

Vpliv občutljivosti motivacijskih sistemov BIS in BAS na izvajanje rehabilitacijskih nalog po možganski kapi

*Maja Milavec, Domen Novak, Matjaž Mihelj in Marko Munih
Fakulteta za elektrotehniko, Univerza v Ljubljani*

Povzetek: Rehabilitacijski programi po možganski kapi so pogosto prekratki in premalo intenzivni, za kar je možen razlog pomanjkanje motivacije pacienta. V raziskavi smo želeli preveriti, ali na počutje pacienta, uspešnost pri nalogah in na psihofiziološke mere vpliva tudi občutljivost motivacijskih sistemov BIS (Behavioral Inhibition System) in BAS (Behavioral Activation System). V raziskavi je sodelovalo 22 udeležencev v subakutni fazi možganske kapi, ki so opravljali lažjo in težjo različico rehabilitacijske naloge ter Stroopovo nalogo. Občutljivost motivacijskih sistemov smo merili z Le-stvico BIS/BAS, poleg tega pa smo uporabili tudi psihofiziološke odzive (srčni utrip, prevodnost kože, dihanje in temperaturo kože) ter mere valence in budnosti. Rezultati so pokazali, da se pri izvajanju rehabilitacijskih nalog valenca in budnost ne povezujeta z merama BIS in BAS, pri izvajanju Stroopove naloge pa je valenca negativno povezana s podlestvicami sistema BAS. Rezultati so potrdili postavljeno hipotezo, da bo sistem BAS povezan z uspešnostjo pri rehabilitacijskih nalogah in BIS negativno povezan z uspešnostjo pri Stroopovi nalogi. Rezultati so le delno potrdili hipotezo, da bodo naloge z nagrado pri osebah z bolj občutljivim sistemom BAS izzvale povečan srčni utrip, naloga, ki ne vsebuje nagrade, pa bo pri osebah z bolj občutljivim sistemom BIS izzvala povečano prevodnost kože. Pri obeh različicah rehabilitacijske naloge, ki vsebujeta nagrado, je bila podlestvica BAS nagrada negativno povezana s povprečno temperaturo kože. Pri težji različici se je s povprečnim srčnim utripom pozitivno povezovala podlestvica BAS potrebe, pri Stroopovi nalogi, ki ne vsebuje nagrade, pa se je s povprečnim srčnim utripom pozitivno povezovala podlestvica BIS. Slednja se je negativno povezovala tudi z mero RMSSD. Glede na rezultate raziskave bi bilo smiselno razmisliti o pomenu nagrad in težavnosti nalog glede na izraženo motivacijskih sistemov pri posamezniku.

Ključne besede: motivacijski sistem umika, nagrajevalni motivacijski sistem, rehabilitacija, možganska kap, psihofiziološki odzivi

The effect of the sensitivity of the BIS and BAS motivational systems on performance in stroke rehabilitation tasks

*Maja Milavec, Domen Novak, Matjaž Mihelj and Marko Munih
Faculty of Electrical Engineering, University of Ljubljana*

Abstract: Stroke rehabilitation programs are often too short and not intensive enough, possibly due to a lack of patient motivation. This study examined whether the patient's mood, task success and psychophysiological responses are affected by the sensitivity of two motivational systems: the

*Naslov/Address: Naslov/Address: Domen Novak, Laboratorij za robotiko, Tržaška cesta 25, 1000 Ljubljana, e-mail: domen.novak@robo.fe.uni-lj.si, tel. 041/969-753

