелевидное пространство, заполненное СЖ, объем которой в самых крупных суставах человека определяется обычно в 1–2 мл. У крупных млекопитающих (рогатый скот, лошади) количество синовии исчисляется в норме 8–10 мл. В условиях патологии объем жидкого содержимого суставной полости (суставного выпота) может достигать 200 мл.

1.2.4. Синовиальная оболочка и синовиальная жидкость

Интимальный внутренний слой суставной сумки представлен *синовиальной оболочкой (membrana, s. stratum synoviale)* — (СО), отражающей в своей структуре и функциональных потенциях органоспецифические черты сустава. В основе матрикса СО лежат коллагеновые волокна и эластические сети, формирующие волокнистый каркас, в петлях которого находится основное вещество и клеточные элементы.

В СО отчетливо дифференцируются три слоя: обращенный в полость сустава *покровный слой* и два *коллагеново-эластических слоя* — *поверхностный и глубокий*. Органоспецифическим для сустава является непосредственно ограничивающий суставную щель покровный слой СО. *Это специфически дифференцированный пласт соединительной ткани, несущий не свойственные ей пограничные, барьерные функции*. Клеточные элементы покровного слоя — синовиоциты — не образуют непрерывную клеточную выстилку наподобие мезотелия брюшины или сосудистого эндотелия. Они располагаются рыхло, в 1–2 слоя, базальная мембрана отсутствует, и основное вещество матрикса наряду с клетками ограничивает суставную полость.

Синовиоциты покровного слоя функционально и по происхождению отчетливо дифференцированы. Синовиоциты типа А (А-клетки) принадлежат к клеткам моноцитарного ряда и обладают выраженной макрофагальной функцией. Синовиоциты типа В (В-клетки) являются клетками фибробластического ряда и продуцентами гиалуронана) — одного из специфических компонентов СЖ.

Структурная организация матрикса СО — коллагеновых и эластических элементов — строго упорядочена и отражает векторы ее смещения при изменении взаимного расположения костных сегментов сустава.

СО, включая и ее покровный слой, богато васкуляризована. Кровеносные сосуды СО проникают в нее со стороны капсулы сустава и пронизывают всю ее толщу. Гемосиновиальный барьер представлен, таким образом, только клетками и основным веществом матрикса СО и эндотелием кровеносных капилляров. Последние распределены по площади СО весьма неравномерно.

В СО принято различать две сети кровеносных сосудов — *поверхностную, собственно синовиальную, и глубокую — субсиновиальную*. Лимфатический дренаж обеспечивается разветвленной сетью лимфатических капилляров и посткапиллярных лимфатических коллекторов. Они располагаются под покровным слоем и в более глубоких слоях; по площади они во много раз превышают кровеносные. Интерстициальными компонентами транссиновиального транспорта метаболитов являются *паракапиллярные* (паравазальные) *пространства*.

Структурные особенности СО различны в разных участках суставной полости. Общепринято различать синовиальную оболочку *ареолярного, адипозного и фиброзного* типов.

Оболочка ареолярного (сосудистого) *типа*, характерная для больших по площади участков суставной полости (латеральная и медиальная стенки, область больших, связанных с суставом сумок), имеет волнистую поверхность, покровный слой, поверхностный и глубокий коллагено-эластический слои, обильное кровоснабжение и иннервацию.

Оболочка адипозного (жирового) *типа* выстилает полость в области жировых складок и подушек над сочленовными поверхностями соединяющихся костей. Покровный слой СО лежит непосредственно на жировых скоплениях. Коллагено-эластические слои в СО данного типа не выражены. Оболочка пронизана кровеносными капиллярами.

Оболочка фиброзного типа имеет мощно развитые коллагено-эластические слои, вплетающиеся в подлежащие соединительнотканые участки фиброзной капсулы. Этот тип оболочки имеется там, где она ложится на сухожилия, связки или граничит непосредственно с суставным хрящом (так называемые переходные зоны СО).

Синовиальная жидкость — синовия — содержит клетки и жидкую субстанцию, в которой также определяются плотные (корпускулярные) частицы и кристаллы. Жидкая часть синовии по своим и физико-химическим и биохимическим показателям имеет значительное сходство с кровью. Облигатный компонент синовии — несulfатированный гликозаминогликан *гиалуронан* — обеспечивает ее высокую вязкость.

Клеточные элементы СЖ можно условно разделить на клетки тканевого (местного) происхождения — (синовиоциты, макрофаги) и клетки крови (моноциты, макрофаги, лимфоциты). СЖ адекватно отражает состояние суставных структур в норме и в патологических ситуациях. *Суставной хрящ, синовиальная оболочка и синовиальная жидкость* — это *триада структур*, непосредственно организующих внутрисуставное пространство или его *внутреннюю (синовиальную) среду сустава* (Павлова В.Н., 1980).

Более подробная информация и собственная позиция авторов в отношении свойств и функциональных потенциалов СО и СЖ изложены в главах 6 и 7.

