6.2 স্পার্মাটোজেনেসিস প্রক্রিয়া ও তার হরমোন নিয়ন্ত্রণ (Spermatogenesis and Hormonal Control of Spermatogenesis)

স্পার্মাটোজেনেসিস বা শুক্রাণু উৎপাদন পুংজননতন্ত্রস্থিত প্রধান জননাঙ্গের প্রাথমিক কাজ। স্পার্মাটোজেনেসিস প্রক্রিয়াটি পিটুইটারি গ্রন্থি ও শুক্রাশয়স্থিত অন্তক্ষরা কোশ সমূহ থেকে নিঃসৃত হরমোনের আন্তঃক্রিয়ার ফলে সংঘটিত হয়। হরমোন সমূহের আন্তঃক্রিয়া তথা তাদের মাধ্যমে প্রক্রিয়াটির নিয়ন্ত্রণ জানার পূর্বের প্রক্রিয়াটি বা স্পার্মাটোজেনেসিস সম্বন্ধে কিছু ধারণা থাকা দরকার। তাই স্পার্মাটোজেনেসিসের বিবরণ দেওয়া হল।

স্পার্মাটোজেনেসিস (Spermatogenesis) ঃ

- **সংজ্ঞা (Definition) ঃ** *যে পদ্ধতিতে শুক্রাশয়ের শুক্রোৎপাদক নালিকায় স্পার্মাটোগোনিয়া কোশ থেকে পর্যায়ক্রমিক ধাপে পরিণত শুক্রাণু সৃষ্টি হয় তাকে স্পার্মাটোজেনেসিস বা শুক্রাণু উৎপাদন ক্রিয়া বলে।*
- **স্থান (Location) ঃ** স্পার্মাটোজেনেসিস প্রক্রিয়াটি শুক্রাশয়ের সেমিনিফেরাস নালিকার মধ্যে ঘটে।
- **সময় (Time) ঃ** 13-14 বছর বয়সের কিশোর থেকে শুরু করে বৃদ্ধ বয়স (60-65 বছর) পর্যন্ত শুক্রাণু উৎপাদন ক্রিয়া চলতে থাকে।

পদ্ধতি (Process) :

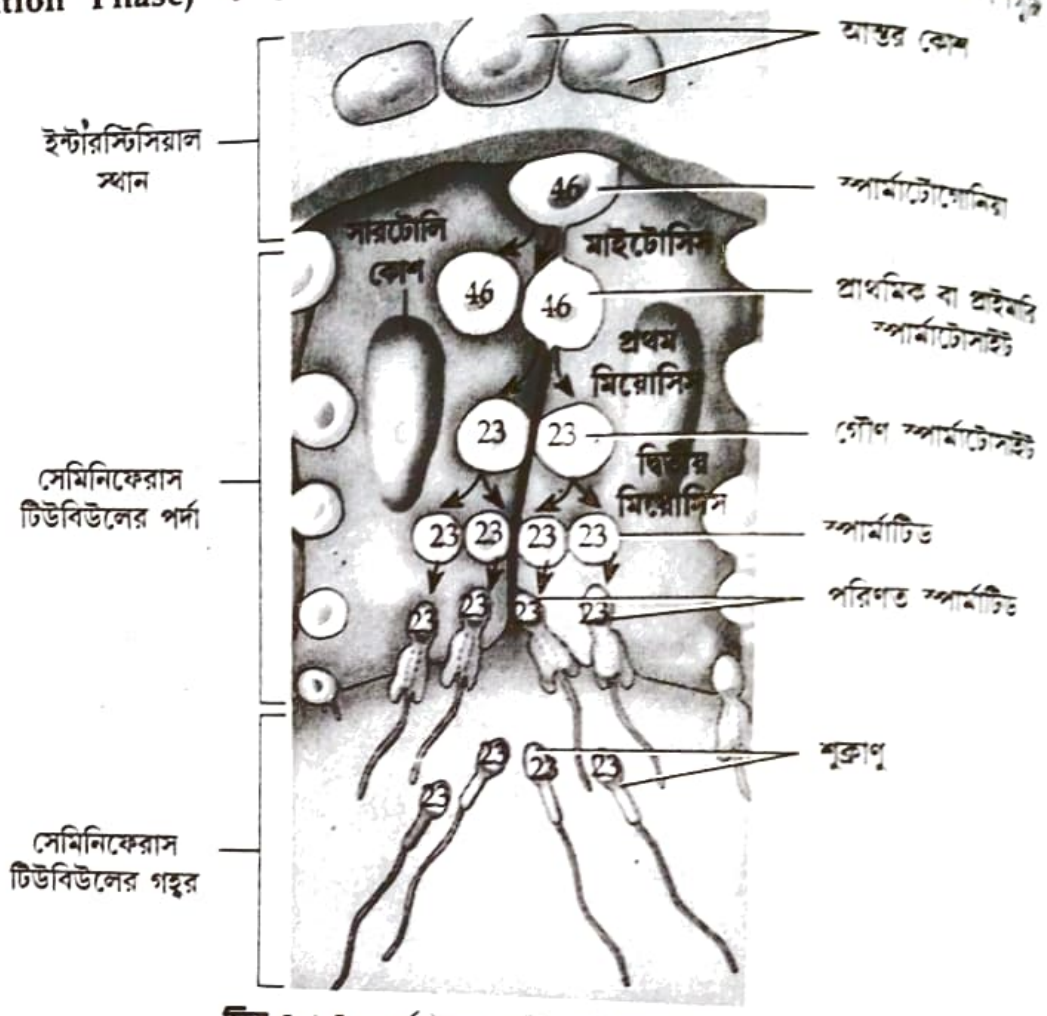
A. স্পার্মাটিড গঠন বা স্পার্মাটোসাইটোজেনেসিস (Formation of Spermatids or Spermatocytogenesis) :