Behavioral Activation System (BAS) and the Behavioral Inhibition System (BIS). 22 subacute stroke patients participated in the study. They performed an easier and harder version of a motor rehabilitation task as well as the Stroop task. The sensitivities of the two motivational systems were measured using the BIS/BAS scale. Additionally, psychophysiological measurements (heart rate, skin conductance, respiration and skin temperature) were taken and the Self-Assessment Manikin was used to measure self-reported valence and arousal. Results showed that valence and arousal are not significantly correlated with BIS/BAS subscales during the rehabilitation task. A negative correlation between valence and the BAS subscales was found in the Stroop task. Results also confirmed the initial hypothesis that the BAS would be correlated with task performance during the rehabilitation task while the BIS would be negatively correlated with task performance during the Stroop task. Only partial confirmation was found for the hypothesis that tasks that include a reward would affect heart rate in subjects with a sensitive BAS while tasks without a reward would affect skin conductance in subjects with a sensitive BIS. In both versions of the rehabilitation task, which includes a reward, the BAS reward subscale was negatively correlated with mean skin temperature. In the harder rehabilitation task, the BAS reward responsiveness subscale was positively correlated with mean heart rate. In the Stroop task, which has no reward, the BIS scale was positively correlated with mean heart rate. The BAS subscale was also negatively correlated with the RMSSD measure of heart rate variability. The results of the study suggest that rehabilitation task designers should take the subject's BIS/BAS motivational systems into account when designing the task rewards and difficulty.

Keywords: behavioral inhibition system, behavioral activation system, rehabilitation, stroke, psychophysiological responses

CC = 2360, 3380

Uvod

Možganska kap je nenaden izpad možganskih funkcij zaradi motnje pretoka krvi v možganih. Prizadane relativno velik odstotek ljudi in lahko bistveno oslabi njihove gibalne ter spoznavne sposobnosti (Feigin, Lawes, Bennett in Anderson, 2003). Z rehabilitacijo lahko pacient znova pridobi izgubljene sposobnosti, vendar pa je rehabilitacija dolgotrajen in naporen proces, s katerim je treba pričeti čim prej (Wagenaar in Meyer, 1991a; 1991b), uspešnost pa je močno odvisna tudi od intenzivnosti vadbe (npr. Kwakkel, Kollen in Wagenaar, 2002). Žal so dandanes rehabilitacijski programi pogosto prekratki in premalo intenzivni. Možen razlog za to je pomanjkanje motivacije pacienta (Carr in Shepherd, 2000). Motivacija je namreč zelo pomembna za uspešno rehabilitacijo (Loureiro, Amirabdollahian, Coote, Stokes in Harwin, 2001; Liebermann, Buchman in Franks, 2006). Terapija mora biti prijetna in pacienta motivirati, hkrati pa zanj predstavljati določen izziv. Še vedno pa ni dobro znano, kako psihološki dejavniki (npr. motivacija, zabavnost) vplivajo na intenzivnost vadbe in uspešnost rehabilitacije.

V okviru projekta MIMICS smo sestavili rehabilitacijsko nalogo, v kateri lahko pacienti po kapi vadijo gibe zgornjih ekstremitet s pomočjo navideznega okolja in rehabilitacijskega robota. Takšno vključevanje robotskih vmesnikov in elementov navidezne resničnosti postaja v rehabilitaciji vse bolj pogosto (npr. Krebs idr., 2007;

Holden, 2005) in naj bi povečalo pacientovo motivacijo preko vadbe v interaktivnem, zanimivem okolju. Naloga pa ima lahko na paciente različen vpliv, saj se različni ljudje različno odzivajo na nagrado, uspeh, kazen itd.

Gray (1982) je predpostavil, da lahko velik del vedenja posameznika razložimo s pomočjo dveh ločenih nevrovedenjskih sistemov, ki se med seboj povezujeta. Poimenoval ju je nagrajevalni motivacijski sistem (behavioural activation system – BAS) in motivacijski sistem umika (behavioural inhibition system – BIS).

