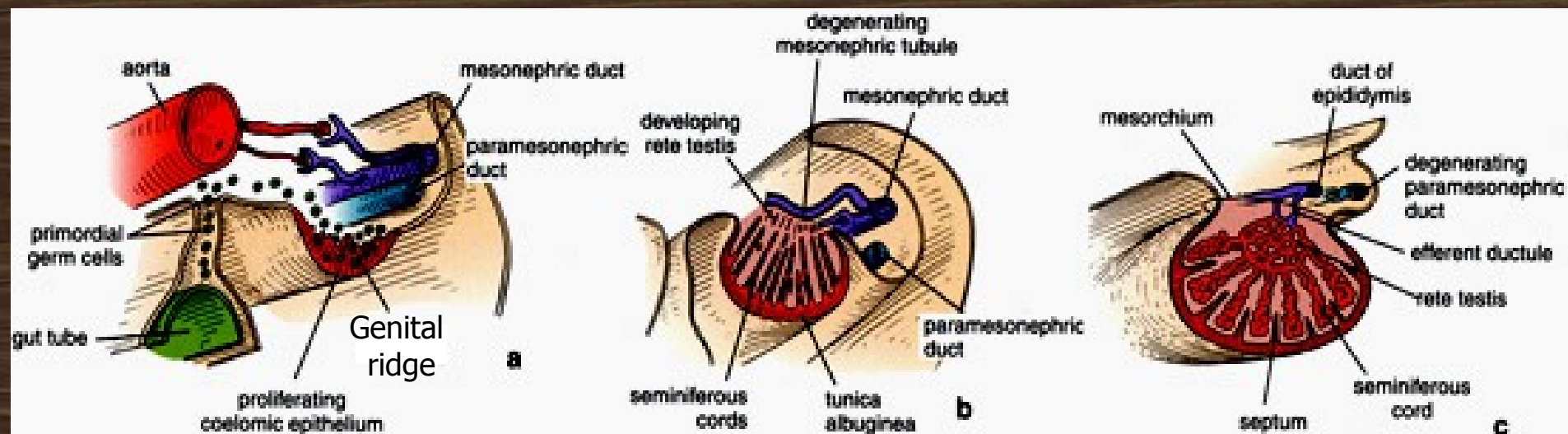
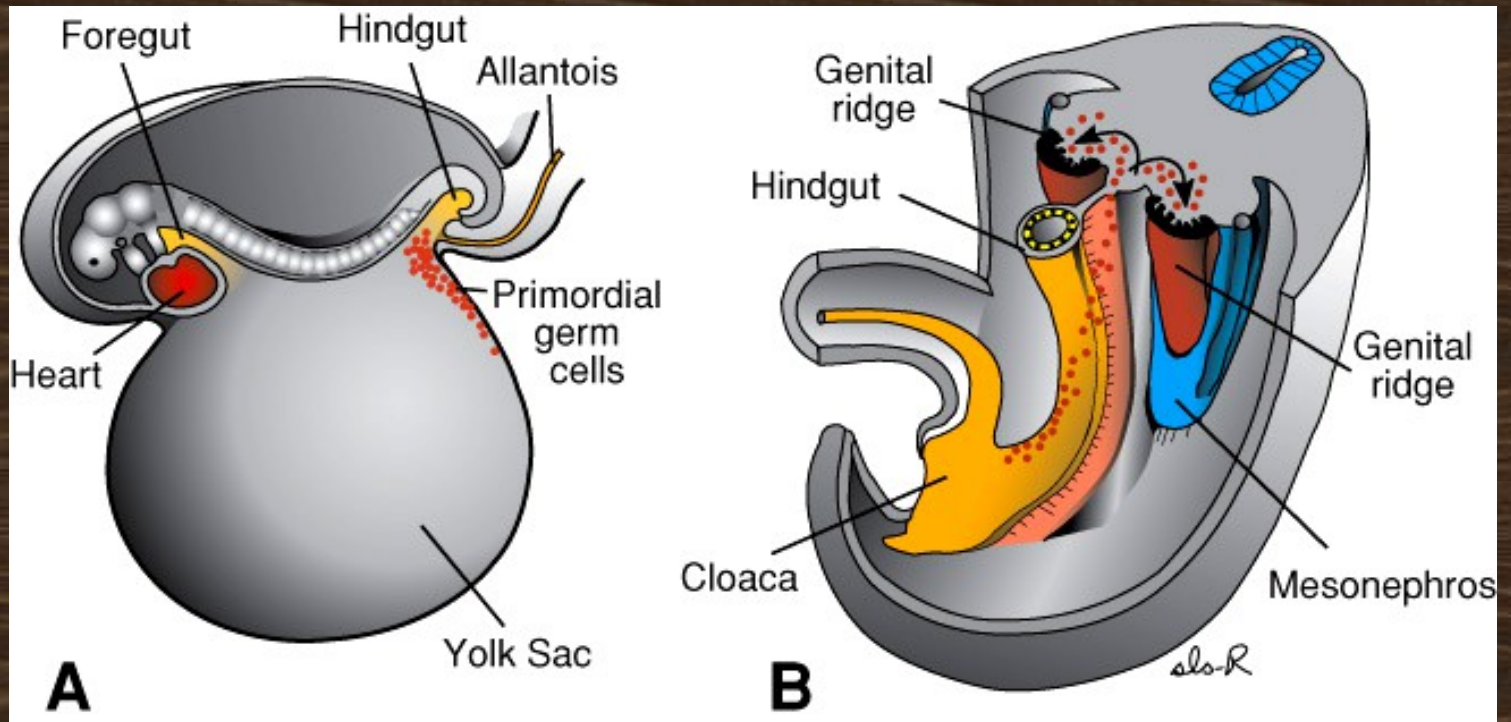


**STRUKTUR DAN
PERKEMBANGAN
SEL GAMET JANTAN**

Gametogenesis

- Proses pembentukan sel kelamin (sel gamet/sel germinal) ♀ dan ♂
 - ❑ Oogenesis
 - ❑ Spermatogenesis
- Tujuan (pd Mammalia):
 - ❑ Menghasilkan nukleus yg haploid (mengurangi jml kromosom scr meiosis)
 - ❑ Mengubah struktur & fungsi

- Asal sel gamet pd sebagian besar organisme hewan adalah dr *germ plasm* (primordial sel gamet/sel gamet primitif)
 - Letaknya unik → mengalami migrasi menuju lapisan mesoderm yg mrp tempat calon gonad (*genital ridge*)
 - Mulai terlihat pd minggu ke-4 kehamilan (mns)
 - Blm dpt dibedakan antara yg ♀ dan ♂
 - Akan mengalami diferensiasi mjd:
 - ☑ Spermatogonia
 - ☑ Oogonia



SPERMATOGENESIS

- Spermatogenesis: proses pembentukan sel gamet jantan (spermatozoa) → tjd dlm tubuli seminiferi testis
- Tahap:
 1. Mitosis
 - Perbanyak spermatogonium
 - Sebagian spermatogonia berubah mjd spermatosit primer
 2. Meiosis
 - Meiosis I: spermatosit primer mjd spermatosit sekunder
 - Meiosis II: spermatosit sekunder mjd spermatid
 3. Spermiogenesis → perubahan struktur spermatid & pemasakan mjd spermatozoa
- Spermatogenesis mrp proses yg tjd terus menerus. Pria normal rata2 menghasilkan 1000 spermatozoa/detik (30 ribu milyar/thn)
- Pd mns 1x siklus spermatogenesis berlangsung 65 hari, pd mice 34,5 hari

