

Psiholojske teme, 24, 2015 (3), 449-471

Pregledni rad – UDK – 159.942.072  
612.176

## Respiratorna sinusna aritmija i emocionalno reagiranje

Asmir Gračanin

Odsjek za psihologiju, Filozofski fakultet Sveučilišta u Rijeci

---

### Sažetak

*Respiratorna sinusna aritmija* (RSA) smatra se pokazateljem parasimpatičke ili vagusne aktivacije, a posljednjih su nekoliko desetljeća istraživani odnosi između njezinih osnovnih vrijednosti i dinamike s jedne, te različitih kognitivnih i emocionalnih procesa i s njima povezanih osobina ličnosti s druge strane. U radu su ukratko navedene opće funkcije parasimpatikusa te je objašnjen način na koji se aktivacija ove grane autonomnoga živčanog sustava odražava na rad srca. Opisani su *polivagusna teorija* i *model neurovisceralne integracije*, koji predstavljaju okvir za razumijevanje odnosa parasimpatičke aktivacije i rada središnjega živčanog sustava, kao i odnosa RSA s kognitivnim i emocionalnim procesima. Nakon pojašnjavanja načina na koje se RSA najčešće mjeri, raspravljani su aktualni metodološki problemi u istraživanjima RSA u kontekstu kognitivnih procesa, uz isticanje poteškoća pri pokušaju razlikovanja efekata različitih kognitivnih zadataka i tjelesne aktivnosti od efekata emocionalnih odgovora. Konačno, predstavljen je kratak pregled eksperimentalnih istraživanja usmjerenih na promjene u RSA koje prate emocionalne reakcije, te korelacijskih istraživanja koja povezuju temeljne vrijednosti RSA i reaktivnost u RSA s emocionalno definiranim osobinama pojedinca. Različita su predviđanja proizašla iz polivagusne teorije i modela neurovisceralne integracije potvrđena primarno kada se radi o vagusnom povlačenju i sniženom vagusnom tonusu koji su vezani uz stresne reakcije, emociju straha i anksioznost kao osobinu, te nešto manje uz hostilnost kao osobinu. Ukratko su raspravljani mogući izvori nekonzistentnosti rezultata eksperimentalnih istraživanja odnosa osnovnih emocija i promjena u RSA, kao što su zanemarivanje uloge kognitivnih procesa i tjelesne aktivnosti, te su ponudena neka metodološka rješenja za uklanjanje nedostataka dosadašnjih istraživanja.

**Ključne riječi:** parasimpatikus, respiratorna sinusna aritmija, polivagusna teorija, model neurovisceralne integracije, emocije

---

### Uvod

Psihofiziološka se istraživanja usmjerena na aktivaciju autonomnoga živčanog sustava (AŽS) u pravilu temelje na mjerenju ukupne aktivnosti završnih organa poput srca ili krvožilnog sustava. Međutim, kardiovaskularne mjere poput *brzine rada srca* (HR, prema engl. *heart rate*) ili krvnog tlaka pod utjecajem su istovremene

---

✉ Asmir Gračanin, Filozofski fakultet Sveučilišta u Rijeci, Odsjek za psihologiju, 51000 Rijeka, Sveučilišna avenija 4. E-pošta: [agracanin@ffri.hr](mailto:agracanin@ffri.hr)

aktivacije simpatičke i parasimpatičke grane AŽS-a, zbog čega je moguće da se pri korištenju takvih "prljavih" mjera jednostavno zanemari aktivnost jedne od tih dviju grana. Na primjer, istovremena aktivacija simpatikusa i parasimpatikusa može za posljedicu imati izostanak promjena u HR-u.

Tijekom posljednja tri desetljeća dolazi do povećanog zanimanja za precizno mjerenje simpatičke i parasimpatičke aktivacije. Mjere koje se odnose na razmak između otkucaja srca (RR, *razmak između dva susjedna R-vala*) sadrže u sebi veliku količinu informacija, pri čemu svaka od tih mjera može pružiti različite spoznaje o procesima u organizmu (Schubert i sur., 2009). U psihologijskoj, fiziologijskoj i medicinskoj literaturi vidljiv je porast zanimanja za one mjere srčane aktivnosti koje odražavaju parasimpatičke ili vagusne utjecaje na srce. *Respiratorna sinusna aritmija* (RSA), koja je približni pokazatelj parasimpatičke aktivacije, može se pratiti kroz različite mjere *varijabilnosti rada srca* (HRV, prema engl. *heart rate variability*). Istraživanja usmjerena na RSA omogućavaju bolje razumijevanje širokog spektra psiholoških procesa, od razine analize središnjega živčanog sustava (SŽS) do razine individualnih razlika u ponašanju.

*Polivagusna teorija* (Porges, 1995, 2001) i *model neurovisceralne integracije* (Thayer i Lane, 2000, 2009) predstavljaju najutjecajnije teorijske okvire koji istovremeno obuhvaćaju psihičko funkcioniranje, aktivaciju središnjeg živčanog sustava i parasimpatičku aktivaciju. Ove dvije teorije objašnjavaju "zajedničku akciju i reakciju ... dvaju najvažnijih organa u tijelu", a to su srce i mozak (Darwin, 1972/1998, str. 76). Do sada su potaknule brojna istraživanja, ne samo u psihologiji već i u drugim područjima usmjerenima na čovjekovo funkcioniranje. U ovom će radu te dvije teorije biti korištene kao okvir za objašnjavanje uloge parasimpatičkoga živčanog sustava u psihičkim procesima, iako dio prikazanih nalaza izlazi izvan fokusa tih teorija. Rad je primarno usmjeren na vezu između aktivacije parasimpatikusa i različitih emocionalnih procesa. Međutim, kako bi se taj odnos mogao razumjeti, emocionalne je procese u užem smislu (emocionalne ekspresije, subjektivno iskustvo) potrebno sagledavati u njihovu međuodnosu s kognitivnim procesima, pa je manji dio rada posvećen i procesima pažnje i kognitivne kontrole.

### **Autonomni živčani sustav i vagusna kontrola rada srca**

Autonomni živčani sustav tvore dvije grane: simpatički živčani sustav, čije je djelovanje povezano s odgovorima "borbe i bijega", i parasimpatički živčani sustav, čije je djelovanje povezano s mirovanjem organizma i probavnim aktivnostima (Bradley, 2004). Važno je napomenuti da je upravo parasimpatička aktivacija ta koja vraća djelovanje različitih organa stimuliranih simpatikusom na početnu razinu (Hudek-Knežević i Kardum, 2006). Drugim riječima, događaji koji uzrokuju visoku pobuđenost također su obično praćeni i parasimpatičkom aktivacijom čiji je cilj vraćanje organizma u stanje homeostaze. Općenito, kada se metabolički zahtjevi povećaju, što je tipično za stresne situacije, autonomni živčani sustav zadovoljava te

metaboličke potrebe kroz tzv. *parasimpatičko povlačenje* i simpatičku aktivaciju, što rezultira porastom HR-a.

Berntson, Cacioppo i Quigley (1991) razrađuju koncept autonomne regulacije temeljen na dvodimenzionalnom modelu u kojem simpatička i parasimpatička aktivacija zauzimaju dvije ortogonalne osi. Iako je aktivnost većine tjelesnih organa u situacijama stresa podložna klasičnoj recipročnoj aktivaciji dviju grana AŽS-a (Cannon, 1939), ovaj model podrazumijeva da simpatička i parasimpatička kontrola ciljnih organa mogu varirati međusobno nezavisno ili nerecipročno. Drugim riječima, simpatička i parasimpatička grana AŽS-a mogu biti (ne)aktivirane istovremeno, što za posljedicu ima mogućnost nastanka različitih kombinacija aktivacije i neaktivacije ovih dvaju sustava. Jednak porast HR-a može tako npr. biti posljedica smanjenja parasimpatičke kontrole, povećanja simpatičke kontrole ili pak simpatički dominantne kontrole uslijed koaktivacije objiju grana AŽS-a. To u konačnici znači da precizno mjerenje aktivacije svake od dviju grana AŽS-a zahtijeva usmjeravanje na parametre koji su specifičniji od HR-a. Takav, relativno direktan, pristup mjerenju parasimpatičke aktivacije omogućavaju upravo različite mjere HRV-a koje odražavaju RSA.

RSA predstavlja ritmičku promjenu u brzini rada srca vidljivu kao smanjivanje i povećavanje dva susjedna RR-a, odnosno ubrzavanje i usporavanje rada srca u faznom odnosu s udisanjem i izdisanjem (Berntson, Cacioppo i Quigley, 1993). RR se u pravilu smanjuje tijekom udisanja, a povećava tijekom izdisanja (dok se s HR-om događa suprotno). Neposredan je uzrok ovakvoj konstantnoj varijaciji u tome što su parasimpatički utjecaji na srce blokirani tijekom udisanja, a aktivni tijekom izdisanja. Utjecaj parasimpatikusa na rad srca odvija se putem *vagus*a, desetoga kranijalnog živca. Vagus uključuje silazna (*afherentna*) i uzlazna (*eferentna*) živčana vlakna. Eferentna vlakna koja se protežu od moždanog debla završavaju, između ostaloga, i na *sinusatrijskom* (SA) čvoru na srcu, čija je uloga pokretanje srčanog mišića ovisno o primljenim živčanim impulsima. Budući da je uloga vagusnih eferentnih vlakana inhibicijska, njihova aktivnost usporava rad srca tako što smanjuje električnu aktivnost SA čvora (Levy i Warner, 1994). Govorimo li o obrnutom smjeru djelovanja, vagusna aferentna vlakna koja započinju unutar srca završavaju u jezgri solitarnog trakta (NTS) i omogućavaju neprestano slanje povratnih informacija o radu srca u mozak (Porges, Doussard-Roosevelt, Portales i Greenspan, 1996).

