

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
PRIRODOSLOVNO – MATEMATIČKI FAKULTET
BIOLOŠKI ODSJEK

HORMONI I PONAŠANJE

HORMONES AND BEHAVIOR

SEMINARSKI RAD

Martina Kranj ec
Preddiplomski studij molekularne biologije
(Undergraduate Study of Molecular Biology)
Mentor: doc. dr. sc. Vesna Benkovi
Pomoćni mentor: dr. sc. Duje Lisi i

Zagreb, 2010.

SADRŽAJ

1. UVOD	2
2. TIPOVI HORMONA	2
3. KONTROLA OSLOBODAVANJA HORMONA	4
4. ORGANIZIRANJE I UČINCI SPOLNIH HORMONA	6
5. SPOLNE RAZLIKE NA GONADAMA I HIPOTALAMUSU	7
6. SPOLNE RAZLIKE U NERASPLODNIM OSOBINAMA	8
7. AKTIVNI UČINCI NA SPOLNO PONAŠANJE	9
7.1. Učinci na štakore	9
7.2. Učinci na psima i mačkama	10
7.3. Učinci na neljudskim primatima	10
7.4. Učinci na muškarce	11
7.5. Učinci na žene	11
8. AKTIVIRANJE I UČINCI NA AGRESIVNO PONAŠANJE.....	13
9. LITERATURA.....	14
10. SAŽETAK.....	16
11. SUMMARY	16

1. UVOD

Hormoni su tvari koje izlučuje žlijezde i krv ih prenosi do organa na koju djeluju. Hormoni utječu. To su kemijski "glasnici" koji u tijelu prenose poruke od jedne stanice do druge, posebnim oblikom kemijskog djelovanja. Stanica koju aktivira hormon je ciljna stanica. Hormoni kontroliraju široki raspon ponašanja. Oni su toliko važni za spolno ponašanje da je to dobar kontekst za općenito raspravljanje o hormonima.

2. TIPOVI HORMONA

Tijelo proizvodi mnogo poznatih hormona, a s vremena na vrijeme otkrivaju se novi. Mnogi od njih spadaju u nekoliko osnovnih grupa. Jedna grupa se sastoji od proteinskih hormona i peptidnih hormona, koji se sastoje od lanca aminokiselina. (Općenito, duži lanci se nazivaju proteinima, a kraći peptidima). Inzulin je jedan primjer. Glikoproteini, posebna vrsta peptidnih hormona, sastoje se od lanca aminokiselina povezanih sa karbohidratima. Proteinski i peptidni hormoni se vežu na receptore na stanici membrane, gdje aktiviraju enzim koji proizvodi ciklični AMP ili neki drugi glasnik. Ciklični AMP zatim aktivira veliki broj enzima koji mogu izmijeniti metabolizam stanice ili sposobnost različitih iona da prođu u membranu. Ove promjene na stanici mogu trajati minutama ili satima. Peptidni hormoni djeluju na stanice istim putem kao i peptidni neurotransmiteri.

Druga važna grupa hormona, steroidni hormoni ili steroidi, sadrže 4 karbonska prstena. Steroidni hormoni primjenjuju svoje ulaze i u stanicu i vezuju se na receptore u citoplazmi, koji zatim prelaze u jezgru stanice gdje određuju koji će geni biti izraženi. Steroidi mogu također upotrebljavati više brzih i inak analognih onima od peptidnih hormona, izmjenjuju i na taj način prijenos iona preko membrane (Moore & Orchinik, 1991).

Kortizol i kortikosteron, steroidni hormoni koje izlučuje kora nadbubrežnih žlijezda, povišuju se u krvi i pojačavaju metabolizam. Osobito su važni pri pružanju pomoći tijelu da se prilagodi na produljeni stres. Dvije vrste steroidnih hormona, estrogeni i androgeni aktiviraju gene koji doprinose i fizičkom i bihevioralnom aspektu spolnosti. Cirkulirajuće razine estrogena su općenito više kod žena, a androgena kod muškaraca. Neki geni koje aktiviraju spolni hormoni zovu se sex – limited (spolno ograničeni) geni jer njihov učinak je primjetniji kod jednog spola nego kod drugog. Na primjer, estrogen aktivira gene odgovorne za razvoj grudi kod žena, a androgen kod muškaraca gene za rast dlaka na licu.

Tablica 1.1. Neki hormoni i njihove žlijezde (preuzeto i prilagođeno sa <http://centar-zdravlja.com/clanci/zdravlje-opcenito/12/1206/endokrini-sustav/endokrine-zlijezde-i-hormoni/6/>)

