

## *U ovom poglavlju naučit ćemo:*

- o mozgovnim procesima, hormonima i neuroprijenosnicima koji su uključeni u različite aspekte ljudske seksualnosti
- o stadijima romantične ljubavi koji uključuju: stadij požude i privlačnosti, stadij zaljubljenosti, stadij privrženosti
- o neuronskim i kemijskim procesima koji se događaju nakon prekida ljubavnog odnosa



Da se o mozgu u ljubavi i seksu ne bave samo znanstvenici, možete provjeriti na MTV-u ili na YouTubeu slušajući pjesme poput *Love on the Brain* koju pjeva Rihanna.

...*No matter what I do,  
I'm no good without you,  
And I can't get enough,  
Must be love on the brain.*

U popularnim tekstovima može se naići na poznati klišej da je mozak naš najveći i najvažniji organ za ljubav i seks. Neuroznanstvenim istraživanjima otkriveni su brojni procesi koji su uključeni u razne aspekte ljudske seksualnosti i doživljaja zaljubljenosti. U ovom ćemo poglavlju iznijeti neke zanimljive znanstvene činjenice o mozgu kada je zaljubljen, kada voli, kada je u seksualnom zanosu i kada je u prekidu ljubavnog odnosa.

## Kemija u mozgu

Cijela ljudska povijest prožeta je opisima ljubavi i ljubavnih parova, od Romea i Julije, kraljice Viktorije i princa Alberta, pa sve do Johnnyja Casha i June Carter. U istraživanju koje je provedeno u 166 različitih kultura antropolozi su pronašli dokaze o postojanju romantične ljubavi u 147 kultura, što je gotovo 90 posto. Od Europe pa do Australije ljudi pjevaju ljubavne pjesme, prepričavaju mitove i legende o romantičnoj ljubavi. Najpoznatija ljubavna pjesma, starozavjetna *Pjesma nad pjesmama*, ima jedan stih koji tako zorno opisuje zaljubljenost: *Poljubi me poljupcem usta svojih, ljubav je tvoja slada od vina.*

Svi se manje ili više možemo složiti s tim stihom i vjerojatno isto tako možemo pretpostaviti da je većina barem jednom u životu bila zaljubljena. Poznato nam je kako je to kada ne možemo prestati misliti o osobi koja nam se sviđa ili kada nam se obrazi zarumene kada smo u istoj prostoriji s objektom naše

zaljubljenosti i obožavanja.

Jedna od najpoznatijih znanstvenica koja se bavi anatomijom ljubavi, biološka je antropologinja Helen Fisher, koja u nekoliko knjiga i predavanja na *TED Talks* objašnjava što se događa s našim mozgom kada smo zaljubljeni i kada volimo. Nizom istraživanja u kojima su korišteni sofisticirani uređaji za snimanje funkcija mozga, Fisher je otkrila da se mozak pobudi kada se osobi koja je zaljubljena pokaže slika voljene osobe. Stoga ne čudi da zaljubljeni par može razgovarati ili se dopisivati cijelu noć, da se pišu pjesme, mijenja posao i životne navike, putuje na drugi kraj svijeta zbog ljubavi.

Ta količina energije i izdržljivosti koju donosi zaljubljenost povezana je s kemijskom simfonijom koja se događa u mozgu. Za tu euforiju prvenstveno su zaduženi neuroprijenosnici. Općenito, funkcija neuroprijenosnika u mozgu jest omogućavanje komunikacije među neuronima. Svaki neuroprijenosnik ima svoju posebnu funkciju, a neki od njih, primjerice **noradrenalin**, **dopamin** i osobito **feniletilamin**, koji se luče kad smo zaljubljeni, kemijski su jako slični amfetaminima. Amfetamini su sintetična psihoaktivna droga koja stimulira središnji živčani sustav i pritom dovodi do poboljšanja raspoloženja, odnosno pojačanja budnosti i pažnje te poboljšanja fizičkih sposobnosti. Dakle, djelovanje spomenutih neuroprijenosnika, koji imaju slične efekte kao amfetamini, samo je jedan od čimbenika koji su odgovorni da se stanje zaljubljenosti često opisuje kao promijenjeno stanje svijesti ili da se za zaljubljene osobe kaže da su kao drogirane. Rezultati nekih znanstvenih istraživanja potkrepljuju takvo gledište. Znanstvenici sa Sveučilišta Syracuse u SAD-u potvrdili su ranije navode da je mozak zaljubljenih kao mozak osobe koja je pod djelovanjem kokaina. Na temelju pregleda većeg broja istraživanja, autorica Stephanie Ortigue i njezini suradnici utvrdili su da se možemo zaljubiti u jednoj petini sekunde, i ne samo to, nego da pritom stanje zaljubljenosti remeti kognitivno funkcioniranje. Preciznije, Enzo Emenuelle i njegovi suradnici mjerili su razinu živčanog faktora rasta u plazmi te su utvrdili veće razine kod onih parova koji su se upravo zaljubili u odnosu na one koji nisu bili u vezi. Naime, živčani je faktor rasta neurotrofni peptid koji stimulira rast aksona te igra važnu ulogu kao modulator endokrinog sustava u složenim mehanizmima romantične ljubavi tako da, između ostalog, potiče lučenje **vazopresina** (ili antidiuretskog hormona). Na temelju tih rezultata istraživanja neki su autori skloni zaključivanju da imamo znanstveno potvrđenu neurološku podlo-

gu ljubavi na prvi pogled.

Kada smo zaljubljeni, 10 regija mozga postaje značajno aktivnije, primjerice kaudalna jezgra i ventralno tegmentalno područje, koji čine jedan dio bihevioralno aktivacijskog sustava, a koji se pak aktiviraju pri najavi nagrade te su povezani i s osjećajem ugone. Stražnji dio hipokampusu također je još jedna regija u mozgu koja se aktivira kad se zaljubimo, a taj dio mozga zadužen je, između ostalog, i za žudnju. Prema tome, mnogi će se autori složiti s tvrdnjom da je zaljubljenost manje osjećaj, a više motivacijski poriv. Prema Bianchi-Demicheli i suradnicima romantična ljubav lokalizirana je u subkortikalnim i kortikalnim regijama mozga koje su zadužene za nagrađivanje, motivaciju i emocije. Dakle, romantična ljubav, a time i zaljubljenost, više je poriv koji je cilju usmjeren i koji ima predvidljive facilitirajuće efekte, a manje čista emocija. Fisher naglašava da se tu radi o sustavu nagrađivanja koji se u mozgu aktivira slično kao kada pojedemo čokoladu. Da bismo lakše mogli istaknuti važne mehanizme u mozgu kao i presudne kemijske spojeve, romantičnu ljubav ćemo, kao što to radi većina autora, poput Amena i Fisher, opisati pregledom triju glavnih stadija. To su stadij požude i privlačnosti, stadij zaljubljenosti i, na kraju, stadij privrženosti.

## Mozak u požudi i privlačnosti

Tijekom puberteta tijelo mladića i djevojaka mijenja se pod utjecajem spolnih hormona te se počinje javljati i interes za istraživanje vlastite seksualnosti i ljubavnih odnosa. Tijekom životnog vijeka privlačnost i žudnja za osobom koja nam se sviđa ima svoju posebnu kemijsku simfoniju. U podlozi izjave „On/Ona mi je napeta!“ kriju se **testosteron, estrogen i feromoni**.

Što se zbiva u mozgu kada nas seksualno privlači neka osoba? Odnosno, što se zbiva u toj jednoj petini sekunde? Jedan od neuropsihijataru, Daniel Amen, ističe da je naš mozak evolucijski programiran za privlačnost. On, naime, govori o tome da je mozak tzv. „kemijska tvornica u potrazi za ljubavlju“. S druge strane, još je ranije Darwin vjerovao da i životinje (prvenstveno sisavci) mogu osjećati privlačnost. Afrički su slonovi dobar primjer, osobito ženke koje neke mužjake preferiraju, dok druge odbijaju. Pritom preporučujemo zanimljivu seriju dokumentaraca pod nazivom *Wild Sex*,

u produkciji *National Geographic Wild*, u kojoj se u šest epizoda prikazuje seksualni život životinja.

