به نام خدا

پلی ونیل پیرولیدون(PVP)و اثر آن بر ساختار اسپرم انسانی (کاربردها و روش ها)

مولفان :

مژده صبور

محمود دهقانی اشکذری

انتشارات ارسطو

(سازمان چاپ و نشر ایران – ۱۴۰۴)

نسخه الکترونیکی این اثر در سایت سازمان چاپ و نشر ایران و اپلیکیشن کتاب رسان موجود می باشد

Chaponashr.ir

سرشناسه : صبور ، مژده ، ۱۳۶۶
عنوان و نام پدیدآور : پلی ونیل پیرولیدون (PVP)و اثر آن بر ساختار اسپرم انسانی(کاربردها و روش ها)/ مولفان مژده صبور ، محمود دهقانی اشکذری
مشخصات نشر : انتشارات ارسطو (سازمان چاپ و نشر ایران)، ۱۴۰۴.
مشخصات ظاهری : ۱۱۰ ص.
شابک : ۶-۹۲۰-۱۱۷-۶۲۲-۹۷۸
شناسه افزوده: دهقانی اشکذری ، محمود ، ۱۳۴۲
وضعیت فهرست نویسی : فیپا
یادداشت : کتابنامه.
موضوع : پلی ونیل پیرولیدون - ساختار اسپرم انسانی - کاربردها و روش ها
رده بندی کنگره : TP ۹۸۳
رده بندی دیویی : ۵۵/۶۶۸
شماره کتابشناسی ملی : ۸۸۳۷۶۱۹
اطلاعات رکورد کتابشناسی : فیپا

نام کتاب : پلی ونیل پیرولیدون (PVP)و اثر آن بر ساختار اسپرم انسانی(کاربردها و روش ها)
مولفان : مژده صبور - محمود دهقانی اشکذری
ناشر : انتشارات ارسطو (سازمان چاپ و نشر ایران)
صفحه آرایی، تنظیم و طرح جلد: محدثه فرهمند
تیراژ : ۱۰۰۰ جلد
نوبت چاپ : اول ــ ۱۴۰۴
چاپ : زبرجد
قیمت : ۱۶۵۰۰۰ تومان
فروش نسخه الکترونیکی - کتاب رسان :
https//:chaponashr.ir/ketabresan
شابک : ۶-۹۲۰-۱۱۷-۶۲۲-۹۷۸
تلفن مرکز پخش : ۰۹۱۲۰۲۳۹۲۵۵
www.chaponashr.ir

انتشارات ارسطو
چاپ و نشر ایران
Chaponashr.ir

به نام خالق "علم" این مقدس ترین واژه "عالم"

تقدیم به

سه وجود مقدس

آن که ناتوان شد تا من به توانایی برسیم...

موهایش سپید شد تا من روسفید شویم...

و عاشقانه سوختند تا گرمابخش وجود من و روشنگر راهم باشند...

پدرم

مادرم

استادانم

تقدیم به همسر مهربانم:

که سایه مهربانیش سایه سار زندگیم می‌باشد اوکه اسوه صبر و تحمل بودو مشکلات مسیر را تسهیل نمود و در تمام مراحل تحصیل حامی من بود.

تقدیم به دخترم:

که وجودش شادی بخش زندگی من شد.

تقدیم به برادرم:

وجودش مایه دلگرمی من است.