**Mammalian
spermatogenesis**

epididymis

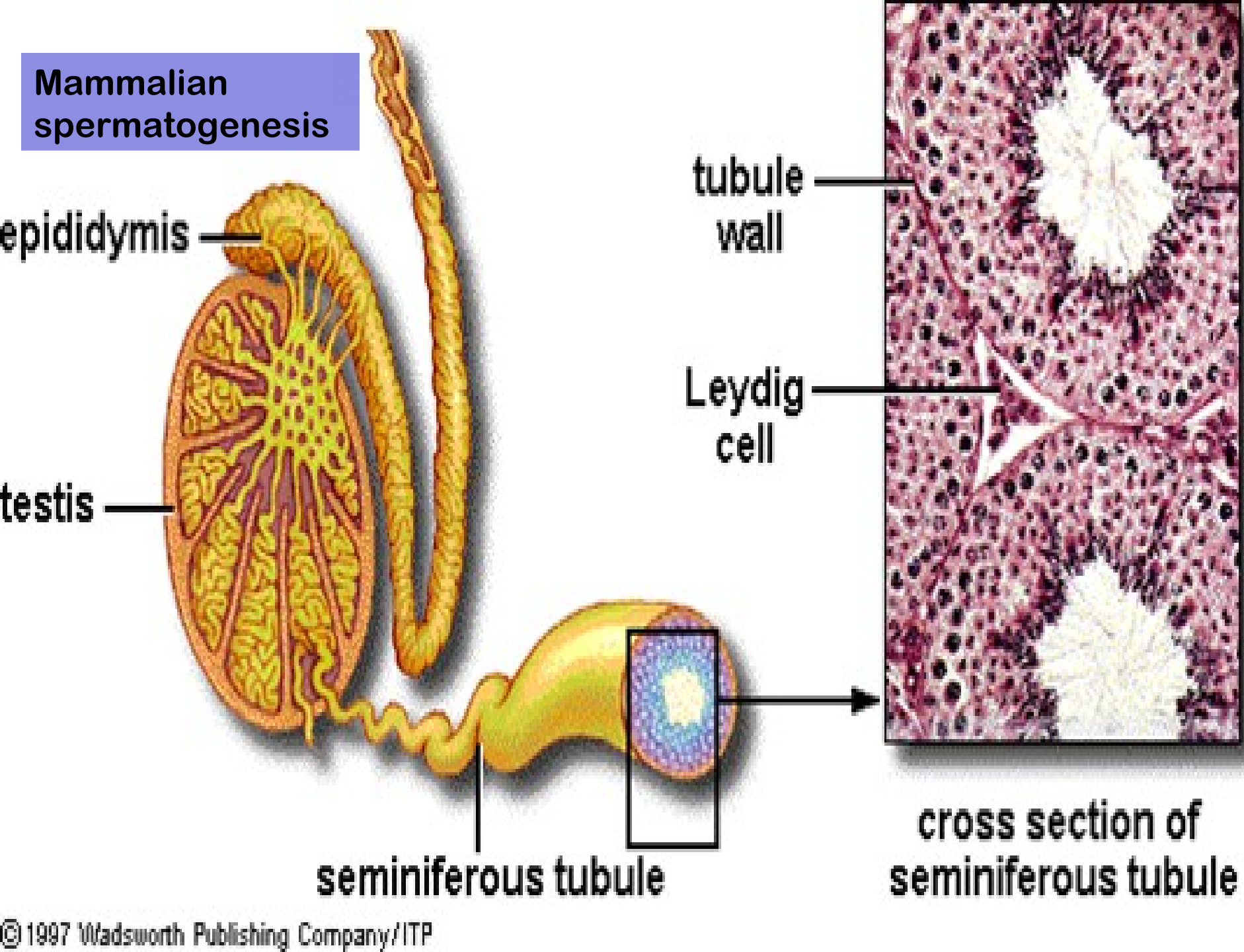
testis

seminiferous tubule

tubule
wall

Leydig
cell

cross section of
seminiferous tubule



your text

Mitosis

- ✚ Pembelahan sel yg diikuti oleh tjdnnya replikasi kromosom → tjdn sintesis DNA
- ✚ Tahap:
 1. **Interphase:** kromosom dalam keadaan istirahat, tampak bertaburan bebas dlm inti. Kromosom berpasangan secara homolog
 2. **Prophase awal:** kromosom menunjukkan aktivitas pembelahan longitudinal. Profase akhir: kromosom menjadi dobel
 3. **Metaphase:** ikatan satu sama lain mulai renggang, dan berkumpul di bidang ekuator sel.
 4. **Anaphase:** ikatan pasangan anak kromosom terpisah & tiap anak kromosom berpasangan lagi dg anak kromosom dari kutub yg berbeda
 5. **Telophase:** pasangan-pasangan kromosom baru berkumpul membentuk anak inti baru
- ✚ Dlm mitosis, pembagian cairan inti, kromatin dan kromosom adalah sama

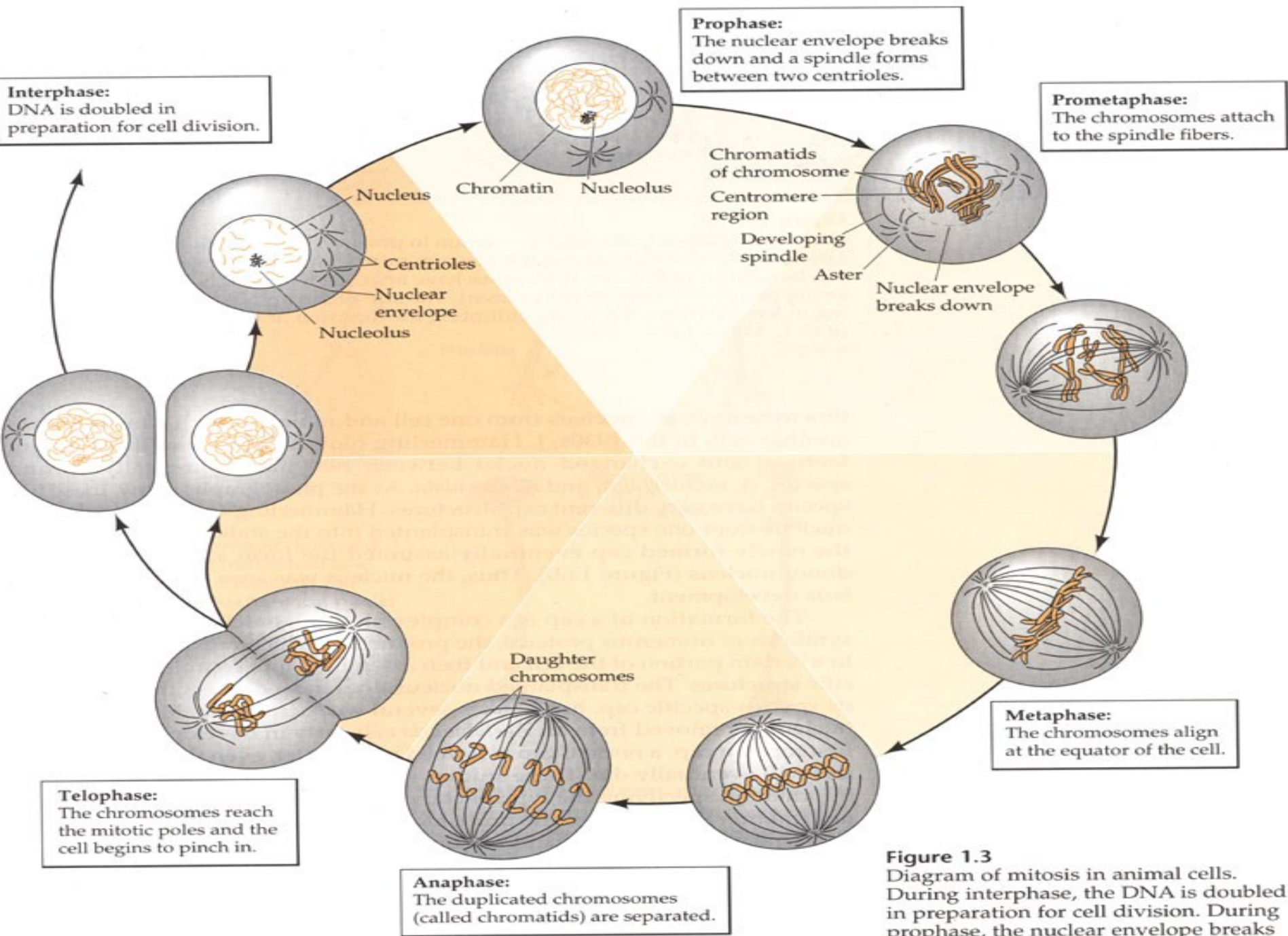


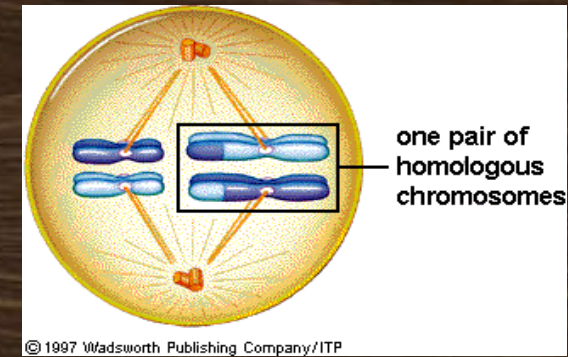
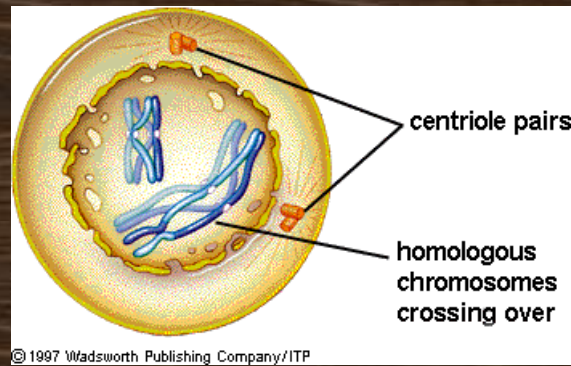
Figure 1.3
Diagram of mitosis in animal cells. During interphase, the DNA is doubled in preparation for cell division. During prophase, the nuclear envelope breaks down and a spindle forms between the

your text

Meiosis

- ✚ Pembelahan reduktif → tjd pemisahan pasangan kromosom homolog shg dihasilkan sel anakan yg haploid
- ✚ Pada meiosis tjd 2 kali mitosis shg dihasilkan 4 sel anakan
- ✚ Tahap:
 1. Meiosis I: segregasi pasangan kromosom homolog di antara 2 sel anakan
 2. Meiosis II: pemisahan 2 kromatid dr msg2 kromosom menghasilkan 4 sel haploid

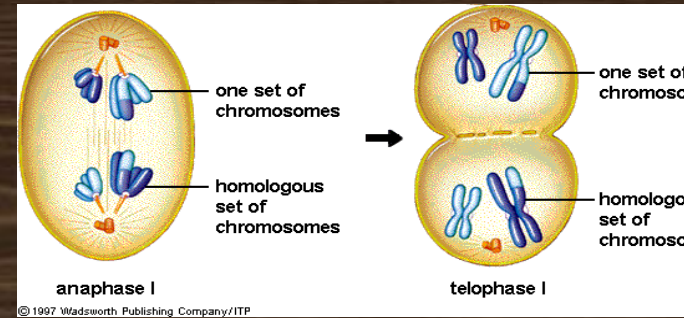
Meiosis I



1. Prophase I

- 1) **Leptotene:** inti mulai membesar, kromosom memanjang, benang kromatin belum teratur
- 2) **Zygotene:** kromosom homolog mengadakan synapsis, kromosom memendek atau mengkerut
- 3) **Pachytene:** synapsis mjd sempurna, pendek, tebal, tiap kromosom membelah menjadi 2 shg terbentuk tetrad
- 4) **Diplotene:** tetrad mulai membelah, masing-masing belahan ada 2 kromatid tp msh tdp perlekatan yg disbt chiasma
- 5) **Diakinesis:** pemisahan tetrad menjadi diad hampir sempurna dan kromosom mengatur diri di bidang ekuator sel

