

БИОЛОГИЈА ЧОВЕКА

РЕПРОДУКТИВНИ СИСТЕМ

8. предавање

XVI XII MMXXV

Проф. др Данијела Петровић

Педагошки факултет – Сомбор
Универзитет у Новом Саду

РЕПРОДУКТИВНИ СИСТЕМ

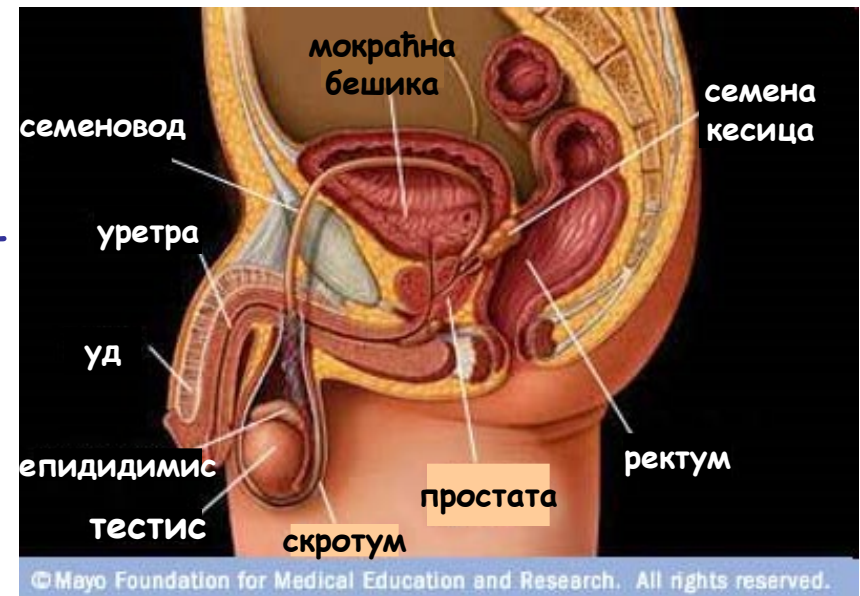
- У биолошком смислу примарна функција репродуктивних органа је одржавање и продужење врсте.
- Стварање потомства омогућено је производњом полних ћелија, као и њиховим спајањем у овом систему органа.
- За разлику од осталих система органа, репродуктивни органи се разликују код жена и мушкараца, а заједничко им је да ни мушки ни женски систем органа за репродукцију није у функцији пре пубертета.
- Женски репродуктивни (полни) систем је много компликованији него мушки, и у погледу грађе и у погледу функције, пошто није само предодређен за продукцију полних ћелија, него и за чување оплођене јајне ћелије, развијање зигота, као и за рађање новог организма.
- Оба репродуктивна система имају свој **герминативни** као и свој **ендокрини** део (на тај начин се преклапају и са ендокриним системом). Пошто су испреплетани и са екскреторним органима, често се обједињују и говори се као о урогениталном систему.

МУШКИ РЕПРОДУКТИВНИ ОРГАНИ

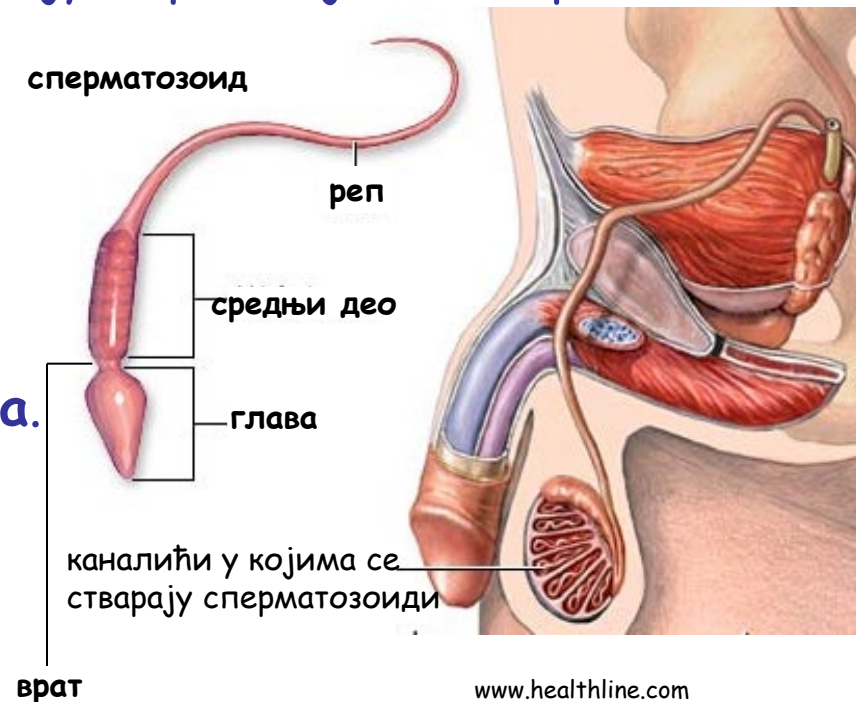
- У мушки полни систем спадају: тестиси (семеници), епидидимиси (пасеменици), семеновод, простата, семене кесице и мушки полни уд (пенис).

- **ТЕСТИС** (семеник, јаје)

- Основни и најважнији део мушког репродуктивног система. То је парни орган, овалног облика, величине ораха и тежине око 40-50 г. Смештен је између бедара, изван абдоминалне шупљине у специјалним кожно-мишићним врећицама означеним као **мошнице** или **скротуми**.
- Тестис је мала жлезда која има и егзокрину (стварање и лучење сперматозоида) и ендокрину функцију (стварање и лучење тестостерона).

