

# Hormoni i ponašanje

---

Kranjčec, Martina

Undergraduate thesis / Završni rad

2010

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Science / Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:217:242764>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-05-09**



Repository / Repozitorij:

[Repository of the Faculty of Science - University of Zagreb](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
PRIRODOSLOVNO – MATEMATIČKI FAKULTET  
BIOLOŠKI ODSJEK

# HORMONI I PONAŠANJE

## HORMONES AND BEHAVIOR

### SEMINARSKI RAD

Martina Kranjčec  
Preddiplomski studij molekularne biologije  
(Undergraduate Study of Molecular Biology)  
Mentor: doc. dr. sc. Vesna Benković  
Pomoćni mentor: dr. sc. Duje Lisičić

Zagreb, 2010.

## SADRŽAJ

|                                                    |    |
|----------------------------------------------------|----|
| 1. UVOD .....                                      | 2  |
| 2. TIPOVI HORMONA .....                            | 2  |
| 3. KONTROLA OSLOBAĐANJA HORMONA .....              | 4  |
| 4. ORGANIZIRAJUĆI 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. AKTIVIRAJUĆI 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 čiju djelatnost 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. Ciklična AMP zatim aktivira veliki broj enzima koji mogu izmijeniti metabolizam stanice ili sposobnost različitih iona da pređu 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 učinke ulazeći u stanicu i vezujući se na receptore u citoplazmi, koji zatim prelaze u jezgru stanice gdje određuju koji će geni biti izraženi. Steroidi mogu također upotrebljavati više brzih učinaka analognih onima od peptidnih hormona, izmjenjujući na taj način prijenos iona preko membrane (Moore & Orchinik, 1991).

Kortizol i kortikosteron, steroidni hormoni koje izlučuje kora nadbubrežnih žlijezda, povišuju šećer 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 jače primjećujemo 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/>)

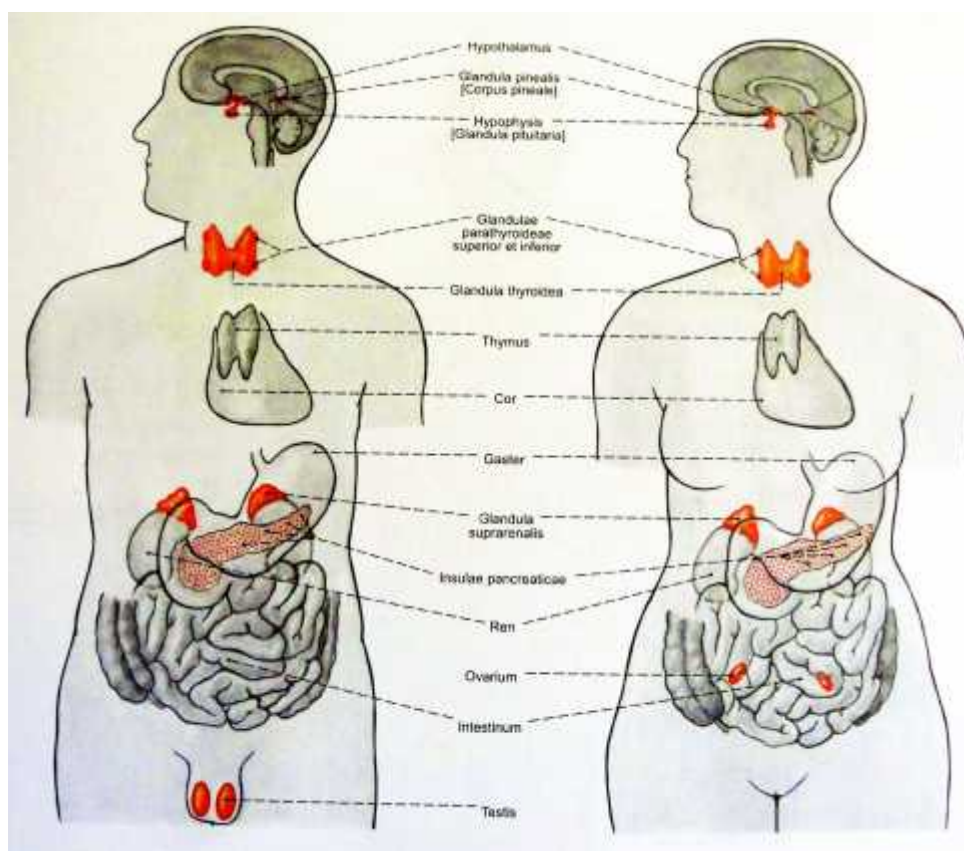
| Organ                     | Hormon                              | Funkcija hormona                                                                                              |
|---------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 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 (izlučuje 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 OSLOBAĐANJA HORMONA