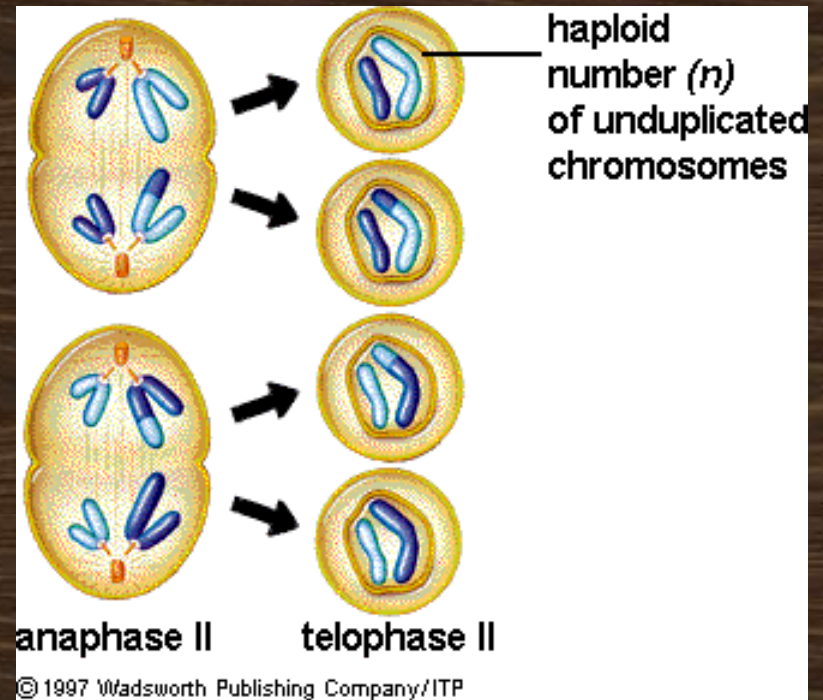
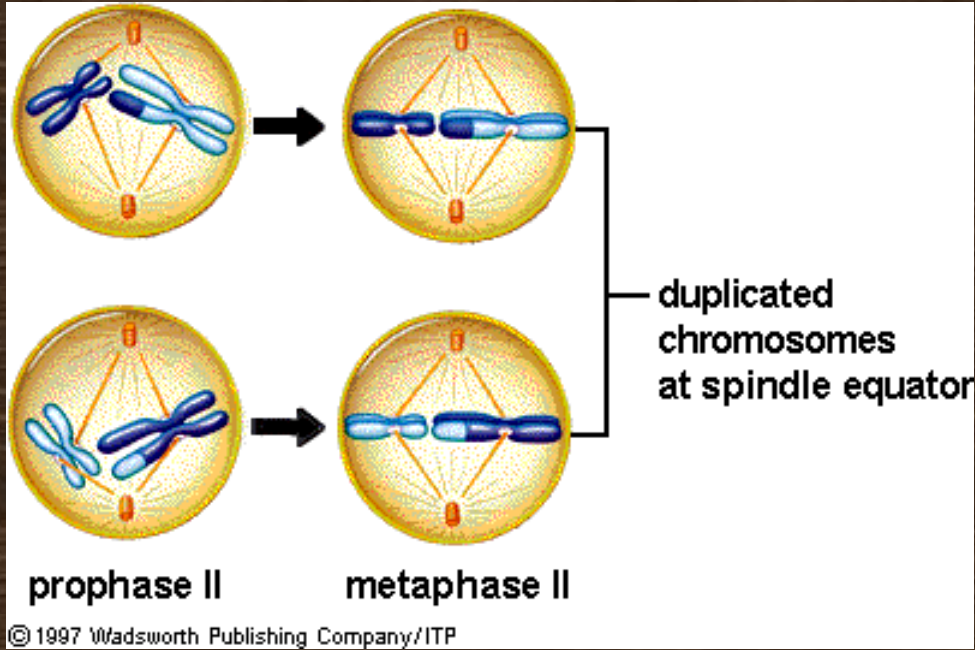
2. Metaphase I



3. Anaphase I

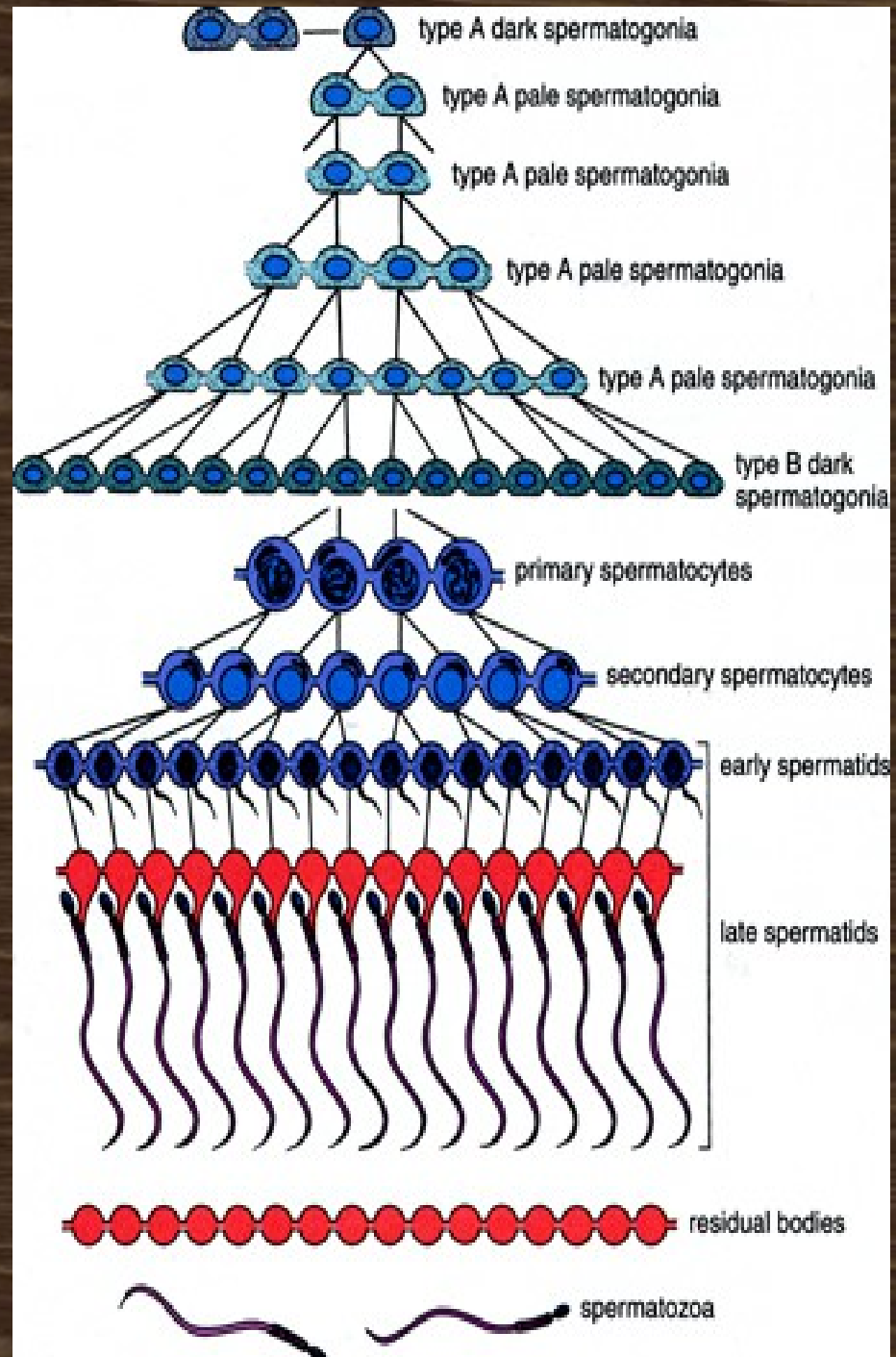
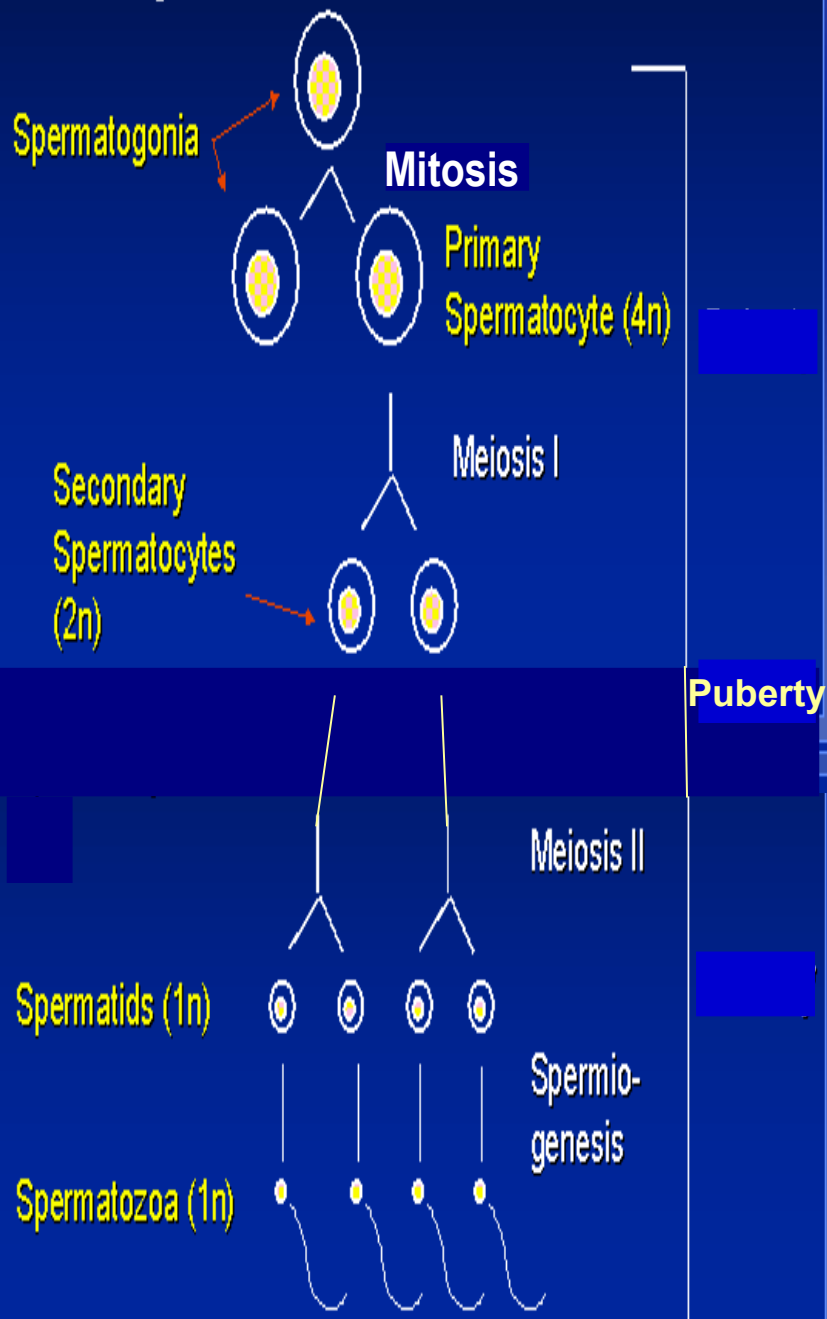
4. Telophase I