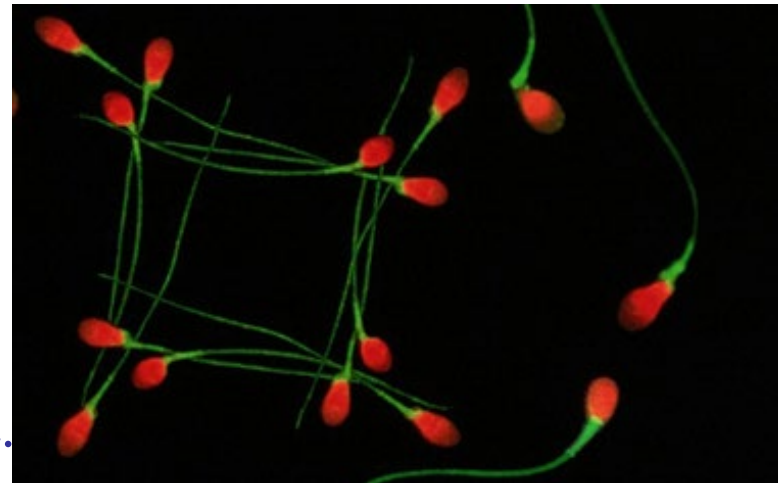


- Ткиво тестиса се састоји од три врсте ћелија:
 - 1) **Сертолијеве ћелије** – потпорни део
 - 2) **Сперматогене ћелије** – герминативни део
 - 3) **Лајдигове ћелије** – ендокрини део
- Ткиво тестиса је везивним преградама издељено у режњиће тј. лобулусе којих има и до 250. Унутар тих режњића налази се до четири семена канала који формирају мрежу завитих, веома уских (0,1-0,2 mm) каналића, којих има око 600 у сваком тестису. Сви ти изводни каналићи на крају формирају изводне канале, који са дорзалне и горње стране тестиса формирају епидидимис.
- Епител семених каналића формирају Сертолијеве, сперматогене и Лајдигове ћелије.
- У тим каналићима се ствара, а у каснијим токовима кроз њих и путује, мушка полна ћелија – **сперматозоид**. Нормалан, зрео сперматозоид се састоји од: **главе, врата, средњег дела и репа**. Величине је 60-70 микрона али на реп отпада око 35 микрона.



- У мушким полним органима је ношен струјом сперме, док се у женским активно креће покретима свог репа.

Сперма је алкална, млечна течност у коју су уроњени сперматозоиди и која се избацује приликом ејакулације.



www.wellcome.ac.uk/Education-resources/Teaching-and-education

Један ејакулат има око 2-5 ml сперме

у којој има око неколико стотина милиона сперматозоида (обично 50-200 милиона сперматозоида у 1 ml сперме)

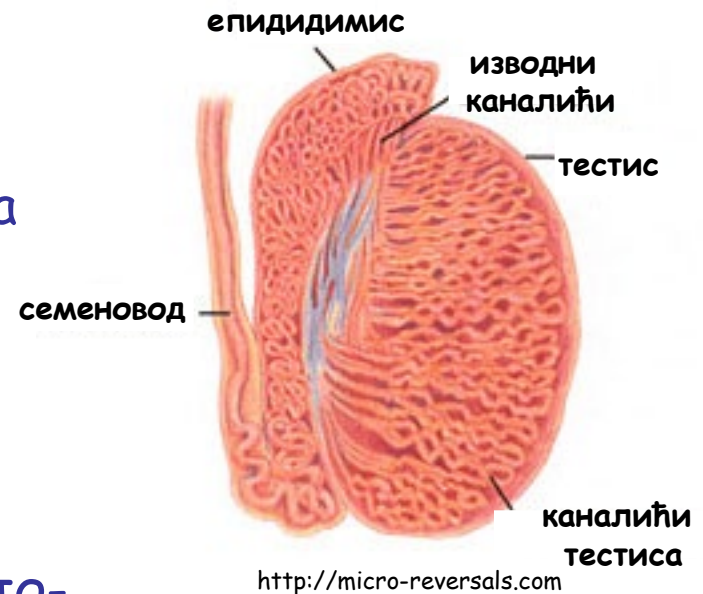
Финални састав сперме формира се када она, крећући се кроз остатак репродуктивног система коначно напусти и простату.

- Ендокрина функција тестиса се огледа у лучењу **тестостерона**. То је стероидни хормон који регулише секундарне сексуалне карактеристике мушкараца: развој мушких полних органа, распоред и јачину маљавости, утиче на развој генетичке основе за ћелавост, изазива хипертрофију гласних жица, доприноси мишићавијем изгледу тела, повећава склоност ка знојењу, утиче на повећање броја еритроцита итд.

- Лучење тестостерона отпочиње још у феталном периоду, када хормон регулише формирање скротума, развој простате и семених кесица и уопштено стимулише психофизички развој мушког пола. До пубертета се лучи у малим количинама, потом се појачава и свој максимум достиже око 40 године, а потом полако постепено престаје око 80 године живота.
- Излучени тестостерон у крви остаје само 15-30 минута а потом се метаболише и излучује путем урина. Његова секреција је под контролом хипофизе (GTH) и хипоталамуса (GnRF).

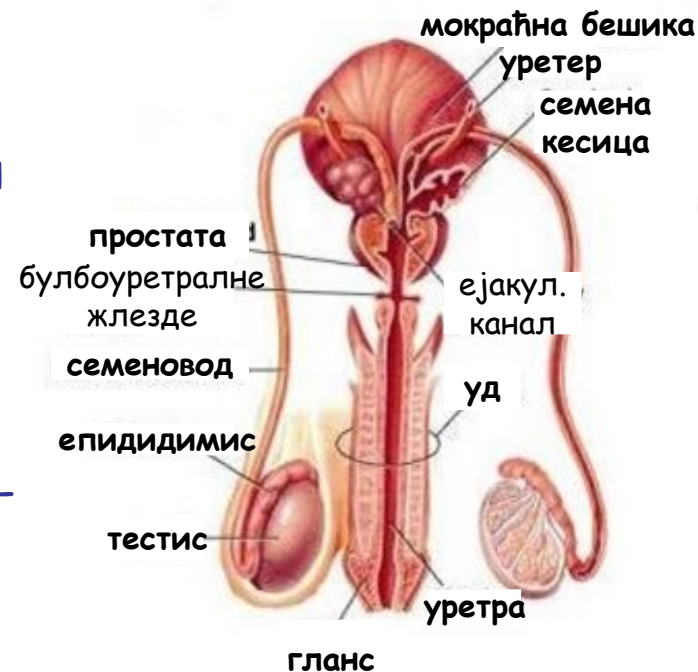
■ **ЕПИДИДИМИС** (пасеменик)

- Ово је парни орган који је смештен са горње и задње стране тестиса и формирају га 12-18 изводних канала из тестиса. Они у епидидимису граде мале режњеве и на крају се спајају у изводни канал епидидимиса. Сперматозоиди се на свом путу у епидидимису задржавају око 18 сати и ту у потпуности сазревају.



■ СЕМЕНОВОД (vas deferens)

- Ово је канал који се наставља на изводни канал епидидимиса и кроз њега путују зрели сперматозоиди. Кад напусти скротум, улази у абдоминалну дупљу и потом у простату, преко које се излива у уретру.
- Парни је орган, дужине око 50 cm и перисталтика његовог зида потискује сперматозоиде.



<http://nursingcrib.com>

■ ПРОСТАТА

- Ово је непарна жлезда, смештена по медијалној линији тела, одмах испод мокраћне бешике (те кроз њу пролази уретра).
- Облика је и величине питомог кестена, а грађена је од жлезданог, мишићног и везивног ткива. Жлездано ткиво чини 30-35 жлездица, које продукују млечно белу семену течност у којој пливају надохли сперматозоиди. Каналићи ових жлезда се отварају у уретру.