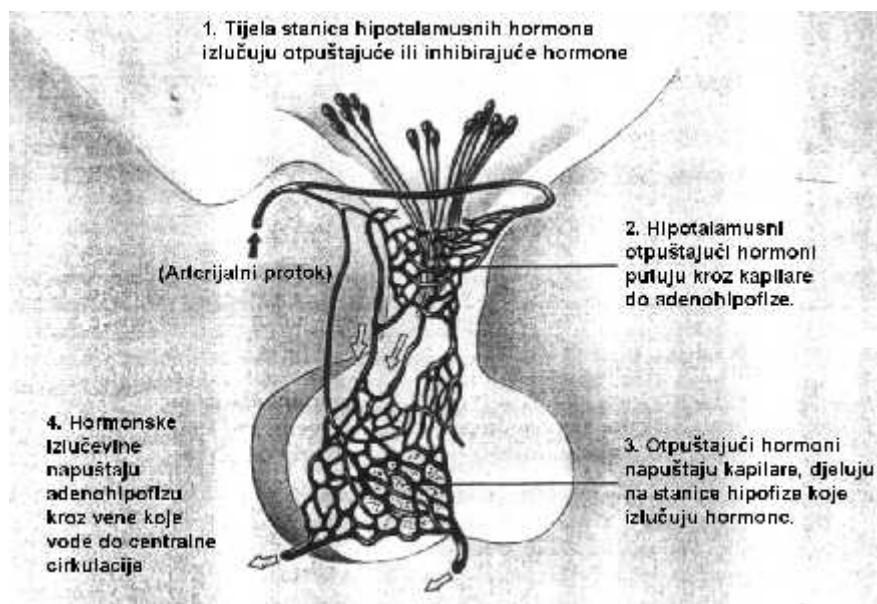
Baš kao što cirkulirajući hormoni izmjenjuju aktivnost mozga, mozak izlučuje hormone i kontrolira izlučivanje mnogih drugih hormona. Na hipotalamus je nadovezana hipofiza koja se ponekad naziva “glavnom žlijezdom” tijela jer njene izlučevine utječu na mnoge druge žlijezde (slika 1.1.).



**Slika 1.1.** Endokrini organi muškarca (lijevo) i žene (desno); pogled sprijeda. (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. Neuronu u hipotalamusu sintetiziraju hormone oksitocin i vazopresin (to su antidiuretički 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:

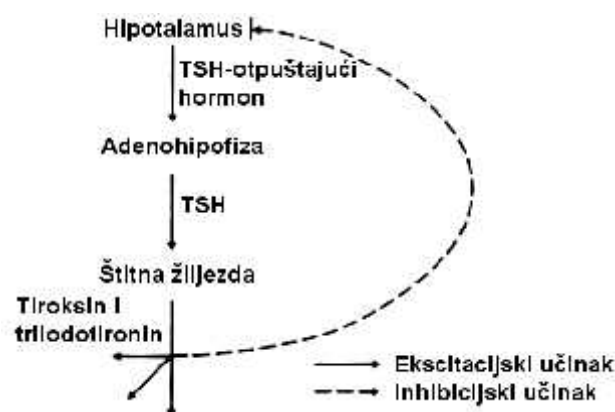
|                                                |                                                  |
|------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| Adrenokortikotropni hormon (ACTH)              | Kontrolira izlučivanje kore nadbubrežne žlijezde |
| Tireotropni hormon (TSH)                       | Kontrolira izlučivanje štitnjače                 |
| Foliko stimulacijski hormon (FSH)              | Kontrolira izlučivanje štitnjače                 |
| Luteinizirajući hormon (LH)                    | Kontroliraju izlučivanje spolnih žlijezda        |
| Prolaktin                                      | Kontrolira izlučivanje žlijezda u dojka          |
| Somatotropin (također poznat kao hormon rasta) | Potiče rast cijelog tijela                       |



