Hormonska osnova regulacije ponašanja

Merda, Marija

Undergraduate thesis / Završni rad

2012

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Humanities and Social Sciences / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Filozofski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:142:583928

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-28**

FILOZOFSKI FAKULTET
SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

Repository / Repozitorij:

FFOS-repository - Repository of the Faculty of Humanities and Social Sciences Osijek

zir.nsk.hr

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

dabar
DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

Sveučilište J.J. Strossmayera u Osijeku

Filozofski fakultet

Preddiplomski studij psihologije

Marija Merda

Hormonska osnova regulacije ponašanja

Završni rad

izv. prof. dr. sc. Gorka Vuletić

dr. sc. Ivana Marčinko

Osijek, 2012.

Sažetak

Disciplina koja se odnosi na proučavanje interakcija između živčanog sustava i endokrinog sustava je neuroendokrinologija, a ovaj rad usmjeren je na opća načela endokrinog sustava s posebnim naglaskom na endokrine žlijezde i njihove glavne hormone. U ovome radu pobliže su opisani osnovni mehanizmi djelovanja endokrinog sustava i njegov odnos sa živčanim sustavom. Također, navedene su i glavne žlijezde koje čine endokrini sustav, istaknute su njihove specifičnosti, te je dan detaljniji opis mehanizama njihove regulacije. Poseban naglasak stavljen je na same produkte endokrinog sustava, hormone. Ovaj rad pruža općeniti prikaz samih hormona i ukazuje na njihove osnovne međusobne razlike. Osim navedenog, rad nudi i detaljniji opis onih hormona koji ostvaruju značajnije utjecaje na čovjekov organizam, ali i ponašanje. Tako su izložene karakteristike i funkcije somatotropnog hormona (hormona rasta), luteotropnog hormona (prolaktina), antidiuretičkog hormona (vazopresina), oksitocina, tiroksina, adrenalina (epinefrina), noradrenalina (norepinefrina), kortizola, inzulina, estrogena i testosterona. Istaknuta je i uloga spolnih hormona u razvoju tipično muškog i tipično ženskog kognitivnog obrasca, a samim time i spolnih razlika u kognitivnom funkcioniranju, različitim sposobnostima i ponašanju.

Ključne riječi: biološka psihologija, endokrini sustav, endokrine žlijezde, hormoni, ponašanje

Sadržaj

1. Uvod....4
2. Endokrini sustav....5
3. Endokrine žlijezde....5
4. Hormoni....7
   4.1. Hormoni adenohipofize....8
      4.1.1. Somatotropni hormon (hormon rasta)....8
      4.1.2. Luteotropni hormon (prolaktin)....9
   4.2. Hormoni neurohipofize....9
      4.2.1. Antidiuretički hormon (vazopresin)....9
      4.2.2. Oksitocin....10
   4.3. Hormoni štitnjače....12
      4.3.1. Tiroksin....13
   4.4. Hormoni nadbubrežne žlijezde....14
      4.4.1. Adrenalin (epinefrin)....14
      4.4.2. Noradrenalin (norepinefrin)....15
      4.4.3. Kortizol....15
   4.5. Hormoni gušterače....16
      4.5.1. Inzulin....16
   4.6. Spolni hormoni....18
      4.6.1. Ženski spolni hormoni....20
      4.6.2. Muški spolni hormoni....21
5. Zaključak....23
6. Literatura....24

1. Uvod

Koordinirana funkcija živčanog i endokrinog sustava ima vitalno važnu ulogu u našem organizmu. Ova dva sustava čine osnovni regulacijski mehanizam čija ispravna funkcija nije nužna samo za normalan rast i razvoj, već i za normalno kako fizičko, tako i psihičko funkcioniranje čovjeka. Živčani sustav ima dva temeljna dijela i to periferni živčani sustav i središnji živčani sustav. Periferni živčani sustav se dalje dijeli na somatski i vegetativni živčani sustav. Dok somatski prenosi informacije o događajima u okolini i naredbe za voljne pokrete, vegetativni ili autonomni živčani sustav regulira odnose unutar organizma, odnosno sudjeluje u procesima u organizmu koji su nužni za održavanje života. Središnji živčani sustav čine mozak i kralježnička moždina, a njegova glavna funkcija je obrada informacija. S druge strane, endokrini sustav je sustav žlijezda s unutrašnjim izlučivanjem koje svoje produkte (hormone) luče izravno u krvotok, te na taj način reguliraju brojne metaboličke procese u tijelu (Pinel, 2001). No, hormoni ne utječu samo na metaboličke procese u našem tijelu, oni određuju i naš tjelesni izgled, ali i naše ponašanje. Utječu na nas od samoga trenutka našeg začeća, pa sve do smrti. Određuju naš rast, spolni razvoj i naše žudnje, metabolizam, razvoj mišića, oštroumnost i cikluse spavanja. Hormoni ne samo da uvjetuju interindividualne razlike, već njihova razina u tijelu ujedno dovodi i do intraindividualnih razlika u pojedinim sposobnostima (Juratovac, 1998). Cilj ovog završnog rada je opisati na koji su to način hormoni povezani s našim razvojem i cjelokupnim ponašanjem. Preciznije, ovaj rad bavit će se glavnim hormonima endokrinog sustava i njihovim utjecajem na rast, razvoj i ponašanje čovjeka. U ovom ćemo radu najprije objasniti endokrini sustav i glavne žlijezde od kojih se sastoji, te ćemo pobliže predočiti njihovu ulogu u čovjekovom organizmu kako bi se čitatelja uvelo u samo područje i postavila osnova za bolje razumijevanje hormona i njihove povezanosti s čovjekovim ponašanjem. Između ostalog, biti će nešto više riječi o samome odnosu endokrinog i živčanog sustava, hipotalamusu (dijelu mozga zaduženom za koordinaciju endokrinog i živčanog sustava) i njegovim mehanizmima regulacije endokrinih žlijezda, ali i glavnoj žlijezdi endokrinog sustava (hipofizi) i njezinim specifičnostima. Nakon toga, pobliže ćemo definirati i objasniti i same hormone, njihovu funkciju, osnovnu podjelu i mehanizme djelovanja. Zatim ćemo navesti hormone endokrinih žlijezda, te pobliže objasniti ulogu onih hormona koji imaju značajaniji utjecaj u regulaciji samoga razvoja čovjeka, s posebnim naglaskom na njihovu povezanost s čovjekovim ponašanjem. U posljednjem poglavlju biti će nešto više riječi o spolnim hormonima i njihovim organizacijskim i aktivacijskim utjecajima, spolnim razlikama, ali i važnoj ulozi koju imaju u razvoju, te fiziološkom i psihičkom funkcioniranju čovjeka.