■ СЕМЕНА КЕСИЦА

- Семене кесице су парне жлездице смештене са горње стране простате. Изводни каналићи ових жлезда уливају се у семеновод и тако са њим улазе у ткиво простате и уретру.
- Оне, као и простата, продукују састојке семене течности, али служе и као резервоар сперматозоида који у њима могу бити активни и до 83 дана.

■ БУЛБОУРЕТРАЛНЕ ЖЛЕЗДЕ

- Ово су мале парне жлезде, величине и облика зрна грашка, смештене при бази мушког полног органа.
- Њихов продукт је алкална слузава течност која се кратким изводним каналима улива у уретру.
- Ова течност смањује киселост урина и вагине и омогућава лакшу пенетрацију током копулације.

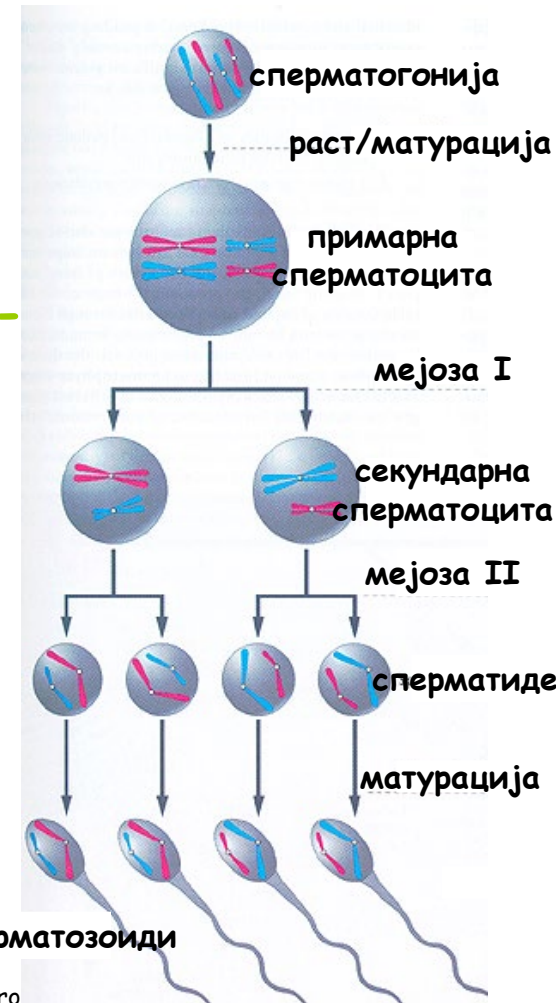
■ МУШКИ ПОЛНИ ОРГАН (полни уд, пенис)

- Ово је копулаторни орган који приликом полног односа уноси сперматозоиде у вагину.
- Непарни је орган, ваљкастог облика, смештен испод доњег абдомена. На њему се разлукује почетни део – корен, којим је причвршћен, затим средњи део – тело и врх – гланс.
- Унутрашњост полног уда се састоји од две врсте специфичног сунђерастог ткива које омогућава ерекцију. Са доње стране и око уретре је спонгиозно ткиво, а са горње је кавернозно. То ткиво представља капиларе који су неправилно проширени у виду шупљина (каверни).

ФИЗИОЛОГИЈА МУШКОГ РЕПРОДУКТИВНОГ СИСТЕМА

- Основна улога овог система је сперматогенеза као и оплодња јајне ћелије. Да би дошло до фертилизације, мора доћи до **ерекције** уда како би он ушао у вагину, а потом и до **ејакулације** како би избацио сперматозоиде. И једна и друга појава су рефлексне реакције под контролом аутономног нервног система.
- Ерекција је појава укрућивања уда до које долази након повећаног дотока крви у капиларе кавернозног ткива. Пошто су капилари проширени, крв испуњава те просторе и уд мења димензије (у опуштеном стању је дуг око 10-12 cm и има обим 8-9 cm, док у стању ерекције дужина износи 15-20 cm, а обим 10-12 cm).
- Ејакулација представља избацивање сперме и састоји се од две фазе: прва је **контракција семеновода** који потискује сперму ка корену уда а простата и семене кесице излучују своје компоненте за семену течност. У другој фази **контрахују се мишићи корена уда** и на сваких 0,8 секунди долази до избацивања сперме и то у око 5 напона.

- Сперма носи, активира и даје погонску снагу за путовање сперматозоида, који се креће брзином од око 3 mm/min и живи око 48 сати (од 24-72 сата).
- Сперматозоиди настају у тестисима, где је температура за око три степена нижа него у другим деловима тела, што је оптимално за процес сперматогенезе. Процес стварања и сазревања једног сперматозоида траје више од два месеца и под контролом је два хормона хипофизе - LH (поспешује лучење тестостерона) и FSH (заједно са тестостероном стимулише семене каналиће да стварају сперматозоиде).
- Примарне герминативне ћелије су **сперматогоније** (2n број хромозома). Њиховим растом и диференцијацијом настају **примарне сперматоците** које после фазе раста улазе у фазу сазревања, које се обавља кроз мејозу. У мејози I настају ћелије са хаплоидним бројем хромозома, и то две **секундарне сперматоците**. У мејози II од две сперматоците настају четири **сперматиде** које матурацијом дају **сперматозоиде**.

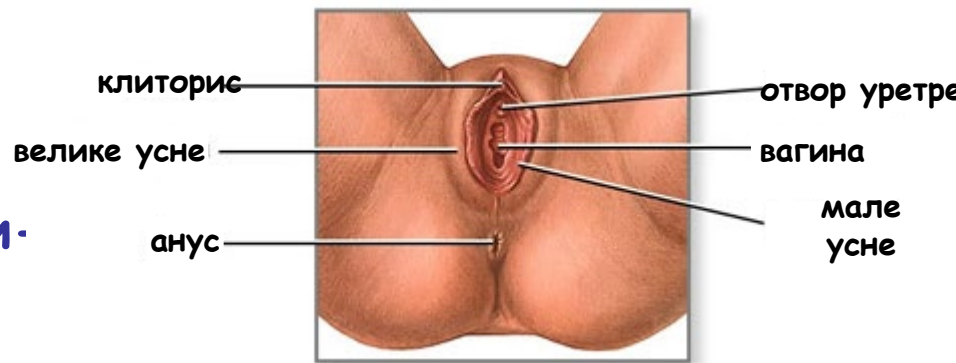


ЖЕНСКИ РЕПРОДУКТИВНИ ОРГАНИ

- Деле се на спољашње и унутрашње полне органе. У спољашње спадају стидница (вулва) и родница (вагина), док су унутрашњи материца (утерус), јајовод (туба) и јајник (оваријум). Дојка припада аксесорним органима репродуктивног система (некад сврставана у спољ.)

