

Inovace předmětu

Genetika člověka GCPSB

„Propojení výuky oborů
Molekulární a buněčné biologie
a Ochrany a tvorby životního
prostředí“

Reg. č.: CZ.1.07/2.2.00/28.0032



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



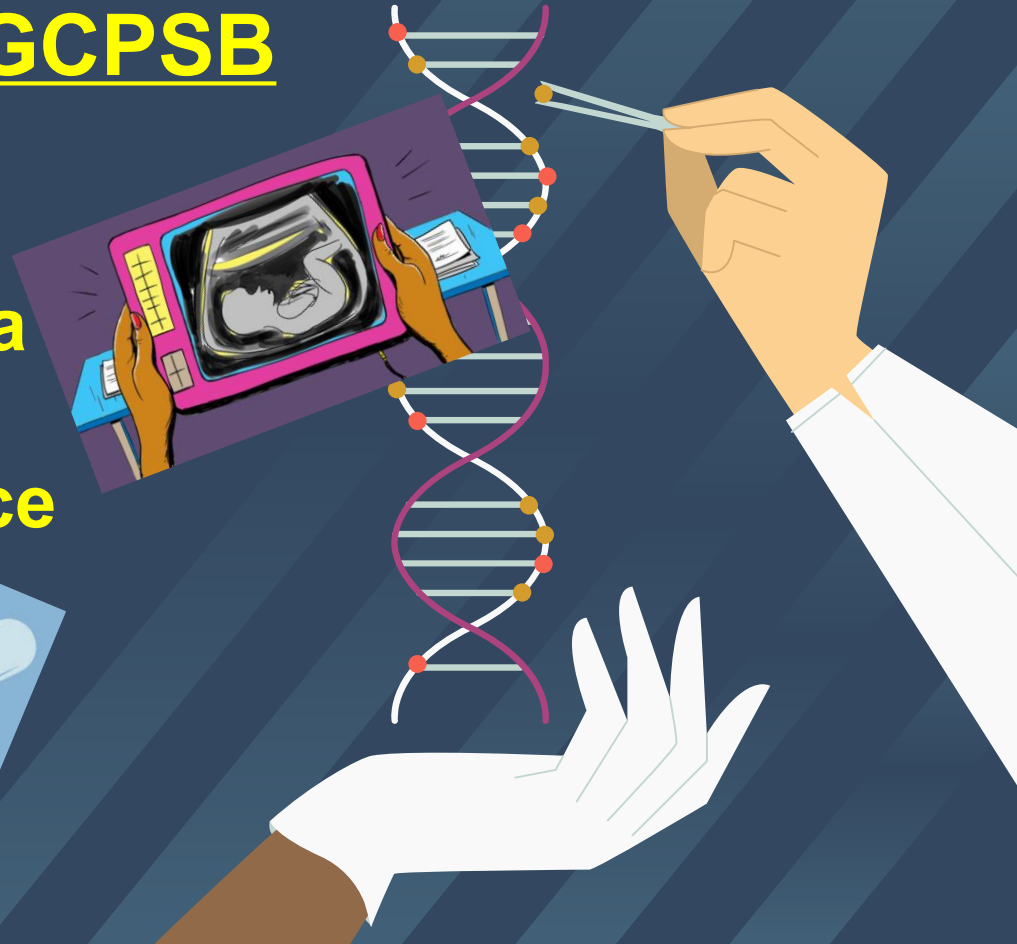
OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Genetika člověka / GCPSB

Lekce 2

- Prenatální diagnostika
- Asistovaná reprodukce



Prenatální diagnostika - Konzultace



Historie: Talmud = Matka by se měla zdržet obřízky syna, pokud 2 předchozí synové zemřeli na následky obřízky



Diagnóza genetických poruch (historie, vyšetření, laboratorní zhodnocení)

- prenatální – týká se vyšetření nenarozeného jedince
- postnatální – týká se jedinců narozených
- vyšetřuje se i nosičství

Péče o jednotlivce s genetickou poruchou/chorobou

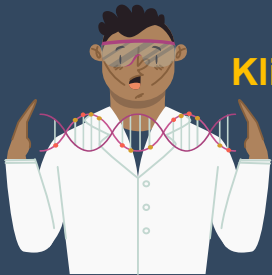
- registrace pacientů za účelem lepšího podvědomí o stavu populace a úspěšnosti prenatální diagnostiky
- léčba

Poradenství / konzultace (prognóza, riziko opětovného výskytu, sdružení)

Klinický výzkum (molekulární podstata genetických poruch)



Prenatální diagnostika - Konzultace



Klinický genetik

- medicínské aspekty
- sociální a psychologické následky (pocit viny, hněv, popírání) = *Matka vs Dítě*
- kalkulace rizika

Potřeba času – delší doba pro vysvětlení spojitostí a následků pro *ne-lékařsky* vzdělané osoby (1-3 sezení)

Konzultace = komunikační proces řešící problémy spojené s výskytem či rizikem výskytu genetické choroby

Pro osoby s chorobou či rizikem genetické choroby:

- těhotné ženy (seznámení s metodikami vyšetření a rizikem abortu)
- riziko pro dítě
- možnosti prenatálního testování (prediktivní molekulární testování)
- management dědičných chorob (nové postupy léčby, zabránění společenské izolovanosti)

Rady pro páry: - neplodnost či vracející se potraty

- pokročilý věk ženy/muže
- asistovaná reprodukční terapie
- vdavky mezi příbuznými (pokrevní příbuzenství / consanguinity)
- expozice teratogenům před či během těhotenství





Genetická konzultace

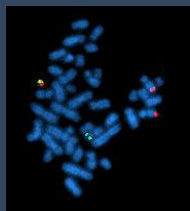
Lze očekávat :

rodinná anamnéza - tvorba rodokmenu (u zemřelých příčina smrti, u nádorových onemocnění bližší určení choroby)

specializovaná vyšetření (prenatální diagnostika)
postnatální diagnostika – odběr krve k vyšetření

karyotypu

- molekulárně-genetické vyšetření (**FISH**)
- mikrobiologická vyšetření (**Gutrieho test**)



1966 – Mark Steele, Roy Bregg =
kultivace buněk amniotické tekutiny
→ chromozomální konstituce



- Screening krve matky
- Zobrazovací metody
- Amniocentéza
- Sběr choriových klků
- Preimplantační diagnostika

**Každé těhotenství = 3% riziko
pro vrozenou abnormalitu !!!!**

Prenatální diagnostika (neinvazivní)

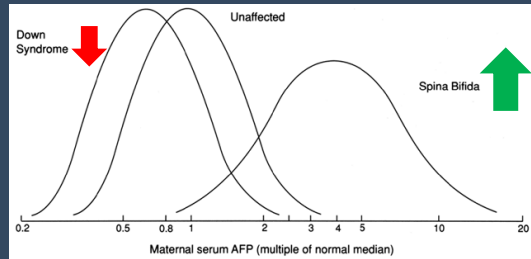
Biochemický screening krve matky - gestační stáří pro validní výsledek

α-1-fetoprotein (AFP)