فهرست

مقدمه..... ۹

دستگاه تولید مثل مرد..... ۱۱

اسپرماتوژنز..... ۱۳

ساختار اسپرم..... ۱۵

ویژگی‌های اسپرم..... ۱۷

مورفولوژی اسپرم..... ۱۷

بلوغ اسپرم..... ۱۷

تحرک اسپرم..... ۱۸

منبع انرژی برای تحرک اسپرم..... ۱۹

لقاح و باروری(واکنش آکروزومی)..... ۲۰

ناباروری مردان..... ۲۱

تقسیم بندی ناباروری مردان..... ۲۲

آزواسپرمی..... ۲۲

ناباروری انسدادی..... ۲۲

ناباروری غیر انسدادی..... ۲۴

ناباروری مقاربتی..... ۲۷

ناهنجاری‌های آلت تناسلی..... ۲۷

انزال زودرس..... ۲۷

سایر علل ناباروری مردان..... ۲۸
سن..... ۲۸
داروها..... ۲۸
فلزات سنگین..... ۲۹
استرس اکسیداتیو..... ۲۹
گونه‌های فعال اکسیژن (ROS)..... ۲۹
علت ایجاد استرس اکسیداتیو در اسپرم..... ۳۰
سیستم دفاع آنتی اکسیدان در اسپرم..... ۳۱
نقش فیزیولوژیک ROS در اسپرم..... ۳۲
استرس اکسیداتیو و ناباروری در مردان..... ۳۲
استرس اکسیداتیو و آسیب به DNA..... ۳۳
متابولیسم میتوکندری اسپرم..... ۳۵
نقش میتوکندری در ناباروری..... ۳۶
پتانسیل غشا میتوکندری..... ۳۸
آسیب به DND اسپرم و ناباروری..... ۳۸
آپوپتوز..... ۴۰
مسیر داخلی آپوپتوز..... ۴۱
مسیر خارجی آپوپتوز..... ۴۲
القا آپوپتوز در اسپرم..... ۴۳
بررسی ناباروری در مردان..... ۴۵

بررسی فیزیکی ۴۵
آنالیز مایع منی ۴۵
آنالیز هورمونی ۴۷
درمان ناباروری ۴۷
تکنیک IUI ۴۹
تکنیک IVF ۵۰
تزریق داخل سیتوپلاسمی اسپرم (ICSI) ۵۲
روش انجام تکنیک ICSI ۵۲
ICSI و پلی وینیل پیرولیدون (PVP) ۵۴
بیان ژن در اسپرم ۵۵
ژن‌های شوک حرارتی (HSP) ۵۵
سوپر اکسید دسموتاز۲ (SOD2) ۵۶
ژن‌های آپوپتوز ۵۷
پلی وینیل پیرولیدون (PVP) ۵۷
پاتولوژی PVP ۵۹
اثرات PVP بر عملکرد اسپرم ۵۹
فصل دوم ۶۳
روش جمع آوری مایع منی: ۶۳
رنگ امیزی دیف کوئیک (DIFF QUICK) ۶۷
قطعه سر(HEAD PIECE) ۶۸

قطعه میانی (MIDPIECE)..... ۶۸
قطعه اصلی (PRINCIPLE PIECE) ۶۸
ارزیابی قابلیت حیات اسپرم VIABILITY..... ۶۹
رنگ آمیزی ائوزین-نیکروزین..... ۷۰
آماده سازی محلول PVP..... ۷۱
آماده سازی اسپرم به روش SIMPLE WASH..... ۷۲
تست بررسی میزان پراکندگی کروماتین اسپرم (SCD)..... ۷۳
دلیل تشکیل هاله:..... ۷۴
ارزیابی پتانسیل غشای میتوکندری..... ۸۳
ارزیابی سطح MDA..... ۸۵
بررسی بیان ژن..... ۸۸
مرحله اول: آماده‌سازی نمونه..... ۸۹
مرحله دوم: فرایند جداسازی RNA..... ۹۰
حل مجدد RNA..... ۹۰
مواد مورد نیاز جهت ساخت ژل الکتروفورز..... ۹۶
روش تهیه ژل..... ۹۶
روش انجام الکتروفورز ۹۶
منابع..... ۹۹

