

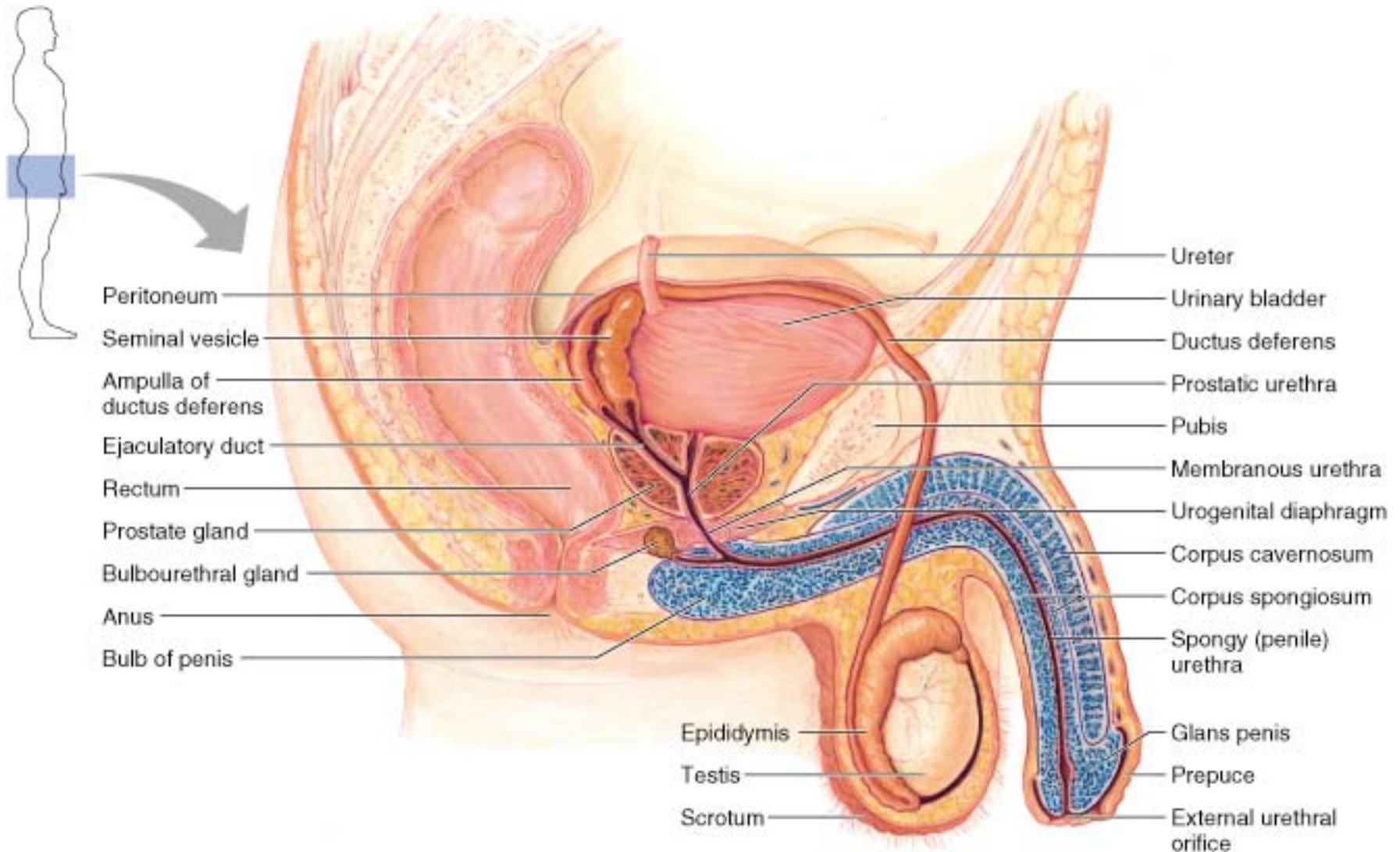
Geschlechtsorgane und Sexualität

Prof. Manfred Fahle
Human- Neurobiologie
Universität Bremen

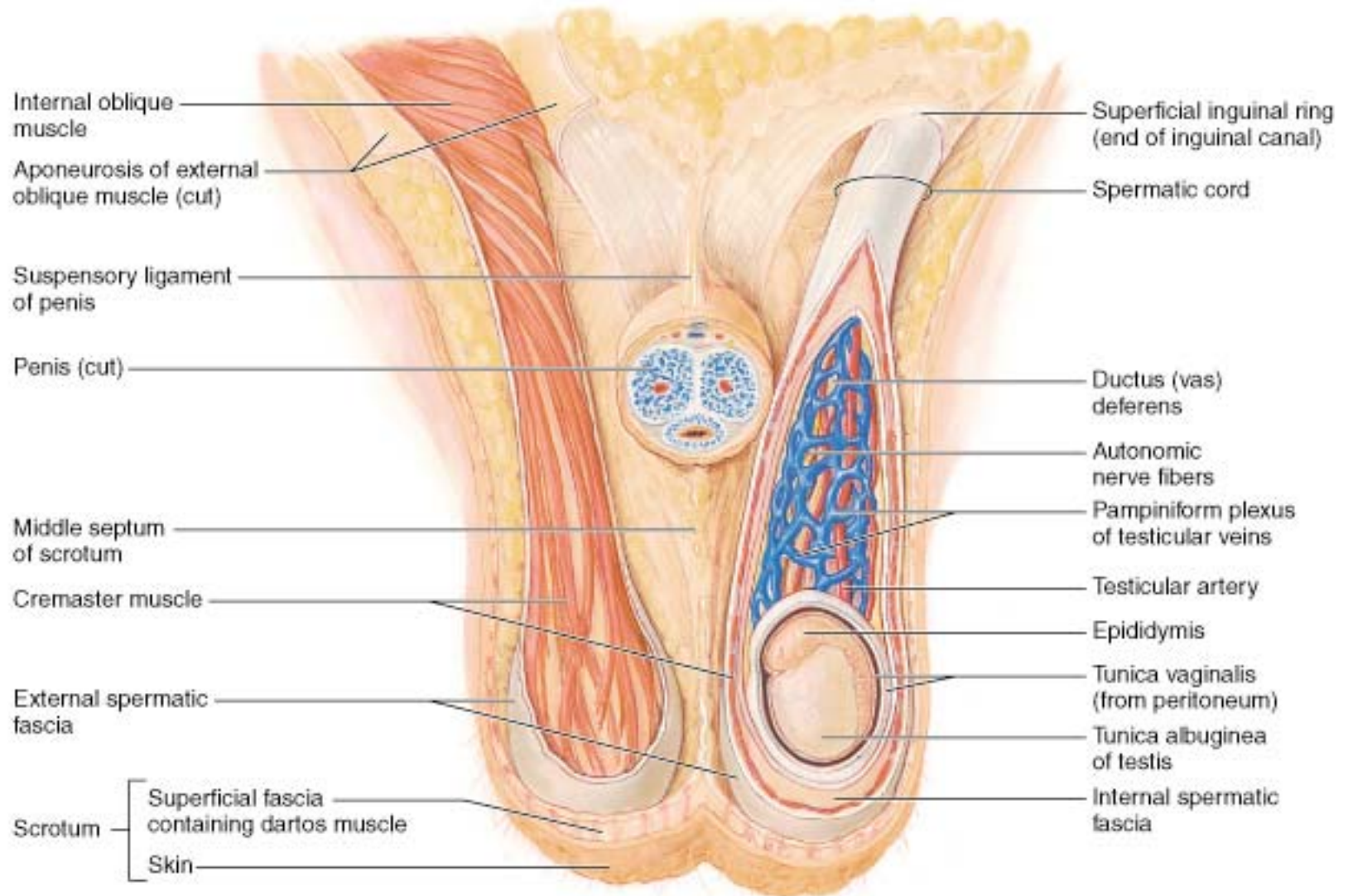
Geschlechtsorgane

- Organsystem, dessen Ausfall die geringsten unmittelbaren Folgen für das Individuum hat
- Primäre Geschlechtsorgane (Gonaden)
 - Eierstöcke (Ovarien) bei ♀
 - Hoden (Testes) bei ♂
 - beide produzieren Keimzellen (Gameten) und Sexualhormone (Östrogene, Progesteron, bzw. Androgene)
- zusätzliche Geschlechtsorgane (Drüsen / Gänge / äußere G.O.)