Iako obje grane AŽS-a imaju neprestan utjecaj na HR, parasimpatički ili vagusni utjecaj prevladava tijekom mirovanja omogućavajući održavanje *temeljnog/početnog* (engl. *resting/baseline*) HR-a ispod brzine do koje bi doveli električni impulsi koji se samostalno javljaju na SA čvoru (Berntson i sur., 1997). Općenito, simpatički utjecaj na HR sporiji je od parasimpatičkog, zbog čega parasimpatička grana ima relativno veći utjecaj na usporavanje, ali i ubrzavanje rada srca u slučaju smanjenja njezine aktivacije (Levy, 1990). Navedena razlika u utjecaju simpatikusa i parasimpatikusa na rad srca posljedica je općenito znatno veće brzine kolinergičkog u odnosu na adrenergički neurotransmitterski sustav (Saul, 1990).

Uloga vagusnog živca u nastanku HRV-a potvrđena je istraživanjima temeljenim na farmakološkoj blokadi vagusne inervacije srca. Promjena HR-a nakon blokade vagusa pomoću atropina omogućuje zaključke o utjecaju ovog živca na različite aspekte HRV-a. Srednja ili uobičajena razina vagusnog utjecaja na srce naziva se srčani *vagusni tonus*, a najčešće je definirana kao razlika u prosječnom RR-u pri usporedbi početnog HR-a i onog pri potpunoj blokadi vagusa (Cacioppo, Uchino i Berntson, 1994).

### **Polivagusna teorija i model neurovisceralne integracije**

Dvije najutjecajnije teorije koje povezuju parasimpatičku aktivaciju s psihičkim i posebice emocionalnim procesima jesu *polivagusna teorija* (Porges, 1995, 2001) i *model neurovisceralne integracije* (Thayer i Lane, 2000, 2009). S obzirom na neke čvrsto utemeljene spoznaje o biološkim supstratima ponašanja te se dvije teorije međusobno uvelike preklapaju, ali i nadopunjuju. Polivagusna je teorija u većoj mjeri usmjerena na filogenetsko porijeklo neurobihevioralnog sustava čiji se rad odražava u parasimpatičkoj aktivnosti. Model neurovisceralne aktivacije u većoj mjeri uzima u obzir komponente SŽS-a, koje su u podlozi *fleksibilnog* ponašanja organizma na općoj razini, a njihova je aktivacija također popraćena parasimpatičkom aktivacijom. Treba napomenuti da oba teorijska modela veliku pozornost pridaju i simpatikusu, odnosno njegovu međuodnosu s parasimpatikusom, o čemu će također biti riječi u ovom radu. Kada se radi o parasimpatičkoj aktivaciji, polivagusna teorija predstavlja temelj, a model neurovisceralne integracije svojevrsnu nadogradnju, pa ćemo u ovom radu prvonavedenoj teoriji posvetiti nešto više pažnje.

Polivagusna teorija počiva na evolucijskim objašnjenjima odnosa parasimpatičke aktivacije i ponašanja, te je kao takva primjenjiva na različite životinjske vrste (Porges, 1995, 2001). Ona povezuje evoluciju AŽS-a s paralelnim razvojem funkcija pažnje, afektivnog iskustva, emocionalnih ekspresija, glasovne komunikacije i socijalnog ponašanja (Porges, 2003), a zasniva se na razlikovanju triju filogenetskih stupnjeva odnosno faza razvoja AŽS-a u sisavaca. Svaki je stupanj rezultirao razvojem po jednoga specifičnoga autonomnog podsustava koji su danas prisutni kod svih pripadnika ove životinjske skupine. Funkcija se prvog podsustava očituje u *pokretanju* ili *mobilizaciji*, te njegovo djelovanje rezultira primjerice ponašanjima borbe i bijega. Drugi se podsustav odnosi na socijalnu komunikaciju, a uključuje odgovarajuće mehanizme facijalnih ekspresija, glasanja i slušanja. Porges ga naziva *sustavom socijalnog uključivanja i komunikacije* (engl. *social communication/engagement system*). Treći se podsustav odnosi na *imobilizaciju*, a rezultira za ljude relativno rijetkim ponašanjima, odnosno stanjima *zamrzavanja*, koja su tijekom naše evolucijske prošlosti imala važne funkcije u kontekstu preživljavanja, kao što je to npr. nesvjestica u situaciji u kojoj je nemoguće izbjeći ili nadvladati predatora. Podsustav *pokretanja* je uvelike ovisan o radu simpatikusa, dok se preostala dva podsustava temelje na aktivaciji vagusnog živca.

Nakon pregleda neuroanatomske literature Porges (1995) naglašava razliku između dva vagusna motorna sustava ističući njihovo različito evolucijsko porijeklo i drugačiji smještaj unutar moždanog debla. To su tzv. *pametni vagus*, koji započinje u nukleusu ambiguusu (nA), i *vegetativni vagus*, koji započinje u dorzalnom motornom nukleusu. Prvonavedeni, sustav socijalnog uključivanja i komunikacije ovisan je o mijeliniziranom vagusu, a njegova se uloga očituje u (p)održavanju mirnih stanja organizma pomoću inhibiranja simpatičkih utjecaja na kardiovaskularni sustav, odnosno kroz smanjivanje djelovanja različitih komponenti hipotalamičke-pituitarno-adrenalne osi (HPA). Zbog mijeliniziranih živčanih vlakana ovaj sustav karakterizira brzo prenošenje živčanih impulsa. Drugi, filogenetski primitivniji podsustav, koji se temelji na radu nemijeliniziranog ili *vegetativnog* vagusa, postoji kod većine kralježnjaka, a njegova se funkcija očituje u imobilizaciji (Porges, 2003). U Porgesovu modelu vagusna kontrola putem tog podsustava djeluje refleksno na funkcije unutarnjih organa. S druge strane, vagusna kontrola koja proizlazi iz aktivacije nA, tj. *pametnog* vagusa, primarno je povezana s neuralnom kontrolom srca i bronhija, te igra važnu ulogu u regulaciji mišića lica i čitave glave. Također je usko povezana i s kognitivnim procesima, uključujući usmjeravanje pažnje na promjene u okolini, ali i njezino održavanje, kao i s osnovnim emocionalnim procesima (Porges, 1995).

Prema polivagusnoj teoriji, to konstantno odnosno toničko djelovanje mijeliniziranog vagusa, koje je posljedica rada sustava socijalnog uključivanja i komunikacije, ima dvije ključne uloge: inhibirati posljedice djelovanja limbičkih krugova koji imaju funkcije akutne obrane organizma (npr. inhibicija djelovanja mehanizama borbe i bijega) i promicati ostvarivanje socijalnih veza (Porges, 2003). Taj, za sisavce specifičan sustav, djeluje kao konstantno aktivna *vagusna kočnica* čija je funkcija održavanje mirnih stanja organizma koja su usklađena s bezopasnim socijalnim kontekstom (Porges i sur., 1996). Nasuprot tome, kada SŽS uoči postojanje opasnosti, vagusna kočnica može brzo biti povučena, što onda omogućava podršku različitim tjelesnim sustavima za pokretanje obrambenih ponašanja. To *vagusno povlačenje* dopušta da se HR približi brzini koju određuje intrinzični srčani "*pacemaker*" (ranije spomenuti unutarnji mehanizam koji potiče rad srčanog mišića), bez dodatne potrebe da se u navedeno povećanje HR-a uključi i sporiji simpatikus.

Prema polivagusnoj teoriji, *ventralni se vagusni kompleks* odnosi na moždana područja čija je uloga kontroliranje socijalno važnih ponašanja kao što su facijalne ekspresije, okretanje glave, ispuštanje glasova, slušanje itd. Aktivacija navedenih područja u podlozi je mehanizma koji pruža mogućnost usklađivanja načina rada srca sa trenutnim prosocijalnim ponašanjem (Porges, 2001). Konačno, Porgesova teorija postulira da kod pojedinaca s visokim početnim ili temeljnim vrijednostima vagusne aktivacije postoji veća vjerojatnost da će njihov AŽS djelovati brže i prilagođenije, kako mobilizacijom, tako i povratkom u mirno, odnosno početno stanje (Porges, 2006).

U svojem *modelu neurovisceralne integracije* Thayer i Lane (2000, 2009) predlažu da se veza između vagusne aktivacije i važnih fizioloških, kognitivnih i emocionalnih regulatornih funkcija temelji na činjenici da parasimpatička inervacija srca odražava rad *fleksibilne* mreže neuralnih struktura koja omogućava odgovaranje na konstantno promjenjive zahtjeve okoline. Radi se o grupi fizioloških sustava koji su u podlozi integracije regulacije pažnje, afektivnih procesa i perifernih fizioloških reakcija. Navedena je grupa sustava nazvana *centralna autonomna mreža* (CAM, Benarroch, 1993), a uključuje dijelove cingularnog i prefrontalnog korteksa, centralne jezgre amigdala, paraventricularne jezgre hipotalamusa, periventricularnu sivu tvar, parabrahijalne jezgre, NTS te dijelove produljene leđne moždine. Thayer i Lane (2009) naglašavaju da se CAM strukturno i funkcionalno preklapa s neuralnim sustavima koje su predložili drugi autori, poput *anteriornoga izvršnog područja* (Devinsky, Morrell i Vogt, 1995) i *emocionalnog kruga* (Damasio, 1998). Posljedice se rada CAM-a direktno očituju u mjerama HRV-a. Kardiovaskularna varijabilnost odražava neurovisceralnu integraciju i sposobnost organizma za samoregulaciju. Ona predstavlja konstantan ishod rada CAM-a te odražava pojedinačevu sposobnost za odgovarajuće fiziološko reagiranje na zahtjeve okoline, prvenstveno kroz funkcionalno emocionalno reagiranje. Sposobnost organizma za stvaranje brzih promjena u HR-u u suprotnosti je s obilježjima rigidnog organizma čiji su fiziološki odgovori nedovoljno varijabilni, čime ne prate stalno prisutne promjene u okolini (Thayer i Lane, 2000).

