

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
PRIRODOSLOVNO-MATEMATIČKI FAKULTET  
BIOLOŠKI ODSJEK

# HORMONI I PONAŠANJE

# HORMONES AND BEHAVIOR

# SEMINARSKI RAD

Anja Leljak

Preddiplomski studij biologije  
(Undergraduate Study of Biology)

Mentor: doc. dr. sc. Duje Lisičić

Zagreb, 2015.

# Sadržaj

1. UVOD .....	2
1.1. Hormoni- kemijski glasnici.....	2
1.2. Tipovi hormona .....	4
1.3. Regulacija sekrecije hormona.....	5
2. SPOLNI HORMONI .....	8
3. ORGANIZIRAJUĆI I AKTIVIRAJUĆI UČINCI SPOLNIH HORMONA .....	9
4. SPOLNI RAZVOJ.....	10
4.1. Gonade .....	10
4.2. Utjecaj hormona na razvoj reproduktivnih organa .....	10
4.3. Spolne razlike u organizaciji mozga.....	10
4.4. Utjecaj perinatalnih hormona na razvoj ponašanja .....	11
4.5. Pubertet.....	11
5. UTJECAJ SPOLNIH HORMONA NA PONAŠANJE U ODRASLOJ DOBI.....	12
5.1. Spolno ponašanje ženki štakora i zamoraca.....	12
5.2. Spolno ponašanje u žena.....	12
5.3. Menstrualni ciklus u žena.....	13
5.4. Spolno ponašanja u muškaraca .....	15
6. UTJECAJ HIPOTALAMUSA NA SPOLNO PONAŠANJE.....	16
7. HORMONI I AGRESIVNOST .....	17
8. UTJECAJ HORMONA NA KOGNITIVNO FUNKCIONIRANJE .....	18
8.1. Spolne razlike u kognitivnom funkcioniranju .....	18
8.2. Povezanost hormona i kognitivnog funkcioniranja.....	19
9. LITERATURA.....	22
10. ZAKLJUČAK.....	23
11. SUMMARY .....	23

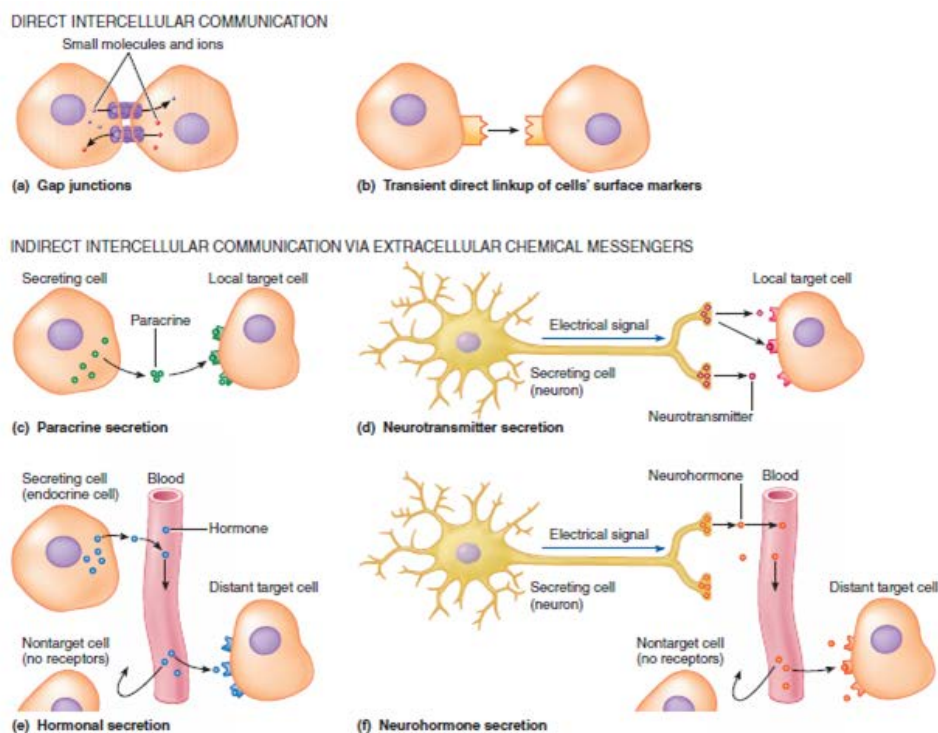
# 1. UVOD

## 1.1. Hormoni- kemijski glasnici

U svim organizmima, preživljavanje ovisi o međustaničnoj komunikaciji koja je važna za rast, diferencijaciju i metabolizam mnogih stanica u različitim tkivima i organima. Međustanična komunikacija je proces koji omogućuje prijenos signala između stanica. Stanice mogu komunicirati direktno ili indirektno. Direktno komuniciraju preko međustaničnih kanala (gap junctions) ili prolaznog staničnog povezivanja površinskih markera, a indirektno preko kemijskih glasnika: parakrina, neurotransmitera, hormona i neurohormona, koji se međusobno razlikuju po izvoru i udaljenosti koju moraju prijeći do ciljnih stanica (slika 1.) (Sherwood, 2010). Kemijsku komunikaciju nalazimo u svih višestaničnih (biljke, gljiva i životinje), ali i u nekih jednostaničnih organizama. Prisutna je čak i u najprimitivnijih biljnih i životinjskih organizama i nesumnjivo je prethodila postanku višestaničnih organizama (Randall, Burggren i French, 1997). U jednostaničnih organizama poput amebe, omogućuje populaciji stanica da surađuju jedna s drugom kako bi izvršile zadatke koje pojedinačne stanice ne mogu. Svoju eksploziju je doživjela s pojavom Metazoa- višestaničnih organizama u kojima su različita tkiva specijalizirana za obavljanje različitih uloga (Randall, Burggren i French, 1997). Da bi došlo do kooperacije aktivnosti različitih tkiva, a time se osigurao i život organizma u cjelini, potrebna je komunikacija između njih (Randall, Burggren i French, 1997). Zato se morao razviti učinkoviti sustav prijenosa signala između stanica. Razlikuje se nekoliko oblika prijenosa signala. U svakom od njih ciljne stanice vežu signalnu molekulu pomoću proteinskih receptora specifičnih za određenu molekulu, što dovodi do određenog odgovora ciljne stanice (Randall, Burggren i French, 1997). Ako se signalna molekula veže za receptor koji se nalazi na stanici koja ju je izlučila, radi se o autokrinom signaliziranju. Tako stanica mijenja svoju aktivnost pomoću signalne molekule koju je sama sintetizirala. Ako pak se signalna molekula veže za stanice koje se nalaze u neposrednoj blizini stanice koja ju je izlučila, radi se o parakrinom signaliziranju. U višestaničnih organizama razvile su se specijalizirane stanice sa specifičnom ulogom u signaliziranju između udaljenih dijelova tijela. To su npr. živčane stanice čiji se aksoni protežu do ciljnih stanica koje se nalaze na udaljenim mjestima u tijelu. Živčana stanica šalje električni signal duž aksona do njegovog završetka gdje se luči signalna molekula koja se naziva neurotransmiter (Crljen-Manestar, 2000). Neurotransmiteri djeluju na kratke udaljenosti, samo preko sinaptičke pukotine, na susjednu ciljnu stanicu (drugu živčanu

stanicu, mišić ili žlijezdu) (Sherwood, 2010). To je sinaptičko signaliziranje (Crljen-Manestar, 2000). Drugi tip specijaliziranih stanica su endokrine stanice koje izlučuju svoje signalne molekule, hormone, direktno u krv kojom dolaze do udaljenih mjesta u tijelu gdje se nalaze ciljane stanice na koje djeluju (Sherwood, 2010). To je endokrino signaliziranje. Hormoni imaju ključnu ulogu u regulaciji gotovo svih tjelesnih funkcija, kao što su metabolizam, rast i razvoj, ravnoteža vode i elektrolita, razmnožavanje i ponašanje. Komunikacija putem hormona vrlo je dobro razvijena kod organizama s razvijenom provodnim sustavom (npr. krvožilni sustav) koji je preduvjet za razvijanje hormonskog sustava jer jedino tako hormoni mogu doći do udaljenih dijelova tijela. Poseban tip hormona su neurohormoni. To su hormoni koje na određeni stimulans luče neurosekretorni neuroni. Za razliku od običnih neurona koji svoje neurotransmitere luče u ograničen prostor, neurosekretorni neuroni luče neurohormone u krv kojom mogu prijeći velike udaljenosti dok ne dođu do svojih ciljnih stanica (Sherwood, 2010). Kao nadopuna kemijskom, u životinja se razvio i živčani sustav da bi im omogućio brzu reaktivnost na okolinu.