Vjerojatno je da preferenciju određuje ono što je oku ugodno. Kada vidimo privlačnu osobu, vidna se područja u našem mozgu aktiviraju. Tada kreće lučenje spolnih hormona koji još dodatno pobude cijelo tijelo. Prije nešto manje od 100 godina otkriveno je da androgeni (npr. testosteron) i estrogen igraju značajnu ulogu u seksualnoj privlačnosti. To je onaj osjećaj kada kažemo da smo se za nekog „zapalili“. Oba se hormona u različitim količinama nalaze i u tijelu muškaraca i žena, s tim da testosterona ima više kod muškaraca, a estrogena kod žena. Testosteron ima važnu ulogu u spolnom nagonu, pa njegov manjak može smanjiti seksualni nagon. Uloga ženskih spolnih hormona u privlačnosti ili požudi manje je poznata. Kompleksnost uloge estrogena možemo vidjeti u različitim načinima djelovanja ovisno o količini. Primjerice, neki su od simptoma menopauze stanjivanje tkiva vagine i slabljenje lubrikacije zbog smanjenja količine estrogena, što može dovesti do boli prilikom seksualnog odnosa. Nadalje, žene koje su primale estrogen-sku terapiju zbog odstranjenih jajnika izvijestile su o pojačanoj lubrikaciji u odnosu na razdoblje prije terapije te o jačanju seksualne želje, seksualnog zadovoljstva i orgazma. Josephine Wilson smatra da je razlog tome što estrogen potiče dobro raspoloženje koje omogućuje ženama da budu seksualno receptivnije.

Iako su rezultati istraživanja jasno pokazali djelovanje različitih neuroprijenosnika i hormona na ljudsko ponašanje u ljubavi i seksu, feromoni su i dalje misterij te još uvijek izazivaju veliki interes laika i znanstvenika. Radoznalost za djelovanje feromona ide do te mjere da na nekim internetskim portalima možete naručiti posebne parfeme s feromonima za žene i za muškarce ne bi li mirisom privukli željenog partnera odnosno partnericu. Čak je i u povijesti ljudske seksualnosti poznato da je u nekim kulturama poklanjanje voća koje bi se držalo ispod pazuha tijekom noći imalo za cilj zavodjenje. Shah i Breedlove naglašavaju da u nosu postoje dva anatomska različita područja, vomeronazalni sustav i olfaktorni epitel, koja sadrže feromonske receptore. Neke su studije, poput onih Ivanke Savic i njezinih suradnika, potvrdile da možemo reagirati na feromone. Riječ je o tome da su Savic i suradnici htjeli ispitati kako mozak muškaraca i žena reagira na estratetraenol (kemijski spoj sličan estrogenu za koji se smatra da je feromon iz urina žena) i androstadienon

(derivat testosterona/feromon nađen u znoju muškaraca). Korištenjem sofisticiranih tehnika snimanja mozga kao što su funkcionalna magnetska rezonancija (fMRI) i pozitronska emisijska tomografija (PET) istraživači su otkrili da estratetraenol aktivira dijelove hipotalamusa koji su važni za seksualno funkcioniranje kod heteroseksualnih muškaraca, ali ne i heteroseksualnih žena, dok androstadienon aktivira samo mozgovne strukture žena. Dodatni nalaz tog istraživanja jest da su mozgovne strukture homoseksualnih muškaraca reagirale na oba feromona. Recentnija istraživanja, poput onog Ferdenzi i suradnika, ukazuju na zanimljivu ulogu feromona na procjenu atraktivnosti. Muškarci i žene koji su bili izloženi ulju klinčića s androstadienonom procjenjivali su lica i glasove atraktivnijima nego skupina koja nije bila izložena androstadienonu. Međutim, koliko god priča o feromonima bila zavodljiva, navedena istraživanja rađena su pod pretpostavkom da su estratetraenol i androstadienon ljudska verzija feromona. Wyatt smatra da ta pretpostavka nema znanstveno uporište iako već više od četrdeset godina vlada znanstvenim i javnim krugovima. Uz Wyatta javljaju se i drugi znanstvenici kao što su Doty, Wysocki i Preti koji navode da zapravo nema valjanih rezultata bioloških testova koji pokazuju da u ljudskim izlučevinama postoje molekule koje bi mogle biti identificirane kao feromoni. Stoga upotreba termina „navodni ljudski feromoni“ u znanstvenim istraživanjima ne umanjuje činjenicu da jednostavno nema nikakvih dokaza koji ukazuju na to da su i navodni. Doty ide i dalje s kritikama te smatra da su eksperimentalni nacrti velikog broja istraživanja manjkavi, provedeni na malim uzorcima i sa statističkim pogreškama te naglašava da je temeljni problem svih istraživanja o feromonima taj da se vode navodima o postojanju određenih molekula koje zovemo feromonima. Prema spomenutim autorima jednostavno ne postoje dokazi zbog kojih bi se baš estratetraenol i androstadienon, uz stotine drugih molekula nađenih u pazušnom području, smatrali feromonima.

Međutim, generalno gledano uloga mirisa u ljudskoj seksualnosti dobro je dokumentirana. Stoga važnost određenih osjetilnih organa možemo jasnije utvrditi tek kada oni ne funkcioniraju najbolje. To pokazuju Hirschova istraživanja na pacijentima koji su imali poremećaj osjetila njuha. Jedna četvrtina pacijenata koji su izgubili osjet mirisa, razvili su neku od seksualnih disfunkcija. Dakle, još uvijek se ukrštavaju znanstvena koplja o postojanju i efektima ljudskih feromona na ponašanje muškaraca i žena te je jasno da i dalje bilo

kakve tvrdnje o toj temi zahtijevaju rigoroznu znanstvenu provjeru. Međutim, vidimo da to ne sprječava pojedine tvrtke da unatoč nedostatnim znanstvenim rezultatima nude posebne parfeme s feromonima. Na vama je odluka hoćete li ih kupiti, ali ipak prije toga pročitajte pregledni rad ranije spomenutog autora Wyatta.

## Mozak u zaljubljenosti i zanesenosti

Zaljubljenost je posebno stanje koje je teško opisati jer taj ushit, čini se, mogu predočiti jedino vrsni književnici. Međutim, možemo opisati što se događa s našim mozgom kada se aktivira cijeli niz neuroprijenosnika i različitih kemijskih spojeva koji su odgovorni za, kako bismo na engleskom jeziku rekli, „pad u ljubav“ (*to fall in love*). Dakle, kad se zaljubimo, u našem mozgu dolazi do snažne navale kemijskih spojeva koji nas čine uzbuđenima, zanesenima i euforičnima, dok je istovremeno potisnuta aktivnost centara u mozgu koji nas upozoravaju na potencijalnu opasnost. Prema nalazima istraživanja, to stanje u neurološkom smislu traje između 12 i 18 mjeseci. U tom razdoblju dolazi do aktivacije i deaktivacije različitih dijelova mozga, kao i do lučenja cijelog niza različitih kemijskih spojeva.

Tako su istraživanja pokazala da se pod utjecajem intenzivnih romantičnih osjećaja aktiviraju, između ostalih, dva područja u mozgu. Prvi je ventralni striatum koji se povezuje s ugodom i koji ima važnu ulogu u sustavu nagrađivanja. Njegova aktivacija uzrokuje osjećaj blagostanja. Primjerice, kada majke gledaju slike svoje djece, aktiviraju se slična područja kao i kada ljubavni parovi gledaju slike svojih partnera. Ti nalazi također upućuju da majke (kao i zaljubljeni parovi) imaju poteškoća s donošenjem odluka i logičkim zaključivanjem kada je riječ o njihovoj djeci. Drugo područje mozga je inzula, povezana s osjećajima i raspoloženjima, a njezina je uloga procesiranje osjetilnih i emocionalnih informacija te određivanje naših očekivanja i izbora. Čini se da se kod seksualne privlačnosti i dugotrajne ljubavne veze aktiviraju obje regije, ventralni striatum i inzula, što bi značilo da oba tipa odnosa kreiraju osjećaj zadovoljstva. Međutim, kada je riječ o predanom ljubavnom odnosu, onda je samo inzula intenzivnije aktivna, ali ne i ventralni striatum. Stoga neki istraživači, poput Stephanie Cacioppo i njezinih suradnika, smatraju da

su pronašli dokaz za razlikovanje strastvenog obožavanja od duboke ljubavi. Zanimljivo je da su ta dva područja mozga također aktivna kod ovisnika o teškim drogama.