এটি নিম্নলিখিত দশায় বিভক্ত—

i. **বিভাজন দশা (Multiplication Phase)** : সেমিনিফেরাস নালিকায় অবস্থিত আদি জার্ম কোশগুলি (Primordial germ cells) মাইটোসিস প্রক্রিয়ায় বারবার বিভাজিত হয়ে অসংখ্য স্পার্মাটোগোনিয়া (2n) উৎপন্ন করে। স্পার্মাটোগোনিয়া[1] দু-রকমের হয়। যেমন—

a. **A-স্পার্মাটোগোনিয়া** (Type A spermatogonia) যারা স্টেম কোশ (stem cell) হিসেবে থাকে এবং পুনরায় বিভাজিত হতে পারে,

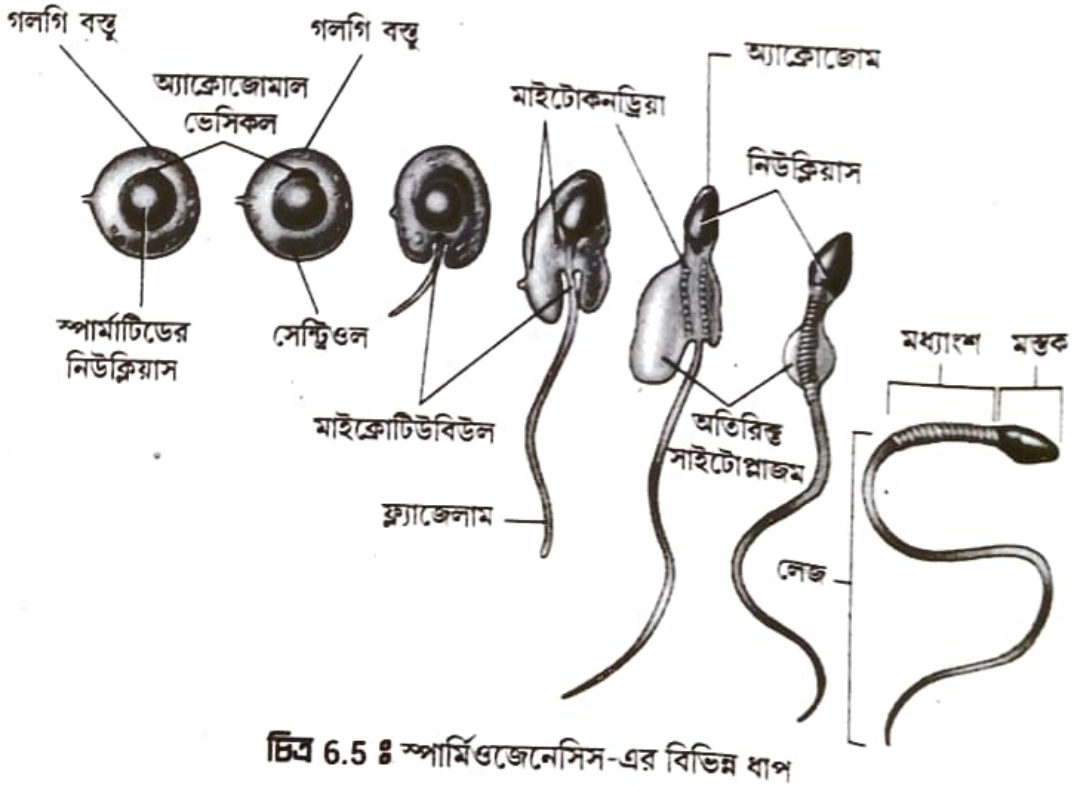
b. **B-স্পার্মাটোগোনিয়া** (Type B spermatogonia) যারা শুক্রাণু মাতৃকোশ হিসেবে কাজ করে।