مقدمه

برطبق تعریف سازمان بهداشت جهانی (WHO) ناباروری به عنوان ناتوانی در تحقق باروری بعد از یکسال مقاربت محافظت نشده تعریف می‌شود. ناباروری مردان تقریبا باعث ۴۰ در صد از علل ناباروری می‌با شد و حدود ۷ در صد از کل مردان در سراسر جهان را تحت تاثیر قرار می‌دهد.یکی از روش‌های درمان ناباروری مردان روش تزریق داخل سیتوپلاسمی اسپرم (ICSI) می‌باشد. انجام تکنیک ICSI نیاز به تزریق اسپرم بی حرکت به درون تخمک دارد. از پلی ونیل پیریلیدون (PVP) به عنوان ماده ای برای عدم تحرک اسپرم و تسهیل تزریق به درون تخمک در تکنیک ICSI ا ستفاده می شود. تعیین زمان منا سبی ا ست که سلول‌های ا سپرم می‌توانند به طور ایمن در PVP در طی پروسه ICSI قرار گیرند. ۲۵ نمونه سمن نرمال با استفاه از روش swim up تهیه و سپس و در فواصل زمانی (۱۵، ۳۰، ۶۰) دقیقه در معرض PVP ۱۰ درصد قرار داده شد. اثر PVP بر پارامترهای ا سپرم (قابلیت زنده ماندنی و مورفولوژی) شاخص فراگمنتا سیون DNA (آزمایش پراک ندگی کرو ماتین اسپرم)، کیف یت کرو ماتین (آنیلین آبی، تولو یدین آبی، آکریدین اورنج و کروموما یسین A3)، سطوح MDA، واکنش آکروزوم، پتان سیل غشای میتوکندری، فراساختار اسپرم و همچنین بیان ژن‌های BAX، BCL2، HSP70 و SOD2 ارزیابی شد. قرار گرفتن طولانی مدت اسپرم در معرض PVP به مدت ۱۵، ۳۰ و ۶۰ دقیقه به طور قابل توجهی باعث کاهش زنده مانی اسپرم می شود و برروی مرفولوژی ا سپرم اثر گذا شته و با گذ شت زمان مرفولوژی کاهش می‌یابد. همچنین در بازه‌های زمانی نیز این کاهش وجود دارد. هم چنین بر روی کروماتین ا سپرم (آنیلین آبی، تولویدین آبی، آکریدین اورنج و کروموما یسین A3)

به طور قابل توجهی اثر منفی می‌گذارد. PVP بر روی واکنش آکروزومی اثر دارد و با گذشت زمان باعث القا واکنش آکروزومی شده و به صورت معنی داری واکنش آکروزومی با گذشت زمان افزایش می‌یابد. علاوه بر این، اسپرم با پتانسیل غشای میتوکندری بالا به طور قابل توجهی در مقایسه با اسپرم‌های مواجه نشده با PVP کاهش یافت و همچنین بر سطح MDA افزایش داشت. در فراساختار اسپرم نتایج میکروسکوپ الکترونی در فواصل زمانی مختلف اثر PVP تغییرات مرفولوژیکی و ساختاری شدید در قسمت سر و قطعه میانی نشان داد. همچنین بیان ژن‌های BAX، HSP70 و SOD2 پس از انکوباسیون در محیط PVP با افزایش بیان BAX و کاهش بیان BCL2 همراه بود. بیان ژن های SOD2 و HSPA2 با گذشت زمان افزایش قابل توجهی نسبت به گروه کنترل دارد. اثرات مخرب PVP پس از انکوباسیون اسپرم در PVP در زمان‌های مختلف (۰، ۱۵، ۳۰ و ۶۰ دقیقه) برای بیش از ۱۵ دقیقه به طور قابل‌توجهی افزایش یافت. بنابراین، ICSI باید در ۱۰ دقیقه پس از انکوباسیون اسپرم در PVP ترجیح داده شود.