Model neurovisceralne integracije pridaje CAM-u ulogu upravljačkog centra koji "dirigira" kognitivnim, ponašajnim i fiziološkim procesima, tvoreći u konačnici funkcionalne cjeline koje nazivamo emocijama (Hagemann, Waldstein i Thayer, 2003). Konačno, model pretpostavlja da varijabilnost rada srca, posebice ona visokofrekventna, odražava CAM-ovu sposobnost određivanja vremenskog tijeka i jačine emocionalnih odgovora, odnosno njegovu sposobnost blokiranja drugih potencijalnih reakcija SŽS-a i simpatikusa u onoj mjeri u kojoj je to funkcionalno.

### **Polivagusna teorija, model neurovisceralne integracije i neuralno porijeklo RSA**

Polivagusna teorija pretpostavlja da su neuralni centri koji tvore osnovu *sustava socijalnog uključivanja* smješteni u prefrontalnim područjima mozga (Porges, 2003). Prema modelu neurovisceralne integracije, prefrontalna područja također su u osnovi djelovanja već opisanog CAM-a (Thayer i Lane, 2000). Rezultati fizioloških istraživanja koja se temelje na kemijskoj deaktivaciji ovih područja mozga upućuju i na njihovu važnu ulogu u regulaciji HR-a, što se očituje i u promjenama u RSA (Sollers, Ahern i Thayer, 2000). Jednako tako, pokazalo se da umjetno podraživanje medijalnoga prefrontalnog korteksa dovodi do smanjenja HR-a kod različitih sisavaca (npr. kod zečeva; Buchanan, Valentine i Powell, 1985).

Prije 30 godina Skinner (1985) je predložio da prefrontalni korteks ima ulogu toničkog inhibitora aktivnosti amigdala, čija je pak uloga vezana uz pokretanje defenzivnog ponašanja i odgovarajućih popratnih odgovora AŽS-a. Davidson (2002) i Drevets (1999) su razradili vlastite modele i ponudili rezultate koji doista i pokazuju da je aktivnost prefrontalnog korteksa negativno povezana s aktivnošću amigdala, ili "limbičkih struktura". U skladu s time, u znanstvenoj literaturi postoji slaganje o tome da su simpatoekscitacijski subkortikalni neuralni krugovi pod toničkom inhibicijskom kontrolom prefrontalnog korteksa (Amat i sur., 2005). Model neurovisceralne integracije oslanja se na pretpostavku da je prefrontalni korteks "isključen" u situacijama prijeteće kako bi regulaciju ponašanja prepustio automatskim procesima koje generiraju navedena subkortikalna područja. Ova selektivna prefrontalna neaktivnost može biti adaptivna tako što kroz dozvoljavanje aktivacije neuralnih struktura, kao što je amigdala, olakšava pokretanje automatskih i nenamjernih ponašanja borbe i bijega bez "odugovlačenja", koja mogu nastati uključivanjem prefrontalnog korteksa koji podrazumijeva namjerno i svjesno djelovanje. Produljeno smanjenje aktivnosti prefrontalnih područja može dovesti do trajnih defenzivnih i nefleksibilnih kognitivnih, emocionalnih, ponašajnih i fizioloških odgovora, uključujući i trajno smanjenje RSA (Thayer i Lane, 2009).

## Mjere RSA

Postoji mnoštvo različitih mjera RSA. Mjere vremenske domene poput RMSSD (engl. *root mean square of the successive beat differences*) relativno su jednostavne za izračunavanje, a uzimaju u obzir cjelokupnu varijaciju RR-a u određenom vremenskom razdoblju (TF-ESC-NASPE, 1996). Porgesova je metoda određivanja vagusne aktivacije još jednostavnija, a temelji se na računanju razlike između najdužeg i najkraćeg RR-a tijekom jednoga respiratornog ciklusa. Međutim, u posljednjih se dvadesetak godina najčešće rabe mjere HRV-a temeljene na spektralnoj analizi različitih raspona frekvencija HRV-a. Uobičajeni se pojas frekvencija ljudskog disanja proteže od oko 0.15 Hz do 0.4 Hz, iako tijekom intenzivne tjelesne aktivnosti one mogu prijeći i 1 Hz. Taj se pojas konsenzualno naziva visokofrekventnim (HF, od engl. *high frequency*). Osim visokofrekventne HRV (HF HRV) istraživači pokazuju interes i za druge raspone frekvencija. Tako se npr. niskofrekventna HRV (LF, od engl. *low frequency*; raspon od 0.05 Hz do 0.15 Hz) smatra pokazateljem prvenstveno simpatičke aktivnosti (Malliani, Pagani i Lombardi, 1994), iako se većina autora slaže da na nju također utječe i vagusna aktivnost (npr. Koh, Brown, Beightol, Ha i Eckberg, 1994). Zbog takvih se razloga upravo HF HRV smatra najpouzdanijom vrstom varijabilnosti jer odražava rad praktički samo jedne grane AŽS-a (Berntson i sur., 1997).

Postoji veliko neslaganje između istraživača glede potrebe za eksperimentalnom i statističkom kontrolom respiratornih parametara tijekom mjerenja RSA (Grossman i Taylor, 2007). Iako neki autori nakon sveobuhvatnog pregleda literature zaključuju da nema čvrstog dokaza o tome da mjere RSA

pokazuju znatno drugačije vrijednosti kada se uzmu u obzir respiratorni podaci (Denver, Reed i Porges, 2007), postoji relativan konsenzus o tome da je pri interpretaciji srčanih pokazatelja parasimpatičke aktivnosti najbolje prikazati, kada god je to moguće, i rezultate s respiratornom korekcijom i one bez nje (Grossman i Taylor, 2007).

Moguć izvor nesporazuma predstavlja činjenica da se u znanstvenoj literaturi pojam *vagusni tonus* upotrebljava za označavanje različitih koncepata. Najčešće se njime označava *tonička* ili temeljna vrijednost RSA, što se može smatrati točnim jer sama riječ 'tonus' znači napetost, pa onda ima smisla da se ona odnosi na nešto relativno statično. Međutim, ovaj se pojam također rabi i za označavanje mjere reaktivnosti RSA, iako je za njezino označavanje jedino primjereno rabiti nazive *vagusno povlačenje* ili *vagusna supresija* jer je *fazička* aktivnost, odnosno promjena u RSA, najčešće istraživana u kontekstu više ili manje naglih smanjenja vagusnog tonusa. Ovdje se svakako može raspravljati o tome može li se pri jednom mjerenju RSA uopće govoriti o uobičajenom tonusu koji bi trebao biti pokazatelj trajnih individualnih razlika u stanju mirovanja jer su pojedinačna mjerenja često provedena u eksperimentalnim uvjetima, pa ona uvelike odražavaju odstupanja od neke početne vrijednosti, tj. početnog tonusa. Ipak, jedno mjerenje u eksperimentalnoj situaciji ne zadovoljava ni uvjete za određivanje reaktivnosti jer reaktivnost ne možemo precizno odrediti ako ne mjerimo promjenu na parametru od interesa. Povrh navedenoga, dodatni nesporazum može nastati i zbog činjenice da i kada se radi o vagusnom tonusu i vagusnoj reaktivnosti, obje mjere predstavljaju samo aproksimaciju vagusnog utjecaja na srce, jer su u pravilu mjerene indirektno – pomoću RSA. Stoga neki autori rabe naziv *vagusni tonus* ili *vagusni utjecaj* na srce samo pri interpretaciji rezultata, dok kada govore o mjeri, koriste se nazivom RSA ili HF HRV. Takvo razlikovanje mjera od koncepata na koje se one odnose možemo smatrati poželjnim u ovom, jednako kao i u svim ostalim područjima psihofiziologije i, općenito, psihologije.

### **Korisnost mjerenja RSA**

Razumijevanje odnosa RSA s pojedinim kognitivnim i emocionalnim procesima i s njima vezanim osobinama ličnosti može biti korisno za objašnjavanje emocionalnih poremećaja, kao i psihičkih uzroka, medijatora ili moderatora različitih somatskih, primarno kardiovaskularnih bolesti (Rainville, Bechara, Naqvi i Damasio, 2006). U znanstvenoj su literaturi ponudeni brojni dokazi o povezanosti temeljne razine RSA s različitim zdravstvenim ishodima, uključujući bolesti srca (npr. Billman, 2006), hipertenziju i dijabetes (Carnethon, Golden, Folsom, Haskell i Liao, 2003), funkcionalnu dispepsiju (Haug i sur., 1994) i subkliničke upale (Sajadieh i sur., 2004). Također, RSA predstavlja rizični faktor za smrtnost općenito, te je, u skladu s time, negativno povezana s duljinom života (npr. Dekker i sur., 2000; Liao, Carnethon, Evans, Cascio i Heiss, 2002). Spoznaje o povezanosti RSA s različitim aspektima tjelesnog zdravlja svakako imaju veliku praktičnu vrijednost,



što uvelike povećava motivaciju za istraživanjima psihičkih odrednica RSA. Međutim, treba naglasiti da interes za razumijevanje odnosa RSA i psihičkih procesa proizlazi jednako tako i iz mogućnosti da RSA odražava različite emocionalne i kognitivne procese, te uz njih vezane interindividualne varijacije, uključujući i različite patologije.

