

# Neurobiološki temelji partnerskih odnosa

---

Karin, Ana

Undergraduate thesis / Završni rad

2023

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://um.nsk.hr/um:nbn:hr:142:126943>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-04**



**FILOZOFSKI FAKULTET**  
SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

Repository / Repozitorij:

[FFOS-repository - Repository of the Faculty of Humanities and Social Sciences Osijek](#)



Sveučilište J.J. Strossmayera u Osijeku  
Filozofski fakultet Osijek  
Jednopedmetni prijediplomski studij Psihologije

Ana Karin

**Neurobiološki temelji partnerskih odnosa**

Završni rad

Mentorica: doc. dr. sc. Irena Pavela Banai

Osijek, 2023.

Sveučilište J.J. Strossmayera u Osijeku  
Filozofski fakultet Osijek  
Odsjek za psihologiju  
Jednopredmetni prijediplomski studij Psihologije

Ana Karin

**Neurobiološki temelji partnerskih odnosa**

Završni rad

Društvene znanosti, polje psihologija, grana biološka psihologija

Mentorica: doc. dr. sc. Irena Pavela Banai

Osijek, 2023.

## IZJAVA

Izjavljujem s punom materijalnom i moralnom odgovornošću da sam ovaj rad samostalno napisao/napisala te da u njemu nema kopiranih ili prepisanih dijelova teksta tuđih radova, a da nisu označeni kao citati s navođenjem izvora odakle su preneseni.

Svojim vlastoručnim potpisom potvrđujem da sam suglasan/suglasna da Filozofski fakultet u Osijeku trajno pohrani i javno objavi ovaj moj rad u internetskoj bazi završnih i diplomskih radova knjižnice Filozofskog fakulteta u Osijeku, knjižnice Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku i Nacionalne i sveučilišne knjižnice u Zagrebu.

U Osijeku, 11. rujna, 2023.



---

Ana Karin, 0119051519

## Sadržaj

|   |    |
|---|----|
| 1. Uvod.....  | 1  |
| 2. Definiranje ljubavi.....   | 2  |
| 2.2. Ljubav iz evolucijske perspektive .....                                | 3  |
| 2.2.1. Socio-evolucijska teorija.....                                       | 5  |
| 3. Ljudska privrženost .....  | 6  |
| 3.1. Neurobiologija privrženosti u partnerskim odnosima .....               | 6  |
| 4. Neurobiološke promjene na početku romantične veze .....                  | 8  |
| 4.1. Sustav nagrađivanja .....  | 9  |
| 4.2. Povezanost ljubavi i seksualne želje.....                              | 10 |
| 5. Neurobiologija dugotrajnih partnerskih odnosa .....                      | 12 |
| 5.1. Dodir kao mehanizam održavanja partnerskih odnosa.....                 | 13 |
| 6. Neurobiologija nakon prekida partnerskih odnosa i gubitka partnera ..... | 15 |
| 7. Zaključak.....   | 17 |
| 8. Literatura .....   | 19 |

## **Sažetak**

U ovom radu predstavljene su različite definicije i vrste ljubavi koje su pojavljuju u partnerskim odnosima. Opisane su osnove razlike između partnerske i strastvene ljubavi te razlike između ostalih vrsta ljubavi u okviru trodijelne teorije ljubavi. Izravna uloga partnerske i strastvene ljubavi prikazana je iz evolucijske perspektive koja ujedno nudi objašnjenja spolnih razlika u specifičnim strategijama koje muškarci i žene koriste pri odabiru partnera. Uz romantičnu ljubav, za partnerske odnose iznimno je važan sustav privrženosti čija je uloga i razvojna perspektiva objašnjena u kontekstu teorije privrženosti i značajnih nalaza dobivenih neurobiološkim istraživanjima. S obzirom da se značajno povećao broj istraživanja o neuralnim procesima koji se zbivaju u partnerskim odnosima, u radu su predstavljene promjene u neurotransmitterskom i neuroendokrinom sustavu u ranoj fazi romantične veze te je objašnjena uloga sustava nagrađivanja i dopaminskog signaliziranja koji su ključni za stvaranje i održavanje partnerskih odnosa. Budući da su otkrića u neuroznanosti dovela do identifikacije specifičnih područja mozga koja su uključena u iskustvo ljubavi i seksualne želje, raspravlja se i o neurobiološkim sličnostima i razlikama između ta dva iskustva. U završnom dijelu ovog rada opisane su neurokemijske promjene te specifične moždane aktivacije koje se zbivaju nakon prekida romantične veze i nakon gubitka partnera.

**Ključne riječi:** romantična ljubav, evolucijski mehanizmi ljubavi, obrasci privrženosti, dopaminsko i oksitocinsko signaliziranje, tuga zbog prekida i gubitka partnera

## 1. Uvod

Pronalaženje partnera i uspostavljanje zadovoljavajuće romantične veze središnji su ciljevi za većinu ljudi u gotovo svim kulturama (Reis i Downey, 1999). Naime, sposobnost davanja i primanja ljubavi te održavanja partnerskih veza sve se više prepoznaje kao ključan aspekt za ljudski napredak, dobrobit, fizičko i mentalno zdravlje te bolje starenje (Vaillant, 2012). Nekoliko utjecajnih teorija u psihologiji predlaže kako ljubav ima različite dimenzije (Fletcher i sur., 2015). Prema jednoj, u romantičnom odnosu postoje dvije dimenzije ljubavi, strast i predanost (Hatfield i Rapson, 2000). Sternbergova (1986) trodijelna teorija ljubavi pak postavlja tri različite dimenzije u partnerskom odnosu, strast koja privlači partnere jedno drugome, bliskost koja stvara međuovisnost povezujući partnere emocionalno i ponašajno te odanost koja drži partnere zajedno tijekom vremena. S druge strane, evolucijska teorija ljubavi sadrži ključnu značajku koja nedostaje neevolucijskim teorijama ljubavi, a to je pretpostavka o ulozi ljubavi u rješavanju specifičnih adaptivnih problema s kojima su se ljudi suočavali u prošlosti kako bi se maksimalizirao reproduktivni uspjeh (Buss, 2019). U kontekstu partnerskih odnosa, od velike je važnosti i mehanizam privrženosti koji osigurava održavanje čvrstih veza među pojedincima. Značajan nalaz za partnerske odnose jest da obrasci privrženosti i ponašnja doživljeni rano u životu modeliraju obrasce privrženosti u partnerskim odnosima (Weaver i sur., 2004; Abraham i sur., 2016).

Proučavanje neurokemije u područjima mozga koja se aktiviraju tijekom romantične ljubavi, posebno oksitocina, dopamina i serotonina doprinijelo je razumijevanju neurobiološke osnove ljubavi te ponašajnih, kognitivnih i emocionalnih promjena koje posreduju u partnerskom povezivanju (Zeki, 2007). Ljubav i privrženost usko su povezani s moždanim signaliziranjem u limbičkom sustavu i područjima bogatim dopaminom, što stvara osjećaje zadovoljstva i ugone, koji protiču održavanje partnerskih odnosa (Esch i Stefano, 2005). Osim partnerskog povezivanja, ljudi se suočavaju i s prekidima romantične veze te gubitkom partnera (de Boer i sur., 2012). Tuga zbog romantičnog prekida ili gubitka partnera predstavlja složeno emocionalno stanje koje aktivira regije mozga uključene u emocionalnu obradu, mentalizaciju, epizodno vraćanje sjećanja te autonomnu regulaciju (Gündel i sur., 2003). Konačno, znanja dobivena neurobiološkim istraživanjima mogu pomoći u boljem razumijevanju psiholoških mehanizama koji se javljaju u partnerskim odnosima (Ortigue i sur., 2010). Konkretno, razumijevanje moždanih mreža koje se aktiviraju u ljubavi, privrženosti i seksualnoj želji može pomoći liječnicima, psiholozima i terapeutima u boljem shvaćanju problema u partnerskim odnosima, emocionalnog i seksualnog ponašanja te promjena koje se događaju nakon prekida veze ili gubitka partnera (Komisaruk i Whipple, 1998). Slijedom navedenog, u ovom radu prikazan je pregled istraživanja u navedenim

područjima u svrhu obuhvatnijeg opisa i boljeg razumijevanja neurobiološke osnove partnerskih odnosa.

## **2. Definiranje ljubavi**

Ljubav u znanosti predstavlja višedimenzionalni konstrukt koji ima mnogo definicija s različitim tumačenjima i implikacijama (Carter, 1988). Sama riječ „ljubav“ etimološki potječe od riječi koje se odnose na želju, čežnju i zadovoljstvo te ima zajednički korijen s libidom (Komisaruk i Whipple, 1998; Onions, 1966; Shipley, 1945). Stoga neki istraživači ljubav tumače kao zadovoljenje čežnje koja je povezana s fenomenima nagrade i zadovoljstva (Esch i Stefano, 2005). U tom kontekstu, ljubav se često definira kao želju za ulaskom, održavanjem i proširenjem bliskog i trajnog odnosa s drugom osobom (Reis i Aron, 2008). Međutim, većina neurobiološki orijentiranih znanstvenika u području istraživanja ljubavi usvaja pristup kojem je primarni cilj razumijevanje kognitivnih, emocionalnih i bihevioralnih procesa u ljubavi te njezine neurohormonalne podloge (Reis i Aron, 2008). U tom smislu, ističe se definicija prema kojoj je ljubav složeno emocionalno stanje koje uključuje kemijske, kognitivne i cilju usmjerene ponašajne procese. Navedena se definicija odnosi na različite vrste ljubavi, pa tako i na strastvenu ljubav i partnersku ljubav (Bianchi-Demicheli i sur., 2006).

U romantičnom odnosu ističu se dvije vrste ljubavi, strastvena i partnerska ljubav, koja se još navodi i kao „ljubav“ (Hatfield i Rapson, 2000; 2002). Iako se strastvena i partnerska ljubav mogu doživjeti istovremeno, uglavnom na početku veze, između njih postoje razlike (Ortigue i sur., 2010). Strastvena ljubav obično se definira kao stanje intenzivne čežnje za sjedinjenjem s drugim, koju karakterizira motivirano i cilju usmjereno mentalno stanje (Aron i sur., 2005). Naime, strastvena ljubav ima iskustvene kvalitete jakih emocija, povezana je s intenzivnim uzbuđenjem te je obično pobuđena prisutnošću voljene osobe. Strastvena ljubav često je povezana s intenzivnom željom za bliskošću i kontaktom te idealiziranom percepcijom voljene osobe. Pretpostavka je da strastvena ljubav postoji kako bi preraspodijelila energiju i pozornost na potencijalne partnere za seksualni odnos (Reis i Aron, 2008). U usporedbi sa strastvenom ljubavlju, partnerska ljubav je manje intenzivna. Partnerska ljubav često se opisuje kao ljubav prijateljstva (Hatfield i Rapson, 1996). Naime, partnerska ljubav se odnosi na osjećaje intimnosti i naklonosti koje osoba osjeća prema drugoj osobi do koje joj je stalo. Partnersku ljubav ljudi mogu doživljavati u neseksualnim vezama kao što je blisko prijateljstvo ili u partnerskim vezama koje su popraćene snažnim osjećajima intimnosti, ali bez visoke pobuđenosti koja je tipična za strastvenu ljubav (Aronson i sur., 2005). Značajni dokazi koji podupiru osnovnu razliku između



strastvene i partnerske ljubavi potječu iz raznih istraživačkih metoda (Reis i Aron, 2008), a ove dvije tipologije prihvaćene su kao valjana konceptualizacija ljubavi neovisno o dobi, spolu i kulturi (Hatfield i Rapson, 1996).