চিত্র 6.4 : স্পার্মাটোজেনেসিস প্রক্রিয়ার বিভিন্ন ধাপ

ii. **বৃদ্ধি দশা (Growth Phase)** : প্রতিটি B-স্পার্মাটোগোনিয়া বিভাজিত হয়ে বড়ো আকারে প্রাথমিক স্পার্মাটোসাইট (primary spermatocyte = 2n) গঠন করে।

iii. **পূর্ণতা প্রাপ্তি (Maturation Phase)** : প্রতিটি প্রাথমিক স্পার্মাটোসাইট কোশ (2n) মিয়োসিস প্রক্রিয়ায় বিভাজিত হয়। প্রথম বিভাজনটি **হ্রাস বিভাজন** (reductional division), ফলস্বরূপ প্রতিটি প্রাথমিক স্পার্মাটোসাইট কোশ থেকে দুটি করে হ্যাপ্লয়েড



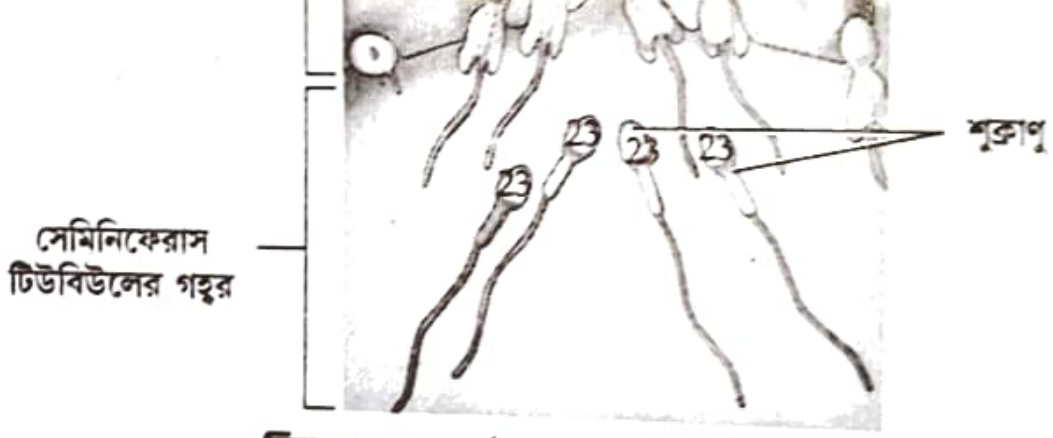
চিত্র 6.5 : স্পার্মিওজেনেসিস-এর বিভিন্ন ধাপ