- tvořen plodem – žloutkový vak, játra
- váže estradiol



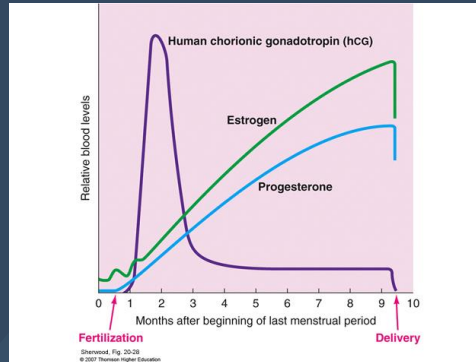
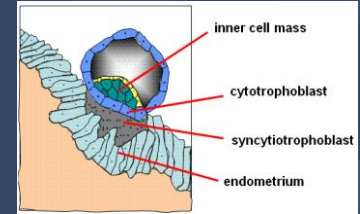
- **zvýšen** u defektů neurální trubice (rozštěp páteře - spina bifida)
- **snížen** u Downova syndromu



Prevence – kyselina listová
POZOR na léky způsobujících rozštěp (antikonvulziva / antiepileptika)

choriový gonadotropin (HCG)

- produkce - syncytiotrofoblast
- působí na žluté tělísko
- max. hodnot mezi 80.- 90. dnem těhotenství, pak pokles a cca 7. den po porodu končí vylučování močí
- **zvýšen** – trisomie 21
- **snížen** – trisomie 18



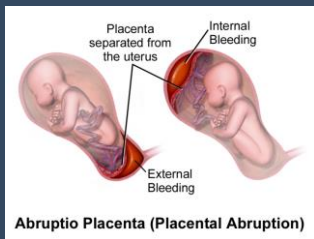
Prenatální diagnostika (neinvazivní)

Biochemický screening krve matky - gestační stáří pro validní výsledek

PAPP-A (pregnancy-associated plasma protein A; pappalysin)

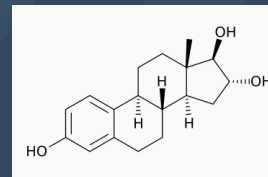
- metaloproteináza štěpící proteiny
vzájící insulinu-podobné růstové faktory

- **Snížen** - Downův syndrom
- Preeklampsie
- Předčasné odlučování lůžka (Placental abruption)
- předčasný porod
- smrt plodu
- intrauterinní růstová retardace (IUGR)



nekonjugovaný estriol (uE³)

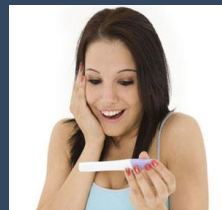
- produkován placentou
- **Snížen** - trisomie 21 a 18



AFP + hCG + uE3 → Triple test
(Quadruple/quad test = Triple + Inhibin A)

Absolutní přesnost testů neexistuje !!!

- falešně pozitivní / negativní



		Reality	
		True	False
Measured / Perceived	True	Correct 😊	Type I False Positive
	False	Type II False Negative	Correct 😊



- časná snaha o detekci, nízká citlivost testu, nevhodná metoda

Prenatální diagnostika (neinvazivní)

Biochemický screening krve matky - gestační stáří pro validní výsledek

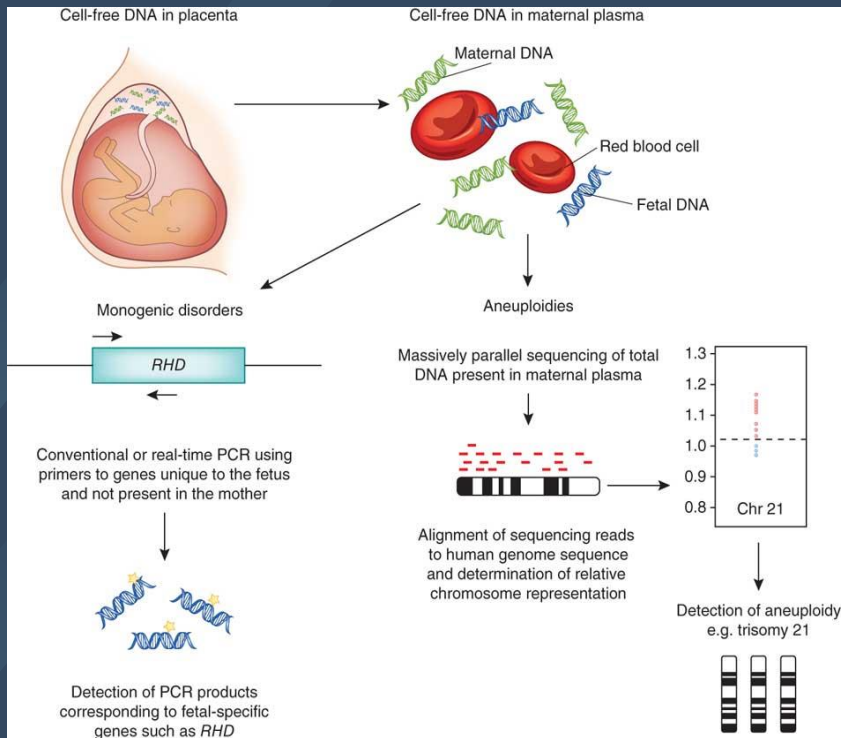
Detekce fetálních buněk v krvi matky

- Aneuploidie

- Výskyt „nevhodných“ genů – např. *RHD*



Rutina v Dánsku



Prenatální diagnostika (neinvazivní)

Ultrazvukové vyšetření

- neinvazivní, probíhá v 6., 18., 32. týdnu těhotenství
- informace o plodu
- přesné určení doby těhotenství
- vícečetná těhotenství
- placentální lokalizace plodu
- zachycení některých vrozených vad
- hydrocefálie (vodnatost mozku)
- spina bifida (rozštěp páteře)
- poruchy srdce
- fetální tumory

Patologické nálezy často naznačují potřebu fetální chromozomové analýzy !

měření NT (nuchální translucence; šíjové projasnění = tloušťka vodnaté tkáně krku plodu)
- v 11.- 13⁺⁶ týdnu těhotenství – normální hodnota mezi 1,2 - 2,7 mm (certifikace Fetal Medicine Foundation)
- NT > 2,5 mm a chybějící nosní kost → Downův syndrom (75% plodů s trisomií 21)



normální



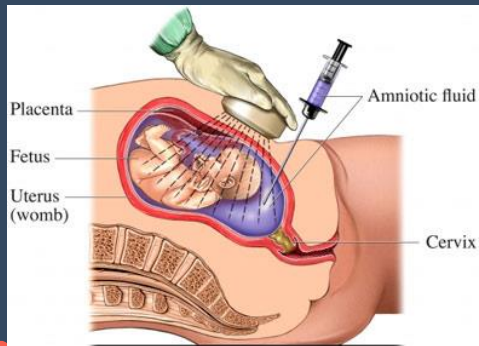
zvětšená



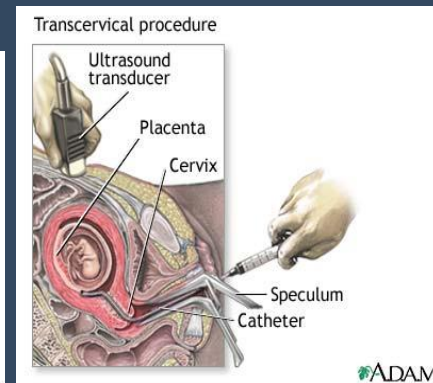
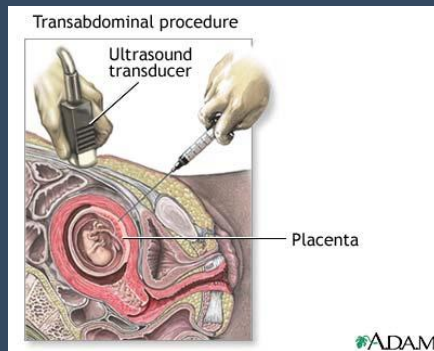
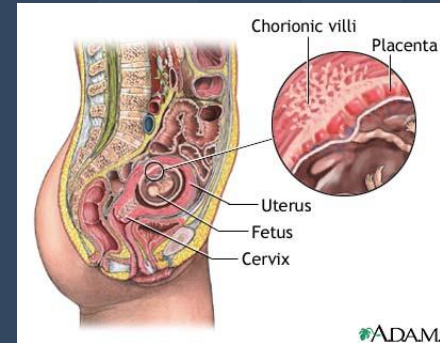
Prenatální diagnostika (Invazivní)

