
14 Fyziologie reprodukce a těhotenství

Obsah kapitoly:

14.1 Úvod do kapitoly

14.2 Základní formy reprodukce

14.3 Nosič genetické informace

14.4 Pohlavní orgány

14.5 Fyziologie pohlavního vývoje a reprodukce u mužů

14.6 Fyziologie pohlavního vývoje a reprodukce u žen

14.6.1 Menstruační cyklus

14.6.2 Fyziologie těhotenství

14.7 Somatopauza

14.7.1 Klimakterium

14.7.2 Somatopauza – věkový faktor a jeho projevy

Po přečtení této kapitoly, bys měl pochopit fyziologickou roli princip a regulaci:

- jednotlivých životních fází: dětství, puberty, sexuální zralosti, stáří;
- genetické reprodukce,
- sexuálního vývoje,
- menstruačního cyklu,
- pohlavního aktu a oplodnění,
- těhotenství, porodu a kojení,
- stárnutí a somatopauzy.

Klíčová slova:

rozmnožování (reprodukce), neuroendokrinní regulace, pohlavní rozmnožování, puberta, menstruační cyklus, oplodnění, klimakterium, somatopauza, andropauza.

14.1 Úvod do kapitoly

Život je zvláštní forma existence hmoty. Pokud chceme život charakterizovat stručně a několika základními vlastnostmi, pak mezi ně musíme prioritně řadit:

- schopnost látkové výměny (metabolismus);
- dráždivost;
- dědičnost znaků;
- **rozmnožování (reprodukcí);**
- vývoj (evoluci):
 - přizpůsobením (adaptací);
 - přírodním výběrem;
 - snášenlivostí (tolerancí);
 - konvergenci a divergenci.

Předmětem této kapitoly jsou základní informace spojené s reprodukcí u člověka.

Principy a formy reprodukce

Základem reprodukce v biosféře je předání genetické informace novému organismu. Jde o jeden ze základních principů existence a zachování života biosféry. V přírodě známe dvě základní reprodukční schémata, při kterých se předává genetická informace, podle které se utváří nový organismus - jedinec. Nosičem všech genetických informací je DNA. Genetická informace se může:

- replikovat (kopírovat - opisovat) - při nepohlavní formě reprodukce;
- kombinovat (při replikaci dochází ke kombinování genetické informace od dvou jedinců) - jde o princip reprodukce např. u savců - viz dále v textu.

14.2 Základní formy reprodukce

- **Nepohlavní forma reprodukce:** obvyklá u bakterií – prostým rozdělením – replikací (kopírování) jediné mateřské buňky vznikají dvě zcela identické buňky dceřiné, které obsahují stejnou genetickou informaci jako jejich mateřská buňka). Vzniká tak zcela identický jedinec se stejnými vlastnostmi, jako měla buňka mateřská.
Pokud dceřiná buňka získá odlišnou vlastnost, jde o náhodnou mutaci (poruchu replikace DNA).
- **Pohlavní:**
 - je obvyklé u vyšších forem života (mj. u savců včetně lidí) – jde o velmi složitý proces, při kterém dochází ke spojení spermie a vajíčka – oplodnění, čímž dojde k promíšení genetických informací => vzniká nový organismus, který získal genetickou informaci z obou pohlavních buněk (došlo k přepisu vždy části genetické informace z jedné, i druhé rodičovské informace);
 - genetický materiál je uložen ve speciálních pohlavních buňkách – gametách (u mužů ve spermích, u žen ve vajíčku);
 - aby se reprodukce úspěšně realizovala, musí mj. dojít ke spojení (velmi komplikovanému a pro organismus i energeticky náročnému) jak obou jedinců, tak i jejich genetického materiálu obsaženého v gametách;

-
- pohlavní rozmnožování vyžaduje odlišné pohlavní orgány: samčí (mužské) a samičí (ženské).

14.3 Nosič genetické informace – DNA

Genetická informace je uložena v deoxyribonukleové kyselině (DNA / DNK). Její zjednodušenou podobu obvykle představuje model tzv. šroubovice DNA, který si představujeme jako vlákno (stočené do spirály), které je nosičem, na kterém je zapsána celá genetická informace v jedné dlouhé větě „*abecedou, která se skládá ze čtyř písmen (bází)*“. Baze a jejich pořadí určuje konkrétní genetickou informaci.

Celá genetická informace buňky (organismu) je obsažena přibližně v milionech „*písmen*“ – bází (např. u bakterií je celá genetická informace uložena v jediném DNA vlákně), informace pro lidskou buňku je uložena v textu mnoha miliard bází. Každý dědičný faktor (gen) je určen konkrétními bazemi a jejich pořadím. Porucha (mutace) pořadí (nebo ztráta / záměna části informace) na úrovni baze, představuje chybnou genetickou informaci se všemi důsledky chybného vývoje, včetně zániku buňky (organismu).

Jádro lidské buňky má průměr asi 5-8 μm a obsahuje DNA v o délce asi 2 metrů (pokud bychom tuto buňku zvětšili do rozměru 1 mm, byla by délka vlákna DNA asi 2 km). Takto dlouhý text genetické informace obsažený na vlákně buněčné DNA by byl velmi zranitelný (což by přinášelo vícebuněčným organismům evoluční nevýhodu v podobě vysokého rizika textové poruchy při transkripci genetické informace). Jako významný ochranný mechanismus proto vnímáme rozdělení genetické informace buňky do několika menších vláken tak, aby skladba těchto vláken tvořila tzv. **chromosom** – soubor určitých informací. Tento způsob také umožňuje, aby se celá genetická informace vešla do jádra buňky a aby mohla být snadno rozdělena mezi obě dceřiné buňky vznikající při buněčném dělení.

Přenos genetické informace pohlavním rozmnožováním je pro každý biologický druh obrovskou přírodní konkurenční výhodou, která mj. umožnila evoluci!

Běžné buňky jsou v běžném vícebuněčném organismu tzv. diploidní = všechny chromosomy jsou v párech – každý chromosom se v buňce vyskytuje dvakrát. Počet chromosomů v jedné buňce se označuje jako karyotyp, přičemž, každý biologický druh má svůj konkrétní karyotyp: počet, tvar a velikost chromosomů. Tento poznatek se proto používá při rozlišování organismů – slouží jako tzv. druhový znak.