Dok su ta dva područja pojačano aktivna, prefrontalni je režanj „utišan“, što znači da nam slabije funkcionira logičko mišljenje kao i naučene socijalne norme i moralnost. Dakle, kada smo zaljubljeni, manje smo racionalni, skloni smo riziku i nismo spremni slušati druge koji nas pokušavaju urazumiti. Sukladno tome, ne čudi da se ljubav često povezuje s ovisnošću jer konzumiranje nekih opojnih droga izaziva slične neuronske reakcije u našem mozgu.

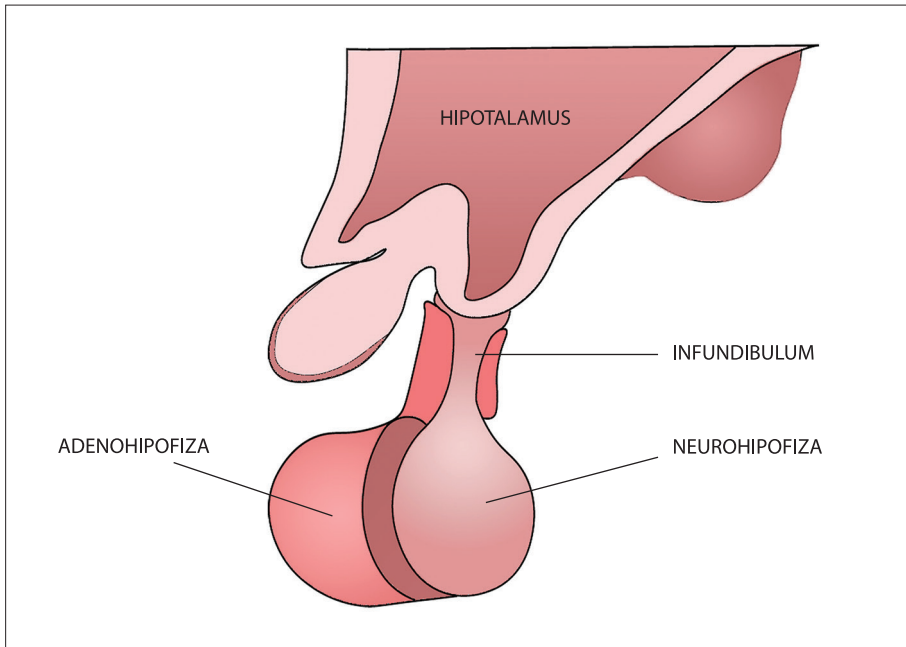
Prisutnost niza kemijskih spojeva u ovoj fazi romantične ljubavi pokazuje da to nije sve. Kad se zaljubimo i ne možemo prestati misliti o voljenoj osobi, dolazi do navale **adrenalina**, noradrenalina, dopamina, i feniletilamina, ali i do snižene razine **serotonina**. Prva dva u ovom nizu, adrenalin i noradrenalin, ujedno su i hormoni koji se proizvode u nadbubrežnim žlijezdama, ali i neuroprijenosnici koji nastaju u živčanim završecima simpatičkog živčanog sustava. Uobičajena reakcija organizma na povišene razine adrenalina viša je srčana frekvencija i krvni tlak, što priprema tijelo za akciju. Međutim, previše adrenalina i noradrenalina vodi nelagodni i tjeskobi, a premalo depresivnom raspoloženju. Dopamin se dovodi u vezu sa zadovoljstvom, motivacijom i koncentracijom. Kada imamo dovoljno dopamina, osjećamo se seksualno privlačnima. Neka su istraživanja pokazala da u mozgu dolazi do aktivacije dopaminergičkog sustava koji je zadužen za nagrađivanje i motivaciju kada gledamo sliku osobe u koju smo zaljubljeni. S druge strane, niske razine dopamina mogu biti povezane s depresivnim raspoloženjima. Kokain i neki antidepresivi pojačavaju proizvodnju dopamina. S osjećajem ugone povezan je neuroprijenosnik serotonin, čija je glavna funkcija regulacija raspoloženja. Niske razine tog neuroprijenosnika odgovorne su za depresivna raspoloženja, tjeskobu i opsesivno-kompulzivne simptome. Niske razine serotonina s pojačanom aktivnosti cingularne vijuge i bazalnih ganglija često se povezuju i s novim ljubavnim odnosom. Naime, radi se o tome da ne možemo prestati misliti o osobi u koju smo zaljubljeni, nismo baš u stanju racionalno misliti, tjeskobni smo ako čekamo na poruku cijeli dan, ukratko, pomalo smo opsjednuti. Previsoka razina serotonina nije poželjna jer takvo stanje smanjuje motivaciju, ali i osjetljivost genitalnog područja, što u konačnici smanjuje seksualnu želju i otežava doživljaj orgazma. Kom-

binacija visoke razine dopamina i niske razine serotonina tijekom zaljubljenosti objašnjava visoku motiviranost da budemo s voljenom osobom kao i opsesivne misli vezane za nju. Naime, istraživanja pokazuju da osobe koje pate od opsesivno-kompulzivnog poremećaja imaju slične razine serotonina kao i zaljubljene osobe. Neki će autori čak reći da su prvi stadiji zaljubljenosti vid opsesije.

I za kraj nam je ostala još jedna „ljubavna molekula“, koje ima i u čokoladi, a zove se feniletilamin. Taj neuromodulator potiče oslobađanje noradrenalina i dopamina koji su ključni za osjećaj euforije i zaljubljenosti. Vidjeli smo kakva se „sapunica“ u našem mozgu događa kada smo zaljubljeni, međutim kada nekog volimo i kada postanemo privrženi ljubavnom odnosu, tada na pozornicu stupaju neki drugi neoprijenosnici i hormoni.

## Privrženi mozak

Ako se ljubavni odnos nastavi nakon faze zaljubljenosti, poznata zanesenost polako nestaje, ali se javljaju drukčiji i dublji osjećaji. U razdoblju između šest mjeseci i dvije godine veze mozak lagano usporava proizvodnju ranije opisanih kemijskih tvari u mozgu. Stanje euforije lagano slabi, što je u konačnici neophodno jer bi naše tijelo kolabiralo od iscrpljenosti. Upravo ta spoznaja može biti od pomoći ljubavnim parovima da razumiju kemijsku dinamiku odnosa. Naime, pokazalo se da neki pojedinci postanu ovisni o tom osjećaju euforije te kako on počinje slabjeti, tako slabi i njihov interes za gradnju dubljeg odnosa. Neke pak osobe tumače manjak zanesenosti kao odljubljenost te zbog toga prekidaju ljubavnu vezu. Ono što se tada događa slikovito je najlakše opisati kao odvikavanje od kemijskih spojeva koji su dominirali u fazi zaljubljenosti. Ako par ostane zajedno i nakon tog euforičnog stanja, stvara se privrženost, dakle ljubavni odnos u kojem smo predani partneru i u kojem vladaju hormoni **oksitocin** i vazopresin. Za oslobađanje oksitocina i vazopresina zadužena je neurohipofiza. Međutim, ta se dva hormona zapravo sintetiziraju u jezgama hipotalamusa. Oksitocin djeluje na spolne žlijezde te na glatke mišiće maternice. Primarna funkcija vazopresina je antidijuretičko djelovanje, a također je uključen u nastanak privrženosti. Hipotalamus i hipofiza (adenohipofiza i neurohipofiza) prikazani su na Slici 9.1.