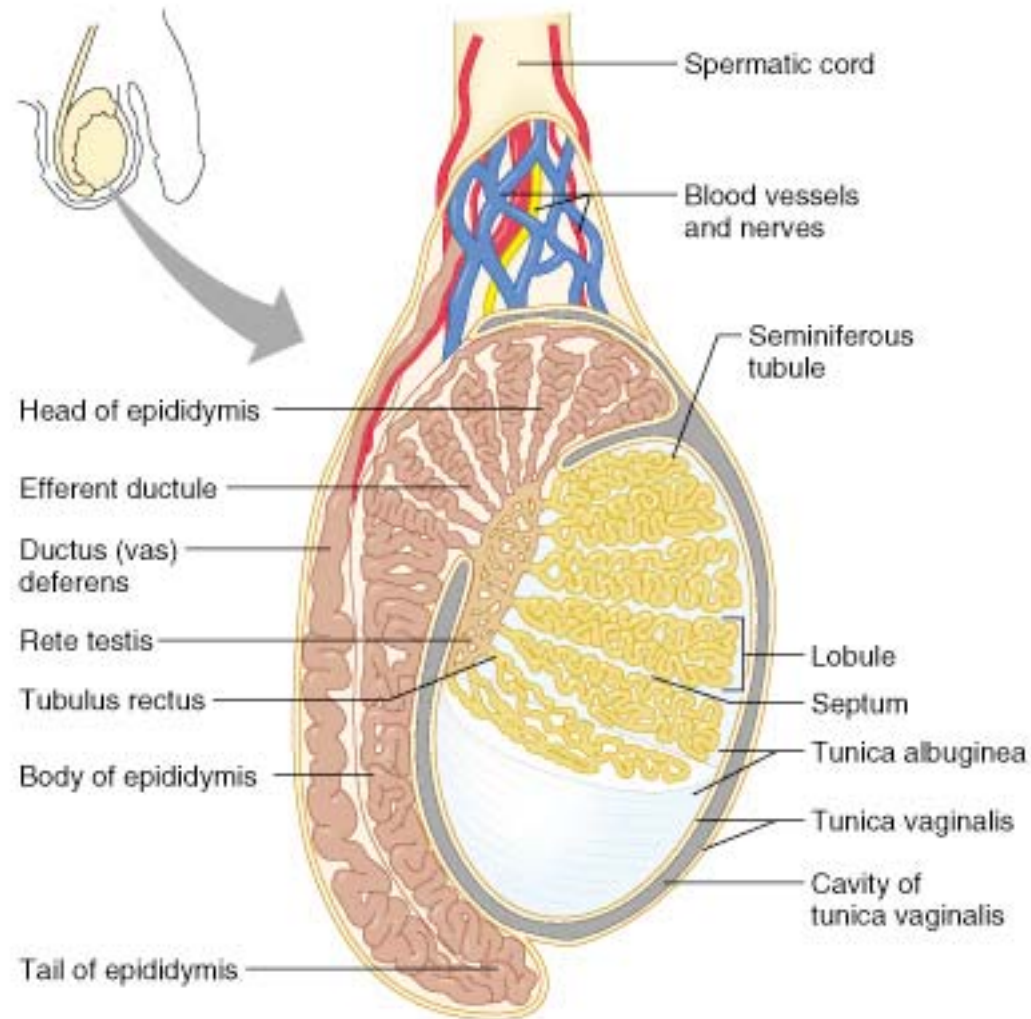
Reproduktionsorgane des Mannes



Hoden und Hodensack



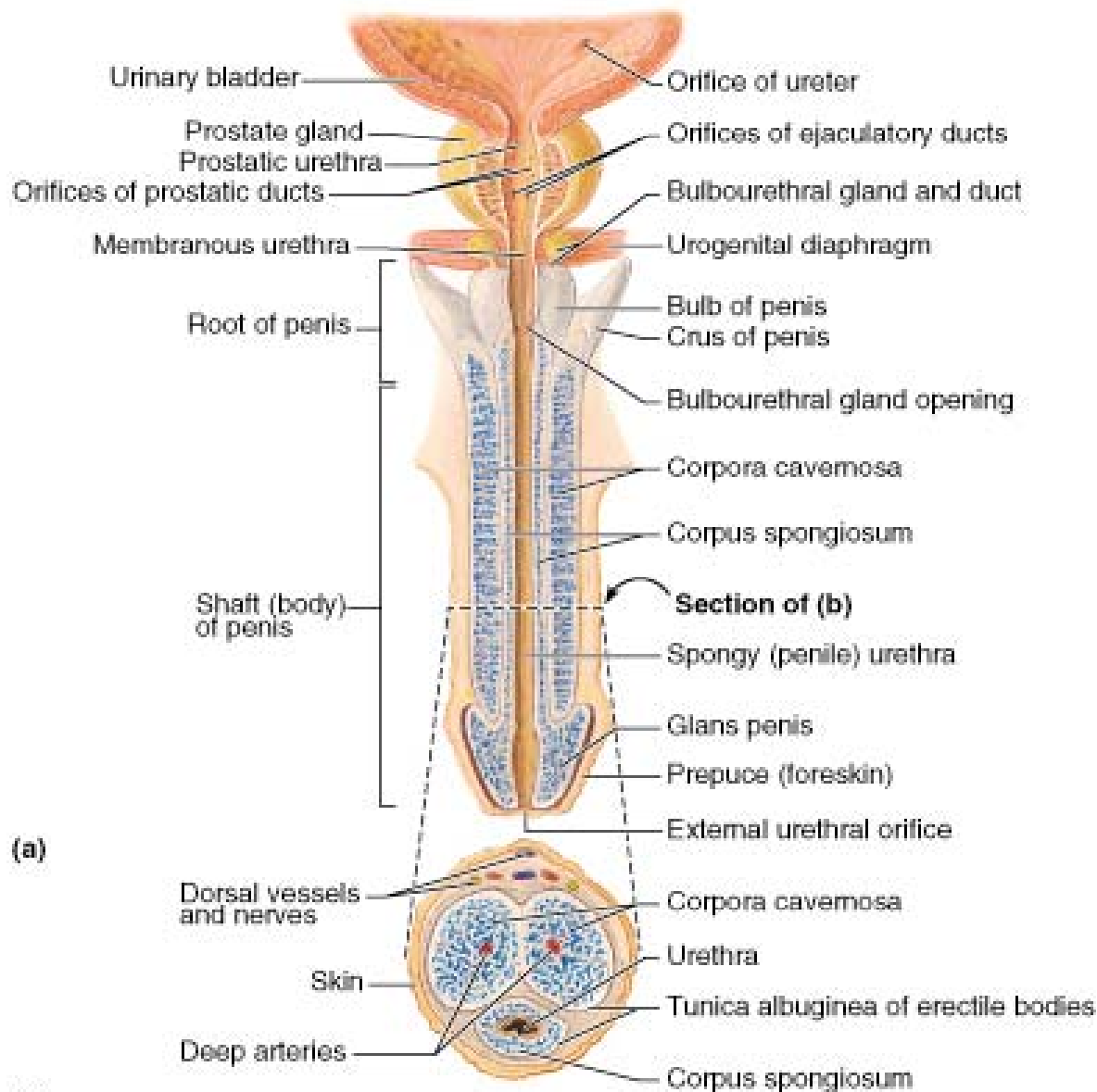
Struktur der Hoden und Nebenhoden



(a)

Copyright © 2001 Benjamin Cummings, an imprint of Addison Wesley Longman, Inc.

Struktur des Penis



Anatomie der männlichen Geschlechtsorgane: Hoden

- pflaumengroße Hoden (Testes) befinden sich im pigmentierten Hodensack (Skrotum), bei ca. 33°C
- Skrotum - Größe abhängig von Kontraktion des Cremaster-Muskels
- Samenproduktion in Samen-Kanälchen, Androgen-Produktion in Leydig-Zellen
- Ableitung durch Nebenhoden (Epididymis) -> Ableitungsgang -> durch Prostata (dort Vereinigung mit Harnröhre) -> Penisspitze
- zusätzliche Drüsen: Samenblasen, Prostata, Bulbourethraldrüsen
- Versorgung mit (geköhltem) arteriellen Blut und durch autonomes Nervensystem (empfindlich)
- Hoden-Ca häufigster maligner Tumor bei Männern von 15-35 Jahren (-> Selbstdiagnose, gute Prognose)

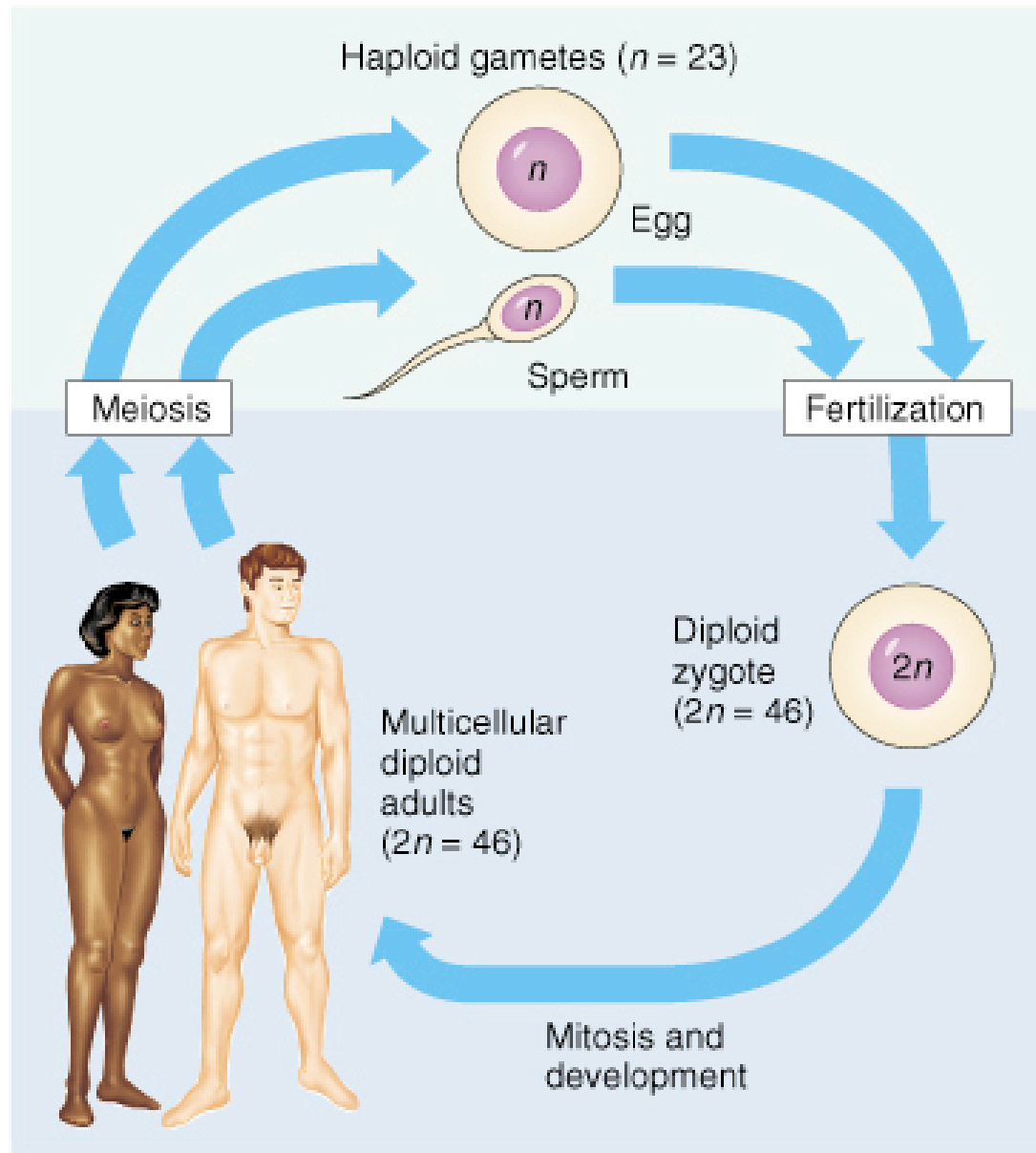
Penis, Ausführungsgänge, Drüsen

- Penis dient der Spermien-Einbringung in die weiblichen Geschlechtsorgane
- bildet gemeinsam mit Hodensack die männlichen äußeren Geschlechtsorgane (Genitalien)
- 2 Abschnitte: Wurzel und Körper (mit Eichel und Vorhaut)
- Innenbau: zentrale Harnröhre und 3 lange Erektions-Körper: zentrales Corpus spongiosum; 2 dorsale Corpora cavernosa (schwammartiges Bindegewebe mit glatter Muskulatur)
- Füllung der Erektionskörper mit Blut -> Erektion
- durch Muskel am knöchernen Becken befestigt
- Nebenhoden: Ganglänge ca. 6 m (!), Spermien benötigen ca. 3 Wochen zum Durchqueren und reifen dabei
- bei Orgasmus: Kontraktion der glatten Muskulatur in Nebenhoden + Peristaltik der Ausführungsorgane -> Ejakulation; bei Fehlen: Phagozytose
- Vasektomie führt zu fast 100 % sicherer Verhütung (irreversibel)
- Samenflüssigkeit besteht aus Spermien + Sekret von Prostata (30 % d. Vol.) & Samenblasen-Sekret (60 % d. Vol.)
- 2-5 ml Ejakulat mit 50-130 Millionen Spermien/ml, Tendenz abnehmend: 50 %/50 Jahre
- Prostata: ca. kastaniengroß, im Alter vergrößert, Ca häufig