**Slika 1.2.** Kako hipotalamusni hormoni kontroliraju aktivnost adenohipofize

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

Hipotalamus sadržava prilično stalne cirkulirajuće razine određenih hormona. Na primjer, kad je razina tireotropnog hormona niska, hipotalamus izlučuje jedan od svojih hormona koji se zove tiroid stimulirajući hormon (u daljnjem tekstu TSH) – otpuštajući hormon, koji stimulira anteriornu hipofizu da izlučuje TSH, a on uzrokuje da štitna žlijezda izlučuje više tireotropnih hormona. Kad se poveća razina tireotropnih hormona, hipotalamus smanjuje izlučivanje TSH – otpuštajućeg hormona (slika 1.3.).



**Slika 1.3.** Negativna povratna sprega u kontroliranju tiroidnih hormona

## 4. ORGANIZIRAJUĆI UČINCI 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 način na 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 njihove je djelovanje vrlo složeno. Na temelju spolnih hormona ćemo proučiti njihove učinke i 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: organizirajuće i aktivno djelovanje. Organizirajuće djelovanje spolnih hormona određuje hoće li se mozak i tijelo razviti kao ženski ili muški, a događa se uglavnom u osjetljivom razdoblju razvoja – kratko prije ili nakon rođenja kod štakora, i dosta prije rođenja kod ljudi. Aktivno djelovanje događa se uglavnom kasnije u životu, kada hormon privremeno aktivira osobit odgovor. Zapravo, ove dvije vrste djelovanja nisu jasno odvojene u različita razdoblja jer hormoni rano u životu mogu primijeniti aktivna djelovanja na ponašanje čak i dok organiziraju tjelesni razvoj i hormoni za vrijeme puberteta ili kasnije mogu potaknuti određene dugotrajne strukturalne promjene (organizirajuće 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 će se razviti u jajnike kod ženki, a u testise kod mužjaka. Müllerovi kanali su preteče rasplodnih struktura kod žena (jajovodi, maternica i gornja rodnica); Wolffovi kanali su preteče rasplodnih struktura kod muškaraca. Fetus također ima zbirku vanjskih struktura koje se diferenciraju ili u ženske ili u muške genitalije. Iz svog početnog 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 cjevčice, dok Müllerove cjevčice degeneriraju pod utjecajem anti-Müllerova hormona. U odsutnosti testosterona iz Müllerovih kanala se razvijaju ženski reproduktivni organi, dok se Wolffove cjevčice ne razvijaju.

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

Ove i druge razlike među spolovima razvijaju se u ranom razdoblju, određene vjerojatno ranim hormonima. Prisutnost testosterona, androgena, je očito odlučujuća u razvoju muških struktura i kod genitalija i kod hipotalamusa. Obično, za vrijeme kratkog razdoblja ranog razvoja, muški testisi postavljaju pozitivni krug povratne sprege: testisi izlučuju 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 mužjakovi nego ženkini. I ponaša se kao mužjak: zavodi druge ženke i čini napadačke pokrete koji se tiču parenja radije nego da izvija leđa 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 veće količine mogu poremetiti određene dijelove njegova razvoja (Diamond, Llacuna, & Wong, 1973). Nadalje, ako se gonade odstrane ili mužjaku ili ženki štakora odmah nakon rođenja, uskraćujući 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**

Mužjaci i ženke se očito 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 prijetećih izraza lica (Quadagno, Briscoe, & Quadagno, 1977; Young, Goy & Phoenix, 1964).

## 7. AKTIVNI UČINCI NA SPOLNO PONAŠANJE

Općenito, 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 učinci hormona na spolno ponašanje mijenjaju se od vrste do vrste.

### 7.1. Učinci 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 vezujući se na receptore u mozgu. Estrogeni se osobito vežu na receptore u ventromedijalnom hipotalamusu; androgeni na receptore u preoptičnom dijelu hipotalamusa (Davidson, 1966).