বিভাজিত হতে পারে,

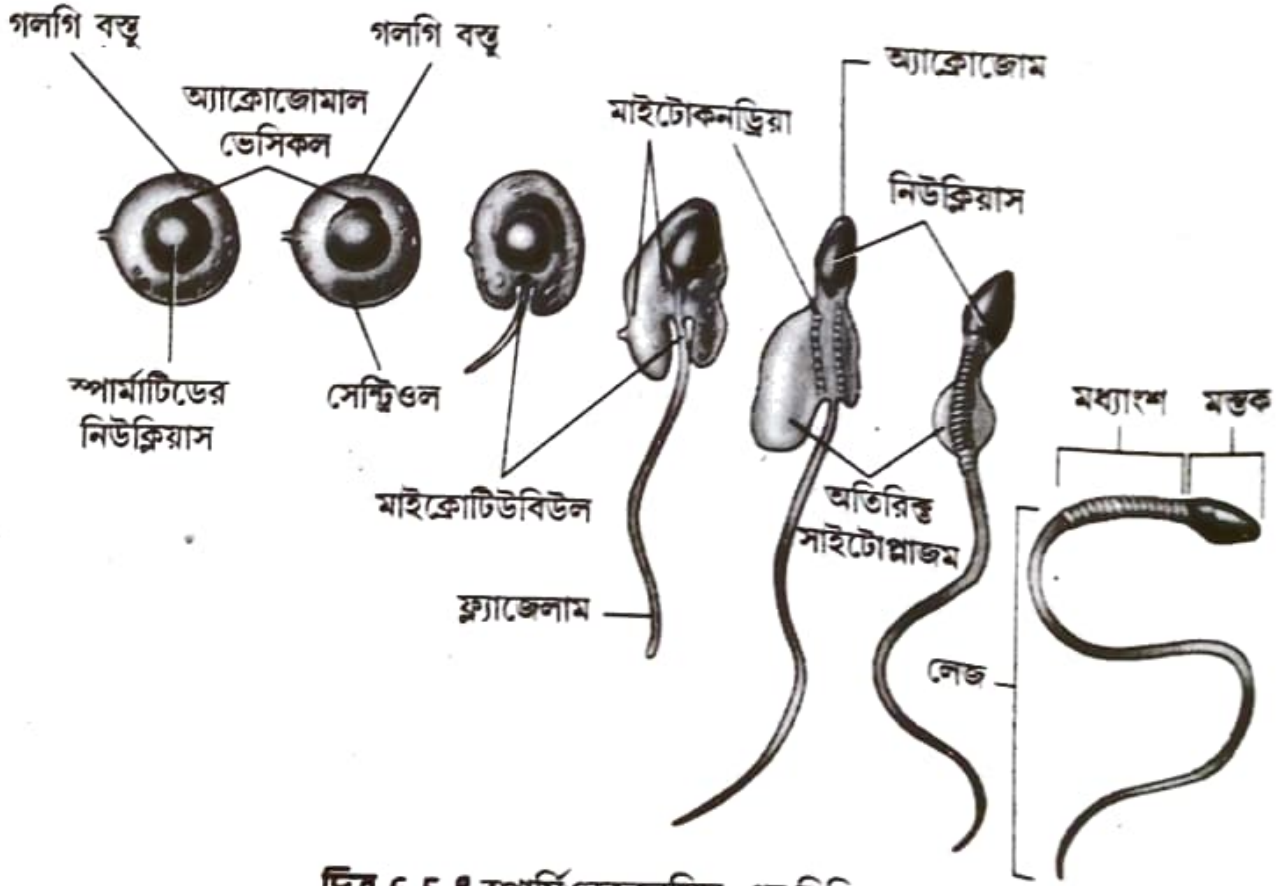
b. **B-স্পার্মাটোগোনিয়া** (Type B spermatogonia) যারা শুক্রাণু মাতৃকোশ হিসেবে কাজ করে।

ii. **বৃদ্ধি দশা (Growth Phase) ঃ** প্রতিটি B-স্পার্মাটোগোনিয়া বিভাজিত হয়ে বড়ো আকারে প্রাথমিক স্পার্মাটোসাইট (primary spermatocyte = 2n) গঠন করে।

iii. **পূর্ণতা প্রাপ্তি (Maturation Phase) ঃ** প্রতিটি প্রাথমিক স্পার্মাটোসাইট কোশ (2n) মিয়োসিস প্রক্রিয়ায় বিভাজিত হয়। প্রথম বিভাজনটি **হ্রাস বিভাজন** (reductional division), ফলস্বরূপ প্রতিটি প্রাথমিক স্পার্মাটোসাইট কোশ থেকে দুটি করে হ্যাপ্লয়েড