V souvislosti s genetikou se setkáváme s některými základními pojmy:

- **chromosom** je specifická buněčná struktura skládající se především z DNA; je nositelem genetické informace;
- **karyotyp** je soubor všech chromosomů v buněčném jádru;
- **genetická výbava** jedince je (s výjimkou gamet) vždy diploidní;
- **gen** je základní jednotka genetické informace (základní jednotka dědičnosti):
 - je to konkrétní úsek DNA;
 - jeden gen může podmiňovat vytvoření jednoho konkrétního;
- **alela** – konkrétní forma genů;
- **genom** je souhrn veškeré genetické informace (především sekvencí DNA) v buněčném jádru:
 - zahrnuje všechny geny;
 - je schopen variability;
- **lidský genom** tvoří soubor veškeré DNA v buněčném jádru každé lidské buňky:.

- má přibližně 18-25 tisíc genů;
- je uložen na 46 chromosomech (pro představu – k přepisu informace v nich uložené, bychom potřebovali více než tisíc velmi objemných knih);
- **genotyp** znamená jedinečnou informaci (veškerou genetickou charakteristiku) o genetické konstituci konkrétní **buňky /organismu /jedince**:
 - v užším pojetí je dvojice alel téhož genu, kdy jedna alela z dvojice je původem z matky a druhá původem z otce.

Karyotyp a lidská buňka

Lidská buňka (vyjma buněk pohlavních) obsahuje:

- soubor celkem 23 párů chromosomů;
 - z toho 22 párů tzv. homologních chromosomů (*jeden pár obsahuje vždy dva chromosomy, které nesou konkrétní informaci, přičemž jeden chromosom je od matky a jeden od otce; Každý pár homologních chromosomů je nositelem homologní genetické informace*);
 - 1 pár chromosomů nehomologních (*nepárových*), který je tvořen:
 - 1 chromosomem X – ženský pohlavní chromosom;
 - 1 chromosomem Y – mužský pohlavní chromosom.

Pohlavní buňka (gameta) je – co se týká složení buněčného jádra výjimkou! Její buněčné jádro **neobsahuje** „zdvojené“ chromosomy: obsahuje z každého páru homologních chromosomů pouze jediný(!) kus a dále pouze jediný(!) kus nepárového (pohlavního) chromosomu (místo dvou párových).

Gamety - pohlavní buňky vznikají zvláštním způsobem dělení, ve skutečnosti jde o dvě, ihned po sobě následující buněčná dělení). Gameta tedy obsahuje pouze 23 chromosomů, z nichž jeden je tzv. pohlavní:

- u ženy obsahuje každá gameta chromosom X;
- u muže obsahuje polovina gamet chromosom X a polovina chromosom Y.

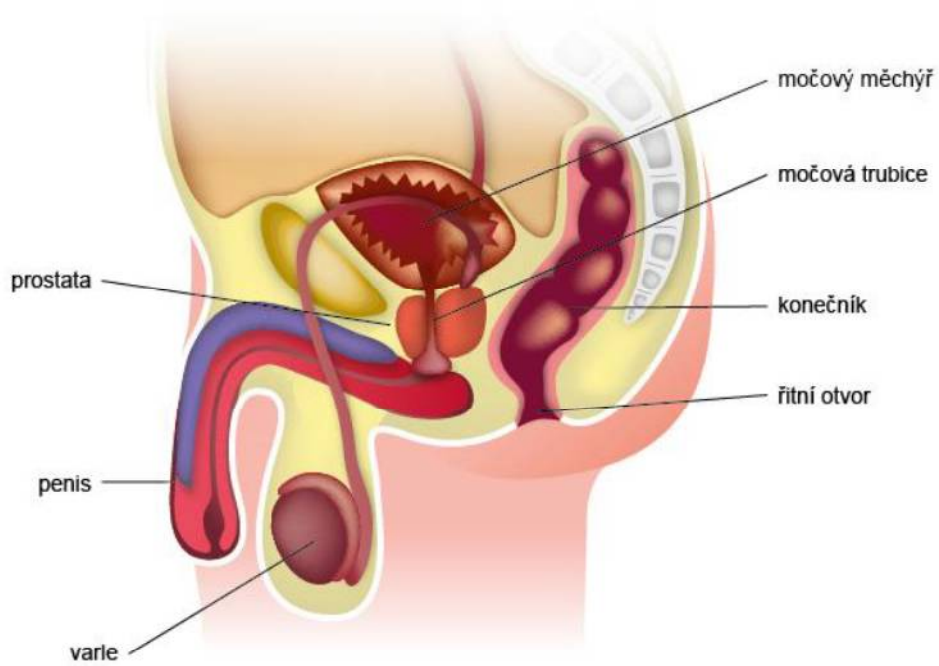
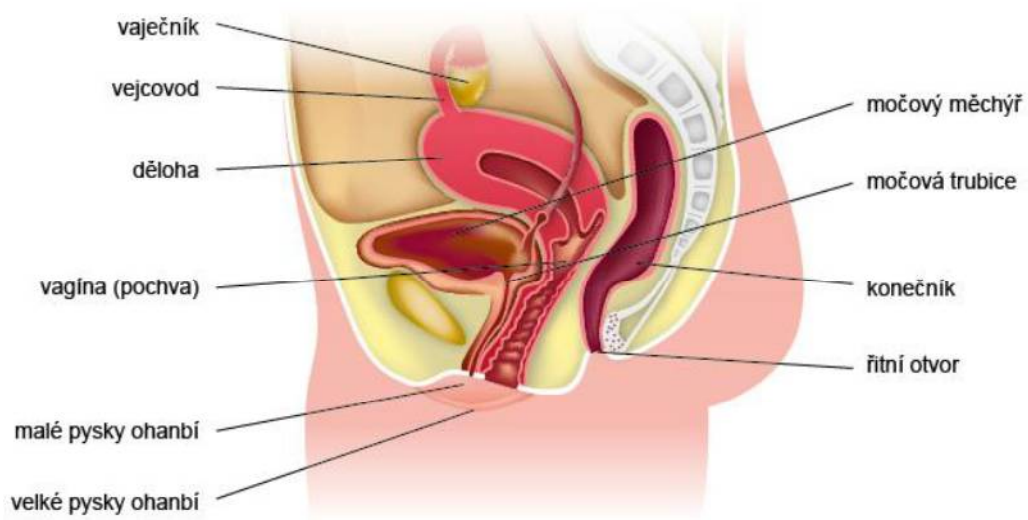
14.4 Pohlavní orgány (odlišnost pohlavních orgánů zajišťuje reprodukci)

Pohlavní orgány člověka zajišťují svoji odlišností základní reprodukční funkci – produkci pohlavních buněk avšak v ostatních činnostech se logicky významně liší. U mužů jsou pohlavní orgány uzpůsobeny k tvorbě spermií, jejich následnému uvolnění a dopravě do pohlavních orgánů opačného pohlaví, zatímco u žen má činnost reprodukčních orgánů (mimo tvorbu vajíček) za cíl vytvořit optimální prostředí, které umožní oplodnění a další vývoj vajíčka (těhotenství).

