

УДК 611.013.1

## МОРФОЛОГИЯ СПЕРМАТОЗОИДОВ И ИХ КАЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА

Алексеева Д.Б., Алехина А.А

ФГБОУ «Оренбургский государственный университет», Оренбург, e-mail:  
diana\_alekseeva\_2000@mail.ru, anna.alehina2016@yandex.ru

Статья посвящена изучению морфологии сперматозоидов, изучению их подвижности, а также продолжительности жизни. Не малое внимание в статье уделено качественной оценке сперматозоидов, так как для успешного оплодотворения яйцеклетки необходимы сперматозоиды, обладающие не только подвижностью, но и имеющие «идеальную» форму. Именно морфологически правильные мужские половые клетки способны пройти по половым путям женщины, найти яйцеклетку и проникнуть в нее.

Ключевые слова: сперматозоиды, морфология, головка, хвостик сперматозоида, подвижность, качественная оценка сперматозоида, нормозооспермия, оплодотворение.

## MORPHOLOGY OF SPERMATOZOA AND THEIR QUALITATIVE ASSESSMENT

Alekseeva D.B., Alekhina A.A.

"Orenburg State University", Orenburg, e-mail: diana\_alekseeva\_2000@mail.ru,  
anna.alehina2016@yandex.ru

The article is devoted to the study of the morphology of spermatozoa, the study of their mobility, as well as life expectancy. Much attention in the article is paid to the qualitative assessment of spermatozoa, since for the successful fertilization of an egg, spermatozoa are needed that have not only mobility, but also have an "ideal" shape. It is morphologically correct male reproductive cells that are able to pass through the female genital tract, find an egg and penetrate into it.

Key words: sperm cells, morphology, head, tail of the sperm cell, motility, qualitative assessment of the sperm cell, normozoospermia, fertilization.

Сперматозоид – это мужская гамета, не способная к росту и делению. Его основная функция – оплодотворение яйцеклетки. Сперматозоид имеет типичное строение и состоит из головки, средней части и хвоста. Сперматозоид является самой маленькой клеткой в организме человека (учитывая только саму головку, без хвостика). Общая длина сперматозоида у человека около 55 мкм: на головку приходится примерно 5,0 мкм в длину, 3,5 мкм в ширину и 2,5 мкм в высоту, средняя часть и хвостик имеют длину примерно 4,5 и 45 мкм соответственно.

Головка сперматозоида имеет форму сжатого с боков эллипсоида. С одной головки сперматозоида стороны имеется небольшое углубление, поэтому иногда говорят о «ложковидной» форме головки сперматозоида [1].

В головке расположены следующие клеточные структуры:

1) Ядро, несущее единый набор хромосом. После слияния сперматозоидов и яйцеклетки образуется зигота, несущая материнские и отцовские хромосомы. При

сперматогенезе образуются сперматозоиды двух типов: несущие X-хромосомы и несущие Y-хромосомы. При оплодотворении яйцеклетки X-несущим сперматозоидом образуется женский эмбрион. При оплодотворении яйцеклетки Y-несущим спермой формируется мужской эмбрион.

2) Акросома – видоизмененная лизосома – мембранный пузырек, содержащий литические ферменты – вещества, растворяющие оболочку яйцеклетки. Акросома занимает примерно половину объема головки сперматозоида и приблизительно равна ядру. Она лежит перед ядром и покрывает половину ядра. В случае контакта с яйцеклеткой акросома выбрасывает свои ферменты наружу и растворяет небольшой участок оболочки яйцеклетки, благодаря чему образуется «проход» для проникновения сперматозоидов. Акросома содержит около 15 литических ферментов, главный из которых – акрозин.

3) Центросома – центр организации микротрубочек, обеспечивающее движение хвоста сперматозоида, а также предположительно участвует в сближении ядер зиготы.

Позади головки сперматозоида находится так называемая «средняя часть» сперматозоида. От головки средняя часть отделена небольшим сужением – «шейкой». За средней частью находится хвост. Цитоскелет жгутика, состоящий из микротрубочек, проходит через всю среднюю часть сперматозоида. В средней части вокруг цитоскелета жгутика находится митохондрия – большая митохондрия сперматозоидов. Митохондрия имеет спиралевидную форму и как бы обвивает цитоскелет жгутика. Митохондрия выполняет функцию синтеза АТФ и тем самым обеспечивает движение жгутиков.

Хвост, или жгутик, расположен за средней частью, он тоньше средней части и намного длиннее ее. Его строение типично для жгутиков эукариотических клеток. Предназначен для передвижения сперматозоида. Во время движения сперматозоид обычно вращается вокруг своей оси. Достаточно высокая скорость движения сперматозоида (а она может достигать 0,1 мм в секунду или более 30 см в час) обусловлена его небольшим размером. Для уменьшения размера сперматозоида во время его созревания, происходят особые преобразования: ядро уплотняется уникальным механизмом конденсации хроматина (гистоны удаляются из ядра, а ДНК связывается с белками-протаминами), большая часть цитоплазмы выбрасывается из сперматозоидов, остаются только самые необходимые органеллы.