Nagrajevalni motivacijski sistem (BAS) uravnava vedenje v situacijah, ki bi lahko bile nagrajujoče (nagrada, odsotnost kazni), tako da se posameznik aktivira, izraža vedenje približevanja, doživlja pozitivne občutke (npr. upanje, veselje, užitek) in deluje s povečano kognitivno aktivnostjo (Carver in White, 1994). Glede na teoretično zasnovno prištevamo k temu sistemu tudi občutljivost za signale nekaznovanja in bežanje od kaznovanja (Harmon-Jones idr., 2002), vendar pa se veliko raziskovalcev osredotoča predvsem na aspekte približevanja, kar je razvidno tudi v Lestvici BIS/BAS (Carver in White, 1994), ki ne vključuje postavk, vezanih na beg pred grožnjo ali kaznijo. Aktivacija sistema BAS je povezana s (hipo)maničnimi simptomi in impulzivnimi motnjami (Alloy idr., 2008), deaktivacija sistema BAS kot reakcijo na poraz in nedoseganje cilja pa je povezana z depresivnimi simptomi, kot so npr. žalost, nizka energija, psihomotorična retardacija (Harmon-Jones idr., 2002).

Motivacijski sistem umika (BIS) uravnava vedenje predvsem v situacijah, ki odbijajo (prisotnost kazni ali odsotnost nagrade). Posameznik v takšnem primeru vedenje inhibira, doživlja negativne občutke, stopnja budnosti in pozornosti pa se poveča (Carver in White, 1994). Povečana aktivacija sistema BIS je povezana s povečano pozornostjo, budnostjo in opreznostjo, ekstremno prisotna aktivacija pa s potezno anksioznostjo (Sedlar, Medved in Pernek, 2008) in z anksioznimi motnjami (Amodio idr., 2008).

Občutljivost motivacijskih sistemov lahko merimo na več načinov. Dva glavna načina sta samoocena posameznika in psihofiziološke meritve. Pri samooceni motivacijskih sistemov raziskovalci uporabljajo predvsem Lestvico BIS/BAS avtorjev Carver in White (1994), na področju psihofiziologije pa Fowles (1988) opisuje vrsto študij, ki ugotavljajo, kako se srčni utrip in prevodnost kože povezujeta z motivacijskima sistemoma BIS in BAS. Ugotovitve kažejo, da se povečanje srčnega utripa monotono povezuje z velikostjo nagrade, ki je posamezniku v nalogi ponujena, kar lahko povežemo z motivacijskim sistemom BAS. Nasprotno naj bi bil motivacijski sistem BIS povezan s prevodnostjo kože. V raziskavah, kjer so udeleženci najprej dobili nagrado, nato pa jim je bila v nadaljnjih poskusih nagrada odvzeta, se je namreč pojavilo povečanje odzivov prevodnosti kože. Tako lahko predpostavljamo, da je prevodnost kože odraz aktivacije sistema BIS, ko je nagrada posamezniku odvzeta. Povezava je razvidna tudi preko poteze in stanja anksioznost, ki se povezuje tako s sistemom BIS (Amodio idr., 2008) kot s prevodnostjo kože (Katkin, 1965).

Pri sestavljenih rehabilitacijskih nalogah smo želeli preveriti, ali na počutje pacienta, uspešnost pri nalogah in na psihofiziološke mere vplivajo tudi motivacijski sistemi pacienta. Glede na ugotovitve bi lahko nalogo prilagodili, da bi imela čim večjo motivacijsko vrednost za pacienta. V raziskavo smo najprej vključili osnovno različico

rehabilitacijske naloge, ki smo jo poimenovali lažja različica, dodali pa smo še težjo, miselno bolj zahtevno različico. Da bi lahko rehabilitacijski nalogi primerjali z nalogo, ki od udeleženca ne zahteva motoričnega napora in ne vsebuje nagrade, smo v raziskavo vključili tudi računalniško različico klasične psihološke naloge za preučevanje pozornosti (Stroopovo nalogo).

V prvem delu raziskave smo ugotavljali, kako se občutljivosti motivacijskih sistemov povezuje z budnostjo in valenco pri izvajanju rehabilitacijskih nalog in Stroopove naloge. Glede na samo definicijo sistemov BAS in BIS smo predpostavili, da se bo višja občutljivost sistema BAS povezovala s pozitivnimi občutki pri nalogah, ki vsebujejo nagrado v obliki zvoka aplavza (rehabilitacijski nalogi). Pri Stroopovi nalogi, ki je kognitivno bolj zahtevna in ne vsebuje elementov nagrade, pa smo pričakovali, da bo pri osebah z bolj občutljivim sistemom BIS izražena večja budnost in bolj negativno razpoloženje.