Regulační mechanismy pohlavního vývoje

K profílaci pohlaví dochází v okamžiku spojení vajíčka a spermie. Každá z těchto dvou gamet je vybavena sadou 23 chromosomů, které jsou v ostatních lidských buňkách v tzv. homologních párech (22 párů) a jedním chromosomem pohlavním (X – ženský chromosom, Y – mužský chromosom).

Mužský Y chromosom je obsažen pouze v polovině mužských gamet – ve spermích (druhá polovina spermií obsahuje chromosom Y). Pohlaví dítěte tedy určuje, zda vajíčko oplodní spermie s Y (vzniká mužský zárodek), nebo spermie s X chromosomem (vzniká ženský zárodek). Záleží tedy na tom, jaký pohlavní chromozom obsahuje mužská gameta. Již v okamžiku oplodnění vajíčka je tedy určeno, zda se zárodek bude vyvíjet s kombinací pohlavních hormonů **XX – žena**, anebo s kombinací **XY – muž**. Při normálním průběhu těhotenství se budou – vlivem výše uvedené kombinace pohlavních hormonů mj. odlišně vyvíjet pohlavní orgány muže a pohlavní orgány ženy.



Obr. 82 Pohlavní orgány ženy a muže.

Kombinace pohlavních chromosomů však ovlivní i jiné struktury a funkce lidského těla v dalším průběhu života – tvorbu hormonů, muskulaturu a kostru tak, že lze již z pouhého morfologického uspořádání rozpoznat pohlaví jedince.

Významná profilace pohlavní orientace nastává v období dospívání – puberty. Během puberty se tak nejenom zvýrazní pohlavní rozdíly, ale nastupuje období, kdy je konkrétní jedinec schopen reprodukce. Nástup puberty zahajuje produkce pohlavních hormonů, přičemž primárním stimulem k produkci pohlavních hormonů je luteinizační hormon (produkovan hypofýzou na popud hypotalamu). Jde tedy o velmi složitou neuroendokrinní regulaci s celou řadou zpětných vazeb. Během puberty se také dokončí tělesný růst orientovaný ve směru daném orientací chromosomální výbavy.

14.5 Fyziologie pohlavního vývoje a reprodukce u mužů

Puberta u mužů. Důsledkem neuroendokrinních regulačních změn je u fenotypu s chromosomální výbavou XY rozvoj maskulinních změn. Regulaci zajišťuje endokrinní systém, který spouští u mužů (na základě produkce luteinizačního hormonu - viz výše) tvorbu androgenních hormonů – především testosteronu produkovaného zejména ve varlatech, jeho prekurzor pak z menší části i v nadledvinách.

Zvýšení hladiny testosteronu pak ovlivní i další rozvoj jedince – hovoříme o vývoji mužského fenotypu – zejména ve směru rozvoje, zvýraznění a případně stimulace:

- pohlavního ústrojí;
- spermiogenezy (závěrečná vývojová etapa vyzrávání spermií);
- sekundárních pohlavních znaků;
- anabolických reakcí;
- psychické reakce (bojovnost, agresivita);
- libido);
- schopnost erekce a ejakulace;
- ukončení kostního růstu.

Erekce a ejakulace. Jde o genitální reflexy komplexní neuroendokrinní regulace, na kterých se podílí CNS (libido, sexuální apetence/ preference) pod vlivem endokrinního systému. Někdy hovoříme o komplexu sexuálního reakčního cyklu, jehož jednotlivými fázemi jsou u muže: erekce, ejakulace a orgasmus.

Nástup **erekce** (ztopoření penisu) zajišťuje CNS (libido, sexuální apetence / preference) pod vlivem endokrinního systému; vlastní mechanismus erekce pak spouští autonomní vegetativní nervový systém (parasymptikus) dilatací přírodních arteriol topořivých tělísek penisu (corpora cavernosa penis). Intenzita a trvání erekce je velmi složitým dějem, na kterém se podílí více faktorů (mimo výše uvedené i hormonální vybavenost, psychika, sexuální apetence, zdravotní stav, tělesná kondice aj.). Schopnost, kvalita a doba erekce se s věkem obvykle snižuje.

Ejakulace je další fází mužské pohlavní aktivity. Obvykle navazuje na předcházející erekci. Opět jde o složitý neuroendokrinní mechanismus, pro který je však – na rozdíl od erekce – typické, že při ejakulaci významně převyšuje činnost sympatické části autonomního vegetativního systému.

Schematicky lze ejakulaci rozdělit na dvě základní fáze:

-
- **emisi ejakulátu** – vypuzení sekretu z nadvarlat do chámovodů do prostatické části močové trubice (kontrakcí hladkého svalstva chámovodů a semenných váčků); současně dojde i k vyprázdnění prostatických žlázek;
 - **ejakulace:**
 - rytmické stahy hladkého svalstva močové trubice, i příčně pruhovaného kosterního svalstva pánevního dna atd.;
 - uzavření vnitřního svěrače močového měchýře;
 - + doprovodné příznaky zvýšené činnosti sympatiku – zvýšení kardiovaskulárního výkonu (tepové a dechové frekvence, systolického objemu, krevního tlaku), svalového napětí aj.;
 - **ejakulát** – obsahuje především spermie a další podpůrné látky pro spermie a jejich pohyb: (fruktóza, vitamin C aj.), dále látky umožňující oplození (prostaglandiny); má optimální – mírně zásadité pH (nezbytné pro spermie).