Amniocentéza (AMC) – odběr plodové vody přes břišní stěnu → buňky plodu
!!! → kultivace a chromozomální / biochemické vyšetření - 15.- 24. týden

Použití Amnio-PCR – na rozdíl od karyotypu výsledky do 2 dnů – odhalí chromosomové numerické aberace (dle použitých sond)

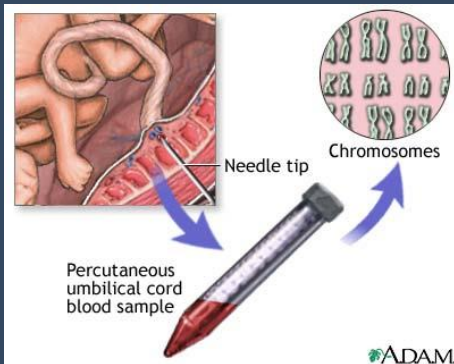
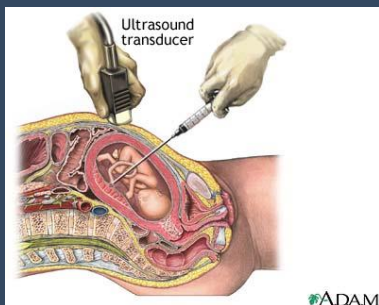
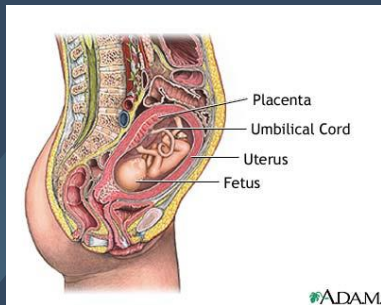


Odběr choriových klků (CVS)
– odběr buněk choriových klků (trofoblastu) mezi 10. - 13. týdnem, lze rychleji získat karyotyp; **nevýhoda** – placentární mozaicismus



Prenatální diagnostika (Invazivní)

Kordocentéza – (protěti pupečníku) –
odběr krve plodu, získání lymfocytů pro
cytogenetiku, výsledky dostupné do
48 h po zákroku, riziko potratu 2 %



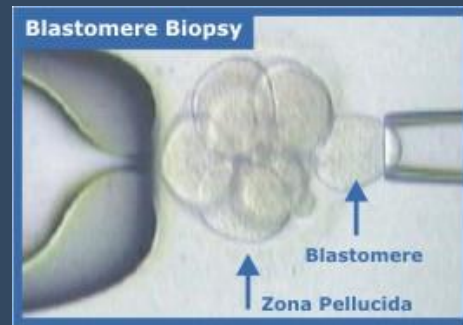
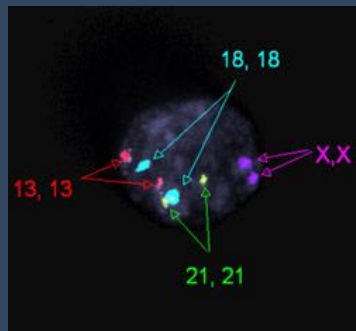
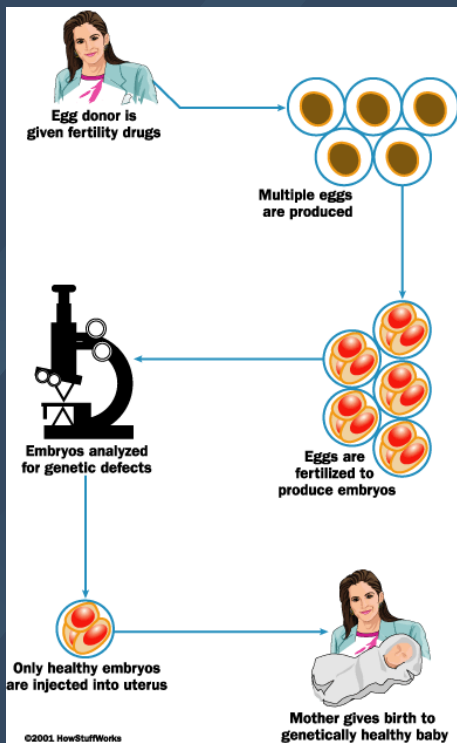
Fetoskopie – dnes málo využívaná, zavedení
optického nástroje do dělohy – feto-fetální
transfuzní syndrom



Prenatální diagnostika (Invazivní)

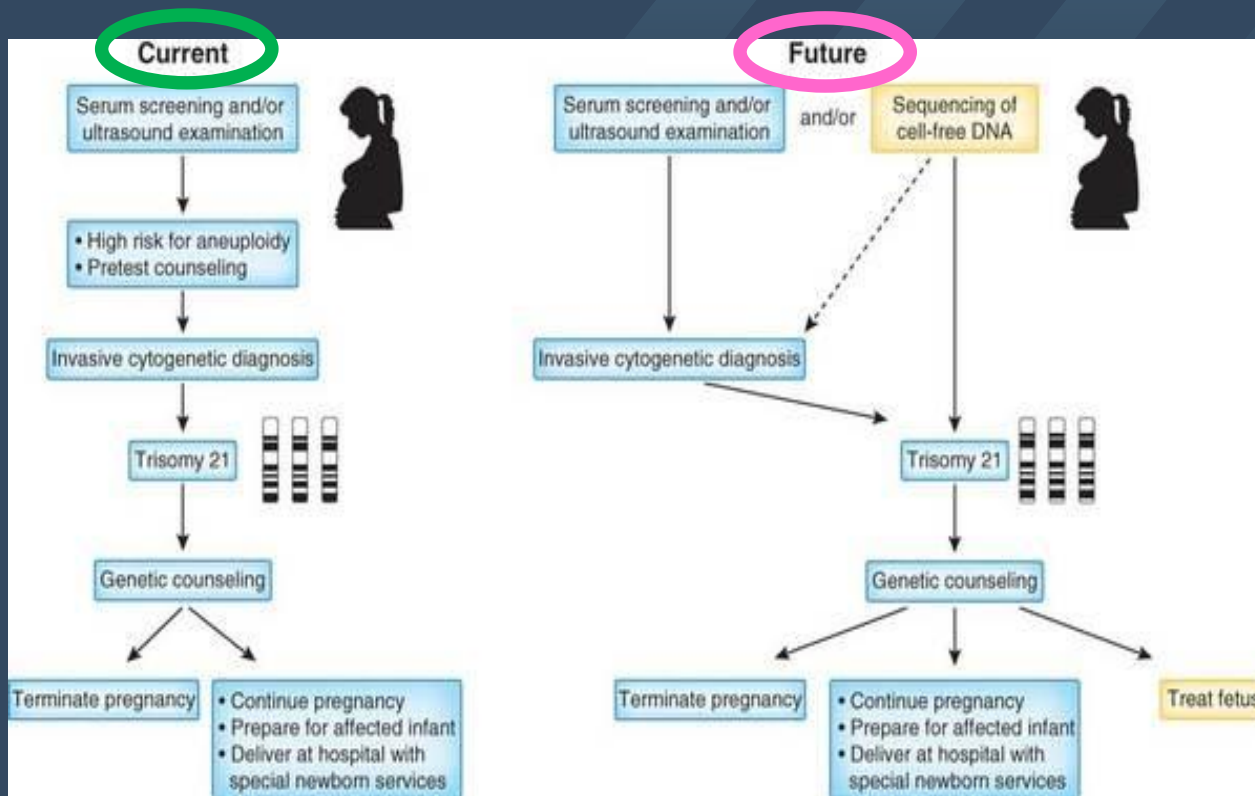
Preimplantační genetická diagnostika (PGD) – možnost vyšetření karyotypu / genotypu před implantací do placenty – možnost jen pro mimotělní oplodnění = Asistovaná reprodukce - možnost výběru vhodného embrya – cca 2/3 úspěšnost