Usklađena aktivnost svih stanica u tijelu, omogućuje preživljavanje višestaničnog organizma. Kada bi došlo do narušavanja prijenosa signala između stanica, onemogućila bi se skladna aktivnost između stanica što bi rezultiralo bolešću (Crljen-Manestar, 2010).



**Slika 1.** Direktna i indirektna komunikacija između stanica

(Preuzeto i prilagođeno na temelju Sheewood, 2010.)

## 1.2. Tipovi hormona

Prema biokemijskoj strukturi, hormoni se dijele u četiri glavne strukturne kategorije: amine, prostaglandine, steroidne hormone i peptidne i proteinske hormone. Amini su derivati aminokiselina. Uključuju tip hidrofilnih (katekolamini) i tip lipofilnih hormona (tiroidni hormoni) koji su oboje derivati tirozina. Prostaglandini su ciklične masne kiseline dobivene iz lanaca masne kiseline s 20 ugljikovih atoma. Steroidni hormoni su hormoni dobiveni iz kolesterola koji uključuju hormone izlučene iz kore nadbubrežne žlijezde, kao što je kortizol, i spolne hormone, testosteron i estrogen, koje luče spolne žlijezde. Peptidni i proteinski hormoni su lanci aminokiselina različite duljine i ujedno najveći i najzastupljeniji hormoni u tijelu. Kraći lanci su peptidi, a duži proteini (Randall, Burggren i French, 1997).

Prema topljivosti, hormoni se dijele na hidrofilne i hidrofobne. Hidrofilni hormoni su visoko topljivi u vodi, a slabo u lipidima. Većina hidrofilnih hormona su peptidni ili proteinski hormoni. Lipofilni hormoni su visoko topljivi u lipidima, a slabo u vodi. Uključuju

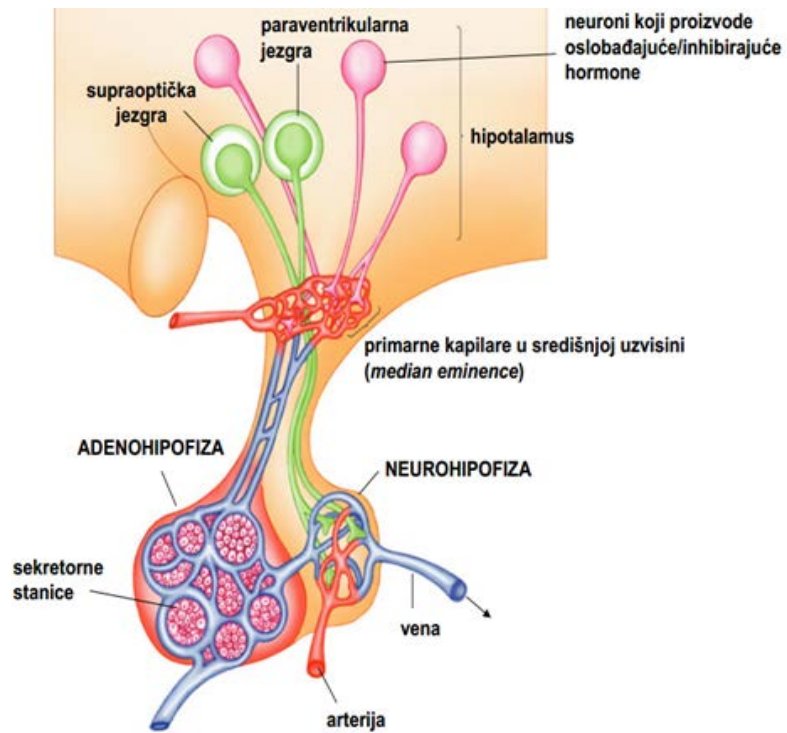
tiroidne i steroidne hormone. Hidrofilni i lipofilni hormoni se razlikuju u nekoliko bitnih značajki. Iako se i jedni i drugi luče u krv kojom dolaze do ciljnih stanica, ne transportiraju se na isti način. Hidrofilni hormoni se otapaju u krvi, a lipofilni hormoni se, budući da nisu topivi u vodi, ne mogu otopiti u krvi, nego se vežu na plazmatske proteine u krvi. Također postoje razlike u lokaciji receptora ciljne stanice i mehanizmu kojim dolazi do specifičnog odgovora. Lipofilni hormoni prolaze kroz membranu i vežu se na receptore unutar ciljne stanice, a hidrofilni hormoni ne mogu proći kroz membranu pa se receptori za njih nalaze na površini vanjske membrane. Sljedeći korak u hidrofilnih hormona uključuje aktivaciju sekundarnog glasnika unutar ciljne stanice (cAMP) koja direktno dovodi do aktivnosti intracelularnih proteina da bi se ostvario željeni učinak. S druge strane, lipofilni hormoni aktiviraju specifične gene u ciljnoj stanici kako bi došlo do stvaranja novih intracelularnih proteina koji potiču specifične stanične funkcije (Sherwood, 2010).