Po ejakulaci obvykle navazuje **orgasmus** (vyvrcholení) – tzv. plateau /plató/ fáze sexuálního reakčního cyklu. O orgasmu (orgastickém vzrušení) hovoříme u obou pohlaví. Jde o stav vyznačující se intenzivní fyzickou rozkoší, regulovanou a kontrolovanou autonomním vegetativním nervovým systémem.

Orgasmus se vyznačuje opět komplexní reakcí. Je doprovázen rychlými cykly kontrakcí svalů skupiny pánevního dna, kolem pohlavních orgánů a análního otvoru.

Orgasmus je u mužů, i u žen často provázen dalšími mimovolnými reakcemi (např. se svalovou křečí různých částí těla, i zvukovými projevy).

Orgasmus je vrcholnou částí sexuálního aktu, jehož průběh může výrazně napomoci k oplodnění vajíčka. Orgastické stahy svalů pánevního dna:

- zvyšující u muže energii/ rychlost ejakulace;
- zajišťují u ženy snazší a rychlejší pohyb spermií z vaginy do dělohy, ze které mohou být nasáty zvýšeným pod tlakem do vejcovodů – nejlíže k uvolněnému vajíčku.

Orgasmus je obvykle následován větší, či menší únavou a zklidněním (vlivem hormonu **prolaktinu**). Prolaktin je typickou odezvou neuroendokrinního systému. Pozorujeme reakci typickou po uvolnění **endorfinů**. Současně odeznívá zvýšené napětí sympatiku, což má často za důsledek pocit hladu a žízně.

Průběh orgasmu má jak u ženy, tak u muže prakticky obdobný mechanismus – ne však vždy stejný průběh. Fáze orgasmu nemusí vždy proběhnout – zejména u žen se setkáváme i tzv. anorgastickým průběhem sexuálního aktu.

Mnoho informací z oblasti lidské sexuality jako součásti reprodukce bylo ještě koncem první poloviny dvacátého století neznámo. Doslova revoluční byly proto v té době práce autorské (i partnerské) dvojice W. H. Masterse a V. E. Johnsonové. Mnoho dnešních výzkumů staví především na těchto základech.

Mimo bádání v oblasti hormonálních a farmakologických působků jsou pro nás převratné informace získané pomocí neinvazivních zobrazovacích metod: technikou funkční (dynamické) magnetické resonance (MR), pomocí které lze zjistit probíhající změny v mozku – v tomto případě během sexuálního aktu – zejména pak při orgasmu (viz kapitola Smysly). Použité techniky využívají mimo magnetické resonance i pozitronovou emisní tomografii (PET). Tyto výzkumy stále pokračují a jejich dosavadní výsledky prokazují, že:

- ženské i mužské mozky se v průběhu orgasmu chovají téměř stejně;
- orgasmus vyvolává v rozsáhlých oblastech mozkové kůry dočasný útlum mozkové aktivity.

Obecně lze říci, že pohlavní vzrušení (pro orgasmus to platí ještě více) je téměř vždy velmi příjemné a uspokojivé (často se užívá i francouzský termín: „*la petite mort*“ - „malá smrt“). Jde u různých lidí o různý počet probíhajících vln sexuální rozkoše.

14.6 Fyziologie pohlavního vývoje a reprodukce u žen

Puberta u žen. U žen je puberta důsledkem neuroendokrinních regulačních změn odpovídajících ženskému fenotypu (chromozomální výbava **XX**), které vedou ke spuštění rozvoje feminizačních znaků tělesných a psychických. Regulaci těchto dějů zajišťuje endokrinní systém, který spouští u žen (na základě produkce luteinizačního hormonu – viz výše) – tvorbu hormonů – estrogenního typu (estradiol, estriol, estron) dále progesteron. Estrogeny se tvoří především ve vaječnících, nadledvinách, ale mohou vznikat i v játrech a v tuku. Během těhotenství se pak tvoří i v placentě.

Ženy jsou schopny produkovat i malá množství androgenů – především testosteronu, který je produkován v podobě prekurzoru v nadledvinách.

Hladina estrogenů fyziologicky ovlivňuje další rozvoj jedince – hovoříme o vývoji ženského fenotypu – zejména ve směru rozvoje, zvýraznění a případně stimulace:

- pohlavního ústrojí;
- spuštění menstruačního cyklu;
- sekundárních pohlavních znaků;
- dráždivosti dělohy a motility ovarií;
- rozvoj mléčných žláz;
- změny vaginální výstelky a tvorbu kyselého pH ve vagině (významný protiinfekční faktor);
- predilekčního ukládání (a tvorby) tuků;
- metabolické efekty (vliv na cholesterol, retenci vody a solí);
- psychické reakce (stimulace sexuální aktivity a libida, formování ženského chování, tonus parasympatiku);
- schopnost erekce a ejakulace;
- a ukončení kostního růstu.

Estrogeny mohou působit pouze tehdy, pokud mají v tzv. cílových orgánech příslušné receptory. Jejich produkci spouští tzv. folikulostimulační hormon, který je produkován hypofýzou (z popudu buněk hypotalamu). Pozn.: tak jako ženský organismus produkuje malá množství androgenů, produkuje i mužský organismus menší množství estrogenních hormonů.

Dalším významným ženským hormonem je **progesteron** – jde o hormon tzv. gestačního typu, produkováný zejména ve druhé fázi menstruačního cyklu a během gravidity – je protipólem estrogenů (snižuje citlivost estradiolových receptorů). Je významným hormonem orientovaným po oplození vajíčka k jeho uchránění a k zajištění průběhu gravidity:

- připravuje sliznici dělohy k uložení (nidaci vajíčka);
- snižuje pohotovost ženského organismu k dalšímu oplodnění útlumem řady reakcí (snižuje sexuální apetenci, snižuje stažlivost dělohy, je antagonistou androgenů, působí na růst prsů a jejich přípravu na kojení, stimuluje respiraci, zvyšuje vylučování iontů N a Cl močí.