- 1 buňka z 8-buněčného embrya se otestuje (karyotyp, PCR), zbylé/zdravé se vloží do dělohy = blastomerová biopsie



- 1989 – první dítě – potřeba dívky, chlapec by měl X-vázanou chorobu
- vhodné pro starší ženy se spontánním potratem

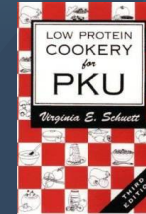
Prenatální diagnostika....budoucnost?



Léčba genetických vad a chorob

symptomatická

- inhibice enzymových reakcí
- speciální strava – **fenylketonurie (PKU)**
- transplantace
- odstranění toxických molekul – dialýza, chelatace
- nahrazení defektních / chybějících produktů - **hemofilie**
- některé vrozené vady (srdce) lze léčit chirurgicky



genová terapie - dodání genetického materiálu pro vhodné choroby
= monogenní (cystická fibróza, hemofilie A a B, familiální hypercholesterolemie, svalová dystrofie, severe combined imunodeficiency disorder; X-linked SCID)

Vektory pro genovou terapii

- bezpečné
- účinné a specifické
- regulovatelné

Léčba genetických vad a chorob

Vektory pro genovou terapii

Virální – geneticky modifikovaný virus se sníženou patogenicitou

= adenoviry

+ kapacita na až 36 kb velký gen

- indukce imunitní odpovědi

= retroviry

+/- dlouhodobá exprese po integraci

Nevirální

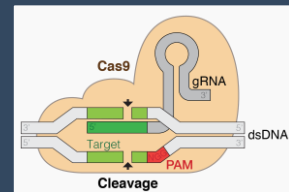
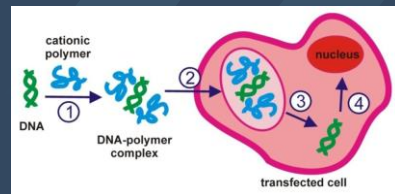
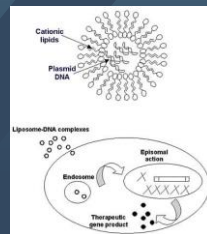
- chemicky sestavené z:

- lipidů (liposomy)

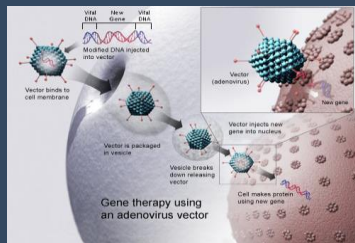
- nukleových kyselin (! rychlá degradace !)

- peptidů

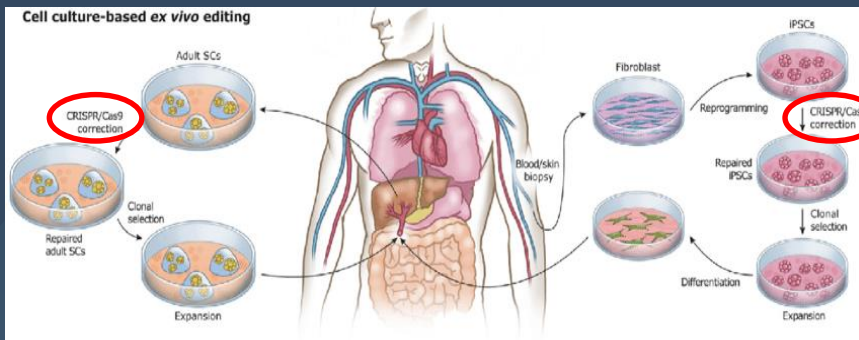
- anorganického materiálu



- gRNA (guide RNA) –
nasměrování na cílové místo

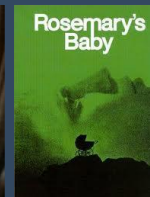


CRISPR/Cas9 – 2020
- Nobelova cena



Legislativa

- zákon o umělém přerušení těhotenství č. 66/1986 Sb.
- umělé přerušení těhotenství na přání matky (i bez udání důvodu) pouze do 12. týdne těhotenství
- ze zdravotních důvodů - např. pro těžkou vývojovou vadu plodu - je možné ukončit až do 24. týdne těhotenství
- s výjimkou zdravotních důvodů - platí si žena sama



Happy wife,
happy life !

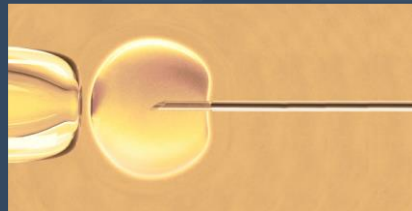


©WorldWideFeatures.com

Asistovaná reprodukce

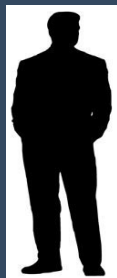


Robert G. Edwards
Nobelova cena 2010



- technologie k dosažení těhotenství za nestandardních podmínek

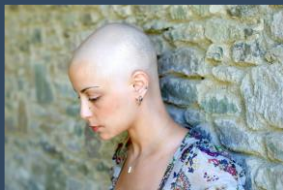
Standard



Asistovaná reprodukce - PROČ ?



paralýza od
pasu dolů



rakovina



záchrana života
sourozence



smutek ze
ztráty syna

- Nevyvinutá děloha
- Neplodný pár

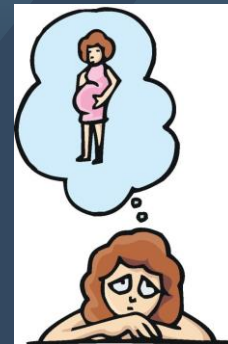
Neplodnost (Infertilita) – neschopnost počít dítě po roce pravidelného pohlavního styku bez použití antikoncepce (kontraktiv)

Subfertilita – jedinci či páry, které tvoří gamety, ale početí trvá déle než obvykle

90% lze určit příčinu = 30% muži + 60% ženy

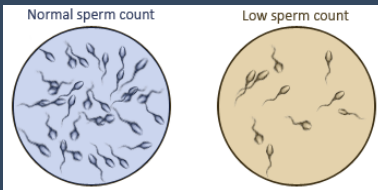
Bez fyzického problému – mutace, chromozomové aberace většinou u mužů