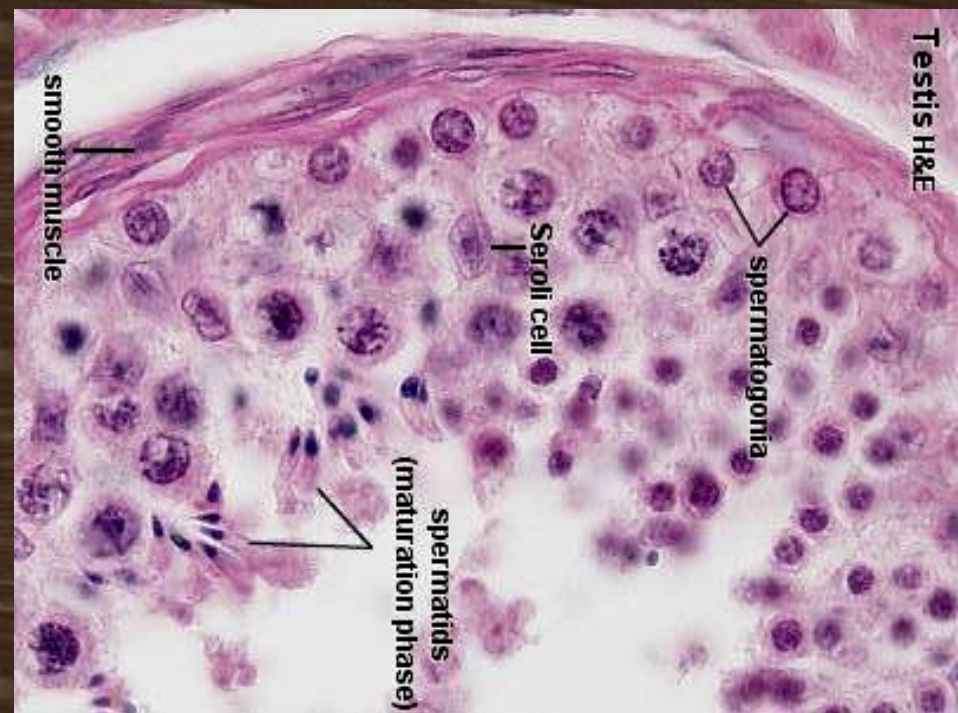
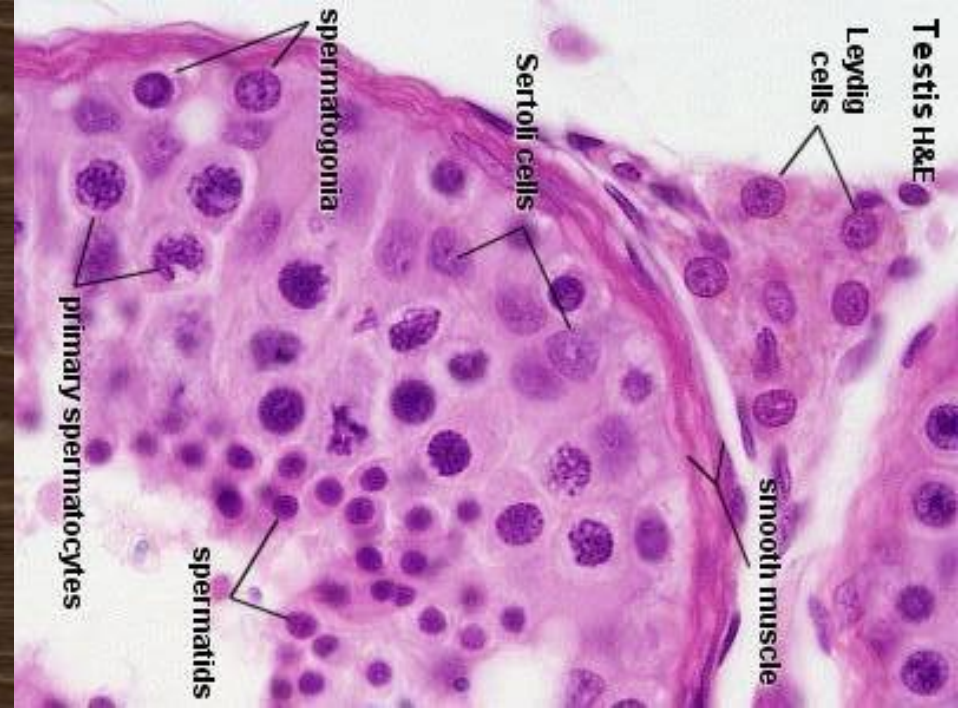
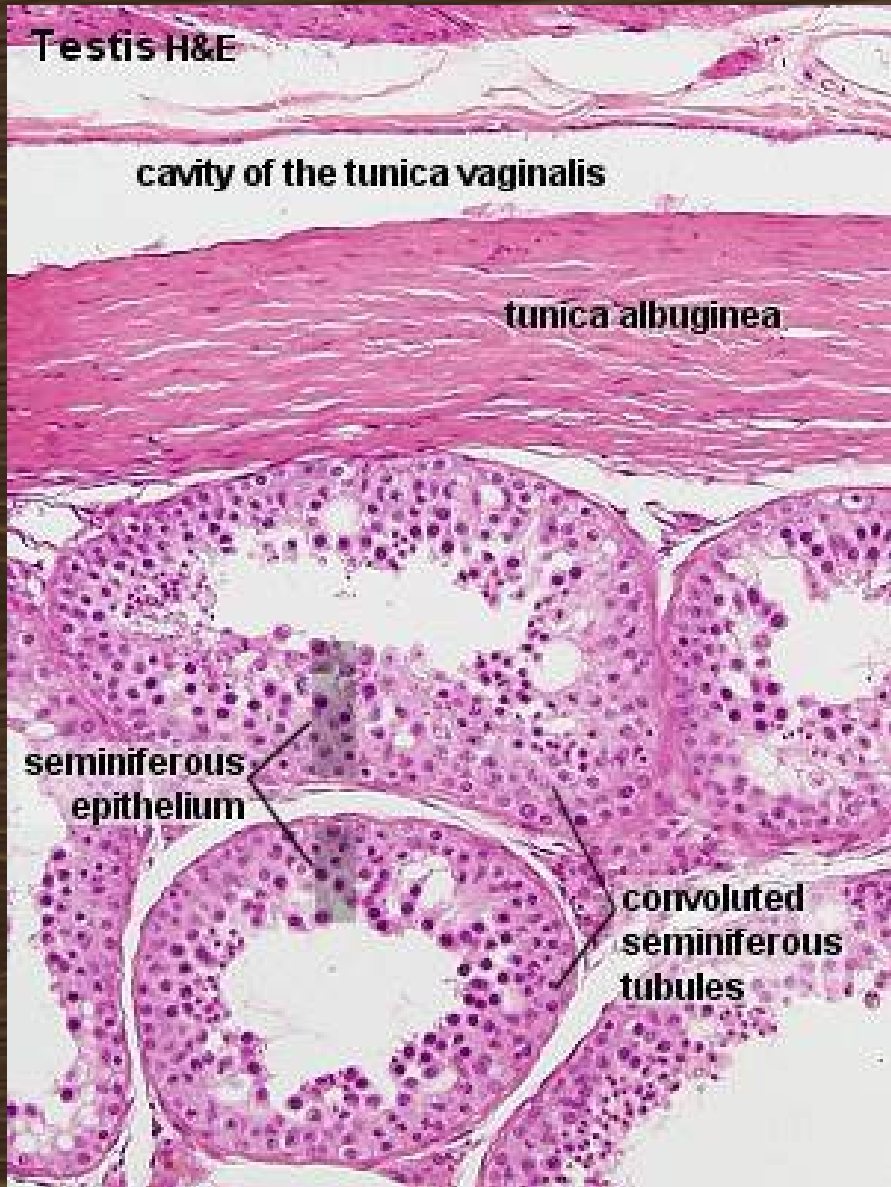
Meiosis II