Physiologie der männlichen Geschlechtsorgane

- Erektion = Volumenvergrößerung & Versteifung des Penis durch Arteriolen-Erweiterung, unter Einfluss von parasymp. Nervensystem -> NO
- Ejakulation: unter Einfluss von Sympathikus (Orgasmus):
 - Kontraktion von Nebenhoden und Ausführungsgängen
 - Kontraktion der Penis-Muskulatur
 - Kontraktion des Blasen-Verschluss-Muskels
 - intensive positive Gefühle, Herzschlag \uparrow , RR \uparrow

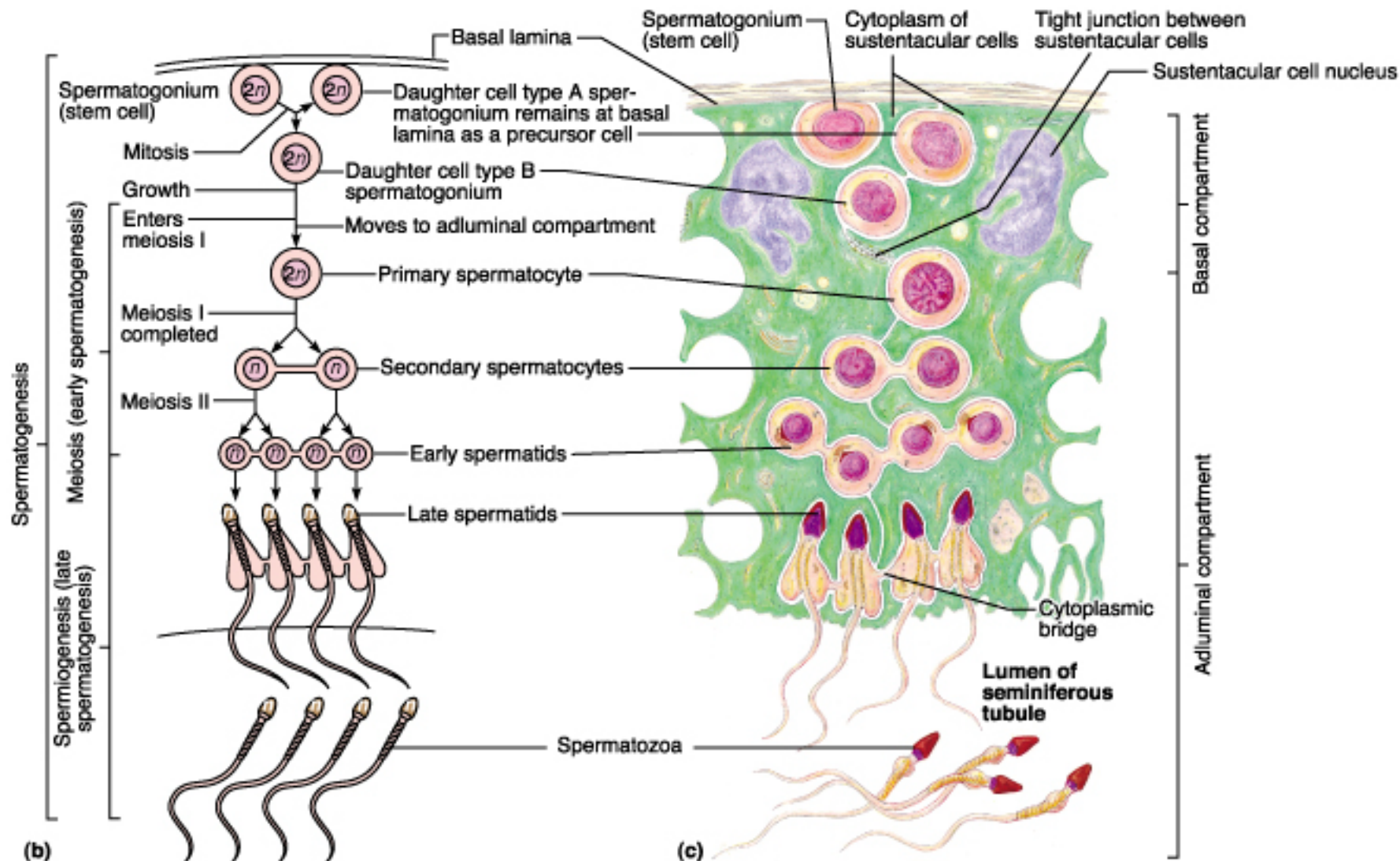
Der menschliche Lebenszyklus



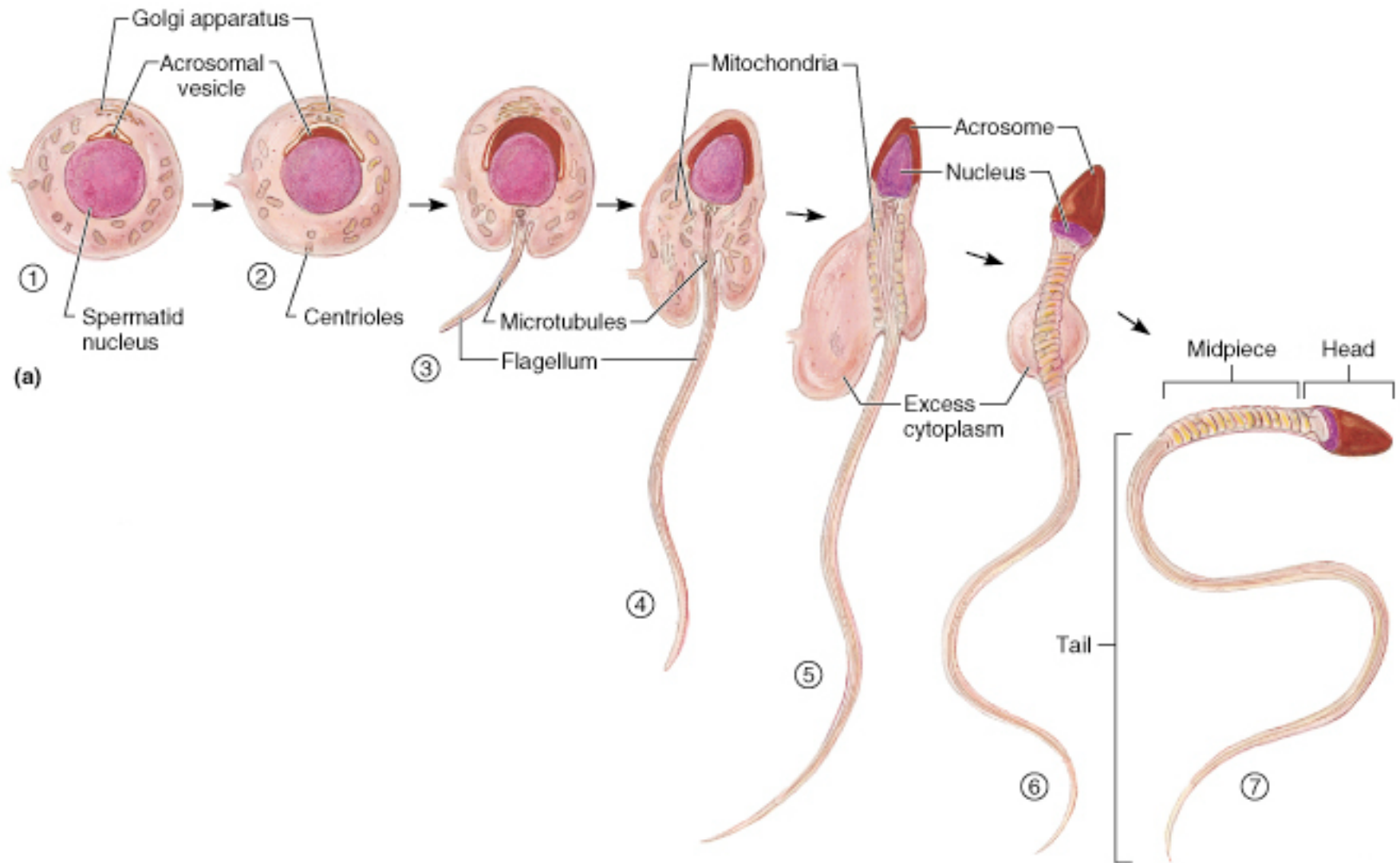
Meiose

- Spermien werden in den Samenkanälchen der Hoden gebildet
- ca. 400 Millionen/Tag
- beginnt in der Pubertät, ca. 14. Lebensjahr
- beginnt mit Reduktion des diploiden (46) zum haploiden Chromosomensatz (23) (Meiose; nur in den Gonaden)
 - ‚verdoppelte‘ Chromosomen suchen sich ihre homologen Partner
-> Tetraden (evtl. Crossover) (Meiose I)
 - zufällige Trennung der maternalen & paternalen Chromosomen -> haploider Satz
 - Trennung der identischen Kopien (Meiose II)