دستگاه تولید مثل مرد

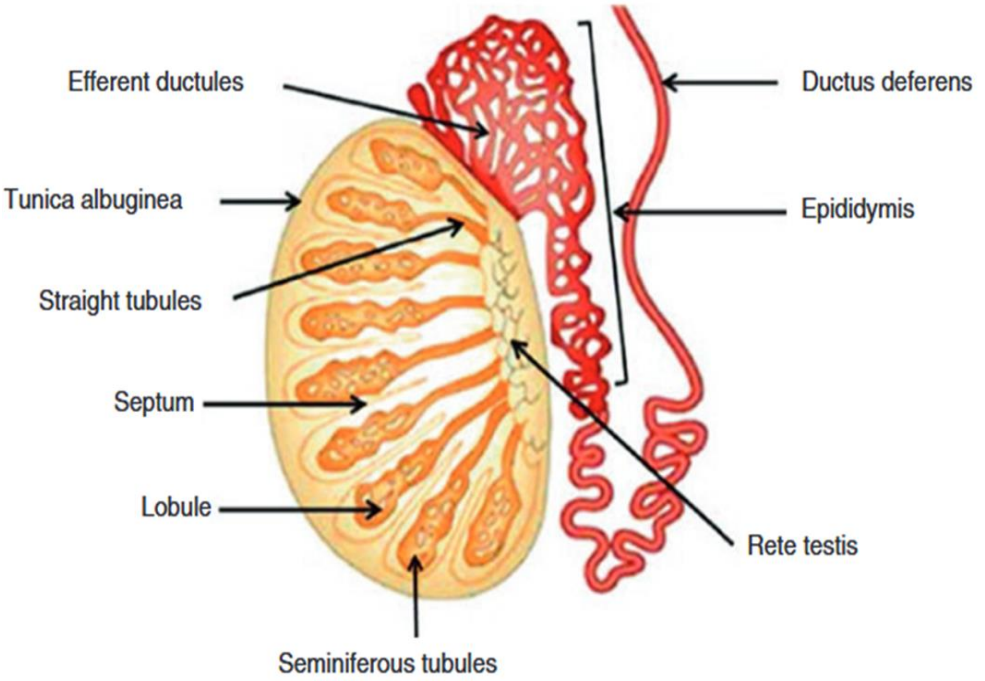
دستگاه تناسلی مردان شامل کیسه بیضه[۱]، بیضه‌ها، غدد جنسی و آلت تناسلی می‌باشد که برای تولید اسپرم، تولید هورمون‌های جنسی مردانه و دیگر ترکیبات منی و همچنین هدایت و خارج کردن اسپرم به شکل مایع منی از بدن با یکدیگر همکاری می‌کنند. تولید مداوم اسپرم و همچنین هورمون جنسی مردانه تستوسترون در تمام دوره تولید مثل یک مرد توسط بیضه‌ها صورت می‌گیرد. بیضه‌ها، دو عضو بیضی شکل در سیستم تولید مثل مرد هستند که در خارج از بدن و در کیسه ای عضلانی به نام کیسه بیضه قرار گرفته‌اند و دمای آن‌ها حدود ۲ درجه سانتی گراد پائین تر از دمای فیزیولوژیک بدن می‌باشد. از نظر ساختاری، بیضه‌ها از ۳۰۰ الی ۴۰۰ لوبول ساخته شده‌اند که توسط بافت هم بند از یکدیگر جدا می‌شوند (۱). در هر لوبول، بخش‌های مارپیچی به نام لوله‌های منی ساز[۲] وجود دارند که بیشتر فضای هر بیضه را به خود اختصاص می‌دهند. این لوله‌ها با لایه‌ای از سلول‌های بافت اپی تلیوم به نام سلول‌های سرتولی[۳] پوشیده شده اند. در بین سلول‌های سرتولی، سلول‌های بنیادی اسپرماتوژنیک به نام سلول‌های ژرم[۴] قرار دارند که از طریق فرآیند اسپرماتوژنز[۵] به اسپرماتوزوآ[۶] یا سلول‌های اسپرم بالغ تقسیم و تمایز می‌یابند. سلول‌های سرتولی انواع مختلفی از محصولات ضروری را برای بقای سلول‌های ژرم سنتز می‌کنند (۲). در فضای بین توبولهای مجاور،

---

[۱] Scrotum
[۲] Seminiferous tubule
[۳] Sertoli cell
[۴] Germ cell
[۵] Spermatogenesis
[۶] Spermatozoa