14.6.1 Menstruační cyklus

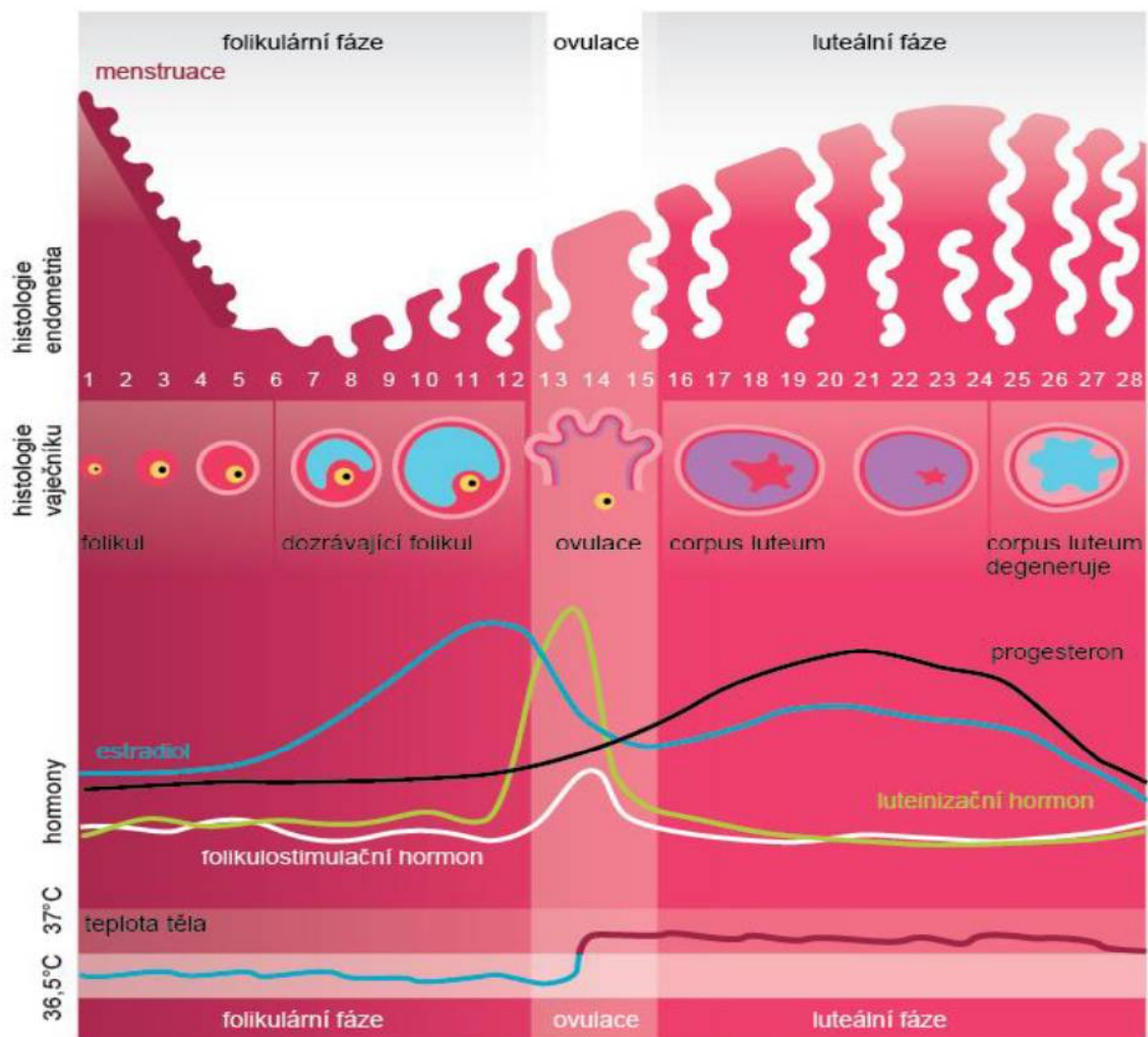
Období tzv. plodnosti je u ženy provázeno menstruačním cyklem. Pod tento pojem zahrnujeme více méně pravidelné (cyklické) změny, které se u fertlní (plodné) ženy střídají zhruba po 28 dnech.

Jednotlivé – pravidelně se opakující – fáze menstruačního cyklu probíhají (pod vlivem neuroendokrinních změn) především hormony typu estrogenů, které se uplatňují v první fázi menstruačního cyklu a dále progesteron, který ovlivňuje ženský organismus ve druhé fázi menstruačního cyklu. Předělem těchto dvou fází menstruačního cyklu je zhruba 14. den, kdy dochází k tzv. **ovulaci** – uvolnění zralého vajíčka v jednom z vaječníků. Ovulaci spouští další hypofyzární hormon – tzv. **luteinizační**.

Pokud dojde v průběhu druhé poloviny menstruačního cyklu (po ovulaci) k oplození vajíčka, okamžitě následuje další zvýšení hladiny progesteronu, který má zajistit zachování oplozeného vajíčka a startuje další fáze nastupujícího těhotenství (viz dále). Nedojde-li v té době k oplodnění uvolněného vajíčka, dochází k jeho odumření => poklesne hladina progesteronu a vlivem komplexu hormonálních změn se odloučí děložní sliznice => dochází ke krvácení – hovoříme o **menstruační fázi**, kterou se spouští nástup dalšího menstruačního cyklu.

Pozn.: „*funkční období*“ s možností oplodnění zralého vajíčka, uvolněného z vaječniku je limitováno 12-20 hodinami, „*životnost spermie*“ je obvykle 24-48 hodin. Z těchto údajů je zřejmé, že k oplodnění vajíčka dochází obvykle již během jeho cesty vejcovodem do dělohy.

Na menstruační fázi navazuje (pokud nedošlo k oplodnění vajíčka) **fáze proliferační** (příprava nové děložní sliznice, zrání nového vajíčka) – vlivem estrogenů. Uvolněním vajíčka začíná **fáze ovulační**, na kterou navazuje **fáze sekreční** – období, kdy jsou nejlepší podmínky oplodnění – početí.



Obr. 83 Menstruační cyklus.

Vaječníky mají základ cca 400-500 vajíček. Během pohlavního života ženy se jich uvolní různý počet, který kolísá v závislosti na nástupu menstruačního cyklu, počtu těhotenství a nástupu **klimakteria**, kdy v důsledku hormonálních změn se zastaví dozrívání vajíček v ovariích. V důsledku toho končí plodné období ženy a nastupuje tzv. klimakterium – viz dále v textu.