Jednostavna dihotomija dviju vrsta ljubavi za neke znanstvenike nije bila zadovoljavajuća (Aron i sur., 2005). Značajnom za ovu problematiku pokazala se Sternbergova (1986) trodijelna teorija ljubavi koja opisuje različite vrste ljubavi na temelju tri različite komponente: bliskosti, strasti i odanosti. Bliskost je često najdublja komponenta u odnosu koja obično počinje samootkrivanjem i uključuje dijeljenje emocija i osobnih priča s partnerom. Takvo dijeljenje rezultira osjećajem povezanosti s partnerom i vjerojatno će se doživjeti kao osjećaj topline u odnosu. Bliskost se može promatrati kao temelj ljubavi koji se polako razvija emocionalnim ulaganjem u partnerski odnos. Druga komponenta, strast, uključuje uzbuđenje, seksualnu privlačnost i seksualni interes za partnera te je uglavnom izraz želja i potreba. Ovi nagoni djeluju kao izvori motivacije koji dovode do fizičke privlačnosti, romantike i seksualnog ponašanja. Međutim, strast nije samo ograničena na fizičko jer također može uključivati samopoštovanje i brigu. Za razliku od bliskosti, psihološko i fiziološko uzbuđenje kod strasti obično se razvija brže, ali isto tako brzo može i nestati. Treća komponenta, odanost, iskazuje se kao odluka o voljenju partnera te izražava partnerovu dugoročnu predanost i želju da se odnos održi (Anderson, 2016). Prema ovoj teoriji, tri komponente mogu djelovati neovisno ili u različitim kombinacijama kako bi proizvele različite vrste ljubavi, kao što su: romantična ljubav, prijateljska ljubav, prazna ljubav, strastvena ljubav, potpuna ljubav. Svaka vrsta ljubavi uključuje barem jednu komponentu. Primjerice, romantična ljubav se sastoji od bliskosti i strasti, ali joj nedostaje odanosti, dok se partnerska sastoji od visoke bliskosti i odanosti, ali ne i strasti. Relativni naglasak svake komponente mijenja se tijekom vremena kako se razvija partnerski odnos, a manje je vjerojatno da će opstati onaj koji se temelji na jednoj komponenti, nego onaj koji se temelji na dvije ili tri. Potpuno razvijena ljubav obično se definira kao kombinacija sva tri elementa. Potpuna ljubav smatra se idealom ljudske ljubavi kojem većina teži, no dostizanje tog cilja često je puno lakše nego njegovo održavanje. Konačno, trodijelna teorija ljubavi pruža osnovu za razumijevanje mnogih vrsta ljubavi koje se pojavljuju u romantičnim odnosima, a poznavanje komponenti ljubavi može pomoći parovima da izbjegnju zamke u svojoj vezi, porade na područjima koja trebaju poboljšanja ili da prepoznaju kada bi moglo doći vrijeme za kraj veze (Sternberg, 1986).

## **2.2. Ljubav iz evolucijske perspektive**

Uvođenje evolucijskog pristupa u proučavanje partnerskih odnosa doprinijelo je razumijevanju ljudskog ponašanja u ljubavi (Buss i Kenrick, 1998; Hazan i Diamond, 2000).

Prema evolucijskom tumačenju, romantična ljubav ključna je za opstanak ljudske vrste, a definira se kao uspostavljanje odnosa s partnerom, koji je specifično odabran obično među pojedincima izvan obitelji (Hazan i Shaver 1987). Prema evolucijskom pristupu ljubavi, partnerske veze između dvoje ljudi razvile su se kao sustav držanja partnera tijekom vremena koje je potrebno za podizanje potomstva (Fisher, 1998). Naime, kako bi dijete preživjelo ono zahtijeva intenzivnu brigu i njegu tijekom mnogo godina (Finkel i Eastwick, 2015). Primarni mehanizam kojim je evolucija osigurala poticanje takve brige je razvijanje duboke emocionalne povezanosti između majke i oca (Eastwick i sur., 2014; Fletcher i sur., 2015; Stewart-Williams i Thomas, 2013; Eastwick, 2009; Hazan i Diamond, 2000). Ova veza motivirala je majke i očeve da razviju dugoročan odnos utemeljen na uzajamnoj ljubavi i privrženosti, a imala je i dodatnu korist jer je očeva pomoć olakšala majkama opskrbu visokokvalitetnom hranom i zaštitu zaliha hrane od neprijatelja. Smatra se da je takvo očevo ulaganje povećavalo vjerojatnost preživljavanja potomstva (Finkel i Eastwick, 2015). Konačno, romantična ljubav se u kontekstu evolucijske psihologije smatra strategijom koja omogućuje da se prevlada neofobija i da se stvori snažna, često doživotna veza (Marazziti i Baroni, 2012), koja drži partnere vezane jedno za drugo kako bi se mogli zajednički brinuti za svoje potomstvo (Fisher, 1998; Eastwick, 2009; Fletcher i sur., 2015).

Uloga strastvene i partnerske ljubavi dokazana je znanstvenim razmatranjima koja ukazuju da su obje vrste ljubavi pomogle ljudima u rješavanju specifičnih problema prilagodbe tijekom ljudske povijesti. Može se reći da strastvena ljubav rješava adaptivni problem privlačenje partnera, odnosno, da bi pojedinci ušli u potencijalnu romantičnu vezu moraju identificirati i odabrati odgovarajućeg partnera, privući njegov interes te se uključiti u ponašanje za izgradnju odnosa (Reis i Aron, 2008). Kao rezultat toga, strastvena ljubav povezana je s neprekidnim razmišljanjem i zaokupljenošću partnerom (Hatfield, 1988). Uglavnom su te promjene u skladu s idejom narušavanja postojećih aktivnosti, rutina i društvenih mreža kako bi se pozornost i ponašanje usmjerilo prema novom partneru (Berscheid i Ammazzalorso, 2001). Činjenica da je strastvena ljubav takvo intenzivno emocionalno iskustvo proizlazi iz evolucijske važnosti spolnog razmnožavanja (Kenrick i Trost, 1989). Naime, bez seksualnog privlačenja između muškarca i žene, ne bi bilo razmnožavanja i potomstva, ključnih evolucijskih mehanizama za održavanje vrste i prenošenje vlastitih gena (Hewstone i Stroebe, 2001).

Za partnersku ljubav, mnogi dokazi pokazuju da je u dugotrajnim vezama povezana s intimnošću, povjerenjem, brigom i privrženošću, što su čimbenici koji doprinose održavanju odnosa tijekom vremena (Reis i Aron, 2008). Iz evolucijske perspektive, partnerska ljubav može riješiti takozvani problem predanosti, održavajući partnere međusobno povezanima tijekom

vremena, što omogućuje odgoj potomaka do zrelosti i povećava vjerojatnost da će njihovo potomstvo preživjeti i, u konačnici, reproducirati se (Gonzaga i sur., 2001; Diamond, 1997). Ova analiza ljubavi naglašava evolucijske prednosti izgradnje i održavanja duboke emocionalne veze s partnerom (Finkel i Eastwick, 2015).

### **2.2.1. Socio-evolucijska teorija**

Romantična ljubav uočena je u gotovo svim društvima (Jankowiak i Fischer, 1992) i smatra se da je značajno povezana s odabirom partnera (Fisher, 2004; Walum i Young, 2018). Iz tih razloga, opsežna istraživanja o bliskim odnosima posvećena su razumijevanju načina na koji ljudi procjenjuju potencijalne partnere (Ueda, 2022). Socio-evolucijska teorija objašnjava razlike između muškaraca i žena u preferencijama koje iskazuju pri odabiru partnera (Buss, 1988, 1996, Buss i Schmitt, 1993). Teorija sugerira da pronalaženje i zadržavanje partnera zahtijeva pokazivanje vlastitih resursa, odnosno aspekata sebe koji će se potencijalnim partnerima činiti privlačnima. Drugim riječima, ljudska su bića evoluirala tako da reagiraju na određena vanjska obilježja suprotnog spola. Tako će žene, suočene s visokim reproduktivnim ulaganjima, tražiti muškarca koji može priskrbiti resurse i podršku koja im je potrebna za podizanje djeteta, dok će muškarci tražiti žene koje se čine sposobnima za uspješnu reprodukciju. Konkretno, muškarci će reagirati na fizički izgled žene, s obzirom da dob i zdravlje određuju njihovu reproduktivnu vrijednost. Žene će pak više cijiniti status muškaraca i njegova materijalna sredstva koja on može osigurati, budući da ove varijable predstavljaju resurse koji su potrebni njihovim potomcima (Buss, 1988).

Postavke socio-evolucijske teorije potvrđene su međukulturalnim istraživanjima preferencija pri odabiru partnera (Buss, 1995). Naime, u 37 zemalja svijeta pokazalo se da žene pri odabiru partnera više vrednuju znakove statusa i bogatstva, dok muškarci više vrednuju fizičku privlačnost i mladost partnerice (Buss, 1989; Feingold, 1992; Buss, 1995). Također, pokazalo se da su neke fizičke karakteristike kao što su glatka koža, dobar tonus mišića, sjajna kosa i pune usne, osobito privlačne muškarcima, a smatra da se su signal veće plodnosti i reproduktivne vrijednosti partnerice, zbog čega ih muškarci osobito cijene. Budući da je kod muškaraca utjecaj dobi na reprodukciju i općenito na fizičke karakteristike manji, smatra se da su te značajke za žene manje važne. Međutim, važno je napomenuti da i muškarci i žene procjenjuju fizičku privlačnost kao važnu odrednicu romantične privlačnosti, no ona je općenito važnija muškarcima nego ženama (Buss, 1989). Zaključno, evolucijski psiholozi smatraju da je ljudsko ponašanje evoluiralo na specifičan način kako bi se maksimalizirao reproduktivni uspjeh, zbog čega se muškarci i žene razlikuju u pokazateljima privlačnosti koje koriste pri odabiru partnera (Aronson i sur., 2005).

### **3. Ljudska privrženost**

Teorija koja zauzima središnju poziciju govori da se ponašanje u partnerskim odnosima u odrasloj dobi temelji na iskustvima privrženosti koja su uspostavljena s roditeljem u dojenačkoj dobi (Aronson i sur., 2005). Ovaj pristup usmjerava se na teoriju privrženosti i rad Johna Bowlbya (1979) i Mary Ainsworth (1978). Prema teoriji privrženosti, veza roditelj-dijete služi za promicanje preživljavanja potomstva, a snaga te privrženosti određena je mjerom u kojoj dijete traži fizičku blizinu roditelja, doživljava emocionalni stres nakon odvajanja od roditelja, osjeća utjehu od strane roditelja kada je uznemireno i koristi roditelja kao sigurnu bazu za istraživanje okoline (Bowlby, 1979). Ključna pretpostavka teorije privrženosti je da određeni stil privrženosti koji se usvoji u ranoj dobi, postaje radni model ili shema pojedinca o tome kakvi bi svi drugi odnosi trebali biti. Ova shema odnosa iz ranog djetinjstva obično osobu prati kroz život i uopćava se na druge odnose s ljudima, uključujući i partnerske odnose (Collins i Sroufe, 1999; Fury i sur., 1997; Hartup i Stevens, 1999). Međutim, partnerska privrženost se u određenim segmentima razlikuje od privrženosti između roditelja i djeteta, osobito u pogledu seksualnog ponašanja i dvosmjerne prirode skrbi. No, obje vrste privrženosti karakteriziraju i zajedničke odlike kao što je želja za fizičkom blizinom i fizičkim kontaktom (Shaver i sur., 1988). Pokazalo se da snaga partnerske privrženosti uključuje iste četiri funkcije koje su istaknute za privrženost roditelja i djeteta (Tancredy i Fraley, 2006). Stoga se teorija privrženosti primjenjuje na partnerske odnose sugerirajući da su romantična partnerstva zapravo odrasla pojava privrženosti, koja se primarno stvara u djetinjstvu između roditelja i djeteta (Ainsworth i Bowlby, 1991; Hazan i Shaver 1987).

#### **3.1. Neurobiologija privrženosti u partnerskim odnosima**

Privrženost među partnerima i privrženost roditelj-dijete imaju istu funkcionalnu svrhu budući da oba sustava omogućuju držanje dviju osoba zajedno određeno razdoblje života. Stoga su romantična i roditeljska privrženost povezane s održavanjem vrste i imaju usko povezanu biološku funkciju. Naime, obje vrste privrženosti aktiviraju regije specifične za svaku od njih, ali i preklapajuće regije u sustavu nagrađivanja mozga koja obuhvaćaju područja bogata receptorima za oksitocin (Zeki, 2007). Nalazi fMRI istraživanja pružaju dokaze da oksitocin ima središnju ulogu u formiranju i održavanju privrženosti, a uključen je u majčinstvo, očinstvo, zajedničko roditeljstvo i romantičnu privrženost (Love, 2014). Iznimno važan nalaz jest da obrasci privrženosti doživljeni rano u životu oblikuju temeljnu neurobiologiju mozga organizirajući dostupnost oksitocina i lokalizaciju njegovih receptora u mozgu (Abraham i sur., 2016; Weaver i sur., 2004). U prilog ovome idu i longitudinalna istraživanja koja su pratila osobe od djetinjstva

do odrasle dobi, ukazujući na uključenost oksitocina u prijenos privrženosti s roditelja na romantične partnere (Feldman i sur., 2013; Lee i sur., 2013).