2. Endokrini sustav

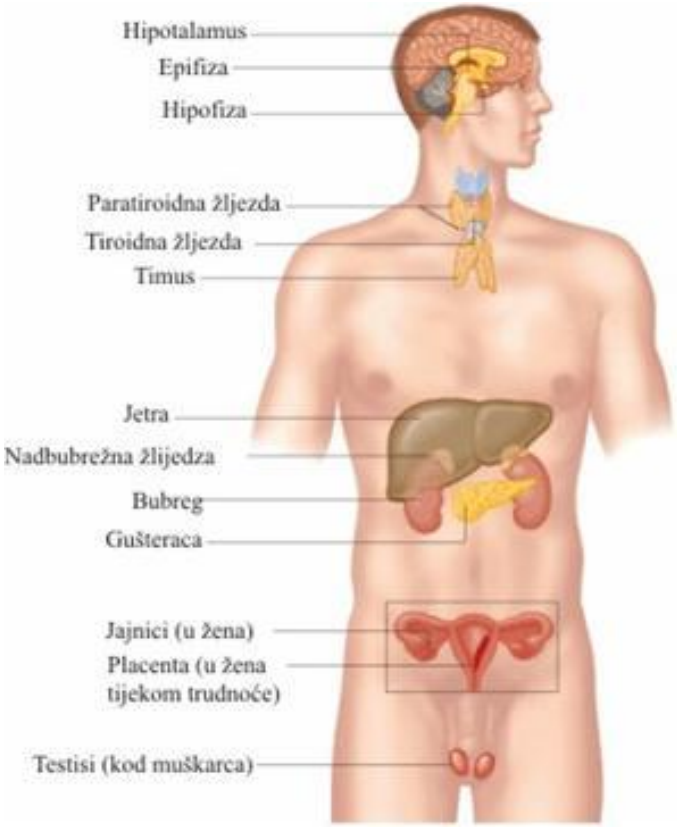
Endokrini sustav možemo definirati kao sustav žlijezda s unutrašnjim izlučivanjem koje svoje produkte (hormone) luče izravno u krvotok (Pinel, 2001). Endokrini sustav zajedno sa živčanim sustavom odgovoran je za regulaciju svih funkcija u organizmu. Ovi sustavi kroz međusobnu interakciju povezuju pojedine dijelove organizma u funkcionalnu cjelinu. Utjecaj živčanog na endokrini sustav može biti direktan (utječe izravno na određenu žlijezdu) ili indirektan (utječe na određene žlijezde preko hipofize, glavne žlijezde endokrinog sustava). S druge strane, funkcija živčanog sustava pod značajnim je utjecajem produkata endokrinog sustava. Endokrini i živčani sustav zaslužni su za regulaciju brzine kemijskih procesa, transporta tvari, odnosa vode i elektrolita, rast, razvoj, te brojne druge fiziološke procese. No, značajan utjecaj imaju i na različite psihičke funkcije. S obzirom na navedeno možemo reći kako je rad dvaju glavnih kontrolnih sustava međuzavisan i njihova koordinirana funkcija nužna je ne samo za normalno odvijanje svih fizioloških procesa, već i za normalno psihičko funkcioniranje (Pinel, 2001).

3. Endokrine žlijezde

Endokrinim žlijezdama nazivaju se oni organi čija je primarna funkcija lučenje hormona (Pinel, 2001). Endokrine žlijezde ne djeluju lokalno budući da nemaju izvodne kanale kojim bi izlučili hormon izravno u dio tijela na koji djeluju. One svoje produkte oslobađaju u krvotok. U nekim je slučajevima cilj fizički blizu, ali hormoni ipak najprije ulaze u krvotok prije nego se upute do cilja (Juratovac, 1998). Nakon što se izluči iz endokrine žlijezde, hormon putem krvi odlazi do ciljnog tkiva (drugih endokrinih žlijezda, kože, određenih dijelova živčanog sustava) na koji vrši izravan utjecaj. Pojedine žlijezde endokrinog sustava ne funkcioniraju izolirano, već su u uzajamnom odnosu. Drugim riječima, pojedine žlijezde mogu aktivirati ili inhibirati rad drugih žlijezda. Među njim posebice se ističe hipofiza kao glavna žlijezda endokrinog sustava koja ima najveću kontrolu nad svim drugim žlijezdama. Cjelokupno djelovanje žlijezda regulirano je preko hipotalamusa, dijela mozga zaduženog za koordiniranje rada živčanog i endokrinog sustava. Izlučivanje pojedinih hormona najčešće se regulira preko mehanizama povratne sprege. Hipotalamus pomoću kemoreceptora i osmoreceptora registrira razinu nekog hormona u organizmu, ako je ona previsoka, on smanjuje lučenje faktora za oslobađanje, odnosno smanjuje inervaciju hipofize i obrnuto (Pinel, 2001).

Među glavne endokrine žlijezde ubrajamo: 1. hipofizu; 2. štitnu (tiroidnu) žlijezdu; 3. paratiroidne žlijezde; 4. prsnu žlijezdu; 5. nadbubrežne žlijezde; 6. gušteraču; 7. spolne žlijezde (testisi, jajnici). Glavne endokrine žlijezde prikazane su na slici 1.

Važno je napomenuti da osim navedenih žlijezda, hormone luče i neki organi kao primjerice bubreg, jetra, srce, mozak i pluća. Također, tijekom trudnoće kao endokrina žlijezda djeluje, uz svoje druge funkcije, i posteljica (Pinel, 2001).



Slika 1. Prikaz endokrinih žlijezda.

4. Hormoni

Hormoni su kemijske tvari koje stvaraju i izlučuju žlijezde (Juratovac, 1998). Svaki hormon na svoj način djeluje na organizam u cijelosti ili na neke njegove dijelove, a svi oni u svom radu usko surađuju. Hormone stvaraju dvije vrste žlijezda i to endokrine (žlijezde s unutrašnjim lučenjem) i egzokrine (žlijezde s vanjskim lučenjem). Egzokrine žlijezde su jednostavnije i djeluju lokalno. Stvaraju hormone koji se kroz izvodni kanal luče u prolaze i direktno kroz kanal u dio tijela na koji djeluju. Tako se primjerice slina stvara u žlijezdama slinovnicama i izlučuje izravno u usnu šupljinu. Većina žlijezda nema izvodne kanale pa se nazivaju endokrine žlijezde. One stvaraju hormone koji se oslobađaju u krvotok. Zajedno s krvlju putuju kroz organizam sve dok ne stignu do ciljnih stanica na koje djeluju, gdje započinju svoju funkciju. Važno je napomenuti kako su određene žlijezde kao primjerice gušterača, istodobno i endokrine i egzokrine. Hormoni kontroliraju i koordiniraju kemijske procese svojih ciljnih stanica i utječu na njih. To čine na način da utvrđuju kojom brzinom se troše hranjive tvari i oslobađa energija, te da li stanice trebaju stvarati mlijeko, dlake ili neke druge produkte metabolizma. Tada se potiče stvaranje tvari nazvane ciklički adenozin-monofosfat. Smatra se da ova tvar aktivira cijeli niz sustava enzima u stanici, koji je ili potiču na reakciju ili na stvaranje određenih organizmu potrebnih tvari. Kada hormon jednom obavi svoju zadaću on biva onesposobljen od ciljne stanice ili odlazi u jetru gdje se razgradi i potom ili izlučuje ili koristi za stvaranje novih molekula hormona (Juratovac, 1998).

Hormone možemo podijeliti u tri glavne skupine: 1. **derivate aminokiselina**; 2. **peptide i proteine**; 3. **steroide**.

Hormoni derivati aminokiselina sintetiziraju se u nekoliko jednostavnih koraka iz molekula aminokiselina. Peptidni hormoni i proteinski hormoni su lanci aminokiselina, pri čemu su peptidni hormoni kratki lanci, a proteinski hormoni dugački lanci aminokiselina. Steroidni hormoni su oni koji se sintetiziraju iz kolesterola, vrste masnih molekula. Oni imaju ključnu ulogu u spolnom razvoju i ponašanju. Većina drugih hormona utječe na ciljna tkiva isključivo vezivanjem na receptore u staničnoj membrani. Steroidni hormoni također mogu djelovati na taj način, no budući da su njihove molekule male i topive u mastima, oni mogu prolaziti kroz staničnu membranu gdje se vežu na receptore u citoplazmi ili jezgri, tako da mogu utjecati na ekspresiju gena. Iz navedenog razloga steroidni hormoni mogu imati naročito raznolike i dugotrajne učinke na staničnu funkciju (Pinel, 2001).

4.1. Hormoni adenohipofize

Adenohipofiza luči **somatotropni hormon (hormon rasta)**, **adenokortikotropni hormon** čija je glavna funkcija stimulacija kore nadbubrežne žlijezde da luči kortikosteroidne hormone (aldosteron, kortizol), **tireotropni hormon** koji potiče štitnjaču da luči hormon tiroksin, **luteotropni hormon (prolaktin)**, te **gonadotropni hormon** koji stimulira spolne žlijezde da luče spolne hormone (Pinel, 2001).

4.1.1. Somatotropni hormon (hormon rasta)

Hormon rasta je jedini hormon hipofize čije ciljno tkivo nije druga endokrina žlijezda, već djeluje izravno na koštano i mišićno tkivo i izaziva nagli tjelesni rast u pubertetu (Pinel, 2001). Oslobađa se u većim količinama u razvojnoj dobi, a nakon puberteta se proizvodnja ovoga hormona značajno smanjuje.