14.6.2 Fyziologie těhotenství

V dalším textu se budeme zabývat výhradně tzv. fyziologickým průběhem těhotenství (gravidity). Tato poznámka je nezbytná, protože právě tato oblast lidské reprodukce je předmětem velmi intenzivního bádání v celé řadě vědeckých disciplín: od věd etických, sociálních, teologických, právních aj. (vznik života, kdy lze lidský zárodek považovat za lidskou bytost, právo na život, jak postupovat při diagnostice vrozených vad během těhotenství aj.), až po řadu konzervativních, i intervenčních medicínských postupů (asistovaná reprodukce, genetické modulace, výběr a selekce pohlaví, průběh a vedení porodu atd.).

Předpokladem vzniku nového jedince pohlavním rozmnožováním je prioritně spojení dvou gamet opačného pohlaví => vzniká oplodněné vajíčko (k oplodnění vajíčka dochází obvykle již ve vejcovodu). V oplodněném vajíčku splývají buněčná jádra spermie a vajíčka => vzniká plnohodnotná diploidní buňka disponující standardním počtem 23 párů chromosomů (22 homologních a jedním párem pohlavních chromosomů). Tento děj je dalším předpokladem rozvoje těhotenství: další nezbytné fáze rozvoje oplodněného vajíčka (u kterého je již určeno pohlaví vyvíjejícího se jedince). Pohlaví budoucího jedince určuje pohlavní chromosom obsažený ve spermii (**X** – určuje ženské pohlaví, **Y** – určuje mužské pohlaví).

Okamžikem úspěšného spojení dvou gamet (vajíčka a spermie) začíná období (272-280 dnů; 40 týdnů) těhotenství, během kterého se bude (při fyziologickém průběhu těhotenství) vyvíjet oplozené vajíčko v nového jedince. Během tohoto období prodělává oplodněné vajíčko doslova bouřlivý vývoj, na jehož konci je porod nového člověka, jehož genotyp je složen (zatím nám neznámým výběrem) z genetických informací uložených ve dvou gametách (mateřské a otcovské), které se při oplodnění vajíčka spojily. Neméně bouřlivý průběh mají i změny, které v průběhu těhotenství prodělává i organismus matky. V dalším textu se proto budeme snažit postavit vedle sebe ty změny, které souběžně probíhají v organismu těhotné ženy a v organismu vyvíjejícího se dítěte. S ohledem na potřeby tohoto textu však půjde pouze o velmi stručný a suchý výčet informací.

Období těhotenství dělíme na tři fáze – trimestry (období tří kalendářních měsíců)

Pro I. trimestr jsou typické změny:

- **Vajíčko** – buněčné změny probíhají ihned po oplodnění. Vajíčko se v té době obvykle nachází ještě ve vejcovodu a jeho výživa vajíčka je zajištěna ze žloutkového vaku vajíčka.
Vajíčko obsahuje dvě prvojádra (otce a matky – v každém 22+1 chromosom), která splynou, takže máme již buňku, jejíž buněčné jádro obsahuje 22 párů homologních a 1 pár chromosomů pohlavních. Takto to buňka se počíná dělit na buňky dceřiné.
Oplozené vajíčko dále putuje vejcovodem (tato fáze trvá kolem 3-5 dnů a je umožněna aktivním pohybem řasinek sliznice vejcovodu).
- **Organismus matky** prodělává hormonální změny (žluté tělísko produkuje v – tzv. proliferační fázi hormon progesteron, který připravuje sliznici na přijetí vajíčka a brání zrání dalších vajíček).
- **Vajíčko** dorazí po 3-5 dnech od oplození vajíčko do dělohy. Během své cesty v něm proběhlo již několik fází buněčného dělení, takže jde již o vícebuněčný organismus – **blastula**. Během I. trimestru je největší riziko vzniku závažných genetických malformací (vlivem vnitřních a vnějších faktorů)
- Děložní sliznice je – díky hormonální modulaci – kyprá a je připravena k uložení vajíčka (jde o tzv. fázi sekreční) a k zajištění jeho výživy. V této době již lze určit (pomocí testů na progesteron) těhotenství.
- **Placenta** - buňky dělohy se začínají spojovat s obalem blastuly – vzniká základ tzv. **placenty** (plodový koláč), která bude během těhotenství tvořit spojovací a přechodný systém mezi matkou a dítětem (ke konci těhotenství váží až 500 g a její složení je naprosto unikátní. Základní informace o placentě:
 - má dva systémy krevní cirkulace – oddělené vzájemně stěnou klků, aniž by se krev jednoho systému mísila s krví druhého systému následujícím způsobem:
 - placentární krevní oběh matky, kterým je přiváděna do placenty arteriální krev matky, ze kterého přestupují přes membrány klků veškeré látky, které plod potřebuje;
 - placentární krevní oběh plodu, do kterého je - opět přes membrány klků - zajištěn od matky jak přísun látek potřebných pro výživu plodu, tak - opět přes membrány klků - přestup metabolitů z plodu do krevního oběhu matky;
 - spojení krevního oběhu plodu s placentou zajišťují tepna a žíly pupečníku plodu.

Placenta má tři, velmi důležité funkce:

- výživu – cestou placentárních oběhů přestupují do krevního oběhu plodu: kyslík, ionty, glukóza, aminokyseliny, stopové prvky, hormony, vitaminy, protilátky (přítomné v těle matky) atd.; přestupují však i látky jiné (pokud jsou v těle matky přítomny) – toxiny, drogy, léky aj.;
- zajišťuje ochrannou bariéru před řadou látek, které by mohly poškodit jak matku, tak dítě (např. dítě a matka mohou mít různé krevní skupiny), infekce atd.;
- zajišťuje vnitřně sekretorickou produkci:
 - od 9. dne gravidity choriový gonadotropin;
 - progesteron a estrogeny (od 2. měsíce) aj.

Prvý trimestr gravidity je provázen riziky jak pro matku (spojenými s oplodněním, nidací (uložení) vejce v děloze, tvorbou placenty aj.), tak pro plod (jde o období formování základu orgánů dítěte=>v toto době je vysoké riziko vzniku těžkých mutací. Po vždy třech měsících pak navazují II. a dále III. trimestr. Tato období již obvykle pobíhají v klidu. Dalším dějem je pak až spouštění vlastního porodu – viz dále v textu.