■ СТИДНИЦА (вулва)

- Овај је орган смештен на медијалној линији тела, непосредно испод стидне кости. Чине је **велике усне** (два набора коже и поткожног масног ткива), **мале усне** (два набора слузнице), **клиторис** (најсензибилнији део) а испод њега налази се **отвор уретре**.

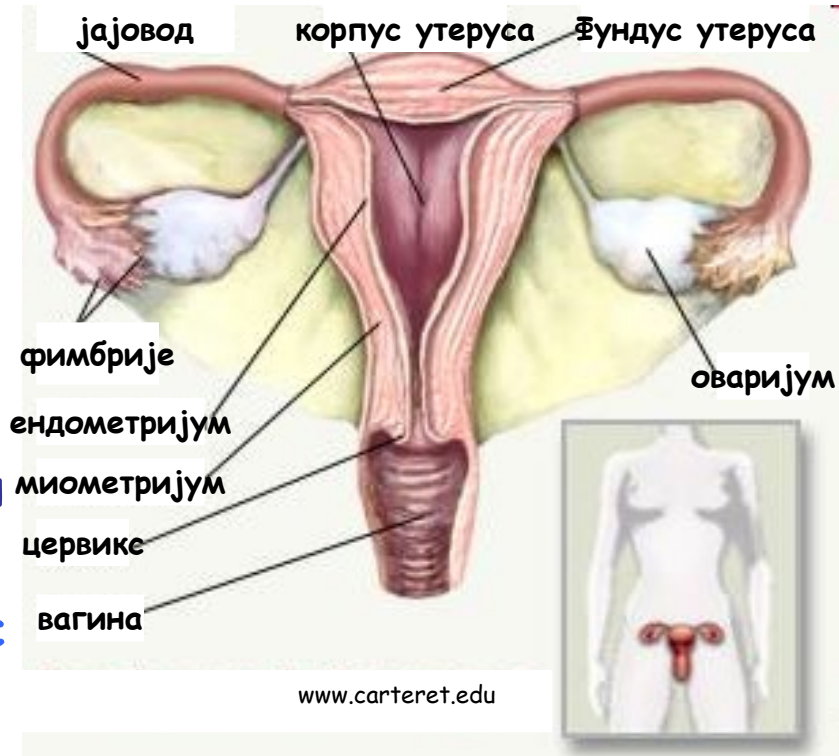


■ ВАГИНА (родница)

- Овај орган се налази на прелазу од спољашњих ка унутрашњим полним органима жене. Започиње предворјем на чијем се крају налази везивно-епителна опна **химен**.
- Вагина је облика спљоштене цеви, ширине око 3-4 cm и дужине око 11 cm. Постављена је у краниокаудалном смеру, грађена је од везива и глатке мускулатуре, а изнутра обложена слузницом.

■ МАТЕРИЦА (утерус)

- Уз јајник, ово је најважнији орган у репродуктивном систему жене
- Ово је непаран орган, смештен на медијалној линији тела у краниокаудалном смеру. Величине је и облика окренуте крушке, тежине око 50-60 g и дужине 6-7 cm. У трудноћи тежина утеруса иде и до 1000 g
- На њој се разликује **цервикс**, **корпус** и **фундус** (грлић, тело и база-дно).



- Утерус је шупаљ али јак мишићни орган, чији се зид састоји од три функционална слоја:

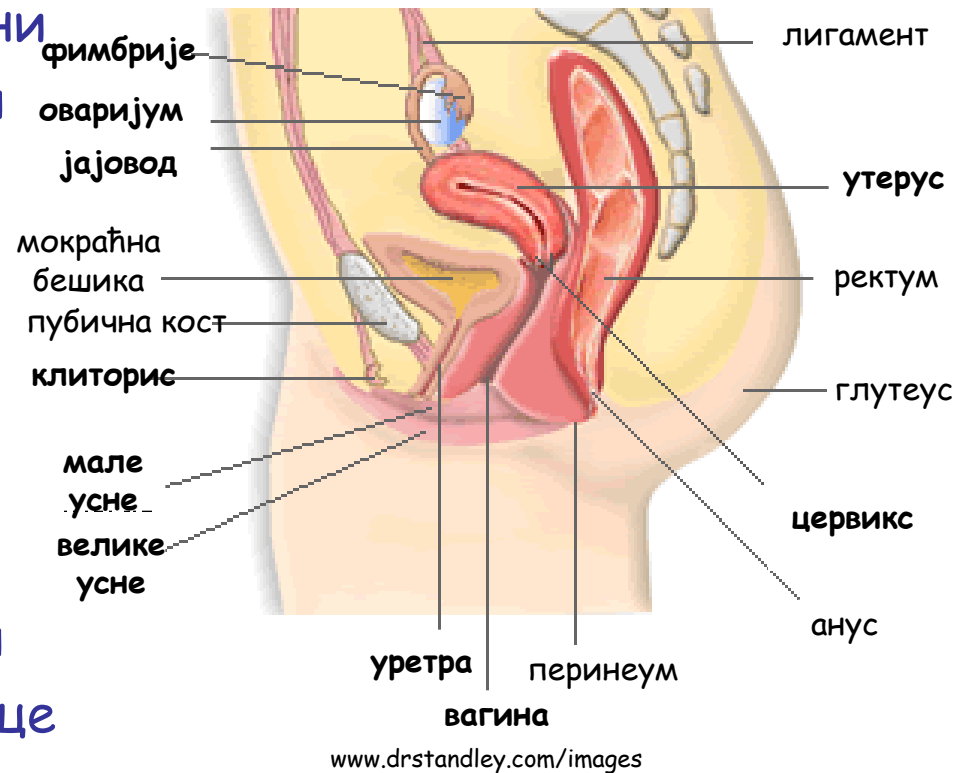
1) **периметријум** - серозни део (чине га епител и везиво)

2) **миометријум** - мишићни део, слој глатке мускулатуре који се шири у време гравидитета

3) **ендометријум** - епителијални део који гради слузницу. Слузнице нема у пределу цервикса, а у пре-

делу корпуса утеруса се у менструалном периоду мења и гради два слоја: површински и дубоки. Површински се за време менструације ољушти, док за време трудноће ствара **децидуу** из које ће се развити **постељница – плацента**.

- У унутрашњост троугласте шупљине утеруса отварају се отвори оба јајовода, а цервикалним каналом утерус је спојен са вагином.