Движения жгутиков сперматозоидов незначительны лишь в организме мужчины, где сперматозоиды малоподвижны. Движение сперматозоидов по мужским половым путям происходит пассивно, за счет перистальтических сокращений мышц протоков и биения ресничек клеток стенки протоков. Сперматозоиды становятся активными после эякуляции из-за воздействия ферментов простатического сока [2].

Продолжительность жизни сперматозоида после периода созревания, составляющего около 64 дней, может сохраняться в организме до месяца. В эякуляте они способны выжить в зависимости от условий среды (свет, температура, влажность) до 24 часов. Во влагалище сперма погибает в течение нескольких часов. В шейке матки, матке и фаллопиевых трубах сперматозоиды остаются живыми до 6 дней.

В дополнение к вышесказанному, следует отметить, что для успешного оплодотворения яйцеклетки необходимы сперматозоиды, не только обладающие подвижностью, но и имеющие «идеальную» форму. Однако некоторую часть семенной жидкости составляют половые клетки с различными патологиями строения. Поэтому необходимо, чтобы количество нормальных сперматозоидов в эякуляте было в пределах норм, принятых ВОЗ [3]. Именно морфологически правильные мужские половые клетки способны пройти по половым путям женщины, найти яйцеклетку и проникнуть в нее [4].

Выявить наличие и процентные показатели содержания в семенной жидкости нормальных и аномальных форм сперматозоидов можно с помощью лабораторных исследований. Развернутый анализ спермограммы включает в себя:

- оценку показателей концентрации и подвижности по нормам ВОЗ. Если концентрация сперматозоидов в семенной жидкости менее 15 млн/мл, речь идет о таком состоянии, как олигозооспермия. Азооспермия диагностируется при отсутствии сперматозоидов в эякуляте. При концентрации прогрессивно-подвижных сперматозоидов менее 32 % диагностируется астенозооспермия; кроме того, сперматозоид, в норме, должен обладать прогрессивной подвижностью.

- оценка морфологии сперматозоидов происходит в соответствии со строгими критериями Крюгера. Нормальных форм должно быть не менее 4 % [5].

При исследовании сперматозоидов возможно обнаружение некоторых патологических форм, таких как:

**Дефекты головки:** головки большие, маленькие, конические, грушевидные, круглые, аморфные, с вакуолями в области хроматина, с маленькой акросомальной областью (меньше 40 % площади головки), вакуолизированной акросомой, несимметрично расположенной акросомой, двойные и множественные, с компактным строением хроматина в виде ядра.

**Дефекты шейки и средней части:** «склонённая» шейка (шейка и хвост образуют угол 90° к длинной оси головки), асимметричное прикрепление средней части к головке, утолщённая или неравномерная средняя часть, патологически тонкая средняя часть, а также любая комбинация данных признаков.

**Дефекты хвоста:** хвосты короткие, множественные, в виде шпильки, сломанные, наклонные (угол больше 90°), неравномерная толщина хвоста, тонкая средняя часть, закрученный конец, а также любая комбинация данных признаков.

**Цитоплазматическая капля**, если она есть, в норме не должна быть более 1/3 головки сперматозоида [6].

Все перечисленные выше критерии должны соответствовать понятию «нормозооспермия», быть связаны с показателями количества, подвижности и морфологии, и являться предпосылкой для успешного естественного оплодотворения яйцеклетки. В иных случаях на помощь приходят методы экстракорпорального оплодотворения, показанием к которому, в том числе, могут стать дефекты сперматозоида (нарушение его подвижности, аномалии морфологии или внутренней организации).

#### Список литературы:

1. Кузнецов, С. Л., Гистология, цитология и эмбриология: Учебное пособие / С. Л. Кузнецов. – Москва: МИА, 2016 – 640 с.
2. Смит Л.С., Определение, строение и функции сперматозоидов.: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.microscopemaster.com/sperm-cells.html> - 03.12.2020
3. Руководство ВОЗ по исследованию и обработке эякулята человека. Пятое издание. Всемирная организация здравоохранения. – Издательство «КАПИТАЛ ПРИНТ», 2012. – 305 с. – ISBN 978-5-905106-09-05
4. Атлас морфологических форм сперматозоидов / Н.П.Гончаров, А.Д. Добрачева, Г.М. Попова и [др.]. – 2-е изд., доп. – Москва: ООО «Медицинское информационное агентство», 2018. - 104 с.: ил. ISBN 978-5-6040008-2-3.
5. Кондрашова, А.С., Морфология сперматозоидов.: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.art-ivf.ru/info/articles/morfologicheskoe-stroenie-spermatozoidov/> - 04.12.2020
6. Шатохина, И. С., Исследование эякулята: Учебное пособие / И. С. Шатохина. – Москва: МОНИКИ, 2014 – 220 с.