Vývoj plodu

Fyziologický vývoj oplodněného vajíčka = obvykle době těhotenství:

- fáze embryonální (do 6. týdne gravidity), ve které se jak mužské, tak ženské embryo vyvíjejí stejně;
- v 7. týdnu začíná pohlavní diferenciací; hovoříme o plodu (fetus), jeho organismus produkuje vlastní pohlavní hormony (mužský zárodek androgeny, ženský zárodek estrogeny);
- během těhotenství je dítě v děloze uloženo v tzv. plodovém vaku a „plave“ v plodové vodě;
- srdeční ozvy plodu zaznamenáme od počátku těhotenství, pohyby plodu začínají 18.-20. týdnem;
- vývoj orgánů plodu končí 28. týdnem – v té době lze již při předčasném porodu dítě zachránit;
- těhotenství končí kolem 40. týdne spontánním porodem vaginální cestou.

V děloze se často vyvíjí i více zárodků současně (např. dvojčat se rodí v populaci asi 1 %).

Porod

Porod je závěrečnou fází těhotenství a je (stejně jako oplodnění a vývoj plodu) složitý děj. Spouštěcím dějem porodu není jenom velikost nebo váha plodu (mezi 2-4 kg a kolem 50 cm), který začíná tlačit na porodní cesty. Bezprostředním impulsem jsou však opět změny hormonální: klesá hladina progesteronu a zvyšuje se hladina estrogenů v krevním oběhu matky. Vlastní porod pak spouští hormon hypofýzy – oxytocin, který vyvolává děložní stahy (kontrakce), v důsledku kterých se otevírají porodní cesty; po určité době praskají plodové obaly a plod se rodí cestou vaginální.

Po porození dítěte je třeba podvázat pupečník plodu. Nastupují poslední fáze porodu: – vyloučení placenty, retrakce (stažení – zmenšení) dělohy a postupná tvorba nové slizniční vrstvy uvnitř dělohy.

Neuroendokrinní změny provázejí i období poporodní. Velký význam zde hraje i laktace.

Výživa dítěte po porodu

Přestože má lidské novorozeně již vyvinuty základní životní funkce a je samostatný organismus, není poměrně dlouho (na rozdíl od celé řady savců, jejichž mláďata jsou poměrně krátce po porodu schopna pohybu a jejichž další vývoj probíhá velmi rychle) po porodu schopné aktivit, které by mu umožnily bez mateřské péče (nebo její náhrady) přežít. Součástí této péče je i zajištění výživy novorozence.

Kojení

Prsní žláza je specializovaný orgán určený prioritně k výživě novorozenců. Jde o specializovanou žlázu, jejíž vývoj, i další funkce jsou ovlivněny hormony. Laktaci (produkci mléka) spouští hormonální stimulace. Po porodu má dítě v mateřském mléce zajištěny prakticky všechny nezbytné složky k dalšímu vývoji. Při ukončení kojení se snižuje i hormonální stimulace a mléčná sekrece ustává.

Pozn.: Prsy mají roli i v sexuální apetenci – coby erotogenní zóna. Sexuální roli zprostředkovanou uměním však přiřkl prsům až člověk v určité fázi svého vývoje.

14.7 Somatopauza

Endokrinní soustava prochází v průběhu života mnoha změnami, které považujeme za fyziologické. Hladiny hormonů mají v průběhu lidského života výkyvy (některé nápadně klesají, jiné stoupají), jiné se ale nemění (např. kortizol nebo estrogeny u mužů). Mění se také charakter jak hormonální sekrece, tak reakce receptorů.

Posuny hladin hormonů zapříčiněné věkem, mají za následek fyziologické orgánové a funkční změny (standardní životní fáze). V určitém věku proto dochází u člověka k postupnému snižování reprodukčních schopností, které pokračuje až k jejich úplné ztrátě – **somatopauze**. Jde o období projevující se zejména relativním hypogonadismem (u mužů hypovirilizací), osteoporózou, oslabením svalstva a síly, poruchami příjmu potravy, metabolismu (obecně, zejména pak glycidů), obezitou a endokrinně modifikovanými kardiovaskulárními poruchami (hypertenze), i změněnou stresovou reakcí. Zatímco hladina testosteronu klesá během života u mužů postupně s věkem (pomalu a s individuálními rozdíly), nastává pokles tvorby estrogenů u žen poměrně rychle (většinou během roku po menopauze).

Pod pojem **somatopauza** řadíme tedy obecně **fáze stárnutí organismu, za kterými stojí především neuroendokrinní změny**, které se týkají sekrece a účinku celé řady hormonů (samozřejmě odlišně dle pohlaví): *růstového hormonu, dehydroepiandrosteronu (DHEA), melanotoninu, hormonů štítné žlázy, testosteronu, leptinu a dalších působků*.

O některých faktorech spojených s procesem stárnutí již máme komplexnější informace, přesto však stále neznáme možnosti jak ovlivnit tyto změny komplexně. Tato problematika se dotýká celé řady vědních oborů (lékařství, společenské a sociální vědy, právo aj.).

14.7.1 Klimakterium (přechod, klimax)

Jde o přirozený děj zahájený neuroendokrinními změnami, které navozují vyhasínání funkcí spojených s možností / schopností reprodukce. Jde o další životní fázi, kterou prochází člověk fyziologicky obvykle po dosažení určitého věku (u žen obvykle 45-55 let, u mužů 50-?), která je podmíněna celou řadou faktorů (genetické dispozice, způsob života – vlivy geografické, ale i operace, léky, toxiny aj.). Vyjmenované faktory (a jejich kombinace) tak podmiňují odlišnost jak času nástupu, tak i průběhu tzv. přechodu. Pojem **klimakterium** je standardně spojován se ženským pohlavím (u žen jsou totiž projevy klimakteria nejvýraznější), avšak tento stav postihuje i muže. Konečným důsledkem klimakteria je ztráta reprodukčních schopností daného jedince.

Klimakterium u ženy

Nejnápadnější známkou nastupujícího přechodu je u žen (do té doby plně fertálních) nástup změn, které vedou v konečné fázi až ke ztrátě menstruačního cyklu. Jde obvykle o celý soubor příznaků, potíží a změn (více, či méně výrazných), které předcházejí s určitým předstihem poslednímu menstruačnímu cyklu.