1.2.5. Внутрисуставные структуры (диски, мениски, суставные губы)

В ряде суставов (грудиноключичный, акромиальноключичный, височно-нижнечелюстной) имеются фиброзно-хрящевые перегородки — *диски*, делящие суставные полости на самостоятельные отделы. В коленном суставе присутствуют неполные фиброзно-хрящевые перегородки — *мениски*, которые меняют свою форму в соответствии с изменением профиля сочленовных поверхностей при сгибании и разгибании.

В плечевом суставе по краям суставной впадины лопатки в виде ободка из фиброзного хряща расположена *суставная губа*, которая увеличивает размеры впадины.

В тазобедренном суставе (в вертлужной впадине подвздошной кости таза) также имеется кольцо, образованное фиброзным хрящом — *суставная губа*, увеличивающая размеры впадины и служащая местом прикрепления сухожилий и связок.

Для коленных суставов характерны внутрисуставные связки и жировые подушки, покрытые СО. Последние заполняют пространства в местах отсутствия конгруэнтности поверхностей сочленяющихся костей.

Фиброзная оболочка капсулы сустава местами истончена и в этих участках СО образует выпячивания — *синовиальные* (слизистые) *сумки*, обеспечивая прохождение сухожилий, прикрепляющихся к костям внутри суставной полости.

Связочный аппарат сустава образован связками из плотной волокнистой соединительной ткани, которые начинаются от утолщений фиброзной капсулы. Функциональное значение связок заключается в укреплении (стабилизации) сустава, а также в ограничении движений.

1.2.6. Микроциркуляторные русла в суставах (кровоснабжение, лимфатический дренаж, интерстициальные пути микроциркуляции)

Кровоснабжение. Сустав в целом может быть охарактеризован как орган с высоким обеспечением кровоснабжения. Каждый сустав, как и относящаяся к нему группа мышц, получает кровоснабжение от близлежащих артериальных сосудов.

Артериальные сосуды, вступающие в суставную капсулу, анастомозируют с артериями фасций, мышц и костей, образуя единую сеть, обеспечивающую возможности коллатерального кровообращения.

Губчатая и компактная кости эпифизов получают кровь от соответствующих костных артерий — ветвей общих артериальных стволов данного участка скелета. Связки и соседние участки надкостницы снабжаются кровью от суставных ветвей артерий. Сосудистые сплетения капсулы васкуляризируют внутрисуставные связки, диски, мениски, суставные губы, а также сесамовидные кости. Суставный хрящ взрослых организмов аваскулярен.

Из всех структур, образующих внутреннюю среду суставов, наиболее обильное кровоснабжение имеет СО. В ее пределы вступают сосуды только калибра артериол. Образуемые ими капиллярные сети (прекапилляры, капилляры, посткапилляры) пронизывают всю толщу СО, включая покровный слой.

Посткапилляры собираются в вены на границе с фиброзным слоем капсулы. Такие вены характеризуются широким просветом, их диаметр превышает диаметр капиллярной сети в 1,5–2 раза.

Как правило, каждая артериола сопровождается двумя венами. Многие авторы описывают в СО артериоловеноулярные анастомозы.

Лимфатический дренаж. Лимфатический дренаж суставов обеспечен хорошо развитой сетью лимфатических сосудов. Лимфатическое русло сустава представлено сетью лимфатических капилляров в поверхностном покровном слое СО, связанной с более глубокой сетью, в субсиновиальном слое, а далее с сетью лимфатических сосудов в фиброзной оболочке капсулы сустава.

Лимфатические капилляры ориентированы, как правило, параллельно артериолам и венам, но в ряде участков СО лежат более поверхностно. Расположение лимфатических сосудов по площади СО неравномерно, и глубина залегания их неодинакова. Эти данные, отраженные в наших работах по исследованию СО коленного сустава, позволяют говорить о функционально различных зонах в суставной полости.

Начальные звенья лимфатической системы представлены широкими (до 100–120 мкм) лимфатическими капиллярами, располагающимися в ткани в виде слепых выростов. Лимфатические посткапилляры образуют хорошо выявляемую сеть и имеют клапаны.

Согласно нашим планиметрическим данным, суммарная площадь лимфатического русла сустава относится к площади кровеносного русла как 1,9 : 1.

Интерстициальные пути обмена в суставах. Из трех структурных компонентов, осуществляющих микроциркуляторные процессы между суставом и сосудистыми руслами, наименее изученным до сего времени оказалась пространственная организация его интерстициального (внесосудистого) звена. Именно в СО, где основное вещество матрикса наряду с клетками непосредственно контактирует с содержимым суставной полости, а волокнистые структуры, как было показано выше, имеют закономерную, векториальную ориентацию, существование организованных путем транспорта метаболитов не вызывает сомнения. Речь идет об участии в микроциркуляторных процессах основного вещества, образующего *паравазальные пространства*.

В процессах транспорта веществ в СО значительная роль принадлежит ее *клеточным элементам*. Изучение кинетики диффузионных процессов в оболочке показало, что перемещение молекул ряда веществ, идущее против градиента их концентрации, неизбежно регулируется механизмами, обладающими значительным энергетическим потенциалом и избирательностью. Этими параметрами в СО обладают только клетки — синовиоциты СО и эндотелиоциты