V drugem delu raziskave smo ugotavljali, kako se občutljivosti motivacijskih sistemov povezuje z uspešnostjo pri rehabilitacijski nalogi in Stroopovi nalogi. Predpostavili smo, da bo občutljivost sistema BAS povezana z uspešnostjo pri nalogah, ki vsebujejo element nagrade (rehabilitacijski nalogi), občutljivost sistema BIS pa negativno povezana z uspešnostjo pri kognitivno Stroopovi zahtevnejši nalogi, ki nima elementa nagrade.

V tretjem delu raziskave smo ugotavljali, kako se občutljivosti motivacijskih sistemov povezuje s štirimi fiziološkimi merami, dobljenimi med izvajanjem nalog: srčnim utripom, prevodnostjo kože, dihanjem in temperaturo kože. Glede na predhodne ugotovitve drugih raziskovalcev smo predpostavili, da bodo naloge, ki vsebujejo nagrado, pri osebah z občutljivim sistemom BAS izzvale povečanje srčnega utripa, naloga brez nagrade pa bo pri osebah z bolj občutljivim sistemom BIS izzvala povečanje prevodnosti kože. Dihanje in temperatura kože v kontekstu motivacijskih sistemov še nista bila preučevana, zato v zvezi z njima nismo postavljali posebnih hipotez.

Metoda

Udeleženci

V raziskavi je sodelovalo 22 udeležencev, ki so doživeli subarahnoidalno krvavitev (tri osebe), intracerebralno krvavitev (devet oseb) ali ishemično možgansko kap (10 oseb). Med njimi je bilo 15 moških (povprečna starost 51,7 let, $SD = 12,9$ let) in sedem žensk (povprečna starost 50,9 let, $SD = 15,8$ let). Vsi udeleženci so med drugimi posledicami kapi utrpeli hemiparezo, in sicer 13 udeležencev levo, devet udeležencev pa desno hemiparezo, pri čemer so bili pred kapjo vsi desničarji. Večina udeležencev je bila diagnosticirana z boleznimi srca in ožilja (arterijska hipertenzija, hiperlipidemija ...), druga diagnosticirana spremljajoča stanja pa so bila disfazija (dve osebi), depresija (dve osebi), stanje po psihozi (ena oseba), epilepsija (ena oseba), pljučni rak (ena oseba) in policistična bolezen ledvic (ena oseba).

Vsi udeleženci so bili ob času raziskave vključeni v program motorične rehabilitacije na Univerzitetnem rehabilitacijskem inštitutu Republike Slovenije in so bili v

subakutni fazi okrevanja. Čas, ki je pretekel med kapjo in raziskavo, je bil v povprečju 155 dni ($SD = 81$ dni). Dan pred izvedbo protokola so bili udeleženci testirani s Kratkim preizkusom spoznavnih sposobnosti (Mini Mental State Examination MMSE; Folstein, Folstein in McHugh, 1975) in Lestvico funkcionalne neodvisnosti (Functional Independence Measure FIM; Kidd idr., 1995). Rezultati na vprašalniku MMSE so bili v povprečju 27,2 točk ($SD = 3,6$; pri maksimalnem številu točk 30). Vsi razen treh udeležencev so imeli število točk med 26 in 30. Med preostalimi tremi je imel en udeleženec 24 točk, vendar iz raziskave ni bil izključen, saj ni imel problemov pri komunikaciji in razumevanju naloge. Preostala dva udeleženca sta imela nižje rezultate zaradi disfazije, zato je klinični izvedenec opravil intervju in odobril sodelovanje v eksperimentu. Povprečen rezultat na vprašalniku FIM je bil 101 točko ($SD = 13$; pri maksimalnem številu točk 126).