سلول‌های لیدیگ[۱] یا سلول‌های بینابینی قرار دارند. سلول‌های لیدیگ با وجود هسته‌های گرد و برجسته و کریستال‌های موجود در سیتوپلاسم (به دلیل وجود قطرات چربی کلسترول)، می‌توانند از سایر سلول‌های بیضه متمایز شوند(شکل ۱-۱). کلسترول موجود در سیتوپلاسم سلول‌های لیدیگ برای تولید تستوسترون استفاده می شود (۱). سنتز و عملکرد تستوسترون توسط محور هیپوتالاموس-هیپوفیز-گناد[۲](HPG) تنظیم می‌گردد. هیپوتالاموس هورمون آزادکننده گنادوتروپین[۳](GnRH) را ترشح می‌کند، که باعث آزاد شدن هورمون لوتئین کننده[۴](LH) و هورمون تحریک کننده فولیکول[۵](FSH) از هیپوفیز قدامی می‌شود. پس از آزاد شدن از هیپوفیز، LH با گیرنده‌های موجود در غشای سلولی لیدیگ در بیضه‌ها برای تولید و ترشح تستوسترون ارتباط برقرار می‌کند. FSH برای شروع و حفظ اسپرماتوژنز به گیرنده‌های غشای سلول‌های سرتولی متصل می‌شود (۳). پس از تولید اسپرم در لوله‌های منی ساز، سلول‌های اسپرم به درون شبکه ای به نام Rete testis تخلیه شده و سپس به سمت اپیدیدیم حرکت می‌کنند. اپیدیدیم متشکل از لوله ای طویل و مارپیچی شکل است که در ناحیه پشت هر بیضه قرار دارد. اپیدیدیم سلول‌های اسپرم را تا زمان بلوغ و آماده شدن برای انزال ذخیره می‌کند (۱).

[۱] Leydig cell
[۲] Hypothalamic-pituitary-gonadal
[۳] Gonadotropin-releasing hormone
[۴] Luteinizing hormone
[۵] Follicle-stimulating hormone



شکل ۱-۱- نمایی شماتیک از بیضه انسان که حاوی لوله‌های منی ساز (محل تولید ا سپرم)، اپیدیدیم (محل بلوغ و ذخیره ا سپرم) و مجرای وابران (محل خروج) می‌باشد (۱).

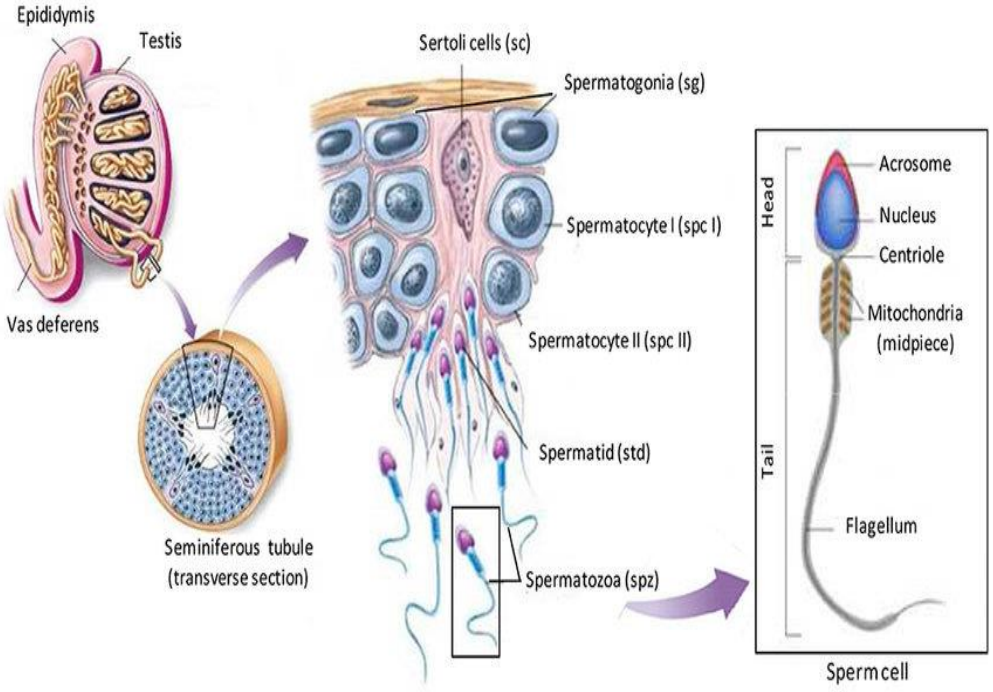
اسپرماتوژنز

روزانه، تعداد ۱۰۰ تا ۳۰۰ میلیون اسپرم در هر بیضه تولید می‌شود و این امر به دلیل سازماندهی و معماری بیضه‌های پستانداران می‌باشد که منجر به تولید مداوم ا سپرم می‌گردد (۱). ا سپرم در فرآیندی به نام ا سپرماتوژنز در لوله‌های منی ساز بیضه تشکیل می‌شود (شکل ۱-۲). سلول‌های بنیادی موجود در غشا پایه[۱]