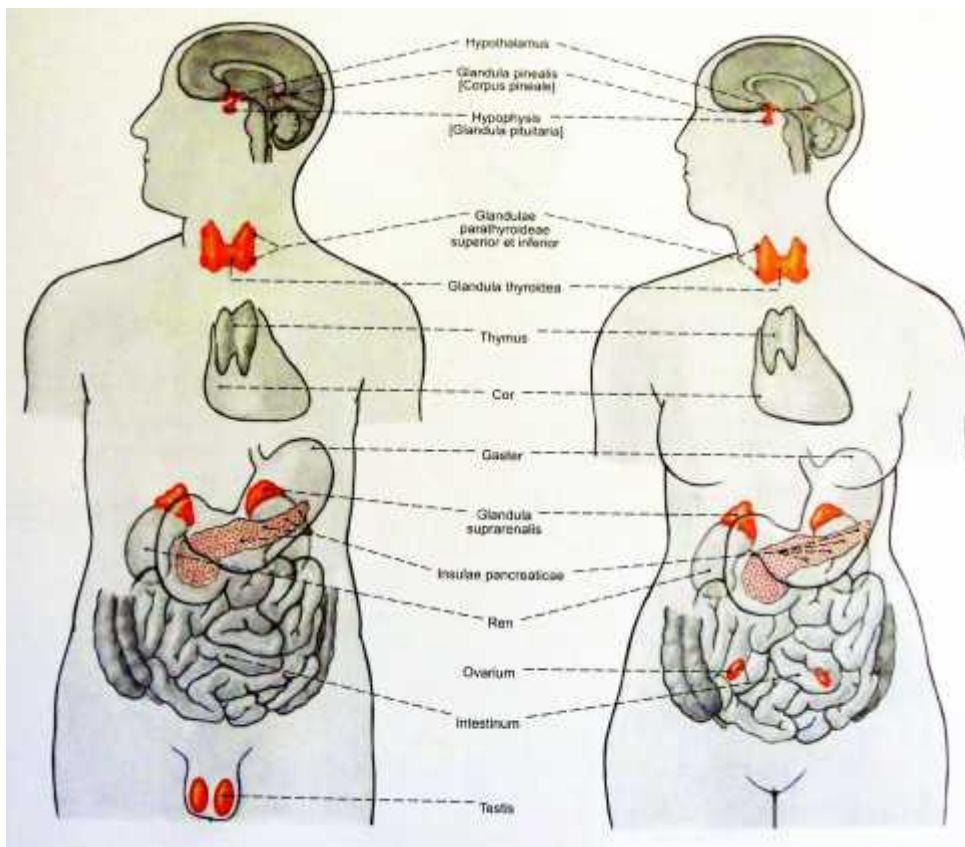
Organ	Hormon	Funkcija hormona
Hipotalamus	Različiti otpuštajući hormoni	Potiče ili inhibira izlučivanje različitih hormona hipofize
	TSH (tiroidni stimulacijski hormon)	Potiče rad štitne žlijezde
Adeno-hipofiza	LH (luteinizirajući hormon)	Povećava proizvodnju progesterona (žene), testosterona (muškarci); stimulira ovulaciju
	FSH (folikostimulacijski hormon)	Povećava proizvodnju estrogena i sazrijevanje jajne stanice (žene) i proizvodnju sperme (muškarci)
	ACTH	Povećava proizvodnju steroidnih hormona u nadbubrežnoj žlijezdi
	Prolaktin	Povećava proizvodnju mlijeka
Neuro-hipofiza	Oksitocin	Kontrolira kontrakcije maternice, izlučivanje mlijeka, određene vidove roditeljskog ponašanja i spolni užitak
	Vazopresin	Steže krvne žile, povećava krvni tlak
Srednji režanj hipofize	Melatonin	Inhibira razvoj gonada; također ima ulogu u pubertetskom razdoblju, ciklusima spavanja i buđenja
Štitna žlijezda	Tiroksin	Povećava metaboličke radnje, rast, sazrijevanje
	Triiodotironin	
Paratiroidna žlijezda	Paratiroidni hormon	Povećava kalcij u krvi, smanjuje kalij
Kora nadbubrežne žlijezde	Aldosteron	Smanjuje izlučivanje soli u bubrežima
	Kortizol, kortikosteron	Stimulira jetru da povećava šećer u krvi, povećava metabolizam proteina i masti
Srž nadbubrežne žlijezde	Adrenalin	Jednaka kao i učinci simpatičkog živčanog sustava
	Noradrenalin	Jednaka kao i učinci simpatičkog živčanog sustava
Gušterača	Inzulin	Povećava ulazak glukoze u stanice, povećava skladištenje u obliku masti
	Glukagon	Povećava pretvaranje uskladištenog glikogena u glukozu u krvi
Jajnici	Estrogen	Potiče ženske spolne karakteristike
	Progesteron	Zadržava trudnoću
Testisi	Androgeni	Potiče muške spolne karakteristike
Jetra	Somatomedini	Stimulira rast
Bubreg	Renin	Pretvara krvne proteine u angiotensin, koji regulira krvni tlak i pridonosi niskovolumskoj žeđi
Timus	Timozin (i drugi)	Podržava otpornost (imunitet)

Unutar mozga, receptori estrogena su obilniji u nekim područjima, a receptori androgena u drugim. Na taj način svaki hormon utječe na različitu populaciju neurona i zbog toga na različite vrste ponašanja (McEwen & Pfaff, 1985). Ne utječu samo hormoni na ponašanje; ponašanje može također utjecati na hormonalne uzorke.

Uz peptidne i steroidne hormone, ostale grupe hormona uključuju tiroidne hormone (izlučuju ih štitna žlijezda, a svi sadrže jod) i monoamine (kao naprimjer noradrenalin i dopamin). U tijelu također postoji i još nekoliko hormona koji ne spadaju ni u jednu od opisanih kategorija, i nekoliko “mogućih” hormona za koje su istraživači još uvijek nesigurni.