Perbedaan penting

Oogenesis	Spermatogenesis
Proses pembentukan sel gamet □ (sel telur)	Proses pembentukan sel gamet ♂ (spermatozoa)
Mitosis oogonia hy berlangsung sebelum lahir	Mitosis spermatogonia stlh lahir tetap berlangsung sepanjang hidup
Hanya dihasilkan 1 sel telur (ovum), 3 lainnya mjd polar body	Dihasilkan 4 spermatozoa dr 1 spermatosit primer
Pembelahan meiosis berlangsung sempurna jika tjd fertilisasi	-
Sel telur kaya sitoplasma & cadangan makanan	Spermatozoa miskin sitoplasma





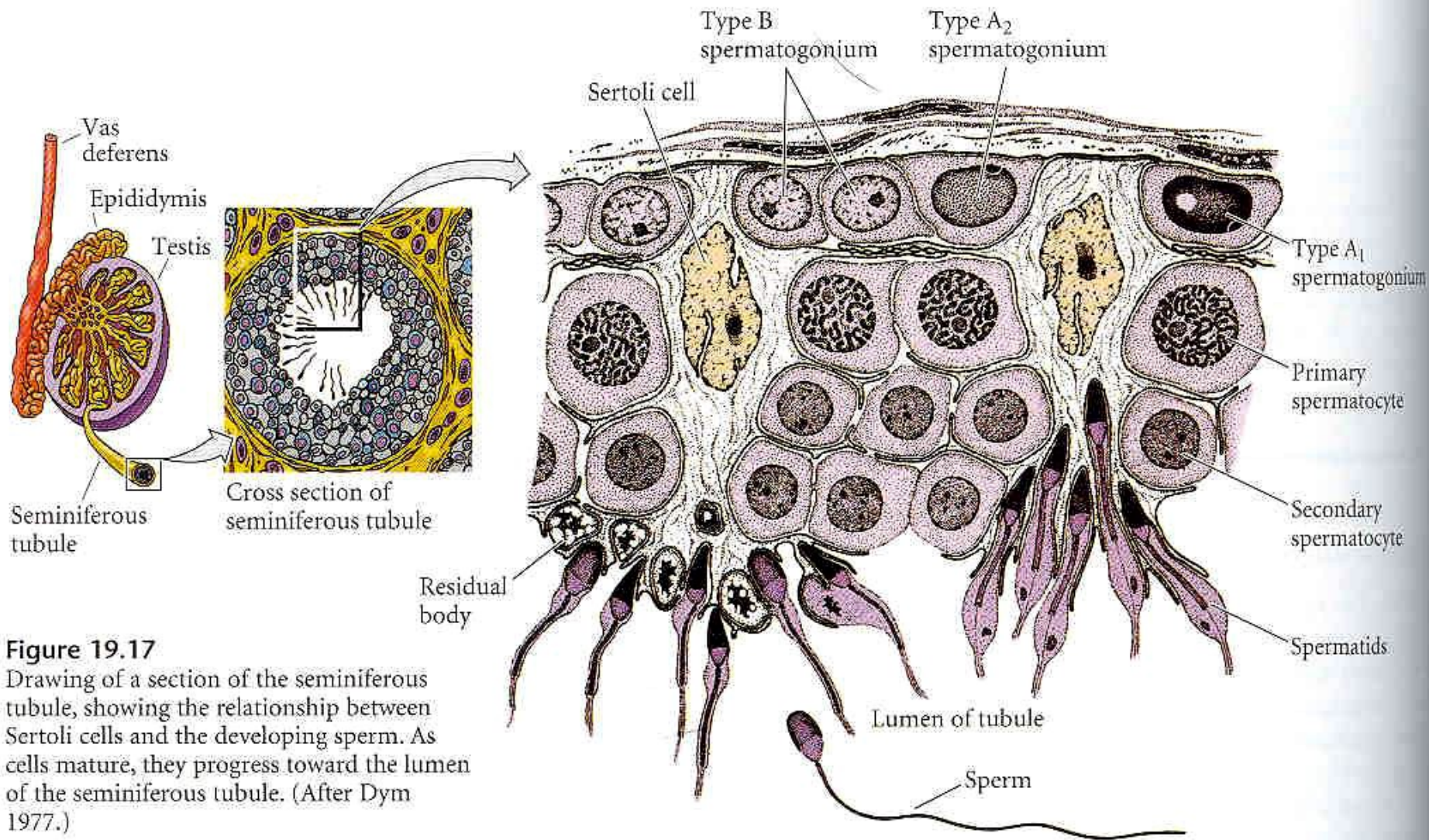


Figure 19.17

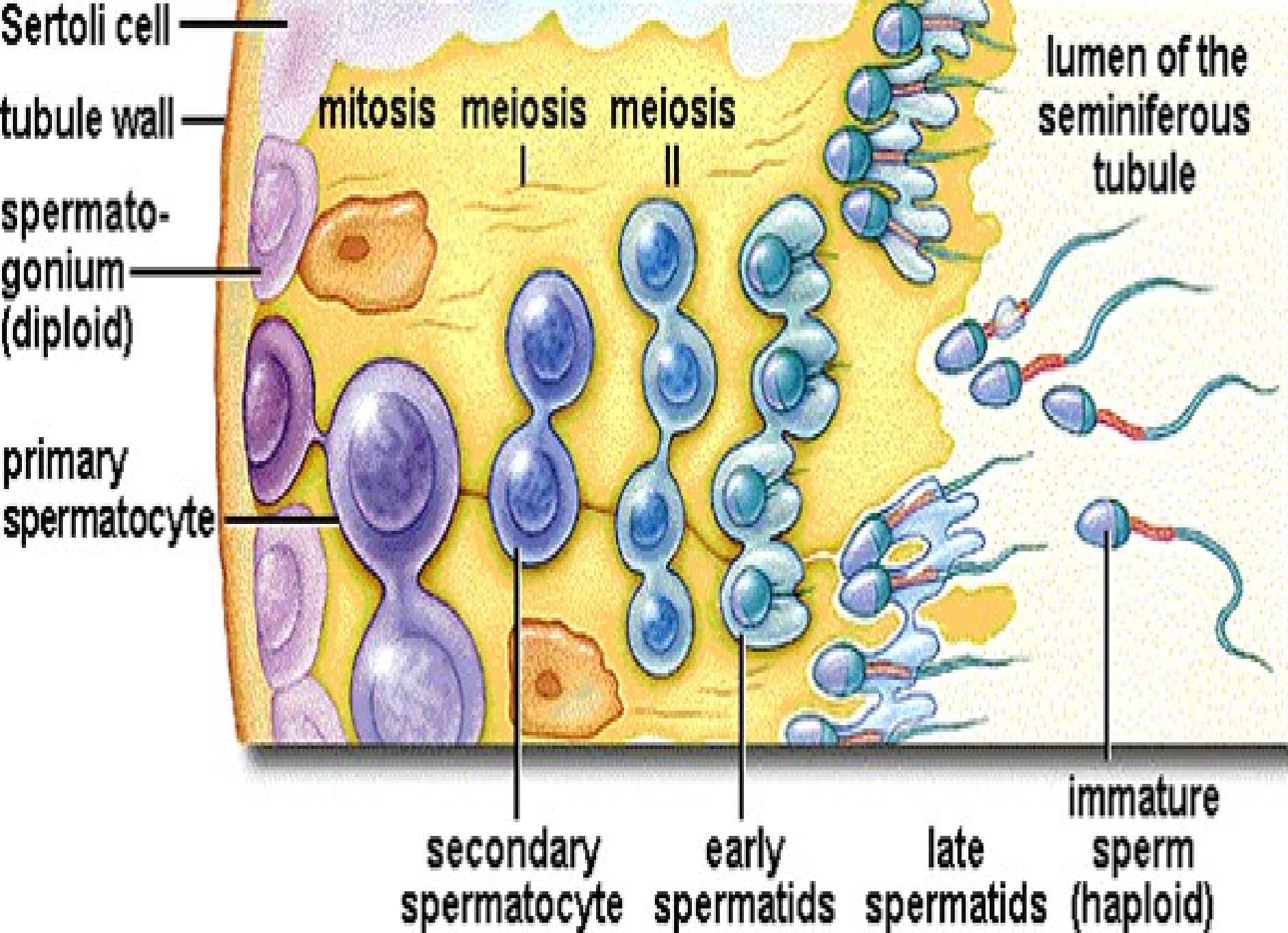
Drawing of a section of the seminiferous tubule, showing the relationship between Sertoli cells and the developing sperm. As cells mature, they progress toward the lumen of the seminiferous tubule. (After Dym 1977.)