Iako je tehnički zahtjevno, direktno mjerenje aktivnosti samoga vagusnog živca već je prije nekoliko desetljeća bilo moguće na neanesteziranim laboratorijskim životinjama (Berntson i sur., 1997), dok se kod ljudi takav pristup izbjegava prvenstveno iz praktičnih razloga (Denver i sur., 2007). Nasuprot tome, različite indirektno mjere temeljene na RSA, odnosno HRV predstavljaju najbolje rješenje za mjerenje vagusne aktivacije na ljudima jer su neinvazivne i relativno lako dostupne. Sva su istraživanja navedena u daljnjem tekstu uključivala upravo takve srčane mjere vagusne aktivnosti.

### **RSA u psihofiziološkim istraživanjima**

Psihofiziološka istraživanja usmjerena na RSA tradicionalno slijede dva osnovna smjera. Modeli individualnih razlika pristupaju RSA kao varijabli koja se odnosi na trajnu osobinu pojedinca i koja je, prema tome, određena predvidljivim obrascima ponašajnih i autonomnih odgovora. U ovom je području istraživanja RSA tretirana kao nezavisna varijabla, pri čemu brojni nalazi upućuju na to da njezina temeljna vrijednost – vagusni tonus (a vrlo rijetko reaktivnost u RSA) predviđa određene ponašajne obrasce i psihopatologije vezane uz emocionalne procese (npr. Bleil, Gianaros, Jennings, Flory i Manuck, 2008). Ovo područje uključuje i mjerenje RSA kao pokazatelja kapaciteta pažnje i drugih individualnih razlika u kognitivnoj domeni (npr. Suess, Porges i Plude, 1994). Taj je smjer istraživanja doveo do zanimljivih nalaza koji povezuju mjere temeljne RSA s različitim osobinama ličnosti (npr. Oveis i sur., 2009) te čak i s rjeđe istraživanim karakteristikama kao što je primjerice podložnost hipnozi (Harris, Porges, Clemenson Carpenter i Vincenz, 1993). Druga velika skupina psihofizioloških istraživanja tretira RSA kao zavisnu varijablu, najčešće u kontekstu njezinih promjena ovisno o razini stresa ili valenciji i intenzitetu emocionalnih odgovora tijekom različitih, najčešće eksperimentalnih situacija (npr. Rainville i sur., 2006). Ova su istraživanja također usmjerena i na mjerenje dinamike RSA s obzirom na eksperimentalne zahtjeve koji se tiču pažnje ili mentalnog napora, ali i druge teorijski važne situacijske uvjete (npr. Luft, Takase i Darby, 2009). U nastavku slijedi pregled istraživanja odnosa promjena u RSA i vagusnog tona s trenutnim emocionalnim odgovorima i na njima temeljenim trajnim osobinama. No prije toga potrebno je ukratko razjasniti potencijalne poteškoće u razlikovanju efekata emocionalnih reakcija od efekata određenih kognitivnih procesa i tjelesne aktivnosti.

## Kognitivni procesi i tjelesna aktivnost u kontekstu odnosa RSA i emocionalnog reagiranja

S obzirom na danas općeprihvaćeno stajalište da funkcije emocija uključuju i regulaciju kognitivnih procesa (npr. Hagemann i sur., 2003), pokušaji da se efekti kognitivnih procesa na RSA u potpunosti razvoje od efekata emocionalnih procesa na RSA mogu se na prvi pogled činiti besmislenima. U prilog tome idu i spoznaje da je povećanje HR-a, koje je u pravilu uzrokovano vagusnim povlačenjem, vezano uz podizanje praga podraživanja, i posljedično, uz smanjenje dostupnosti okolinskih informacija, zbog čega neki autori trenutno smanjenje u RSA vezuju i uz defenzivno djelovanje u užem, kognitivnom smislu, a ne samo u kontekstu emocionalnoga defenzivnog reagiranja (Lacey, 1967). Slično tome, Venables (1991) ističe da je smanjenje HR-a u pravilu upareno s *otvorenim stanjem pažnje* u kojem organizam prima informacije, dok povećanje njegove brzine prati *zatvoreno stanje pažnje* u kojem organizam izbjegava primanje informacija. U skladu s navedenim, *usmjeravanje pažnje* na nove, neprijeteće podražaje (engl. *orienting response*) popraćeno je smanjenjem HR-a, što je u suprotnosti s primanjem intenzivnih prijetećih podražaja, koje je u pravilu popraćeno ubrzanjem rada srca (Graham i Clifton, 1966). Rezultati novijih istraživanja na ljudima i drugim životinjskim vrstama podupiru pretpostavku da promjene u HR-u odražavaju navedene promjene pažnje (npr. Maros, Doka i Miklosi, 2008), kao i da je smanjenje HR-a tijekom usmjeravanja pažnje na nove podražaje posljedica rada vagusne kočnice (Porges, 2006).

Nasuprot navedenim teorijskim očekivanjima i nalazima o odnosu RSA i pažnje treba napomenuti da tijekom zahtjevnijih zadataka koji uključuju kontrolu pažnje i ponašanja u pravilu dolazi do smanjenja prije negoli do povećanja RSA. Takve su promjene uočene tijekom zadataka u kojima je potrebno uočavati povremeno prikazivane ciljne podražaje (Weber, van der Molen i Molenaar, 1994) ili u kojima je glavni cilj zanemarivanje podražaja koji stvaraju distrakciju (Hickey, Suess, Newlin, Spurgeon i Porges, 1995). Međutim, osim same kontrole pažnje navedeni su eksperimenti zahtijevali od ispitanika i druge kognitivne i ponašajne aktivnosti, zbog čega je teško donositi precizne zaključke o promjenama u RSA koje prate održavanje pažnje. Ovakvom zaključku idu u prilog i rezultati različitih istraživanja u kojima je uočeno smanjenje RSA tijekom zadataka koji su zahtijevali ulaganje kognitivnog truda (npr. Vuksanović i Gal, 2007). S druge strane, navedeni obrazac promjena u RSA pri zahtjevnijim kognitivnim zadacima nije empirijski konzistentan (npr. Capa, Audiffren i Ragot, 2008). Važno pitanje koje se u ovom slučaju nameće, a koje je rijetko razmatrano u istraživanjima RSA usmjerenim na kognitivne varijable, odnosi se na stupanj u kojem su navedeni zahtjevniji zadaci popraćeni aktivacijom sustava koji reguliraju averzivne odgovore. Moguće je da opažene promjene u RSA zapravo odražavaju emocionalne reakcije u užem smislu riječi, prije negoli "čisto" kognitivne procese. Tako npr. Saus i sur. (2006) uočavaju da je uvježbavanje policijskih službenika kroz kratak trening situacijske svjesnosti dovelo

do manjeg opadanja RSA tijekom virtualnog zadatka temeljenog na samokontroli (pucati ili ne pucati), što je interpretirano kao odraz smanjena kognitivnog napora kod onih policajaca koji su prošli trening. Međutim, i ovdje treba napomenuti da unatoč zavidnom stupnju eksperimentalne kontrole, ovakva vrsta istraživanja ne može isključiti mogućnost da su manje vješti ispitanici, dakle velikim dijelom oni koji nisu pohađali trening, zapravo doživljavali više stresa u situaciji za koju su bili manje pripremljeni. Zbog toga je i u ovom slučaju upitan zaključak da je veće smanjenje RSA posljedica većega kognitivnog napora. Navedenome idu u prilog rezultati istraživanja Shapira i sur. (2000) koje je pokazalo da mentalni trud dovodi do većeg smanjenja RSA kod hostilnijih ispitanika koji su, bez dvojbe, u većoj mjeri skloni odgovarati na stresne situacije s intenzivnijim negativnim emocijama. Navedena razmatranja upućuju na to da je u određenim slučajevima potrebno inzistirati na distinkciji efekata kognitivnih i emocionalnih procesa na RSA.

Mentalni stres ili mentalni trud je u svim do sada opisanim istraživanjima mjereno na zadacima koji su zahtijevali i tjelesnu aktivnost (npr. pritiskanje dugmeta na zadacima mjerenja vremena reakcije). Budući da su pokreti tijela povezani s povećanjem metaboličkih zahtjeva, moguće je da upravo oni dovedu do djelomičnog smanjenja RSA, pa bi ih u istraživanjima odnosa kognitivnih procesa i promjena u RSA svakako trebalo izbjegavati ili barem kontrolirati. U prilog navedenome ide i usporedba rezultata istraživanja u kojima je rješavanje aritmetičkih zadataka "u sebi", tj. bez tjelesnih pokreta uključujući i govor, dovelo do povećanja RSA (Sahar, Shalev i Porges, 2001), dok su slični zadaci koji su zahtijevali pritiskanje tipkovnice ili izgovaranje odgovora doveli do smanjenja RSA (Beauchaine, 2001).

Očekivano, RSA se sustavno smanjuje tijekom tjelovježbe i ubrzano povećava tijekom razdoblja odmora nakon tjelovježbe (npr. Hatfield i sur., 1998). Isto tako, snižena je kada su ispitanici u uspravnom položaju u usporedbi s vrijednostima koje imaju kada su u ležećem položaju (npr. Mezzacappa, Kindlon, Saul i Earls, 1998). Ovakvi nalazi jasno upućuju na ulogu vagusnog povlačenja u kontekstu povećanih metaboličkih zahtjeva izazvanih pokretom i drugim oblicima aktivnog suočavanja sa situacijom (vidi Overbeek, van Boxtel i Westerink, 2014). Stoga se može zaključiti da tjelesna aktivnost predstavlja potencijalno ometajuću varijablu ne samo u istraživanjima odnosa RSA i specifičnih kognitivnih procesa nego i u kontekstu istraživanja odnosa RSA i emocionalnih procesa, o čemu će nešto više riječi biti u nastavku.