**Slika 9.1.** Prikaz hipotalamusa, infundibuluma i hipofize

Oksitocin djeluje i na ponašanje, odnosno presudan je za stvaranje bliskih odnosa. Kada se grlimo, razine tog hormona rastu, a rastu čak i kada gledamo romantične filmove u kojima su glavni junaci u ljubavnom zagrljaju. U istraživanjima na životinjama primijećeno je da se, primjerice, prerijska voluharica brže pari ako joj je ubrizgan oksitocin, u odnosu na situaciju kada se djelovanje oksitocina namjerno blokira. Oksitocin je hormon koji se također luči tijekom dojenja te se smatra temeljnom kemijskom komponentom u razvoju privrženosti između majke i djeteta. Nadalje, kako se njegove razine značajno povećavaju neposredno nakon orgazma i kod muškarca i kod žena, Young smatra da je vjerojatno oksitocin jedan od razloga stvaranja bliskosti među seksualnim partnerima. Naime, kod muškaraca je razina oksitocina relativno niža nego kod žena. Povišene razine tog hormona uzrokovane orgazmom možda daju objašnjenje zašto se često kaže da muškarcima treba seks da bi razvili bliskost. Osim toga, neki rezultati istraživanja pokazuju da je oksitocin općenito zadužen za stvaranje povjerenja u međuljudskim bliskim odnosima, ne samo ljubavnim. Za oksitocin se često kaže da je „ljubavni napitak“, odnosno da ljubavnom odnosu daje neophodni osjećaj predanosti i povjerenja.

Međutim, treba naglasiti da novija istraživanja ukazuju na aktivnosti oksitocina koje nisu baš optimistične. Oksitocin ima dvije glavne uloge. U jednoj je poput Anakina Skywalkera, hormon ljubavi koji djeluje na povezanost i povjerenje, dok prelaskom na „tamnu stranu“ postaje poput Dartha Vadera i tada je zadužen za zavist.

Vazopresin, osim što pospješuje reapsorpciju vode u bubrežima, povezuje se još s asertivnošću, dominacijom i seksualnim ponašanjem. Za taj se hormon još navodi da predstavlja značajan kemijski faktor vjernosti u vezi. Inhibiranje receptora vazopresina može izazvati preljubničko ponašanje, barem kod voluharica, kako tvrde Fisher i Amen. Naime, djelovanje oba hormona, i oksitocina i vazopresina, ne može se promatrati izolirano. Pokazalo se da visoke razine oksitocina i vazopresina mogu umanjiti efekte dopamina i noradrenalina. Ako to prevedemo na dinamiku odnosa između dvoje ljudi, onda to znači da dok u odnosu blijedi zanos zaljubljenosti, istodobno raste privrženost. Ono što pomaže parovima da i dalje održe ljubav novom i strastvenom jest upuštanje u neke zajedničke aktivnosti koje do tada nisu radili. Primjerice, mogu se prijaviti na tečaj ronjenja ili otići na večeru s prijateljima u novi egzotični restoran. Iako su za uspjeh veze važni oksitocin i vazopresin jer stvaraju kemijske temelje za razvoj povjerenja, povezivanja i predanosti, čini se da visoke razine testosterona narušavaju spomenute efekte. Muškarci kojima je povišen testosteron manje su predani odnosu, tj. rjeđe ulaze u bračne vode, a ako se ipak odluče za brak, češće se razvode te su općenito agresivniji. Zanimljivo je da se razine testosterona snižavaju kad muškarac drži dijete, vjerojatno stoga što rastu razine oksitocina i vazopresina. Uz spomenute zanimljivosti o funkcioniranju mozga u različitim stadijima romantične ljubavi, dodatne informacije možete pronaći u knjigama Daniela Amena, Kayt Sukel, Gillian Einstein i naročito Helen Fisher. Istraživanja te biološke antropologinje o požudi, zaljubljenosti i privrženosti za svakoga će biti prava poslastica.

## Mozak u seksu

U svim opisanim fazama razvoja ljubavnog odnosa najvjerojatnije će između dvoje zaljubljenih doći do seksualnog odnosa. Iako su u podlozi seksualnog uzbuđenja i seksualnog odgovora biološki mehanizmi koji su u osnovi univer-

zalni, specifični seksualni podražaji kao i ponašanje uvelike su i kulturološki određeni. U pokušaju da zahvatimo sve važne faktore koji utječu na ljudsku seksualnost, u ovom ćemo se poglavlju više orijentirati na neurokemijske procese koji se događaju kada dvoje ljudi (ili više njih) krene u „akciju“.

Mnogi su istraživači koristeći fMRI uvidjeli važnost **limbičkog sustava** u regulaciji seksualnog ponašanja. U istraživanjima se potvrdila pojačana aktivnost limbičkog sustava, posebice amigdale, kod muškaraca i žena dok su gledali erotski sadržaj. Ista aktivnost spomenutih regija u mozgu zapažena je i kod žena koje su snimane dok su doživljavale orgazam. Nadalje, postoje pokazatelji da će stimulacija hipotalamusa dovesti do seksualnog uzbuđenja koje će kulminirati orgazmom kod oba spola. I u kliničkim slučajevima možemo uočiti važnost hipotalamusa u seksualnom odgovoru. Utvrđeno je da se kod pacijenata koji su imali oštećenje hipotalamusa, preciznije njegova medijalno preoptičkog područja, značajno smanjila učestalost seksualnog ponašanja. Ta regija hipotalamusa nije važna samo za ljudsko seksualno ponašanje, utvrđeno je da se seksualna nezainteresiranost javlja i kod drugih vrsta uslijed njezina oštećenja. Nadalje, istraživači Argiolas te Le Merrer sa suradnicima navode da opijati, poput heroina i morfija, blokiraju procese tog dijela hipotalamusa te samim time i kod muškaraca i žena inhibiraju seksualno ponašanje.

Ranije opisani neuroprijenosnici i hormoni koji djeluju na naše ponašanje tijekom različitih stadija razvoja ljubavnog odnosa, prisutni su i tijekom seksualnog odgovora. Tako se feniletilamin, inače zadužen za oslobađanje dopamina, oslobađa tijekom seksa te maksimalno prilikom orgazma. Kako ga ima u kakau i čokoladi, ne čudi što je čokolada namirnica koja je neizostavna u svakom kućanstvu, jer smo zbog feniletilamina preplavljeni osjećajima sreće i uzbuđenja. Vidjeli smo da je dopamin povezan sa zaljubljenošću i zadovoljstvom, ali i zdravim libidom te osjećajem euforije za vrijeme orgazma. Dopamin potiče neuronsku aktivnost medijalno preoptičkog dijela hipotalamusa i tako pojačava seksualno uzbuđenje i seksualni odgovor. Nadalje, smatra se da testosteron i kod muškaraca i kod žena ima stimulativnu funkciju u lučenju dopamina. Stoga se može zaključiti da je testosteron važan za seksualno uzbuđenje oba spola. Nagla navala samopouzdanja nakon seksualnog odnosa prema nekim je autorima produkt lučenja testosterona.

S druge strane, serotonin ima sasvim drukčiji utjecaj na seksualno ponašanje u odnosu na dopamin. Visoke razine serotonina inhibiraju seksualnu

aktivnost. Kod zdravih muškaraca uobičajeno je da nakon ejakulacije dolazi do pojačanog lučenja serotonina, što rezultira smanjenjem seksualnog nagona i ponašanja jer se blokira otpuštanje dopamina i oksitocina. Zbog većih količina serotonina, kojih ima u nekim antidepresivima, smanjuje se libido i seksualni odgovor, točnije smanjuje se genitalna senzitivnost i mogućnost dostizanja orgazma. Dakle, premale količine serotonina mogu biti odgovorne za depresivna raspoloženja, dok previše serotonina smanjuje seksualni nagon. Međutim, ako ga imamo dovoljno, veseli smo i puni nade.