Celý děj je spuštěn z CN: neuroendokrinní změny, které vedou k útlumu činnosti vaječnicků => snížení produkce dvou základních ženských hormonů (estrogenů a progesteronu) => změny menstruačního cyklu, až jeho úplná zástava. Žena tak není již (v důsledku těchto změn) schopna fyziologicky otěhotnět (*menstruační cyklus však můžeme obnovit nefyziologicky hormonální – obvykle iatrogení) cestou.*

Klimakterium obvykle předcházejí /provázejí i další projevy, proto hovoříme o klimakterických příznacích / potížích – obvykle v podobě změn:

- metabolických: *poruchy termoregulace, návaly horka, vyšší potivost, změny ukládání tuku a cholesterolu (=> nadváha), úbytek vody ve tkáních, úbytek svalové hmoty aj.;*
- psychických: *poruchy spánku, nervová labilita a změny nálad, nesoustředěnost, deprese atd.;*
- sexuální apetence;
- oběhových;
- termoregulačních;
- ukládání vápníku => riziko osteoporózy aj.

K potlačení těchto příznaků a zdravotních problémů se u žen používají léky, které dodávají organismu chybějící hormony (estrogeny). Po ukončení klimakterických změn nastupuje u ženy období, které označujeme termínem **menopauza**.

Pozn.: *Pokud jsou ženám odstraněny ve fertálním období vaječnky, je tímto výkonem náhle (ze dne na den) navozena menopauza (je přeskočeno klimakterium) a potíže přechodu se projevují dramaticky náhle (hormonální hladiny neklesají postupně, ale rychle a razantně). Čím mladší žena tuto operaci podstoupí, tím jsou potíže výraznější. Prakticky ihned tak nastupuje tzv. **menopauza** – viz dále v textu.*

Klimakterium u muže

Mužský klimakterický syndrom je charakterizován vcelku nespecifickými příznaky, které není jednoduché odlišit od změn obecně spojovaných s věkem. V těchto příznacích většinou dominují nespecifické potíže: nejčastěji psychického rázu (deprese, poruchy paměti), méně často pokles libida a erektilní dysfunkce.

Padesát procent mužů starších padesáti let má nižší hladinu testosteronu. Tato skutečnost bývá spojována s tělesnými i psychickými symptomy, ale i se změnami metabolickými (obezita a zhoršení dalších parametrů kardiovaskulárního rizika, pokles svalového objemu a kostní hmoty aj.).

U mužů není (na rozdíl od žen) nástup klimakteria a přechod do **andropauzy** tak jednoznačný. Proto probíráme problematiku mužského klimakteria, i andropauzy v dalším textu komplexně.

14.7.2 Somatopauza – věkový faktor a jeho projevy

Hormonální změny navozující somatopauzu jsou přímo/nepřímo spojeny se změnami složení těla – jako např.:

- *distribucí tuku (viscerální obezita);*
- *svalovou slabostí;*
- *osteoporózou;*
- *inkontinencí moče;*
- *oslabením kognitivních funkcí;*
- *poklesem fyzické výkonnosti;*
- *poruchami psychiky (snížením pocitu spokojenosti, depresi a sexuální dysfunkcí).*

Značná část těchto změn vede u obou pohlaví ke ztrátě soběstačnosti, k nepohyblivosti nebo k nutnosti dohledu nad takto postiženými osobami a stává se těžkou zátěží nejbližšího pacientova okolí i celospolečenským problémem. Komplexně hovoříme o změnách spojených se stárnutím. Výraznými známkami těchto změn jsou doprovázeny jak: **klimakterium**, tak **menopauza / andropauza**.

Menopauza

Jde o životní období, které pozorujeme u ženy a které navazuje na předcházející klimakterium. Menopauza začíná poslední fyziologickou menstruací v životě ženy. Jde o stav známý zcela přesně definovaný (včetně etiologie a příznaků, které období kolem menopauzy provázejí). Je spojena s poklesem pohlavních hormonů (progesteronu a estrogenů). Menopauza (stejně jako klimakterium) je zapříčiněna mechanismy, které jsou vcelku dobře známy.

Pozn.: Je třeba u starších jedinců rozlišovat stavy projevů fyziologického stáří, nástup somatopauzy, dále některé choroby stáří postihující fyzickou, či psychickou výkonnost (stařeckou demenci, Alzheimerovu chorobu aj.) a kombinaci všech těchto stavů.

Andropauza

Termín **andropauza** se objevuje v posledních letech a odpovídá ekvivalentu ženského klimakterického syndromu / menopauzy. U mužů jde o poněkud významově (v projevech a v podstatě) odlišný děj než je menopauza žen. Andropauza neoznačuje nic „posledního“ v životě muže, ale popisuje postupný proces

pokračujícího stárnutí, který je někdy označován jako mužské klimakterium. Pojem mužská menopauza, vyskytující se v občas v literatuře, není proto zcela vhodným a zejména výstižným označením.

Definovat andropauzu je poměrně obtížné. Byly proto stanoveny známky, které lze považovat za možné příznaky tzv. androgenního deficitu – patří k nim zejména:

- tři sexuální symptomy (poruchy erekce, snížení libida a ranní erekce),
- tři tělesné symptomy (neschopnosti):
 - *neschopnost výraznější fyzické aktivity: běhu, absolvování námahových činností aj.;*
 - *neschopnost ujít více než 1 km;*
 - *neschopnost klečat a shýbat se;*
- tři psychologické symptomy (úbytek psychické energie, sklíčenost a únava);

Některé další symptom již nejsou typické pro andropauzu / menopauzu (špatná koncentrace poruchy spánku, pocity méněcennosti, nervozita a úzkost). Vnímáme je proto jako doprovodné známky senia.

V obrazu klimakterického syndromu u muže dominují symptomy sexuální, z nichž muži nepříznivě vnímají především poruchy erekce. Všechny tyto příznaky však obvykle provázejí tzv. nastupující hypogonadismus, definovaný nejméně třemi sexuálními symptomy (pokles počtu ranních erekcí, snížení frekvence sexuálních myšlenek a erektilní dysfunkce), spojené s nízkou hladinou testosteronu v krvi.

Faktem je, že jak somatopauza, tak menopauza /andropauza jsou fyziologickými ději, které provázejí lidskou populaci. Je třeba s nimi jak počítat, tak na ně adekvátně reagovat v celé řadě oblastí.

Důležité

- Reprodukční mechanismy zajišťují u člověka optimální podmínky k přenosu genetické informace.
- Pohlavní vývoj člověka probíhá prakticky po celý jeho život: tj. od dětství až po somatopauzu.
- Stabilitu pohlavního vývoje a reprodukce zajišťuje neuroendokrinní systém.