### **Istraživanja RSA i emocionalnog reagiranja**

Polivagusna teorija i model neurovisceralne integracije podrazumijevaju da su promjene u emocionalnim stanjima povezane s promjenama u RSA (Porges, 1995; Thayer i Lane, 2000, 2009). Izazivanje negativnih emocija trebalo bi za posljedicu imati vagusno povlačenje s ciljem pripreme za ponašanja borbe ili bijega, dok bi promjene k pozitivnijim emocionalnim stanjima trebale biti popraćene porastom

RSA. Drugim riječima, oba teorijska stajališta predviđaju pozitivnu povezanost valencije emocija i RSA.

Brojna su istraživanja pokazala da su u ljudi, kao i u drugih životinjskih vrsta, stresne situacije popraćene smanjenjem RSA. Tako npr. prerijske voluharice, vrsta glodavca čija se socijalna ponašanja u velikoj mjeri mogu usporediti s ljudskima, iskazuju smanjenje RSA u situaciji socijalne izolacije (Grippio, Lamb, Carter i Porges, 2007). Jednako tako, ljudi reagiraju smanjenjem RSA na različite laboratorijske stresore, pri čemu je jedna od najčešćih metoda za izazivanje stresa u istraživanjima ove vrste priprema govora pred publikom (Gianaros i sur., 2001). Odnos RSA i reakcija na stres dodatno pojašnjavaju rezultati istraživanja u kojima je, tijekom stresne situacije, RSA bila smanjena kod ispitanika kod kojih je izmjerena i veća količina kortizola, a povećana kod onih kod kojih je došlo do smanjenja razine kortizola (Lucini, Norbiato, Clerici i Pagani, 2002).

Za razliku od iznimno rijetkih istraživanja odnosa promjena RSA s raspoloženjima (npr. Pletikosić, Tkalčić i Tončić, 2012) ili s regulacijom emocionalnog izražavanja (npr. Butler, Wilhelm i Gross, 2006), velik se broj istraživanja bavio promjenama u RSA tijekom indukcije osnovnih negativnih emocija. Međutim, rezultati su se tih istraživanja pokazali relativno nekonzistentnima, s tek slabom tendencijom da idu u prilog dvama modelima koji objašnjavaju odnos RSA i afektivnog iskustva. Izazivanje ljutnje je u nekoliko istraživanja dovelo do smanjenja RSA (npr. Marci, Glick, Loh i Dougherty, 2007), ali u gotovo jednakom broju istraživanja nije uočena nikakva promjena u RSA (npr. Rainville i sur., 2006), dok je u jednom slučaju (Christie i Friedman, 2004) čak uočeno i njezino povećanje. Kada se radi o emociji straha, rezultati različitih istraživanja su međusobno konzistentniji, pa tako njezina indukcija ili dovodi do smanjenja u RSA (npr. Pauls i Stemmler, 2003) ili ne potvrđuje postojanje bilo kakvih efekata (Kreibig, Wilhelm, Roth i Gross, 2007). Pri indukciji tuge uglavnom se ne uočavaju promjene u RSA (npr. Kreibig i sur., 2007), iako postoje malobrojna istraživanja koja su pokazala njezino smanjenje (Lane i sur., 2009), ali i povećanje (Rochman i Diamond, 2008). Slično je i s emocijom gađenja, za koju se rijetko uočava smanjenje (Lane i sur., 2009) i povećanje u RSA (Rohrmann i Hopp, 2008), dok u većini istraživanja nisu opaženi bilo koji efekti (Codispoti, Surcinelli i Baldaro, 2008).

Istraživanja promjena u RSA pri doživljavanju pozitivnih emocija malobrojna su te također daju nekonzistentne rezultate. Najčešće se radi se o izostanku bilo kakvih efekata doživljavanih pozitivnih emocija na RSA (npr., Gruber, Johnson, Oveis i Keltner, 2008). Lane i sur. (2009) uočavaju čak smanjenje RSA pri indukciji pozitivnih emocija. Sukladno tome, ukupno povećanje na EMG-u mišića lica tijekom eksperimentalne indukcije pozitivnih emocija u prosjeku je popraćeno smanjenjem RSA (Ritz, Claussen i Dahme, 2001). Ipak, povećanje RSA uočeno je tijekom indukcije prosocijalno intoniranih pozitivnih emocija (McCraty, Atkinson,

Tiller, Rein i Watkins, 1995) i tijekom prezentacije slika erotskog sadržaja (Ritz, Thöns, Fahrenkrug i Dahme, 2005).

U najopširnijem i metodološki najsustavnijem istraživanju Overbeek, van Boxtel i Westerink (2012) također ne nalaze konzistentan obrazac odnosa intenziteta različitih osnovnih, pozitivnih i negativnih emocija i čitavog niza mjera RSA. Pri interpretaciji rezultata navedenih istraživanja odnosa RSA i emocionalnih stanja treba imati na umu da u velikom dijelu eksperimenata nisu uzimani u obzir kognitivni čimbenici za koje se pokazalo da utječu na RSA, kao što je to npr. distinkcija usmjeravanja pažnje kao pasivnog odgovora i kognitivne kontrole, kao aktivnog odgovora na situaciju (Overbeek i sur., 2014). Također, u niti jednom od poznatih istraživanja, osim u onome Ritza i sur. (2001), nije sustavno kontrolirano izražavanje emocija (npr. facijalne ekspresije) i/ili drugi tjelesni pokreti koji su se mogli razlikovati između situacije u kojoj su inducirane ciljne emocije i situacije u kojoj se pokušalo održati neutralno stanje u ispitanika. Tako npr. Šimić i Manenica (2011), usmjeravajući se na ispitnu situaciju kao izvor stanja anksioznosti, uspoređuju indikatore RSA prije, tijekom i nakon ispita, uočavajući smanjenu RSA tijekom ispita u odnosu na druga dva razdoblja, bez obraćanja pažnje na pokrete tijela koji su zasigurno prisutniji tijekom ispitne situacije. Ovdje treba još jednom naglasiti da je povezanost između RSA i pokreta, uključujući i facijalne ekspresije, općenito negativna (vidi Overbeek i sur., 2014). Slično, rezultati istraživanja koje su proveli Gračanin, Kardum i Hudek-Knežević (2010) pokazali su smanjenje RSA pri gledanju filma namijenjenog izazivanju negativnih emocija u odnosu na neutralni film, te porast RSA pri pozitivnom u odnosu na neutralni film. Također, porast u subjektivnom iskustvu negativnog afekta bio je vezan uz smanjenje RSA dok porast u subjektivnom iskustvu pozitivnog afekta nije bio povezan s promjenama u RSA. Iako je moguće da su pozitivne emocije utjecale na povećanje RSA, taj je efekt, kod ispitanika koji su doživjeli njihov najveći intenzitet, mogao biti umanjen upravo zbog posebno intenzivnog izražavanja emocija popraćenog pokretom. Jednako tako, smanjenje RSA pri doživljavanju negativnog afekta također je moglo biti posljedica pokreta tijela prije negoli emocionalnih tendencija. Stoga bi pri istraživanju povezanosti afekta i RSA posebnu pažnju trebalo usmjeriti na izoliranje efekata pokreta mišića lica koji se javljaju tijekom izražavanja emocija. Jedan je od načina da se tijekom emocionalne situacije pokreti mjere, te da se njihova varijacija naknadno kontrolira statističkim postupcima. Također, moguće je dizajnirati eksperimente u kojima bi se izazivale emocionalne reakcije relativno blažeg intenziteta, pri čemu se ne bi očekivale facijalne ekspresije ili pokreti tijela vezani uz npr. smijeh. Međutim, takav bi pristup otežao uočavanje mogućih promjena u RSA jer bi one u navedenom slučaju prema teorijskim očekivanjima trebale biti male. U tom bi smislu bilo primjerenije iskoristiti mogućnost eksperimentalne manipulacije facijalnim ekspresijama, kojom bi se njihove promjene izazivale spontano, pomoću manipulacije prisutnošću drugih pojedinaca, dok bi se intenzitet aktiviranih emocija mogao držati konstantnim (vidi Fridlund, 1991). Treba napomenuti da eksperimentalne upute o supresiranju emocionalnih izraza lica (npr. Butler i sur.,

2006) u ovom slučaju ne bi bile dobrodošle s obzirom na opravdana očekivanja da procesi samokontrole dovode do povećanja RSA (Segerstrom i Solberg Nes, 2007), što bi opet otežalo izoliranje efekata emocija na aktivaciju parasimpatikusa.

Bez obzira na opisane metodološke probleme moguće je da odnos RSA i emocionalnih procesa ne odgovara u potpunosti predviđanjima polivagusne teorije i modela neurovisceralne integracije. U skladu s time, Frazier, Strauss i Steinhauer (2004) navode mogućnost da RSA zapravo kovarira s promjenama na emocionalnoj dimenziji uzbuđenja prije negoli s promjenama na dimenziji valencije. Ovdje treba reći da moguća povezanost RSA i uzbuđenja bez obzira na valenciju nije oprečna mogućnosti da je smanjenje RSA, barem kada se radi o pozitivnim emocijama, zapravo posljedica mišićne aktivnosti. Stoga bi prije zaključka o ključnoj ulozi uzbuđenja svakako trebalo odbaciti već navedenu mogućnost da su utvrđene povezanosti između RSA i (intenzivnijih) emocija zapravo posljedica tjelesnih pokreta.