Sel Spermatogenik/Sel Germinal

1. **Spermatogonium:** tdp menumpang pd membrana basalis, selalu mengalami mitosis yg bertujuan selain utk mempertahankan populasi spermatogonia jg bbrp diantaranya membentuk spermatosit primer, ada 2 tipe:
 - a. Tipe A: Ad & Ap. Tipe Ad berfungsi sbg *stem cell* sejati (gb slide 13)
 - ❑ Spermatogonium tipe Ad membelah menghasilkan spermatogonium tipe Ad & Ap
 - ❑ Spermatogonium tipe Ap membelah menghasilkan spermatogonium tipe Ap & B
 - b. Tipe B: calon spermatosit primer
2. **Spermatosit primer:** ukuran paling besar & plg jelas diantara sel spermatogenik lain, mrp fase yg plg lambat , dgn meiosis I akan membentuk spermatosit sekunder

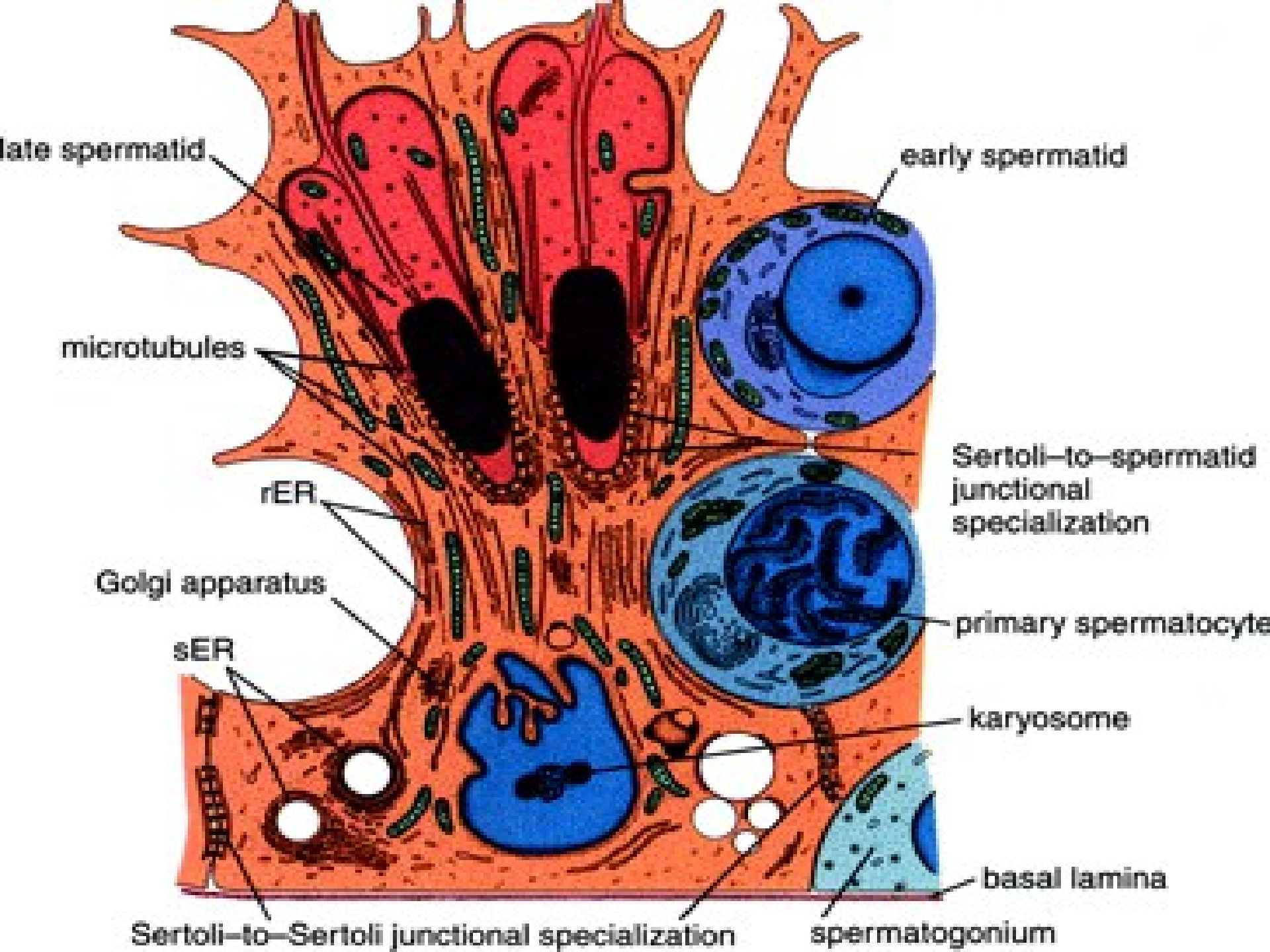
3. **Spermatisit sekunder:** ukuran sel separuh spermatisit I, mengalami meiosis II yg berjalan cepat membentuk spermatid
4. **Spermatid:** letaknya langsung berhadapan dg lumen, bentuknya bervariasi sesuai dgn tahapan spermiogenesis → membentuk spermatozoon (selama proses tsb masih melekat pd sel Sertoli)
5. **Spermatozoa:** lepas dr ikatan dgn sel2 spermatogenik maupun sel sertoli, flagella msh non motil

Sel2 spermatogenik dlm perkembangannya satu dgn lainnya saling dihubungkan olh jembatan sitoplasma (*cytoplasmic bridges*) → tjdr krn proses sitokinesis yg tdk sempurna



Sel Sertoli

- Sel besar ttp tdk jelas batas antar selnya, terletak pd bag basal tubulus seminiferus, nukleus jelas
- Fungsi:
 1. Membentuk *blood barrier testis* dgn adanya *tight junction*
 2. Membentuk cairan seminal yg mgd:
 - ABP (*androgen binding protein*) → berfungsi mengikat hormon testosteron kmd menyampaikan kpd sel2 spermatogenik
 - Inhibin → mpy efek *negative feedback* thd hipofisis dlm produksi FSH
 3. Sbg *nurse cell* → memberikan lingkungan yg mendukung bagi perkembangan sel2 spermatogenik
 4. Memfagositosis & mencerna badan residu yg dihasilkan selama spermiogenesis



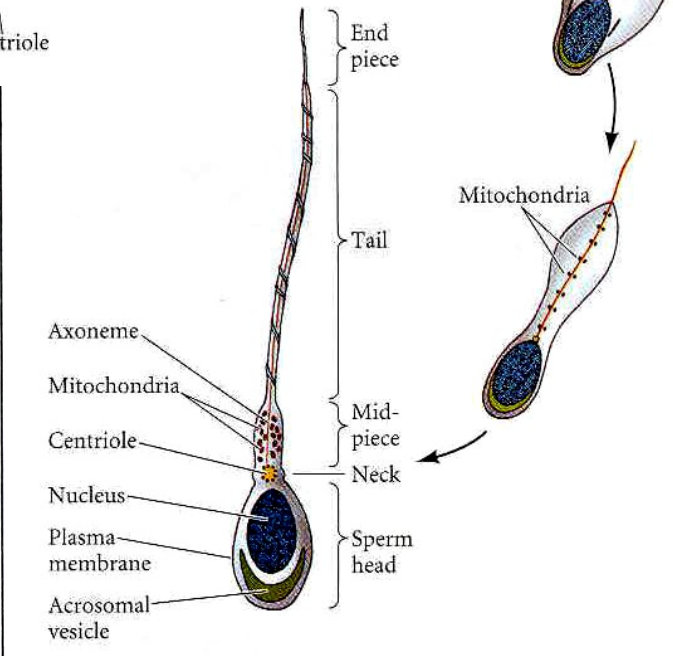
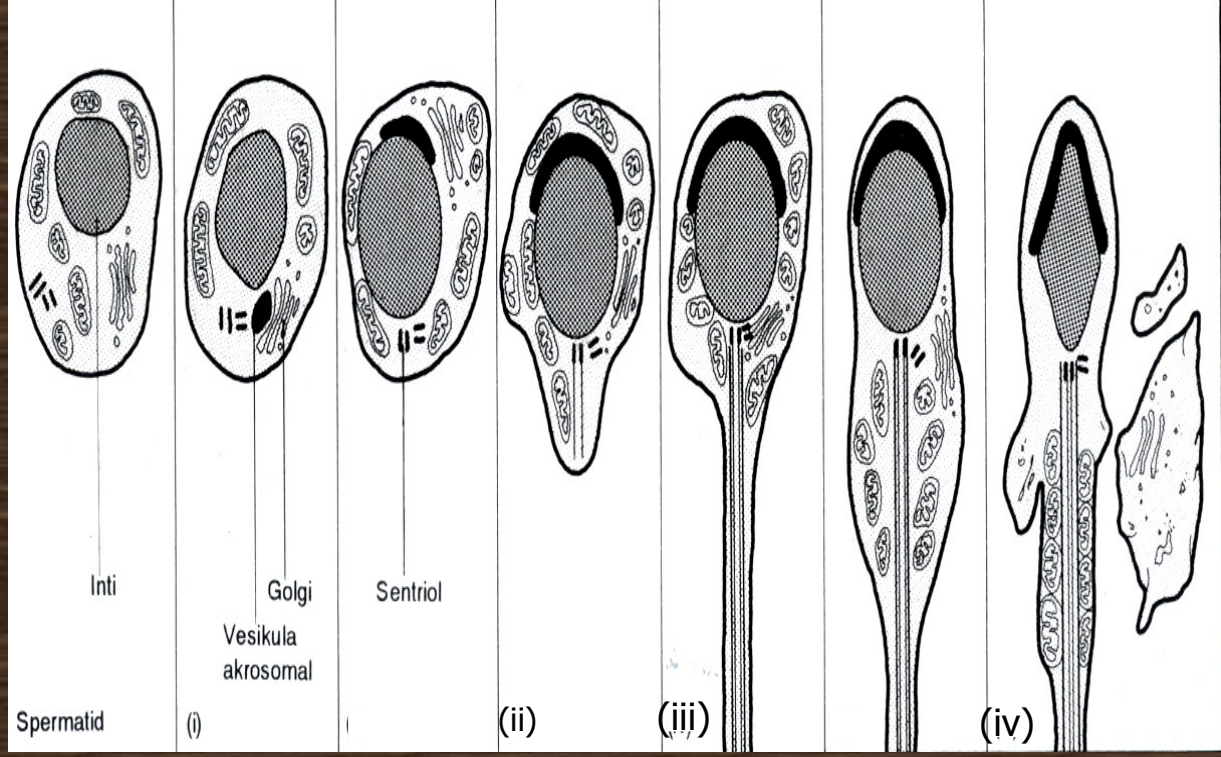
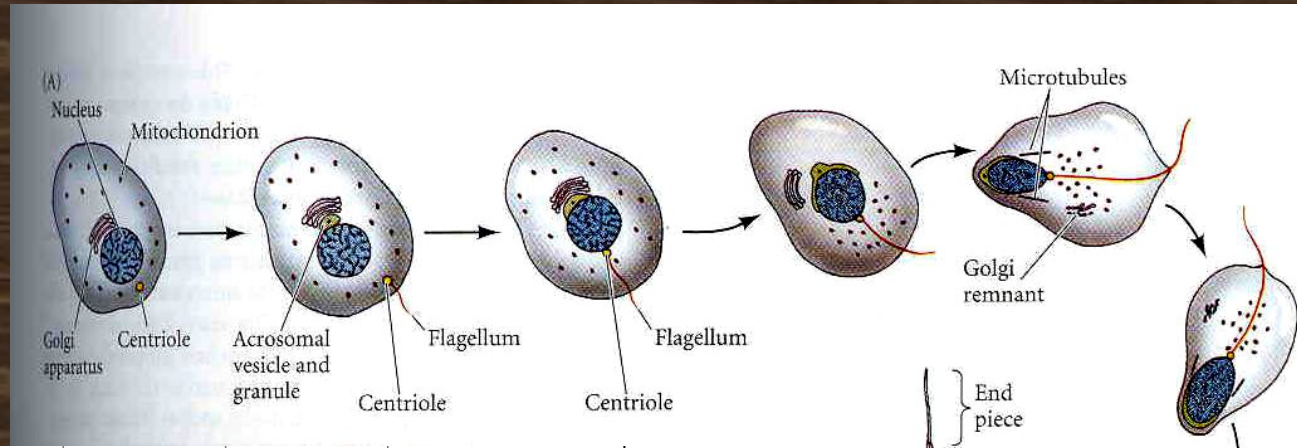
Spermiogenesis