Vprašalniki

Lestvica BIS/BAS (BIS/BAS Scales; Carver in White, 1994) je samoocenjevalna lestvica, namenjena merjenju občutljivosti dveh motivacijskih sistemov. Sestavljena je iz 20 postavk. Posameznik s pomočjo štiristopenjske lestvice (*zelo velja zame, delno velja zame, delno ne velja zame in sploh ne velja zame*) oceni, v kolikšni meri vsaka od postavk velja zanj.

Sistem BAS (Behavioral Activation System) predstavlja nagrajevalni motivacijski sistem. V Lestvici BIS/BAS obsega BAS tri faktorsko različne podlestvice. Podlestvica *Potrebe* (*Drive*; v nadaljevanju BAS potrebe) odraža vztrajno zasledovanje zastavljenih ciljev, podlestvica *Iskanje zabave* (*Fun seeking*; v nadaljevanju BAS zabava) odraža željo po novih nagradah in pripravljenost za impulzivno vključevanje v situacije, v katerih obstaja potencialna možnost nagrade, podlestvica *Odziv na nagrado* (*Reward responsiveness*; v nadaljevanju BAS nagrada) pa odraža pozitivne odzive na nagrado ali na pričakovanje le-te. Skupna podlestvica BAS je vsota teh treh podlestitvic. Sistem BIS (Behavioral Inhibition System) predstavlja motivacijski sistem umika. V Lestvici BIS/BAS odraža BIS nagnjenost k negativnemu čustvenemu odzivanju, anksioznosti in odzivanju s strahom v potencialno nevarnih situacijah. Notranje konsistentnosti podlestitvic so med ,66 in ,76, zanesljivosti (Cronbachov α) pa med ,82 in ,83 (Carver in White, 1994). Jorm idr. (1999) so ocenjevali psihometrične lastnosti Lestvice BIS/BAS in ugotovili, da je lestvica veljavna in praktična mera obeh motivacijskih sistemov.

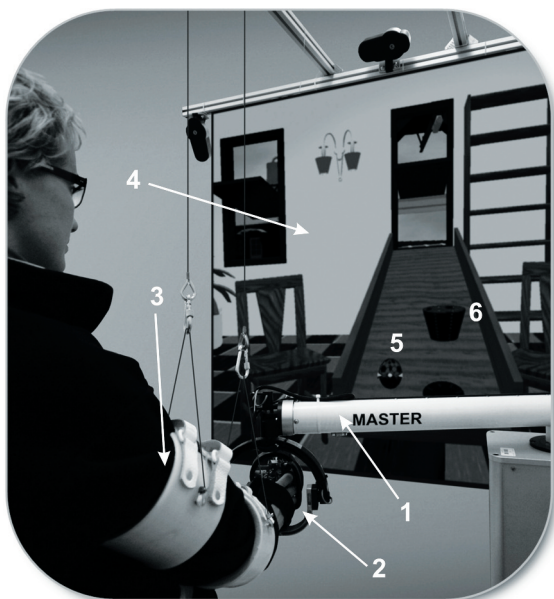
SAM (Self-Assessment Manikin; Bradley in Lang, 1994) je neverbalna lestvica, namenjena samooceni valence in budnosti posameznika. Valenca (včasih tudi ugodje) je definirana kot pozitivna nasproti negativnim afektivnim stanjem (npr. ponižanje in jeza na eni strani nasproti veselju, sproščenosti in mirnosti na drugi strani). Budnost (ang. arousal) je definirana kot mentalna budnost in fizična aktivnost (npr. spanje, neaktivnost in sproščenost na eni strani nasproti budnosti, napetosti in koncentraciji na drugi strani; Mehrabian, 1996). Ocenjevanje na obeh podlestitvah poteka s pomočjo grafičnih podob na devetstopenjskih lestvicah. Podlestvica valenca poteka od zelo prijetne valence (A)

preko nevtralne (D) do zelo neprijetne valence (H), podlestvica budnosti pa od zelo nizke budnosti (A) do zelo visoke budnosti (H). Udeleženci so s pomočjo črk pod grafičnimi podobami ocenili, kakšna je njihova trenutna valenca in kolikšna je njihova trenutna budnost. Samooceno smo pretvorili v številčne vrednosti. Pri podlestvici valenca predstavlja 1 *ekstremno negativno razpoloženje*, 9 pa *ekstremno pozitivno razpoloženje*. Pri podlestvici budnost predstavlja 1 *nizko stopnjo budnosti*, 9 pa *visoko stopnjo budnosti*.