[۱] Basement membrane

لوله‌های منی ساز، اسپرماتوگونی[۱] نام دارند و مسئول ساخت اسپرم هستند. تشکیل اسپرم‌های بالغ از اسپرماتوگونی، تقریباً به ۶۴ روز زمان نیاز دارد (۱). فرآیند اسپرماتوژنز با تقسیم میتوز سلول‌های دیپلوئید اسپرماتوگونی آغاز می‌گردد. پس از میتوز، تقریبا نیمی از سلول‌های اسپرماتوگونی تولید شده در محل اولیه باقی می‌مانند و تحت تقسیم میتوز مجدد قرار می‌گیرند و اسپرماتوگونی‌های دیگری را تولید می‌کنند. این فرآیند باعث می‌شود که اسپرماتوژنز در طی دوره تولید مثلی مردان به صورت مداوم ادامه داشته باشد. نیمی دیگر از سلول‌ها به اسپرماتوسیت‌های اولیه[۲] تمایز می‌یابند. اسپرماتوسیت‌های اولیه طی تقسیم میوز I، سلول اسپرماتوسیت ثانویه[۳] را تولید می‌کنند. اسپرماتوسیت‌های ثانویه در طی فرآیند میوز II تقسیم شده و هر سلول اسپرماتوسیت به دو اسپرماتید[۴] گردها پلوئید تبدیل می‌گردند. در مرحله نهایی اسپرماتوژنز، اسپرماتیدها در فرآیندی به نام اسپرمیوژنز[۵] تغییر مورفولوژی داده و به سلول‌های اسپرم کشیده به نام اسپرماتوزوآ تبدیل می‌شوند و در اپیدیدیم ذخیره می‌شوند. بنابراین، هر اسپرماتوسیت اولیه دیپلوئید باعث ایجاد دو سلول اسپرماتوسیت ثانویه‌هاپلوئید می‌شود، و سپس دو اسپرماتوسیت ثانویه به چهار اسپرماتیدهاپلوئید تبدیل می‌گردند که نتیجه نهایی، تولید چهار سلول اسپرم می‌باشد (۴).

[۱] Spermatogonia
[۲] Primary spermatocyte
[۳] Scondary spermatocyte
[۴] Spermatid
[۵] Spermiogenesis



شکل ۱-۲- تصویر شماتیک از فرآیند اسپرماتوژنز (۵).

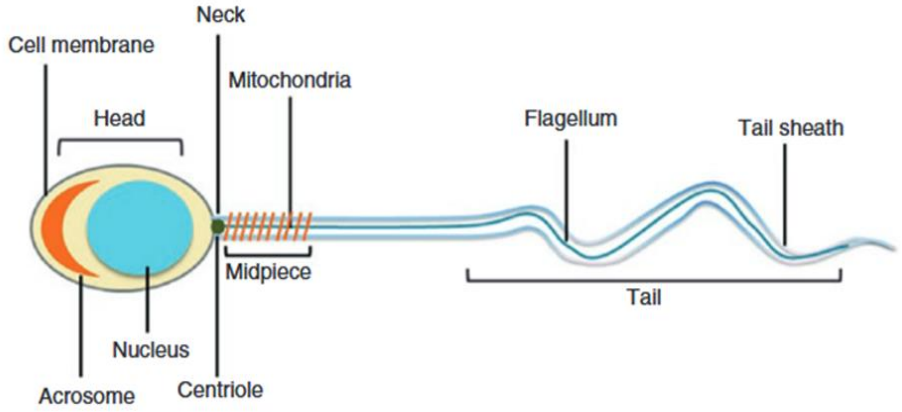
ساختار اسپرم

ا سپرم، سلول منح صر به فردی ا ست که قادر به بقا و تحرک م ستقل می‌با شد و می‌تواند از بدن انسان خارج شود. ساختمان اسپرم بالغ از یک سر و یک دم تشکیل شده است(شکل ۱-۳). در انسان، سر اسپرم اندازه ای حدود ۵ میکرومتر داشته و شـــامل یک هســـته ی متراکم و آکروزوم[۱] امی‌باشـــد. هســـته موجود در ســـر اســـپرم،هاپلوئید بوده و دارای ۲۲ کروموزم ســـوماتیک و یک کروموزوم X یا Y همراه با مقدار بسیار کمی سیتوپلاسم می‌باشد. هسته حاوی رشته‌های کروماتینی