### **RSA i trajne individualne razlike**

Kao što je to slučaj s većinom psihofizioloških mjera, uzimanje u obzir *promjene* u RSA točniji je pokazatelj nekoga psihičkog procesa negoli je to slučaj s uspoređivanjem *apsolutnih vrijednosti* RSA između pojedinaca. Posljedično, za uočene intraindividualne razlike u RSA između eksperimentalnih uvjeta postojat će veća vjerojatnost da odražavaju neki psihički proces negoli što će je imati apsolutna vrijednost RSA koja se uspoređuje između pojedinaca (vidi Berntson i sur., 1997). Unatoč tome, provedeno je mnoštvo istraživanja usmjerenih na interindividualne razlike u vagusnom tonusu od kojih su neka dala relativno smislene i korisne rezultate.

Očekivano, konstantno se pokazuje da je sniženi vagusni tonus negativno povezan sa sklonošću anksioznosti i, u nešto manjoj mjeri, hostilnosti (npr. Bleil i sur., 2008; Brosschot i Thayer, 1998). S druge strane, istraživanja odnosa RSA i depresivnosti pokazuju međusobno oprečne rezultate (npr. Bleil i sur., 2008; Karpyak, Rasmussen, Hammill i Mrazek, 2004). Kada se radi o širokim dimenzijama ličnosti temeljenim na varijacijama u emocionalnim odgovorima, rezultati iznimno rijetkih istraživanja na ovu temu upućuju na očekivanu pozitivnu povezanost vagusnog tonusa s ekstraverzijom (Oveis i sur., 2009), a negativnu s neuroticizmom (Haug i sur., 1994), iako npr. iznenađuju nalazi o izostanku povezanosti vagusnog tonusa i pozitivne emocionalnosti, koja je ključna komponenta ekstraverzije (Oveis i sur., 2009). Konačno, Kogan, Gruber, Shallcross, Ford i Mauss (2013) uočavaju nelinearan odnos između vagusnog tonusa i psihološke dobrobiti, pri čemu je ona najviša u pojedinaca za koje su karakteristične srednje vrijednosti tonusa. Taj bi nalaz mogao pomoći razumijevanju nekonzistentnih rezultata koji se odnose na linearnu povezanost vagusnog tonusa i osobina ličnosti temeljenih na varijacijama u emocionalnom reagiranju.

U iznimno malom broju istraživanja ispitivana je povezanost reaktivnosti u RSA tijekom emocionalnih situacija s osobinama ličnosti, odnosno moderatorska uloga osobina ličnosti pri efektima emocionalnih situacija na RSA (npr. Gračanin, Tončić i Kardum, 2010; Švegar, Gračanin, Brakus, Filipović-Zore i Tončić, 2012). Kod ekstravertiranijih je pojedinaca uočen veći porast RSA tijekom doživljavanja pozitivnih emocija, a kod neurotičnijih veće smanjenje RSA tijekom doživljavanja negativnih emocija (Gračanin i sur., 2010). Međutim, anksiozniji pojedinci pokazuju manju reaktivnost u stresnoj situaciji (Švegar i sur., 2012), što se u okvirima modela neurovisceralne integracije objašnjava nalazima koji upućuju na to da je RSA anksioznih pojedinaca konstantno snižena, te njihovim nefleksibilnim odgovaranjem na zahtjeve situacije (Thayer i Lane, 2000). Ovdje treba ponovno naglasiti da je interpretiranje rezultata istraživanja koja se odnose vagusni ton, kao relativno trajno obilježje pojedinca, uvelike otežano činjenicom da je u većini istraživanja RSA mjerena jednokratno, tvoreći mogućnost da se radi o parametru koji u većoj mjeri odražava reaktivnost negoli neko temeljno stanje. Stoga, budući da je moguće da anksiozniji pojedinci zapravo pokazuju reaktivnost i pri pokušajima mjerenja temeljne razine RSA, ne možemo znati radi li se o nefleksibilnosti parasimpatičkog sustava ili su takvi pojedinci zapravo reaktivniji u većem opsegu situacija. Buduća bi istraživanja stoga svakako trebala koristiti mogućnosti dugotrajnog i/ili višekratnog mjerenja RSA u prirodnim uvjetima, kroz veći broj sati ili dana i, konačno, kroz situacije za koje postoji veća sigurnost da ne izazivaju stres kod ispitanika.

## **Zaključak**

Na osnovu predstavljenog pregleda i evaluacije dosadašnjih istraživanja odnosa RSA i emocionalnih procesa može se zaključiti da su različita predviđanja proizašla iz polivagusne teorije i modela neurovisceralne integracije potvrđena prvenstveno kada se radi o vagusnom povlačenju vezanom uz stresne reakcije, emociju straha i osobinu anksioznosti, te u nešto manjoj mjeri uz dispozicijsku hostilnost. Metodološka je nedorečenost jedan od mogućih razloga izostanka očekivanih efekata osnovnih emocija na promjene u RSA. Uz to, postoji mogućnost da RSA odražava samo intenzitet, ali ne i valenciju emocija, što pak nije u skladu s pretpostavkama polivagusne teorije i modela neurovisceralne integracije. Međutim, za takav zaključak također nema dovoljno dokaza. Konačno, može se raspravljati i o tome koliko različite mjere RSA doista odražavaju parasimpatičku aktivaciju, te koja su tehnička rješenja pristupanju RSA optimalna. U budućim eksperimentalnim istraživanjima u ovom području svakako treba uzeti u obzir do sada zanemarivane čimbenike kao što su različiti kognitivni zahtjevi koji se stavljaju pred ispitanike, broj mjerenja temeljne vrijednosti RSA, te posebice tjelesna aktivnost koja, kao što je

prikazano u ovom radu, igra potencijalno veliku ulogu u nastanku nekonzistentnih rezultata dosadašnjih istraživanja odnosa RSA i emocionalnog reagiranja.

## Literatura

- Amat, J., Baratta, M.V., Paul, E., Bland, S.T., Watkins, L.R. i Maier, S.F. (2005). Medial prefrontal cortex determines how stressor controllability affects behavior and dorsal raphe nucleus. *Nature Neuroscience*, 8, 365-371.
- Beauchaine, T. (2001). Vagal tone, development, and Gray's motivational theory: Toward an integrated model of autonomic nervous system functioning in psychopathology. *Development and Psychopathology*, 13, 183-214.
- Benarroch, E.E. (1993). The central autonomic network: Functional organization, dysfunction, and perspective. *Mayo Clinic Proceedings*, 68, 988-1001.
- Berntson, G.G., Bigger, J.T., Eckberg, D.L., Grossman, P., Kaufmann, P.G., Malik, M., Nagaraja, H.N., Porges, S.W., Saul, J.P., Stone, P.H. i van Der Molen, M.W. (1997). Heart rate variability: Origins, methods, and interpretative caveats. *Psychophysiology*, 34, 623-648.
- Berntson, G.G., Cacioppo, J.T. i Quigley, K.S. (1991). Autonomic determinism: The modes of autonomic control, the doctrine of autonomic space and the laws of autonomic constraint. *Psychological Review*, 98, 459-487.
- Berntson, G.G., Cacioppo, J.T. i Quigley, K.S. (1993). Respiratory sinus arrhythmia: Autonomic origins, physiological mechanisms, and psychophysiological implications. *Psychophysiology*, 30, 183-196.
- Billman, G.E. (2006). A comprehensive review and analysis of 25 years of data from an in vivo canine model of sudden cardiac death: Implications for future anti-arrhythmic drug development. *Pharmacology and Therapeutics*, 111, 808-835.
- Bleil, M.E., Gianaros, P.J., Jennings, J.R., Flory, J.D. i Manuck, S.B. (2008). Trait negative affect: Toward an integrated model of understanding psychological risk for impairment in cardiac autonomic function. *Psychosomatic Medicine*, 70, 328-337.
- Bradley, M.M. (2004). Emotion and motivation. U: J.T. Cacioppo, L.G. Tassinary i G.G. Berntson (Ur.), *Handbook of psychophysiology, Second Edition* (str. 602-642). Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Brosschot, J.F. i Thayer, J.F. (1998). Anger inhibition, cardiovascular recovery, and vagal function: A model of the link between hostility and cardiovascular disease. *Annals of Behavioral Medicine*, 20, 326-331.
- Buchanan, S.L., Valentine, J. i Powell, D.A. (1985). Autonomic responses are elicited by electrical stimulation of the medial but not lateral frontal cortex in rabbits. *Behavioural Brain Research*, 18, 51-62.
- Butler, E.A., Wilhelm, F.H. i Gross, J.J. (2006). Respiratory sinus arrhythmia, emotion, and emotion regulation during social interaction. *Psychophysiology*, 43, 612-622.