Značajna uloga oksitocina i dopamina u stvaranju privrženosti objašnjava se u kontekstu biobiheviornalne sinkronizacije. Smatra se da je biobiheviornalna sinkronizacija ključna komponenta ljudske privrženosti, a odnosi se na koordinaciju bioloških i biheviornalnih procesa dviju osoba tijekom bliskog kontakta (Feldman, 2012; 2015; 2016). Naime, tijekom ili neposredno nakon interakcije, partnerska se sinkronizacija očituje u usklađivanju neverbalnog ponašanja, srčanih ritmova, koordinaciji oslobađanja hormona i usklađenosti između mozгова (Feldman, 2012; 2017). Ova sinkronizacija omogućuje partnerima da integriraju interoceptivne i afektivne informacije te da zaključuju o mentalnim stanjima i emocijama partnera (Keysers i sur., 2013; Decety, 2015). Za partnersku privrženost važan je nalaz da se sinkronizirane interakcije doživljene tijekom ranih osjetljivih razdoblja u djetinjstvu iskazuju u kasnijim partnerskim odnosima (Ulmer-Yaniv i sur., 2016; Schneiderman i sur., 2012). Dokazi navedenom dolaze iz longitudinalnih istraživanja koja pokazuju povezanost između stupnja sinkronizacije između roditelja i djeteta i kvalitete kasnijih veza s romantičnim partnerima te sa sposobnostima kao što su empatija, moralna orijentacija, teorija uma i specifični načini samoregulacije (Feldman i sur., 2006; 2010; Feldman, 2007). Dakle, otpuštanje oksitocina potaknuto je početnim iskustvima privrženosti, koje jednom kada se aktivira, nastavlja se oslobađati u ponovljenim ritmičkim naletima. Takvi mehanizmi osjetljivi na vrijeme pokazuju način na koji rana iskustva privrženosti oblikuju konačnu organizaciju oksitocina na određenim mjestima u mozgu (Feldman, 2015).

Za dopaminske neurone pretpostavlja se da omogućuju ljudima da njihova iskustva biobiheviornalne sinkronizacije budu nagrađena, što dovodi do stvaranja privrženosti, koja prima daljnju motivaciju od dopamina (Báez-Mendoza i Schultz, 2013).

Iako rana iskustva privrženosti oblikuju lučenje oksitocina i dopamina, velika plastičnost ljudskog mozga omogućuje kasnijim partnerskim vezama da reorganiziraju neuronske mreže i poprave, barem djelomično, negativna rana iskustva (Schore, 2013). Zaključno, važni supstrati neurobiologije privrženosti su oksitocin i dopamin te njihovo specifično djelovanje koje omogućuje plastičnost sustava nagrađivanja i njegovu fleksibilnu prilagodbu pri uključivanju novih veza u životu (Feldman i sur., 2016; Kenkel i sur., 2014; Dölen i Malenka, 2014; Dölen i sur., 2013; Johns i sur., 2005).

Romantična ljubav se, osim kao dio sustava privrženosti, može promatrati kao dinamički proces koji započinje privlačnošću i zaljubljuvanjem nakon čega slijedi formiranje privrženosti

(Marazziti i Cassano, 2003). U nastavku rada najprije su predstavljeni neurobiološki procesi koji se odvijaju na početku formiranja romantičnog odnosa.

#### **4. Neurobiološke promjene na početku romantične veze**

Privlačnost i zaljublivanje predstavljaju početnu fazu romantične veze te u većini slučajeva predstavljaju iznenadno i nepredvidivo iskustvo, koje ima poseban cilj pogodovati povezivanju dviju osoba (Marazziti i Canale, 2004). S obzirom na početnu neizvjesnost, rana faza ljubavi može predstavljati prilično ekstremno neurobiološko stanje, čak i fiziološki kontradiktorno kasnijim fazama i stanjima (Esch i Stefano, 2005).

Istraživanja pokazuju da se u ranoj fazi romantične veze povećava aktivnost hipotalamusno-hipofizno-adrenalne osi (HPA). Ova su zapažanja potvrđena istraživanjem u kojem su se mjerile razine kortizola kod sudionika koji su se zaljubili u posljednjih šest mjeseci (Marazziti i Canale, 2004). U ponovljenim procjenama 12-24 mjeseca kasnije, ovo povećanje više nije primijećeno. Navedena opažanja pokazuju da je povećana aktivnost HPA osi specifična za rane faze romantične ljubavi te da osim euforičnih osjećaja u toj fazi, zaljubljenost prati i povećana razina stresa zbog početka veze. Jedno objašnjenje je da su povišene razine kortizola neophodne za prevladavanje početne neofobije (Marazziti i Canale, 2004). Drugo objašnjenje za povećane razine kortizola ukazuje da visoke razine stresa stimuliraju povezivanje parova i stvaranje privrženosti (deVries i sur., 1995, 1996). U ovom slučaju povećane razine stresa pokreću stvaranje partnerskih i intimnih veza, što zauzvrat olakšava socijalnu podršku koja ima pozitivne učinke na razine kortizola i suočavanje sa stresom, osobito kod žena (Westenbroek i sur., 2005). Obzirom da hormoni imaju važnu ulogu u ljubavi, znanstvenici su se usmjerili na njihovo proučavanje na početku romantične veze (Esch i Stefano, 2002; Esch i sur., 2002). Naime, pokazalo se da se razine luteinizirajućeg hormona, estradiola, progesterona i androstendiona nisu razlikovale između muškaraca i žena, dok su koncentracije testosterona pokazivale neke specifičnosti povezane sa spolom (Marazziti i Baroni, 2012). Testosteron je uključen u nekoliko aspekata društvenog ponašanja, uključujući društvenu agresiju (Strüber i sur., 2008), obranu djeteta (van Anders i sur., 2011) i seksualnu intimnost (Wingfield i sur., 1990). Testosteron također ima ulogu u romantičnoj ljubavi i povezivanju partnera, što potvrđuju nalazi smanjene razine testosterona kod muškaraca i povišene razine kod žena na početku nove veze (Marazziti i Canale, 2004). Naime, pretpostavlja se da se u stanju zaljubljenosti privremeno uklanjaju neke biološke razlike između spolova to jest ublažavaju neke muške osobine kod muškaraca i, usporedno s tim pojačavaju se kod žena, uključujući agresivni stil ponašanja (Marazziti i Canale, 2004; Zitzmann i Nieschlag, 2001).

Uočene razlike se smanjuju nakon 12-24 mjeseca, što sugerira da je testosteron uključen u ranu fazu romantične ljubavi (de Boer i sur., 2012). Zanimljivo istraživanje van Andersa i Watsona (2007) pokazalo je da žene koje su u vezi s muškarcem u istom gradu pokazuju niže razine testosterona nego žene u vezi na daljinu. Ovaj nalaz sugerira da fizička prisutnost partnera ima učinak na razinu testosterona kod žena. Zajedno, navedeni nalazi sugeriraju da je testosteron uključen u početne faze veze te da postoje spolne razlike u njegovim učincima (de Boer i sur., 2012).

#### **4.1. Sustav nagrađivanja**

Područja mozga koja se aktiviraju kao odgovor na romantične osjećaje sadrže visoke koncentracije dopamina, koji je povezan s nagradom, željom, ovisnošću i euforičnim stanjima (Zeki, 2007). Dopamin, dakle, ima važnu ulogu u regulaciji raspoloženja, emocija i motivacije (Bozarth, 1987, 1994; de la Fuente-Fernandez, 2002; Esch i Stefano, 2004) te značajnu ulogu u ljubavi, osobito na početku romantične veze (Esch i Stefano, 2005). Osjećaji ljubavi aktiviraju specifične regije u sustavu nagrađivanja, kao što su orbitofrontalni korteks, insula, prednji cingularni korteks, hipokampus, amigdala, striatum, nucleus accumbens i hipotalamus (Fisher i sur., 2005; Aron i sur., 2005; Beauregard i sur., 2009; Kim i sur., 2009; Xu i sur., 2011). Ta su područja komponente sustava nagrađivanja i sva sadrže visoke razine dopamina, čije oslobađanje izaziva ugodne osjećaje (de Boer i sur., 2012). Iako u mozgu postoji nekoliko različitih dopaminskih sustava, sugerira se da je mezolimbčki dopaminski sustav glavni za motivacijske procese, nagradu i povezivanje partnera (Bozarth, 1994; Zhang i sur., 2004). Općenito je prihvaćeno da je aktiviranje ovog sustava nagrađivanja važno za stvaranje partnerskih veza, a posebno za pretvaranje ljubavi u nagrađujuće iskustvo (de Boer i sur., 2012). Naime, pokazalo se da je dopamin usko povezan ne samo s uspostavljenjem partnerskih veza, već i sa seksualnim odnosima, koji se posljedično smatraju nagrađujućom aktivnošću. Podražaji povezani s ljubavlju kao što su seksualna želja i seksualno uzbuđenje potiču aktivaciju moždanih područja bogatih dopaminom koja posreduju u motivacijskim porivima i nagradama (Aron i sur., 2005; Bartels i Zeki, 2000; Ortigue i sur., 2007; Loving i sur., 2009). Nadalje, uočilo se da je porast dopamina povezan sa smanjenjem serotonina, neuromodulatora koji je povezan s raspoloženjem (Marazziti i sur., 1999). Istraživanje u kojem se analizirala krv trenutno zaljubljenih u ranim fazama romantične veze pokazalo je da imaju niže razine serotonina, čak usporedive s onima koji pate od opsesivno kompulzivnog poremećaja (Marazziti i Casano, 2003). Čini se da je ovo otkriće isprva proturječno, budući da je serotonin poznat po svojim učincima na poboljšanje raspoloženja, zbog čega se ponekad naziva i "hormonom zadovoljstva" (Esch i Stefano, 2005). Međutim, serotonin

izaziva mentalnu smirenost, stanje koje ne bi pomoglo pojedincima koji su tek uspostavili kontakt, počeli se zaljubljavati i prevladavati neofobiju (Marazziti i Canale, 2004). Stoga se o ljubavi u ranim fazama veze može razmišljati kao o blagom obliku opsesivnog ponašanja i nametljivog razmišljanja koje kanalizira misli u smjeru novog partnera (Leckman i sur., 2010). Ovi nalazi potvrđuju postavku da je serotonin uključen u ljubav i povezivanje partnera te da pomaže u početnom prevladavanju straha i nesigurnosti (de Boer i sur., 2012). Konačno, na temelju ovih nalaza zaključuje se da je romantična ljubav složena ugodna emocija i ciljno usmjerena motivacija prema partneru (Ortigue i sur., 2010).

Paralelno s aktivacijom spomenutih dopaminergičkih regija u romantičnoj ljubavi, nekoliko područja mozga pokazuje deaktivaciju uključujući amigdalnu, frontalni i prefrontalni korteks (Zeki, 2007). Amigdala je povezana s iskustvom emocija, posebice straha, a njezina deaktivacija odražava smanjenje straha koje se doživljava u blizini voljene osobe (De Carvalho i sur., 2010; de la Mora i sur., 2010; Shin i Liberzon, 2010; LeDoux, 2007). Istraživanja nisu pronašle spolne razlike u aktivnosti amigdale (Zeki, 2007). Frontalni korteks uključen je u doživljavanje negativnih emocija i kritičko prosuđivanje drugih (Volz i sur., 2006; Murray i Wise, 2010), dok su prefrontalni korteks i dijelovi parijetalnog korteksa uključeni u mentalizaciju ili teoriju uma to jest sposobnost određivanja osjećaja i namjera drugih ljudi (Zeki, 2007). Uobičajeno zapažanje je da zaljubljeni pojedinci na početku veze nisu u stanju valjano procijeniti karakteristike svog partnera, što je pod utjecajem promijenjene aktivnosti u ovim područjima mozga (Bartels i Zeki, 2004). Pretpostavlja se da je prosuđivanje partnerovih namjera često blokirano euforijom i uzbuđenjem koji su prisutni na početku romantične veze (Zeki, 2007). Uzevši zajedno, povezivanje s partnerom pokreće mehanizme uključene u zadovoljstvo i nagradu, a s druge strane deaktivira područja koja posreduju negativne emocije, ponašanje izbjegavanja i kritičku društvenu procjenu, što omogućuje zblizavanje partnera i stvaranje zajedničkog odnosa (Bartels i Zeki, 2007; Esch i Stefano, 2004).

#### **4.2. Povezanost ljubavi i seksualne želje**

Romantična ljubav složena je emocija koja uključuje mnoge impulse i stoga se ne može lako odvojiti od drugih impulsa, kao što su seksualna želja i požuda (Reis i Aron, 2008). Seksualna želja obično se definira kao težnja, potreba ili nagon za traženjem seksualnog partnera i za upuštanjem u seksualne aktivnosti (Regan, 1998), dok se romantična ljubav obično definira kao struktura ponašanja, spoznaja, i emocija povezanih sa željom za uspostavljanjem i održavanjem bliskog odnosa s drugom osobom (Aron i Aron, 1991). Stupanj do kojeg su romantična ljubav i seksualna želja temeljno integrirana i potencijalno identična iskustva dugo je bila tema rasprave



(Aron, 2010). Neki su smatrali da je seksualna želja neophodan sastojak intenzivnih osjećaja strasti koji karakteriziraju najranije faze romantične ljubavi (Diamond, 2003). Ipak, drugi su istraživači tvrdili da su ljubav i seksualna želja funkcionalno neovisni društveno-bihevioralni sustavi s različitim funkcijama i neuralnim osnovama (Fisher, 1998).