Nakon seksualnog čina hormon **prolaktin**, koji se luči u adenohipofizi (Slika 9.1.), djeluje slično serotoninu. Naime, zadatak je prolaktina da nakon orgazma ublaži seksualnu uzbuđenost i odvraća misli od seksa. Njegova se količina naglo povećava nakon orgazma, a da ga nema, vjerojatno ne bismo ni izlazili iz spavaće sobe. Oksitocin, koji se proizvodi u hipotalamusu, ima izniman značaj za seksualnost, senzualnost, erotiku i privlačnost. Neki ga još nazivaju i hormonom maženja jer je dodir snažan okidač za njegovo lučenje. Smanjuje osjećaj boli, a kod muškaraca je još odgovoran za stimulaciju prostate tijekom seksualnog odnosa. Odgovoran je također za osjetljivost kože. Najveće razine oksitocina, u odnosu na ostale faze seksualnog odgovora, zabilježene su tijekom orgazma. Upravo je lučenje oksitocina tijekom seksualnog uzbuđenja, odnosno orgazma, zaduženo za osjećaj povezanosti seksualnih partnera. Dakle, oksitocin je važan u stvaranju privrženosti i razvoju ljubavnih osjećaja, stoga nemojte ulaziti u spolne odnose s ljudima u koje se ne želite zaljubiti, jer bi vam se baš to moglo dogoditi, naglašava Helen Fisher. Zanimljivo je kako autističnim osobama, koje imaju smanjenu sposobnost formiranja privrženosti s drugima i iskazivanja emocija, često nedostaje oksitocina. Hormoni sreće ili **endorfini** također se značajno više luče kada se ljubimo i kad doživljavamo orgazam. Kao i dopamin, endorfini mogu smanjiti osjećaj boli, pa ih često zovemo prirodnim morfijem.

Osim limbičkog sustava, kora velikog mozga također je značajan element u razumijevanju ljudske seksualnosti. Seksualne fantazije, kao produkti kore velikog mozga, značajno doprinose seksualnom uzbuđenju i doživljaju orgazma. Posljednjih nekoliko godina istraživači su otkrili da seksualne fantazije mogu dovesti žene do orgazma i bez tjelesne stimulacije. U tim situacijama aktiviraju se ista područja u mozgu kao i kada se stimulacija realno događa. Pritom psihogene reakcije dovode do stimulacije genitalija preko leđne moždine od

torakalnog (Th) 12 do lumbalnog (L) 2 kralješka. Neki od zanimljivih dokumentaraca s televizijske mreže TLC, koji prikazuju studije na ženama koje su se mislima dovele do orgazma, jesu *Strange Sex: Orgasming With Your Mind* i *Curiosity: Why Sex is Fun*. Iako su ta istraživanja relativno novijeg datuma, s obzirom na njihovu zastupljenost ipak mogu dati značajan doprinos u tretmanu seksualnih poremećaja kod žena. Naime, između 10 % i 42 % žena ne doživljava ili nije doživjelo orgazam, a njih 50 % ima ili je imalo problema sa seksualnim uzbuđenjem.

Poznavanje neurofizioloških procesa koji su u osnovi seksualnog odgovora kod muškaraca i žena može pomoći parovima u stvaranju skladnijeg odnosa. Tako je možda važno znati da je amigdala reaktivnija kod muškaraca nego kod žena u situacijama kada je prezentiran erotski sadržaj. Hamann, Herman, Nolan i Wallen (2004) naglašavaju da je tome vjerojatno razlog što erotski vizualni podražaji aktiviraju amigdalo-hipotalamički put kod muškaraca.

Nadalje, nakon spolnog odnosa i ejakulacije muškarci su obično pospaniji nego žene, jer je aktivnost prefrontalnog dijela mozga smanjena te dolazi do povećanog lučenja oksitocina i serotonina, što rezultira pojavom tzv. sindroma „okrenuti se i zaspati”. Drugo objašnjenje tog sindroma daju William Goldberg i Mark Leyner u knjizi *Why Do Men Fall Asleep After Sex?* Autori sugeriraju da seksualne aktivnosti iscrpljuju mišićni sustav jer se smanjuje razina glikogena. Kako muškarci imaju više mišićne mase, samim time su i umorniji od žena. Evolucijski gledano, ako je za muškarce važna produkcija što većeg broja potomaka, spavanje nakon seksa tome ne pomaže. S druge strane, moguće je da su žene više birale seksualne partnere koji će nakon seksualnog čina ostati i da su tako utjecale na zadržavanje te osobine kod muškaraca. U svakom slučaju, s obzirom na to da muškarci nakon seksualnog čina ulaze u refraktornu fazu (ne mogu nakon ejakulacije i orgazma ponovno ejakulirati), čini se da je uzimanje vremena za oporavak, poput sna, najbolja strategija.

Ženama je potreban odgovarajući pristup da se umire kako bi uživale u seksualnom odnosu. To je važno jer se tijekom seksa kod žena aktivira područje mozga koje kontrolira reakciju na potencijalnu opasnost – tzv. borba ili bijeg odgovor. Dakle, žene se moraju osjećati sigurnima i relaksiranima da bi uživale u seksu. S druge strane, tijekom orgazma mozak žena se „misteriozno utiša“, i to oni dijelovi mozga koji su zaduženi za samokontrolu i prosuđivanje. Međutim, treba naglasiti da se i kod muškaraca i žena područje kore koje

se nalazi iznad lijevog oka (lijevi orbitofrontalni korteks), inače zaduženo za prosuđivanje i kontrolu ponašanja, tijekom orgazma isključi, dok je limbički sustav tada u značajno povećanoj aktivaciji.

Iako nije riječ o neuroznanstvenom istraživanju, autorica Terri Conley smatra da su i muškarci i žene jednako motivirani i zainteresirani za zadovoljstvo u seksualnom odnosu kada je riječ o upuštanju u usputne seksualne odnose. Razlika je samo u tome što muškarci u startu anticipiraju da će usputni seks biti ugodan, dok žene smatraju da će usputni seks biti zadovoljavajući ako se osiguraju određeni uvjeti. Naime, za žene je jako važan osjećaj sigurnosti, ali i vjera da će njihov partner biti dobar ljubavnik.

Kao što možemo vidjeti, s obzirom na aktivaciju različitih dijelova mozga i „kemijsku simfoniju“ neuroprijenosnika i hormona, promišljena seksualna aktivnost, u odnosu u kojem su partneri predani jedno drugom, ima velik broj pozitivnih ishoda. Neki od njih su i općenito poboljšanje zdravlja, imunološkog sustava, raspoloženja, olakšavanje bolova, poticanje lučenja hormona **dehidroepiandrosterona** te unaprjeđenje seksualnog i reproduktivnog zdravlja. Naime, dehidroepiandrosteron je zanimljiv jer ga se naziva hormonom koji vraća mladost. Taj je naziv zaslužio s obzirom na niz pozitivnih efekata koje ima. Neki od njih su izgradnja i povećanje mineralne gustoće kostiju, poticanje nastanka sebuma koji je važan za prevenciju bora i debljinu kože, jačanje imunološkog sustava, poticanje metabolizma i jačanje otpornosti organizma na stres.

Zanimljivim se čine i rezultati jednog istraživanja koji naglašavaju da je stopa smrtnosti veća kod muškaraca koji su ranije prestali sa spolnim aktivnostima, čak i kad su se kontrolirali fizička aktivnost te konzumacija alkohola i nikotina. Neki autori smatraju da seksualna aktivnost dva ili više puta tjedno kod muškaraca smanjuje rizik od srčanog i moždanog udara za polovicu (Hall, Shackelton, Rosen i Araujo, 2010). Važnim se čini napomenuti još jednu korist koju imamo od seksa. Prema novijim istraživanjima, ako imate glavobolju, pa čak i migrenu, a prakticirate seksualni odnos, bol će u nekim slučajevima potpuno nestati ili će se njegov intenzitet značajno smanjiti. Pritom je važno da ne glumite da doživljavate orgazam jer mozak drukčije reagira na lažni, odnosno glumljeni orgazam u odnosu na doživljeni. Kod lažnog orgazma aktiviraju se dijelovi mozga koji su zaduženi samo za kontrolu pokreta, a ne i sva druga područja mozga i svi kemijski spojevi koji su ranije opisani.