Lestvico SAM smo izbrali iz dveh razlogov. Lestvica je neverbalna in tako preprosta za uporabo tudi pri pacientih po kapi, poleg tega pa so povezave med fiziologijo in počutjem ter miselno aktivnostjo dobro poznane (Peter in Herbon, 2006). Bradley in Lang (1994) sta pokazala, da kljub svoji preprostosti lestvica SAM daje podobne rezultate kot bolj kompleksne samoocenjevalne lestvice (npr. semantični diferencial). Interna konsistentost podlestvice valenca pri mlajših odraslih je ,63, pri starejših odraslih pa ,82. Interna konsistentnost podlestvice budnost je ,98 pri obeh starostnih skupinah (Bucks, da Silva in Han, 2005).

Robot

V raziskavi smo uporabili robota HapticMaster (Moog FCS), ki omogoča gibanje roke v tridimenzionalnem prostoru. Vrh robota je opremljen s senzorji sile in pasivnim prijemalom. Roka udeleženca je podprta z dvema opornicama, ki kompenzirata težo roke. Naloge smo predvajali na platnu, velikem 1,4 x 1,4 m, udeleženci pa so sedeli približno 1,25 m pred njim. Robot je bil postavljen med platnom in udeležencem.



Slika 1. Udeleženec izvaja rehabilitacijsko nalogo s pomočjo robota (1) in prijemala (2), njegova roka pa je podprta (3). Zaslon (4) prikazuje mizo, žogo (5) in koš (6).

Rehabilitacijska naloga

Rehabilitacijska naloga (slika 1) vključuje elemente seganja in prijemanja. Na zaslonu pred udeležencem je prikazana miza, ki je nagnjena proti udeležencu. Dva trikotnika na zaslonu označujeta trenutno pozicijo vrha robota. S pomočjo robotske roke udeleženec usmerja trikotnika po zaslonu, pri čemer preko robota občuti posamezne elemente naloge (npr. mizo, težo žoge). Na vrhu mize se prikaže žoga, ki se kotali po mizi navzdol. Naloga udeleženca je, da s pomočjo robotske roke žogo ujame, preden ta doseže spodnji rob mize. Tako mora udeleženec najprej premakniti trikotnike do žoge po višini in levo oz. desno, nato pa s pomočjo prijemala žogo tudi prijeti. Če udeleženec žogo ujame, se nad mizo prikaže koš. Naloga udeleženca je nato, da s pomočjo robotske roke žogo dvigne in jo postavi v koš. Če udeleženec položi žogo v koš, se oglasi zvok aplavza. Ko udeleženec položi žogo v koš ali žoga pade z mize, se na vrhu mize pojavi nova žoga in naloga se nadaljuje.

Sestavili smo tudi težjo različico zgoraj opisane naloge, ki je enako fizično zahtevna, od udeleženca pa zahteva nekoliko več mentalnega napora. Od lažje različice se razlikuje po tem, da se gibi levo-desno, narejeni s pomočjo robotske roke, na ekranu odražajo obratno. Tako gib udeleženca v desno premakne trikotnika na zaslonu v levo in obratno.