3. KONTROLA OSLOBODIČNA HORMONA

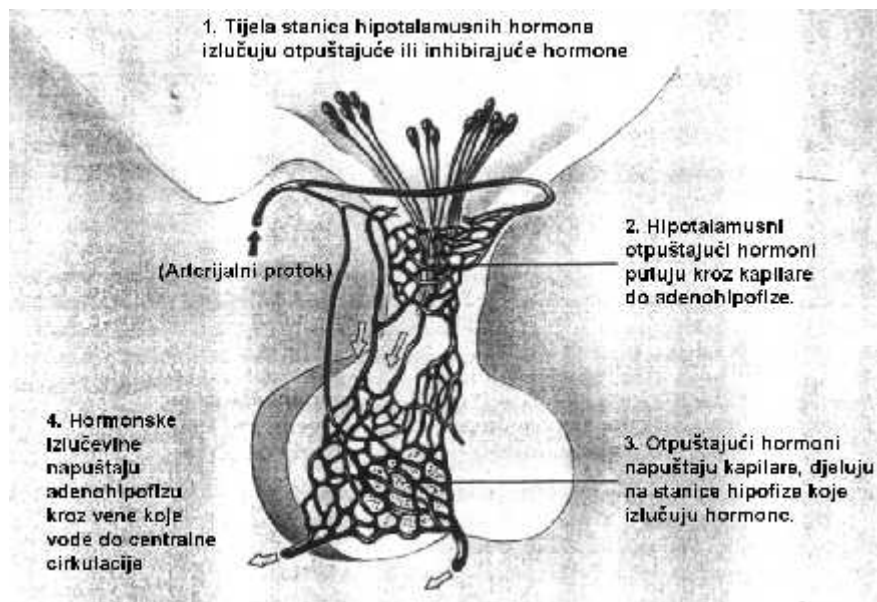
Baš kao što cirkuliraju i hormoni izmjenjuju aktivnost mozga, mozak izlučuje hormone i kontrolira izlučivanje mnogih drugih hormona. Na hipotalamus je nadovezana hipofiza koja se ponekad naziva “glavnom žlijezdom” tijela jer njene izlučevine utječu na mnoge druge žlijezde (slika 1.1.).



Slika 1.1. Endokrini organi muškarca (lijevo) i žene (desno); pogled srijeda. (Preuzeto i prilagođeno na temelju Sobotta, 2000.)

Hipofiza se sastoji od dvije različite žlijezde: anteriorne hipofize i posteriorne hipofize, koje otpuštaju različite garniture hormona (tablica 1.1.). Posteriorna hipofiza, sastavljena od neuralnog tkiva, može se smatrati produžetkom hipotalamusa. Neuron u hipotalamusu sintetiziraju hormone oksitocin i vazopresin (to su antidiuretici i hormoni), a i manje količine drugih različitih peptida (Morris & Pow, 1993). Stanice hipotalamusa prenose ove hormone preko aksona do aksonskih završetaka, smještenih u posteriornoj hipofizi. Akcijski potencijali otpuštaju ove hormone u krv. Anteriorna hipofiza, sastavljena od žlijezdanog tkiva, sintetizira šest hormona. Međutim, hipotalamus kontrolira njihovo otpuštanje (slika 1.2.). Hipotalamus izlučuje otpuštajuće hormone, koji krvlju dopijevaju do anteriorne hipofize. U njoj stimuliraju ili inhibiraju otpuštanje šest poznatih hormona, od kojih 5 kontrolira izlučivanje drugih endokrinih organa:

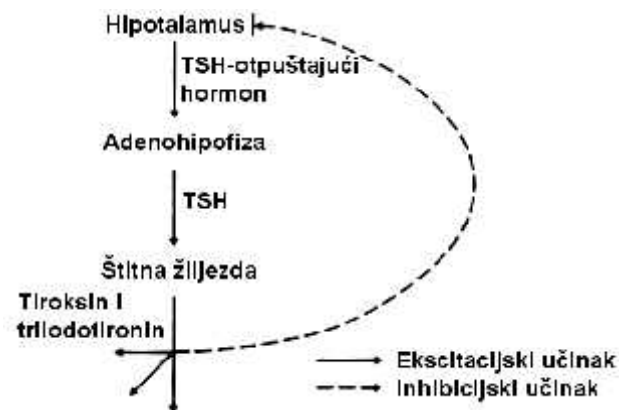
Adrenokortikotropni hormon (ACTH)	Kontrolira izlučivanje kore nadbubrežne žlijezde
Tireotropni hormon (TSH)	Kontrolira izlučivanje štitnjače
Follikularni stimulirajući hormon (FSH)	Kontrolira izlučivanje štitnjače
Luteinizirajući hormon (LH)	Kontroliraju izlučivanje spolnih žlijezda
Prolaktin	Kontrolira izlučivanje žlijezda u dojke
Somatotropin (također poznat kao hormon rasta)	Potiče rast cijelog tijela



Slika 1.2. Kako hipotalamski hormoni kontroliraju aktivnost adenohipofize

(Preuzeto i prilagođeno na temelju Starr & Taggart, 1989.)