Smatra se da postoje tri osnovne uloge hormona rasta u organizmu: 1. Uloga u metaboličkim procesima – sudjeluje u metabolizmu na način da potiče preuzimanje aminokiselina i njihovu ugradnju u proteine. Sudjeluje u metabolizmu i mobilizaciji lipida i glukoze iz glikogena jetre i piruvata i modificira glikoneogeni utjecaj kortikosteroida; 2. Uloga u procesima rasta – djeluje nespecifično potičući sintezu DNK i rast svih stanica i tkiva koja mogu rasti i to na način da povećava volumen stanica što dalje pospješuje mitozu stanica. Osim što djeluje na sve stanice u ljudskom tijelu povećavajući ih dok rastemo, on ih također zamjenjuje kada se istroše; 3. Uloga u stresnim situacijama – u stresnim situacijama dolazi do pojačanog lučenja ovog hormona koji se suprotstavlja utjecaju glikokortikoidnih hormona čija je količina povećana prilikom stresa i koje su opasne za organizam (Francis i Tepšić, 2002).

Osim navedenih uloga, važno je istaknuti kako somatotropni hormon poboljšava psihičko stanje i opće raspoloženje. Vjerojatno djeluje i kao dobar neurotransmiter i neuromodulator. Naime, osobe koje su koristile hormon rasta, izvjestile su o velikom poboljšanju njihova psihičkog stanja i raspoloženja, osjećaju više energije i povećani optimizam uz istovremenu smanjenu anksioznost, te povećanu spolnu želju, posebice kod starijih korisnika. Također, somatotropni hormon povoljno utječe na određene organe i poboljšava imunološki sustav. Pluća osobito dobro reagiraju na terapiju hormonom rasta povećavajući primitak i iskoristivost kisika (Francis i Tepšić, 2002).

Među stimulirajuće čimbenike lučenja hormona rasta ubrajamo: san (REM faze dubokog sna), gladovanje (niske razine glukoze u krvi), stres, tjelesnu aktivnost, pubertet, spolne hormone, pretjeranu funkciju štitnjače (hipertireozu), unos određenih aminokiselina (arginina, ornitina, lizina, triptofana), različite lijekove (Clondina, Apomorfina, Bromokriptina), te različite preparate (acetilkolin, GABA). Među čimbenike koji smanjuju njegovo lučenje ubrajamo: gojaznost, unos hrane (povećanu razinu glukoze u krvi, djelovanje inzulina), nedostatnu funkciju štitnjače (hipotireozu), starenje, steroidne hormone (kortizol), te različite lijekove (Naloxon; Francis i Tepšić, 2002).

4.1.2. Luteotropni hormon (prolaktin)

Prolaktin je iznimno važan hormon u reprodukcijskom ciklusu čovjeka. Izlučuje ga adenohipofiza, a mliječne žlijezde predstavljaju njegovo ciljno tkivo. Iako je poznato više od 80 različitih fizioloških učinaka prolaktina kao njegovu glavnu zadaću možemo navesti regulaciju aktivnosti mliječnih žlijezda. Naime, on potiče i održava laktaciju u mliječnoj žlijezdi, potiče rast kanalića, te sintezu specifičnih proteina u mlijeku. Prolaktin utječe i na regulaciju reprodukcijskog ciklusa kao i na metabolizam fetusa i majke u trudnoći. Do porasta prolaktina u trudnoći dolazi uslijed djelovanja estrogena. Kod muškaraca djeluje na metabolizam vode i elektrolita preko kore nadbubrežne žlijezde, te na funkciju sekundarnih spolnih žlijezda i testisa. Izrazito visoke razine prolaktina glavni su uzrok neplodnosti kod čovjeka. S druge strane, u slučaju njegove smanjene sekrecije dolazi do izostanka laktacije nakon poroda.

4.2. Hormoni neurohipofize

Među glavne hormone neurohipofize ubrajamo **antidiuretički hormon (vazopresin)** i **oksitocin** (Pinel, 2001).

4.2.1. Antidiuretički hormon (vazopresin)

Antidiuretički hormon sintetizira se u supraoptičkim jezgrama hipotalamusa. Igra važnu ulogu u regulaciji koncentracije tjelesnih tekućina. Pod njegovim se utjecajem smanjuje izlučivanje vode kroz bubrege, zbog povećane reapsorpcije vode u renalnim tubulama. Suprotno, uslijed niske razine ovog hormona, smanjuje se reapsorpcija vode u renalnim tubulama, pa se veća količina vode urinom izlučuje iz organizma. Količina antidiuretičkog hormona koja će se osloboditi iz neurohipofize ovisi o osmotskom pritisku krvi koja prolazi kroz supraoptičke

jezgre. Povećanje koncentracije tjelesnih tekućina rezultira povećanjem osmotskog tlaka krvi što podražuje osmoreceptore. Supraoptička jezgra reagira povećanim brojem živčanih impulsa koji odlaze u neurohipofizu i izazivaju lučenje antidiuretičkog hormona. Smanjenje osmotskog tlaka krvi uslijed primjerice konzumiranja veće količine vode, ima suprotan učinak. Naime, u takvoj situaciji dolazi do inhibicije lučenja antidiuretičkog hormona i tijelo izlučuje više razrijeđenog urina sve dok se koncentracija tjelesnih tekućina ne vrati u normalu. U medicini se uglavnom koristi u dijagnostičke svrhe odnosno ispitivanje funkcije bubrega (Francis i Tepšić, 2002).

Znanstvenici su kroz višegodišnje eksperimentiranje na životinjama i ljudima došli do zaključka kako ovaj hormon posjeduje djelovanje i na središnji živčani sustav koje omogućava bolju koncentraciju i pažnju, veću operativnu pouzdanost i kvalitetniju koordinaciju pokreta. Brojna svjedočanstva osoba koje su koristile vazopresin govore o brojnim dobrobitima koje su iskusili, na primjer poboljšano pamćenje (bilo je i slučajeva kada je vazopresin izvukao osobe iz amnezije od koje su patile duže vrijeme), poboljšana i ubrzana sposobnost komunikacije, jasnoća misli, te intenzivno i produženo doživljavanje orgazma. Utjecaj vazopresina na intenzivno i produženo doživljavanje orgazma u skladu je s novijim istraživanjima koja upućuju na važnu ulogu koju ovaj hormon ima, uz oksitocin, a koja se odnosi na stvaranje privrženosti i to posebice kod muškaraca, budući da muškarci imaju veći broj receptora za vazopresin, a žene za oksitocin (Francis i Tepšić, 2002).

4.2.2. Oksitocin

Oksitocin se sintetizira u paraventrikularnim jezgrama hipotalamusa. Ima važnu ulogu u regulaciji brojnih fizioloških funkcija tijela. Prilikom poroda uzrokuje ritmičke kontrakcije mišića maternice, a nakon poroda uzrokuje istiskivanje mlijeka iz žljezdanih stanica u dojkama. Za razliku od prolaktina koji služi za produkciju mlijeka, oksitocin dovodi do izlučivanja mlijeka. U medicini se često primjenjuje u svrhu izazivanja porođaja te pri raznim postparantalnim krvarenjima i pobačajima (Francis i Tepšić, 2002).

Oksitocin je također povezan sa specifičnim ponašanjima kao što je majčinsko ponašanje. Prange i Pedersen (1979) pokazali su po prvi put učinak oksitocina na ponašanje i to eksperimentom na štakorima. Oni su kod štakora blokirali prirodno lučenje oksitocina što je dovelo do odbacivanja njihove vlastite mladunčadi. Suprotno tome, kada su štakoricama dali

injekcije oksitocina izravno u mozak, brinule su za tuđu mladunčad kao da je njihova, odnosno kod njih se izazvalo majčinsko ponašanje.

Na pitanje uloge oksitocina kod muškaraca odgovor je dao rad Gordona i suradnika. U ispitivanje je bilo uključeno 80 parova koji su po prvi puta postali roditelji. Parovi su pristupili ispitivanju dva puta i to 6 tjedana nakon rođenja prvog djeteta i ponovo nakon 6 mjeseci. Mjerena je razina oksitocina kod oba roditelja i određivan tip njihovog ponašanja u roditeljstvu. U obje vremenske točke ranog roditeljstva, nisu utvrđene spolne razlike u razini oksitocina. Utvrđeno je kako kod žena lučenje oksitocina stimulira porod i dojenje djeteta, dok kod muškaraca rani dodir s djetetom nakon poroda. Rezultati su također pokazali da su razine oksitocina povezane uz specifične roditeljske interakcije s djetetom. Naime, viša razine oksitocina kod majki povezana je s jačim izražavanjem privrženosti djetetu, češćim promatranjem, dodirivanjem i iskazivanjem vlastitog zadovoljstva, a u očeva s povećanom interakcijom s djetetom, poticanjem istraživanja i usmjeravanjem pažnje djeteta na različite predmete. Istraživači su naveli kako se spolne razlike u roditeljskom ponašanju mogu promatrati kroz utjecaje kulture na specifične rodne uloge, ali da one također mogu biti pokazatelj različitih djelovanja oksitocina na mozak muškarca i žene. Ovim se rezultatima postavio temelj istraživanju poremećene funkcije oksitocina u visokorizičnom roditeljstvu.