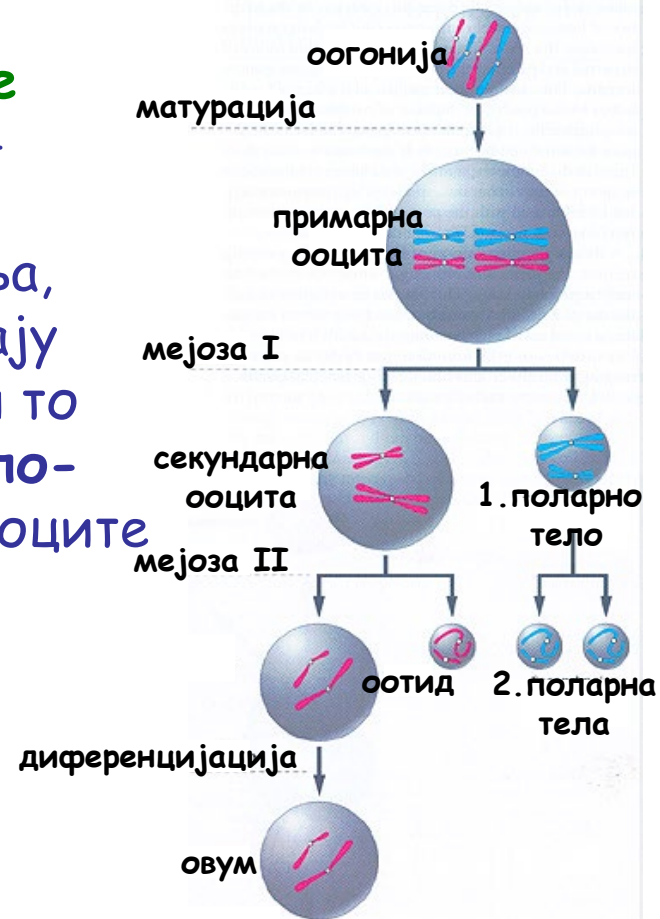
■ ЈАЈОВОД (туба утеруса)

- Ово је паран орган у облику неправилно увијене цеви са обе стране утеруса, у који се улива. Дугачка је око 10-15 cm и ширине је око 0,3-2 mm.
- Са друге стране, према јајнику, има проширење које се завршава венцем ресица - **фимбрије**, дугих око 2-3 cm, које стрше у абдоминалну шупљину, али не додирују јајник.

■ ЈАЈНИК (оваријум)

- Ово је парна полна жлезда, величине и облика бадема. Као и тестиси, има и ендокрини и герминативни део, који су и анатомски и функционално испреплетани.
- У пубертету јајник у средишту почиње да ствара јајну ћелију - **овум**, која унутар створеног мехура (**фоликула**) расте према површини, све више повећавајући фоликул. Када тај фоликул стигне површину јајнику назива се **Графов фоликул**. На површини, он пуца и из њега излази секундарна ооцита која се ослобађа у абдоминалну шупљину, где је фимбрије усисавају у лумен јајовода. Фоликул се преображава у **жуто тело** (corpus luteum), које делује као ендокрини орган. Фоликул лучи хормон **фоликулин** а жуто тело лучи **прогестерон** и **естроген**.

- Средишњи део ткива јајника назива се медула, а спољни је означен као кортекс. Дубљи слојеви јајника садрже **примордијалне фоликуле**, и из неких од њих, временом израсту активни фоликули са јајном ћелијом. Новорођена женска беба има у просеку око 300000 (иако број може варирати од само 35000 до 2 милиона) примордијалних фоликула (са примарним ооцитама), од којих ће у фертилном периоду сазрети око 300-400 од њих.
- Примарне герминативне ћелије су **оогоније** (2n број хромозома). Њиховим растом и диференцијацијом настају **примарне ооците**, које после фазе раста улазе у фазу сазревања, које се обавља кроз мејозу. У мејози I настају ћелије са хаплоидним бројем хромозома, и то једна крупна **секундарна ооцита** и мала **полоцита I** (поларно тело). У мејози II од сек.ооците настају **јајна ћелија** и **полоцита II**. Од полоците I такође настају **полоците II**. Од једне примарне ооците настаје само једна функционална јајна ћелија и три поларна телашца која пропадају.



■ ДОЈКА (mamma)

- Дојка припада аксесорним репродуктивним органима жене и анатомски је одвојена од осталих делова. Дојка је парни орган, облика полулопте, смештен са леве и десне стране грудног коша.
- Грађена је од масног ткива, везива, а највећи део чини жлездано ткиво млечних жлезда. Немају мишиће него су причвршћене лигаментима.

- Све млечне жлезде су међусобно повезане изводним каналићима, који се спајају у све веће канале и на крају се по њих неколико отварају у делу означеном као **брадавица**. Из њих се одмах након порођаја почиње лучити течност **колострум** (богату протеинима и антителима), а након 2-3 дана почиње и секреција млека.

Повлачењем брадавице приликом сисања бебе, стимулише се лучење **ОКСИТОЦИНА** из хипофизе, који даље поспешује секрецију млека и то стезањем алвеола млечних жлезда.

Брадавица је тамније пигментисана, као и део око ње који је назван **ареол**.