### **1.3. Regulacija sekrecije hormona**

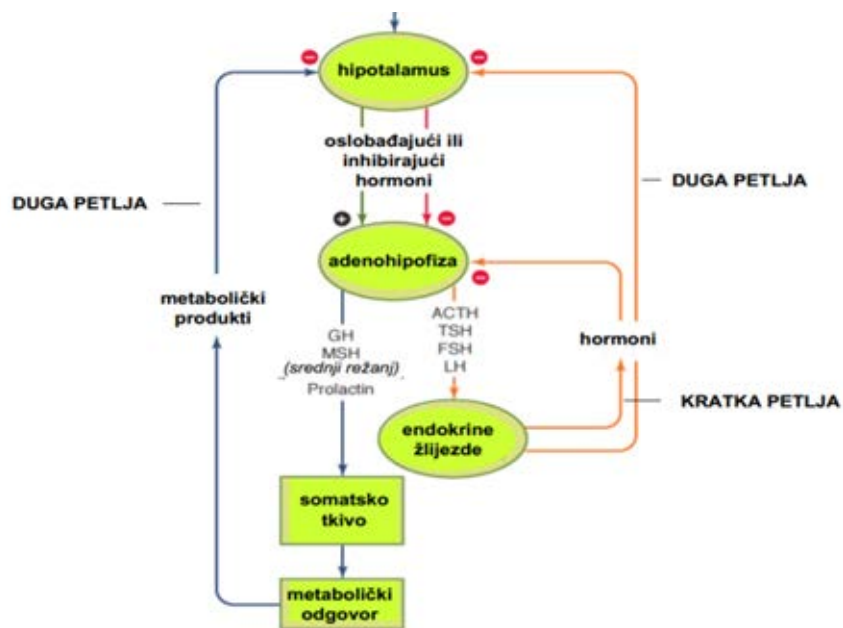
Hipotalamus je središte koje prima signale iz gotovo svih izvora u živčanom sustavu na koje odgovaraju specijalizirane živčane stanice hipotalamusa, neurosekretorne stanice. One luče stimulirajuće ili inhibirajuće neurohormone koji kontroliraju sekreciju hormona iz prednjeg režnja hipofize. Hipofiza je mala žlijezda koja leži ispod hipotalamusa s kojim je povezana pomoću hipofiznog drška. Podijeljena je na prednji i stražnji režanj tj. na adenohipofizu i neurohipofizu. Aksoni neurosekretornih stanica hipotalamusa završavaju na primarnim kapilarama u središnjoj uzvisini čineći neurohemalni organ. Neurohormoni sintetizirani u neurosekretornim stanicama se iz njihovih aksona otpuštaju u intersticijski prostor, a potom difuziraju u kapilare koje ih preko hipotalamično hipofiznih portalnih žila dovode do sekretornih stanica adenohipofize koje onda ovisno o tome jesu li neurohormoni bili stimulirajući ili inhibirajući, luče svoje vlastite hormone (slika 2.). Neurohipofiza pohranjuje i otpušta dva neurohormona, ADH i oksitocin. Oni se sintetiziraju u staničnim tijelima dvije grupe neurosekretornih stanica koje sadrže supraoptičke i paraventricularne jezgre. Nakon sinteze, transportiraju se u živčane završetke u neurohipofizi odakle se oslobađaju u kapilare i djeluju direktno na različita ciljna tkiva (Randall, Burggren i French, 1997).

Sekretorna aktivnost endokrinih tkiva može biti pod utjecajem pozitivne ili negativne povratne sprege. Ako poraste koncentracija hormona ili metabolički odgovor ciljnog organa na hormon, doći će do inhibicije sinteze i lučenja tog hormona. To je negativna povratna sprega. S druge strane, kada je potreban brzi odgovor, uključuje se pozitivna povratna sprega prilikom koje lučenje nekog hormona dovodi do njegovog daljnjeg pojačanog lučenja (Randall, Burggren i French, 1997).

Živčani impuls dolazi do hipotalamusa i potiče ga na lučenje stimulirajućih ili inhibirajućih neurohormona koji idu do hipofize. Ovisno o tom podražaju, hipofiza može lučiti hormone prema endokrinim tkivima ili natrag prema hipotalamusu negativnom povratnom spregom sprečavajući daljnje lučenje neurohormona. Na taj način hipofiza kratkom petljom utječe na lučenje hormona iz hipotalamusa. U regulaciju kratkom petljom spada i utjecaj hormona iz somatskih endokrinih tkiva koji, osim na ciljna tkiva, djeluju i na hipofizu negativnom povratnom spregom sprečavajući daljnje lučenje istih tih hormona. Osim navedenih, postoje i hormoni koje luči hipofiza, a nemaju učinak na endokrina nego na neendokrina tkiva. Djelujući na neendokrina tkiva uzrokuju nastanak metaboličkih odgovora koji dolaze u hipotalamus i daju informaciju o prestanku lučenja neurohormona. To je primjer regulacije lučenja hormona dugom petljom (slika 3.) (Randall, Burggren i French, 1997).



Slika 2. Hipotalamični hipofizni portalni sustav



Slika 3. Negativna povratna sprega



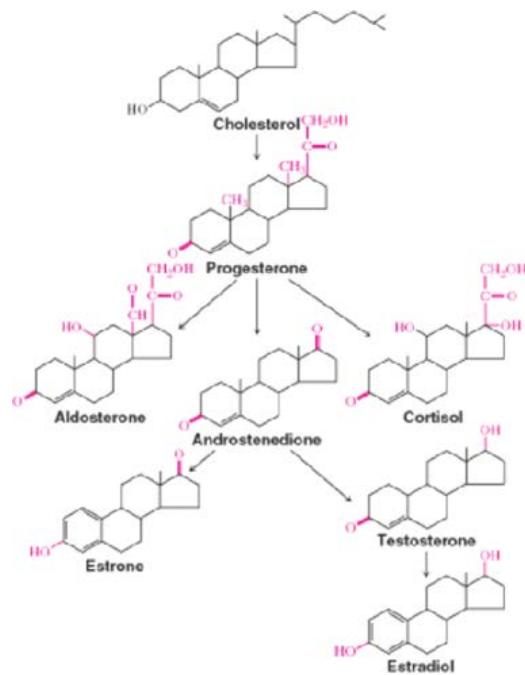
## 2. SPOLNI HORMONI

Genetski spol, koji nastaje kao rezultat spolnog oblika reprodukcije, određen je kombinacijom spolnih kromosoma pri čemu genetski muški spol ima X i Y kromosom, a genetski ženski dva X kromosoma. On određuje gonadalni spol, tj. određuje da li će se razviti testisi ili jajnici. Ako je prisutan Y kromosom, razvit će se testisi, a ako nije prisutan, razvit će se jajnici. Fenotipski spol, anatomski vidljiv spol, je posredovan spolnim hormonima i ovisi o genetički determiniranom gonadalmom spolu. Za razliku od drugih tjelesnih sustava koji su nužno identični kod oba spola, spolni sustav muškaraca i žena se značajno razlikuje zbog različitih funkcija koje imaju u spolnom procesu (Sherwood, 2010). Kod svakog spola razvija se po specifičnim smjernicama, pa se tako za koordinaciju i integraciju spolnog sustava u cjelokupni organizam razvio specijalizirani hormonski paket-spolni hormoni.

Spolni hormoni su steroidni hormoni. Proizvode se iz kolesterola u gonadama i kori nadbubrežne žlijezde. Kolesterol se prvo pretvara u progesteron, a on u androgene od kojih je najčešći testosteron. Iz androgena se potom mogu dobiti estrogeni od kojih je najzastupljeniji estradiol (slika 4.) (Randall, Burggren i French, 1997). Premda se estrogen naziva ženskim, a testosteron muškim hormonom, obje vrste hormona su prisutne i u muškaraca i u žena, ali u različitim koncentracijama. I jajnici i testisi luče i estrogene i androgene, ali jajnici luče više estrogena, a testisi više androgena pa su zato kod žena u višim koncentracijama prisutni estrogeni, a kod muškaraca androgeni. Osim androgena i estrogena, gonade luče i progesterone, najčešće progesteron koji je kod žena bitan jer priprema maternicu i dojke za trudnoću (Pinel, 2002).

Spolni hormoni su bitni kako u razvoju i morfološkoj diferencijaciji spolnih organa i spolnoj diferencijaciji mozga, tako i u aktiviranju i regulaciji muškog i ženskog seksualnog ponašanja i ciklusa (Šimić, 2008). Testosteron ima najveći utjecaj na seksualni nagon i ponašanje u ljudi. Osim toga, on je zaslužan za rast muških spolnih organa i muških sekundarnih spolnih karakteristika te stimulira produkciju sperme. Estrogen s druge strane potiče razvoj ženskih spolnih organa i ženskih sekundarnih spolnih obilježja te rast maternice i grudi.

Daljnji tekst se bavi spolnim hormonima kod sisavaca, s naglaskom na čovjeka.