Spermatogenesis



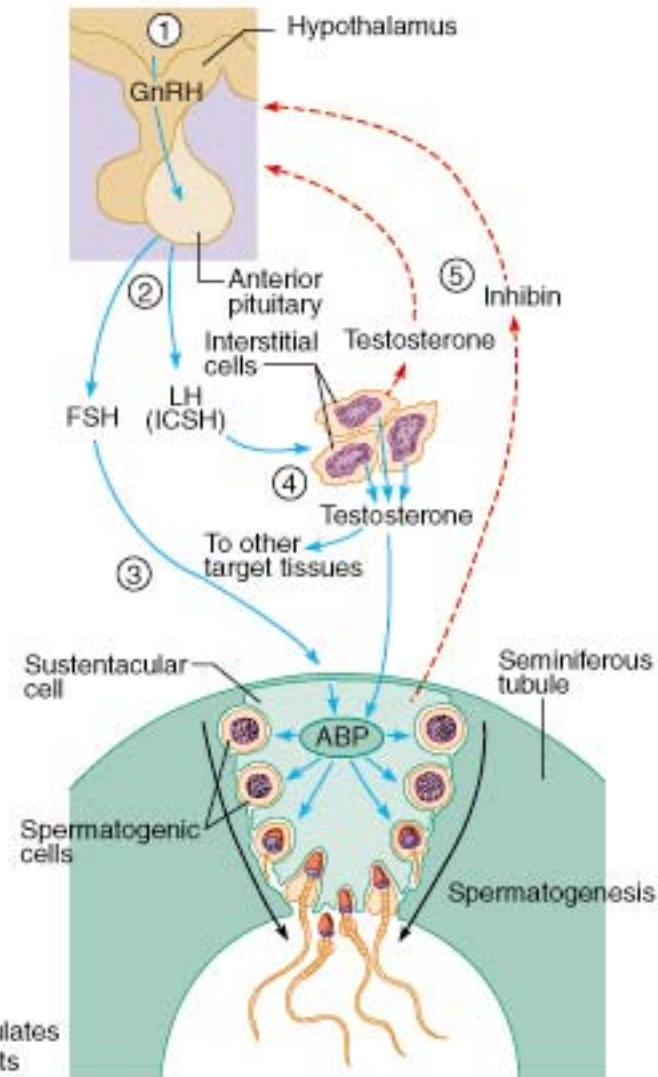
Spermiogenesis



Spermatogenese

- dauert insg. ca. 64-72 Tage
- früheste = unreife Zellen in Samenkanälchen = Spermatogonien
- teilen sich ständig mitotisch ab Pubertät -> 2 Typen weiterer Spermatogonien
- Spermatogonien A = bleiben an Basalmembran -> Aufrechterhaltung der Zelllinie
- Spermatogonien B = werden zu primären Spermatozyten (-> produzieren 4 Spermien)
- primäre Spermatozyten -> Meiose I -> 2 kleinere, haploide sekundäre Spermatozyten -> Meiose II -> je 2 Spermatiden (= kleine runde Zellen)
- Spermatiden wachsen zu Spermien aus (lateinisch: Spermatozoon): Kopf (genetisches Material) / Mittelteil (Stoffwechsel) / Schwanz (Bewegung)
- Ernährung & Schutz durch Stütz-Zellen

Hormonelle Kontrolle der Hodenfunktion



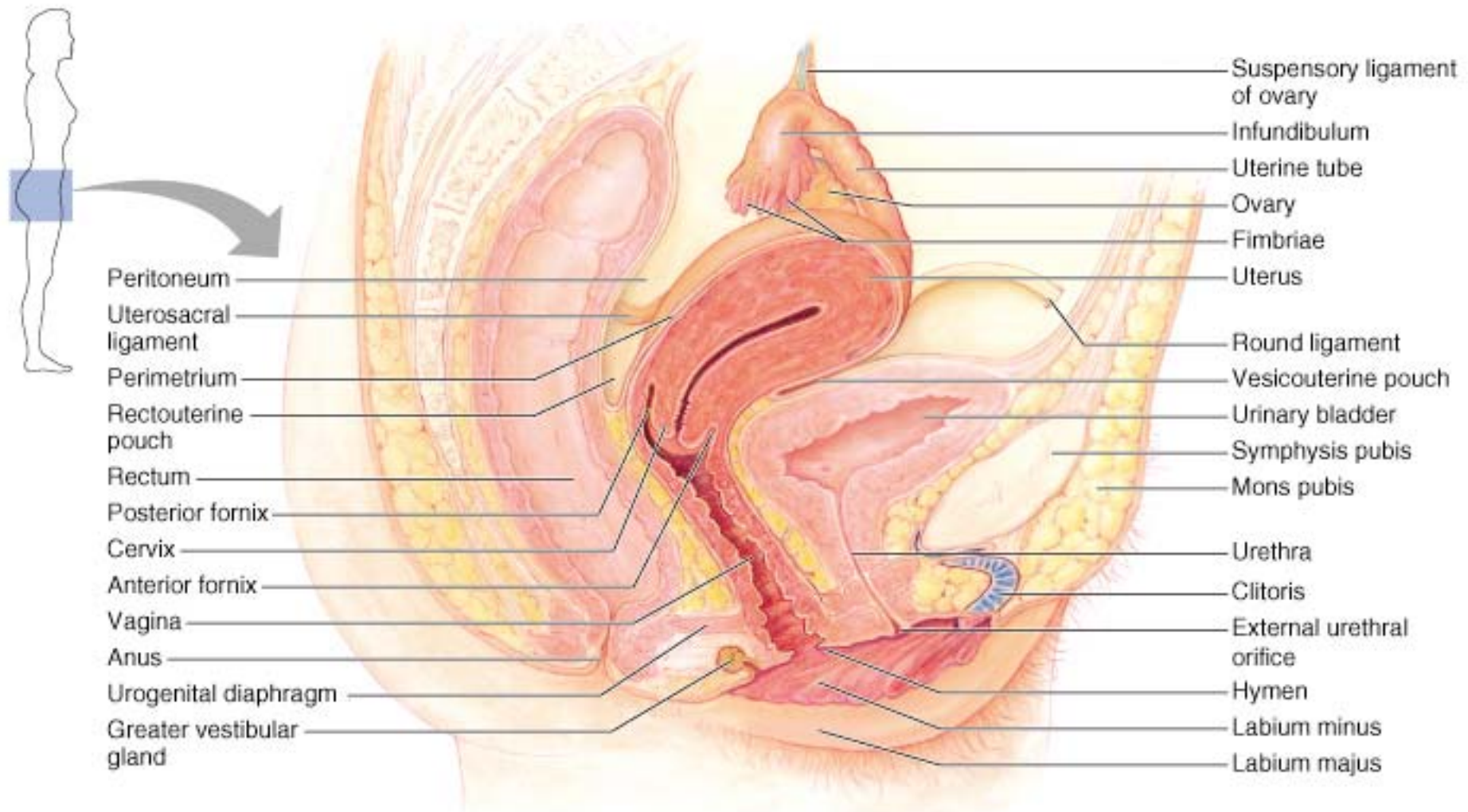
Hormonelle Regulation der männlichen Geschlechtsfunktion

- Regulation von Spermatogenese und Androgen-Produktion in den Hoden erfordert Interaktionen zwischen Hypothalamus, Hypophyse und Hoden
 - Hypothalamus -> Gonadotropin-Releasing-Faktor (GRF)
 - GRF -> Vordere Hypophyse -> Follikel-stimulierendes Hormon (FSH) + luteinisierendes Hormon (LH)
 - FSH -> Stützzellen -> Androgen-bindendes Protein -> Testosteron-Anhäufung in spermatogenetischen Zellen -> Spermatogenese ↑
 - LH -> Leydig-Zellen -> Testosteron-Produktion ↑
 - Feedback über Blutkonzentration von Testosteron -> Hypothalamus, Hypophyse; sowie über Inhibin (aus Stützzellen): abhängig von Spermien-Konzentration (unterer Grenzwert 20 Millionen/ml)

Mechanismen der Testosteron-Wirkung

- Testosteron wird wie alle Steroid Hormone aus Cholesterol synthetisiert
- zur Wirkungsentfaltung wird Testosteron z. T. umgebaut, in manchen zentralen Neuronen zu Östrogen (!)
- ab Pubertät Einfluss auf Wachstum aller Geschlechtsorgane (G.O.)
- bei Erwachsenen: Spermatogenese, Aufrechterhaltung von Struktur & Funktion der G.O.; Libido ↑, Grundumsatz ↑
- Testosteron-Mangel: Samenvolumen ↓, partielle Atrophie der G.O., Erektions- und Ejakulations-Störungen, Libido ↓

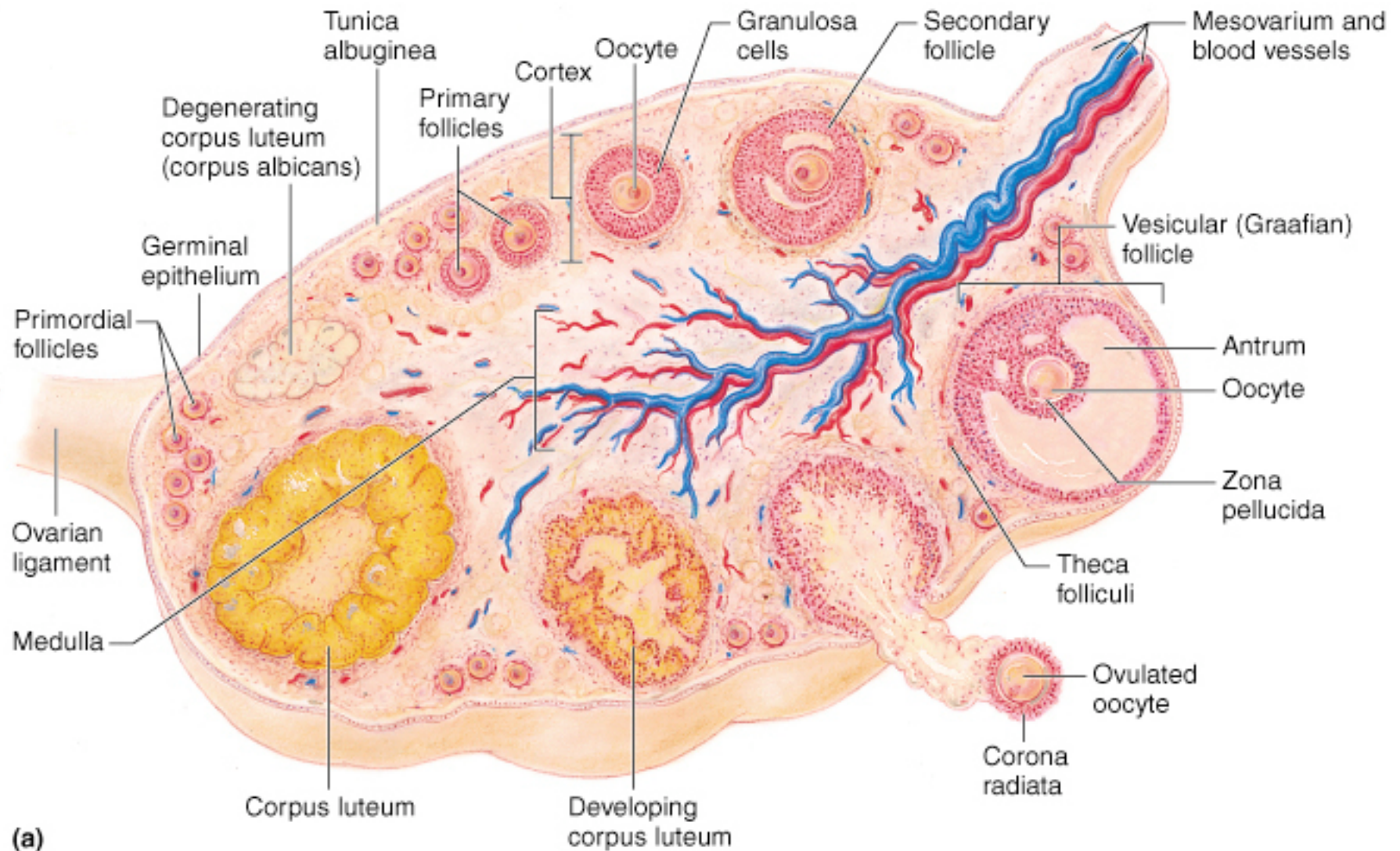
Mittsagittaler Schnitt durch das weibliche Becken