Spolno ponašanje mužjaka uvelike ovisi o neuronima koji otpuštaju dopamin. Neuroni u središnjem preoptičnom području hipotalamusa otpuštaju povišene razine dopamina za vrijeme muškog spolnog ponašanja, a ne za vrijeme ostalih radnji (Hull, Eaton, Moses & Lorrain, 1993). Dopamin očito utječe na različite vrste spolnog ponašanja kod različitih vrsta dopaminskih receptora. Kad je koncentracija otpuštenog dopamina samo umjereno povišena, dopamin stimulira većinom D<sub>1</sub> receptore, koji omogućuju erekciju penisa. Kada koncentracija dopamina dosegne višu razinu, dopamin stimulira većinom D<sub>2</sub> receptore, koji vode do orgazma i ejakulacije (Hull et al., 1992). D<sub>1</sub> receptori obično inhibiraju učinke D<sub>2</sub> receptora i D<sub>2</sub> receptori inhibiraju učinke D<sub>1</sub> receptora.

## **7.2. Učinci na psima i mačkama**

Psi i mačke 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 mačaka zadržavaju neke spolne radnje ako su imali spolnog iskustva prije kastracije. Međutim, ženke i pasa i mačaka obustavljaju svoje spolne aktivnosti nakon što su im odstranjeni jajnici. Za neoštećenu ženku psa, spolno ponašanje ovisi uvelike o estrogenu. Možemo razlikovati tri načina ženskog spolnog ponašanja: privlačenje, osjetljivost i moć opažanja (Beach, 1976).

Privlačenje je težnja da ženke spolno privuku pozornost mužjaka. Osjetljivost je težnja da povoljno odgovore na muško spolno privlačenje i da prihvate povezivanje. Moć opažanja je težnja da priđu mužjaku i same potraže spolni kontakt. Upravo prije početka estrus razdoblja hod pasa (njezin “vrući” period, vrijeme kad je plodna), kod ženke se povećava razina estradiola i ona postaje spolno privlačna mužjacima. Počinje se ponašati uočljivo (prilazeći mužjacima), ali ne još i osjećajno (prihvaćajući povezivanje). Za vrijeme samog estrus razdoblja razina estradiola joj opada, dok se razina progesterona povećava. Ovdje se ponaša i uočljivo i osjetljivo, a očituje se i povezivanje. Na kraju estrusa, razine estrogena i progesterona naglo opadaju, kao i moć opažanja, osjetljivost i privlačenje (Beach, Dunbar & Buehler, 1982).

## **7.3. Učinci na neljudskim primatima**

Primati (majmuni, čovjekoliki majmuni i ljudi) ovise o tekućim razinama spolnih hormona čak manje nego psi i mačke, iako se rezultati čvrsto 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 očito imaju više utjecaja na njihovo uočavanje nego na njihovu osjetljivost. Estrogen općenito povećava uočljiva ponašanja. Ženke rhesus majmuna prilaze mužjacima i čine pozivajuće geste puno češće 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 privlačnost prema mužjacima (Baum, 1983). Mužjaci majmuna i dalje su manje

spolno aktivni nakon kastracije, iako se učestalost smanjuje. Nakon kastracije injekcije testosterona povećavaju spolnu aktivnost; a injekcije estradiola ne povećavaju (Michael, Zumpe & Bonsall, 1990). Među neoštećenim mužjacima, spolna aktivnost se poklapa pozitivno, ali ne visoko, sa testosteronom.