**Slika 4.** Nastanak spolnih hormona iz kolesterola

### 3. ORGANIZIRAJUĆI I AKTIVIRAJUĆI UČINCI SPOLNIH HORMONA

Hormoni vrše svoje funkcije na jedan od dva načina. Prvi od njih je organizirajući učinak koji se odnosi na kontrolu hormona nad obrascima ranog razvoja u tijelu gdje igraju ključnu ulogu u strukturi i funkciji određenih organa (Kelly, 2006). Drugi je aktivirajući učinak koji predstavlja sposobnost nekih hormona da direktno utječu na ponašanje, aktivirajući ga ili deaktivirajući (Kelly, 2006). Organizacijski učinci su trajni dok se aktivacijski mijenjaju s promjenom razine hormona. Koncentracije spolnih hormona prije puberteta su niske, pa u djetinjstvu hormoni pokazuju samo organizacijski učinak, dok spolne razlike u ponašanju u pubertetu i odrasloj dobi mogu biti rezultat organizacijskog ili aktivirajućeg učinka hormona (Grubić, 2010).

## **4. SPOLNI RAZVOJ**

### **4.1. Gonade**

U početnom stupnju razvoja svaki fetus, bez obzira na genetski spol, ima isti par struktura-prvobitne gonade, koje se sastoje od srži i kore. Šest tjedana nakon oplodnje, Y kromosom kod muškog spola potiče razvoj H-Y antigena koji uzrokuje razvoj testisa iz srži prvobitne gonade. Ako nema Y kromosoma, a time ni H-Y antigena, kora prvobitne gonade će se pretvoriti u jajnik (Pinel, 2002).

### **4.2. Utjecaj hormona na razvoj reproduktivnih organa**

U početnom stupnju razvoja i muški i ženski fetusi sadrže dva seta spolnih cjevčica-Wolffove iz kojih se kasnije mogu razviti muški unutarnji reproduktivni organi i Mullerove iz kojih se mogu razviti ženski unutarnji reproduktivni organi. Tri mjeseca nakon oplodnje u muškog spola testisi luče testosteron i MIS- tvar koja inhibira Mullerove cjevčice. Testosteron potiče razvoj Wolffovih cjevčica, a MIS inhibira razvoj Mullerovih cjevčica pa će zato doći do razvoja samo muških unutarnjih reproduktivnih organa. Kod onih fetusa koji nisu bili izloženi testosteronu dolazi do razvoja Mullerovih cjevčica.

Vanjski reproduktivni organi se razvijaju iz bipotencijalnog prekursora. Ako je prisutan testosteron razvit će se muški vanjski reproduktivni organi, a ako ga nema razvit će se ženski (Pinel, 2002).

### **4.3. Spolne razlike u organizaciji mozga**

Za istraživanje razvoja spolnih razlika u organizaciji mozga, korišteni su štakori kod kojih su praćeni faktori koji su zaslužni za razvoj stabilnih obrazaca lučenja gonadotropina kod muškaraca odnosno cikličnih obrazaca lučenja kod žena. Istraživanje koje je proveo Pfeiffer (1936) pokazuje da se kod svih štakora kojima su uklonjene gonade, bez obzira na spol, u odrasloj dobi javlja ženski obrazac lučenja gonadotropina. Kod novorođenih ženki kojima su uklonjeni jajnici i transplantirani testisi, u odrasloj dobi javlja se muški obrazac lučenja hormona. Pfeiffer je time prvi dokazao utjecaj perinatalnih androgena na razvoj spolnih razlika u organizaciji mozga (Pinel, 2002).

#### **4.4. Utjecaj perinatalnih hormona na razvoj ponašanja**

U perinatalnom razvoju hormoni utječu i na razvoj ponašanja. Ako se ubrizga testosteron u perinatalnom razvoju u ženke zamorca njihovo ponašanje pri snošaju će se maskulinizirati. Phoenix i suradnici (1959) su trudnim ženkama zamorca ubrizgali testosteron, a novorođenoj ženskoj mladunčadi odstranili jajnike. Kad su odrasle, ubrizgali su im testosteron i pokazivale su znatno više muškog ponašanja pri parenju od onih kojima nije ubrizgan testosteron u perinatalnom razvoju. S druge strane, ako nije prisutan testosteron u perinatalnom razvoju muškog štakora, pri parenju u odrasloj dobi njihovo ponašanje će se feminizirati. Grady, Phoenix i Young (1965) su u svojem istraživanju kastrirali muške štakore poslije rođenja i ubrizgali im testosteron prilikom parenja u odrasloj dobi prilikom čega štakori nisu pokazivali tipično muško ponašanje (Pinel, 2002).

#### **4.5. Pubertet**

Pubertet je vrijeme kada gonade počinju proizvoditi velike količine hormona što dovodi do tjelesnih promjena i promjena u ponašanju.

U djetinjstvu je razina spolnih hormona u krvi vrlo niska pa nema većih razlika u izgledu između djevojčica i dječaka, no to se mijenja u pubertetu kada dolazi do pojačanog lučenja iz adenohipofize, posebice hormona rasta, koji izaziva nagli tjelesni rast, i gonadotropina i adrenokortikotropnog hormona koji izazivaju pojačano lučenje hormona iz spolnih žlijezda i kore nadbubrežne žlijezde pa dolazi do pojave sekundarnih spolnih karakteristika po kojima se razlikuju muškarci i žene. Kod dječaka je razina androgena veća od razine estrogena čime dolazi do maskulinizacije, a kod djevojčica je razina estrogena veća od razine androgena pa se javlja feminizacija (Pinel, 2002).

Kod oba spola dolazi do porasta interesa za seksualno ponašanje. Dječaci i djevojčice počinju zamišljati seksualne radnje i fantazirati o željenim seksualnim partnerima (Kelly, 2006).

## **5. UTJECAJ SPOLNIH HORMONA NA PONAŠANJE U ODRASLOJ DOBI**

Nakon dostizanja spolne zrelosti, spolni hormoni igraju bitnu ulogu u aktiviranju seksualnog ponašanja kod odraslih. Kod organizama koji su niže na evolucijskoj ljestvici, seksualno ponašanje je u potpunosti regulirano hormonima, no što idemo dalje na evolucijskoj ljestvici, bitni postaju i drugi psihosocijalni i kulturološki čimbenici (Šimić, 2008). Kod čovjeka, na seksualno ponašanje, osim hormona, prvenstveno utječu socijalno-kulturološke značajke okoline- učenje od odraslih, prihvatljiva i neprihvatljiva ponašanja, religija, tabui, itd.

### **5.1. Spolno ponašanje ženki štakora i zamoraca**

Dva dana prije ovulacije postupno se povećava lučenje estrogena iz folikula, a prilikom ovulacije naglo se povećava i lučenje progesterona. Time započinje estrus. To je faza od 12 do 18 sati kada je ženka seksualno privlačna, proceptivna (primamljuje mužjaka) i receptivna (zauzima položaj zakrivljenih leđa koji olakšava parenje). Na taj način su ciklus oslobađanja hormona i ciklus estrusa blisko povezani odnosno spolni hormoni uvjetuju seksualno ponašanje kod njih. Dokaz se može naći i prilikom uklanjanja jajnika kada zbog prestanka lučenja spolnih hormona, prestaje i proceptivno i receptivno ponašanje. Osim kod ženki zamoraca i štakora ta je pojava uočena i kod brojnih drugih sisavaca (Pinel, 2002).