Hipotalamus sadrži vrlo niske stalne koncentracije određenih hormona. Na primjer, kada je razina tireotropnog hormona niska, hipotalamus izlučuje jedan od svojih hormona koji se zove tireoid stimulirajući hormon (u daljnjem tekstu TSH) – otpušta taj hormon, koji stimulira anteriornu hipofizu da izlučuje TSH, a on uzrokuje da štitna žlijezda izlučuje više tireotropnih hormona. Kada se poveća razina tireotropnih hormona, hipotalamus smanjuje izlučivanje TSH – otpušta taj hormon (slika 1.3.).



Slika 1.3. Negativna povratna sprega u kontroliranju tiroidnih hormona

4. ORGANIZIRAJU I U INCI SPOLNIH HORMONA

Hormoni se vežu na receptore na staničnoj površini ili unutar stanice. Vezanje hormona na receptor ubrzava, usporava ili na neki drugi način mijenja staničnu funkciju. Konačno, hormoni nadziru funkciju svih organa. Oni kontroliraju rast i razvoj, reprodukciju i spolne karakteristike. Utječu na one koji tijelo koristi i skladišti energiju. Hormoni kontroliraju volumen tekućine i nivo soli i šećera u krvi. Neki hormoni djeluju samo na jedan ili dva organa, dok drugi djeluju na čitavo tijelo. Hormoni upravljaju mnogim biokemijskim funkcijama u cijelom tijelu i njihovo djelovanje vrlo složeno. Na temelju spolnih hormona možemo proučiti njihovo djelovanje.

Androgeni su grupa hormona koji uključuju testosteron i nekoliko drugih hormona, a poznati su kao “muški hormoni”. Estrogeni su grupa hormona koji uključuju estradiol i neke druge hormone, a poznati su kao “ženski hormoni”. Međutim i muškarci i žene proizvode obe vrste hormona i obe vrste ostavljaju važne posljedice na oba spola. Kod muškaraca se izlučuje više androgena nego estrogena, a kod žena više estrogena nego androgena. Postoje dvije vrste

djelovanja spolnih hormona: organiziraju e i aktivno djelovanje. Organiziraju e djelovanje spolnih hormona odre uje ho e li se mozak i tijelo razviti kao ženski ili muški, a doga a se uglavnom u osjetljivom razdoblju razvoja – kratko prije ili nakon ro enja kod štakora, i dosta prije ro enja kod ljudi. Aktivno djelovanje doga a se uglavnom kasnije u životu, kada hormon privremeno aktivira osobit odgovor. Zapravo, ove dvije vrste djelovanja nisu jasno odvojene u razli ita razdoblja jer hormoni rano u životu mogu primijeniti aktivna djelovanja na ponašanje ak i dok organiziraju tjelesni razvoj i hormoni za vrijeme puberteta ili kasnije mogu potaknuti odre ene dugotrajne strukturalne promjene (organiziraju e djelovanje) baš kao i aktivno djelovanje (Arnold & Breedlove, 1985).

5. SPOLNE RAZLIKE NA GONADAMA I HIPOTALAMUSU

Za vrijeme rane faze prenatalnog razvoja, gonade (rasplodni organi) su iste kod fetusa svih sisavaca. I muške i ženske gonade imaju zbirku Müllerovih kanala i zbirku Wolffovih kanala. Gonade e se razviti u jajnike kod ženki, a u testise kod mužjaka. Müllerovi kanali su prete e rasplodnih struktura kod žena (jajovodi, maternica i gornja rodnic); Wolffovi kanali su prete e rasplodnih struktura kod muškaraca. Fetus tako er ima zbirku vanjskih struktura koje se diferenciraju ili u ženske ili u muške genitalije. Iz svog po etnog oblika koji je isti kod oba spola, fetus se razvija ili u ženskom ili u muškom smjeru ovisno o utjecaju hormona. Pod utjecajem testosterona razvijaju se Wolffove cjev ice, dok Müllerove cjev ice degeneriraju pod utjecajem anti-Müllerova hormona. U odsutnosti testosterona iz Müllerovih kanala se razvijaju ženski reproduktivni organi, dok se Wolffove cjev ice ne razvijaju.

Osim razlika u gonadama i genitalijama, spolovi se razlikuju i po gra i nekoliko dijelova živ anog sustava, osobito hipotalamusa. Na primjer, jedan dio središnje preopti ne jezgre hipotalamusa je pouzdano ve i kod mužjaka nego kod ženki – dva do tri puta ve i kod ljudi i više od tri puta ve i kod nekih drugih vrsta.

Ove i druge razlike me u spolovima razvijaju se u ranom razdoblju, odre ene vjerojatno ranim hormonima. Prisutnost testosterona, androgena, je o ito odlučuju a u razvoju muških struktura i kod genitalija i kod hipotalamusa. Obi no, za vrijeme kratkog razdoblja ranog razvoja, muški testisi postavljaju pozitivni krug povratne sprege: testisi izlu uju testosteron,

koji povećava rast testisa i onemogućuje im da proizvode više testosterona (Hines, Davis, Coquelin, Goy, & Gorski, 1985; Swaab & Fliers, 1985).