Dakle, ako želite ostvariti sve dobrobiti zdravog seksualnog odnosa i orgazma, nemojte glumiti.

Kao što možemo vidjeti, nema nekog posebnog centra u mozgu za seks. Različite regije, poput limbičkog sustava i kore velikog mozga, uključene su i jednako su važne u objašnjenju procesa seksualnog odgovora, u inicijaciji, organizaciji i kontroliranju seksualnosti. Kao što je rečeno na početku ovog dijela poglavlja, mozak interpretira različite osjetilne podražaje, no treba uzeti u obzir da se to događa kroz filter našeg odgoja i kulture u kojoj živimo. Zajedničkim interakcijskim djelovanjem bioloških i kulturalnih faktora nastaje ukupni doživljaj seksualnosti.

### Mozak u ljubavnoj boli

Koliko god imali književnih i umjetničkih dijela o ljubavnom zanosu dvoje ljudi, toliko imamo i pjesama i priča o nesretnim ljubavima i emocionalno razornim razdobljima prekida. Kada smo u nekog zaljubljeni i kada tu osobu volimo, tada se ona bez plaćanja stanarine „useli“ u naš um. To znači da misli i osjećaji o toj osobi okupiraju naše živčane putove, „ukorijene se, zalijepe i ostanu“ u našim neuronima i sinapsama, kako slikovito kaže autor Amen. Nama to odgovara ako je ljubav sa sretnim završetkom, međutim ako prekinemo odnos, ako nam draga osoba premine, tj. ako iz bilo kojeg razloga više nismo s voljenom osobom, tada naš mozak postane zbunjen i dezorijentiran. Autorica Fisher i njezini suradnici u radu objavljenom 2010. sugeriraju da ljubavni odnos i zaljubljenost dijele iste aktivacijske sustave u mozgu kao i ovisnost o kokainu te je stoga lakše razumjeti snagu opsjednutosti koju zaljubljenost, a osobito prekid, može imati na psihičko stanje osobe. Riječ je o tome da se nakon prekida aktiviraju subkortikalna i kortikalna područja koja se povezuju s ovisničkom žudnjom, a pritom je osobito aktivan *nukleus akumbens*. Inače je poznato da je pretjerana aktivnost limbičkog sustava povezana s niskim razinama serotonina, a time i s depresivnim raspoloženjima. U skladu s tim, možemo imati problema sa spavanjem, apetitom i smanjenim životnim zadovoljstvom, koji su nerijetko simptomi prekida ljubavnog odnosa. Osim toga, psihička bol postaje i fizička najvjerojatnije zbog manjka endorfina.

Čak i ako se dogodi da nas je u ljubavnim igrama odbila osoba u koju smo

se zaljubili, u mozgu se aktiviraju ista područja kao i onima kojima je partner preminuo, te smo u procesu tugovanja. Kod nesretno zaljubljenih dolazi do smanjenja aktivnosti dijela mozga koji je zadužen za nagrađivanje, motivaciju i emocije i koji je bogat receptorima oksitocina i vazopresina. To zapravo znači da se javlja razočaranje u ljubav, nelagoda, žaljenje, ukratko – ljubavna bol. Nerijetko u tim prvim fazama prekida pojedinci posegnu za alkoholom ili drugim načinima rješavanja boli poput droge, pretjeranog rada ili usputnih seksualnih odnosa. Kako bi Daniel Amen rekao, razdoblje nakon prekida stanje je kada smo neurokemijski izvan sebe. Postoje različiti psihološki savjeti i načini kako preboljeti drugu osobu. Nekad odlazak psihoterapeutu može pomoći da u tom procesu ostanemo u zdravom odnosu sa samim sobom.

\*\*\*

Vidjeli smo u ovom poglavlju o mozgu u ljubavi i seksu da je možda mozak, kako kaže Emily Dickinson, mnogo veći od neba. Iako znamo dosta o tome što se događa kad se zaljubimo i kad smo u ljubavnom odnosu i zanosu, mnoga pitanja o određenim funkcijama mozgovnih regija ostaju otvorena za daljnja istraživanja. Poznajemo kemiju privlačnosti, ljubavi i seksa, ali još uvijek ne znamo sa sigurnošću zašto nas privlači baš određena osoba, a ne neka druga. Međutim, treba napomenuti da istraživanja u području evolucijske psihologije sve više izdvajaju ključne čimbenike u odabiru partnera. Hoće li takve spoznaje umanjiti misterioznost ljubavi, pokazat će vrijeme.

## Zaključci

1. Neuroznanstvenim istraživanjima otkriveni su neurokemijski procesi koji su uključeni u različite aspekte ljudske seksualnosti. Romantična bi se ljubav mogla lokalizirati u subkortikalne i kortikalne regije mozga koje su zadužene za nagrađivanje, motivaciju i emocije. Na pitanje je li zaljubljenost emocija ili motivacijski poriv, može se zaključiti da je ipak riječ o porivu koji je usmjeren cilju.
2. Sa stajališta mozgovnih mehanizama koji se aktiviraju, romantična se ljubav može opisati u tri stadija: stadij požude i privlačnosti, stadij zaljubljenosti i stadij privrženosti.
3. Spolni hormoni igraju značajnu ulogu u seksualnoj privlačnosti i požudi. Testosteron ima važnu ulogu u spolnom nagonu, pa njegov manjak dovodi do smanjenja seksualnog nagona. Uloga estrogena kompleksnija je i očituje se u samom seksualnom odgovoru i utjecaju na spolni nagon. Neki simptomi menopauze, poput stanjivanja tkiva vagine i slabljenja lubrikacije, pripisuju se nedostatku tog hormona. Poznato je da estrogena terapija pojačava lubrikaciju, povećava seksualnu želju i zadovoljstvo te potiče dobro raspoloženje koje omogućava ženama da budu seksualno receptivnije. Feromoni također utječu na privlačnost, iako su još uvijek misterij za znanost.
4. Neuroprijenosnici koji se pojačano luče kad smo zaljubljeni jesu noradrenalin, dopamin i osobito feniletilamin. Njihovi učinci u živčanom sustavu slični su učincima amfetamina. Kombinacija visoke razine dopamina i niske razine serotonina tijekom zaljubljenosti dovodi se u vezu s opsesivnim mislima i visokom motiviranosti da budemo s voljenom osobom.
5. Kod seksualne privlačnosti i dugotrajne ljubavne veze aktiviraju se dvije značajne regije mozga, tj. ventralni striatum i područje inzule, dok je u predanom ljubavnom odnosu intenzivnije aktivna inzula, ali ne i ventralni striatum. Na osnovi navedenog, na neuronskoj je razini moguće razlikovati strastveno obožavanje i predani ljubavni odnos.
6. Hormonalnu osnovu privrženosti u ljubavnom odnosu čine hormoni oksitocin i vazopresin, koje sintetiziraju hipotalamičke jezgre. Za seksualno ponašanje posebice je važno medijalno preoptičko područje hipotalamusa. Pojačana aktivnost limbičkog sustava, posebice amigdale, događa se u

vrijeme orgazma i gledanja erotskih sadržaja. Seksualne fantazije kao produkti kortikalnih regija također doprinose seksualnom uzbuđenju i doživljaju orgazma. Sažeto se može kazati da su hipotalamičke jezgre te različite regije limbičnog sustava i kore velikog mozga važne u samom procesu seksualnog odgovora, inicijaciji, organizaciji i kontroliranju seksualnosti.

7. Prekid ljubavnog odnosa aktivira regije mozga koje se povezuju s ovisničkom žudnjom. Pritom je osobito aktivna jezgra *nukleus akumbens*. Najvjerovatnije zbog manjka endorfina psihička bol nakon prekida odnosa postaje i fizička.