Anatomie der weiblichen Geschlechtsorgane 1: Eierstöcke

- paarige Organe beidseits des Uterus mit doppelter Funktion
 - primäre Reproduktionsorgane: produzieren die Keimzellen (Gameten)
 - produzieren Sexualhormone: Östrogene & Progesteron
- werden durch Ligamente am Becken gehalten
- äußere Rinde beherbergt die sich bildenden Eier (Follikel mit Oozyt)
- innere Medulla (Mark) enthält große Blutgefäße und Nerven
- Reifung: Zunahme der umhüllenden Schichten der Oozyten, später Flüssigkeitsraum (Antrum) -> Graaf'sches Follikel
- alle vier Wochen: Ovulation (Eisprung) = Freisetzung der Oozyte, Rest bildet Corpus luteum

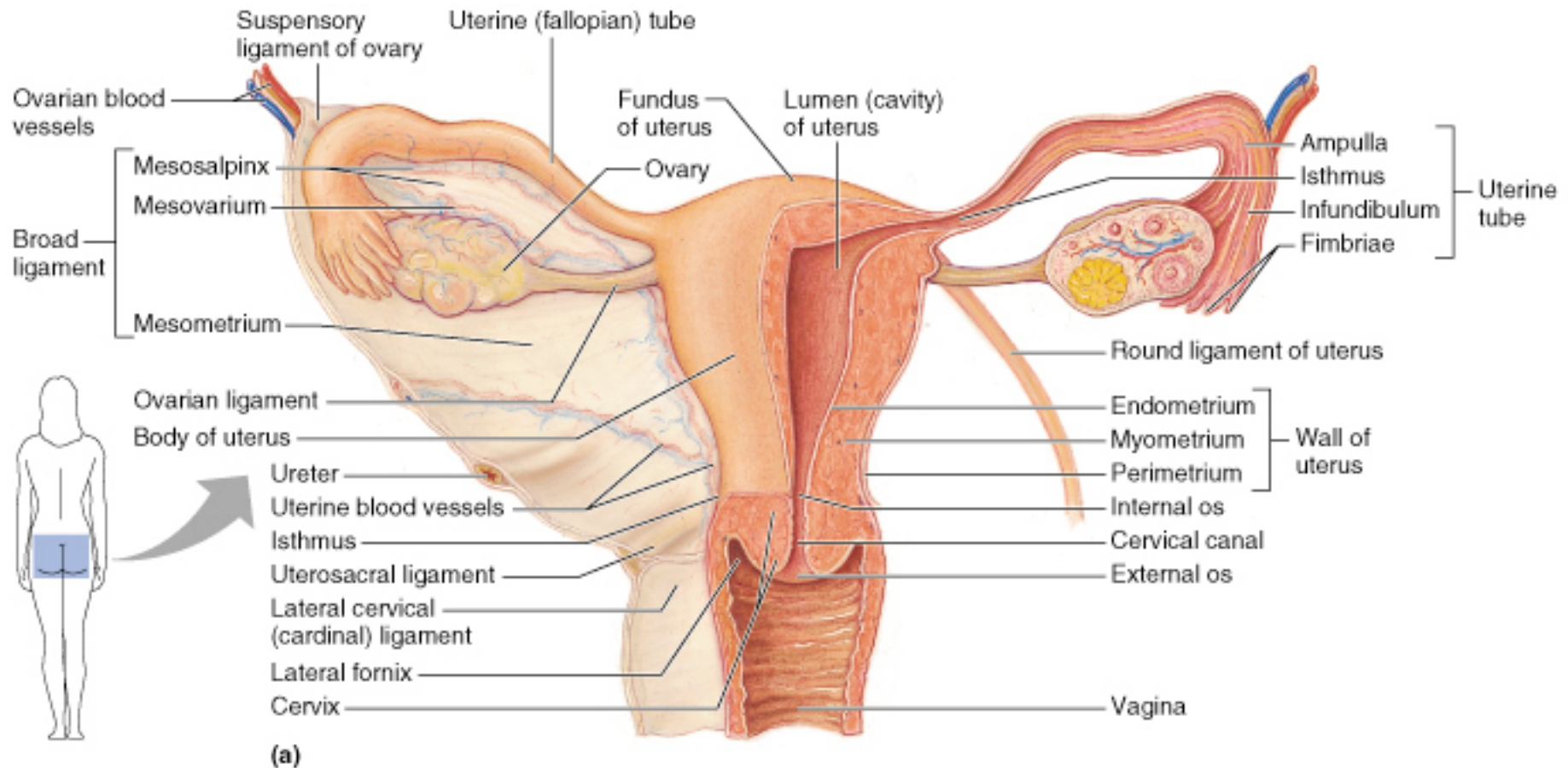
Struktur eines Ovars (Eierstock)



(a)

Copyright © 2001 Benjamin Cummings, an imprint of Addison Wesley Longman, Inc.

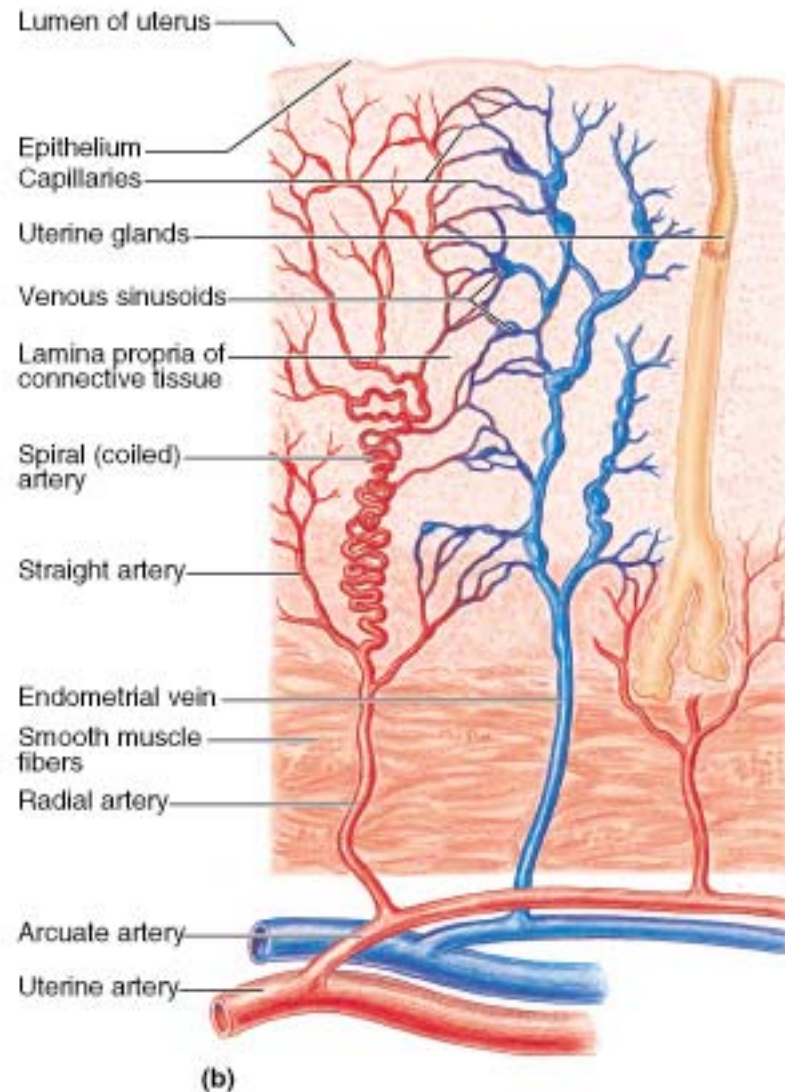
innere Reproduktionsorgane der Frau



Eileiter und Uterus

- Eileiter (uterine Tuben) leiten das Ei ca. 10 cm weit von den Eierstöcken zum Uterus
- Befruchtung erfolgt ggf. im Eierstock, meist in Ampulla (Erweiterung nahe Eierstock)
- kein direkter Kontakt Eileiter zu Eierstöcken, sondern Art von ‚Reuse‘, die Oozyten ‚einfängt‘ (offenes Ende! -> Bauchhöhlen-Schwangerschaft)
- Zilienbewegung + Peristaltik bewegen Oozyten in Richtung Uterus
- Uterus hat mindestens Größe etwa einer Birne, verschiedene Bänder
- enthält schleimproduzierende Drüsen insbesondere im Cervix -> Blockierung des Eingangs gegen Bakterien (+ Spermien) -> durchlässiger während Mitte der Periode
- 3-schichtige Uteruswand: Perimetrium (= viszerale Peritoneum) / Myometrium / Endometrium (alle 4 Wochen erneuert, Versorgung über Spiral-Arterien stoppt)