[۱] Acrosome

به شدت در هم پیچیده است که همان ماده ژنتیکی یا DNA سلول است که اطلاعات ژنتیکی را برای تحویل به تخمک در خود جای داده است. در سطح خارجی دو سوم قدامی سر، کلاهک ضخیمی به نام آکروزوم قرار گرفته ا ست که حاوی آنزیم‌های لیتیک می‌باشد. محتوای آنزیمی آکروزوم نقش مهمی در جهت هضم و نفوذ اسپرم درون سلول تخمک و بارور سازی آن ایفا می‌کند (۱).

دم اسپرم، موسوم به تاژک، اندازه ای حدود ۶۰ میکرومتر دارد که با حرکات شلاقی خود موجب حرکت به سمت جلو ا سپرم در د ستگاه تولید مثل ژن و نفوذ به درون تخمک می‌گردد. دم به چهار فرا ساختار قطعه اتصال دهنده، قطعه میانی، قطعه اصلی و قطعه انتهایی تقسیم می‌گردد. قطعه اتصال دهنده، دم را به سر اسپرم متصل می‌کند، قسمت میانی حاوی میتوکندری‌های فراوان می‌باشد. این میتوکندری‌ها انرژی را به شکل آدنوزین تری فسفات (ATP) برای حرکت دم اسپرم فراهم می‌کنند. قطعه اصلی و قطعه نهایی الگوی شلاقی را برای حرکت اسپرم ایجاد می‌کنند (۶).



شکل ۱-۳- نمای شماتیک از ساختمان اسپرم بالغ (۱).

ویژگی‌های اسپرم

مورفولوژی اسپرم

در مردان، تغییر شکل ا سپرماتیدها درطی فرآیند ا سپرمیوژنز یک رویداد مهم پس از تقسیم‌های میوز به شمار می‌آید که به سازماندهی‌های مهم مورفولوژیکی کمک می‌کند. اسپرمیوژنز مربوط به سازماندهی مجدد هسته، تکامل و استقرار آکروزوم از د ستگاه گلژی، مونتاژ ساختارهای دم و سازماندهی مجدد سیتوپلا سم می‌با شد. ارزیابی مورفولوژی اسپرم در زیرمیکروسکوپ نوری نشان می‌دهد که در انسان، تغییرات مورفولوژیکی در طی اسپرمیوژنز چندان همگن و مشابه نیستند، و اسپرم‌هایی با مورفولوژی‌های مختلف تولید می‌گردد. مورفولوژی ایده آل، یکی از معیارهای مهم اسپرم جهت لقاح و باروری می‌باشد و ارزیابی مورفولوژی اسپرم یکی از متداول ترین آزمایش‌ها در ارزیابی باروری مردان به شمار می‌آید (۷).

بلوغ اسپرم[۱]

در پایان فرآیند ا سپرماتوژنز، ا سپرم‌های ساخته شده در لوله‌های منی ساز از نظر مورفولوژی کامل هستند، اما از نظرعملکردی کاملاً نابالغ و قادر به بارور کردن تخمک نیستند. بلوغ اسپرم در اپیدیدیم اتفاق می‌افتد. اپیدیدیم از لوله‌های مارپیچی ساخته شده ا ست که در آنجا ا سپرم تازه تشکیل شده همچنان به بلوغ خود ادامه می‌دهد. طول اپیدیدیم زمان مناسبی برای بالغ شدن اسپرم‌ها در اختیار آنها قرار می‌دهد. اسپرمی که وارد اپیدیدیم می‌شود، غیرمتحرک است. به طور متو سط ۱۲ روز طول می‌کشد تا ا سپرم از ساختمان مارپیچی اپیدیدیم عبور کند.