চিত্র 6.4 ঃ স্পার্মাটোজেনেসিস প্রক্রিয়ার বিভিন্ন ধাপ



চিত্র 6.5 ঃ স্পার্মিওজেনেসিস-এর বিভিন্ন ধাপ

প্রকৃতপক্ষে একটি স্পার্মাটোগোনিয়া থেকে 512টি স্পার্মাটিড উৎপন্ন হয়।

গৌণ স্পার্মাটোসাইট (secondary spermatocyte = n) সৃষ্টি হয়। পরের বিভাজনটি সদৃশ বিভাজন (equitional division), ফলে প্রতিটি প্রাথমিক স্পার্মাটোসাইট থেকে চারটি হ্যাপ্লয়েড স্পার্মাটিড (spermatid = n) উৎপন্ন হয়।

B. স্পার্মাটিড থেকে স্পার্মাটোজোয়া সৃষ্টি বা স্পার্মিওজেনেসিস (Formation of Spermatozoa from Spermatids or Spermiogenesis) : স্পার্মাটিড থেকে স্পার্মাটোজোয়া উৎপন্ন হওয়াকে স্পার্মিওজেনেসিস (spermiogenesis) বলে। স্পার্মাটিডগুলি সারটোলির কোশ থেকে পুষ্টি পেয়ে লেজবিশিষ্ট পরিণত শুক্রাণু (spermatozoa) গঠন করে। এইভাবে একটি স্পার্মাটোগোনিয়াম থেকে চারটি শুক্রাণু সৃষ্টি হয়। অপরিণত শুক্রাণুর মস্তক সারটোলির কোশে প্রোথিত থাকে। এই কোশ থেকে শুক্রাণুর মুক্তিকে স্পার্মিয়েশন (spermiation) বলে।

● **স্পার্মিওজেনেসিস ও স্পার্মিয়েশন-এর পার্থক্য (Differences between Spermiogenesis and Spermiation) :**

স্পার্মিওজেনেসিস	স্পার্মিয়েশন
1. এটি স্পার্মাটিড থেকে স্পার্মাটোজোয়া বা শুক্রাণুর উৎপন্ন পদ্ধতি।	1. এটি সারটোলি কোশ থেকে স্পার্মাটোজোয়ার মুক্ত হওয়ার পদ্ধতি।
2. এক্ষেত্রে স্পার্মাটোজোয়াগুলি সারটোলি কোশ থেকে পুষ্টি গ্রহণ করে।	2. এক্ষেত্রে স্পার্মাটোজোয়াগুলি সারটোলি কোশ থেকে মুক্ত হয়।
3. এই পদ্ধতির মাধ্যমে শুক্রাণুর দেহে বিভিন্নরকম পরিবর্তন ঘটতে থাকে।	3. এই পদ্ধতিকালে শুক্রাণুগুলি সম্পূর্ণভাবে পরিণত হয়।

শুক্রাণুর বৃদ্ধি ও পূর্ণতাপ্রাপ্তি ঃ স্পার্মাটোজেনেসিস প্রক্রিয়ায় উৎপন্ন নিষ্ক্রিয় স্পার্মাটিডের গঠনগত পরিবর্তনের মাধ্যমে, সক্রিয় শুক্রাণুতে পরিণত হয়। স্পার্মাটিডে যে গঠনগত পরিবর্তনগুলি দেখা যায় সেটি টেস্টোস্টেরনের পরিমাণ বৃদ্ধি ও অতিসক্রিয়তার জন্যই ঘটে থাকে।

যে গঠনগত পরিবর্তনগুলি দেখা যায় সেগুলি হল—

① গলগি বস্তু বা গলগি বডিতে থাকা প্রোঅ্যাক্রোজোমাল দানাগুলি অ্যাক্রোজোমাল দানাতে পরিণত হয়। এগুলি মিলিত হয়ে অ্যাক্রোজোমাল ভেসিকেলে পরিণত হয়। এই অংশটি ছাড়া শুক্রাণুতে গলগিবস্তুর আর কোনো অস্তিত্ব থাকে না।

② নিউক্লিয়াসের নিউক্লিওলাসের অবলুপ্তি-করণের সাথে সাথেই ক্রোমাটিন তন্তুর ঘনীভবন শুরু হয়ে যায়। ক্রোমোজোমের হিস্টোন প্রোটিনের স্থানে থাকা প্রোটামিন ক্রোমোজোমকে গাঢ় ও দৃঢ় করে তোলে। এবং ধীরে ধীরে এরা লম্বাটে ও অগ্রপ্রান্ত সূচাকৃতি ধারণ করে।