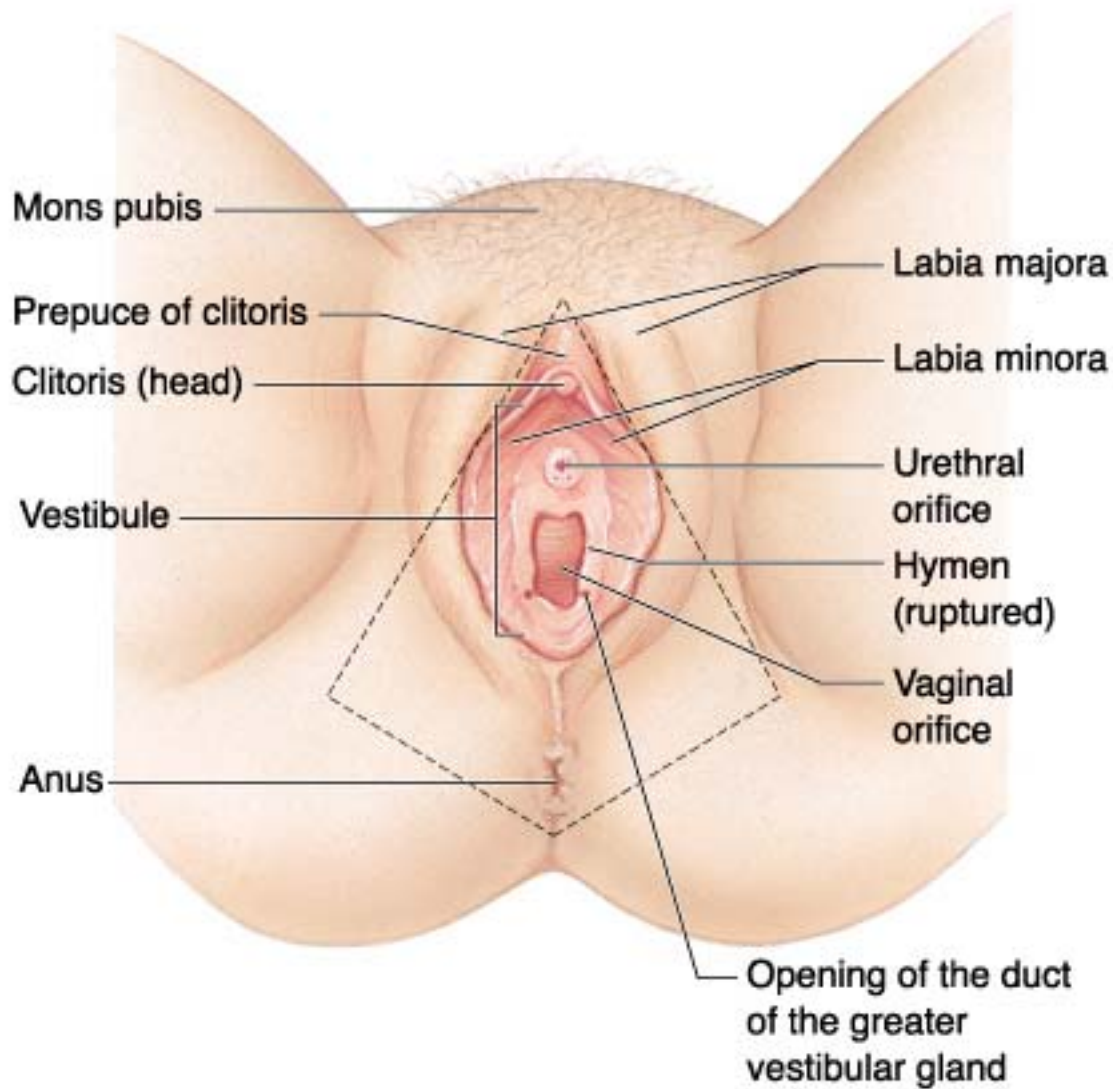
Blutversorgung der Uterusschleimhaut (Endometrium)



Vagina

- dünnwandiges, ca. 8-10 cm langes Rohr
- an vorderer Begrenzung tritt Harnleiter aus
- Geburtskanal, Ausführungsgang für Menstruation, funktionelles Gegenstück zum Penis (♂)
- 3-schichtige Wand: fibroelastische Adventita / Muskularis / Mukosa mit „Rillen“ (-> Stimulation)
- **keine** Drüsen, wird befeuchtet von Uterus-Drüsen
- Absonderung von Glykogen -> bakterieller Abbau zu Milchsäure -> pH↓ (bei Minderjährigen oft alkalisch statt sauer -> Infektionsgefahr↑)
- ursprünglich unvollständiger Verschluss durch Mukosa nahe des Ausgangs = Hymen (Jungfernhäutchen), stark vaskularisiert und von sehr variabler Stärke

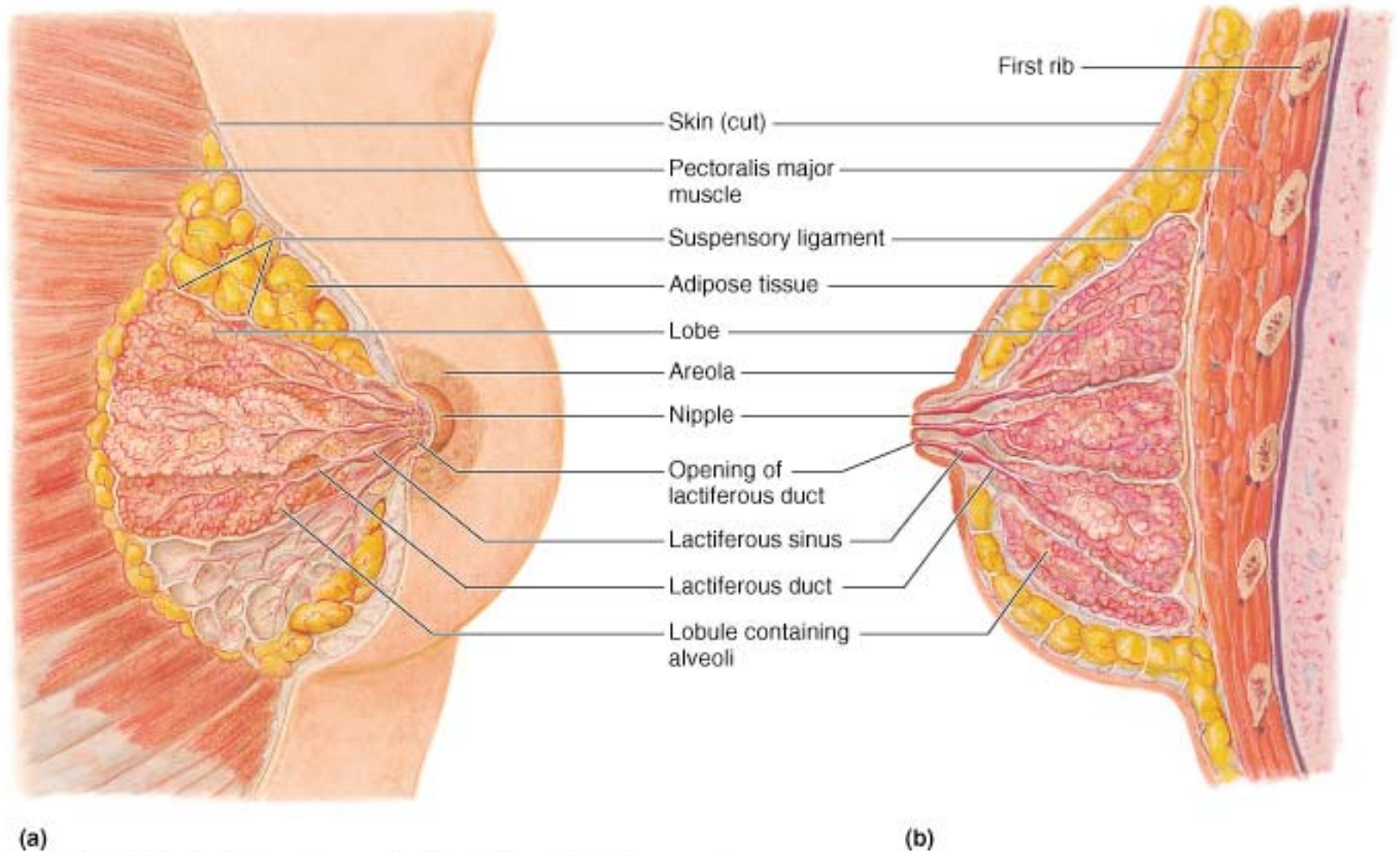
Externe Geschlechtsorgane (Vulva) der Frau



Äußere Geschlechtsorgane

- äußere Genitalien (Vulva) liegen außerhalb der Vagina
 - Schambeinhügel (Mons pubis): behaartes Fettpolster oberhalb der Symphyse (= Schambein)
 - von dort ausgehend, nach hinten verlaufend, beidseits je eins der Labia majora (Homologe des Skrotums)
 - umschließen die Labia minora: haarfreie, dünne Hautfalten (Homologe des ventralen Penis)
 - umschließen ‚Vestibulum‘ (?), das die Ausführungsgänge von Harnröhre (Urethra) und Vagina enthält
 - neben der Vagina-Öffnung: große vestibuläre Drüsen (Homolog: bulbourethrale Drüsen) -> Befeuchtung
 - vor dem Vestibulum, hinter der Vereinigung der Labia minores: kleine Clitoris: erektile, reich innerviert, sensibel (Homolog: Penis)

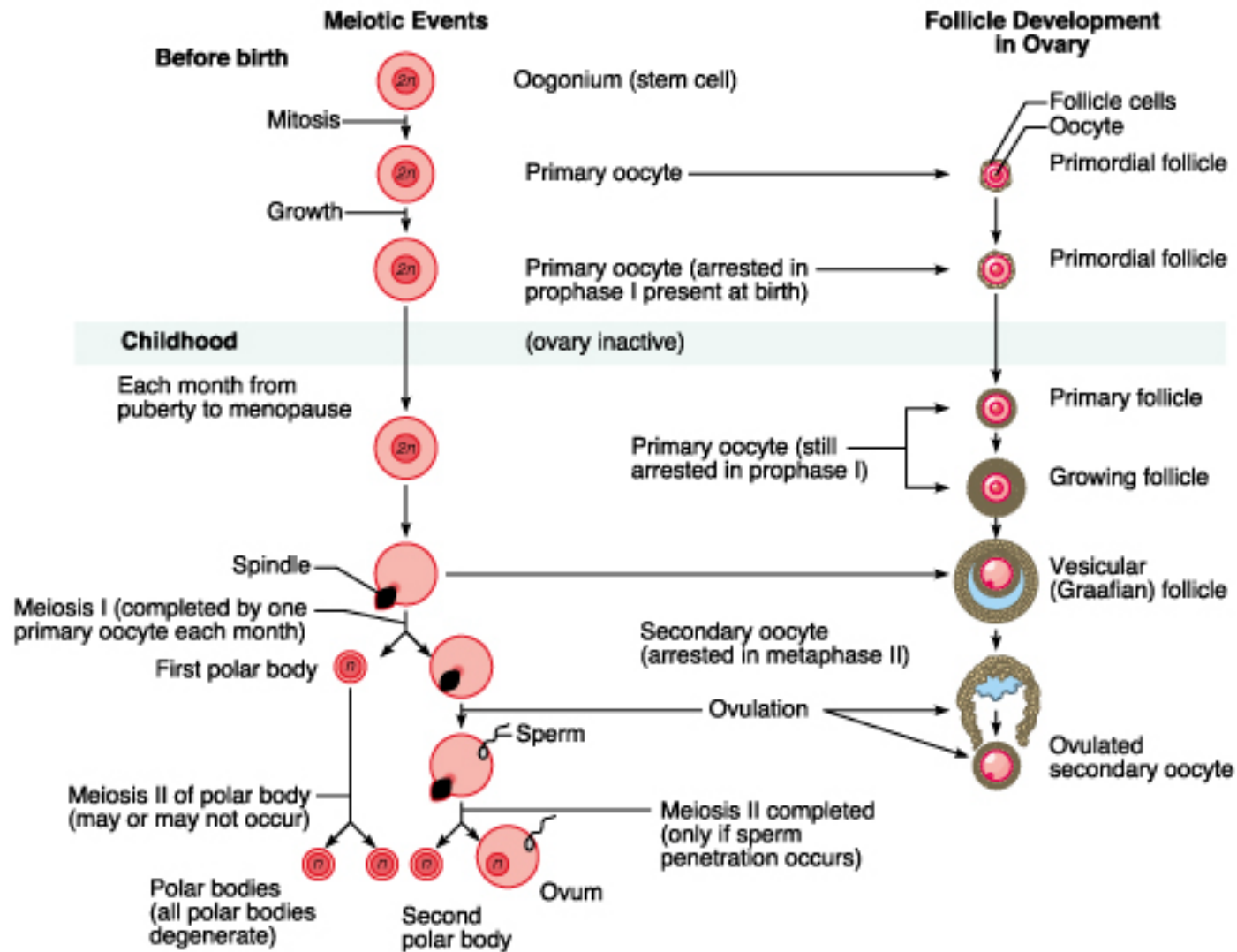
Struktur der milcherzeugenden Brustdrüse