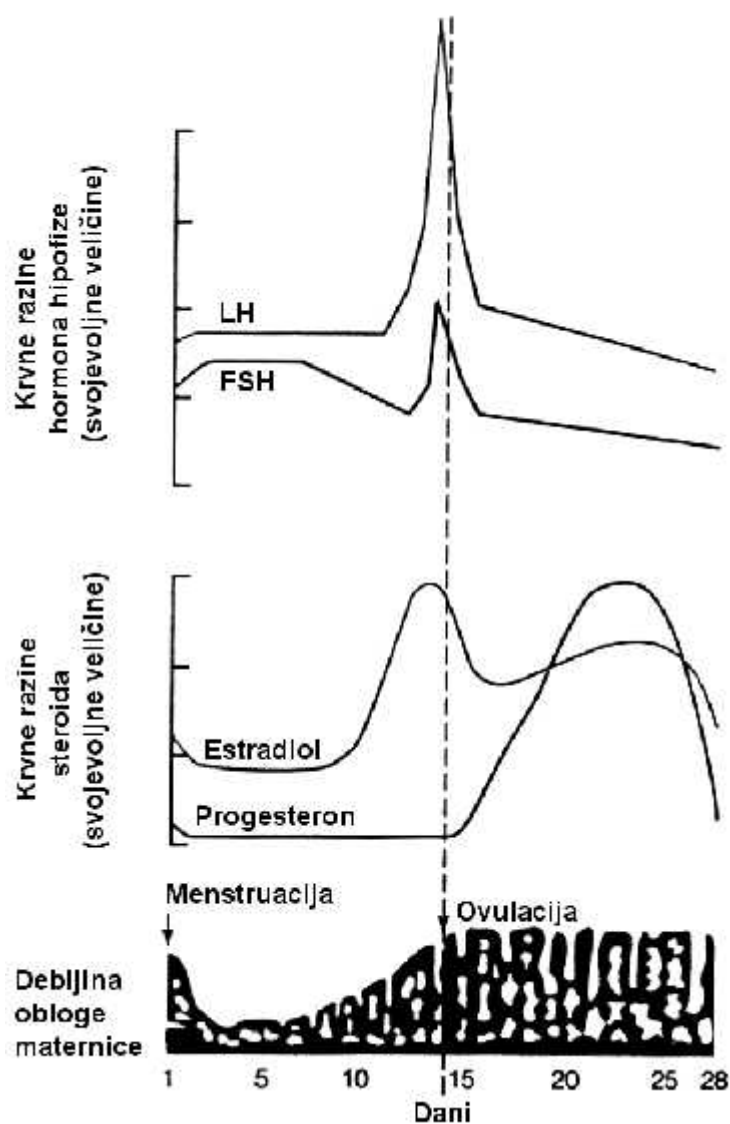
#### **7.4. Učinci na muškarce**

Ljudska spolna aktivnost je najmanje ovisna o tekućim razinama hormona, iako je utjecaj zasigurno vidljiv. Među muškarcima, spolno uzbuđenje je općenito najviše u dobi kad je razina testosterona najveća (od 15 do 25 godine). Hormon oksitocin također može doprinijeti spolnom zadovoljstvu. Tijelo otpušta ogromne količine oksitocina za vrijeme orgazma, više od utrostručene uobičajene količine u krvi. Više studija podupire povezanost između oksitocina i spolnog zadovoljstva, iako rezultati još nisu konačni (Murphy, Checkley, Seckl & Lightman, 1990). Smanjivanje razine testosterona u pravilu smanjuje spolnu aktivnost. Nakon kastracije, na primjer, većina 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. Međutim, 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. Učinci na žene**

Kod žena i nekih drugih ženskih primata, hipotalamus i hipofiza međusobno djeluju s jajnicima, a rezultat toga je menstrualni ciklus, periodično odvajanje hormona i plodnosti u razdoblju od otprilike mjesec dana (slika 1.4.). Nakon što završi menstruacija, hipofiza otpušta folikulo – stimulirajući hormon (FSH), koji potiče rast folikula (mjehurića u jajniku). Folikul (mjehurić) 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, učinci FSH na folikul se povećavaju. Kao rezultat, folikul proizvodi sve veće količine 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 usađivanje oplodene 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 oplodena, razine estradiola i progesterona se postupno povećavaju za vrijeme trudnoće. Ako jajna stanica nije oplodena, prevlaka maternice se odbacuje (menstruacija), i ciklus može ponovno početi.



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

## **8. AKTIVIRAJUĆI UČINCI 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, najveći stupanj nasilnosti, kako pokazuje kriminalistička statistika, je kod muškaraca između 15 i 25 godina, koji također imaju najveću razinu testosterona u krvi. Testosteron očito 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.
- Michael, 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.flyfishingdevon.co.uk/salmon/year1/psy128sexual_behaviour/sexbeha.htm)
- [http://www.hormone.org/endocrine\\_system.cfm](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](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. Hormoni uglavnom proizvode endokrine žlijezde. Tipične endokrine žlijezde su hipofiza, štitna žlijezda, nadbubrežna žlijezda, paratiroidna žlijezda, gonde (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 emphasise on sexual hormones and their effect on sex differences and sexual behavior.