

ЛЕКЦИЯ 4

СТРОЕНИЕ И РАЗВИТИЕ МУЖСКИХ ПОЛОВЫХ КЛЕТОК

В организме человека сперматозоид является самой маленькой клеткой тела. Общая длина сперматозоида у человека равна приблизительно 55 мкм. Головка составляет приблизительно 5,0 мкм в длину, 3,5 мкм в ширину и 2,5 мкм в высоту, средний участок и хвостик, соответственно, приблизительно 4,5 и 45 мкм в длину. Малые размеры, вероятно, необходимы для быстрого движения сперматозоида.

♂ состоит из:

- **головки**, состоящей из секреторного пузырька – *акросомы* (содержащий гидролитические ферменты, и позволяющий спермию проникнуть через наружные яйцевые оболочки) и *ядра* (содержит мужской наследственный материал в виде плотного хроматина). Головка окружена очень тонким слоем цитоплазмы. Когда головка спермия приходит в контакт с ♀, происходит акросомальная реакция – освобождение содержимого акросомы путем экзоцитоза.

- **шейки**, содержащей **проксимальную и дистальную центриоли**, расположенные перпендикулярно друг к другу;

- **средней части**, содержащей пучок фибрилий, митохондрий, спирально расположенных вокруг осевой нити; эта часть обеспечивает метаболическую и энергетическую активность ♂;

- **хвоста**, содержит осевую нить, окруженную небольшим количеством цитоплазмы и клеточной (ундулирующей) мембраной; передвижение осуществляется путем сгибательно-разгибательных, ударных и волнообразных движений. ♂ многих животных лишены хвоста.

На ♂ для выбора направления движения имеются **хеморецепторы**, сходные с обонятельными клетками.

Большая часть цитоплазмы спермия элиминируется при его созревании. Сохраняются только некоторые органеллы, видоизмененные для выполнения своей функции. В период созревания спермия его гаплоидное ядро приобретает обтекаемую форму, а ДНК уплотняется. Впереди от такого конденсированного гаплоидного ядра лежит акросомный пузырек, образующийся из аппарата Гольджи и содержащий ферменты, которые переваривают белки и полисахариды. Запас ферментов в акросомном пузырьке служит для проникновения спермия через наружные покровы яйца. У морских ежей между ядром и акросомным пузырьком находится область, содержащая глобулярный актин. Он используется для образования пальцеобразного выроста. У таких видов молекулы на поверхности акросомного выроста участвуют в узнавании спермием и яйцом друг друга. Акросома и ядро образуют вместе головку спермия.

Акросома, производное аппарата Гольджи, имеет свою мембрану, в которой выделяют наружную, промежуточную, внутреннюю (прилежащую к ядру), в последней выделяют инвагинационные трубочки, их 15. Внутри акросомы находится акросомальная гранула, она не имеет своей мембраны.

Внутри акросомы есть ферменты гиалуронидаза и трипсин. Они воздействуют на оболочку яйцеклетки: гиалуронидаза растворяет блестящую оболочку яйцеклетки, трипсин нарушает целостность фолликулярной оболочки.

У большинства видов спермии способны передвигаться на большие расстояния благодаря биению своих жгутиков. Главная двигательная основа жгутика – **аксонема**. Она берет начало от **дистальной центриоли**, которая находится в шейке. Осевая нить проходит через весь вставочный отдел и через весь хвостик. Во вставочном отделе вокруг аксонемы находится спиральная структура, которая образуется 12-15 витками митохондрий. Стержень аксонемы состоит из двух центральных одиночных микротрубочек, окруженных кольцом из девяти двойных микротрубочек (дуплетов). При этом только одна микротрубочка каждого дуплета имеет законченное строение и содержит 13 протофиламентов, тогда как вторая состоит из 11 протофиламентов димерного белка **тубулина**.

Центральные субфибриллы выполняют функцию проведения, периферические — сокращения. Так как во вставочном отделе имеются митохондрии, сперматозоиды способны к самостоятельным движениям. Скорость движения составляет 2-5 мм/мин. Движение сперматозоидов против тока секрета носит название **реотаксиса**. Направление движения: вперед-вверх или вперед-вниз, вращение вокруг собственной оси.

С микротрубочками связан белок **динеин**. С его помощью гидролизуются молекулы АТФ и преобразуется выделившаяся при этом химическая энергия в механическую, за счет которой осуществляется движение спермиев.

Размеры сперматозоидов составляют: морской свинки – 100 мкм, быка – 65 мкм, воробья – 200 мкм, крокодила – 20 мкм, человека – 60 мкм. Для обеспечения оплодотворения необходимо, чтобы в 1 мл спермы человека содержалось около 60 млн сперматозоидов.

Основная функция ♂ – доставить гаплоидный набор хромосом мужской гаметы (с уникальной генетической программой развития) через продвижение ♂ к ♀, контакт с ней и проникновение ♂ через оболочки ♀ в ее цитоплазму. Доля гамет, не развившихся до зрелых, не известна. Как и в оогенезе, в сперматогенезе идет активная селекция клеток на всех этапах их развития, о конкретных причинах гибели гамет и доле каждой из причин в общем числе дегенерирующих гамет неизвестно. Определено лишь, что в яичках эмбрионов и плодов до 20-25 % просперматогониев имеют аномалии митотического деления (являющиеся одной из причин возникновения хромосомных мутаций, aberrаций в гаметах. Среди сперматоцитов I в пахитене у 20% выявлены нарушения. Эти гаметы являются реальными кандидатами в дальнейшую дегенерацию и гибель. Установлено, что 10% зрелых ♂ здоровых мужчин детородного возраста имеют различные числовые и структурные хромосомные aberrации. Очевидно, что по мере прохождения гаметами этапов дифференцировки половые клетки претерпевают дегенерацию и селекцию. Таким образом, на более поздних стадиях гаметогенеза меньшее число гамет содержит нарушения хромосом. Вероятно, что подобная же

селекция (уменьшение числа гамет с определенными типами нарушений по мере продвижения их по этапам дифференцировки) происходит с гаметами, несущими генные мутации, имеющими нарушение физиологии хромосомных структур клетки. Т.е. высока случайность участия той или иной половой зрелой клетки в оплодотворении, приводящем (далеко не всегда) к развитию и рождению нового индивидуума.

♂ не имеют запасов питательных веществ и обычно быстро погибают. Однако у некоторых животных, например у пчел, они обладают большой жизнеспособностью и сохраняются живыми в течение нескольких лет, находясь в специальном органе самки – семязприемнике.