Ženka štakora, kojoj je dat testosteron za vrijeme zadnjih nekoliko dana prije rođenja ili nekoliko dana nakon rođenja, ima djelomično muške karakteristike, kao da testosteron potječe iz njenog vlastitog tijela (Ward & Ward, 1985). U razdoblju zrelosti, njena hipofiza i jajnici proizvode stabilne razine spolnih hormona umjesto ciklusa koji su osobina ženki. S anatomske gledišta, određeni dijelovi njenog hipotalamusa izgledaju više kao muškakovi nego ženki. I ponaša se kao mužjak: zavodi druge ženke i napada pokrete koji se tiče parenja radije nego da izvijala i dopusti mužjaku da ju zavodi. Ukratko, rani testosteron potiče razvoj muških struktura, a inhibira razvoj ženskih struktura (Gorski, 1985; Wilson, George & Griffin, 1981). Uz dovoljno testosterona, pojedinac se razvija kao mužjak; bez testosterona kao ženka. Rani tretman estradiolom ili drugim estrogenima nema obrnut učinak. Mužjak kojemu su date male količine estrogena se i dalje razvija kao mužjak, iako velike količine mogu poremetiti određene dijelove njegova razvoja (Diamond, Llacuna, & Wong, 1973). Nadalje, ako se gonade odstrane ili mužjaku ili ženki štakora odmah nakon rođenja, uskraćuju životinji njene vlastite hormone, mladi štakor se i izgledom i ponašanjem razvija kao ženka. U prisutnosti malo ili nimalo spolnih hormona kod sisavaca se razvijaju ženske strukture vanjskih genitalija i hipotalamusa. Dodavanjem estrogena, unutar normalnih granica, i dalje se razvija ženka. Dodavanjem testosterona razvija se mužjak (Money & Ehrhardt, 1972).

6. SPOLNE RAZLIKE U NERASPLODNIM OSOBINAMA

Mušjaci i ženke se očitito razlikuju po svojim organima za razmnožavanje i po određenim načinima spolnog ponašanja. Ali također se razlikuju i po mnogim osobitostima koje su samo neizravno povezane s razmnožavanjem: kod većine sisavaca mužjaci su veći od ženki i više se sukobe između sebe nego ženke. Ženke duže žive i više se posvećuju brizi o mladima. (Ljudi su među onih malo vrsta sisavaca kod kojih se i mužjaci brinu o mladima.)

Mnoge od ovih razlika ovise o hormonima prije rođenja. Na primjer, ženke majmuna izložene utjecaju testosterona za vrijeme njihovog osjetljivog razdoblja igraju se na puno grublji način od drugih ženki za vrijeme mladosti, agresivnije su i prave više prijete ih izraza lica (Quadagno, Briscoe, & Quadagno, 1977; Young, Goy & Phoenix, 1964).

7. AKTIVNI U INCI NA SPOLNO PONAŠANJE

Op enito, spolno ponašanje zahtjeva najmanje minimalnu razinu spolnih hormona koji bi ga aktivirali. Vrste poput jelena pare se samo u jednom razdoblju godine, kada im je razina spolnog hormona visoka. Aktivni u inci hormona na spolno ponašanje mijenjaju se od vrste do vrste.

7.1. U inci na štakore

Nakon odstranjenja testisa mužjaku štakora ili jajnika ženki, spolno ponašanje slabi kao što opada razina spolnog hormona u krvi. Ono ne nestaje odjednom, djelomično zbog toga što i nadbubrežne žlijezde također proizvode nešto testosterona i estradiola. Injekcija testosterona kastriranom mužjaku ponovno uspostavlja spolno ponašanje, kao i injekcija dvaju testosteronovih osnovnih metabolita, dihidrotestosterona i estradiola (Baum & Vreeburg, 1973). Estrogen nakon kojeg slijedi barem 2 do 4 sata progesterona je najučinkovitija kombinacija za poticanje spolnog ponašanja kod ženke štakora (Glaser, Etgen & Barfield, 1987).

Spolni hormoni potiču spolno ponašanje tako da živac prenosi dodirne stimulacije od stidnog područja do mozga i zatim estrogeni povećavaju područje kože koje pobuđuje živac (Komisaruk, Adler & Hutchison, 1972). Spolni hormoni također omogućuju spolno ponašanje vezuju se na receptore u mozgu. Estrogeni se osobito vežu na receptore u ventromedijalnom hipotalamusu; androgeni na receptore u preoptičkom dijelu hipotalamusa (Davidson, 1966).

Spolno ponašanje mužjaka uvelike ovisi o neuronima koji otpuštaju dopamin. Neuroni u središnjem preoptičkom području hipotalamusa otpuštaju povišene razine dopamina za vrijeme muškog spolnog ponašanja, a ne za vrijeme ostalih radnji (Hull, Eaton, Moses & Lorrain, 1993). Dopamin osobito utječe na različite vrste spolnog ponašanja kod različitih vrsta dopaminskih receptora. Kad je koncentracija otpuštenog dopamina samo umjereno povišena, dopamin stimulira vezinom D₁ receptore, koji omogućuju erekciju penisa. Kada koncentracija dopamina dosegne višu razinu, dopamin stimulira vezinom D₂ receptore, koji vode do orgazma i ejakulacije (Hull et al., 1992). D₁ receptori obično inhibiraju učinke D₂ receptora i D₂ receptori inhibiraju učinke D₁ receptora.