### **Testirajte se**

1. Opišite uloge ventralnog striatuma i inzule u seksualnoj privlačnosti i dugoročnoj ljubavnoj vezi.
2. Kako razine serotonina utječu na raspoloženje i na zaljubljenost?
3. Imenujte sastojak čokolade koji u mozgu djeluje kao neuromodulator koji se povezuje s osjećajem ugone i zaljubljenosti?
4. Za koji se hormon može reći da ima svoju „svijetlu“, ali i „tamnu“ stranu i zašto?
5. Koje je evolucijsko objašnjenje sindroma „okrenuti se i zaspati“?
6. Koji su kemijski mehanizmi odgovorni za psihičku bol nakon prekida ljubavne veze?

### **Preporučena dodatna literatura**

- AMEN, D. G. (2008). *Seks i mozak*. Zagreb: V.B.Z.
- BARTLES, A., & Zeki, S. (2000). The neural basis of romantic love, *Neuro-Report*, 11(17), 3829-3834.
- EINSTEIN, G. (2007). *Sex and the Brain*. Cambridge, MA: MIT Press.
- FISHER, H. E. (2004). *Why we love: The nature and chemistry of romantic love*. NYC: Henry Holt & Company.
- KOMISARUK, B., BEYER-FLORES, C., & WHIPPLE, B. (2006). *The science of orgasm*. Baltimore, MD: Johns Hopkins University Press.

## Važni pojmovi

**Adrenalin** → Hormon srži nadbubrežne žlijezde. Djelovanje mu je slično djelovanju simpatikusa, a uključuje ubrzanje rada srca, širenje zjenica, povećanje razine glukoze u krvi te druge promjene kojima se organizam priprema za reakciju „bori se ili bježi“. Neki neuroni središnjeg živčanog sustava također oslobađaju adrenalin kao neuroprijenosnik.

**Dehidroepiandrosteron** → Hormon koji sudjeluje u sintezi drugih steroidnih hormona (estrogeni, testosteron i sl.) te ga se zbog toga i naziva „majkom hormona“.

**Dopamin** → Neuroprijenosnik središnjeg živčanog sustava čiji se učinci povezuju s kontrolom motorike, nastankom ugone, euforije, a povezan je i s regulacijom rada endokrinog sustava. Opojne droge povećavaju razinu tog neuroprijenosnika u mozgu.

**Endorfini** → Neuroprijenosnici i neuromodulatori središnjeg živčanog sustava. Kao endogeni opijati sudjeluju u kontroli boli.

**Estrogeni** → Spolni hormoni. Tim se terminom nazivaju tri kemijski slične skupine steroidnih hormona (estradiol, estriol i estron). Najveću količinu estrogena proizvode jajnici.

**Feniletilamin** → Neuromodulator i neuroprijenosnik u središnjem živčanom sustavu. Može se pronaći u čokoladi, a često se naziva „drogom ljubavi“.

**Feromoni** → Složeni organski spojevi čija je funkcija izazivanje posebnih reakcija, poput seksualne privlačnosti, kod pripadnika iste vrste. Popularno ih se naziva „mirisima seksa“.

**Limbički sustav** → Dio prednjeg mozga koji sudjeluje u usmjeravanju nagona i seksualnom ponašanju. O drugim funkcijama limbičkog sustava i dijelovima koji ga čine vidjeti važne pojmove u prvom poglavlju.

**Noradrenalin** → Hormon srži nadbubrežne žlijezde i neuroprijenosnik koji proizvode neka vlakna vegetativnog sustava. Ubrzava rad srca, povećava krvni tlak te izaziva druge vegetativne promjene. Danas se njegova uloga izučava u regulaciji sna, raspoloženja, pripremi organizma za reakciju „bori se ili bježi“ te u usmjeravanju pažnje.

**Oksitocin** → Hormon koji stvaraju neuroni paraventricularne jezgre hipotalamusa. Mjesto njegove pohrane je neurohipofiza. Naziva se i „hormonom ljubavi“, a ima širok spektar djelovanja, od pojave trudova do emocionalne

povezanosti.

**Serotonin** → Neuroprijenosnik središnjeg živčanog sustava s mnogobrojnim funkcijama poput regulacije tjelesne temperature, apetita, spavanja, raspoloženja, suzbijanja boli.

**Prolaktin** → Hormon adenohipofize čiji se glavni učinci odnose na stvaranje i lučenje mlijeka.

**Testosteron** → Spolni hormon koji u većim količinama izlučuju testisi, a u manjim količinama jajnici i nadbubrežne žlijezde. Popularno ga se naziva hormonom „koji pokreće“.

**Vazopresin** → Hormon koji stvaraju neuroni supraoptičke jezgre hipotalamusa. Mjesto njegove pohrane je neurohipofiza. Povećava apsorpciju vode iz bubrežnih kanalića u krv. U većim količinama izaziva suženje krvnih žila i povećanje krvnog tlaka.

## LITERATURA

- AMEN, D. G. (2008). *Seks i mozak*. Zagreb: V.B.Z.
- ARGIOLAS, A. (1999). Neuropeptides and sexual behavior. *Neuroscience Biobehavioral Review*, 23, 1127-1142.
- ARNOW, B. A., DESMOND, J. E., BANNER, L. L., BLOVER, G. H., SOLOMON, A., POLAN, M. L., LUE, T.F., & ATLAS, S. W. (2002). Brain activation and sexual arousal in healthy, heterosexual males. *Brain*, 125, 1014-1023.
- ARON, A., FISHER, H., MASHEK, D. J., STRONG, G., LI, H., & BROWN, L. L. (2005). Reward, motivation, and emotion systems associated with early-stage intense romantic love. *Journal of Neurophysiology*, 94(1), 327-337.
- BAHRICK, A. (2008). Persistence of sexual dysfunction side effects after discontinuation of antidepressant medications: Emerging evidence. *Open Psychology*, 1, 42-50.
- BANCROFT, J. (2005). The Endocrinology of Sexual Arousal. *Journal of Endocrinology*, 186, 411-427.
- BARTLES, A., & ZEKI, S. (2000). The neural basis of romantic love. *NeuroReport*, 11(17), 3829-3834.
- BARTLES, A., & ZEKI, S. (2004). The neural correlates of romantic love. *NeuroImage*, 21, 1155-1166.
- BIANCHI-DEMICHELI, F., GRAFTON, S. T., & ORTIGUE, S. (2006). The power of love on the human Brain. *Social neuroscience*, 1(2), 90-103.
- BRIZENDINE, L. (2009). *Ženski mozak*. Zagreb: Profil International.
- BRIZEDINE, L. (2010). *Muški mozak*. Zagreb: Profil International.
- CACIOPPO, S., BIANCHI-DEMICHELI, F., PFATUS, J., & LEWIS, J. (2012). The common neural bases between sexual desire and love: A multilevel kernel density fMRI analysis. *Journal of Sexual Medicine*, 9(4), 1048-1054.
- CONLEY, T. D. (2011). Perceived proposer personality characteristics and gender differences in acceptance of casual sex offers. *Journal of Personality and Social Psychology*, 100(2), 309-329.