- Proses perubahan spermatid menjadi spermatozoa → diferensiasi yang kompleks (metamorfosis)
 - Perubahan morfologi
 - Perubahan nukleus → DNA
 - Perubahan selular (organella):
pembentukan akrosom, bagian middle (tengah), axonema, permukaan sel, & reduksi sitoplasma

Tahap Spermiogenesis

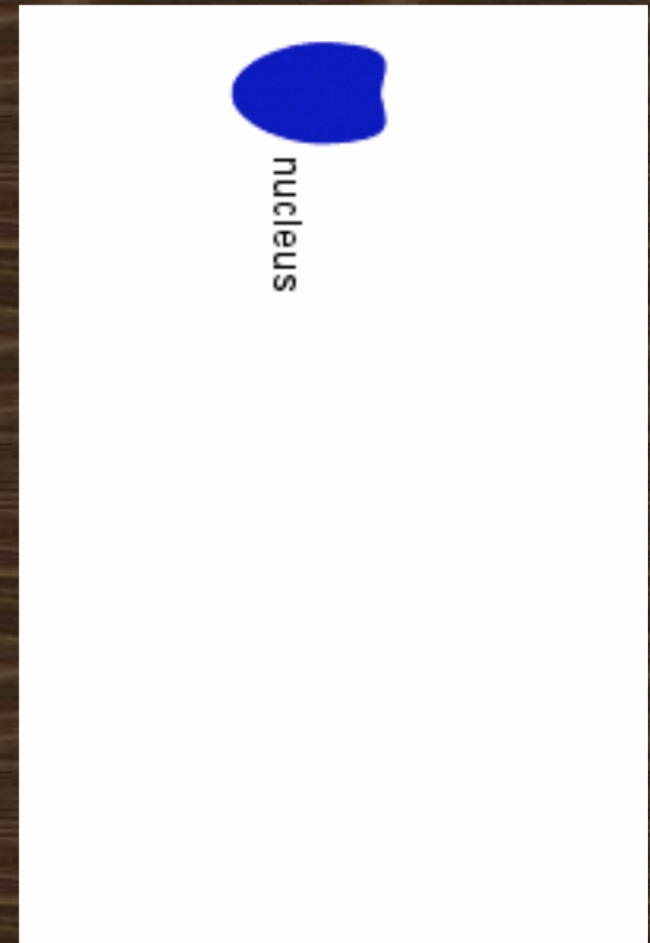
1. ***Golgi phase***: pd bag ujung anterior terbentuk acrosomal vesicle yg berasal dr badan golgi, sentriol menempatkan diri yg pd bag ujung posterior yg kelak mjd pangkal dr flagella & membentuk axonema
2. ***Cap phase***: terbentuk tudung acrosom yg menyelubungi nukleus bag ujung anterior, kromatin mengalami kondensasi, dr axonema tumbuh flagelum
 - ↳ Acrosom mgd hydrolase (proteases, hyaluronidase, neuramidase, acid phosphatase) yg ptg dlm fertilisasi (menembus membran oosit)
3. ***Acrosome phase***: spermatid berbalik arah shg ekor (flagelum) menghadap lumen & acrosom menghadap ke arah basal tubulus seminiferus, kondensasi kromatin msh berlanjut, nukleus memipih & memanjang di bag anterior, flagelum berkembang lebih lanjut, sitoplasma bergerak ke bag posterior sel, antara nukleus & flagelum dihubungkan oleh connecting piece yg berasal dr sentriol
4. ***Maturation phase***: sisa2 sitoplasma dibuang sbg residual body, sel lepas dr ikatannya dgn sel sertoli ke lumen tubulus seminiferus

Spermiogenesis



- Pjgnya 60 μm (pd manusia) & bergerak aktif (*actively motile*).
- Terbagi mjd:
 1. **Kepala** (genetic region): pipih, pjg 5 μm & lebar 3 μm , tdp nucleus. 2/3 bag di anterior nucleus tdp acrosom yg mgd enzim yg ptg dlm proses fertilisasi, setengah dr kepala bag caudal terdapat tudung (*post nuclear cap*)
 2. **Leher** (metabolic region): pendek ($\pm 1 \mu\text{m}$), terdapat sentriol proximal
 3. **Ekor** (locomotor region) terbagi mjd:
 - a. *Middle piece* \rightarrow pjg $\pm 5 \mu\text{m}$, mgd: 2 sentriol, microtubules/axonema & mitochondria yg tersusun spiral
 - b. *Principal piece* \rightarrow pjg $\pm 45 \mu\text{m}$, msh mengandung sitoplasma
 - c. *End piece* \rightarrow bag ujung, sdh tdk mengandung sitoplasma