Područje istraživanja neuralnih korelata romantične ljubavi pokazuje da romantična ljubav dominantno aktivira ventralno tegmentalno područje koje se podudara s područjima mozga bogatim receptorima za dopamin, oksitocin i vazopresin te se smatra središnjom strukturom za ugodne osjećaje i povezivanje parova (Ortigue i sur., 2010). Istraživanja koja su proučavala seksualnu želju nisu otkrila poseban obrazac dominantne aktivacije ventralnog tegmentalnog područja, koje pak pouzdano karakterizira romantičnu ljubav. Ovo podupire ideju da su ljubav i želja različite, kako na iskustvenoj tako i na neurobiološkoj razini (Aron 2006). Međutim, neke regije mozga pokazuju aktivaciju i u ljubavi i u seksualnoj želji, a to su caudatus, putamen, insula i prednji cingularni korteks. Budući da su se ta područja pokazana relevantnima i za ljubav i za seksualnu želju, ona pružaju neurobiološke dokaze za pretpostavku da su iskustva ljubavi i seksualne želje blisko povezana. S obzirom da su i caudatus i putamen povezani s motivacijskim stanjima i nagradom, njihova zajednička važnost i za seksualnu želju i za romantičnu ljubav odražava činjenicu da i ljubav i želja uključuju snažnu motivaciju za traženjem figure ljubavi, iako za različite nagrade, blizinu u slučaju romantične ljubavi i seksualnu aktivnost u slučaju seksualne želje (Diamond i Dickenson, 2012). Insula je obično povezana s emocijama i obradom somatosenzornih informacija povezanih s tjelesnim promjenama, kao što je genitalno uzbuđenje, što ukazuje na njezinu ulogu i u romantičnoj ljubavi i u seksualnoj želji (Singer i sur., 2009). Zajednička važnost prednjeg cingularnog korteksa je jasna s obzirom da je specifična regija u tom području posebno osjetljiva na emocionalnu valentnost seksualnih podražaja, a povezana je i s osobnom važnošću i mogućnošću poistovjećivanja podražaja sa samim sobom, što je u skladu s njegovom ulogom u romantičnoj ljubavi (Heinzel i sur., 2006; Phan i sur., 2002).

Zaključno, ljubav i seksualna želja imaju preklapajuću neuralnu strukturu. Konkretnije, zajedničke regije mozga koje se aktiviraju tijekom iskustva romantične ljubavi i seksualne želje upućuju na neurobiološki put kojim seksualna želja može utjecati na iskustvo ljubavi te put kojim snažno motivacijsko stanje ljubavi može potaknuti seksualnu želju. Vjeruje se da razmatranje zajedničkih moždanih regija uključenih u ljubav i seksualnu želju povećava vjerojatnost da bi neki oblici seksualne želje mogli biti „romantičniji“ od drugih to jest osjetljiviji i ovisniji o emocionalnom kontekstu, te da se takve razlike očituju neurobiološki kao i iskustveno (Diamond i Dickenson, 2012).

U ovom su poglavlju opisane promjene koje se događaju u početnim stadijima formiranja partnerskog odnosa, no jednako su važni neurobiološki procesi koji čine osnovu dugotrajnih partnerskih odnosa. Stoga u nastavku slijedi pregled dosadašnjih istraživanja u tom području.

## **5. Neurobiologija dugotrajnih partnerskih odnosa**

Potrebno je oko dvije godine da se formira potpuna partnerska veza u kojoj je romantični partner primarna osoba koja ispunjava sve četiri funkcije privrženosti (Hazan i Zeifman, 1994). Naime, pokazalo se da bliskost, briga i povjerenje, kao ključne odrednice partnerske ljubavi, proizlaze iz interakcija u kojima partneri odgovaraju na međusobne potrebe i ispunjavaju funkcije povezane s privrženosti (Reis i sur., 2004; Murray i sur., 2006). Motivacijski značaj partnerske ljubavi više se odnosi na održavanje veze i kao takav, njegov je značaj očitiji u dugoročnim vezama (Reis i Aron, 2008). U tom smislu, partneri si međusobno pomažu u regulaciji emocija, kognicije i ponašanja na način koji u konačnici promiče psihološko i fizičko zdravlje oba partnera (Diamond i sur., 2008; Sbarra i Hazan, 2008). Također, partneri će se truditi održati vezu u onoj mjeri u kojoj se osjećaju predano svojoj vezi i koliko su orijentirani prema održavanju veze u budućnosti (Finkel i Eastwick, 2015).

Subjektivni osjećaji u dugotrajnoj vezi potpuno su drugačiji u odnosu na ranije faze veze. Raspoloženje je stabilnije, tjeskoba je smanjena, a um oslobođen od opsesivnih misli o partneru. Neurokemija u mozgu se stabilizira jer je dugoročno prilično neekonomična i iscrpljujuća budući da bi podrazumijevala ekstremno oslobađanje neurotransmitera i dugotrajnu hiperstimulaciju receptora (Marazziti i Baroni, 2012). Stoga, ako se partnerski odnos nastavi, zamjenjuje ga proces koji je predstavljen privrženosti (Jankoviak i Fisher 1992, Marazziti i Cassano 2003). Privrženost je temeljna za održavanje zajedničkog odnosa, osobito kada strastvena ljubav popusti. Stoga se partnerska privrženost može definirati kao "ljepilo" potrebno za dugotrajnu odanost prema partneru i nastavak uspješne veze (Marazziti i Baroni, 2012). Prikupljeni podaci ukazuju na ključnu ulogu neuropeptida oksitocina i vazopresina pri pokretanju i održavanju privrženosti i povezivanju parova (Marazziti i sur., 2006, 2008). Također, pokazalo se da dugotrajne veze imaju tendenciju smanjenja razine stresa i povećanja osjećaja sigurnosti (Esch i Stefano, 2005). HPA os je pod utjecajem oksitocina i vazopresina koji imaju suprotne učinke, pri čemu oksitocin smanjuje, a vazopresin povećava aktivnost HPA osi (Gillies i sur., 1982; Rivier i Vale, 1983; Legros, 2001). Iako bi vazopresin potencijalno mogao imati ulogu u povećanju aktivnosti HPA osi u ranim fazama romantične ljubavi, vjeruje se da oksitocin doprinosi smanjenoj razini stresa i smanjenoj aktivnosti HPA osi u dugotrajnim vezama (de Boer i sur., 2012).

Dugotrajnu partnersku vezu može karakterizirati i trajna privlačnost prema partneru (Fisher i sur., 2016). Naime, partneri u romantičnoj vezi su skloniji pozitivnije procjenjivati privlačnost svog partnera (Murray i sur., 1996; Murray i Holmes, 1997) i pridavati manje pažnje alternativnim partnerima (Miller, 1997; Maner i sur., 2008, 2009). Pretpostavlja se da te tendencije ponašanja doprinose održavanju odnosa (Linardatos i Lydon, 2011; Finkel i Eastwick, 2015; Karremans i sur., 2015; Lydon i Karremans, 2015; Pronk i Righetti, 2015). Meyer i suradnici (2011) ispitali su neuralne korelate ovog učinka te uočili povećanu aktivaciju u prefrontalnim regijama povezanim s kontrolom koja omogućuje odbijanje alternativnih partnera. Također, istraživanja su utvrdila veće neuralne odgovore na romantičnog partnera u regijama bogatim dopaminom, za koje se vjeruje da pridonose održavanju emocionalne veze s predanim partnerom (Acevedo i sur., 2012; Aron i sur., 2005; Bartels i Zeki, 2000; Fisher i sur., 2010). Kasnije se pokazalo da su obrasci aktivacije u nucleusu accumbensu jedinstveni za romantičnog partnera te da su razlikuju u odnosu na druge poznate osobe suprotnog spola (Ueda i Abe, 2021). Navedeno je u skladu s hipotezom da formiranje specifične neuralne reprezentacije dugoročnog partnera stvara partnersku preferenciju, koja potiče održavanje dugotrajne veze (Walum i Young, 2018). Konačno, sugerira se da nucleus accumbens ima ključnu ulogu u uspostavljanju i održavanju emocionalne veze s dugoročnim partnerom (Acevedo i sur., 2012; Fisher i sur., 2010; Walum i Young, 2018).

### **5.1. Dodir kao mehanizam održavanja partnerskih odnosa**

Visoka nagradna vrijednost bliskosti i dodira u partnerskom odnosu ključni je neposredni mehanizam koji olakšava održavanje dugotrajnih romantičnih veza (Kreuder i sur., 2017). Naime, smatra se da je dodir jedan od najjačih signala intimnosti i emocionalne povezanosti između partnera (van Anders i sur., 2013). Hedonistička vrijednost dodira određena je fizičkim karakteristikama dodira, unutarnjim emocionalnim statusom osobe i kontekstom u kojem se primjenjuje (Ellingsen i sur., 2015). U romantičnim vezama senzualno milovanje partnera doživljava se kao ugodno iskustvo, a isti dodir nepoznate osobe djeluje odbojno (Kreuder i sur., 2017). Iskustvo ugodnog partnerovog dodira posredovano je nemijeliniziranim, C-taktilnim aferentnim vlaknima koja se aktiviraju sporim dinamičkim podražajima dodira male snage (McGlone i sur., 2014). Istraživanja su otkrila da afektivni dodir izaziva aktivacije u širokom neurokrugu uključujući insulu, orbitofrontalni korteks i prednji cingularni korteks, područja koja su uključena u nagrađivanje i empatiju (Gordon i sur., 2013; Lindgren i sur., 2012; McCabe i sur., 2008; Rolls i sur., 2003). Čak i iščekivanje romantičnog milovanja rezultira povećanom neuralnom aktivnošću u insuli i pozitivno je povezano s razinama strastvene ljubavi (Ebisch i sur., 2014). Istraživanja su također otkrila put za 'limbički dodir' (Bartels i Zeki, 2004) koji zaobilazi

somatosenzorni korteks i izravno aktivira dijelove insule, izazivajući na taj način ugodne osjećaje te emocionalne i hormonalne reakcije povezane s dodirrom i milovanjem (Numan i Sheehan, 1997).

Kao što je već spomenuto, kako romantični odnosi postaju intimniji, pojedinci automatski usvajaju pozitivno pristrane percepcije tako da vide svoje partnere privlačnijima nego što stvarno jesu i doživljavaju kvalitetu svojih veza superiornijom u odnosu na druge veze (Fletcher i Kerr, 2010). Ove kognitivne pristranosti djeluju kao učinkovite strategije za suzbijanje procesa traženja partnera i za jačanje uspostavljene partnerske veze i kod žena i kod muškaraca (Fletcher i sur., 2015). Navedeno dobiva podršku i iz istraživanja koja ukazuju da povećana aktivacija nucleusa accumbensa na dodir partnera pod posredstvom oksitocina pridonosi pozitivnoj pristranosti prema vlastitom partneru (Scheele i sur., 2013). Ovi su nalazi u skladu s istraživanjima koja pokazuju da je nucleus accumbens ključno područje za uspostavljanje selektivnih preferencija prema posvećenom partneru (Scheele i sur., 2012, 2013, 2016; Walum i Young, 2018). S druge strane, smanjena osjetljivost na dodir nepoznate osobe može biti dodatni zaštitni čimbenik jer dodir u kontekstu udvaranja povećava prihvaćanje poziva na udvaranje (Gueguen, 2007) i tako može olakšati stvaranje novih odnosa (Kreuder i sur., 2017). Uzimajući u obzir opažanje da oksitocin povećava ugodnost partnerovog dodira, interakcija između intimnog partnerskog dodira i oksitocina može inducirati samopojačavajuću petlju, pri čemu dodir pokreće oslobađanje oksitocina i oksitocinom posredovanu ugodnost, koja potom povećava frekvenciju dodira. Nalazi podržavaju ideju da pojačana endogena oksitocinska signalizacija u mozgu nakon intimnog kontakta s romantičnim partnerom povećava hedonističku vrijednost takvog dodira zbog njegove interakcije s mezolimbickim dopaminskim putovima (Kreuder i sur., 2017). Ovo je u skladu s istraživanjima koja sugeriraju da oksitocin utječe na dopaminergičku aktivnost (Love, 2014; Shamay-Tsoory i Abu-Akel, 2016). Konačno, povećavajući hedonističku vrijednost intimnog dodira romantičnog partnera i istovremeno smanjujući hedonističku vrijednost stranog dodira, smatra se da oksitocin pridonosi jedinstvenom iskustvu partnerskog dodira te da olakšava održavanje već uspostavljenog romantičnog odnosa (Kreuder i sur., 2017).