চিত্র 6.6 ঃ একটি পরিণত শুক্রাণু

③ নিউক্লিয় পর্দাটির সাথে অ্যাক্রোজোমাল ভেসিকেলের পর্দাটি একত্রিত হয়ে নিউক্লিয়াসের অগ্রভাগে একটি টুপির মতো অবস্থান করে। এটি সাধারণত নিউক্লিয়াসের 2/3 অংশে বিস্তৃত থাকে। এটিকে অ্যাক্রোজোম বা অ্যাক্রোজোম ক্যাপ বলা হয়। এর মধ্যে ডিম্বাণুর পর্দা ভেদকারী প্রোটিন ভঞ্জক উৎসেচক হায়ালুরনিডেজ বর্তমান।

④ মাইটোকন্ড্রিয়াগুলি শুক্রাণুর গ্রীবাদেশের ঠিক পরবর্তী মধ্যাংশে ঘনসন্নিবিষ্টভাবে অ্যাক্সিয়াল ফিলামেন্টকে ঘিরে অবস্থান করে, যা শুক্রাণুর চলনে শক্তি প্রদান করে।

⑤ সাইটোপ্লাজম অংশটি পরিণত শুক্রাণুতে প্রায় বিলুপ্ত হয়ে যায়। বলাবাহুল্য, এটিকে সারটোলি কোশ ফ্যাগোসাইটোসিস পদ্ধতি দ্বারা ধ্বংস করে দেয়।

স্পার্মাটোজেনেসিসের হরমোন নিয়ন্ত্রণ (Hormonal Control of Spermatogenesis) :

① হাইপোথ্যালামাস থেকে নিঃসৃত গোনাডোট্রফিক রিলিজিং হরমোন (GnRH) স্পার্মাটোজেনেসিস প্রক্রিয়ার সূচনা করে।

② GnRH অগ্র পিটুইটারিকে LH, ICSH ও FSH ক্ষরণে উদ্দীপিত করে। LH লেডিগের কোশকে টেস্টোস্টেরন ক্ষরণে উদ্দীপিত করে।

③ ক্ষরিত LH লেডিগ কোশকে উদ্দীপিত করে টেস্টোস্টেরন ক্ষরণে সাহায্য করে। টেস্টোস্টেরন স্পার্মাটোজেনেসিস ঘটাতে সাহায্য করে।

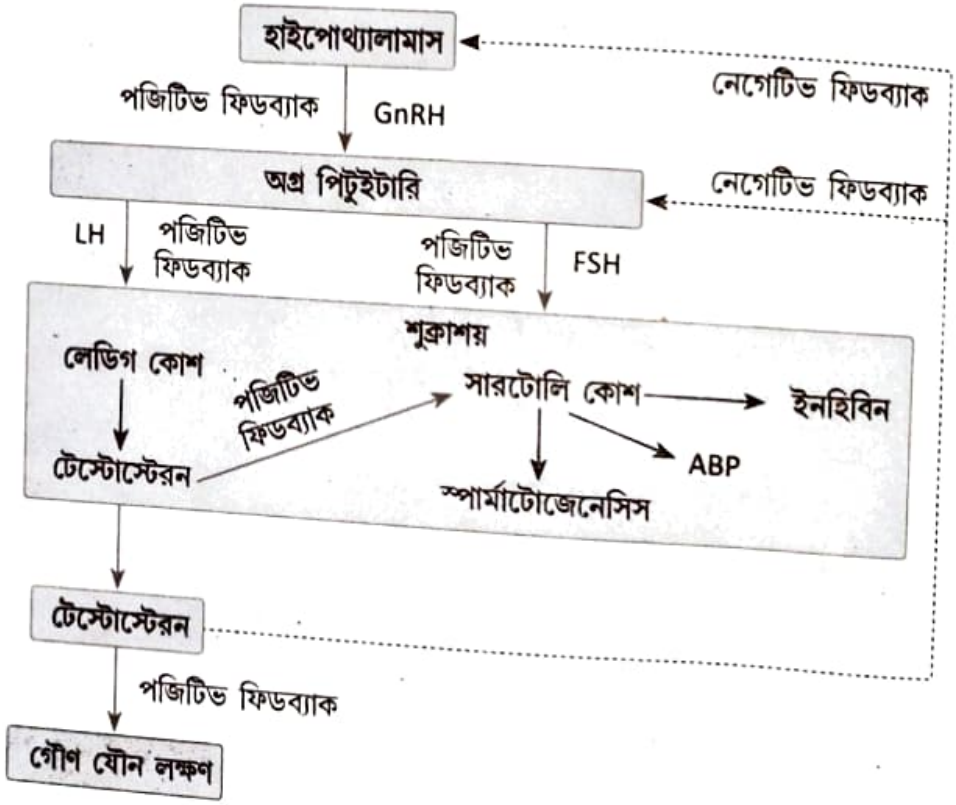
④ স্পার্মাটোজেনেসিস কালে উচ্চ মাত্রায় টেস্টোস্টেরনের উপস্থিত একান্ত দরকার। নিম্নলিখিত শর্তের উপর সেটি নির্ভর করে।