20% z 90% - oba z páru – nepravidelný menstruační cyklus + nízký počet spermií



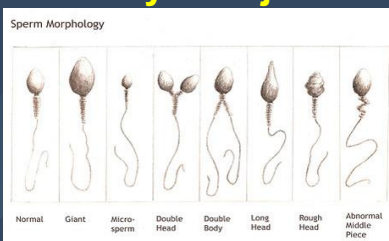
Mužská neplodnost I.

oligospermie – menší než průměrné množství spermií v ejakulátu (průměr cca 120 mil./ml)



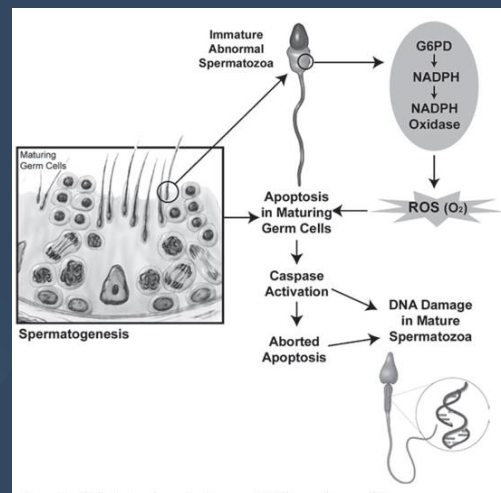
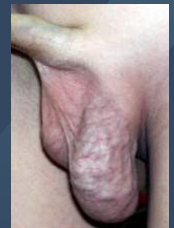
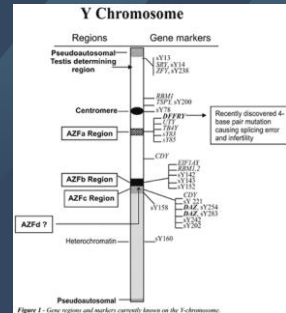
prostředí

- endokrinní disruptory (pesticidy, Pb, As)
- léky či návykové látky (marihuana, kokain, alkohol, kouření, steroidy, chemoterapie)
- nedostatek fyzické aktivity (obesita)
- oxidativní poškození – asociace snížené pohyblivosti s přítomností leukocytů v ejakulátu
- **abnormální tvar spermií**



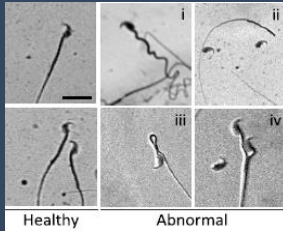
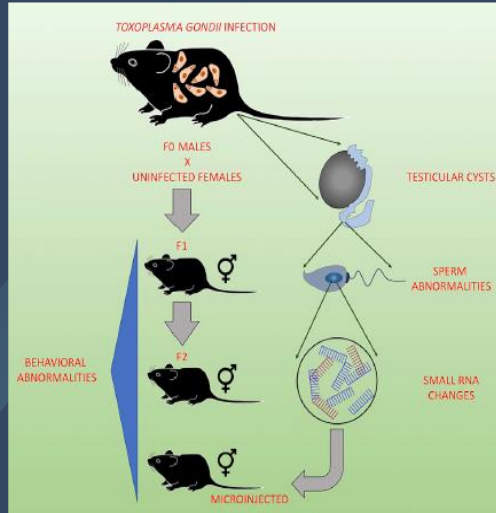
Příčiny

- hormonální nerovnováha
- produkce IgA
- **křečová žíla v šourku**
- genetické příčiny
 - **mikrodelece na Y** – kontrola spermatogeneze
 - mutace v AR či enzimech syntetizující pohlavní hormony



Mužská neplodnost II.

Příčiny - prostředí – **infekce** – *Toxoplasma gondii* (kokcidie kočičí)

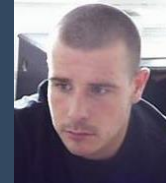


Tyebji et al., 2020, Cell Reports: Pathogenic Infection in Male Mice Changes Sperm Small RNA Profiles and Transgenerationally Alters Offspring Behavior.

- 25-80% světové populace infikováno, napadá CNS
- zvyšuje hypomethylaci v promotoru pro arginin vasopresin (AVP) v neuronech → ztráta strachu z pachu koček !!!
- změna metylace v promotorech genů zodpovědných za spermatogenezi → **indukce epigenetických změn** v myších **spermích** (pokles v množství, pohyblivosti, nárůst abnormalit) → transgenerační změny v potomcích ovlivňující fenotyp, včetně chování (indukce / suprese sncRNA)

Léčba

- hormonální terapie
- chirurgický zákrok
- vyvarovat se přehřívání
- ICSI
- léky
- **kvalitní strava** – spermie citlivé na přísun kvalitních nutrientů = masivní zásah do stravy vyvolává změny které se šíří do 1-2 dalších generací = sncRNA = tsRNA+ rsRNA → upregulované po vysoko-sacharidové dietě po dobu 1 týdne → **vliv prostředí na mužskou plodnost**



Mužská neplodnost III. – Otcovy hříchy

Jaký je vliv životního stylu otce na fyzický a psychologický vývoj dítěte ?



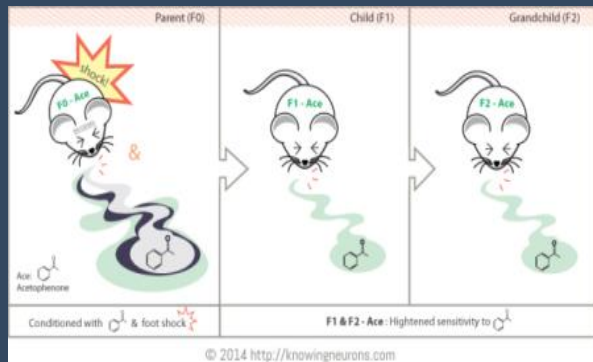
- Kde žili
- Jak si vážili vzdělání
- Kouření
- Alkoholismus
- Přetrpění hladomoru
- Válka

Mužská neplodnost IV. – Otcovy hříchy

Jsou Epigenetická
značky přenositelné na
následující generace
???

Epidemiologické studie

- nižší výskyt vnuků s cukrovkou u mužů, jež zažili hladomor
- vyšší hmotnost u synů, jejichž otcové začali s kouřením před 11 rokem života



Myši – expozice acetofenonu s
následným šokem → naučený
strach !!!

Dvě generace potomků =
nervozita z acetofenonu

Zvětšená oblast v mozku



Vietnamská válka – děti s
vyšším výskytem sebevražd



Genocida v Kambodži –
potomci s depresí a úzkostí

Stres zanechává epigenetické změny nebo
mění expresi miRNA !!!

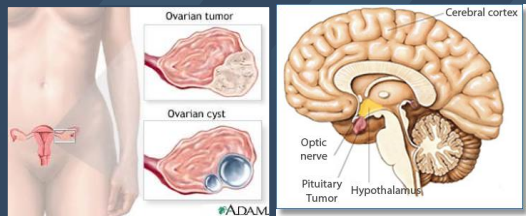
Spermie odráží vlivy prostředí !!!