Brustdrüsen

- bei beiden Geschlechtern vorhanden, i. d. Regel nur bei ♀ funktionstüchtig (-> Milchproduktion für Neugeborene)
- entwicklungsgeschichtlich: modifizierte Schweißdrüsen -> Hautbestandteile
- Brust mit Brustwarze (Ausführungsgangende) / Areole (enthält große Hautdrüsen) / Fettgewebe / Drüsengewebe / Aufhängebänder
- insg. ca. 25 Läppchen mit Ausführungsgängen zur Brustwarze; Untereinheiten: Läppchen mit Milch-produzierenden Alveolen (Bläschen) und kleiner Höhle (Sinus)
- Drüsenstruktur nur vor & während der Milchproduktion, sonst überwiegend Fettpolster
- Brust-Ca relativ häufig (200.000 ♀ /Jahr in USA)
Genetische (BRCA 1,2) und Umweltfaktoren (Rauchen, Alkohol, Oestrogen?)

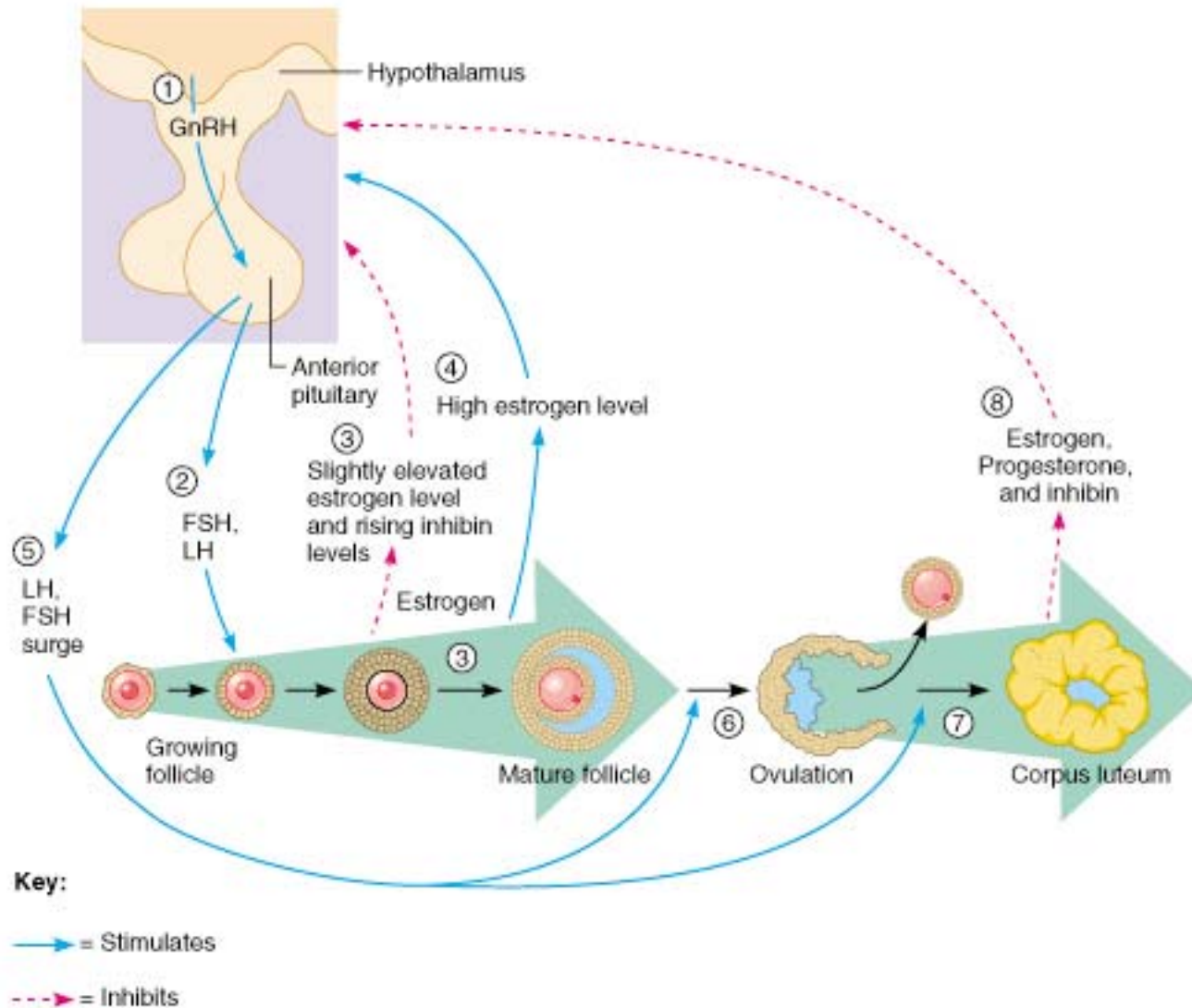
Entwicklung eines Ei (Oogenese)



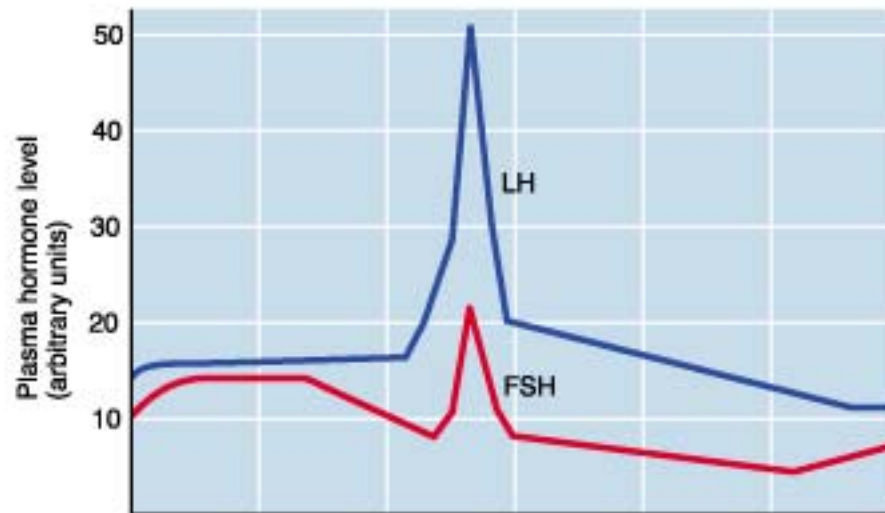
Physiologie der weiblichen Geschlechtsorgane

- sämtliche Oocyten (Eier) sind bereits bei Geburt angelegt (ca. 2×10^6) (\neq Keimzellen ♂), Reifung sequentiell ab Pubertät -> Menopause
- Oogenese dauert Jahre, primäre Follikel/Oozyten beginnen erste meiotische Teilung, aber verharren in Prophase 1 für zumindest 10-14 Jahre
- bei Pubertät noch ca. 400.000 Oozyten vorhanden, jeden Monat werden einige aktiviert
- nur eine (in 98 %) führt jeweils eine Meiose 1 zu Ende -> 2 haploide Zellen
- die kleinere haploide Zelle = Polarkörper -> geht zugrunde
- die (weitaus) größere -> Sekundärer Oozyt, verharrt in Metaphase II -> Ovulation
- nur nach Befruchtung -> Beendigung von Metaphase II -> große Eizelle + kleiner Polarkörper
- befruchteter Oozyt wandert 7 Tage lang zum Uterus -> Einnistung dort

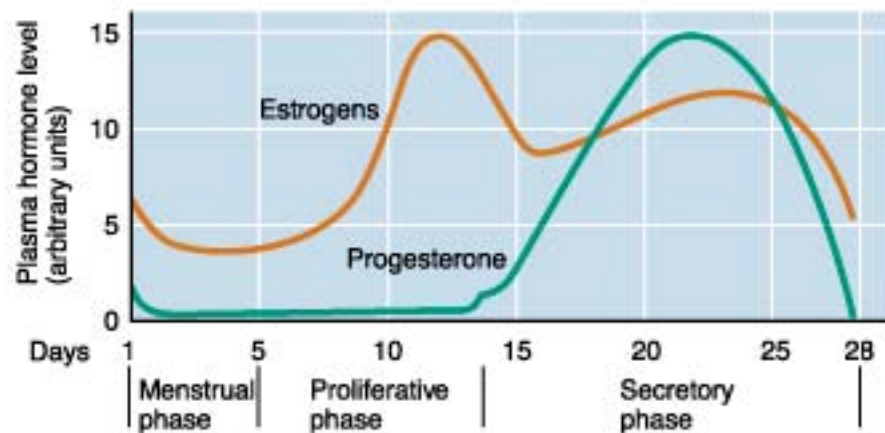
Feedback-Regulation der Ovarial-Funktion



Hypophysenhormone und Geschlechtshormone



(a) Fluctuation of gonadotropin levels



(b) Fluctuation of ovarian hormone levels

Copyright © 2001 Benjamin Cummings, an imprint of Addison Wesley Longman, Inc.