Oksitocin izravno utječe i na seksualna ponašanja. Nazalna aplikacija može u velikom broju slučajeva dovesti do gotovo trenutačne erekcije. Precizna ispitivanja su pokazala kako se kod žena i muškaraca prilikom doživljavanja orgazma luče ogromne količine oksitocina. Novija istraživanja pokazuju kako oksitocin ima ulogu i u kontrakcijama glatkih mišića koji omogućavaju ejakulaciju za vrijeme orgazma. Znanstvenici koji su istraživali djelovanje ovog hormona često ga nazivaju hormonom prisnosti i vjernosti jer izgleda igra iznimno važnu ulogu pri stvaranju privrženosti (Francis i Tepšić, 2002).

Djelovanje oksitocina na ponašanje je zapravo posredno. Naime, oksitocin utječe na dopaminske krugove pozitivnog potkrepljenja u mozgu. Dakle, potiče privrženost time što pozitivne interakcije bivaju praćene pozitivnim mozgovnim potkrepljenjem. Neki noviji nalazi upućuju da oksitocin ima ulogu i u nastanku ovisnosti, što je u skladu s idejom posredovanja dopaminskog sustava (Pinel, 2001).

Oksitocin je hormon koji igra ključnu ulogu i u emocionalnom i socijalnom ponašanju. Naime, on potiče pozitivna socijalna iskustva i potrebu za druženjem i prijateljstvom (Francis i

Tepšić, 2002). U jednom istraživanju, uspoređujući miševe koji su imali oksitocin receptor gena neaktivan, istraživači su utvrdili kako takvi miševi pokazuju veću agresivnost i smanjenu kognitivnu fleksibilnost što dovodi do otpora promjenama. Ponašanje se vratilo u normalu kada su tijekom liječenja dobili oksitocin i vazopresin. Dobiveni rezultati potvrđuju i ističu važnost oksitocina u socijalnom ponašanju. Istraživači također navode kako ovaj životinjski model također može biti koristan u procjeni učinkovitosti lijekova u poboljšanju socijalnog ponašanja u slučaju autizma, shizofrenije i drugih bolesti (Krystal i sur., 2011).

Oksitocin ima važnu ulogu i u uklanjanju stresa. Naime, u jednom istraživanju skupina djevojčica od 7 do 12 godina, bila je izložena velikom socijalnom stresu i to na način da je morala nepripremljena održati govor i rješavati niz matematičkih problema pred brojnim i nepoznatim slušateljstvom. Nakon doživljenog stresa djevojčice su bile podijeljene u tri podjednako velike grupe. Djevojčicama iz prve grupe omogućen je izravan odnos s njihovim majkama. Drugoj grupi djevojčica omogućen je telefonski razgovor s majkama, dok je trećoj grupi prikazan film čiji sadržaj nije izazivao snažne emocije. Prije, tijekom i nakon ispitivanja djevojčicama su određene razine kortizola iz uzoraka sline, budući da je njegova razina povećana kod većine ljudi prilikom stresa, te razine oksitocina iz uzoraka urina. Rezultati su pokazali kako je kod djevojčica iz prve i druge grupe došlo do porasta razine oksitocina, uz istovremeno smanjenje razine kortizola, dok u posljednjoj nije došlo do porasta oksitocina, a kortizol je ostao povišen. Istraživači su zaključili kako izravna i neizravna komunikacija s majkom uklanja stres zbog snažnog emocionalnog povezivanja.

Oksitocin također ima važnu primjenu u sportu zbog sposobnosti aktivacije i podizanja središnjeg živčanog sustava na višu radnu razinu. Kod mnogih sportaša povećava izdržljivost u koncentraciji te u vrlo kratkom vremenu sprječava osjećaj zamora. Isto tako, nakon ponovljenih tretmana oksitocinom, moguć je dobitak mišićne mase, zarastanje rana je ubrzano, a učinak autogenog treninga, meditacije i hipnoze je znatno poboljšan (Francis i Tepšić, 2002).

4.3. Hormoni štitnjače

Štitnjača luči hormone koji imaju izuzetno važnu ulogu u reguliranju cjelokupnog metabolizma tijela. Najvažniji su tiroksin (T4 ili tetrajodtironin) i liotironin (T3 ili trijodtironin). Od ukupne količine izlučenih hormona štitanječe tiroksin čini između 80 i 90%, a liotironin tek 10%. Postoji još i reverzni rT3 koji predstavlja samo 1% cjelokupne produkcije štitnjače (Francis

i Tepšić, 2002). Funkcija svih tih hormona je vrlo slična, osim malih razlika u brzini i intenzitetu djelovanja, stoga će nešto više riječi biti samo o njezinom glavnom hormonu tiroksinu.

4.3.1. Tiroksin

Tiroksin djeluje nespecifično na sve stanice organizma, a njegov glavni učinak je znatno povećanje metabolizma gotovo svih tkiva u organizmu. Izuzetak su jedino mozak, retina i pluća (Pinel, 2001). Do povećanja metabolizma dolazi zbog djelovanja tiroksina na razne enzimske sustave koji upravljaju metabolizmom stanice. Tiroksin također djeluje na neke druge endokrine žlijezde, čiji produkti utječu na metabolizam. Naime, on pojačava stimulativna djelovanja drugih hormona na apsorpciju glukoze iz probavnog sustava, lipolizu, proteolizu, te mnoge druge procese. Pri tome su povećani učinci adrenalina, noradrenalina, glukagona, kortizola i somatotropina. Pri povećanoj razini tirokisna jasno su zamjetljive povećane potrošnje kisika, stvaranje ugljičnog dioksida što povećava frekvenciju i dubinu disanja, te povećano stvaranje tjelesne topline. Ovisno o njegovoj koncentraciji u krvi, znanstvena su istraživanja utvrdila razlike u bazalnom metabolizmu u rasponu od -40% do +80% u odnosu na uobičajene vrijednosti (Francis i Tepšić, 2002). Povećana potrošnja kisika postiže se pojačanim stvaranjem eritrocita. Tiroksin povećava i minutni volumen srca što osigurava dovoljnu opskrbu tkiva kisikom. Njegove povećane razine povećavaju i frekvenciju i udarni volumen srca i u mirovanju. Stvaranje većih količina adenozin trifosfata u srčanim i skeletnim mišićima, također je izravna posljedica njegova djelovanja. Najjače stimulira mitohondrije koji potom pojačanom oksidacijom veće količine masnih kiselina sagorijevaju kao energiju. Takav učinak rezultira velikom potrošnjom kalorija te brzim smanjenjem masnih naslaga. Drugim riječima, on značajno ubrzava izmjenu tvari u tijelu. Pri tome se ne radi samo o hranjivim tvarima, već je i metaboličko odstranjivanje različitih vrsta lijekova i nekih vitamina značajno ubrzano. Značajan utjecaj vrši i na aktivnost simpatičkog živčanog sustava i to uglavnom posredstvom pojačanih djelovanja adrenergičkih katekolamina adrenalina i noradrenalina. Potiče budnost, žustrost, sposobnost reagiranja na različite podražaje, osjećaj gladi, pamćenje i sposobnost učenja. Budući da tiroksin djeluje i na cjelokupni neuroendokrini sustav, njegov je utjecaj na ponašanje i opće raspoloženje velik. Fiziolozi navode kako je njegova određena razina prijeko potrebna za normalno kako emocionalno, tako i cjelokupno funkcioniranje čovjeka (Francis i Tepšić, 2002). Značajan utjecaj vrši i na reproduktivne funkcije žena i muškaraca. Ovulacija, spermatogeneza u testisima kao i održavanje normalne trudnoće značajno se narušavaju ukoliko je njegovo lučenje izvan

adekvatnih fizioloških granica. Isto tako, skeletna muskulatura ne može pravilno vršiti svoju funkciju u slučaju abnormalno niskih ili visokih razina tiroksina (Francis i Tepšić, 2002).