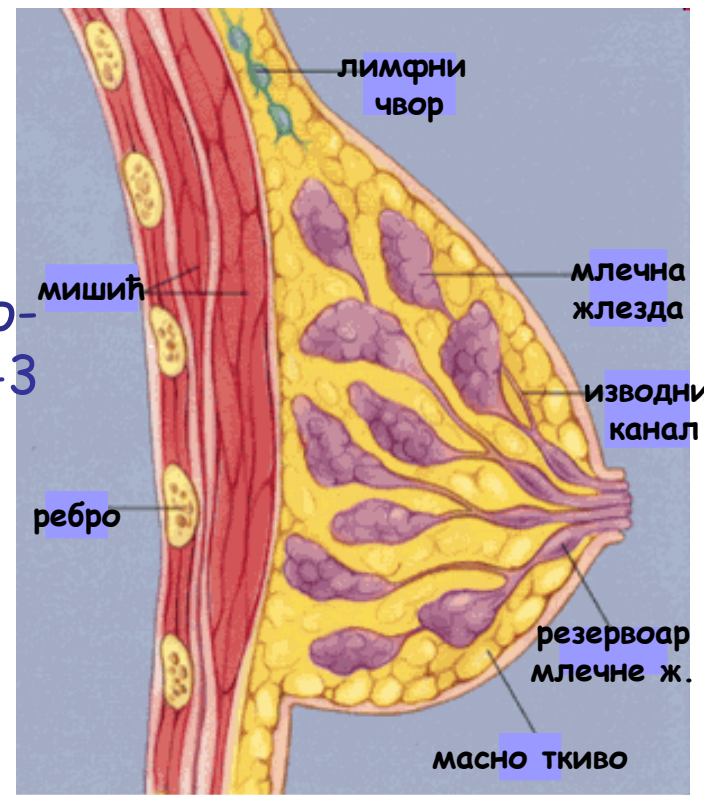


Image made available by a generous grant from Bristol-Myers Squibb

<http://ktlarkin.files.wordpress.com>

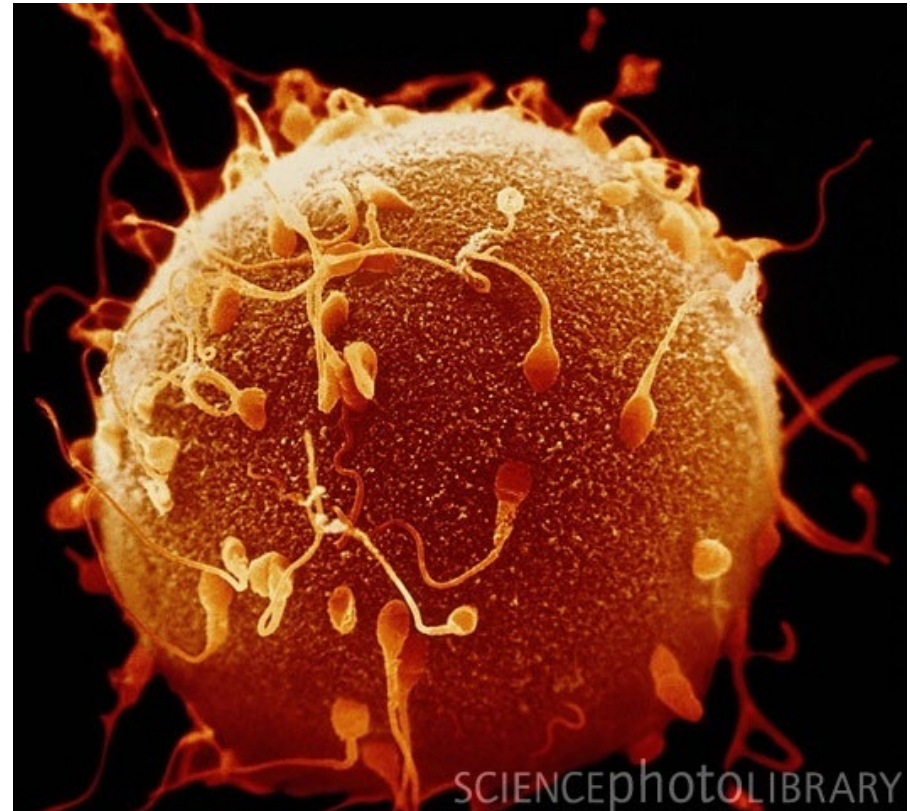
ФИЗИОЛОГИЈА ЖЕНСКОГ РЕПРОДУКТИВНОГ СИСТЕМА

- Улога женског репродуктивног система је веома комплексна и обухвата: **стварање јајне ћелије**, **прихватање оплођене јајне ћелије** и њено **смештање у слузницу утеруса**, **оспособљавање новог организма за живот** и на крају **рађање**.
- Јајна ћелија настала у јајнику се руптуром Графовог фоликула ослобађа у абдоминалну шупљину, из које бива усисана у јајовод и њиме путује у шупљину материце. Ако на том путу наиђе на сперматозоид бива оплођена и наставља пут у утерус, где се усађује у његову слузницу. Уколико до оплођења не дође, јајна ћелија живи још око један дан и потом пропада. Пропада и слузница утеруса која се припремила да прихвати оплођену јајну ћелију. То љушћење слузнице поткачи и крвне судове, те је појава праћена и обилним крварење које називамо **месечни циклус** или **менструација**. Он се понавља у временском року од око 28 дана и траје око 5 дана.

- Ако се једна јајна ћелија не оплоди, почиње сазревање нове јајне ћелије у супротном јајнику. Тај процес сазревања назива се **овулација**. Овај процес започиње у пубертету и траје кроз цело доба зрелости жене, све до климакса, када овулације престају и наступа менопауза жене (око 50 године).
- Све ове комплексне промене су под контролом хормона хипоталамуса (GnRF), хипофизе (GTH) и јајника. Фаза сазревања Графовог фоликула и бујање нове слузнице утеруса одговара деловању хормона естрогена. Фаза самог **ослобађања јајне ћелије** и даље **припреме ендометријума** утеруса одговара лучењу и **естрогена** и **прогестерона**, док сама **менструација** наступа услед **престанка лучења** и деловања **свих хормона**. Фаза **обнављања слузнице утеруса** огледа се у још увек **смањеној секрецији хормона**, а при том и **јајник функционално мирује**. Одмах потом, долази до **новог таласа лучења естрогена** који доводи до **раста новог фоликула** у јајнику и цео процес се понавља.
- Дојке почињу да се развијају у пубертету, али млечне жлезде бујају тек у трудноћи. Њихова секреција завршава одмах након престанка дојења. Ови процеси су регулисани хормоном пролактином а делимично и прогестероном.

ОПЛОЂЕЊЕ И ТРУДНОЋА

- Након сваке ејакулације ослободи се око 400 милиона сперматозоида, и на путу кроз женске репродуктивне органе већи део страда. Само неколико хиљада стиже до јајовода где многи покушавају да пробију протективни слој око јајне ћелије. Међутим, обично само један бива успешан и успе да оплоди јајну ћелију.
- Да би лакше пробио протективну зону јајне ћелије, сперматозоид на врху главе има **акрозом**, који садрже ензиме који помажу да се пенетрира јајна ћелија.
- Након оплођења, нуклеуси две герминативне ћелије се фузионишу и формирају нову ћелију. Новонастали зигот има 46 хромозома, по 23 од сваке родитељске ћелије.