### **5.2. Spolno ponašanje u žena**

Što se tiče hormonalne kontrole seksualnog nagona, kod žena je situacija znatno drugačija. Uklone li se ženi jajnici, doći će do sterilnosti i manje vlažnosti vagine, ali ne i gubitka seksualnog nagona. Dobiveni su brojni podaci koji navode na zaključak da je spolni nagon kod žena pod utjecajem androgena, a ne estrogena (Sherwin, 1988, prema Pinel, 2002). Prema toj teoriji se iz kore nadbubrežne žlijezde luče dovoljne količine androgena koji kod žena održavaju seksualni nagon čak i nakon uklanjanja jajnika. Provođena su istraživanja na ženama kojima su uklonjeni jajnici i date zamjenske injekcije testosterona, ali ne i estradiola. Primjećeno je da je kod njih povećana seksualna motivacija (Sherwin, 1985; Sherwin, Gelfand i Brender, 1985, prema Pinel 2002). Slično je dokazano i na ženkama humanoidnih primata kojima su uklonjeni jajnici i kora nadbubrežne žlijezde. Kod njih je također davanjem

testosterona, a ne i estradiola, povećano proceptivno ponašanje (Everitt i Herbert, 1972; Everitt, Herbert i Hamer, 1971, prema Pinel, 2002). S druge strane, estrogen kod žena igra bitnu ulogu u održavanju sluznice rodnice i njezine vlažnosti (Cameron, 2004, prema Šimić, 2008). To je pokazano istraživanjem na ženama koje su u menopauzi kod kojih pada razina spolnih hormona. Niže količine estrogena tako potiču smanjenje i stanjivanje rodnice, smanjenje vlažnosti u rodnici i gubitak elastičnosti tkiva (Masters, 2006, prema Šimić, 2008).

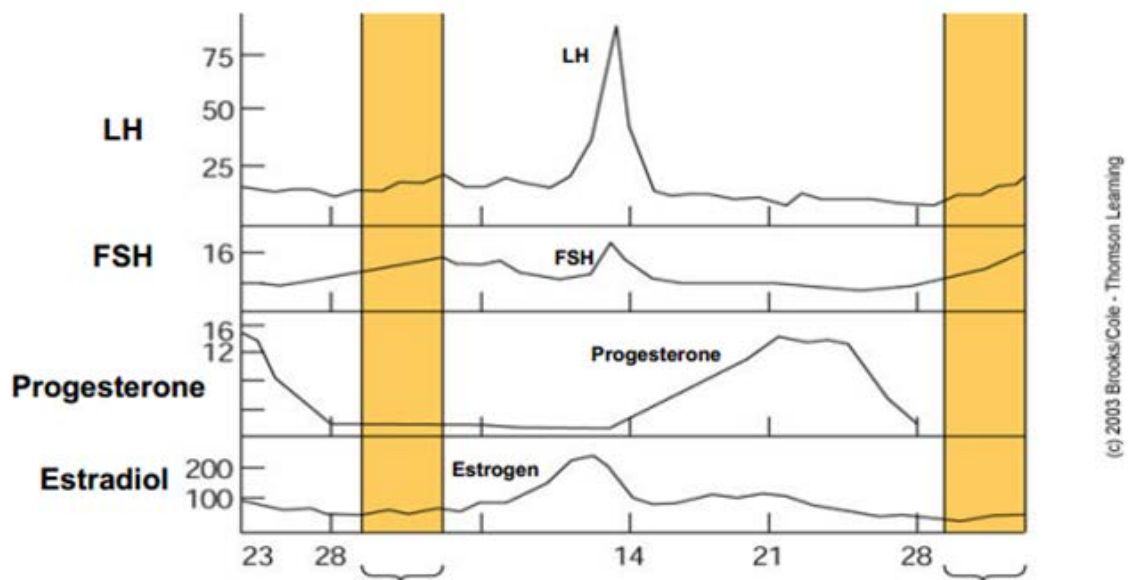
### **5.3. Menstrualni ciklus u žena**

Menstrualni ciklus žena obilježavaju promjene razine spolnih hormona- estrogena i progesterona. Prema razinama tih hormona menstrualni ciklus je podijeljen na 5 faza (Lammers, 1995, prema Šimić, 2008). Menstrualna faza traje od početka do kraja krvarenja i karakterizira ju smanjena razina estrogena i progesterona. Folikularna faza traje od kraja krvarenja do ovulacije. Tu koncentracija estrogena sve više raste i maksimalnu vrijednost doseže preovulatorno (12. ili 13. dan ciklusa). U ovulacijskoj fazi (14. dan ciklusa) adenohipofiza pojačano luči folikulostimulirajući i luteinizirajući hormon i folikuli počinju lučiti veću količinu estradiola, a nakon same ovulacije također se pojačano počinje lučiti i progesteron. Lutealna faza obuhvaća razdoblje od nakon ovulacije do 26. dana i karakterizira ju pojačano lučenje i estrogena i progesterona. Posljednja je predmenstrualna faza od 26. do 28. dana kada razine oba hormona naglo padaju (slika 5.).

Hormonalne promjene tijekom menstrualnog ciklusa ženama mogu prouzročiti poteškoće u pojedinim fazama ciklusa. Može doći do promjena raspoloženja, pojave različitih psihosomatskih simptoma i različite efikasnosti u različitim kognitivnim zadacima (Šimić i Sesar, 2011). Negativna emocionalna stanja i tjelesni simptomi javljaju se u predmenstrualnoj i menstrualnoj fazi (Boyle i Grant, 1992; Walker, 1995; Van Goozen, Fridja, Wiengant, Endert i Van de Pool, 1996; Olson, Forman i Lanza, 1996, Seeman, 1997; Henderson i Whissell, 1997, prema Šimić i Sesar, 2011). Pozitivna raspoloženja dosežu svoj vrhunac oko vremena ovulacije (Proroković i Gregov, 1997; Šimić i Manenica, 1998; Henderson i Whissell, 1997, prema Šimić i Sesar, 2011). Do toga dolazi zato jer estrogen potiče stanice mozga na sve veću aktivnost pa u prvom dijelu ciklusa kada dolazi do rasta koncentracije estrogena, mozak postaje živahniji te se javlja osjećaj dobrobiti i živahnosti, visokog samopouzdanja, oduševljenja, zadovoljstva i spolne uzbuđenosti (Jessel i Moir, 2001). Za razliku od estrogena, progesteron djeluje inhibirajuće pa u drugom dijelu ciklusa kada progesteron dostiže svoj maksimum, opada spolna želja, javlja se osjećaj straha, umora i

potištenosti (Jessel i Moir, 2001). Po pitanju kognitivnog funkcioniranja, najveća efikasnost u verbalnim i perceptivnim zadacima zabilježena je u kasnoj folikularnoj i srednjoj lutealnoj fazi (Hampson, 1990; Maki, 2002; Rosenberg, 2002; Symonds, 2004, prema Šimić i Seser, 2011), a u zadacima vremena najveća učinkovitost je oko ovulacije (Šimić i Manenica, 1998, prema Šimić i Seser, 2011.). Što se tiče neuroticizma, najveće povećanje je dobiveno u predmenstrualnoj i menstrualnoj fazi, a smanjenje u folikularnoj, ovulatornoj i lutealnoj fazi s tim da je najveći pomak prema emocionalnoj stabilnosti zabilježen u ovulatornoj fazi (Šimić i Seser, 2011).

Ženama od oko 45. do 50. godina prestaje menstrualni ciklus i naglo pada razina spolnih hormona. U tom razdoblju dolazi do smanjene sinteze i izlučivanja estrogena, a stvaranje progesterona u potpunosti prestaje. Male količine oba ova hormona i dalje luči kora nadbubrežne žlijezde (Masters, 2006, prema Šimić, 2008). Popratni simptomi su promjene raspoloženja, napadi razdražljivosti i straha, glavobolja, vrtoglavica i lupanje srca te valunzi odnosno napadi vrućine (Jessel i Moir, 2001).