7.2. U inci na psima i ma kama

Psi i ma ke su manje ovisni o razini spolnih hormona nego glodavci (Beach, 1967, 1970). Psi mužjaci kastrirani kao odrasli zadržavaju spolno ponašanje na koliko – toliko smanjenoj razini još nekoliko godina. Mužjaci ma aka zadržavaju neke spolne radnje ako su imali spolnog iskustva prije kastracije. Me utim, ženke i pasa i ma aka obustavljaju svoje spolne aktivnosti nakon što su im odstranjeni jajnici. Za neošte enu ženku psa, spolno ponašanje ovisi uvelike o estrogenu. Možemo razlikovati tri na ina ženskog spolnog ponašanja: privla enje, osjetljivost i mo opažanja (Beach, 1976).

Privla enje je težnja da ženke spolno privuku pozornost mužjaka. Osjetljivost je težnja da povoljno odgovore na muško spolno privla enje i da prihvate povezivanje. Mo opažanja je težnja da pri u mužjaku i same potraže spolni kontakt. Upravo prije po etka estrus razdoblja hod pasa (njezin “vru i” period, vrijeme kad je plodna), kod ženke se pove ava razina estradiola i ona postaje spolno privla na mužjacima. Po inje se ponašati uo ljivo (prilaze i mužjacima), ali ne još i osje ajno (prihvaaju i povezivanje). Za vrijeme samog estrus razdoblja razina estradiola joj opada, dok se razina progesterona pove ava. Ovdje se ponaša i uo ljivo i osjetljivo, a o ituje se i povezivanje. Na kraju estrusa, razine estrogena i progesterona naglo opadaju, kao i mo opažanja, osjetljivost i privla enje (Beach, Dunbar & Buehler, 1982).

7.3. U inci na neljudskim primatima

Primati (majmuni, ovjekoliki majmuni i ljudi) ovise o teku im razinama spolnih hormona ak manje nego psi i ma ke, iako se rezultati vrsto razlikuju od jedne vrste primata do druge. Ženke mnogih vrsta majmuna su barem blago sposobne da prihvate muška spolna približavanja u svim fazama menstrualnog ciklusa (Baum, 1983). Njihovi spolni hormoni o ito imaju više utjecaja na njihovo uo avanje nego na njihovu osjetljivost. Estrogen op enito pove ava uo ljiva ponašanja. Ženke rhesus majmuna prilaze mužjacima i ine pozivaju e geste puno eš e upravo prije ili za vrijeme njihovog plodnog razdoblja (kad je razina estrogena visoka) nego nakon plodnog razdoblja (Pomerantz & Goy, 1983; Wallen et al; 1984). Kod ženskih primata, za razliku od pasa i glodavaca, progesteron smanjuje i spolno ponašanje i privla nost prema mužjacima (Baum, 1983). Mužjaci majmuna i dalje su manje

spolno aktivni nakon kastracije, iako se u estalost smanjuje. Nakon kastracije injekcije testosterona pove avaju spolnu aktivnost; a injekcije estradiola ne pove avaju (Michael, Zumpe & Bonsall, 1990). Me u neošte enim mužjacima, spolna aktivnost se poklapa pozitivno, ali ne visoko, sa testosteronom.