Učinci oksitocina, za kojeg je poznato da osigurava povjerenje i odanost, dokazani su i u okviru drugih zanimljivih istraživanja (Marazziti i Canale, 2004; Marazziti i Cassano, 2003). Naime, pokazalo se da je količina taktilne fizičke nježnosti kao što je milovanje, držanje za ruke i masaža u visokoj korelaciji s ukupnim odnosom i zadovoljstvom partnerskog odnosa (Gulledge i sur., 2003). Pokazalo se da su fizička masaža (Morhenn i sur., 2012) i česti zagrljaji između romantičnih partnera povezani s višim koncentracijama oksitocina u plazmi (Light i sur., 2005). Daljnji dokazi za hipotezu da oksitocin jača održavanje partnerske veze potječu iz istraživanja koje

pokazuju da oksitocin povećava pozitivnu komunikaciju tijekom sukoba u paru (Ditzen i sur., 2009) i potiče muškarce da zadrže veću distancu prema drugim potencijalnim partnericama (Scheele i sur., 2012). Nadalje, pokazalo se da povišene koncentracije oksitocina mogu podržati održavanje romantičnih veza pojačavanjem intenziteta orgazma i zadovoljstva nakon spolnog odnosa (Behnia i sur., 2014). Zanimljiv nalaz je i pozitivna korelacija između koncentracija oksitocina u slini parova, koja ukazuje na vremensku podudarnost oksitocinskog sustava partnera, podupirući ideju da biobiheviorna sinkronizacija povezuje partnere u romantičnoj vezi (Feldman, 2012). Uzeti zajedno, rezultati sugeriraju da oksitocin sudjeluje u održavanju dugotrajnih partnerskih odnosa poticanjem aktivacije u područjima mozga koja su povezana s nagradom (Kreuder i sur., 2017).

## **6. Neurobiologija nakon prekida partnerskih odnosa i gubitka partnera**

Tijekom života ljudi se suočavaju s prekidima romantičnih veza, što može biti izvor tuge i očaja (de Boer i sur., 2012). Prekid veze često se, iako ne uvijek, doživljava kao vrlo stresno iskustvo, a često se zamjećuje povećanje hormona stresa (Field i sur., 2009). Istraživanja koja su proučavala obrasce moždanih aktivnosti kod osoba koje su nedavno prekinule romantične veze, pronašla su povećanu aktivnost u ventralnom tegmentalnom području, ventralnom striatumu, pallidumu i putamenu (Fisher i sur., 2010). Ta su područja dio sustava nagrađivanja u mozgu i aktiviraju se u izborima za neizvjesne nagrade i odgođene odgovore (Fisher i sur., 2006; Cardinal i Howes, 2005), a neizvjesnost u pogledu budućnosti čest je osjećaj nakon ljubavnog prekida. Također, uz navedene regije, aktivirani su dijelovi orbitofrontalnog korteksa, koji je povezan s teorijom uma i provedbom odgovarajućih prilagodbi u ponašanju, a otkriveno je da se aktiviraju i u opsesivno-kompulzivnom ponašanju i kontroli ljutnje (Fisher i sur., 2006). Međutim, kod pojedinaca koji su bili u kasnijoj fazi prekida, uočena je deaktivacija većine ovih područja (Najib i sur., 2004), a smatra se da je prihvaćanje češće u kasnijoj fazi prekida, nego kod osoba koje su tek nedavno prekinule svoju romantičnu vezu (Fisher i sur., 2010). Pretpostavlja se da pronađene razlike odražavaju promjene u moždanim mehanizmima tijekom vremena kada osobe uče prihvaćati i nositi se s romantičnim prekidom (de Boer i sur., 2012). Također, pokazalo se da ostavljene osobe imaju smanjenu aktivnost u područjima mozga koja je vidljiva i kod osoba koje pate od depresije. Naime, ostavljene osobe često pokazuju simptome kliničke depresije, što sugerira da postoji bliska povezanost između tugovanja i depresivnosti te da bi razdoblje tugovanja nakon prekida romantične veze moglo biti glavni čimbenik rizika za kliničku depresiju (Stoessel i sur., 2011).

Osim prekida romantičnih veza, ljudi mogu doživjeti i gubitak partnera. Žalovanje za partnerom može dovesti do akutne tuge koja se dugoročno ne smatra štetnom za zdravlje pojedinca (Shear i sur., 2011). Pokazalo se da je takva tuga povezana s intenzivnim odgovorima neuralne mreže koja se aktivira kod fizičke boli, a koja obuhvaća prednji cingularni korteks i insulu, područja koja se aktiviraju u stanjima empatije i pažnje (Najib i sur., 2004; O'Connor i sur., 2008). U znatno manjem broju slučajeva, tugovanje ne jenjava, već se razvija u produljeno tugovanje koje je povezano s nemogućnošću iskazivanja uobičajenog ponašanja u svakodnevnom životu i društvenim odnosima (Boelen i Prigerson, 2007; Monk i sur., 2006; Simon i sur., 2007). Većina studija o endokrinim korelatima produljenog tugovanja usredotočila se na kortizol i HPA os, sa značajnim dokazima da je tugovanje povezano s višim razinama kortizola (Feldman i sur., 2011). Područje mozga koje je povezano s promjenama tijekom produljenog tugovanja jest nucleus accumbens. Pokazalo se da je aktivacija nucleus accumbensa pojačana kod osoba s produljenim tugovanjem u odnosu na ožalošćene osobe koje su se uspješno prilagodile. Čežnja predstavlja "željeni" dio nagrade (Knutson i sur., 2001), a pokazalo se da je veća aktivnost nucleus accumbensa korelirala s količinom čežnje, neovisno o vremenu koje je prošlo od smrti (O'Connor, 2019). Jedno tumačenje zašto se kod dobro prilagođenih osoba aktivacija u ovoj regiji smanjuje tijekom vremena jest da figura privrženosti više ne stvara intenzivan odgovor čežnje. Nasuprot tome, aktivacija nucleusa accumbensa ostaje visoka u produljenoj tuzi jer je povezana s kontinuiranom čežnjom za preminulom voljenom osobom (O'Connor, 2019).

Životinjski model prijijske voluharice podupire ideju da je aktivacija nucleus accumbensa ključan aspekt privrženosti voljenim osobama, a pokazalo se i da signalizacija receptora oksitocina u ovoj regiji opada nakon gubitka partnera (Bosch i sur., 2016). Oksitocin je kao neuromodulator uključen u socijalno-emocionalno ponašanje te pomaže u stvaranju dugotrajnih odnosa s romantičnim partnerima (Hurlmann i Scheele, 2016). Smatra se da gubitak privržene veze narušava oksitocinski sustav, pri čemu njegova disfunkcija rezultira štetnim fiziološkim i psihološkim učincima (Pohl i sur., 2019). Dokazi navedenom dolaze iz promatranih psihijatrijskih ishoda nakon prekida romantične veze ili smrti voljene osobe, koji su uključivali poremećaje kao što su depresivni, panični, anksiozni poremećaj te posttraumatski stresni poremećaj (Onrust i Cuijpers, 2006; Zivin i Christakis, 2007). Pokazalo se da su navedeni poremećaji povezani s disreguliranim sustavima oksitocina i vazopresina (Raadsheer i sur., 1994; Purba i sur., 1996; Meyer-Lindenberg i sur., 2011). Sukladno nalazima istraživanja na životinjama i ljudima, zaključuje se da prekinuti partnerski odnosi, gubitak partnera te posljedična iskustva tuge i usamljenosti mogu izazvati negativne učinke na fiziološko i psihičko zdravlje (Bales i Rogers,

2022), što se djelomično može objasniti oslabljenom oksitocinskom signalizacijom u područjima bogatim dopaminom (Pohl i sur., 2019).

Dublje razumijevanje posljedica odvajanja od partnera i gubitka partnera, prema Sbarri i Hazanu (2008), može se postići razmatranjem normativnih fizioloških procesa koji djeluju unutar odnosa privrženosti. Pokazalo se kako je partnersko povezivanje povezano s posebnom neurobiologijom koja djeluje na izazivanje užitka i održavanje psihofiziološke homeostaze. Sbarra i Hazan (2008) smatraju kako konceptualizacija odnosa privrženosti, kao sustava u kojem je fiziološko funkcioniranje jedne osobe usko povezano s fiziološkim funkcioniranjem druge osobe, pruža polaznu točku za razumijevanje posljedica koje se događaju kada se odnosi prekinu ili kada dođe do gubitka figure privrženosti. Konkretno, kada dođe do razdvajanja ili gubitka, partneri gube učinkovito sredstvo za održavanje homeostaze i smanjivanje potencijalno štetnog fiziološkog uzbuđenja. Kako se prijetnja percipiranom osjećaju sigurnosti povećava, rezultirajuće stanje može se opisati kao biobiheviorna disregulacija. Obzirom da su gotovo sva istraživanja o biologiji partnerskog razdvajanja i gubitka partnera usredotočena na aktivnost HPA osi, nalazi ukazuju da kronični stres negativno utječe na neuroendokrini i imunološki sustav. Stoga Sbarra i Hazan (2008) smatraju da je razumijevanje načina na koji prekid ili gubitak remete biološku homeostazu u navedenim sustavima, ključno za rasvjetljavanje onoga što se gubi kada odnosi privrženosti prestanu. Sukladno tome, ističu da bi temeljna funkcija adaptivne samoregulacije bila premještanje pojedinaca iz stanja biobiheviorna disregulacije u samoodrživu homeostazu, što uključuje usvajanje strategije suočavanja koja pruža osjećaj sigurnosti koji je prije pružala figura privrženosti. Konačno, ovaj okvir sugerira da se razumijevanje složenosti gubitka i posljedičnog oporavka može smatrati dobrim koliko i razumijevanje normativne privrženosti između partnera (Sbarra i Hazan, 2008).

## **7. Zaključak**

Fenomen romantične ljubavi primijećen je u gotovo svim kulturama te predstavlja temeljno ljudsko iskustvo koje je povezano s fiziologijom, radom uma, emocijama i osjećajima privrženosti (Acevedo i Aron, 2014). Velik broj empirijskih dokaza podupire evolucijski pristup prema kojem se romantična ljubav promatra kao prilagodba osmišljena za rješavanje adaptivnih problema preživljavanja i razmnožavanja (Buss, 2019). Osim evolucijskog pristupa ljubavi, romantična ljubav u partnerskim odnosima može se objasniti i proučavanjem aktivnosti mozga i razumijevanjem moždanih procesa koji se zbivaju u ljubavi. Nalazi brojnih fMRI i neurobioloških istraživanja dosljedno pokazuju da se u romantičnoj ljubavi aktiviraju moždane regije sustava

nagrađivanja koje su bogate dopaminom (Francesco i Cervone, 2014). Oslobođanje dopamina izaziva ugodne osjećaje, pretvarajući ljubav u nagrađujuće iskustvo, čime se olakšava uspostavljanje partnerske veze (de Boer i sur., 2012). Održavanje dugotrajnih partnerskih odnosa pod najvećim je utjecajem oksitocinske signalizacije u područjima mozga bogatim dopaminom. Naime, oslobođanje oksitocina u nucleusu accumbensu potiče stvaranje selektivnih preferencija prema vlastitom partneru te povećava hedonističku vrijednost partnerovog dodira, što olakšava održavanje već uspostavljenog odnosa (Kreuder i sur., 2017). Istraživanja zajedničkih regija mozga koje se aktiviraju i u romantičnoj ljubavi i u seksualnoj želji, ukazuju kako je seksualna želja usko povezana s romantičnom ljubavi, iako postoje dokazi koji upućuju da se seksualna želja empirijski i funkcionalno razlikuje od osjećaja romantične ljubavi (Aron i sur., 2005). Osim uspostavljanja romantičnog odnosa, ljudi se suočavaju i s prekidima romantične veze te s gubitkom partnera (de Boer i sur., 2012). Navedena iskustva izazivaju negativne fiziološke i psihološke učinke, koji se djelomično pripisuju oslabljenoj oksitocinskoj signalizaciji u područjima mozga bogatim dopaminom (Pohl i sur., 2019). Konačno, partnerski odnos karakteriziran je mehanizmom privrženosti koji je neurobiološki uvjetovan specifičnim djelovanjem oksitocina i dopamina, čije se djelovanje formira u ranoj dobi. Tijekom života se, zahvaljujući plastičnosti sustava nagrađivanja, obrasci privrženosti mogu mijenjati i tako barem djelomično mogu popraviti negativne učinke ranih iskustava privrženosti ili pak nepovoljne fiziološke učinke nakon prekida veze ili gubitka partnera (Schore, 2013; Sbarra i Hazan, 2008).