---

[۱] Sperm maturation

با طی کردن طول اپیدیدیم، اسپرم بیشتر بالغ می‌شود و قابلیت تحرک خود را کسب می‌کند. اسپرم بالغ تا انتهای انزال در انتهای دیستال اپیدیدیم ذخیره می‌شود (۱). در اپیدیدیم، اسپرم در وضعیت Decapacitation قرار می‌گیرد، یعنی تغییراتی در غشا آن ایجاد می‌شود که موجب می‌گردد قبل از تماس با تخمک، واکنش آکروزومی اتفاق نیوفتد. در دستگاه تولید مثلی زن، اسپرم دچار تغییراتی می‌گردد که منجر به قابلیت بارور سازی آن می شود. ا سپرم در د ستگاه تناسلی زن خاصیت ظرفیت یابی[1]یا افزایش قدرت تحرک و آماده شدن برای واکنش آکروزومی را پیدا می‌کند (۸).

تحرک اسپرم

کسب قابلیت حرکت، برای عملکرد اسپرم، لقاح و باروری تخمک ضروری می‌باشد. در بین انواع تحرک، تحرک پیش رونده اسپرم مهمترین ارزیابی در برنامه‌های درمان ناباروری مردان به شمار می‌آید که به عنوان در صد حرکت فعال ا سپرم در یک خط مستقیم یا حرکات دایره وار بزرگ، صرف نظر از سرعت، تعریف شده است (۶). در سال ۲۰۱۱، پائولی و همکارانش تحرک اسپرم را به عنوان انتشار امواج عرضی در امتداد تاژک در جهت پروگزیمال-دیستال تعریف کردند. این امر منجر به تولید یک تکانه هیدرودینامیکی می‌گردد که ا سپرم را در درون د ستگاه تنا سلی ماده به سمت جلو می‌راند تا به درون تخمک نفوذ کند (۹). شروع تحرک اسپرم همزمان با انزال است، هنگامی که با پلاسمای منی با میزان قابل توجهی از پروتئین‌ها، آنزیم‌ها، عوامل بافری، تنظیم کننده‌های سی ستم اک سیدا سیون/احیا و

[1] Capacitation

سوبستراهای انرژی ادغام می شود. در واقع، شروع تحرک در طی انزال در دستگاه تناسلی زنان انجام می‌گیرد، جایی که اسپرم فقط برای چند روز زنده می‌ماند (۱۰).

منبع انرژی برای تحرک اسپرم

تحرک اسپرم نتیجه یک فرآیند مولکولی پیچیده است و یکی از اصلی ترین ملزومات این تحرک، در دسترس بودن انرژی می‌با شد.ATP، به عنوان سوخت و انرژی مورد نیاز برای تولید نیرو و حرکت رو به جلوی اسپرم مورد استفاده قرار می‌گیرد. بنابراین، اسپرم در مقایسه با سلول‌های سوماتیک به مقدار بسیار زیادتری ATP احتیاج دارد. در نتیجه، عرضه کافی و مداوم ATP بسیار مهم است (۸). دو مسیر متابولیکی تنفس میتوکندریائی (از طریق فسفریلاسیون اکسیداتیو) و گلیکولیز برای تولید ATP مورد نیاز حرکت اسپرم پیشنهاد شده است. میتوکندری در قسمت میانی اسپرم می‌تواند ATP بسیار کارآمدتر از گلیکولیز تولید کند. یک اسپرم بالغ، حاوی تقریباً ۷۲-۸۰ میتوکندری می‌باشد و از نظر تئوری می‌تواند بیش از ۳۰ مولکول ATP به ازای هر مولکول گلوکز تولید کند (۸, ۱۱). در واقع، مطالعات نشان داده‌اند که افزایش تحرک اسپرم انسان نیاز به افزایش موازی در فعالیت میتوکندری دارد. استفاده از مهارکننده‌های اختصاصی زنجیره انتقال الکترون میتوکندری و ATP سنتاز، باعث کاهش شدید تحرک اسپرم انسانی می شود (۱۱). علاوه بر این، سطح بالای فعالیت میتوکندری شانس موفقیت لقاح آزمایشگاهی را افزایش می‌دهد. مطالعات اخیر نشان می‌دهد که اسپرم ممکن است برای تولید انرژی مورد نیاز برای تحرک به گلیکولیز تکیه کند. گلیکولیز فرآیندی است که طی آن یک مولکول گلوکز به دو مولکول پیروات تبدیل