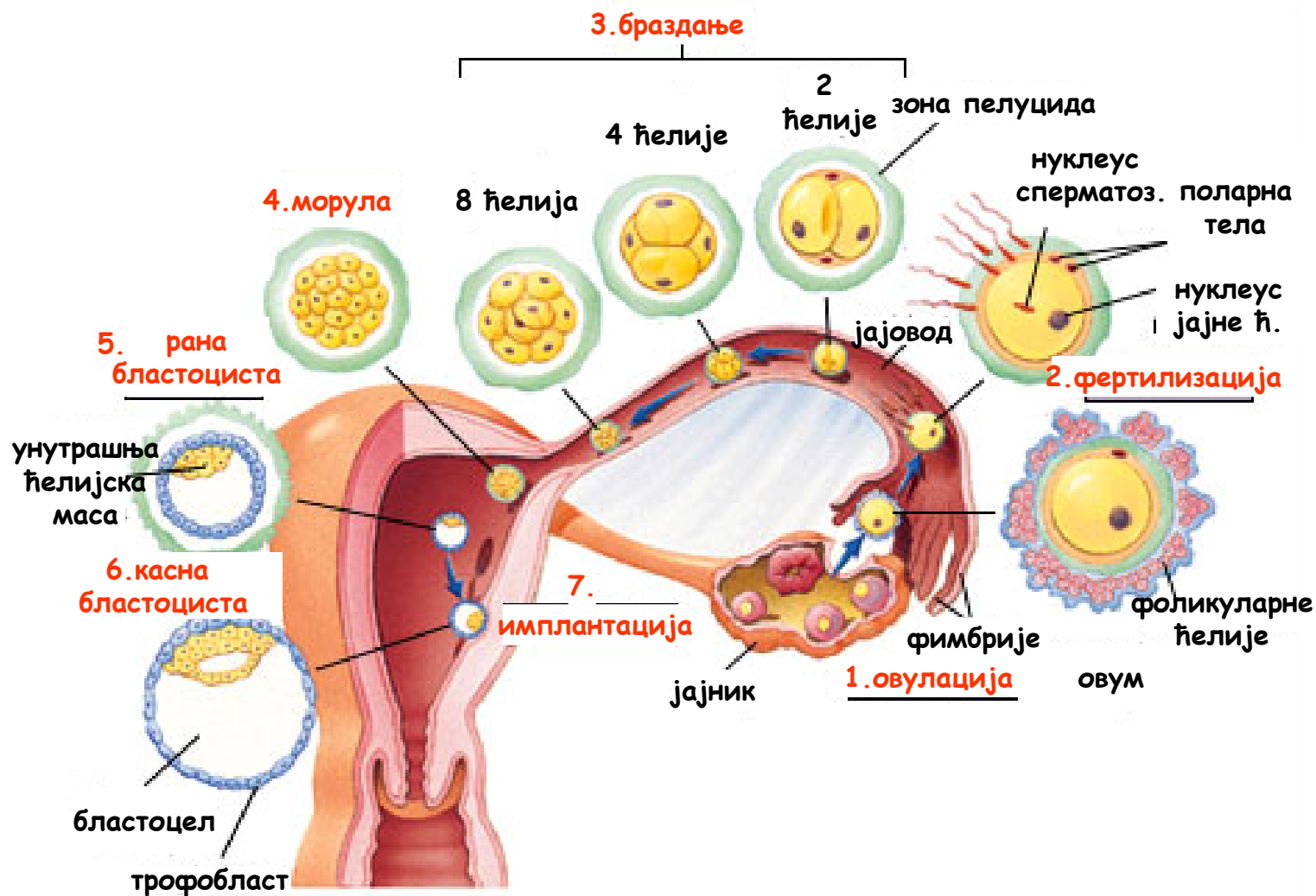
- Оплођена јајна ћелија - зигот почиње да се дели формирајући **бластомере**, чијим интензивним деобама након отприлике три дана настаје **морула**. Ћелије моруле настављају да се деле и убрзо (4. дан након оплођења) формирају шупљину и настаје следећи стадијум у развићу - **бластоциста**, који се имплантира у зид материце.

- Формирана бластоциста се из јајовода спушта у шупљину материце, где се тек након 48 сати причвршћује за ендометријум утеруса. Рапидне деобе се настављају и долази до формирања **гаструле** из које се диференцирају три клицина листића:

- ектодерм** - од њега настају кожа, нокти, зуби, нервни систем, део ока и уха, и коса
- мезодерм** - формира кости, хрскавице, мишиће, везивно ткиво, крвне судове, срце, слезину
- ендодерм** - формира многе органе дигестивног, респираторног и уринарног тракта, као и јетру и панкреас



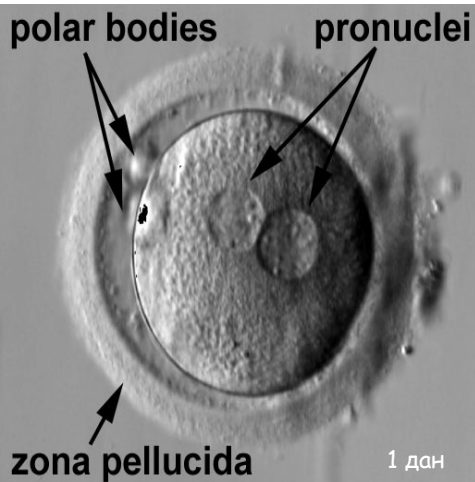
ИМПЛАНТАЦИЈА ЗИГОТА



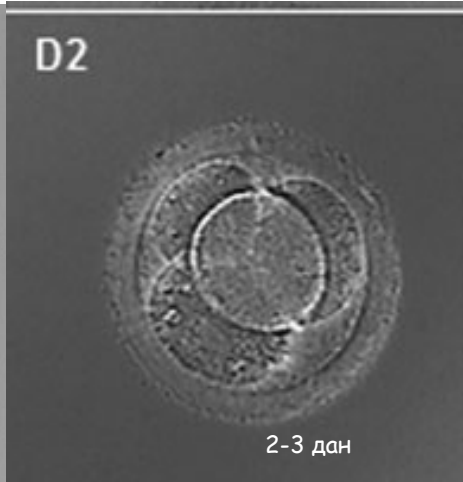
- Након имплантације ембрион се веома брзо развија.
- У 3. недељи интраутериног живота развија се неурална цев (туба) од које се у предњем делу касније развија мозак, а остатак ће дати кичмену мождину. У 4. недељи региструју се први откуцаји срчаног мишића, а од 5. крећу да се развијају пупољци екстремитета. Само глава чини половину величине плода. У 6. недељи видљиви су зачеци очију и осталих црта лица, док у 8. недељи лице сасвим поприма препознатљив израз а екстремитети су добро развијени, као и главни зглобови. У 12. недељи већина органа се већ препознаје, крв циркулише неразвијеним крвним судовима, ембрион прелази у стадијум фетуса и почиње да се креће, иако мајка још увек не осећа те ране покрете.