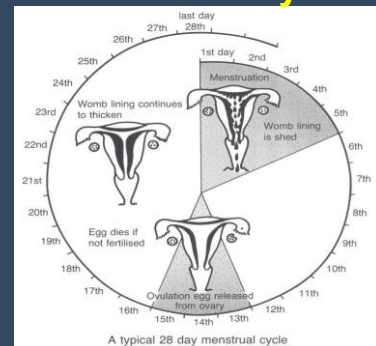
Ženská neplodnost I.

hormonální nerovnováha

- nádor ve vaječnicích / hypofýze
- steroidní léky (kortikoidy)
- hyperprolaktinémie
- subaktivní thyroidea

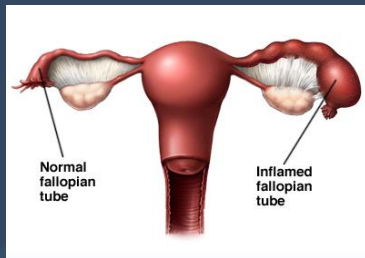
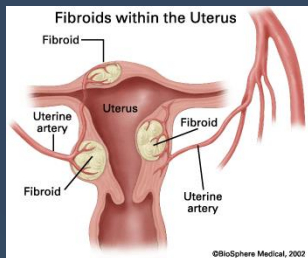
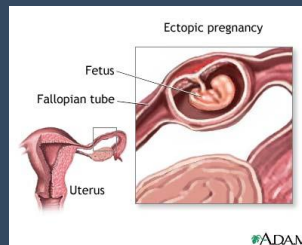


Abnormality v reprodukčním systému - nepravidelný menstruační cyklus



fyzické příčiny

- ucpané vejcovody → mimoděložní těhotenství
- hluboký pánevní zánět / pelvic inflammatory disease (PID)
- fibroidy
- endometriosa



Ženská neplodnost III.

fyzické příčiny

- vaginální sekrety nepříznivé spermiím – tlusté / lepkavé, kyselé / zásadité, přítomnost protilátek (**anti-lzumo**)
- stáří – vyšší pravděpodobnost chromozomálních abnormalit – chemikálie, viry, radiace

Léčba

- denní proplachování kyselým (ocet) či zásaditým (soda bikarbóna) roztokem
- chirurgický zákrok / laparotomie
- stimulace ovulace léky – **clomiphene (SERM)**
- **test na sledování ovulace**
- monitoring změny teploty



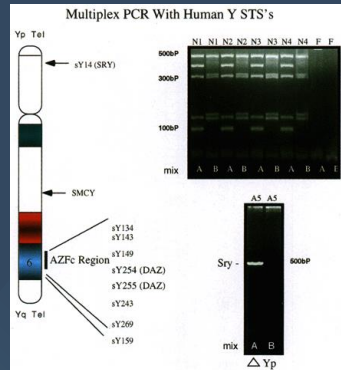
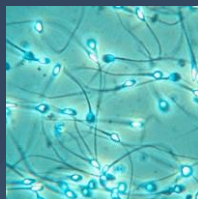
Testy neplodnosti

muž

- mikroskopicky – počet, pohyblivost, morfologie
- PCR - analýza chromosomu Y

žena

- gynekolog – verifikace přítomnosti a funkčnosti ženského pohlavního ústrojí

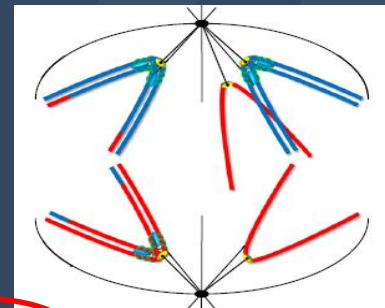


Ženská neplodnost IV. – molekulární příčiny

Nárůst Aneuploidii s věkem matky !

- z 20 → 60% pro ženy od 35 až nad 43 let

- běžné v oocytech → **nekompatibilní** se životem (výjimka např: Downův syndrom)



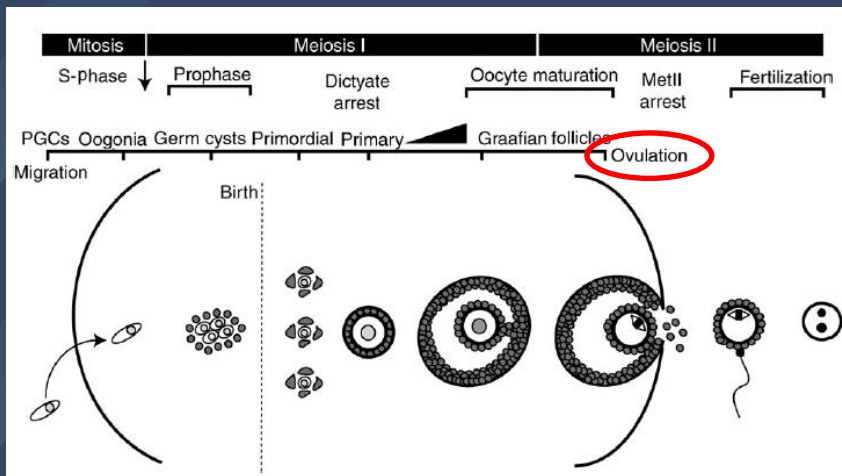
Všechny oocyty pochází z primordiální zárodečné buňky – plod (fetus)

1) Před narozením – pre-meiotická S fáze, párování chromozomů

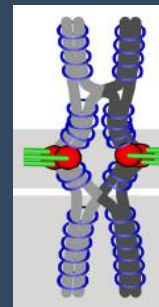
2) Po narození – **meióza I (MI) = dictyate** – zastavení až do ovulace – **nával LH**

3) Dokončení MI a zástava v MII – metafáze

4) Dokončení MII při vniknutí spermie



Nutnost ocytu setrvat ve stádiu bivalentu

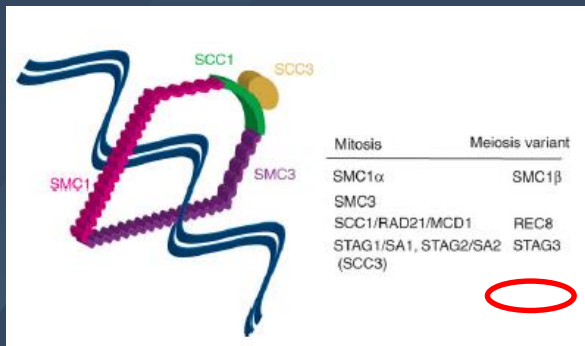
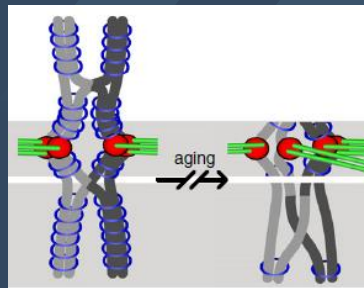


Ženská neplodnost V. – molekulární příčiny

Bivalent – pár homologních chromosomů

Ztráta soudržnosti s věkem

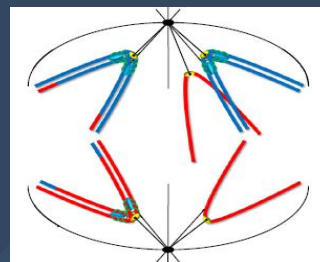
- udržována **cohesinem**
- rozdílné složení pro meiózu !