Če udeleženec ne zmore katerega od elementov gibanja (seganje, prijemanje, dvigovanje), mu robot lahko nudi tri različne vrste pomoči. Če udeleženec ne zmore doseči žoge, robot povleče roko proti žogi z maksimalno silo 10 N, pri čemer lahko udeleženec gibanje z lastno aktivnostjo roke ojača ali mu nasprotuje. Če udeleženec ne zmore prijeti žoge, lahko robot žogo avtomatično ujame, ne da bi udeleženec moral prijemalo stisniti. Če udeleženec ne zmore dvigniti roke, robot povleče roko udeleženca po vnaprej določeni poti proti košu. Udeleženec lahko temu gibanju nasprotuje ali ga ojača s svojim aktivnim gibanjem roke. Kadar gibanju robota ne nasprotuje ali izpusti žoge, robot žogo vedno uspešno prinese do koša. Te vrste pomoči so lahko vključene ali izključene neodvisno druga od druge. V naši raziskavi so štirje udeleženci potrebovali robotsko pomoč pri doseganju žoge, sedem udeležencev pomoč pri prijemanju, osem udeležencev pa pri dvigovanju. Nekatere od teh so potrebovali več vrst pomoči.

Uspešnost v nalogi smo merili s tremi parametri: delež ulovljenih žog (samo za udeležence, ki niso imeli vklopljene pomoči doseganja žoge), delež žog, postavljenih v koš (izračunan na podlagi vseh žog znotraj naloge za udeležence, ki niso imeli vklopljene pomoči doseganja ali dvigovanja žoge), povprečen čas, porabljen za ulov in postavitve posamezne žoge (*čas u&p*) in opravljeno delo (delo v smeri XY in delo v smeri Z). Slednji parameter je bil izračunan kot integral moči (sila krat hitrost), pri čemer so bili podatki o sili dobljeni na podlagi senzorjev sil na robotu, hitrost pa dobljena na podlagi senzorjev gibanja na robotu.

Stroopova naloga

V raziskavi smo poleg motorične naloge uporabili računalniško različico Stroopove naloge (MacLeod, 1991), ki od udeleženca zahteva veliko pozornosti, ni pa motorično zahtevna. Naloga je sestavljena iz večjega števila besed, predvajanih na ekranu,

na katere se mora udeleženec odzvati. Predvajane besede so bile »rdeča«, »zelena« in »modra«, pri čemer je bila barva črk rdeča, zelena, modra ali črna. Besede so bile predvajane naključno. V 40 % primerov se je barva črk ujemala z napisano besedo, v 40 % primerov se barva črk in napisana beseda nista ujemali, v 20 % primerov pa je bila beseda izpisana v črni barvi. Udeleženci so imeli pred seboj posebno tipkovnico s tremi sivimi gumbi, ob katerih je s črno barvo pisalo »rdeča«, »zelena« in »modra«. Ko se je na zaslonu prikazala beseda, je moral udeleženec čim hitreje pritisniti gumb, ki je ustrezal barvi črk, v katerih je bila beseda izpisana. Če je bila beseda izpisana v črni barvi, je bila naloga udeleženca, da pritisne gumb, ki ustreza napisani besedi. Ko je udeleženec pritisnil na enega izmed gumbov, se je na zaslonu prikazala nova beseda. Uporabljena različica Stroopove naloge je podobna različici iz zbirke Automated Neuropsychological Assessment Metrics, ki je bila že večkrat uporabljena v medicinskih aplikacijah (npr. Parsons, Courtney, Arizmendi in Dawson, 2011). Od te različice se razlikuje po tem, da vključuje tudi besede, izpisane v črni barvi.

Uspešnost pri nalogi je bila ocenjena na podlagi dveh parametrov: odstotka pravih odgovorov (pravilno izbranih barv) in povprečnega časa, porabljenega za odgovor (interval med prikazom besede in pritiskom na katerokoli tipko).

Merjenje in obdelava fizioloških signalov

Fiziološke signale smo vzorčili s pomočjo ojačevalnika signalov g.USBamp (proizvajalca g.tec Medical Engineering GmbH) pri frekvenci 2,4 kHz. Elektrokardiogram (EKG) smo merili s štirimi zunanji elektrodami, nameščenimi v skladu s priporočili proizvajalca ojačevalnika (dve na levem in desnem delu prsnega koša, ena na levem delu trebuha in ena na zgornjem levem delu hrbta). Prevodnost kože smo merili s senzorjem g.GSR (g.tec). Elektrode so bile nameščene na srednjem členku kazalca in sredinca na neprizadeti roki. Na elektrodi je bil priključen stalen vir napetosti (0,1 V), senzor pa je meril prevodnost posredno preko toka. Frekvenco dihanja smo merili s senzorjem SleepSense Flow, ki deluje na podlagi termistorja. Temperaturo kože smo merili s senzorjem g.TEMP (g.tec), nameščenim na konico mezinca neprizadete roke.