4.4. Hormoni nadbubrežne žlijezde

Nadbubrežna žlijezda sastoji se od dva dijela: **kore** i **srži**. Kora i srž nadbubrežne žlijezde međusobno se razlikuju prema porijeklu i funkciji. Srž nadbubrežne žlijezde luči hormone **adrenalin** (epinefrin) i **noradrenalin** (norepinefrin). Kora nadbubrežne žlijezde luči sljedeće grupe hormona: 1. **mineralokortikoide** (**aldosteron**, **kortikosteron**) koji reguliraju promet minerala (posebno natrija i kalija) i vode, čime održavaju tjelesnu homeostazu; 2. **glikokortikoide** (među njima je najaktivniji **kortizol**) koji reguliraju promet ugljikohidrata, proteina i lipida; 3. **androgene** i **estrogene hormone** koji utječu na razvoj spolnih organa u dječjoj dobi.

4.4.1. Adrenalin (epinefrin)

Adrenalin je hormon koji se sintetizira u srži nadbubrežne žlijezde. Učinak ovog hormona na različite organe vrlo je sličan učinku simpatikusa, ali je njegovo trajanje oko deset puta duže. Adrenalin ubrzava rad srca i povećava krvni tlak. Značajno djeluje na metabolizam stanica. Pod njegovim se utjecajem metabolizam može povećati čak za 100% od normalne razine (Pinel, 2001). Pod utjecajem adrenalina glikogen se razgrađuje u glukozu što organizmu daje dodatnu energiju, a što dalje dovodi do povećane opće razine aktivacije čitavog organizma. On također stimulira adenohipofizu da pojačano luči adenokortikotropne, tireotropne i gonadotropne hormone koji dodatno ubrzavaju metabolizam. Sekrecija adrenalina jedan je od glavnih mehanizama kojima tijelo prevenira nastanak niske razine glukoze u krvi (Pinel, 2001).

Situacije intenzivnog straha i srdžbe redovito su praćene povećanom sekrecijom adrnalina. Naime, prva reakcija tijela na stres je otpuštanje ovoga hormona koji dovodi organizam u stanje pojačane aktivnosti, te ga priprema na borbu ili bijeg. Naravno, tijelo ne može predugo ostati u stanju napetosti i pripravnosti, stoga predugo izlaganje stresu može rezultirati iscrpljenošću i različitim bolestima.

Adrenalin ima značajnu ulogu i u interakciji majke i djeteta odmah nakon rođenja. Tijekom zadnjih kontrakcija prije poroda, razina ovog hormona najviša je u majčinom tijelu. Jedan od učinka takvog otpuštanja adrenalina je povećani oprez majke. Ovdje možemo povući

paralelu s ponašanjem sisavaca u divljini koje nam objašnjava važnost dovoljne količine energije majke u svrhu zaštite svog novorođenčeta (De Bombol, 2011).

4.4.2. Noradrenalin (norepinefrin)

Noradrenalin se sintetizia u srži nadbubrežne žlijezde. Njegov je učinak na različite organe, kao i kod adrenalina, vrlo sličan učinku simpatikusa, ali je trajanje njegovih efekata oko deset puta duže. Pod utjecajem noradrenalina dolazi do vazokonstrikcije odnosno suženja krvnih žila što rezultira povišenjem krvnog tlaka i minutnog volumena srca, a samim time i povećanom aktivacijom organizma, te bržom reakcijom (Pinel, 2001).

Kao i adrenalin, noradrenalin ima važnu ulogu u stresnim reakcijama, ali je njegov utjecaj neizravan. On putuje kroz krvotok i dolazi do mozga gdje aktivira hipofizu koja oslobađa adenokortikotropni hormon koji potiče koru nadbubrežne žlijezde da proizvodi kortikosteroidne hormone koji dovode do ubrzanja metabolizma.

Neka ispitivanja upućuju da sekrecija noradrenalina omogućava fetusu prilagodbu fiziološkom nedostatku kisika prilikom poroda. Vidljivi učinak djelovanja ovog hormona je budnost djeteta nakon poroda (De Bombol, 2011).

4.4.3. Kortizol

Kortizol luči kora nadbubrežne žlijezde. Razina kortizola najviša je pola sata nakon buđenja, što je pojava koja je poznata kao *kortizol-buđenje odgovor* (Francis i Tepšić, 2002). Igra važnu ulogu u metabolizmu tri glavna izvora energije: glukoze, masnih kiselina i aminokiselina. Kad se nađe u krvotoku, djeluje u cijelom tijelu, a glavno odredište mu je jetra gdje zajedno s glukagonom, adrenalinom i noradrenalinom potiče razgradnju glikogena radi oslobađanja glukoze u krv. Time se postiže stabilna razina glukoze u krvi omogućavajući pravilnu opskrbu mišića i mozga energijom. U masnom tkivu kortizol potiče oslobađanje masnih kiselina u krvotok. Iako masti manje od ugljikohidrata pridonose opskrbi mišića energijom, vrlo su važne kod aktivnosti koje traju duže vrijeme. Kortizol također putuje do mišića gdje potiče oslobađanje aminokiseline koje trebaju biti iskorištene kao energija. Te aminokiseline oksidiraju radni mišići ili putuju dalje do jetre gdje se pretvaraju u glikogen, odnosno glukozu. Ova funkcija kortizola je vrlo važna jer bi u suprotnom, u slučaju gladovanja kada se potroše masti, nastupila hipoglikemija i mozak bi brzo ostao bez glukoze što bi naposljetku dovelo do smrti. Na

ovaj način kortizol ispunjava važnu funkciju u smislu preživljavanja organizma (Francis i Tepšić, 2002). Kortizol također djeluje kao izuzetno snažno protuupalno sredstvo. Za vrijeme jakih opterećenja prilikom kojih trpi cijeli lokomotorni sustav, a posebice vezivna tkiva, njegova prisutnost je od velikog značenja (Francis i Tepšić, 2002).

Kortizol također ima važnu ulogu u stresnim situacijama i to pri dugotrajnom djelovanju stresora. Naime, u dugotrajnim stresnim situacijama adenohipofiza pod utjecajem hipotalamusa luči adenokortikotropni hormon koji pospješuje lučenje kortikosteroida posebice kortizola što rezultira značajnim ubrzanjem metabolizma. Mehanizam povratne sprege održava lučenje kortizola unutar adekvatnih dnevnih granica. No, uslijed dugotrajnijih stanja povišene razine kortizola, imunološki sustav slabi što može dovesti do nastanka određenih bolesti probavnog sustava poput čireva na želucu i kroničnih proljeva, može uzrokovati pretilost, povišeni krvni šećer te nakon dužeg vremena može izazvati oštećenja nadbubrežne žlijezde. Ovaj hormon utječe i na smanjenu sposobnost reprodukcije što je vidljivo primjerice, kod životinja u zoološkim vrtovima, a može dovesti i do neplodnosti. Povišene razine kortizola djeluju i na mozak na način da onemogućavaju razmišljanje, pamćenje, remete ritam spavanja, te iskrivljuju percepciju zvukova čineći ih glasnijima nego što uistinu jesu. Također je otežana prilagodba na iznenadne promjene i općenito se okolina može činiti nepodnošljivom. Također, utječe na promjene u raspoloženju, ali i ponašanju, pridonoseći agresivnosti (Francis i Tepšić, 2002).

4.5. Hormoni gušterače

Gušterača je građena od dvije vrste tkiva od kojih jedno ima egzokrinu, a drugo endokrinu funkciju. **Egzokrini dio** gušterače ima važnu ulogu u probavi jer sintetizira izravno u dvanaesnik različite **probavne enzime** kao što su amilaza i lipaza, te različite **probavne sokove** koji omogućavaju iskorištavanje hrane. **Endokrini dio** gušterače je građen od α i β stanica Langerhansonovih otočića. α stanice luče hormon **glukagon** čija je glavna funkcija stimulacija razgradnje glikogena u glukozu. β - stanice luče hormon **inzulin** (Pinel, 2001).