## 8. Literatura

- Abraham, E., Hendler, T., Zagoory-Sharon, O. i Feldman, R. (2016). Network integrity of the parental brain in infancy supports the development of children's social competencies. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 11(11), 1707–1718.
- Acevedo, B. P. i Aron, A. P. (2014). Romantic love, pair-bonding, and the dopaminergic reward system. U M. Mikulincer i P. R. Shaver (Ur.), *Mechanisms of social connection From brain to group* (str. 55–69). American Psychological Association.
- Acevedo, B. P., Aron, A., Fisher, H. E. i Brown, L. L. (2012). Neural correlates of long-term intense romantic love. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 7(2), 145– 159.
- Ainsworth, M. S. i Bowlby, J. (1991). An ethological approach to personality development. *American Psychologist*, 46(4), 333–341.
- Ainsworth, M. D. S. (1978). The bowlby-ainsworth attachment theory. *Behavioral and Brain Sciences*, 1(3), 436-438.
- Anderson, J. W. (2016). Sternberg's triangular theory of love. *Encyclopedia of family studies*, 1-3.
- Aron, A. (2010). Behavior the brain and the social psychology of close relationships. U C. R. Agnew, D. E. Carlston, W. G. Graziano i J. R. Kelly (Ur.), *Then a miracle occurs: Focusing on behavior in social psychological theory and research* (str. 283-298). University Press New York.
- Aron, A. (2006). Relationship neuroscience: Advancing the social psychology of close relationships using functional neuroimaging. U P. A. M. van Lange (Ur.), *Bridging social psychology: Benefits of transdisciplinary approaches*, (str. 261-266). Lawrence Erlbaum Associates Publishers Mahwah.
- Aron, A., Fisher, H., Mashek, D. J., Strong, G., Li, H. i Brown L. L. (2005). Reward, motivation, and emotion systems associated with early-stage intense romantic love. *Journal of Neurophysiology*, 94(1), 327–337.
- Aron, A. P. i Aron, E. N. (1991). Love and sexuality. U K. McKinney i S. Sprecher (Ur.), *Sexuality in close relationship* (str. 25-48). Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale.
- Aronson, E., Wilson, T. D. i Akert, R. M. (2005). *Socijalna psihologija*. Zagreb: Mate.

- Báez-Mendoza, R. i Schultz, W. (2013). The role of the striatum in social behavior. *Frontiers in Neuroscience*, 7, 233-246.
- Bales, K. L. i Rogers, F. D. (2022). Interactions between the  $\kappa$  opioid system, corticotropin-releasing hormone and oxytocin in partner loss. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 377, 20210061.
- Bartels, A. i Zeki, S. (2004). The neural correlates of maternal and romantic love. *Neuroimage*, 21(3), 1155-1166.
- Bartels, A. i Zeki, S. (2000). The neural basis of romantic love. *Neuroreport*, 11(17), 3829–3834.
- Beauregard, M., Courtemanche, J., Paquette, V. i St-Pierre, E. L. (2009). The neural basis of unconditional love. *Psychiatry Research*, 172(2), 93–98.
- Behnia, B., Heinrichs, M., Bergmann, W., Jung, S., Germann, J., Schedlowski, M., Hartmann, U. i Kruger, T. H. (2014). Differential effects of intranasal oxytocin on sexual experiences and partner interactions in couples. *Hormones and Behavior*, 65(3), 308–318.
- Berscheid, E. i Ammazalorso, H. (2001). Emotional experience in close relationships. U G. Fletcher, M. Clark, M. Hewstone i M. Brewer (Ur.), *Blackwell handbook of social psychology: Interpersonal processes* (str. 308–330). United Kingdom: Blackwell.
- Bianchi-Demicheli F., Grafton S. i Ortigue S. (2006). The power of love on the human brain. *Social Neuroscience*, 1(2), 90–103.
- Boelen, P. A. i Prigerson, H. G. (2007). The influence of symptoms of prolonged grief disorder, depression, and anxiety on quality of life among bereaved adults: A prospective study. *European Archives of Psychiatry and Clinical Neuroscience*, 257(8), 444–452.
- Bosch, O. J., Dabrowska, J., Modi, M. E., Johnson, Z. V., Keebaugh, A. C., Barrett, C. E., Ahern, T. H, Guo, J., Grinevich, V., Rainnie, D. G., Neumann, I. D. i Young, L. J. (2016). Oxytocin in the nucleus accumbens shell reverses CRFR2-evoked passive stress-coping after partner loss in monogamous male prairie voles. *Psychoneuroendocrinology*, 64, 66–78.
- Bozarth, M. A. (1994). Pleasure systems in the brain. U D. M. Warburton (Ur.), *Pleasure: The politics and the reality*. Wiley & Sons.
- Bozarth, M. A. (1987). Ventral tegmental reward system. U L. Oreland i J. Engel (Ur.), *Brain reward systems and abuse*. Raven Press.

- Bowlby, J. (1979). The bowlby-ainsworth attachment theory. *Behavioral and Brain Sciences*, 2(4), 637-638.
- Buss, D. M. (2019). The evolution of love in humans. U R. J. Sternberg i K. Sternberg (Ur.), *The new psychology of love* (str. 42-63). Cambridge University Press.
- Buss, D. M. i Kenrick, D. T. (1998). Evolutionary social psychology. U D. Gilbert i S. Fiske, (Ur.), *The handbook of social psychology* (str. 982–1026). McGraw-Hill.
- Buss, D. M. (1996). Sexual conflict: Evolutionary insights into feminism and the "battle of the sexes." U D. M. Buss i N. M. Malamuth (Ur.), *Sex, power, conflict: Evolutionary and feminist perspectives* (str. 296–318). Oxford University Press.
- Buss, D. M. (1995). Psychological sex differences: Origins through sexual selection. *American Psychologist*, 50(3), 164–168.
- Buss, D. M. i Schmitt, D. P. (1993). Sexual strategies theory: An evolutionary perspective on human mating. *Psychological Review*, 100(2), 204–232.
- Buss, D. M. (1989). Sex differences in human mate preferences: Evolutionary hypotheses tested in 37 cultures. *Behavioral and Brain Sciences*, 12(1), 1–49.
- Buss, D. M. (1988). The evolution of human intrasexual competition: Tactics of mate attraction. *Journal of Personality and Social Psychology*, 54(4), 616-628.
- Cardinal, R. N. i Howes, N. J. (2005). Effects of lesions of the nucleus accumbens core on choice between small certain rewards and large uncertain rewards in rats. *BMC Neuroscience*, 6, 37.
- Carter, C. S. (1998). Neuroendocrine perspectives on social attachment and love. *Psychoneuroendocrinology*, 23(8), 779-818.
- Collins, W. A. i Sroufe, L. A. (1999). Capacity for intimate relationships: A developmental construction. U W. Furman, B. Brown i C. Feiring (Ur.), *The development of romantic relationships in adolescence* (str. 125–147). Cambridge University Press.
- de Boer, A., van Buel, E. M. i Ter Horst, G. J. (2012). Love is more than just a kiss: A neurobiological perspective on love and affection. *Neuroscience*, 201,114-124.

- de Carvalho, M. R., Dias, G. P., Cosci, F., De Melo Neto, V. L., Bevilaqua, M. C., Gardino, P. F. i Nardi, A. E. (2010). Current findings of fMRI in panic disorder: Contributions for the fear neurocircuitry and CBT effects. *Expert Review of Neurotherapeutics*, 10(2), 291–303.
- de la Fuente-Fernandez, R., Schulzer, M. i Stoessl, A. J. (2002). The placebo effect in neurological disorders. *Lancet Neurology*, 1(2), 85-91.
- de la Mora, M. P., Gallegos-Cari, A., Arizmendi-García, Y., Marcellino, D. i Fuxe, K. (2010). Role of dopamine receptor mechanisms in the amygdaloid modulation of fear and anxiety: structural and functional analysis. *Progress in Neurobiology*, 90(2), 198 –216.
- Decety, J. (2015). The neural pathways, development and functions of empathy. *Current Opinion in Behavioral Sciences*, 3, 1–6.
- deVries, A. C., deVries, M. B., Taymans, S. E. i Carter, C. S. (1996). The effects of stress on social preferences are sexually dimorphic in prairie voles. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 93(21), 11980 –11984.
- deVries, A. C., deVries, M. B., Taymans, S. i Carter, C. S. (1995). The modulation of pair bonding by corticosteroids in female prairie voles (*Microtus ochrogaster*). *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 92(17), 7744 –7748.
- Diamond, L. M. i Dickenson, J. A. (2012). The neuroimaging of love and desire: Review and future directions. *Clinical Neuropsychiatry*, 9(1), 39-46.
- Diamond, L. M., Hicks, A. M. i Otter-Henderson, K. D. (2008). Every time you go away: Changes in affect, behavior, and physiology associated with travel-related separations from romantic partners. *Journal of Personality and Social Psychology*, 95(2), 385-403.
- Diamond, L. M. (2003). What does sexual orientation orient? A biobehavioral model distinguishing romantic love and sexual desire. *Psychological Review*, 110(1), 173-192.
- Diamond, J. (1997). *Why is sex fun?* Basic Books.
- Ditzen, B., Schaer, M., Gabriel, B., Bodenmann, G., Ehlert, U. i Heinrichs, M. (2009). Intranasal oxytocin increases positive communication and reduces cortisol levels during couple conflict. *Biological Psychiatry*, 65(9), 728–731.
- Dölen, G. i Malenka, R.C. (2014). The emerging role of nucleus accumbens oxytocin in social cognition. *Biological Psychiatry*, 76(5), 354–355.

- Dölen, G., Darvishzadeh, A., Huang, K. W. i Malenka, R. C. (2013). Social reward requires coordinated activity of nucleus accumbens oxytocin and serotonin. *Nature*, 501(7466), 179–184.
- Eastwick, P. W., Luchies, L. B, Finkel, E. J. i Hunt L. L. (2014). The many voices of Darwin’s descendants: Reply to Schmitt. *Psychological Bulletin*, 140(30), 673-681.
- Eastwick, P. W. (2009). Beyond the Pleistocene: Using phylogeny and constraint to inform the evolutionary psychology of human mating. *Psychological Bulletin*, 135(5), 794-821.
- Ebisch, S. J., Ferri, F. i Gallese, V. (2014). Touching moments: Desire modulates the neural anticipation of active romantic caress. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*, 8(60), 1-12.
- Ellingsen, D. M., Leknes, S., Loseth, G., Wessberg, J. i Olausson, H. (2015). The neurobiology shaping affective touch: Expectation, motivation, and meaning in the multisensory context. *Frontiers in Psychology*, 6, 1986-1999.
- Esch, T. i Stefano, G. B. (2005). The neurobiology of love. *Neuroendocrinology Letters*, 26(3), 175-192.
- Esch, T. i Stefano G. B. (2004). The neurobiology of pleasure, reward processes, addiction and their health implications. *Neuroendocrinology Letters*, 25(4), 235-251.
- Esch, T. i Stefano, G. B. (2002). An overview of stress and its impact in immunological diseases. *Modern Aspects of Immunobiology*, 2(4), 187-192.
- Esch, T., Stefano, G. B., Fricchione, G. L. i Benson, H. (2002). Stress in cardiovascular diseases. *Medical Science Monitor*, 8(5), 93-101.
- Feingold, A. (1992). Gender differences in mate selection preferences: A test of the parental investment model. *Psychological Bulletin*, 112(1), 125.
- Feldman, R. (2017). The neurobiology of human attachments. *Trends in Cognitive Sciences*, 21(2), 80-99.
- Feldman, R. (2016). The neurobiology of mammalian parenting and the biosocial context of human caregiving. *Hormones and Behavior*, 77, 3–17.
- Feldman, R., Monakhov, M., Pratt, M. i Ebstein, R. P. (2016). Oxytocin pathway genes: Evolutionary ancient system impacting on human affiliation, sociality, and psychopathology. *Biological Psychiatry*, 79(3), 174–184.

- Feldman, R. (2015). Sensitive periods in human social development: New insights from research on oxytocin, synchrony, and high-risk parenting. *Development and Psychopathology*, 27(2), 369–395.
- Feldman, R., Gordon, I., Infuls, M. Gutbir, T. i Ebstein, R. P. (2013). Parental oxytocin and early caregiving jointly shape children's oxytocin response and social reciprocity. *Neuropsychopharmacology*, 38(7), 1154–1162.
- Feldman, R. (2012). Bio-behavioral synchrony: A model for integrating biological and microsocial behavioral processes in the study of parenting. *Parenting*, 12(2), 154–164.
- Feldman, R. (2012). Oxytocin and social affiliation in humans. *Hormones and Behavior*, 61(3), 380–391.
- Feldman, R., Gordon, I. i Zagoory-Sharon, O. (2011). Maternal and paternal plasma, salivary, and urinary oxytocin and parent-infant synchrony: Considering stress and affiliation components of human bonding. *Developmental Science*, 14(4), 752–761.
- Feldman, R., Masalha, S. i Derdikman-Eiron, R. (2010). Conflict resolution in the parent–child, marital, and peer contexts and children's aggression in the peer group: A process-oriented cultural perspective. *Developmental Psychology*, 46(2), 310-325.
- Feldman, R. (2007). Mother-infant synchrony and the development of moral orientation in childhood and adolescence: Direct and indirect mechanisms of developmental continuity. *American Journal of Orthopsychiatry*, 77(4), 582–597.
- Feldman, R., Masalha, S. i Alony, D. (2006). Microregulatory patterns of family interactions: Cultural pathways to toddlers' self-regulation. *Journal of Family Psychology*, 20(4), 614–623.
- Field, T., Diego, M., Pelaez, M., Deeds, O. i Delgado, J. (2009). Breakup distress in university students. *Adolescence*, 44(176), 705–727.
- Finkel, E. J. i Eastwick, P. W. (2015). Attachment and pairbonding. *Current Opinion in Behavioral Sciences*, 3, 7-11.
- Fisher, H. E., Xu, X., Aron, A. i Brown, L. L. (2016). Intense, passionate, romantic love: a natural addiction? How the fields that investigate romance and substance abuse can inform each other. *Frontiers in Psychology*, 7, 687-688.