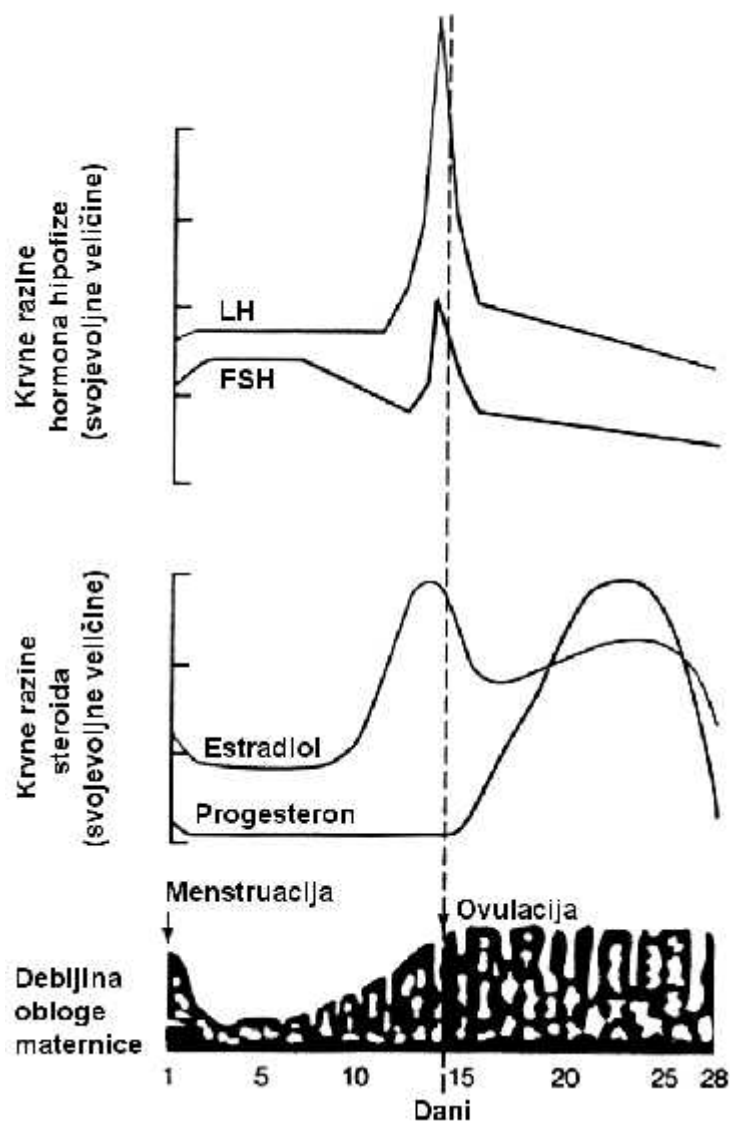
7.4. U inci na muškarce

Ljudska spolna aktivnost je najmanje ovisna o teku im razinama hormona, iako je utjecaj zasigurno vidljiv. Me u muškarcima, spolno uzbu enje je op enito najviše u dobi kad je razina testosterona najve a (od 15 do 25 godine). Hormon oksitocin tako er može doprinijeti spolnom zadovoljstvu. Tijelo otpušta ogromne koli ine oksitocina za vrijeme orgazma, više od utrostru ene uobi ajene koli ine u krvi. Više studija podupire povezanost izme u oksitocina i spolnog zadovoljstva, iako rezultati još nisu kona ni (Murphy, Checkley, Seckl & Lightman, 1990). Smanjivanje razine testosterona u pravilu smanjuje spolnu aktivnost. Nakon kastracije, na primjer, ve ina muškaraca (iako ne svi) pokazuju smanjeno spolno zanimanje i aktivnost (Carter, 1992). Kako vrijeme prolazi, najprije gube sposobnost ejakuliranja, a zatim postaju impotentni i na kraju gube spolnu zainteresiranost. Me utim, nizak testosteron nije jedini uzrok impotencije. Neki muškarci sa normalnim razinama testosterona su impotentni i davanje dodatnog testosterona ne poboljšava njihovo stanje(Carani et al., 1990).

7.5. U inci na žene

Kod žena i nekih drugih ženskih primata, hipotalamus i hipofiza me usobno djeluju s jajnicima, a rezultat toga je menstrualni ciklus, periodi no odvajanje hormona i plodnosti u razdoblju od otprilike mjesec dana (slika 1.4.). Nakon što završi menstruacija, hipofiza otpušta folikulo – stimuliraju i hormon (FSH), koji poti e rast folikula (mjehuri a u jajniku). Folikul (mjehuri) hrani jajnu stanicu i proizvodi estrogen. Oko sredine menstrualnog ciklusa folikul gradi sve više i više receptora za FSH; pa, iako stvarna koncentracija FSH u krvi opada, u inci FSH na folikul se pove avaju. Kao rezultat, folikul proizvodi sve ve e koli ine jedne vrste estrogena, estradiola. Kad se približi sredina menstrualnog ciklusa, kroz ne dobro

upoznat mehanizam, povećano izlučivanje estradiola uzrokuje povećano izlučivanje FSH, kao i iznenadna uzburkanost u otpuštanju luteinizirajućeg hormona (LH) iz hipofize. (Prvi graf odozgo na slici 1.4.) FSH i LH uzrokuju da folikul otpušta ovum. Također uzrokuju to da ostatak folikula (sada zvan corpus luteum (žuto tijelo)) otpušta hormon progesteron, koji priprema maternicu za usvajanje oplodjene jajne stanice. Progesteron također koči daljnje otpuštanje LH. Na kraju menstrualnog ciklusa, razine LH, FSH, estradiola i progesterona opadaju (Feder, 1981). Ako je jajna stanica oplodjena, razine estradiola i progesterona se postupno povećavaju za vrijeme trudnoće. Ako jajna stanica nije oplodjena, prevlaka maternice se odbacuje (menstruacija), i ciklus može ponovno poći.



Slika 1.4. Krvne razine četiri hormona za vrijeme ljudskog menstrualnog ciklusa
(Preuzeto i prilagođeno na temelju Feder, 1981.)

8. AKTIVIRAJU I U INCI NA AGRESIVNO PONAŠANJE

Testosteron aktivira borbenost kod mužjaka mnogih vrsta. Kod vrsta koje se pare samo u jednom razdoblju godine, mužjaci se bore međusobno većinom za vrijeme tog razdoblja, dok su razine njihovog testosterona visoke (Goldstein, 1974; Moyer, 1974). Kastrirani mužjaci se bore malo; injekcije testosterona utemeljuju agresivno ponašanje (Brain, 1979). Testosteron vjerojatno povećava i vjerojatnost ljudskog nasilja. Cijelim svijetom mužjaci se ponašaju mnogo agresivnije nego ženke (Maccoby & Jacklin, 1974; Moyer, 1974). Štoviše, najviši stupanj nasilnosti, kako pokazuje kriminalistička statistika, je kod muškaraca između 15 i 25 godina, koji također imaju najviše u razinu testosterona u krvi. Testosteron očitito doprinosi nasilnom i naglom ponašanju kod ljudi, ali teško da je on jedini uzrok.