4.5.1. Inzulin

Za lučenje ovog hormona odgovorne su β-stanice Langerhansovih otočića u gušterači. Glavni poticaj za oslobađanje inzulina je glukoza u krvi koja istodobno uzrokuje njegovu sintezu. Inzulin pospješuje metabolizam glukoze, smanjuje njezinu koncentraciju u krvi i povećava zalihe glikogena u tkivima. Pod utjecajem inzulina pospješuje se transport glukoze iz

krvi kroz stanične membrane u stanice tijela. Glukoza daje stanici energiju za vršenje različitih procesa kao što su rad mišića, sekrecija žlijezda, održavanje membranskog potencijala u živčanim vlaknima, sinteza tvari u stanicama, apsorpcija hranjivih tvari iz probavnog trakta, te brojne druge (Francis i Tepšić, 2002). Ukoliko stanica ne potroši odmah glukozu koja se u nju fapsorbira iz krvi, dolazi do pretvorbe glukoze u glikogen uz pomoć određenih enzima, te se na taj način pohranjuje u stanici. Naročito velike zalihe glikogena postoje u jetri i mišićima. Zalihe su dovoljne da podmire potrebe tijela za energijom nekoliko sati. Povećana količina uskladištenog glikogena daje mišićima veću radnu sposobnost koju osobito iskorištavaju sportaši u disciplinama izdržljivosti (Francis i Tepšić, 2002). Ukoliko su stanice zasićene glikogenom, višak glukoze pretvara se u masno tkivo. U slučaju vrlo niske razine glukoze, uopće ne dolazi do lučenja inzulina. Nasuprot tome, kada je razina glukoze vrlo visoka, lučenje inzulina je obilno (Francis i Tepšić, 2002). Aminokiseline, masne kiseline i pojedini gastrointestinalni hormoni također mogu potaknuti gušteraču da luči inzulin. U regulaciji oslobađanja inzulina važnu ulogu imaju autonomni i središnji živčani sustav. Zanimljivo je istaknuti kako se pri dugotrajnom stanju povišene razine inzulina u plazmi smanjuje broj inzulinskih receptora u stanici, dok se pri smanjenoj razini ovog hormona njihov broj povećava. Među glavne učinke inzulina ubrajaju se utjecaj na metabolizam proteina kroz anaboličko i antikataboličko djelovanje, utjecaj na metabolizam ugljikohidrata kroz antidiabetogeno i antilipolitičko djelovanje, te utjecaj na hidrataciju stanice poticanjem primitka tekućine i minerala (Francis i Tepšić, 2002).

Najnovija su istraživanja pokazala da inzulin sprječava razlaganje aminokiseline leucin, koja pripada skupini aminokiselina razgranatog lanca (BCAA), te igra važnu ulogu u biokemijskim procesima za vrijeme sportskog treninga. Smanjenjem razlaganja leucina katabolički su procesi znatno smanjeni što naposljetku, ubrzava oporavak i čuva mišićno tkivo. Osim toga, postoji još jedan vrlo važan mehanizam kojim inzulin ostvaruje svoje antikataboličko djelovanje. Za vrijeme stresnih situacija tijelo reagira povišenom razinom kortizola. Djelujući snažnim antagonizmom nasuprot kortizola, inzulin time sprječava njegove razorne kataboličke učinke na muskulaturu (Francis i Tepšić, 2002).

Pored glukoze, aminokiselina, masnih kiselina i brojnih drugih elemenata, inzulin snažno potiče nakupljanje kalija u mišićnim stanicama. Kalij je vrlo važan čimbenik pri mnogim staničnim funkcijama te sudjeluje i u procesu sinteze proteina. Isto tako, on omogućava veće nakupljanje tekućine unutar same stanice što rezultira većom snagom i punijim izgledom muskulature (Francis i Tepšić, 2002).

U medicinske svrhe inzulinski se preparati koriste u liječenju različitih oblika šećerne bolesti. Dijabetes tipa 1 predstavlja poremećaj kada tijelo više ne može proizvoditi vlastiti inzulin. Kod dijabetesa tipa 2 stanice jednostavno ne prepoznaju inzulin koji cirkulira krvi te on na taj način ne može vršiti svoju funkciju (Francis i Tepšić, 2002).

4.6. Spolni hormoni

Glavna razlika u endokrinim funkcijama muškaraca i žena sastoji se u tome da razine spolnih i gonadotropnih hormona kod žena prolaze kroz otprilike 28dnevni ciklus. Ove relativno pravilne fluktuacije hormona određuju menstrualni ciklus. Suprotno navedenom, razine spolnih i gonadotropnih hormona kod muškaraca ostaju stabilne tijekom cijeloga života (Pinel, 2002).

Dvije glavne vrste spolnih hormona su androgeni i estrogeni. Najčešći androgen je testosteron, a estrogen, estradiol. I testisi i jajnici luče iste hormone. Razlikuju se jedino po količini izlučenih hormona. Također luče i progestine od kojih je najčešći progesteron (Pinel, 2001).

Spolni hormoni imaju iznimno važnu ulogu u organizmu. Oni određuju da li će se tijelo razviti kao muško ili kao žensko. Djeluju u intrauterinoj fazi razvoja i taj je proces ireverzibilan. Pod njihovim se utjecajem razvijaju primarne i sekundarne spolne karakteristike (Pinel, 2001). Također uvjetuju i promjene u seksualnim i drugim ponašanjima do kojih dolazi kasnije u životu. Tijekom embrionalnog razvoja od posebnog su značaja za funkcionalnu organizaciju mozga. Pod njihovim utjecajem nastaju neke specifične spolne razlike u mozgovnoj organizaciji koje se povezuju s razlikama u ponašanju. Tako je primjerice preoptičko područje kod muškaraca 2 - 3 puta šire, kora velikog mozga deblja je na desnoj hemisferi, dok je kod žena na lijevoj hemisferi, a nađene su i razlike u amigdalama, hipokampusu i orbitofrontalnoj kori. Za nastanak navedenih razlika nužna je prisutnost testosterona u određenom kritičnom periodu embrionalnog razvoja koji je kod čovjeka između 3. i 4. mjeseca prenatalnog razvoja, a koji uzrokuje maskulinizaciju mozga. Odsutnost testosterona u mozgu dovodi do razvoja mozga karakterističnog za žene. Naime, svoje efekte testosteron ostvaruje tako da ulazi u stanice mozga gdje se aromatizacijom, odnosno neznatnom izmjenom strukture testosterona pomoću enzima aromataze, pretvara u estradiol i maskulinizira tu stanicu. Estradiol koji je također prisutan kod ženskih fetusa, ne može ući u stanice jer je vezan za alfa-fetoprotein, protein koji se normalno nalazi u fetalnoj krvi, te iz tog razloga ne može dovesti do maskulinizacije mozga (Pinel, 2001). Različita debljina mozgovnih polovica kod muškaraca i žena objašnjava se djelovanjem estradiola koji izaziva

propadanje neurona. Budući da žene imaju veći broj receptora za estradiol na desnoj hemisferi, a muškarci na lijevoj, kod žena propada više neurona na desnoj, a kod muškaraca na lijevoj polovici mozga. Estradiol također pospješuje rast i mijelinizaciju neurona u određenim dijelovima mozga (Pinel, 2001).