- Fisher, H. E., Brown, L. L., Aron, A., Strong, G. i Mashek, D. (2010). Reward, addiction, and emotion regulation systems associated with rejection in love. *Journal of Neurophysiology*, 104(1), 51– 60.
- Fisher, H. E., Aron, A. i Brown, L. L. (2006). Romantic love: A mammalian brain system for mate choice. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 361(1476), 2173–2186.
- Fisher, H., Aron, A. i Brown, L. L. (2005). Romantic love: An fMRI study of a neural mechanism for mate choice. *The Journal of Comparative Neurology*, 493(1), 58 – 62.
- Fisher, H. E. (2004). *Why we love: The nature and chemistry of romantic love*. Henry Holt.
- Fisher H. (1998). Lust, attraction, and attachment in mammalian reproduction. *Human Nature*, 9(1),23–52.
- Fletcher, G. J. O., Simpson, J. A., Campbell, L. i Overall, N. C. (2015). Pair-bonding, romantic love, and evolution: The curious case of Homo sapiens. *Perspectives on Psychological Science*, 10(1), 20-36.
- Fletcher, G. J. O. i Kerr, P. S. G. (2010). Through the eyes of love: Reality and illusion in intimate relationships. *Psychological Bulletin*, 136(4), 627–658.
- Francesco, F. i Cervone, A. (2014). Neurbiology of love. *Psychiatria Danubina*, 26(1), 266-268.
- Fury, G., Carlson, E. A. i Sroufe, L. A. (1997). Children's representations of attachment relationships in family drawings. *Child Development*, 68(6), 1154-1164.
- Gillies, G. E., Linton, E. A. i Lowry, P. J. (1982). Corticotropin releasing activity of the new CRF is potentiated several times by vasopressin. *Nature*, 299(5881), 355–357.
- Gonzaga, G. C., Keltner, D., Londahl, E. A. i Smith, M. D. (2001). Love and the commitment problem in romantic relations and friendship. *Journal of Personality and Social Psychology*, 81(2), 247–262.
- Gordon, I., Voos, A. C., Bennett, R. H., Bolling, D. Z., Pelphrey, K. A. i Kaiser, M. D. (2013). Brain mechanisms for processing affective touch. *Human Brain Mapping*, 34(4), 914–922.
- Gueguen, N. (2007). Courtship compliance: The effect of touch on women's behavior. *Social Influence*, 2(2), 81–97.
- Gulledge, A. K., Gulledge, M. H. i Stahmann, R. F. (2003). Romantic physical affection types and relationship satisfaction. *American Journal of Family Therapy*, 31(4), 233–242.

- Gündel, H., O'Connor, M-F., Littrell, L., Fort, C. i Lane, R. D. (2003). Functional neuroanatomy of grief: An fMRI study. *American Journal of Psychiatry*, 160(11), 1946–1953.
- Hartup, W. W. i Stevens, N. (1999). Friendships and adaptation across the life span. *Current Directions in Psychological Science*, 8(3), 76-79.
- Hatfield, E. i Rapson, R. L. (2002). Passionate love and sexual desire: Cross-cultural and historical perspectives. U A. Vangelisti, H. T. Reis i M. Fitzpatrick (Ur.), *Stability and change in relationships* (str. 306-324). Cambridge University Press.
- Hatfield, E. i Rapson, R. L. (2000). Love. U W. E. Craighead i C. B. Nemeroff (Ur.), *The Corsini encyclopedia of psychology and behavioral science* (str. 898-901). John Wiley & Sons.
- Hatfield E. i Rapson R. L. (1996). *Love and sex: Cross-cultural perspectives*. Allyn and Bacon.
- Hatfield, E. (1988). Passionate and companionate love. U R. J. Sternberg i M. L. Barnes (Ur.), *The psychology of love* (str. 191–217). Yale University Press.
- Hazan, C. i Diamond, L. M. (2000). The place of attachment in human mating. *Review of General Psychology*, 4(2), 186–204.
- Hazan, C. i Zeifman, D. (1994). Sex and the psychological tether. U K. Bartholomew i D. Perlman (Ur.), *Attachment processes in adulthood* (str. 151-178). Jessica Kingsley Publishers.
- Hazan, C. i Shaver, P. (1987). Romantic love conceptualized as an attachment process. *Journal of Personality and Social Psychology*, 52(3), 511–524.
- Heinzel, A., Walter, M., Schneider, F., Rotte, M., Matthiae, C., Tempelmann, C. T., Heinze, H.-J., Bogerts, B. i Northoff, G. (2006). Self-related processing in the sexual domain: A parametric event-related fMRI study reveals neural activity in ventral cortical midline structures. *Social Neuroscience*, 1(1), 41–51.
- Hewstone, M i Stroebe, W. (2001). *Socijalna psihologija: europske perspektive*. Jastrebarsko: Naklada Slap.
- Hurlemann, R. i Scheele, D. (2016). Dissecting the role of oxytocin in the formation and loss of social relationships. *Biological Psychiatry*, 79(3), 185-193.
- Jankowiak, W. R. i Fischer, E. F. (1992). A cross-cultural perspective on romantic love. *Ethnology*, 31(2), 149–155.



- Johns, J. M., Joyner, P. W., McMurray, M. S., Elliott, D. L., Hofler, V. E., Middleton, C. L., Knupp, K., Greenhill, K. W., Lomas, L. M. i Walker, C. H. (2005). The effects of dopaminergic/serotonergic reuptake inhibition on maternal behavior, maternal aggression, and oxytocin in the rat. *Pharmacology, Biochemistry and Behavior*, 81(4), 769–785.
- Karremans, J. C., Pronk, T. M. i van der Wal, R. C. (2015). Executive control and relationship maintenance processes: An empirical overview and theoretical integration. *Social and Personality Psychology Compass*, 9(7), 333–347.
- Kenkel, W. M., Yee, J. R. i Carter, C. S. (2014). Is oxytocin a maternal–foetal signalling molecule at birth? Implications for development. *Journal of Neuroendocrinology*, 26(10), 739–749.
- Kenrick, D. T. i Trost, M. R. (1989). A reproductive exchange model of heterosexual relationships: Putting proximate economics in ultimate perspective. U C. Hendrick (Ur.), *Close relationships* (str. 92–118). Sage Publications, Inc.
- Keysers, C., Thioux, T. i Gazzola, V. (2013). Mirror neuron system and social cognition. U S. Baron-Cohen, M. Lombardo i H. Tager-Flusberg (Ur.), *Understanding other minds: Perspectives from developmental social neuroscience* (str. 233–263). Oxford University Press.
- Kim, W., Kim, S., Jeong, J., Lee, K. U., Ahn, K. J., Chung, Y. A., Hong, K. Y. i Chae, J. H. (2009). Temporal changes in functional magnetic resonance imaging activation of heterosexual couples for visual stimuli of loved partners. *Psychiatry Investigation*, 6(1), 19 –25.
- Knutson, B., Fong, G. W., Adams, C. M., Varner, J. L. i Hommer, D. (2001). Dissociation of reward anticipation and outcome with event-related fMRI. *Neuroreport*, 12(17), 3683–3687.
- Komisaruk B. R. i Whipple B. (1998). Love as sensory stimulation: Physiological consequences of its deprivation and expression. *Psychoneuroendocrinology*, 23(8), 927-944.
- Kreuder, A. K., Scheele, D., Wassermann, L., Wollseifer, M., Stoffel-Wagner, B., Lee, M. R., Hennig, J., Maier, W. i Hurlmann, R. (2017). How the brain codes intimacy: The neurobiological substrates of romantic touch. *Human Brain Mapping*, 38(9), 4525-4534.
- Leckman, J. F., Denys, D., Simpson, H. B., Mataix-Cols, D., Hollander, E., Saxena, S., Miguel, E. C., Rough, S. L., Goodman, W. K., Philips, K. A. i Stein, D. K. (2010). Obsessive-

- compulsive disorder: A review of the diagnostic criteria and possible subtypes and dimensional specifiers for DSM-V. *Depression and Anxiety*, 27(6), 507–527.
- Lee Raby, K., Cicchetti, D., Carlson, E. A., Egeland, B. i Andrew Collins, W. (2013). Genetic contributions to continuity and change in attachment security: A prospective, longitudinal investigation from infancy to young adulthood. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 54(11), 1223–1230.
- LeDoux, J. (2007). The amygdala. *Current Biology*, 17(20), 868 –874.
- Legros, J. J. (2001). Inhibitory effect of oxytocin on corticotrope function in humans: Are vasopressin and oxytocin ying-yang neurohormones? *Psychoneuroendocrinology*, 26(7), 649 – 655.
- Light, K. C., Grewen, K. M. i Amico, J. A. (2005). More frequent partner hugs and higher oxytocin levels are linked to lower blood pressure and heart rate in premenopausal women. *Biological Psychology*, 69(1), 5–21.
- Linardatos, L. i Lydon, J. E. (2011). Relationship-specific identification and spontaneous relationship maintenance processes. *Journal of Personality and Social Psychology*, 101(4), 737–753.
- Lindgren, L., Westling, G., Brulin, C., Lehtipalo, S., Andersson, M. i Nyberg, L. (2012). Pleasant human touch is represented in pregenual anterior cingulate cortex. *Neuroimage*, 59(4), 3427–3432.
- Love, T. M. (2014). Oxytocin, motivation and the role of dopamine. *Pharmacology Biochemistry and Behavior*, 119, 49–60.
- Loving, T. J., Crockett, E. E. i Paxson, A. A. (2009). Passionate love and relationship thinkers: Experimental evidence for acute cortisol elevations in women. *Psychoneuroendocrinology*, 34(6), 939–946.
- Lydon, J. i Karremans, J. C. (2015). Relationship regulation in the face of eye candy: A motivated cognition framework for understanding responses to attractive alternatives. *Current Opinion in Psychology*, 1, 76–80.
- Marazziti, D. i Baroni, S. (2012). Romantic love: The mystery of its biological roots. *Clinical Neuropsychiatry*, 9(1), 14-19.

- Marazziti, D. i Catena Dell'Osso, M. (2008). The role of oxytocin in neuropsychiatric disorders. *Current Medicinal Chemistry*, 15(7), 698- 704.
- Marazziti, D., Dell'Osso, B., Baroni, S., Mungai, F., Catena, M., Pucci, P., Albanese, F., Giannaccini, G., Betti, L., Fabbrini, L., Italiani, P., Del Debbio, A., Lucacchini, A. i Dell'Osso, L. (2006). A relationship between oxytocin and anxiety of romantic attachment. *Clinical Practice and Epidemiology in Mental Health*, 11(2), 28-32.
- Marazziti, D. i Canale, D. (2004). Hormonal changes when falling in love. *Psychoneuroendocrinology*, 29(7), 931-936.
- Marazziti, D. i Cassano, G. B. (2003). The neurobiology of attraction. *Journal of Endocrinological Investigation*, 26(3), 58-60.
- Marazziti, D., Akiskal, H. S., Rossi, A. i Cassano, G. B. (1999). Alteration of the platelet serotonin transporter in romantic love. *Psychological Medicine*, 29(3), 741–745.
- Maner, J. K., Gailliot, M. T. i Miller, S. L. (2009). The implicit cognition of relationship maintenance: inattention to attractive alternatives. *Journal of Experimental Social Psychology*, 45(1), 174–179.
- Maner, J. K., Rouby, D. A. i Gonzaga, G. C. (2008). Automatic inattention to attractive alternatives: the evolved psychology of relationship maintenance. *Evolution and Human Behavior*, 29(5), 343–349.
- McCabe, C., Rolls, E. T., Bilderbeck, A. i McGlone, F. (2008). Cognitive influences on the affective representation of touch and the sight of touch in the human brain. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 3(2), 97–108.
- McGlone, F., Olausson, H., Boyle, J. A., Jones-Gotman, M., Dancer, C., Guest, S. i Essick, G. (2012). Touching and feeling: Differences in pleasant touch processing between glabrous and hairy skin in humans. *European Journal of Neuroscience*, 35(11), 1782–1788.
- Meyer, M. L., Berkman, E. T., Karremans, J. C. i Lieberman, M. D. (2011). Incidental regulation of attraction: The neural basis of the derogation of attractive alternatives in romantic relationships. *Cognition and Emotion*, 25(3), 490–505.
- Meyer-Lindenberg, A., Domes, G., Kirsch, P. i Heinrichs, M. (2011). Oxytocin and vasopressin in the human brain: Social neuropeptides for translational medicine. *Nature Reviews Neuroscience*, 12(9), 524–538.