- Cacioppo, J.T., Uchino, B.N. i Berntson, G.G. (1994). Individual differences in the autonomic origins of heart rate reactivity: The psychometrics of respiratory sinus arrhythmia and prejection period. *Psychophysiology*, 31, 412-419.
- Cannon, W.B. (1939). *The wisdom of the body*. New York: W.W. Norton.
- Capa, R.L., Audiffren, M. i Ragot, S. (2008). The interactive effect of achievement motivation and task difficulty on mental effort. *International Journal of Psychophysiology*, 70, 144-150.
- Carnethon, M.R., Golden, S.H., Folsom, A.R., Haskell, W. i Liao, D. (2003). Prospective investigation of autonomic nervous system function and the development of type 2 diabetes: The atherosclerosis risk in communities study, 1987-1998. *Circulation*, 107, 2190-2195.
- Chikazoe, J., Konishi, S., Asari, T., Jimura, K. i Miyashita, Y. (2007). Activation of right inferior frontal gyrus during response inhibition across response modalities. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 19, 69-80.
- Christie, I.C. i Friedman, B.H. (2004). Autonomic specificity of discrete emotion and dimensions of affective space: A multivariate approach. *International Journal of Psychophysiology*, 51, 143-153.
- Codispoti, M., Surcinelli, P. i Baldaro, B. (2008). Watching emotional movies: Affective reactions and gender differences. *International Journal of Psychophysiology*, 69, 90-95.
- Craig, A.D. (2005). Forebrain emotional asymmetry: A neuroanatomical basis? *Trends in Cognitive Sciences*, 19, 566-571.
- Damasio, A.R. (1998). Emotion in the perspective of an integrated nervous system. *Brain Research Reviews*, 26, 83-86.
- Darwin, C. (1872/1998). *The expression of the emotions in man and animals*. New York: Oxford University Press.
- Davidson, R.J. (2002). Anxiety and affective style: Role of prefrontal cortex and amygdala. *Biological Psychiatry*, 51, 68-80.
- Dekker, J.M., Crow, R.S., Folsom, A.R., Hannan, P.J., Liao, D., Swenne, C.A. i Schouten, E.G. (2000). Low heart rate variability in a 2-minute rhythm strip predicts risk of coronary heart disease and mortality from several causes: The ARIC study. Atherosclerosis risk in communities. *Circulation*, 102, 1239-1244.
- Denver, J.W., Reed, S.F. i Porges, S.W. (2007). Methodological issues in the quantification of respiratory sinus arrhythmia. *Biological Psychology*, 74, 286-294.
- Devinsky, O., Morrell, M.J. i Vogt, B.A. (1995). Contributions of anterior cingulate cortex to behavior. *Brain*, 118, 279-306.
- Drevets, W.C. (1999). Prefrontal cortical-amygdalar metabolism in major depression. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 877, 614-631.
- Frazier, T.W., Strauss, M.E. i Steinhauer, S.R. (2004). Respiratory sinus arrhythmia as an indicator of emotional response in young adults. *Psychophysiology*, 41, 75-83.

- Fridlund, A.J. (1991). Evolution and facial action in reflex, social motive, and paralanguage. *Biological Psychology*, 32, 3-100.
- Gianaros, P.J., Quigley, K.S., Mordkoff, J.T. i Stern, R.M. (2001). Gastric myoelectrical and autonomic cardiac reactivity to laboratory stressors, *Psychophysiology*, 38, 642-652.
- Gračanin, A., Kardum, I. i Hudek-Knežević, J. (2010). *Promjene u aktivaciji parasimpatikusa pri doživljavanju i iskazivanju pozitivnog i negativnog afekta*. Rad prezentiran na konferenciji 17. Dani psihologije, Zadar, Hrvatska.
- Gračanin, A., Tončić, M. i Kardum, I. (2010). The moderating role of the emotional valence on the relationship between big five personality dimensions and parasympathetic activity. *International Journal of Psychophysiology*, 77(3), 272-272.
- Graham, F.K. i Clifton, R.K. (1966). Heart-rate change as a component of the orienting response. *Psychological Bulletin*, 65, 305-320.
- Grippo, A.J., Lamb, D.G., Carter, C.S. i Porges, S.W. (2007). Social isolation disrupts autonomic regulation of the heart and influences negative affective behaviors. *Biological Psychiatry*, 62, 1162-1170.
- Grossman, P. i Taylor, E.W. (2007). Toward understanding respiratory sinus arrhythmia: Relations to cardiac vagal tone, evolution and biobehavioral functions. *Biological Psychology*, 74, 263-285.
- Gruber, J., Johnson, S.L., Oveis, C. i Keltner, D. (2008). Risk for mania and positive emotional responding: Too much of a good thing? *Emotion*, 8, 23-33.
- Hagemann, D., Waldstein, S.R. i Thayer, J.F. (2003). Central and autonomic nervous system integration in emotion. *Brain and Cognition*, 52, 79-87.
- Harris, R.M., Porges, S.W., Clemenson Carpenter, M.E. i Vincenz, L.M. (1993). Hypnotic susceptibility, mood state, and cardiovascular reactivity. *American Journal of Clinical Hypnosis*, 36, 15-25.
- Hatfield, B.D., Spalding, T.W., Santa Maria, D.L., Porges, S.W., Potts, J., Byrne, E.A., Brody, E.B. i Mahon, A.D. (1998). Respiratory sinus arrhythmia during exercise in aerobically trained and untrained men. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 30, 206-214.
- Haug, T.T., Svebak, S., Hausken, T., Wilhelmsen, I., Berstad, A. i Ursin, H. (1994). Low vagal activity as mediating mechanism for the relationship between personality factors and gastric symptoms in functional dyspepsia. *Psychosomatic Medicine*, 56, 181-186.
- Hickey, J.E., Suess, P.E., Newlin, D.B., Spurgeon, L. i Porges, S.W. (1995). Vagal tone regulation during sustained attention in boys exposed to opiates in utero. *Addictive Behaviors*, 2, 43-59.
- Hudek-Knežević, J. i Kardum, I. (2006). *Stres i tjelesno zdravlje*. Jastrebarsko: Naklada Slap.
- Karpyak, V.M., Rasmussen, K.G., Hammill, S.C. i Mrazek, D.A. (2004). Changes in heart rate variability in response to treatment with electroconvulsive therapy. *Journal of ECT*, 20, 81-88.

- Kogan, A., Gruber, J., Shallcross, A.J., Ford B.Q. i Mauss, I.B. (2013). Too much of a good thing? Cardiac vagal tone's nonlinear relationship with well-being. *Emotion*, 13, 599-604.
- Koh, J., Brown, T.E., Beightol, L.A., Ha, C.Y. i Eckberg, D.L. (1994). Human autonomic rhythms: Vagal cardiac mechanisms in tetraplegic subjects. *Journal of Physiology*, 474, 483-495.
- Kreibig, S.D., Wilhelm, F.H, Roth, W.T. i Gross, J.J. (2007). Cardiovascular, electrodermal, and respiratory response patterns to fear- and sadness-inducing films. *Psychophysiology*, 44, 787-806.
- Lacey, J.I. (1967). Somatic response patterning and stress: Some revision of activation theory. U: M.H. Appley i R. Trumbull (Ur.), *Psychological stress: Issues and research*. (str. 14-37). New York: Appleton-Century-Crofts.
- Lane, R.D., McRae, K., Reiman, E.M., Chen, K., Ahern, G.L. i Thayer, J.F. (2009). Neural correlates of heart rate variability during emotion. *Neuroimage*, 44, 213-222.
- Levy, M.N. (1990). Autonomic interactions in cardiac control. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 601, 209-221.
- Levy, M.N. i Warner, M.R. (1994). Parasympathetic effects on cardiac function. U: J.A. Armour i J.L. Ardell (Ur.), *Neurocardiology* (str. 77-94). New York: Oxford University Press.
- Liao, D., Carnethon, M., Evans, G.W., Cascio, W.E. i Heiss, G. (2002). Lower heart rate variability is associated with the development of coronary heart disease in patients with diabetes - the atherosclerosis risk in communities (ARIC) study. *Diabetes*, 51, 3524-3531.
- Lucini, D., Norbiato, G., Clerici, M. i Pagani, M. (2002). Hemodynamic and autonomic adjustments to real life stress conditions in humans. *Hypertension*, 39, 184-188.
- Luft, C.D.B., Takase, E. i Darby, D. (2009). Heart rate variability and cognitive function: Effects of physical effort. *Biological Psychology*, 82, 186-191.
- Malliani, A., Pagani, M. i Lombardi, F. (1994). Physiology and clinical implications of variability of cardiovascular parameters with focus on heart rate and blood pressure. *American Journal of Cardiology*, 73, 3C-9C.
- Marci, C.D., Glick, D.M., Loh, R. i Dougherty, R.R. (2007). Autonomic and prefrontal cortex responses to autobiographical recall of emotions. *Cognitive, Affective and Behavioral Neuroscience*, 7, 243-250.
- Maros, K., Doka, A. i Miklosi, A. (2008). Behavioural correlation of heart rate changes in family dogs. *Applied Animal Behaviour Science*, 109, 329-341.
- McCraty, R., Atkinson, M., Tiller, W.A., Rein, G. i Watkins, A.D. (1995). The effects of emotions on short-term power spectrum analysis of heart rate variability. *American Journal of Cardiology*, 76, 1089-1093.