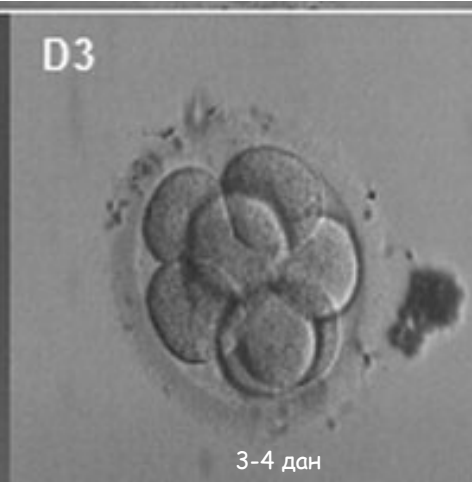
ХУМАНА ЕМБРИОГЕНЕЗА



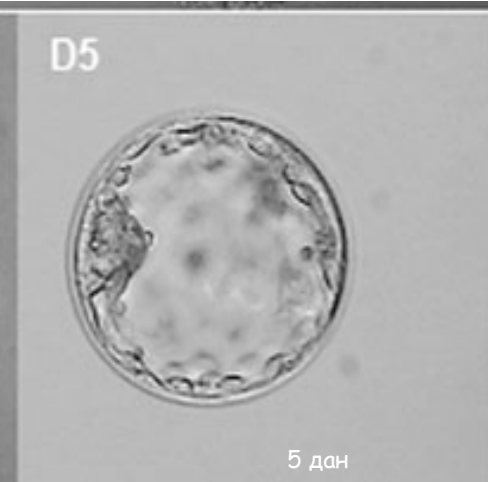
оплођена ооцита



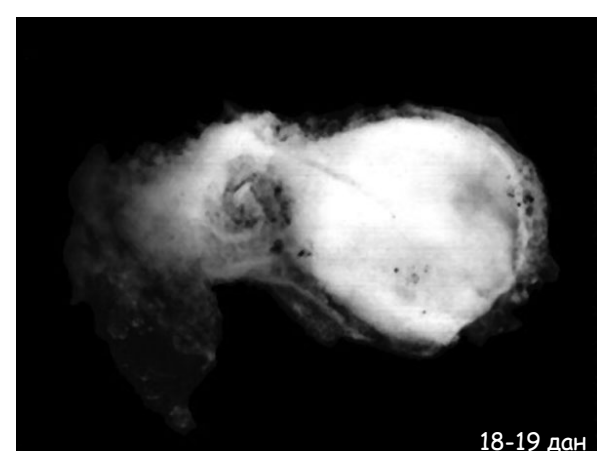
бластомере



морула



бластоциста



Carnegie Stages of Human Development

Dr Mark Hill, Cell Biology Lab, School of Medical Sciences (Anatomy), UNSW



Stage 1 Zygote
(1 day, not to scale)



Acknowledgements

Special thanks to Dr S. J. DiMarzo and Prof. Kohel Shlota for allowing reproduction of their research images and material from the Kyoto Collection and Ms B. Hill for image preparation.

© M.A. Hill, 2004

- Поред тога што је у 12. недељи формирана већ већина органа, нокти почињу да расту а ушна шкољка, очни капци и зачеци сталних зуба су обично присутни. Плод је дугачак око 9 цм. У 16. недељи фетус расте рапидно, стално се покреће, али се покрети још увек не региструју од стране мајке. Спољашњи полни органи су видљиви, тако да су полне разлике већ очигледне. Формира се и меконијум (садржај столице).
- У 20. недељи се формирају изданци косе, тело је покривено маљама, док се крајем 24. недеље на кожи, која је прилично смежурана, формира беличаста лојна превлака. Око 28. до 32. недеље тело постаје пропорционалније, формира се поткожно адипозно ткиво и постоји могућност живота изван утеруса.
- У наредним недељама долази до сазревања и усавршавања зачетих органа све до 40. недеље, када је плод спреман за живот изван утеруса мајке.



недеља трудноће

- Током свог развића плод је заштићен ембрионалним омотачима. То су **амнион** - омотач око ембриона који има заштитну улогу испуњен амнионском течношћу, **хорион** - спољашњи заштитни омотач, док део алантоиса и хориона срастају са зидом материце формирајући **плаценту**, преко које је ембрион повезан са крвотоком мајке и на тај начин снабдевен храном и кисеоником.
- Фетус се развија обавијен и заштићен амнионском течношћу, коју и гута а и апсорбује у своју циркулацију. Фетус вишак течности избацује у облику урина, а све непотребне материје се избацују преко плаценте.
- Плацента је снабдевена мноштвом крвних судова и са феталне као и са мајчине стране, који су у виду капиларне мреже у индиректном контакту (крвотоци мајке и бебе одвојени су семипермеабилном мембраном капилара). Кисеоник као и хранљиве састојке, беба преко плаценте добија из мајчиног крвотока.



■ ПЛАЦЕНТА (постељица)

- Плацента је не само дигестивни, респираторни, крвни, нервни и заштитни орган за бебу, него функционише и као ендокрина жлезда током трудноће.
- Смештена је у шупљини утеруса као привремени орган, и након порођаја се одбацује. Пред крај трудноће је овалног облика, пречника око 20-ак cm, дебљине око 2-3 cm и тежине око 500 g.
- На њој се разликује фетална и мајчинска страна и од средине феталне стране према беби полази **пупчана врпца**, док је страна према мајци на појединим деловима причвршћена за зид утеруса.
- Пупчана врпца је дуга од 30 до 90 cm и кроз њу пролазе две артерије и једна вена, а са њене ивице полазе два ембрионална омотача – амнион и хорион.
- Посебне ћелије плаценте означене као **трофобласти**, луче више хормона, од којих су најважнији: **хорионски гонадотропин**, **естроген** и **прогестерон**.

- **Хорионски гонадотропин** припада глукокортикоидним хормонима и почиње да се лучи већ у првим данима након зачећа. Има есенцијалну улогу у одржавању трудноће у првим недељама, јер спречава пропадање жутог тела, које пак лучи прогестерон у најкритичнијем делу започете трудноће.
- **Естроген** је стероидни хормон који плацента почиње да лучи тек око 3. месеца трудноће и он утиче на повећање утеруса и дојки током гравидитета.
- **Прогестерон** плаценте је стероид који одржава ендометријум, смањује контрактилност материце, помаже лактацију и учествује у контроли деоба ћелија фетуса.

- **ТРУДНОЋА – гравидитет**

- Типична трудноћа траје 40 недеља и подељена је на три подједнака дела означена као **триместри**. У току овог периода женино тело пролази кроз многобројне драматичне промене које омогућавају развиће новог организма и порођај.
- **Први** триместар: груди су осетљивије и полако се увећавају, постају тамнији региони око брадавица, мучнина и повраћање су учестали у овом периоду, повећава се потреба за мокрењем.
- **Други** триместар: примећује се увећан стомак пошто је утерус порастао. Повећава се брзина откуцаја срца због промена у циркулацији. Око 22. недеље мајка осећа покрете фетуса.
- **Трећи** триместар: кожа је веома развучена на стомаку, увећани утерус притиска мокраћну бешику, те су учестала мокрења. Јавља се бол у леђима, горушица, слабост и задиханост.
- Око 30. недеље трудноће фетус заузима положај главом према доле, полако се припремајући за порођај. Око 3% од свих трудноћа завршава карличним порођајем, када приликом порођаја прво изађу бебин глутеални део и бутине.