- Miller, R. S. (1997). Inattentive and contented: Relationship commitment and attention to alternatives. *Journal of Personality and Social Psychology*, 73(4), 758–766.
- Monk, T. H., Houck, P. R. i Shear, M. K. (2006). The daily life of complicated grief patients-- what gets missed, what gets added? *Death Studies*, 30(1), 77–85.
- Morhenn, V., Beavin, L. E. i Zak, P. J. (2012). Massage increases oxytocin and reduces adrenocorticotropin hormone in humans. *Alternative Therapies in Health and Medicine*, 18(6), 11–18.
- Murray, E. A. i Wise, S. P. (2010). Interactions between orbital prefrontal cortex and amygdala: advanced cognition, learned responses and instinctive behaviors. *Current Opinion in Neurobiology*, 20(2), 212–220.
- Murray, S. L., Holmes, J. G. i Collins, N. L. (2006). The relational signature of felt security. *Psychological Bulletin*, 132(5), 641–666.
- Murray, S. L. i Holmes, J. G. (1997). A leap of faith? Positive illusions in romantic relationships. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 23(6), 586–604.
- Murray, S. L., Holmes, J. G. i Griffin, D. W. (1996). The benefits of positive illusions: idealization and the construction of satisfaction in close relationships. *Journal of Personality and Social Psychology*, 70(1), 79–98.
- Najib, A., Lorberbaum, J. P., Kose, S., Bohning, D. E. i George, M. S. (2004). Regional brain activity in women grieving a romantic relationship breakup. *American Journal of Psychiatry*, 161(12), 2245–2256.
- Numan, M. i Sheehan, T. P. (1997). Neuroanatomical circuitry for mammalian maternal behavior. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 807, 101-125.
- O'Connor, M. F. (2019). Grief: A brief history of research on how body, mind, and brain adapt. *Psychosomatic Medicine*, 81(8), 731-738.
- O'Connor, M. F., Wellisch, D. K., Stanton, A. L., Eisenberger, N. I., Irwin, M. R. i Lieberman, M. D. (2008). Craving love? Enduring grief activates brain's reward center. *Neuroimage*, 42(2), 969–972.
- Onions C. T. (1966). *The Oxford Dictionary of English Etymology*. Oxford University Press.

- Onrust, S. A. i Cuijpers, P. (2006). Mood and anxiety disorders in widowhood: A systematic review. *Aging and Mental Health*, 10(4), 327–334.
- Ortigue, S., Bianchi-Demicheli, F., Patel, N., Frum, C. i 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.
- Ortigue, S., Bianchi-Demicheli, F., Hamilton, A. F. i Grafton, S. T. (2007). The neural basis of love as a subliminal prime: An event-related functional magnetic resonance imaging study. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 19(7), 1218–1230.
- Phan, K. L., Wager, T., Taylor, S. F. i Liberzon, I. (2002). Functional neuroanatomy of emotion: A meta-analysis of emotion activation studies in PET and fMRI. *Neuroimage*, 16(2), 331–348.
- Pohl, T. T., Young, L. J. i Bosch, O. J. (2019). Lost connections: Oxytocin and the neural physiological and behavioural consequences of disrupted relationships. *International Journal of Psychophysiology*, 136, 54–63.
- Pronk, T. M. i Righetti, F. (2015). How executive control promotes happy relationships and a well-balanced life. *Current Opinion in Psychology*, 1, 14–17.
- Purba, J. S., Hoogendijk, W. J., Hofman, M. A. i Swaab, D. F. (1996). Increased number of vasopressin- and oxytocin-expressing neurons in the paraventricular nucleus of the hypothalamus in depression. *Archives of General Psychiatry*, 53(2), 137–143.
- Raadsheer, F. C., Hoogendijk, W. J., Stam, F. C., Tilders, F. J. i Swaab, D. F. (1994). Increased numbers of corticotropin-releasing hormone expressing neurons in the hypothalamic paraventricular nucleus of depressed patients. *Neuroendocrinology*, 60(4), 436–444.
- Regan, P. C. (1998). Of lust and love: Beliefs about the role of sexual desire in romantic relationships. *Personal Relationships*, 5(2), 139–157.
- Reis, H. T. i Aron, A. (2008). Love: What is it, why does it matter, and how does it operate?. *Perspectives on Psychological Science*, 3(1), 80–86.
- Reis, H. T., Clark, M. S. i Holmes, J. G. (2004). Perceived partner responsiveness as an organizing construct in the study of intimacy and closeness. U D. J. Mashek i A. Aron (Ur.), *Handbook of closeness and intimacy* (str. 201–225). Erlbaum.

- Reis, H. T. i Downey, G. (1999). Social cognition in relationships: Building essential bridges between two literatures. *Social Cognition*, 17(2), 97–177.
- Rivier, C. i Vale, W. (1983). Interaction of corticotropin-releasing and arginine vasopressin on adrenocorticotropin secretion in vivo. *Endocrinology*, 113(3), 939–942.
- Rolls, E. T., O’Doherty, J., Kringelbach, M. L., Francis, S., Bowtell, R. i McGlone, F. (2003). Representations of pleasant and painful touch in the human orbitofrontal and cingulate cortices. *Cerebral Cortex*, 13(3), 308–317.
- Sbarra, D. A. i Hazan, C. (2008). Coregulation, dysregulation, self regulation: An integrative analysis and empirical agenda for understanding adult attachment, separation, loss and recovery. *Personality and Social Psychology Review*, 12(2), 141-167.
- Scheele, D., Plota, J., Stoffel-Wagner, B., Maier, W. i Hurlemann, R. (2016). Hormonal contraceptives suppress oxytocin-induced brain reward responses to the partner’s face. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 11(5), 767–774.
- Scheele, D., Wille, A., Kendrick, K. M., Stoffel-Wagner, B., Becker, B., Gunturkun, O., Maier, W. i Hurlemann, R. (2013). Oxytocin enhances brain reward system responses in men viewing the face of their female partner. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110(50), 20308–20313.
- Scheele, D., Striepens, N., Gunturkun, O., Deutschlander, S., Maier, W., Kendrick, K. M. i Hurlemann, R. (2012). Oxytocin modulates social distance between males and females. *Journal of Neuroscience*, 32(46), 16074–16079.
- Schneiderman, I., Zagoory-Sharon, O., Leckman, J. F. i Feldman, R. (2012). Oxytocin during the initial stages of romantic attachment: relations to couples’ interactive reciprocity. *Psychoneuroendocrinology*, 37(8), 1277–1285.
- Shamay-Tsoory, S. G. i Abu-Akel, A. (2016). The social salience hypothesis of oxytocin. *Biological Psychiatry*, 79(3), 194–202.
- Shaver, P., Hazan, C. i Bradshaw, D. (1988). Love as attachment: The integration of three behavioral systems. U R. J. Sternberg i M. L. Barnes (Ur.), *The psychology of love* (str. 68-99). Yale University Press.

- Shear, M. K., Simon, N., Wall, M., Zisook, S., Neimeyer, R., Duan, N., ... Keshaviah A. (2011). Complicated grief and related bereavement issues for DSM-5. *Depression and Anxiety*, 28(2), 103–117.
- Shin, L. M. i Liberzon, I. (2010). The neurocircuitry of fear, stress, and anxiety disorders. *Neuropsychopharmacology*, 35(1), 169–191.
- Shipley J. T. (1945). *Dictionary of Word Origins*. Philosophical Library.
- Simon, N. M., Shear, K. M., Thompson, E. H., Zalta, A. K., Perlman, C., Reynolds, C. F., Frank, E., Melhem, N. M. i Silowash, R. (2007). The prevalence and correlates of psychiatric comorbidity in individuals with complicated grief. *Comprehensive Psychiatry*, 48(5), 395–399.
- Simpson, J. A., Gangestad, S. W. i Lerma, M. (1990). Perception of physical attractiveness: mechanisms involved in the maintenance of romantic relationships. *Journal of Personality and Social Psychology*, 59(6), 1192–1201.
- Singer, T., Critchley, H. D. i Preuschoff, K. (2009). A common role of insula in feelings empathy and uncertainty. *Trends in Cognitive Sciences*, 13(8), 334-340.
- Sternberg, R. J. (1986). A triangular theory of love. *Psychological Review*, 93(2), 119–135.
- Stewart-Williams S. i Thomas, A. G. (2013). The ape that thought it was a peacock: Does evolutionary psychology exaggerate human sex differences? *Psychological Inquiry*, 24(3), 137-168.
- Stoessel, C., Stiller, J., Bleich, S., Bönsch, D., Doerfler, A., Garcia, M., Richter-Schmidinger, T., Kornhuber, J. i Forster C. (2011). Differences and similarities on neuronal activities of people being happily and unhappily in love: A functional magnetic resonance imaging study. *Neuropsychobiology*, 64(1), 52-60.
- Strüber, D., Lück, M. i Roth, G. (2008). Sex, aggression and impulse control: An integrative account. *Neurocase*, 14(1), 93–121.
- Sun, P., Smith, A. S., Lei, K., Liu, Y. i Wang, Z. (2014). Breaking bonds in male prairie vole: Long-term effects on emotional and social behavior, physiology, and neurochemistry. *Behavioural Brain Research*, 265, 22–31.

- Tancredy, C. M. i Fraley, R. C. (2006). The nature of adult twin relationships: An attachment-theoretical perspective. *Journal of Personality and Social Psychology*, *90*(1), 78–93.
- Ueda, R. (2022). Neural processing of facial attractiveness and romantic love: An overview and suggestions for future empirical studies. *Frontiers in Psychology*, *13*, 896514.
- Ueda, R. i Abe, N. (2021). Neural representations of the committed romantic partner in the nucleus accumbens. *Psychological Science*, *32*(12), 1884-1895.
- Ulmer-Yaniv, A., Avitsur, R., Kanat-Maymon, Y., Schneiderman, I., Zagoory-Sharon, O. i Feldman, R. (2016). Affiliation, reward, and immune biomarkers coalesce to support social synchrony during periods of bond formation in humans. *Brain Behavior and Immunity*, *56*, 130–139.
- Valliant, G. E. (2012). *The Triumphs of Experience: The Men of the Harvard Grant Study*. The Belknap Press of Harvard University Press.
- van Anders, S. M., Edelstein, R. S., Wade, R. M. i Samples-Steele, C. R. (2013). Descriptive experiences and sexual vs. nurturant aspects of cuddling between adult romantic partners. *Archives of Sexual Behavior*, *42*(4), 553–560.
- van Anders, S. M., Goldey, K. L. i Kuo, P. X. (2011). The steroid/peptide theory of social bonds: Integrating testosterone and peptide responses for classifying social behavioral contexts. *Psychoneuroendocrinology*, *36*(9), 1265–1275.
- van Anders, S. M. i Watson, N. V. (2007). Testosterone levels in women and men who are single, in long-distance relationships, or same-city relationships. *Hormones and Behavior*, *51*(2), 286–291.
- Volz, K. G., Schubotz, R. I. i von Cramon, D. Y. (2006). Decision-making and the frontal lobes. *Current Opinion in Neurology*, *19*(4), 401–406.
- Walum, H. i Young, L. J. (2018). The neural mechanisms and circuitry of the pair bond. *Nature Reviews Neuroscience*, *19*(11), 643-654.
- Weaver, I. C., Cervoni, N., Champagne, F. A., D'Alessio, A. C., Sharma, S., Seckl, J. R., Dymov, S., Szyf, M. i Meaney, M. J. (2004). Epigenetic programming by maternal behavior. *Nature Neuroscience*, *7*, 847–854.



- Westenbroek, C., Snijders, T. A., den Boer, J. A., Gerrits, M., Fokkema, D. S. i Ter Horst, G. J. (2005). Pair-housing of male and female rats during chronic stress exposure results in gender-specific behavioral responses. *Hormones and Behavior*, 47(5), 620 – 628.
- Wingfield, J. C., Hegner, R. E., Dufty, A. M. i Ball, G. F. (1990). The “challenge hypothesis”: Theoretical implications for patterns of testosterone secretion, mating systems, and breeding strategies. *The American Naturalist*, 136(6), 829 – 846.
- Xu, X., Aron, A., Brown, L., Cao, G., Feng, T. i Weng, X. (2011). Reward and motivation systems: a brain mapping study of early-stage intense romantic love in Chinese participants. *Human Brain Mapping*, 32(2), 249 –257.
- Zeki, S. (2007). The neurobiology of love. *FEBS Letters*, 581(14), 2575–2579.
- Zhang, L., Lou, D., Jiao, H., Zhang, D., Wang, X., Xia, Y., Zhang, J. i Xu, M. (2004). Cocaine induced intracellular signaling and gene expression are oppositely regulated by the dopamine D1 and D3 receptors. *Journal of Neuroscience*, 24(13), 3344-3354.
- Zitzmann, M. i Nieschlag, E. (2001). Testosterone levels in healthy men and the relation to behavioural and physical characteristics: Facts and constructs. *European Journal of Endocrinology*, 144(3), 183-197.
- Zivin, K. i Christakis, N. A. (2007). The emotional toll of spousal morbidity and mortality. *The American Journal of Geriatric Psychiatry*, 15(9), 772–779.