9. LITERATURA

- Baum, M. J., Vreeburg, J. T. M. (1973): Copulation in castrated male rats following combined treatment with estradiol and dihydrotestosterone. *Science* 283-285.
- Beach, F., Dunbar, I., Buehler (1982): Competitive behavior in male, female, and pseudohermaphraditic female dogs. 96:855-874.
- Diamond, M., Llacuna, A. and Wong, C. (1973): Sex Behavior after Neonatal Progesterone, Testosterone, Estrogen or Antiandrogens. *Hormones and Behavior*.
- Glaser, J. H., Etgen, A. M., Barfield, R. J. (1987): Temporal aspects of ventromedial hypothalamic progesterone action in the facilitation of estrous behavior in the female rat. *Behavioral neuroscience* 534-545.
- Hines, M. and Gorski, R. A. (1985): Hormonal influences on the development of neural asymmetries. New York: Guilford Press.
- Hull, E. M., R. C. Eaton, J. Moses, and D. S. Lorrain, (1993): Copulation Increases Dopamine Activity in the Medial Preoptic Area of Male Rats, *Life Sciences*, 935–940.
- Komisaruk, B. R., Adler, N. T., Hutchison, J. (1972): Genital sensory field: enlargement by estrogen treatment in female rats. *Science*, 1295-1298
- Maccoby. E.E, Jacklin. C.N, (1974) *The Psychology of Sex Differences*, Stanford: Stanford University Press
- McEwen, B. S. and Pfaff, D.W. (1985): Hormone action on hypothalamic neurons: Gene expression and neuromodulator action. *Trends in Neuroscience*, 105-111.
- Michae, R. P., Zumpe, D., Bonsall, R. W. (1990): Estradiol administration and the sexual activity of castrated male rhesus monkeys (*Macaca mulatta*). *Horm Behav*.
- Money. T. and Ehrhardt (1972): *Man and Woman, Boy and Girl*, The differentiation and dimorphism of gender identity from conception to maturity, Baltimore: Johns Hopkins University Press.
- Moore, F. L. and Orchinik, M. (1991): Multiple molecular mechanisms of steroid action regulate reproductive behaviors.
- Morris, J. F. and Pow, D. V. (1993): New anatomical insights into the inputs and outputs from hypothalamic magnocellular neurons. *Ann NY Acad Sci* 689
- Pomerantz, S. M., Goy, R. W. (1983): Proceptive behavior of female rhesus monkeys during tests with tethered males.

- Quadagno, D. M., Briscoe, R., Quadagno, J. S. (1977): Effect of perinatal gonadal hormones on selected nonsexual behavior patterns: a critical assessment of the nonhuman and human literature. *Psychol Bull.* 62-80.
- Shull, J. D. and J. Gorski, R. A. (1985): Estrogen regulates the transcription of the rat prolactin gene in vivo through at least two independent mechanisms. *Endocrinology.*
- Young, W. C., Goy, R. W. and Phoenix, C. H. (1964): The hormones and sexual behavior. Broad relationships exist between the gonadal hormones and behavior.
- <http://centar-zdravlja.com/clanci/zdravlje-opcenito/12/1206/endokrini-sustav/endokrine-zlijezde-i-hormoni/6/>
- http://www.flyfishingdevon.co.uk/salmon/year1/psy128sexual_behaviour/sexbeha.htm
- http://www.hormone.org/endocrine_system.cfm
- <http://jap.physiology.org/cgi/content/full/91/6/2785>
- http://www.medical-look.com/human_anatomy/organs/Hormones.html

10. SAŽETAK

Hormoni su kemikalije koje se prirodno pojavljuju u tijelu. Oni upravljaju mnogim biokemijskim funkcijama, kao što su skladištenje i korištenje energije, održavanje i rast organizma. Hormoni u velikoj mjeri utječu i na ponašanje. Hormone uglavnom proizvode endokrine žlijezde. Tipične endokrine žlijezde su hipofiza, štitna žlijezda, nadbubrežna žlijezda, paratiroidna žlijezda, gonade (testisi i jajnici). Endokrine žlijezde otpuštaju vrlo male količine hormona u krv koje imaju veliki utjecaj u cijelom tijelu.

U ovom radu izložen je kratki pregled najvažnijih hormona, s naglaskom na spolne hormone i njihov utjecaj na spolne razlike i spolno ponašanje.

11. SUMMARY

Hormones are chemicals that naturally occur in the body. These chemicals direct many biochemical functions, including energy storage and utilization, maintenance, and growth. Hormones have huge impact on animal behavior. Hormones are released mainly by the endocrine glands. Specific endocrine glands include the pituitary, thyroid, adrenals, parathyroids, gonads (e.g., testes and ovaries). The endocrine glands release very small quantities of hormones into the blood, but these small quantities have a large impact throughout the body.

This work is a short review of the most important hormones with an emphasis on sexual hormones and their effect on sex differences and sexual behavior.