Oocyty zřejmě nemají schopnost doplňovat cohesin (ztráta REC8 na bivalentech oocytů)



Ztráta cohesinu → segregace sesterských chromatid nezávisle jedna na druhé

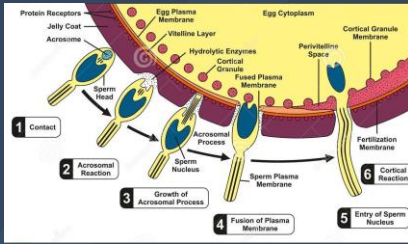


Vyšší výskyt aneuploidií s věkem matky !!!

Neplodnost VI. – molekulární příčiny



Dosud neznámé
„genetické“ příčiny (~10%)



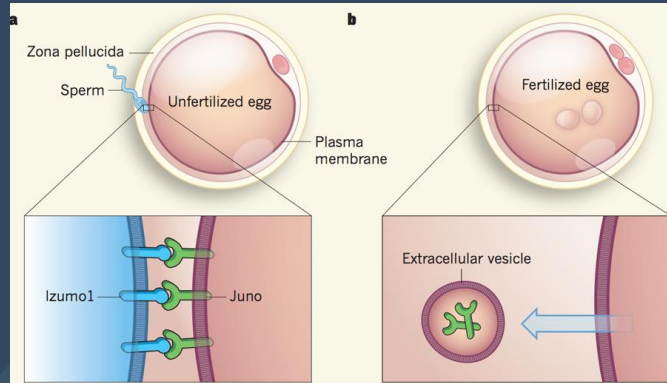
Akrosomová reakce



**Vstup spermie do vajíčka
vyžaduje interakci
protein-protein !!!!**

Izumo1

- transmembránový protein spermie
- nepřítomnost → **Mužská Neplodnost**
- chr.19; 37 kDa protein
- teplotně labilní epitop



Juno (Folr4)

- transmembránový protein vajíčka
- nepřítomnost → **Ženská Neplodnost**
- chr.11; 29 kDa protein

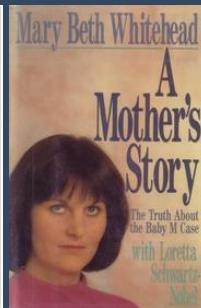
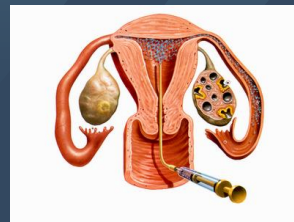
Odloučení po oplodnění !!!

Techniky asistované reprodukce

umělá inseminace (intrauterine insemination, IUI)

- nejstarší technika - 1790
- neplodný partner
- nositel genu nějaké nemoci
- ženy co nechtějí sex/partnera
- 1953 – zamrazování spermatu – možnost výdělku pro studenty medicíny

- Darovaná děloha / náhradní matka – nepřítomnost dělohy/ neschopnost udržet těhotenství



„propůjčení
dělohy“
=
Práce
→ **nutno
právně ošetřit**

Techniky asistované reprodukce II.

In vitro fertilizace (IVF) - spojení vajíčka a spermie v laboratorní misce

- 1978 – Louise Joy Brown



Intracytoplasmická spermiová injekce (ICSI) – pro spermie neschopné vniknutí do vajíčka - úspěšnost cca 30%



Pro:

- muže s nízkým počtem spermií
- vysokým procentem abnormálních spermií
- muže neschopné ejakulace – poškození páteře

Pro:

- děloha a vaječníky funkční, blokace vejcovodů

Jak zvýšit úspěšnost IVF ?

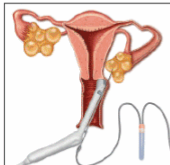
- produkce vyzrálých oocytů
- blokace hormonů
- přenos embrya ve stadiu blastocysty
- kultivace vajíčka s „pomocnými“ buňkami
- vyšetření embryí na abnormality

1 Ultrasound Imaging To Monitor Follicle Development Following Ovarian Stimulation



Ultrasound view of ovary showing follicles

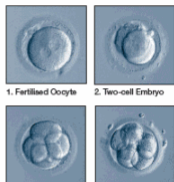
2 Transvaginal Oocyte Retrieval



3 Mixing of Sperm and Oocytes Together



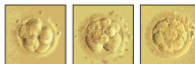
4 Embryo Cell Division



1. Fertilised Oocyte 2. Two-cell Embryo

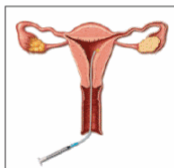
3. Four-cell Embryo 4. Eight-cell Embryo

5 Monitoring Embryo Cell Quality



Level 1 Embryo Level 2 Embryo Level 3 Embryo

6 Intrauterine Transfer of Embryos

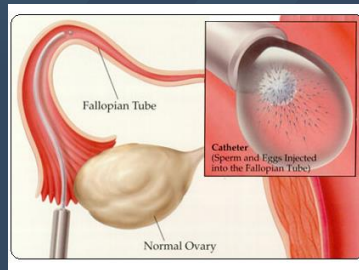


Bioetický problém – Přenos neplodnosti !!!

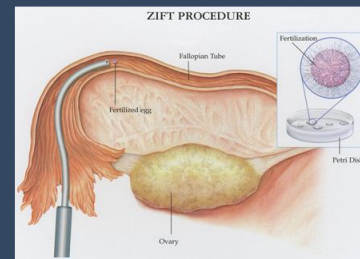
Techniky asistované reprodukce III.

Přenos gamet do vejcovodů (GIFT, gamete intrafallopian transfer)

- náhrada IVF – levnější, méně časově náročné
- oplodnění v těle ženy, NIKOLIV v laboratorní misce
- cca 26% úspěch – poloviční cena



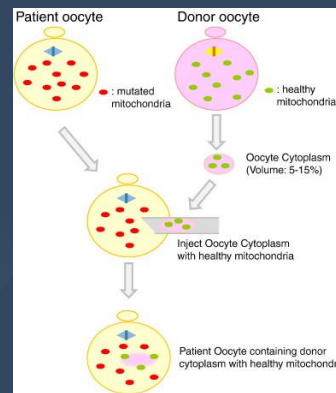
Přenos zygoty do vejcovodů (ZIFT, zygote intrafallopian transfer)



Uchování embryí – PROČ ?

- ženy co chtějí děti později v životě
 - ženy podstupující chemoterapii
 - ženy pracující s toxiny či teratogeny
- Oocyty zamražené v -30°C až -40°C – metafáze II

Darování embryí – pro ženy s nefunkčními vaječníky – je „pouze“ nositelkou, nikoliv genetickou matkou



Darování cytoplasmy – omlazení vajíček starších žen cytoplasmou žen mladších

Použití aromatasových inhibitorů (AIs)

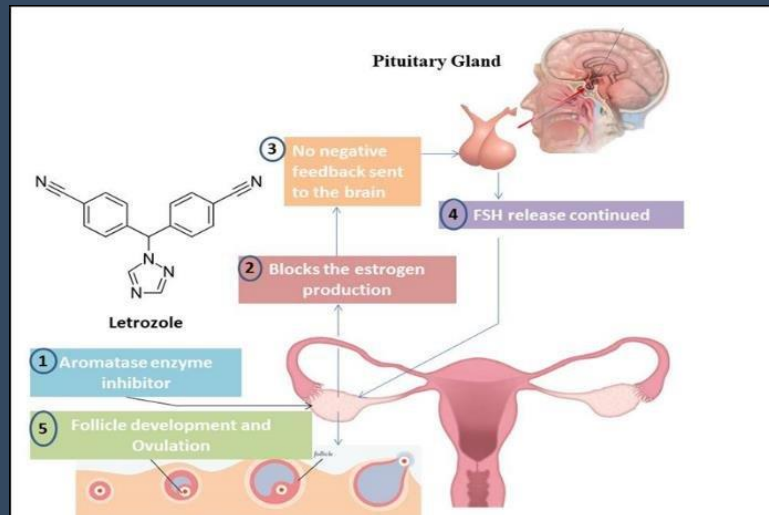
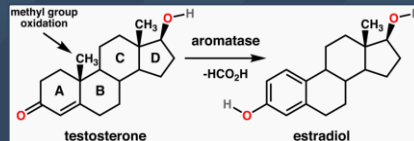
Proč ANO ?