Spermatozoa



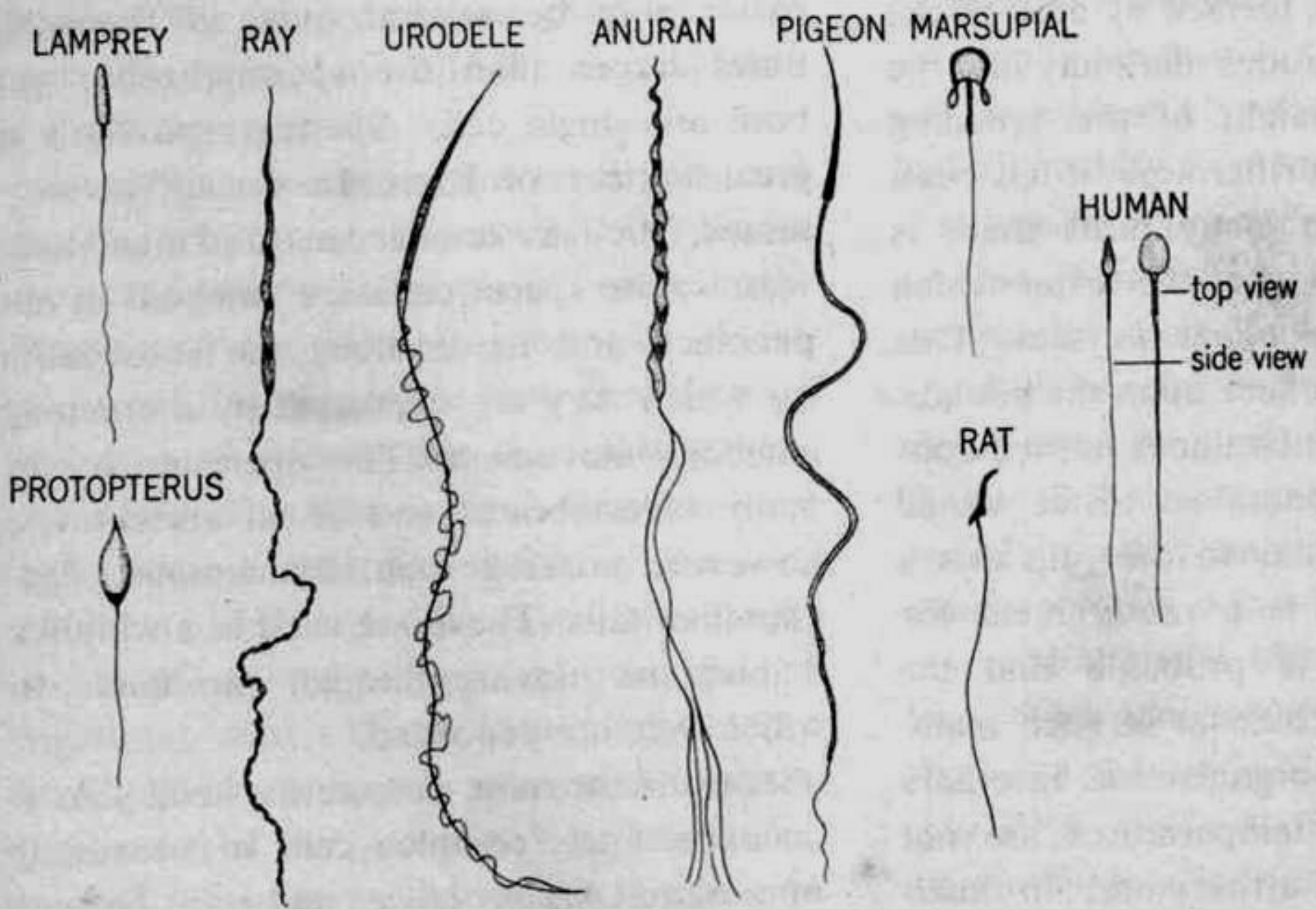
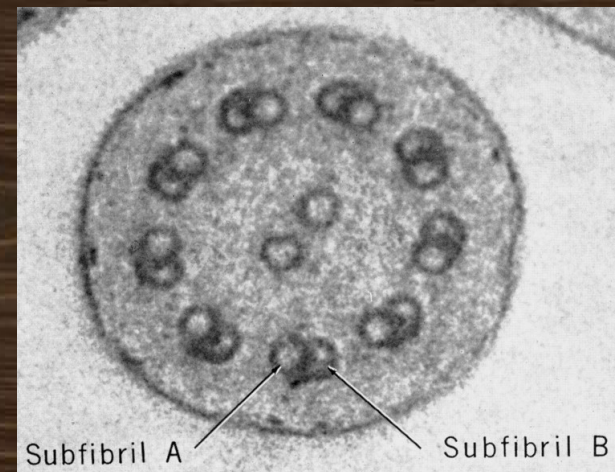
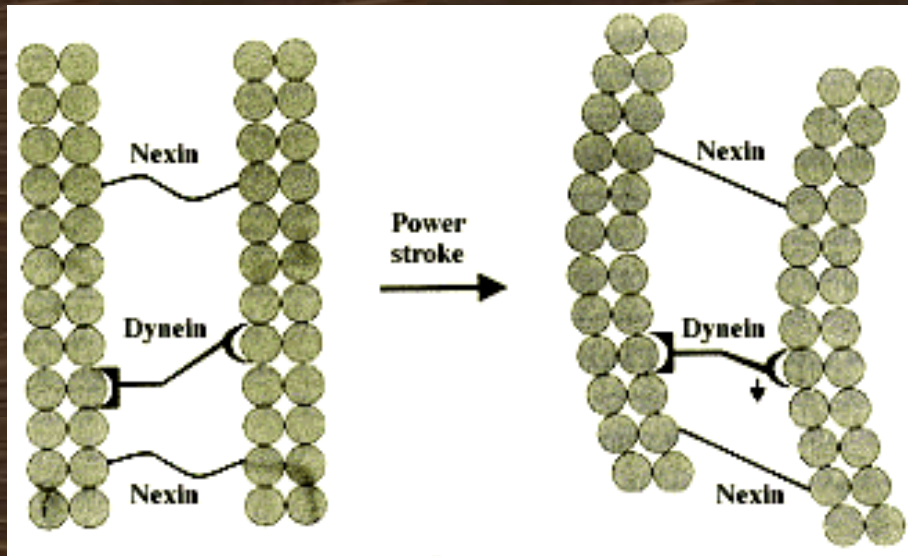
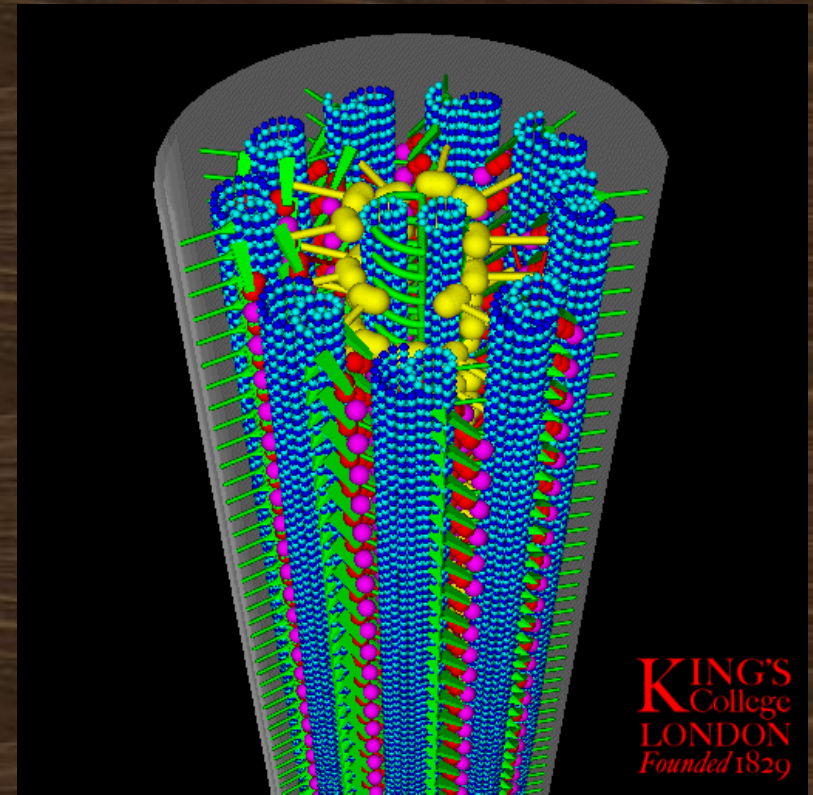


Fig. 8.31 Various types of vertebrate spermatozoa.

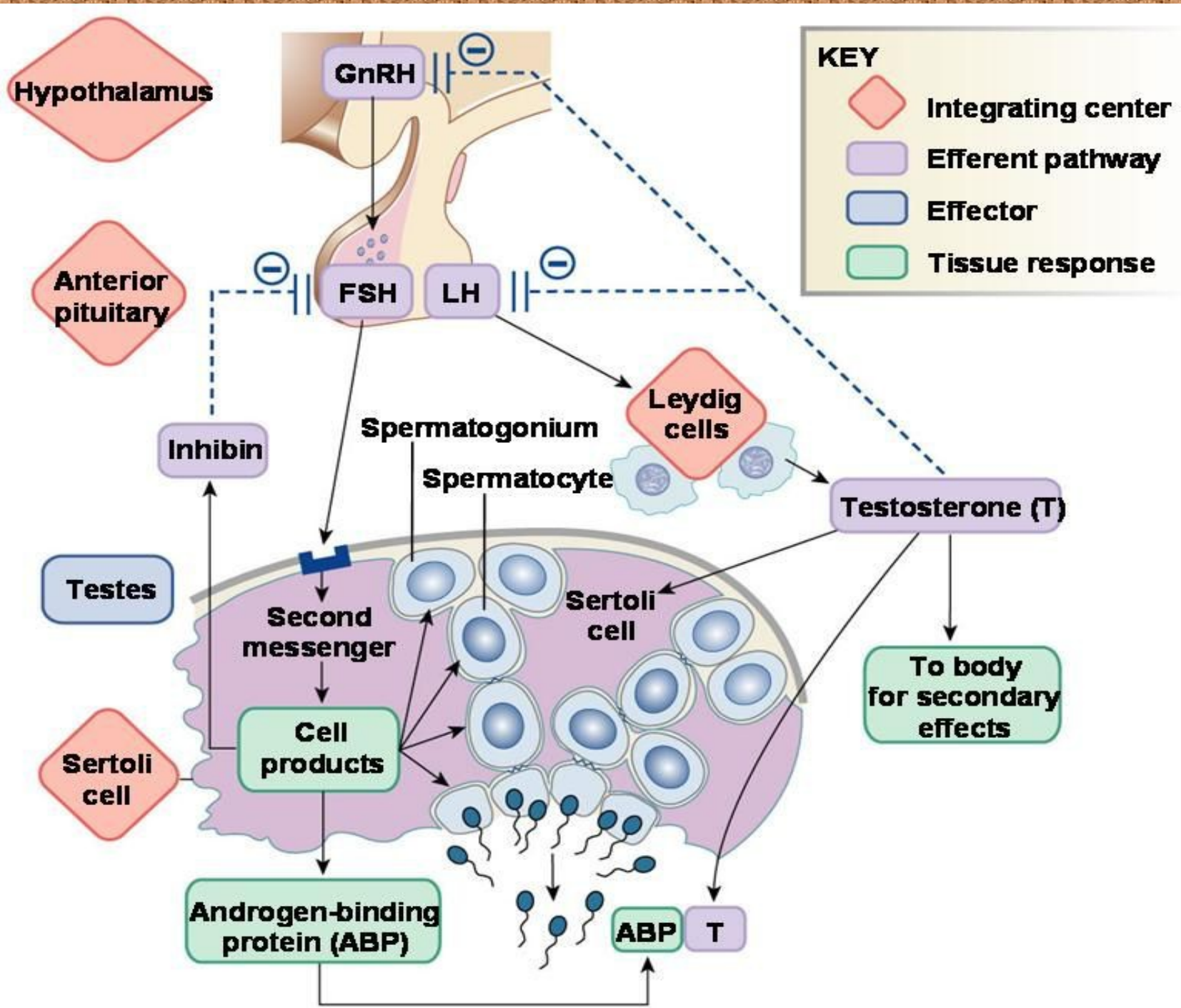
Axonema Spermatozoa

- Tersusun oleh 9+2 microtubuli
 - ◆ Tubulin
 - ◆ Dynein & nexin



Kontrol Hormonal Spermatogenesis

- Hypothalamus menghasilkan *Gonadotropin-releasing hormone* (GnRH) pd awal permulaan pubertas
- GnRH merangsang hipofisis utk menghasilkan:
 1. *Luteinizing hormone* (LH) → merangsang sel2 Leydig utk memproduksi androgen
 2. *Follicle stimulating hormone* (FSH) → merangsang sel2 Sertoli utk memproduksi ABP & inhibin
- Androgen merangsang proses spermiogenesis, mpy efek negative feedback thd hypothalamus & hipofisis, serta merangsang pembentukan sifat2 sex sekunder



Hypothalamus

Anterior pituitary

Testes

Sertoli cell

Leydig cells

KEY

- Integrating center
- Efferent pathway
- Effector
- Tissue response

GnRH

FSH

LH

Inhibin

Spermatogonium

Spermatocyte

Second messenger

Cell products

Androgen-binding protein (ABP)

ABP

T

Testosterone (T)

To body for secondary effects