**Slika 5.** Razine hormona tijekom menstrualnog ciklusa

## 5.4. Spolno ponašanja u muškaraca

Na temelju Bremerovog istraživanja (1959) sa 157 Norvežana koji su osuđeni za seksualni prijestup te su radi smanjenja zatvorske kazne pristali na uklanjanje testisa, može se vidjeti kako kastracijom dolazi do smanjenog seksualnog interesa i ponašanja, a koliko će ono biti se razlikuje od pojedinca do pojedinca. Naime, oko polovica njih je postala skroz aseksualna. Neki su izgubili erekciju, ali su i dalje osjećali seksualni interes, a jako mali broj je i dalje imao seksualne odnose premda s manje interesa. Zadržavanje seksualnog interesa i aktivnosti nakon kastracije, možda se može pripisati androgenima iz kore nadbubrežne žlijezde, no to još nije dokazano. Iz ovoga se jasno vidi da je najvažniji hormon za seksualno funkcioniranje kod muškaraca testosteron. Testosteron je glavni hormon testisa pa se gubitkom testisa gube žlijezde koje ga luče te se simptomi koji se javljaju nakon njihovog uklanjanja pripisuju nedostatku testosterona, a ne nekog drugog hormona što je uostalom i potvrđeno naknadnim davanjem injekcija testosterona. Koliki će biti spolni nagon, ne ovisi o razini testosterona baš kao što ni dodatne injekcije testosterona ne povećavaju spolni nagon. Muškarci imaju i više nego dovoljno testosterona koji je nužan za aktiviranje seksualnog ponašanja i dodatne količine ne da ju nikakvu prednost. To je dokazano pokusom Grunta i Younga (1952) koji su procjenjivali seksualni nagon zamoraca i u skladu s tim ih podijelili u tri skupine: niski, srednji i visoki nagon. Potom su ih kastrirali i spolni nagon im je svima pao, a nakon što su im ubrizgali svima istu dozu testosterona, spolni nagon im se vratio na razinu na kojoj je bio prije.

Iako muškarci nemaju definiran hormonalni ciklus poput menstrualnog ciklusa u žena, u njihovom tijelu se javljaju promjene kako stare. Za razliku od žena, kod muškaraca ne dolazi do završetka plodnosti. Stvaranje spermija se usporava nakon 40. godine, ali ono ne prestaje. Nakon 55. ili 60. godine usporava se stvaranje testosterona, ali nema velikog pada u razini tog hormona (Masters, 2006, prema Šimić, 2008). Kod muškaraca iznad 60 godina koji imaju niže razine testosterona, možda postoji veza između niske količine testosterona i prisutnosti depresije kod nekih od njih (Kelly, 2006). Ipak, javljaju se neke promjene vezane uz muški seksualni odgovor. Potrebno je više vremena i podraživanja da bi došlo do erekcije, manja je potreba za ejakulacijom i intenzitet joj je slabiji, a refrakternost (razdoblje nakon ejakulacije) se produžuje (Šimić, 2008). Budući da muškarci ne gube sposobnost za reprodukciju pa prema tome kod njih ne možemo govoriti o menopauzi, često se kod njih govori o postojanju androgeneze. Prema nekim podacima 5 posto muškaraca starijih od 60



godina zbog manje količine testosterona, ulazi u to stanje koje je obilježeno simptomima poput umora, anksioznosti, nesanice, depresivnosti, slabijeg apetita, smanjenog libida, smanjene potencije, razdražljivosti i smanjene koncentracije (Masters, 2006, prema Šimić, 2008).

## **6. UTJECAJ HIPOTALAMUSA NA SPOLNO PONAŠANJE**

Za muško seksualno ponašanje odgovorno je medijalno preoptičko područje hipotalamusa. Njegovim uništenjem, dolazi do prekida seksualne aktivnosti kod mužjaka brojnih vrsta (De Jonge i sur. 1989.; Turkenburg i sur., 1988, prema Pinel 2002). Uništi li se to područje kod ženki, nema promjena u njihovom seksualnom ponašanju (Singer, 1968, prema Pinel, 2002). Ako se medijalno preoptičko područje električki podraži, dolazi do kopulacije kod mužjaka štakora (Malsbury, 1971, prema Pinel, 2002). U medijalnom preoptičkom području štakora postoji spolno dimorfna jezgra koja je kod mužjaka veća nego u ženki (Gorski i sur., 1978, prema Pinel, 2002). Pri rođenju te su jezgre jednake, a potom muške počnu brzo rasti pod utjecajem estradiola dobivenog iz testosterona, a ženske ne (Mc Ewen, 1987, prema Pinel, 2002). Kastracijom jedan dan starih muških štakora, smanjuje se veličina njihovih jezgara u odrasloj dobi, a ako se novorođenim ženkama da testosteron, povećava se veličina njihove jezgre (Gorski, 1980, prema Pinel, 2002). Veličina spolno dimorfne jezgre u mužjaka je ovisna o razini testosterona i seksualnoj aktivnosti (Anderson i sur., 1986, prema Pinel 2002). Uništenjem spolne dimorfne jezgre kod muškog štakora, smanjuje se njihova seksualna aktivnost (De Jonge i sur. 1989.; Turkenburg i sur., 1988, prema Pinel, 2002). Za žensko seksualno ponašanje ključna je ventromedijalna jezgra hipotalamusa. Ako se ozljedi, žensko seksualno ponašanje se smanjuje, a ako se električki podraži, povećava se (Pfaff i Modianos, 1985, prema Pinel, 2002).

## 7. HORMONI I AGRESIVNOST

Na agresivnost utječe čitav niz čimbenika kao što su biološki, socijalni i okolišni. Unutar bioloških važnu ulogu igraju i sami hormoni. Jedna od pretpostavki je da se oni mogu izravnije povezati s agresivnošću u nižih vrsta, a da kod viših vrsta, posebno kod čovjeka, bitni postaju i drugi činitelji (A. Muzur i sur., 2013).

Neupitno je da su mušjaci brojnih vrsta agresivniji od ženki. To se može objasniti razinom testosterona u krvi. Naime, mušjaci su najagresivniji tijekom parenja kada je razina testosterona najviša, a najmanje agresivni nakon kastracije (R. C. Beck, 2000). Neonatalno izlaganje androgenu nije nužan uvjet za ispoljavanje androgeno-induciranog agresivnog ponašanja, ali značajno utječe na brzinu kojom testosteron inducira agresivno ponašanje u odrasloj dobi – životinje koje su neonatalno izložene testosteronu brže agresivno reagiraju u odrasloj dobi (Svare i sur., 1974; Bronson i Desjardings, 1970; prema vom Saal i sur., 1976). S druge strane, prenatalno i rano postnatalno izlaganje androgenima utječe na osjetljivost na agresivno ponašanje u odrasloj dobi (vom Saal, Svare i Gandelman, 1976). Naime, izlaganje androgenu u prenatalnom razdoblju trajno organizira određena područja mozga, pri čemu čini neuralna tkiva osjetljivima na aktivaciju agresije testosteronom kasnije u životu (valjanost tog modela je potvrđena, jer ženke miševa koje nisu izložene androgenu u ranom postnatalnom periodu i mušjaci miševa koji su gonadektomizirani pokazuju agresivno ponašanje prateći prethodno uspostavljen obrazac (Svare, Davis i Gandelman, 1974; prema vom Saal i sur., 1976).

U ljudi, testosteron je povezan s brojnim natjecateljskim aktivnostima. Kod atletičara koji uzimaju hormone kako bi povećali veličinu svojih mišića, testosteron ne povećava samo veličinu mišića, nego i agresivnost (R. C. Beck, 2000). Osim toga, razina testosterona je viša u pobjednika, nego u gubitnika u nekim natjecateljskim aktivnostima (R. C. Beck, 2000).