AIs – inhibice aromatizace androgenů v ovariálních folikulech → pokles hladiny estrogenů !!!

- zvýšené gonadotropiny
- androgenní mikroprostředí může zlepšit vývoj folikulu
- minimalizace rizika trombózy, bezpečnost pro ženy s rakovinou závislou na hormonech
- zlepšení endometriální vnímavosti
- Možnost léčby mužské neplodnosti (neobstrukční azospermie)

Proč NE ?

- Možnost teratogenního působení – Potvrzeno u zvířat !!!!



Náhradníci / Záložníci

Výzkum na nevyužitých oplodněných vajíčcích a časných embryích

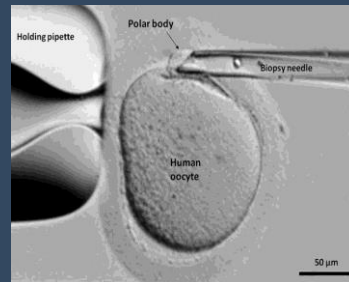
1) Vyšetření spermií muže s 47, XXY (Klinefelterův syndrom)

- pouze 4% spermií měla extra chromosom
- 5/10 embryí mělo abnormální X, Y nebo 18
- problém asi není ve spermiích ale v časných embryích



2) Sledování osudu blastomery s mnoha/málo chromozomy – součástí vnitřní buněčné stěny (ICM) častěji než určuje náhoda → předpověď narození zdravého potomka (dle PGD) se může lišit vyskytnou-li se mutace v ICM

3) Biopsie polárního tělíska – pokud má mutantní alelu X-vázané choroby → oocyt ji nemá a lze ho využít pro IVF



Neplodnost – Katastrofy ?

1. Záměrná / neúmyslná záměna spermatu



Dr. Bernard Norman Barwin,
Toronto, Kanada



2. Sdílení majetku po rodičích se zamraženými embryi

3. Několik párů v Chicagu se chtělo vzít ale byly nevlastní sourozenci – jejich matky se nechaly uměle oplodnit spermiemi stejného dárce

4. Páry obvinili fertilitní kliniku z implantace jejich vajíček do jiných žen bez souhlasu dárce.



Neplodnost – Zákony - ČR



Zákon 373/2011 §3 odstavec 5

Zárodečné buňky a lidská embrya mohou být použita pouze pro umělé oplodnění. To neplatí, jde-li o lidská embrya nevyužitá pro umělé oplodnění, která lze použít pro výzkum na lidských kmenových embryonálních buňkách za podmínek a pro účely stanovené zákonem upravujícím výzkum na lidských kmenových embryonálních buňkách.

Zákon 373/2011 §5 odstavec 2

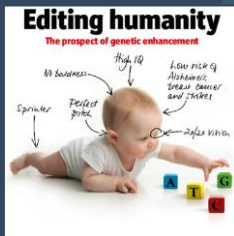
Použití metod a postupů asistované reprodukce **není dovoleno pro účely volby pohlaví budoucího dítěte**, s výjimkou případů, kdy použitím metod a postupů asistované reprodukce lze předejít vážným geneticky podmíněným nemocem s vazbou na pohlaví

Zákon 373/2011 §6 odstavec 1

Umělé oplodnění lze provést ženě v jejím plodném věku, pokud její věk nepřekročil 49 let, a to na základě písemné žádosti ženy a muže, kteří tuto zdravotní službu hodlají podstoupit společně. Žádost neplodného páru žádajícího o umělé oplodnění nesmí být starší než 6 měsíců.



Děti na zakázku I.



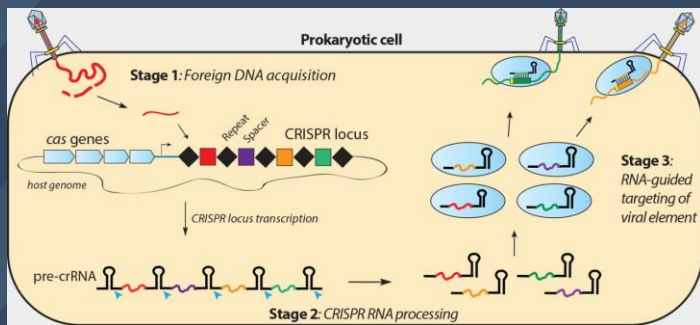
2015 / 2016 – čínské týmy modifikovaly lidská embrya
- změna genu pro β -thalasemii, tvorba rezistence k HIV

1.2.2016 – povolení využití systému CRISPR systém u živých lidských embryí

26.11.2018 – editace oplozeného vajíčka – Čína -
<https://www.nature.com/articles/d41586-018-07545-0>

CRISPR –
Clustered
Regularly
Interspaced
Short
Palindromic
Repeats

Segmenty
nahromaděných
pravidelně
rozmístěných
krátkých
palindromických
repetic



Research article

CRISPR/Cas9-mediated gene editing in human trippronuclear zygotes

Puping Liang¹, Yanwen Xu¹, Xiya Zhang¹, Chenhui Ding¹, Rui Huang¹, Zhen Zhang¹, Jie Lv¹, Xiaowei Xie¹, Yuxi Chen¹, Yujing Li¹, Ying Sun¹, Yaofu Bai¹, Zhou Songyang¹, Wentao Ma¹, Canquan Zhou¹ and Junjiu Huang¹

(1) Guangdong Province Key Laboratory of Reproductive Medicine, the First Affiliated Hospital, and Key Laboratory of Gene Engineering of the Ministry of Education, School of Life Sciences, Sun Yat-sen University, Guangzhou, 510275, China

✉ Canquan Zhou (Corresponding author)
Email: zhoucanquan@hotmail.com

✉ Junjiu Huang (Corresponding author)
Email: hjunjiu@mail.sysu.edu.cn

Etické dilema !!

Děti na zakázku II. – Etické dilema



CRISPR / Cas9



„Their parents don't want a designer baby...Just a child who won't suffer from a disease which medicine can prevent. I understand my work will be controversial, but I believe families need this technology and I'm willing to take the criticism for them.”

Proč je to špatně ?

Je to špatně ?

Kdo rozhodne, zda je to špatně ?

Jak mnoho omluv / výmluv bude potřeba,
aby to bylo špatně?

Slovo závěrem....



Svoboda je možnost volby. Dopřejete ji vašemu dítěti ?



Thanks!

Do you have any questions?

youremail@freepik.com

+91 620 421 838

yourcompany.com

CREDITS: This presentation template was created by **Slidesgo**, including icons by **Flaticon**, and infographics & images by **Freepik**

Please keep this slide for attribution