Iako nema razlika u općoj inteligenciji između muškaraca i žena, postoje određeni utjecaji spolnih hormona na razvoj kognitivnih funkcija, pa tako i spolnih razlika u kognitivnom funkcioniranju. Proces maskulinizacije mozga ima za posljedicu razvoj tipično muškog kognitivnog obrasca, a odsutnost testosterona u kritičnom razdoblju dovodi do tipično ženskog kognitivnog ustrojstva. U popularnoj se znanosti ova pojava naziva „užičenje“ (eng. *wireing*) mozga, a odnosi se na različit način stvaranja neuralnih sklopova, te različit broj i raspored sinaptičkih veza koje postoje u nekim dijelovima muškog, odnosno ženskog mozga. No, određene karakteristike spolno dimorfnog kognitivnog funkcioniranja su reverzibilne i ovisne o dnevnim, mjesečnim ili sezonskim fluktuacijama u razini spolnih hormona (Hromatko, 2002). Dakle, ukoliko postoji žensko „užičenje“ mozga, prisutnost visokih razina estrogena još će dodatno potencirati cijeli set kognitivnog funkcioniranja karakterističnog za žene. Promjene koje u kortikalnim i subkortikalnim strukturama uzrokuju spolni hormoni, a koje su ireverzibilne zovu se organizacijski utjecaji spolnih hormona, dok se promjene koje se javljaju kasnije u životu i reverzibilne su odnosno ovisne o flukturirajućim razinama hormona, nazivaju se aktivacijski utjecaji spolnih hormona (Hromatko, 2002). Nizom različitih istraživanja utvrđeno je da su muškarci uspješniji u rješavanju problema prostornog tipa, odnosno onih koji zahtijevaju obradu prostornih podataka, kao i onih koji zahtijevaju apstraktno matematičko rezoniranje, dok su žene uspješnije u rješavanju nekih problema verbalnog tipa, ili onih čije uspješno rješavanje zahtjeva perceptivnu brzinu i točnost ili finu motoriku. Također, neki su autori utvrdili pozitivnu povezanost između razine estrogena i kreativnosti, testosterona i fluidne inteligencije, negativnu povezanost između androgena i glazbene nadarenosti, a neki su čak prikazali utjecaj estrogena na vrstu ljubomornog reagiranja s obzirom da je utvrđeno da je emocionalna ljubomora češća nego seksualna ljubormora u razdoblju kada su „ženski“ hormoni bili na vrhuncu. Pomoću sofisticiranih metoda mjerenja koncentracije spolnih hormona u organizmu, moguće je, kada je riječ o aktivacijskim utjecajima, zaključiti kako prisutnost viših razina primarno ženskih spolnih hormona pogoduje izvođenju svih onih zadataka u kojima su žene uspješnije od muškaraca, i obrnuto, odnosno kako snižene razine tih hormona pogoduju izvođenju onih zadataka u kojima su žene u prosjeku manje uspješne od muškaraca. Također, postoji optimalna razina muških spolnih hormona potrebna za izvođenje onih zadataka u kojima su muškarci u prosjeku uspješniji

od žena. Navedena se pojava pripisuje posljedici aktiviranja prenatalno ustrojenih spolno specifičnih neuralnih struktura (Hromatko, 2002).

4.6.1. Ženski spolni hormoni

Estrogeni su skupina ženskih spolnih hormona koje luče jajnici. Najjači po svojim estrogenskim djelovanjima je estradiol. Za njim slijedi estron te ostali estrogenski derivati i metaboliti. Progesteron ima slične učinke kao i estrogeni, ali djeluje posredstvom drugih tzv. progesteronskih receptora u stanici. Lučenje estrogena i progesterona kod žena uvelike ovisi o menstrualnom ciklusu, a regulira se pomoću luteinizirajućeg i folikul stimulirajućeg hormona koje luči adenohipofiza (Francis i Tepšić, 2002). Za vrijeme puberteta estrogeni uzrokuju gotovo sve promjene tijela koje rezultiraju normalnim odraslim ženskim izgledom. Osim razvoja spolnih organa i grudi te širih bokova, estradiol potiče i ubrzani rast u visinu. No, kako je hipofiza osjetljivija na estradiol nego na testosteron, ona brže prestaje lučiti povećanu količinu hormona rasta, pa su iz tog razloga žene u prosjeku niže od muškaraca. Estradiol također uzrokuje specifično žensko nakupljanje masnog tkiva u području bokova. Djeluje i na organe odraslog čovjeka sprječavanjem resorpcije kostiju, povećanjem sinteze proteina u jetri i resorpcijom natrija u bubrežnim kanalićima što uzrokuje poznato nakupljane suvišne tekućine u tijelu (Francis i Tepšić, 2002). Progesteron priprema maternicu i dojke za trudnoću, ali isto tako naglašeno djeluje na živčani sustav uzrokujući pojačani apetit i pospanost (Pinel, 2001).

Estrogeni nisu samo usko povezani s fizičkim, već i sa psihičkim zdravljem žena. Žene su podložnije depresijama i anksioznim stanjima nego muškaraci. Naime, estrogeni djeluju na dijelove mozga koji kontroliraju emocije i naše raspoloženje dovodeći do povećanja koncentracije serotonina, serotoninskih receptora u mozgu, te produkcije endorfina. Također štite neurone od propadanja. Estrogeni se povezuju i s promjenama raspoloženja koje se javljaju za vrijeme predmenstrualnog sindroma (PMS-a), predmenstrualnog disforičnog poremećaja (PMDD-a), te kod postporođajne depresije. Smatra se kako postoji više od 150 različitih simptoma koji se mogu javiti kao dio PMS-a, a koji mogu značajno narušiti kvalitetu života. PMS se očituje u obliku fizičkih i emotivnih simptoma nekoliko dana prije same menstruacije. Najčešći fizički simptomi su oticanje ekstremiteta, osjetljivost grudi, umor, migrene, pojačan apetit, porast tjelesne težine, nadutost, poremećaj sna i glavobolja. U psihičke smetnje ubrajamo razdražljivost, emotivnu osjetljivost, napetost, promjene raspoloženja, te gubitak koncentracije (Kovač, 2011). PMDD se smatra težim oblikom PMS-a koji rezultira

značajnijim promjenama raspoloženja koje mogu uzrokovati probleme u svakodnevnom funkcioniranju. Također, stručnjaci pretpostavljaju kako je i postporođajna depresija uzrokovana promjenom razine estrogena, iako ta povezanost nije do kraja potvrđena. Postporođajna se depresija kao i svi ostali oblici depresije, najčešće tretira antidepresivima i psihoterapijom, a u novije vrijeme i terapijom estrogena (Kovač, 2011).

Brojna istraživanja pokazala su kako estrogeni modeliraju protok krvi i aktivnost u ključnim područjima mozga, uključujući područje za pažnju, te verbalno i prostorno pamćenje. Kako se razina estrogena smanjuje tijekom menopauze, dolazi do oštećenja kognitivnog funkcioniranja. Naime, žene u razdoblju menopauze imaju teškoće s pamćenjem i koncentracijom što naposljetku može rezultirati svakodnevnim problemima s ponašanjem i sposobnošću nošenja s njima. Stručnjaci su suglasni kako na kognitivnu funkciju mogu utjecati brojni drugi čimbenici, no jasno je da promjena u razini estrogena važno i značajno utječe na kognitivne čimbenike u žena. Također, istraživanja su ukazala na zaštitnu ulogu estrogena ne samo za kogniciju, već i za pojavu Alzheimerove demencije. No, važno je istaknuti da postoji određeno kritično razdoblje za početak liječenja estrogenima i to odmah po nastupu postmenopauze, koje može najviše povećati njegov potencijal protiv pada pamćenja, kao i smanjenje rizika za pojavu Alzheimerove demencije (Demarin, 2003). Weiner i suradnici utvrdili su kako povratak normalnih razina estrogena može štititi i žene u menopauzi koje su pod rizikom od razvoja shizofrenije. Naime, kada je razina estrogena niska, povećava se sklonost simptomima psihoze, a antipsihotici imaju slabije djelovanje. Čak i manja povećanja količine estrogena pojačavaju učinak antipsihotika (Šorgić, 2010).