## **8. UTJECAJ HORMONA NA KOGNITIVNO FUNKCIONIRANJE**

### **8.1. Spolne razlike u kognitivnom funkcioniranju**

Spolne razlike u kognitivnom funkcioniranju često se objašnjavaju socijalnim utjecajima, međutim, postoji sve više dokaza da su razlike u kognitivnom funkcioniranju muškaraca i žena povezane s biološkim karakteristikama (Kimura, 1996; Hromatko, 2002). Iako dosadašnja istraživanja ne pokazuju razlike u općoj inteligenciji između muškaraca i žena, postoje znanstveni dokazi o superiornosti žena, odnosno muškaraca u nekim kognitivnim sposobnostima. Tako su žene u prosjeku bolje na zadacima verbalne fluentnosti, perceptivne brzine i točnosti, pamćenja verbalnog materijala i objekata, prepoznavanju lica te u zadacima koji ispituju vještine fine motorike (Kimura, 1996; Maylor i sur., 2007, prema Šimić i Gregov, 2008). Razlike nisu pronađene u testovima rječnika ni verbalnog rezoniranja (Kimura, 1996). Muškarci su bolji u rješavanju problema prostornog tipa, prostorno-motoričkim sposobnostima ciljanja i praćenja mete te u matematičkom rezoniranju (Kimura, 1996, Hromatko, 2002; Maylor i sur., 2007, prema Šimić i Gregov, 2008). Odstupanje predstavlja otkriće da žene nadilaze muškarce na zadacima pamćenja lokacije objekata, koji se ubrajaju u zadatke prostornog tipa te da se takvi rezultati ne mogu objasniti superiornošću u pamćenju objekata (Silverman i Eals, 1992, prema Kimura, 1996).

Postoje mnoga objašnjenja spolnih razlika u kognitivnom funkcioniranju. Primjerice, istraživači koji kreću od utjecaja socijalizacije objašnjavaju navedene razlike razlikama u životnom iskustvu i različitom socijalizacijom muške i ženske djece (Hromatko, 2002; Šimić i Gregov, 2008). Međutim, valja napomenuti da se spolne razlike javljaju vrlo rano u životu – primjerice, preferencija djevojčica za ženske igračke, a dječaka za tipično muške neovisno o roditeljskim odgojnim stilovima (Kimura, 2000, prema Hromatko, 2002) i da su one kulturno univerzalne (Kimura, 1996). Prema evolucijskom pristupu muškarci i žene tijekom evolucije bili su uključeni u različite aktivnosti (lov nasuprot brizi o kući i djeci) pa su razvili različite sposobnosti koje su im bile potrebne za njihovo obavljanje (Kimura, 1992; Silverman, 1994; Geary, 1996; Hamburg, 1974, prema Kimura, 1996). Što se tiče biološkog ustrojstva mozga, kao što je već rečeno, otkrivene su razlike između muškog i ženskog hipotalamusa štakora, pri čemu je spolno dimorfna jezgra kod mužjaka nekoliko puta veća (Pinel, 2002). Isto je pronađeno i kod ljudi (Cohen – Bendahan, van de Beck i Berenbaum, 2005). Postoje i druge

razlike u hipotalamusu, a primjenom tehnika oslikavanja mozga utvrđene su i razlike općenito u funkcioniranju mozga između muškaraca i žena pri rješavanju različitih tipova zadataka (Šimić i Gregov, 2008).

## **8.2. Povezanost hormona i kognitivnog funkcioniranja**

Spolne razlike u kognitivnom funkcioniranju povezuju se i s izlaganjem mozga fetusa različitim razinama spolnih hormona tijekom prenatalnog života koji mijenjaju strukturu i/ili funkciju određenih područja mozga u fetalnom razdoblju, najvjerojatnije razvojem određenih neuralnih putova i struktura (Sherwin, 2003, prema Šimić i Gregov, 2008). Prisutnost testosterona u prenatalnom razdoblju ključna je za maskulinizaciju mozga (Šimić i Gregov, 2008).

U intrauterinoj fazi razvoja spolni hormoni imaju organizirajuće učinke, a aktivirajući učinci javljaju se kasnije u životu. Istraživanja organizirajućih učinaka spolnih hormona na ljudima provedena su na skupinama ljudi s urođenim genetskim poremećajima. Primjerice, osobe sa sindromom neosjetljivosti na androgene genetski su muškarci i kod njih Y-kromosom izaziva mušku spolnu diferencijaciju, koja uključuje razvoj testisa koji proizvode androgene. Zbog nedostatka receptora za androgene, tkiva ne reagiraju na njih, a vanjske genitalije razvijaju se u tipične ženske. Usporedba žena sa sindromom neosjetljivosti na androgene i njihovih zdravih sestara pokazuje da oboljele postižu slabije rezultate u zadacima prostornog tipa, dok u općoj inteligenciji i verbalnim sposobnostima nema razlika (Imperato – McGinley i sur., prema Šimić i Gregov, 2008). Drugi dokaz za organizirajuće učinke spolnih hormona proizlazi iz stanja kongenitalne adrenalne hiperplazije (KAH) kod koje se javlja višak androgena u fetalnoj dobi zbog nedostatka adrenalnih enzima. Djevojčice u ovom stanju imaju maskulinizirane organe pri rođenju. Zanimljivo je da se učinci ranog izlaganja androgenima mogu očitovati kasnije u životu u brojnim razlikama u ponašanju, uključujući poboljšanje prostornih sposobnosti kod KAH djevojčica u odnosu na njihove zdrave sestre (Collaer i Hines, 1995; Hampson, 1995; Resnick i sur., 1986, Nass, 1991, prema Kimura, 1996 i Hromatko, 2002). Nadalje, ženska djeca rođena s ovim poremećajem pokazuju više razine agresije, manje zanimanje za roditeljstvo i manju empatiju te lošiji uradak na verbalnim zadacima (Šimić i Gregov, 2008). Dakle, one imaju muški kognitivni profil. Dječaci oboljeli od kongenitalne adrenalne hiperplazije pokazuju lošiji učinak u testovima mentalne rotacije od neoboljelih dječaka (Hampson, 2000, prema Hromatko, 2002). Kognitivno funkcioniranje ispitivano je i na djevojkama s Turnerovim sindromom, kojeg karakterizira nedostatak jednog

X-kromosoma, a posljedica su nerazvijeni jajnici (Pinel, 2002). Po vanjskom izgledu radi se o ženama koje spolnu zrelost mogu postići jedino uzimanjem hormonalne nadomjesne terapije. Kada je riječ o kognitivnom funkcioniranju, smanjene su im prostorne sposobnosti i neverbalno pamćenje, dok su verbalne sposobnosti normalne (Ross, Roeltgen i Zinn, 2006; Ross i sur., 2000, prema Šimić i Gregov, 2008). Istraživanja na muškarcima s hipogonadotropnim hipogonadizmom također su pokazala da manjak testosterona može uzrokovati smanjenje prostornih sposobnosti (Šimić i Gregov, 2008).