a. টেস্টোস্টেরন নিঃসরণকারী লেডিগ কোশ ও সেমিনিফেরাস নালিকা খুব কাছাকাছি থাকে, তাই সহজেই টেস্টোস্টেরন সেমিনিফেরাস নালিকাতে পৌঁছাতে পারে।

b. সারটোলি কোশ থেকে নিঃসৃত ABP স্থানীয় অ্যান্ড্রোজেনের ঘনত্ব বাড়িয়ে দেয়।

c. Blood Testis Barrier টেস্টোস্টেরন এর মাত্রা কমাতে বাধা দেয়।

d. স্পার্মাটিড ধমনি ও স্পার্মাটিক শিরার মধ্যে প্রবাহিত রক্তের কাউন্টার কারেন্ট পদ্ধতি টেস্টোস্টেরনের মাত্রা বজায় রাখতে সাহায্য করে।



চিত্র 6.7 : হরমোন দ্বারা স্পার্মাটোজেনেসিস প্রক্রিয়া নিয়ন্ত্রণের রেখাচিত্র

⑤ FSH হরমোন স্পার্মাটোজেনেসিস কালে গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে।

a. FSH স্পার্মাটিডদের স্পার্মাটোজোয়াতে পরিণত হতে সাহায্য করে। অর্থাৎ স্পার্মিওজেনেসিসে যে সমস্ত পরিবর্তন ঘটে তাতে FSH-এর নির্দিষ্ট ভূমিকা বিদ্যমান।

b. FSH লেডিগ কোশকে উদ্দীপিত করে ABP (Androgen binding protein) ক্ষরণে সাহায্য করে। উদাহরণ অ্যান্ড্রোজেনের মাত্রা বর্ধিত করতে সাহায্য করে।

⑥ গ্রোথ হরমোন (Growth hormone) : গ্রোথ হরমোন শুক্রাশয়ের বিপাক ক্রিয়া ও স্পার্মাটোগোনিয়ার প্রারম্ভিক বিভাজন নিয়ন্ত্রিত করে।

⑦ সারটোলি কোশ থেকে নিঃসৃত ABP এবং inhibin নির্দিষ্ট ভূমিকা পালন করে।

a. পূর্বেই বলা হয়েছে ABP স্থানীয় অ্যান্ড্রোজেনের মাত্রা বৃদ্ধি করে।

b. ইনহিবিন নেগেটিভ ফিড ব্যাক পদ্ধতিতে FSH ক্ষরণ কমায়।

c. সারটোলি কোশ শুক্রাণুদের পরিণতি লাভে সাহায্য করে।

d. সারটোলি কোশ Blood Testis Barrier সৃষ্টি করে টেস্টোস্টেরনের মাত্রা ঠিক রেখে স্পার্মাটোজেনেসিসে সাহায্য করে।

e. এটি MIF (Mullerian Inhibiting Factor) নিঃসৃত করে মুলেরিয়ান নালি তন্ত্রের বৃদ্ধি নিয়ন্ত্রণে সাহায্য করে।

f. সারটোলি কোশ H-Y অ্যান্টিজেন ক্ষরণ করে শুক্রাশয়ের পরিবর্তন তথা পরিস্ফুটনে সাহায্য করে যাহা পরোক্ষ ভাবে স্পার্মাটোজেনেসিসে হস্তক্ষেপ করে।