4.6.2. Muški spolni hormoni

Testosteron je hormon koji prvenstveno regulira muške spolne funkcije. Glavni je predstavnik skupine hormona s androgenim djelovanjem i proizvode ga uglavnom tzv. Intersticijske odnosno Leydigove stanice u testisima u različitim količinama, i to cijeli životni vijek (Francis i Tepšić, 2002). Osim navedenih fizioloških uloga testosterona prije samoga rođenja, važno je istaknuti i druge učinke ovoga hormona. Naime, oni posebice dolaze do izražaja u razdoblju puberteta kada dovode do dramatičnih fizioloških promjena u tijelu dječaka. To najprije uključuje izazivanje naglog rasta, a zatim pojavu sekundarnih muških spolnih obilježja, kako tjelesnih, tako i psihičkih. Dolazi do daljnjeg razvoja spolnih organa, sazrijevanja spermatozoida, povećanja spolnog nagona i agresivnijeg ponašanja. Također,

dolazi do pojačane sinteze proteina i nakupljanja veće količine kalcija u kostima, te pojačane proizvodnje crvenih krvnih stanica što sve naposljetku rezultira spolnim razlikama u mišićnoj i koštanoj masi, broju eritrocita, količini masnog tkiva te konačno boljim tjelesnim performansama muškaraca (Francis i Tepšić, 2002). Nedugo nakon završetka puberteta testosteron uzrokuje prekid rasta u visinu zatvaranjem epifiznih središta rasta. Tijekom cijeloga života nakon završetka razvoja, cjelokupno funkcioniranje muškog reproduktivnog sustava, pod izravnim je utjecajem testosterona. Osim tjelesnih učinaka, testosteron igra važnu ulogu i u psihičkom životu muškarca. Tako primjerice njegove niske razine mogu prouzrokovati djelomičnu ili potpunu impotenciju, depresiju i brojne druge neugodne smetnje (Francis i Tepšić, 2002).

Brojna istraživanja ukazuju na značajan utjecaj testosterona na ponašanje. Dabbs i suradnici (1988; prema Larsen i Buss, 2002) su utvrdili da je testosteron najviši kod žena optuženih za neprovocirano nasilje, a najniži kod onih ispitanica koje su krive za obrambeno nasilje. Olweus (1986; prema Larsen i Buss, 2002) je utvrdio kako je testosteron u plazmi kod švedske djece (od 15 do 17 godina starosti) značajno povezan sa smanjenom razinom tolerancije na frustraciju. Schalling (1983; prema Larsen i Buss, 2002) je kod muških delinkvenata pronašao značajnu povezanost razine testosterona u plazmi s agresivnošću i preferencijom prema fizičkim sportovima. Procjene osoblja govore da su osobe s visokom razinom testosterona one koje su socijalno dominantne i imaju viši status u grupi zatvorenika. Rada i suradnici (1976; prema Larsen i Buss, 2002) su utvrdili kako najveće nasilje pri silovanju pokazuju muškarci s najvišom razinom testosterona. Općenito, nalazi vezani uz testosteron pokazuju da je kod normalnih muškaraca on primarno povezan sa socijabilnošću, traženjem uzbuđenja, heteroseksualnim iskustvima, provociranom agresivnošću i smanjenom tolerancijom na frustraciju. Na populaciji delinkvenata ili odraslih kriminalaca testosteron je povezan sa socijalnom dominacijom i traženjem uzbuđenja, ali i sa ekstremnom razinom neprovocirane fizičke agresije (Larsen i Buss, 2002).

5. Zaključak

Na kraju, možemo reći kako je adekvatna sekrecija produkata endokrinog sustava, hormona, od vitalne važnosti za čovjekov organizam. Hormoni utječu na nas od trenutka našeg začeća, pa sve do smrti. Reguliraju brojne fiziološke i psihičke funkcije, ali i sam rast, razvoj i ponašanje čovjeka. Kao glavni hormoni endokrinog sustava ističu se somatotropni hormon (hormon rasta) koji ima važnu ulogu u metaboličkim procesima, procesima rasta i u stresnim situacijama, a njegova uloga je posebno značajna i istaknuta u razdoblju maturacije. Luteotropni hormon (prolaktin) koji regulira aktivnost mliječnih žljezda i čija je adekvatna razina nužna za samu reprodukcijsku sposobnost čovjeka. Antidiuretički hormon (vazopresin) koji regulira koncentraciju tjelesnih tekućina, potiče nastanak privrženosti i to primarno kod muškaraca, te između ostalog, ostvaruje blagotvorne učinke na središnji živčani sustav. Hormon oksitocin koji osim što regulira brojne fiziološke funkcije tijela, pomaže i u uklanjanju stresa, uvjetuje nastanak privrženosti, blagotvorno djeluje na središnji živčani sustav, te pridonosi emocionalnom, seksualnom i socijalnom ponašanju. Hormon tiroksin koji ima važnu ulogu u regulaciji cjelokupnog metabolizma. Nadalje, adrenalin i noradrenalin koji značajno povećavaju aktivaciju organizma, te ostvaruju važnu ulogu u stresnim situacijama. Kortizol ostvaruje važnu ulogu u metabolizmu glukoze, masnih kiselina i aminokiselina, te djeluje kao snažno protuupalno sredstvo. Osim navedenog, kortizol značajnu funkciju ostvaruje i u situacijama dugotrajnog djelovanja različitih stresora, međutim njegova dugotrajna povišena razina smanjuje reprodukcijske sposbnosti i imunološki sustav čovjeka. Hormon inzulin koji ostvaruje važnu ulogu u regulaciji razine glukoze u krvi, smanjujući njezinu koncentraciju u krvi i povećavajući zalihe glikogena u tkivima. Također vrši značajan utjecaj na metabolizam proteina kroz anaboličko i antikataboličko djelovanje, te na hidrataciju stanice poticanjem primitka tekućine i minerala. Naposljetku, spolni hormoni, estrogeni i testosteron koji uvjetuju spolne razlike u razvoju mozga, samim time i u kognitivnom funkcioniranju, različitim sposobnostima, ali i rastu i razvoju tijekom maturacije. Osim navedenog, estrogeni utječu i na psihičko zdravlje žena i samu kvalitetu njihova života. S druge strane, testosteron pridonosi agresivnosti, te je povezan sa socijalnom dominacijom i traženjem uzbuđenja.

S obzirom na sve navedeno, možemo reći kako nas hormoni uistinu čine jedinstvenima, te da je njihova adekvatna razina u tijelu nužna ne samo za rast, razvoj i pravilno kako fizičko, tako i psihičko funkcioniranje, već i za samo preživljavanje organizma.

6. Literatura

De Bombol, E. (2011). *Prvi sat nakon poroda – hormoni i ponašanje.* http://www.roda.hr/article/read/prvi-sat-nakon-poroda-hormoni-i-ponasanje

Demarin, V. (2003). Kognitivna funkcija u menopauzi: HNL – benefit ili rizik?.*Medix, 9*(50), 48-49.

Francis, C., Tepšić, G. (2002). *Doručak šampiona*. Zagreb: Lexia.

Hromatko, I. (2002). Utjecaj spolnih hormona na kognitivno funkcioniranje. *Suvremena psihologija, 5*(1), 69-84.

Juratovac, Z. (1998). Hormoni: upoznajmo kemiju svoga tijela. *Drvo znanja, 2*(13), 27-30.

Kovač, J. (2011). *Estrogen i ženske emocije.* http://www.naturala.hr/estrogen-i-zenske-emocije/284/

Krystal, J. (2011). Neurobehavioral model of autism. *Biological psychiatry, 69*(9), 87

Larsen, R.J., Buss, D.M. (2002). *Personality pyschology: Domains of knowledge about human nature.* New York: MxGraw-Hill.

Pinel, J.P. (2001). *Biološka psihologija*. Jastrebarsko: Naklada Slap.

Šorgić, D. (2010). *Estrogen u borbi protiv shizofrenije.*

http://www.ordinacija.hr/zdravlje/zdravlje-zene/estrogen-u-borbi-protiv-shizofrenije/

http://www.psiho.biz/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=497&Itemid=1020

http://www.canis.hr/Default.aspx?bt=37

http://www.vasdoktor.com/medicina-od-a-do-z/endokrinologija/436-hipoglikemija

http://znanost.geek.hr/clanak/telefonski-razgovor-s-bliskom-osobom-ublazava-stres/#ixzz21XXWa1Dy

http://znanost.geek.hr/clanak/oksitocin-vazan-u-majcinstvu-ali-i-u-ocinstvu/#ixzz21XXC6OSc

http://lab-breyer.hr/pretrage/sve-pretrage/prolaktin

http://dira.forums-free.com/oksitocin-i-vazopresin-definitivno-vazni-za-drustvene-disfun-t2693.html

http://www.amoic.hr/NADBUBREZNA-ZLIJEZDA-I-POREMECAJI/436.aspx

http://www.zanovidan.hr/alfa-fetoprotein-afp/

http://www.perpetuum-lab.com.hr/forum/uploads/monthly_10_2011/ccs-6723-0-64489200-1318262963.jpg