- Mezzacappa, E., Kindlon, D., Saul, J.P. i Earls, F. (1998). Executive and motivational control of performance task behavior, and autonomic heart-rate regulation in children: Physiologic validation of two-factor solution inhibitory control. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 39, 525-531.
- Oveis, C., Cohen, A.B., Gruber, J., Shiota, M.N., Haidt, J. i Keltner, D. (2009). Resting respiratory sinus arrhythmia is associated with tonic positive emotionality. *Emotion*, 9, 265-270.
- Overbeek, T.J.M., van Boxtel, A. i Westerink, J.H.D.M. (2012). Respiratory sinus arrhythmia responses to induced emotional states: Effects of RSA indices, emotion induction method, age, and sex. *Biological Psychology*, 91(1), 128-141.
- Overbeek, T.J.M., van Boxtel, A. i Westerink, J.H.D.M. (2014). Respiratory sinus arrhythmia responses to cognitive tasks: Effects of task factors and RSA indices. *Biological Psychology*, 99, 1-14.
- Pauls, C.A. i Stemmler, G. (2003). Repressive and defensive coping during fear and anger. *Emotion*, 3, 284-302.
- Pletikosić, S., Tkalčić, M. i Tončić, M. (2012). *Cirkadijurni obrazac mjera varijabiliteta srčanog rada i raspoloženja*. Rad prezentiran na konferenciji 18. naučni skup Empirijska istraživanja u psihologiji, Beograd, Srbija.
- Porges, S.W. (1991). Vagal tone: An autonomic mediator of affect. U: J. Barber i K.A. Dodge (Ur.), *The development of emotion regulation and dysregulation* (str. 111-128). Cambridge: Cambridge University Press.
- Porges, S.W. (1995). Orienting in a defensive world: Mammalian modifications of our evolutionary heritage. A polyvagal theory. *Psychophysiology*, 32, 301-318.
- Porges, S.W. (2001). The Polyvagal theory: Phylogenetic substrates of a social nervous system. *International Journal of Psychophysiology*, 42, 123-146.
- Porges, S.W. (2003). Social engagement and attachment: A phylogenetic perspective. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1008, 31-47.
- Porges, S.W. (2006). A phylogenetic journey through the vague and ambiguous Xth cranial nerve: A commentary on contemporary heart rate variability research. *Biological Psychology*, 74, 301-307
- Porges, S.W., Doussard-Roosevelt, J.A., Portales, A.L. i Greenspan, S.I. (1996). Infant regulation of the vagal "brake" predicts child behavior problems: A psychobiological model of social behavior. *Developmental Psychobiology*, 29, 697-712.
- Rainville, P., Bechara, A., Naqvi, N. i Damasio A.R. (2006). Basic emotions are associated with distinct patterns of cardiorespiratory activity. *International Journal of Psychophysiology*, 61, 5-18.
- Ritz, R., Claussen, C. i Dahme, B. (2001). Experimentally induced emotions, facial muscle activity, and respiratory resistance in asthmatic and non-asthmatic individuals. *British Journal of Medical Psychology*, 74, 167-182.

- Ritz, T., Thöns, M., Fahrenkrug, S. i Dahme, B. (2005). Airways, respiration, and respiratory sinus arrhythmia during picture viewing. *Psychophysiology*, 42, 568-578.
- Rochman, D. i Diamond, G.M. (2008). From unresolved anger to sadness: Identifying physiological correlates. *Journal of Counseling Psychology*, 55, 96-105.
- Rohrmann, S. i Hopp, H. (2008). Cardiovascular indicators of disgust. *International Journal of Psychophysiology*, 68, 201-208.
- Sahar, T., Shalev, A.Y. i Porges, S.W. (2001). Vagal modulation of responses to mental challenge in posttraumatic stress disorder. *Biological Psychiatry*, 49, 637-643.
- Sajadieh, A., Nielsen, O.W., Rasmussen, V., Hein, H.O., Abedini, S. i Hansen, J.F. (2004). Increased heart rate and reduced heart-rate variability are associated with subclinical inflammation in middle-aged and elderly subjects with no apparent heart disease. *European Heart Journal*, 25, 363-370.
- Saul, J.P. (1990). Beat-to-beat variations of heart rate reflect modulation of cardiac autonomic outflow. *News in Physiological Sciences*, 5, 32-37.
- Saus, E.R., Johnsen, B.H., Eid, J., Riisem, P.K., Andersen, R. i Thayer, J.F. (2006). The effect of brief situational awareness training in a police shooting simulator: An experimental study. *Military Psychology*, 18, 3-21.
- Schubert, C., Lambert, M., Nelesen, R.A., Bardwell, W., Choi, J.B. i Dimsdale, J.E. (2009). Effects of stress on heart rate complexity - A comparison between short-term and chronic stress. *Biological Psychology*, 80, 325-332.
- Seegerstrom, S.C. i Solberg Nes, L. (2007). Heart rate variability indexes self-regulatory strength, effort, and fatigue. *Psychological Science*, 18, 275-281.
- Shapiro, P.A., Sloan, R.P., Bagiella, E., Kuhl, J.P., Anjilvel, S. i Mann, J.J. (2000). Cerebral activation, hostility, and cardiovascular control during mental stress. *Journal of Psychosomatic Research*, 48, 485-491.
- Skinner, J.E. (1985). Regulation of cardiac vulnerability by the cerebral defense system. *Journal of the American College of Cardiology*, 5, 88B-94B.
- Sollers, J.J., Ahern, G.L. i Thayer, J.F. (2000). Heart rate and heart period variability changes in the intracarotid sodium amytal test. *Psychophysiology*, 37, S93.
- Suess, P.A., Porges, S.W. i Plude, D.J. (1994). Cardiac vagal tone and sustained attention in school-age children. *Psychophysiology*, 31, 17-22.
- Šimić, N. i Manenica, I. (2011). Cardiovascular reactions to exam situations. *Review of Psychology*, 18, 37-44.
- Švegar, D., Gračanin, A., Brakus, I., Filipović-Zore, I. i Tončić, M. (2012). Trait anxiety moderates the effect of dental surgery phase on vagal activation. *Primenjena psihologija*, 5, 137-148.
- TF-ESC-NASPE (Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology) (1996). Heart rate variability: Standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use. *Circulation*, 93, 1043-1065.

- Thayer, J. (2007). What the heart says to the brain (and vice versa) and why we should listen. *Psychological Topics*, 16(2), 241-250.
- Thayer, J.F. i Lane, R.D. (2000). A model of neurovisceral integration in emotion regulation and dysregulation. *Journal of Affective Disorders*, 61, 201-216.
- Thayer, J.F. i Lane, R.D. (2009). Claude Bernard and the heart-brain connection: Further elaboration of a model of neurovisceral integration. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 33, 81-88.
- Venables, P.H. (1991). Autonomic activity. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 620, 191-207.
- Vuksanović, V. i Gal, V. (2007). Heart rate variability in mental stress aloud. *Medical Engineering and Physics*, 29, 344-349.
- Weber, E.J., Van der Molen, M.W. i Molenaar, P.C. (1994). Heart rate and sustained attention during childhood: Age changes in anticipatory heart rate, primary bradycardia, and respiratory sinus arrhythmia. *Psychophysiology*, 31, 164-174.

## Respiratory Sinus Arrhythmia and Emotional Reactions

### Abstract

Respiratory sinus arrhythmia (RSA), which is considered to reflect parasympathetic activity, has received an increased scientific interest during the last several decades. Research on RSA in psychophysiology was especially focused on its relationship with the emotional process and related individual differences. This contribution starts with a short description of parasympathetic nervous system function and its influences on heart activity. This is followed by the description of the Polyvagal Theory and the model of neurovisceral integration, which represent a broad framework for an understanding of the relations between parasympathetic activity, workings of the central nervous system functions, cognitive processes, and emotional reactions. After a brief explanation of the way the RSA is typically measured, a short overview of experimental research directed to RSA changes that accompany emotional reactions and correlational research of the relations between baseline measures of RSA and emotional traits is presented. This research shows that different hypotheses derived from the Polyvagal theory and the Model of neurovisceral integration are confirmed primarily in the context of vagal withdrawal and decreased vagal tone that are related to stress reactions, emotion of fear and trait anxiety, and to a lesser extent to trait hostility. The final section includes a brief discussion on the sources of inconsistency in the results of experimental research of relations between basic emotions and RSA changes, such as the neglected role of cognitive processes and somatic activity.

**Keywords:** parasympathetic activity, respiratory sinus arrhythmia, Polyvagal theory, Model of neurovisceral integration, emotion

## La arritmia sinusal respiratoria y reacción emocional

### Resumen

La arritmia sinusal respiratoria (ASR) se considera indicador de la activación parasimpática y en las últimas décadas se investigaban las relaciones entre sus valores principales y la dinámica por una parte, y por otra los diferentes procesos cognitivos y emocionales y los rasgos de personalidad con ellos relacionados. En este trabajo se enumeran en breve las funciones generales del parasimpático y se explica la manera en la que la activación de esta rama del sistema nervioso autónomo se refleja en la actividad del corazón. Se describen la Teoría polivagal y el Modelo de integración neurovisceral que representan el marco para entender la relación entre la activación parasimpática y la actividad del sistema nervioso central, tanto como la relación entre la ASR y los procesos cognitivos y emocionales. Después de explicar la manera en la que normalmente se mide la ASR, se discuten problemas metodológicos actuales en la investigación de la ASR en contexto de procesos cognitivos, acentuando las dificultades para tratar de diferenciar los efectos de diferentes ejercicios cognitivos y la actividad corporal de los efectos de respuestas emocionales. Finalmente, se presenta una revisión breve de las investigaciones experimentales enfocadas en los cambios en la ASR que siguen las reacciones emocionales e investigaciones correlacionales que conectan los valores básicos de la ASR y la reactividad en la ASR con las características emocionalmente definidas de los individuos. Las previsiones diferentes que proceden de la Teoría polivagal y el Modelo de integración neurovisceral se han confirmado en primer lugar cuando se trata de la retirada vagal y tono vagal reducido, que se relacionan con las reacciones de estrés, emoción de miedo y ansiedad como característica, y en menor medida con la hostilidad como característica. En breve se discuten posibles fuentes de inconsistencia de los resultados de investigaciones experimentales de la conexión entre las emociones básicas y los cambios en la ASR, como la negligencia del papel de procesos cognitivos y la actividad corporal, y se ofrecen algunas soluciones metodológicas para eliminar los defectos de las investigaciones anteriores.

**Palabras claves:** parasimpático, arritmia sinusal respiratoria, teoría polivagal, modelo de integración neurovisceral, emociones

Primljeno: 10.03.2015.