- CROOKS, R., & BAUR, K. (2014). *Our Sexuality*. Belmont, USA: Wadsworth, Cengage Learning.
- DOTY, R. L. (2010). *The great pheromone myth*. Baltimore, MD: The Johns Hopkins University Press.
- EINSTEIN, G. (2007). *Sex and the Brain*. Cambridge, MA: MIT Press.
- EMANUELE E., Politi P., Bianchi M., Minoretti P., Bertona M., & Geroldi D. (2006). Raised plasma nerve growth factor levels associated with early-stage romantic love. *Psychoneuroendocrinology*, *31*, 288-294.
- EMANUELE, E. (2011). NGF and romantic love. *Archives Italiennes de Biologie*, *149*, 265-268.
- FERDENZI, C., DELPLANQUE, S., ATANASSOVA, R., & SANDER, D. (2016). Androstadienone's influence on the perception of facial and vocal attractiveness in not sex specific. *Psychoneuroendocrinology*, *66*, 166-175.
- Fisher, H. E., Aron, A., Mashek, D., Li, H., & Brown, L.L. (2002). Defining the brain systems of lust, romantic attraction, and attachment, *Archives of Sexual Behavior*. *31*(5), 413-419.
- FISHER, H. E. (2004). *Why we love: The nature and chemistry of romantic love*. NYC: Henry Holt & Company.
- FISHER, H. E., ARON, A., & BROWN, L. L. (2005). Romantic love: an fmri study of a neural mechanism for mate choice. *Journal of Comparative Neurology*, *493*, 58-62.
- FISHER, H. E., BROWN, L.L., ARON, A., STRONG, G., & MASHEK, D. (2010). Reward, Addiction, and Emotion Regulation Systems Associated With Rejection in Love. *Journal of Neurophysiology*, *104*, 51-60.
- FISHER, H. E. (2016). *Anatomy of Love: A Natural History of Mating, Marriage, and Why We Stray*. NYC: Norton & Company.
- FISHER, T. (2012). What sexual scientists know about gender differences and similarities in sexuality, The Society for the Scientific Study of Sexuality, [www.sexscience.org/preuzeto](http://www.sexscience.org/preuzeto) 10. listopada 2016.
- GEHER, G., & KAUFMANN, S. B. (2013). *Mating Intelligence Unleashed: The Role of the Mind in Sex, Dating, and Love*. NYC: Oxford University Press.
- GIARGIARI, T., MAHAFFEY, A., CRAIGHEAD, W., & HUTCHISON, K. (2005). Appetitive responses to sexual stimuli are attenuated in individuals with low levels of sexual desire. *Archives of Sexual Behavior*, *34*, 547-557.

- GOLDBERG, W., & LEYNER, M. (2006). *Why do men fall asleep after sex?* New York: Crown Publishing Group.
- HALL, S. A., SHACKELTONE, R., ROSEN, R.C., & ARAUJO, A. (2010). Sexual activity, erectile dysfunction, and incident cardiovascular events. *American Journal of Cardiology*, *105*(2), 192-197.
- HAMANN, S., HERMAN, R. A., NOLAN, C. L., & WALLEN, K. (2004). Men and women differ in amygdala response to visual sexual stimuli. *Nature Neuroscience*, *7*, 411-416.
- HIRSCH, A. R., & GRUSS, J. Human male sexual responses to olfactory stimuli. <http://anos.org/human-male-sexual-response-to-olfactory-stimuli/> preuzeto 10. listopada 2016.
- HOLSTEGE, G., GEORGIADIS, J. R., PAANS, A. M. J., MEINERS, L. C., VAN DER GRAFF, F. H. C. E., & REINDERS, A. A. T. S. (2003). Brain activation during human male ejaculation. *Journal of Neuroscience*, *23*(27), 9185-9193.
- HULL, E. M, LORRAIN, D. S., DU, J., MATUSZEWICH, L., LUMLEY, L. A., PUTNAM, S. K., & MOSES, J. (1999). Hormone–neurotransmitter interactions in the control of sexual behavior, *Behavioral Brain Research*, *105*, 105-116.
- HYDE, J. S., DELAMETER, J.D. & BYERS, E. S. (2010). *Understanding Human Sexuality*. Toronto, ON: McGraw-Hill Ryerson.
- KARANDASHEV, V. (2015). A cultural perspective on romantic love. *Online Readings in Psychology and Culture*, *5*(4), 1-21.
- KARAMA, S., LECOURE, A.R., LEROUX, J. M., BOURGOUIN, P., JOUBERT, S., & BEAUREGARDS, M. (2002). Areas of brain activation in males and females during viewing of erotic film excerpts. *Human Brain Mapping*, *16*, 1-13.
- KOMISARUK, B., BEYER-FLORES, C., & WHIPPLE, B. (2006). *The Science of Orgasm*. Baltimore, MD: Johns Hopkins University Press.
- LE MERRER, J., BECKER, J. A. J., BEFORT, K., & KIEFFER, B. L. (2009). Rewards Processing by the Opioid System in the Brain. *Physiological Reviews*, *89*(4), 1379-1412.
- MAGON, N., & KALRA, S. (2011). The orgasmic history of oxytocin: Love, just, and labor. *Indian Journal of Endocrinology and Metabolism*, *15*(3), 156-161.

- ORTIGUE, S., BIANCHI-DEMICHELI, F., PATEL, N., FRUM, C., & LEWIS, J. W. (2010). Neuroimaging of love: fMRI meta-analysis evidence toward new perspectives in sexual medicine. *The Journal of Sexual Medicine*, 7(11), 3541-3552.
- PAREDES, R., & BAUM, M. (1997). Role of the medial preoptic area/anterior hypothalamus in the control of masculine sexual behavior. *Annual Review of Sex Research*, 8, 68-101.
- PINEL, J. P. (2002). *Biološka psihologija*. Jastrebarsko: Naklada Slap.
- POTTS, G. (2008). Your brain on love: the three stages to euphoria. *Oakland Journal*, 15, 16-27.
- RAKO, S. (1996). *The hormone of desire*. New York: Harmony Books.
- SAVIC, I., BERGLUND, H., GULYAS, B., & ROLAND, P. (2001). Smelling odorous sex hormone-like compounds causes sex differentiated hypothalamic activations in humans. *Neuron*, 31(4), 661-668.
- SAVIC, I., BERGLUND, H., & LINDSTROM, P. (2005). Brain responses to putative pheromones in homosexual men. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 102, 7356-7361.
- SCHOLEY, A., & OWEN, L. (2013). Effects of chocolate on cognitive function and mood: A systematic review. *Nutrition Review*, 71(10), 665-681.
- Shah, N., & Breedlove, S. (2007). Behavioural neurobiology: Females can also be from Mars. *Nature*, 448, 999-1000.
- SHAMAY-TSOORY, S. G., & YOUNG, L. J. (2016). Understanding the Oxytocin system and Its Relevance to Psychiatry. *Journal of Psychiatric Neuroscience and Therapeutics*, 79 (3), 150-152.
- SHAMAY-TSOORY, S. G., FISCHER, M., DVASH, J., HARARI, H., PERACH-BLOOM, N., & LEVKOVITZ, Y. (2009). Intranasal administration of oxytocin increases envy and schadenfreude (gloating). *Biological Psychiatry*, 66(9), 864-870.
- STARK, C. (2005). Behavioral effects of stimulation of the medial amygdala in the male rat are modified by prior experience. *Journal of General Psychology*, 132, 207-224.
- SUKEL, K. (2013). *This Is Your Brain on Sex. The Science Behind the Search for Love*. NY: Simon & Shuster Paperbacks.
- TARLACI, S. (2012). The Brain in Love: Has Neuroscience Stolen the Secret of Love? *NeuroQuantology*, 10(4), 744-753.

- TOUHARA, K., & VOSSHALL, L. (2009). Sensing odorants and pheromones with chemosensory receptors. *Annual Review of Physiology*, 71, 307-332.
- WHIPPLE, B., & KOMISARUK, B. (1999). Beyond the G spot: Recent research on female sexuality. *Psychiatric Annals*, 29, 34-37.
- WHIPPLE, B., & KOMISARUK, B. (2006). Where in the brain is a woman's sexual response? Laboratory studies including brain imaging during orgasm. *Journal of Sex Research*, 43, 29-30.
- WILSON, J. (2003). *Biological foundations of human behavior*. Belmont, CA: Wadsworth/Thomson Learning.
- WYATT, T. D. (2015). The search for human pheromones: The lost decades and the necessity of returning to first principles. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 282, 1-9.
- WYSOCKI, C. J., & PRETI, G. (2004). Facts, fallacies, fears, and frustrations with human pheromones. *The Anatomical Record*, 281A, 1201-1211.
- YOUNG, L. J. (2013). When too much of good thing is bad: chronic oxytocin, development, and social impairments. *Biological Psychiatry*, 74(3), 160-161.
- ZEKI, S., The neurobiology of love. *FEBS Letter*, 581(14), 2575-2579.