Neke su karakteristike spolno dimorfnog kognitivnog funkcioniranja reverzibilne i ovise o dnevnim, mjesečnim ili sezonskim fluktuacijama u razini spolnih hormona. Kod žena je proučavan učinak fluktuacija u razinama estrogena i progesterona tijekom menstrualnog ciklusa na različite kognitivne sposobnosti. Praćen je učinak u dvije faze menstrualnog ciklusa: menstrualnoj fazi kad su razine progesterona i estrogena niske te kasnoj folikularnoj fazi u kojoj su razine estrogena visoke ili lutealnoj koju karakteriziraju visoke razine i progesterona i estrogena. Žene pokazuju bolju izvedbu na testovima prostornih sposobnosti u menstrualnoj fazi kad su razine estrogena niske nego u razdoblju visoke razine estrogena (kasna folikularna ili srednja lutealna faza). Suprotno tome, njihova izvedba na artikularno – verbalnim vještinama i vještinama fine motorike bolja je u fazama koje karakteriziraju visoke razine estrogena (Kimura, 1996). U perceptivnim zadacima, kao i u zadacima motorne koordinacije pokazan je poboljšani učinak u srednjoj lutealnoj fazi u usporedbi s menstrualnom (Hampson i Kimura, 1988, prema Šimić i Gregov, 2008). Nadalje, u zadacima vremena jednostavne i izborne reakcije na svjetlosne podražaje žene su najučinkovitije oko vremena ovulacije, kad je razina estrogena povišena (Šimić i Manenica, 1998, prema Šimić i Gregov, 2008). U zadacima perceptivne brzine žene postižu bolje rezultate u preovulacijskoj i lutealnoj fazi (Hromatko, 2001; Hampson, 1990, prema Šimić i Gregov, 2008). Kad je riječ o ženskim spolnim hormonima, čini se da je estrogen odgovoran za bolji učinak u tipično ženskim zadacima, a slabiji u muškim zadacima. U zadacima koje u prosjeku bolje rješavaju muškarci, uspješnost je određena razinama i estrogena i androgena (Šimić i Gregov, 2008).

Istraživanja na transseksualcima također dokazuju da androgeni mogu promijeniti kognitivne obrasce jer kod žena koje su operacijom promijenile spol pada učinak u zadacima verbalne fluentnosti, a nakon terapije androgenima povećava se učinak na zadacima prostornog tipa (Slabbekorn i sur., 1999, prema Hromatko, 2002).

Promjene u kognitivnom funkcioniranju vezane uz fluktuacije u razini hormona pojavljuju se i kod muškaraca. U Europi i Sjevernoj Americi muškarci imaju više razine testosterona u jesen nego u proljeće (Kimura, 1996). Pošto su prostorne sposobnosti bolje kod muškaraca s nižim razinama testosterona, predviđeno je i potvrđeno da muškarci pokazuju bolju izvedbu na specijalnim zadacima u proljeće nego u jesen (Kimura i Hampson, 1994, prema Kimura, 1996). Godišnja doba ne utječu na izvedbu na ne-specijalnim zadacima. Dnevne fluktuacije u razini testosterona također su povezane s promjenama u specijalnim funkcijama (Moffat i Hampson, 1996, prema Kimura, 1996). Razine testosterona kod muškaraca najviše su u rano jutro, a izvedba na prostornim zadacima najgora. Pošto se oba istraživanja temelje na korelacijskoj metodi, ne može se sa sigurnošću tvrditi da razine testosterona izravno uzrokuju kognitivne promjene. Međutim, kad se testosteron daje starijim muškarcima s prethodno nižom razinom testosterona od optimalne, učinci su u skladu sa spomenutima u oba navedena istraživanja (Janowsky, Oviatt i Orwoll, 1994, prema Kimura, 1996).

## 9. LITERATURA

- Beck, R. (2003). Motivacija: teorija i načela. Jastrebarsko: Naklada Slap
- Burggre, W., French, K., Randall, D. (1997). Eckert animal physiology: mechanisms and adaptations. New York: W.H.Freeman and Company
- Crljen-Manestar, V. (2000). Signalizacija među stanicama- ključ preživljenja (popularan rad).
- Gregov, Lj., Šimić, N. (2009). Spolni hormoni i kognitivno funkcioniranje žena. Radovi Filozofskog fakulteta u Zadru
- Grubić, M. (2008). Utjecaj ranog izlaganja androgenima na ponašanje povezano sa spolom u bolesnika s kongenitalnom adrenalnom hiperplazijom. Radovi Medicinskog fakulteta u Zagrebu
- Guyton, AC. (1995). Fiziologija čovjeka i mehanizmi bolesti. Zagreb: Medicinska naklada
- Hromotko, I. (2002). Utjecaj spolnih hormona na kognitivno funkcioniranje. Radovi Filozofskog fakulteta u Zagrebu
- Kelly, G. F. (2006). Sexuality Today: The Human Perspective, 8. Boston: McGrawHill.
- Kimura, D. (1996). Sex, sexual orientation and seks hormones influence human cognitive function. Current Opinion in Neurobiology, 6, 259-263.
- Moir, A. i Jessel, D. (2001). Muški spol, ženski spol. Zagreb: Izvori.
- Muzur, A., Rinčić, I. i Štifanić, M. (2013). Nasilje i seksualnost: prilog raspravi o pojavnosti i podrijetlu elemenata spolnosti u agresivnom ponašanju. Radovi Medicinskog fakulteta Sveučilišta u Rijeci
- Pinel, JPJ. (2002). Biološka psihologija, 1. Jastrebarsko: Naklada Slap
- Sesar, K., Šimić, N. (2011). Neuroticizam u funkciji faza menstrualnog ciklusa. Radovi Filozofskog fakulteta u Zadru
- Sherwood, L. (2010). Human Physiology: From Cells to Systems, 7. Cengage Learning
- Šimić, N. (2008). Spolni hormoni i seksualna želja. Radovi Filozofskog fakulteta u Zadru
- vom Saal, F. S., Svare, B. i Gandelman, R. (1976). Time od Neonatal Androgen Exposure Influences Length of Testosterone Treatment Required to Induce Aggression in Adult Male and Female Mice. Behavioral Biology, 17, 391-397.

## **10. ZAKLJUČAK**

Hormoni su izvanstanični kemijski glasnici koje, kao odgovor na određeni signal, endokrine žlijezde ili difuzno razdijeljene specijalizirane stanice luče u krv kojom dolaze do drugih mjesta u tijelu gdje se nalaze ciljne stanice na koje djeluju. One imaju specifične receptore na koje se mogu vezati samo određeni hormoni. Postoje različiti tipovi hormona koji djeluju na različite aspekte tjelesnih funkcija i procesa: održavanje krvne osmolarnosti i krvnog šećera, regulacija metaboličkih funkcija (nadziranje brzine kemijskih reakcija, prijenosa tvari kroz membrane ili drugih značajki metabolizma poput rasta i izlučivanja), kontrola seksualne aktivnosti i reproduktivnog ciklusa i oblikovanje ponašanja.

U ovom radu izložen je kratki pregled spolnih hormona i utjecaja koje oni imaju na oblikovanje ponašanja u sisavaca, s naglaskom na čovjeka. Spolni hormoni su bitni kako u razvoju i morfološkoj diferencijaciji spolnih organa i spolnoj diferencijaciji mozga, tako i u aktiviranju i regulaciji muškog i ženskog seksualnog ponašanja i ciklusa, kao i u odrednicama i izvedbi nekih čimbenika generalnog ponašanja.

## **11. SUMMARY**

Hormones are extracellular chemical messengers that, in response to a particular signal, endocrine glands or diffusely distributed specialized cells, secrete into the blood which carries them to other places in the body where are target cells they operate. They have specific receptors that can bind only certain hormones. There are many different types of hormones that act on different aspects of body functions and processes: maintaining blood osmolarity and blood sugar, regulation of metabolic function (monitoring the speed of chemical reactions, mass transport through membranes and other metabolism features like excretion or growth), control of sexual activity and reproductive cycle and shaping behavior.

This work provides a short overview of sex hormones and the impact they have on shaping behavior in mammals, with emphasis on humans. Sex hormones are essential to the development and morphological differentiation of the sexual organs and sexual differentiation of the brain, and for activation and regulation of male and female sexual behavior and cycles, as well as for determinants and implementation of some factors of general behavior.