Ovarial-Zyklus

- **Follikuläre Phase**

- Follikel-Wachstum, ca. 14 Tage lang (Variationsbreite ca. 7-26 (!) Tage)
- Ur-Follikel -> Primäres Follikel -> Sekundäres Follikel -> Vestibuläres Follikel -> Abschluss der Meiose I -> Sekundärer Oozyt -> Ovulation

- **Ovulation**

- Abtrennung des Sekundären Oozyten -> peritoneale Höhle (evtl. Mittelschmerz)
- in 1-2 % -> mehrere Oozyten -> evtl. zweieiige Zwillinge (und mehr)

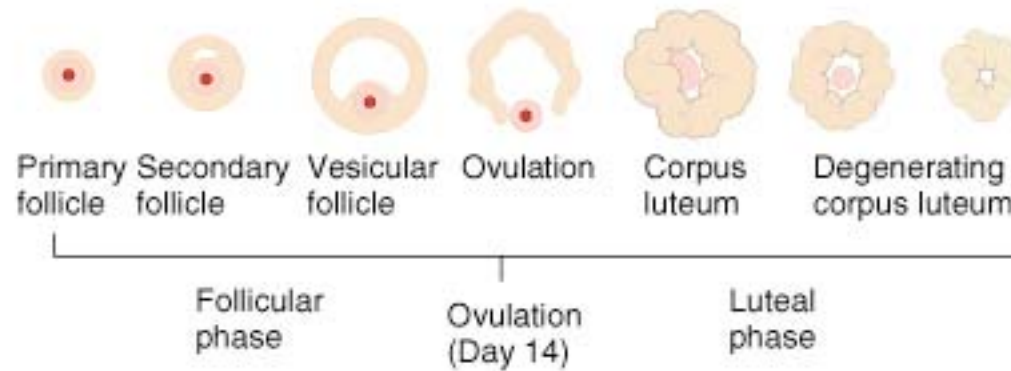
- **Luteale Phase**

- Kollaps des zerissenen Follikels -> wird durch Blut gefüllt -> Corpus haemorrhagicum -> Corpus luteum -> Progesteron (& Östrogen)
- falls keine Schwangerschaft -> Beginn der Degeneration des Corpus luteum nach ca. 10 Tagen, ansonsten Fortsetzung der Hormonproduktion bis Übernahme durch Plazenta (Mutterkuchen)

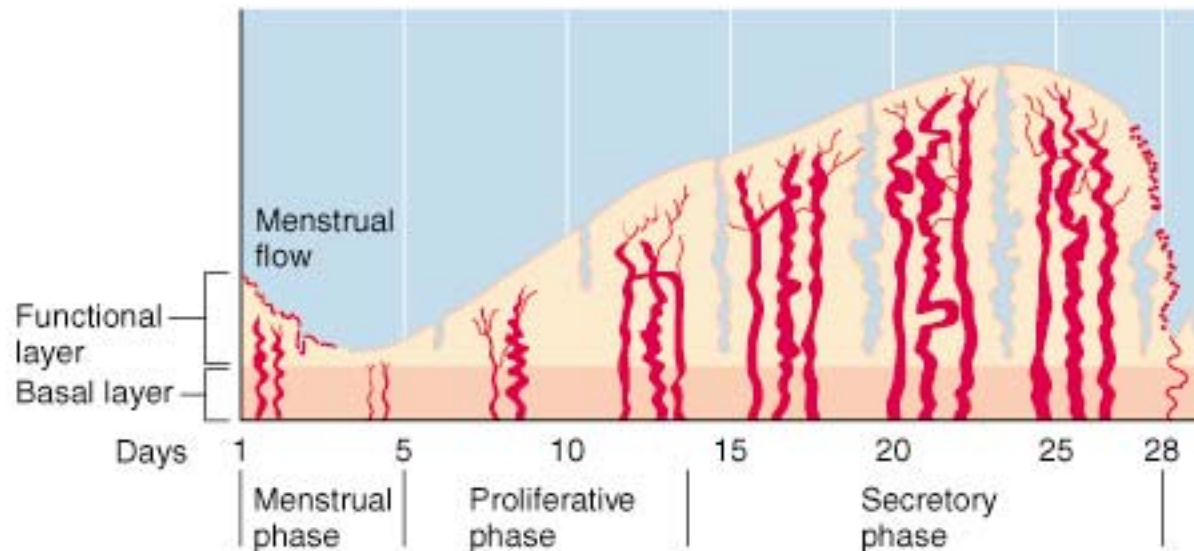
Hormonelle Regulation des Ovarial-Zyklus

- während Kindheit: geringe Östrogenproduktion in Ovarien -> hemmt Gonadotropin RF (GRF)
- Pubertät: Hypothalamus-Sollwertverstellung: GRF wird zyklisch sezerniert -> vordere Hypophyse -> FSH & LH -> Ovarien
- Menarche = erste Menstruationsperiode
- Hormonelle Interaktion während eines Zyklus:
 - 1. Tag GRF↑ -> FSH ↑, LH ↑ -> Follikel Wachstum, Östrogen ↑
 - Östrogen ↑ im Blut -> negatives Feedback zu Hypothalamus: FSH↓, LH ↓; positives Feedback: Östrogen ↑
 - ab kritischer Östrogen-Konzentration (ca. Mitte d. Zyklus) -> massive Ausschüttung von LH ↑ (teilweise FSH ↑)
 - LH ↑↑ -> dominantes Follikel beendet 1. Meiose -> Ovulation -> Östrogen ↓; Bildung des Corpus luteum -> Progesteron ↑, Östrogen ↑ -> negatives Feedback -> LH ↓, FSH ↓
 - LH ↓ -> Degeneration des Corpus luteum -> Östrogen↓, Progesteron ↓ (außer bei Einnistung eines Embryos, der LH-ähnliches Hormon produziert)

Menstruations-Zyklus



(c) Ovarian cycle



(d) Uterine cycle

Implantation

- Uterus ist **nur** ca. 7 Tage nach Ovulation zur Implantation bereit
- Menstruations-Zyklus = Serie zyklischer Veränderungen des Endometriums des Uterus unter Steuerung von Ovarialhormonen
- 1.-5. Tag: Menstruation: Abstoßung des Endometriums; Blutungen während Tag 1-3 bzw. 1-5
- 6.-14. Tag: Proliferative Phase: Neu-Aufbau des Endometriums, Verflüssigung des Cervix-Schleims gegen Tag 14
- 15.-28. Tag: Sekretorische Phase: Vorbereitung auf Einnistung (Progesteron); Uterus-Drüsen sezernieren Glykoproteine zur Embryo-Ernährung; Cervikal-Schleim formt ‚Verschluss‘ -> LH↓
- falls keine Befruchtung -> Progesteron ↓ -> Spasmus der uterinen Spiralarterien -> Absterben der Endometrium-Zellen, Selbstverdauung; plötzliche Öffnung der Spiralarterien -> geschwächte Kapillaren zerreißen, Endometrium wird abgestoßen (= Säuberung des Uterus)
- zu viel Streß, Nahrungsmangel, Untergewicht -> Amenorrhoe, Knochenverlust

Extrauterine Wirkungen von Östrogen und Progesteron

- Östrogen = „Erzeuger sexueller Aktivität“ (?), bewirkt Oogenese, Follikelwachstum, anabole Effekte auf Geschlechtsorgane, Wachstumsschub ca. im 12.-13. Lebensjahr, früherer Schluss der Epiphysenfugen (Ende Wachstum E 15.-17. L.J.; ♂ 19.-21. L.J.)
- Östrogen -> Brustwachstum / Fettablagerung in Brüsten & Hüften / Verbreiterung des Beckens / Schambehaarung / Blut-Cholesteroll↓, Ca⁺-Aufnahme↑
- Progesteron: unterstützt Östrogen-Wirkung -> Menstruations-Zyklus + Wirkungen während der Schwangerschaft (Name!)

Weibliche Sexualantwort

- insgesamt ähnlich der männlichen (!?)
- Blutfüllung von Clitoris, vaginaler Schleimhaut und Brüsten (insb. Brustwarzen)
- erhöhte Aktivität der vestibulären Drüsen -> Befeuchtung
- Erregung vermittelt über die gleichen neuronalen Verschaltungen wie beim Mann
- Orgasmus verbunden mit erhöhtem Muskeltonus im gesamten Körper, RR↑, Pulsrate ↑, rhythmische Uterus-Kontraktionen
- starkes Lustgefühl, gefolgt von Entspannung, keine Refraktärperiode (≠ ♂)
- Orgasmus nicht erforderlich für Befruchtung

Sexuell übertragene Krankheiten

- 12 Millionen Neuinfizierte/Jahr in USA
- AIDS (HIV-Virus)
- Gonorrhoe (*Neisseria gonorrhoe*)
- Syphilis (*Treponema pallidum*): Latenzzeit einige Wochen, dann Monate
-> Jahre
- Chlamydia (*Chlamydia trachomatis*; häufigste G.K. !): 80 % der E
zunächst symptomlos
- genitale Warzen (menschliches Papillomavirus: HPV): 10⁶ USA/Jahr
- genitaler Herpes (Herpes simplex, Epstein-Barr) -> meist unerkannt,
25 % aller USA-Bewohner vermutlich infiziert

Empfängnisverhütung (1)

- überwiegend von Frauen angewendet
- ‚Anti-Baby-Pille‘: Östrogen & Progesteron -> Scheinschwangerschaft
(6 Schwangerschaften bei 100 Frauen/Jahr 📊 6 %)
- Postkoitale Verhütung („Pille danach“): höhere Dosierung von Östrogen/
Progesteron (innerhalb von 72 h)
- Mifepriston (R4486) (Abtreibungspille) zusammen mit Prostaglandin
-> Uterus-Kontraktion -> Abort (7 Wochen)
- Implantat mit Progestin, hält 5 Jahre, 0,05 % Schwangerschaften (?)
- Synthetisches Progesteron: alle 3 Monate (0,4 % Fehlerrate)
- Spirale: sichere Kontrazeption, aber Gefahr von Uterus-Perforation ect.

Empfängnisverhütung (2)

- Tuben-Ligatur (Unterbrechung der Tuben des Uterus)
- Vasektomie (Durchtrennung d. Vas deferens) (Ligatur + Vasek: 33 % der US-Paare)
- Coitus interruptus: hohe Dunkelziffer
- Rhythmus-Methode: Temperaturmessung/Beobachtung der Schleim-Konsistenz
- Barriere-Methoden
 - Diaphragma
 - Kondome
 - spermizide Gele etc.

Entwicklungsstadien

- Entwicklung der Geschlechter aus gemeinsamer Vorstufe (5.-6. Woche morphologisch identisch)
- bei Testosteron-Mangel: E Phänotyp (trotz xy)
- bei Testosteron-Tumor der Mutter: ♂ Phänotyp (trotz xx)
-> Pseudohermaphroditen
- Pubertät Beginn: 8.-14. Lebensjahr, Ende: ? Testosteron↑↑, Östrogen ↑↑
- Menopause: ca. 46.-54. L.J., nur wenige Eier im 50. L.J. übriggeblieben
-> Östrogen ↓, anovulatorische Zyklen, oder 3-4 Oozyten/Zyklus, Rückentwicklung der Geschlechtsorgane, Stimmungstief