Signale posameznega udeleženca smo vzorčili med nalogami in med mirovanjem. Podatke smo nato obdelali in za vsak interval (naloga oz. mirovanje) določili posamezne parametre. Čeprav se znotraj intervalov pojavljajo razlike v fiziološkem stanju, smo vsak parameter izračunali na podlagi celotnega časovnega intervala, saj lahko nekatere parametre (npr. variabilnost srčnega utripa) izračunamo le na intervalu nekaj minut, medtem ko se drugi (npr. temperatura kože) na dražljaje odzivajo relativno počasi.

Iz elektrokardiograma smo izračunali časovne intervale med dvema utripoma srca (takoimenovane NN-intervale), iz njih pa povprečni srčni utrip in standardizirano mero variabilnosti srčnega utripa: kvadratni koren povprečja kvadratov razlik zaporednih NN-intervalov (Root Mean Square of Successive Differences of NN intervals - RMSSD).

Signal prevodnosti kože lahko razdelimo na dve komponenti, in sicer na nivo prevodnosti kože v odsotnosti dražljajev iz okolja (Skin Conductance Level - SCL) ter odzive prevodnosti kože (Skin Conductance Responses - SCR). SCR je vsako pre-

hodno povečanje prevodnosti kože, kjer se vrh pojavi manj kot pet sekund po začetku naraščanja prevodnosti, razlika med začetkom naraščanja in vrhom pa je vsaj 0,05 μ S. Izračunali smo povprečni SCL, frekvenco SCR in povprečno amplitudo SCR.

Signal, ki smo ga dobili preko senzorja dihanja, narašča pri vdihu in pada pri izdihu. Povprečno frekvenco dihanja smo izračunali na podlagi povprečnega časa med dvema zaporednima vrhovoma v signalu. Variabilnost dihanja smo ocenili na podlagi standardne deviacije časa med dvema zaporednima vrhovoma v signalu.

Izračunali smo tudi povprečno in končno temperaturo kože. Slednjo smo izračunali kot povprečno temperaturo zadnjih petih sekund posameznega intervala.

Ker se vrednosti parametrov v stanju mirovanja med merjenji v splošnem močno razlikujejo, smo za lažjo primerjavo vrednosti, dobljene med nalogo, korigirali, kar je standarden postopek pri analizi psihofizioloških signalov (npr. Nasoz, Alvarez, Lisetti in Finkelstein, 2003). Podatke smo korigirali na sledeč način:

$$X_{\text{korigiran}} = \frac{X_{\text{naloga}} - X_{\text{mirovanje}}}{X_{\text{mirovanje}}}$$

Edini parameter, ki ga nismo korigirali na ta način, je bil povprečni SCL. Ta se že sam po sebi meri kot odstopanje od neke začetne vrednosti, saj senzor iz tehničnih razlogov ne zmore izmeriti absolutne vrednosti SCL. Tako smo povprečni SCL korigirali kot $x_{\text{naloga}} - x_{\text{mirovanje}}$.

Postopek

Raziskava je potekala na Univerzitetnem rehabilitacijskem inštitutu Republike Slovenije. Odobrena je bila tako s strani Komisije Republike Slovenije za medicinsko etiko kot s strani medicinske etične komisije Univerzitetnega rehabilitacijskega inštituta. Med raziskavo so bili v prostoru udeleženec, testator in delovni terapevt.

Udeleženca smo pred začetkom izvajanja nalog seznanili z namenom in postopkom raziskave, nato pa je podpisal informirano soglasje in rešil Lestvico BIS/BAS. Nato smo ga posedli na stol pred robotsko roko ter mu namestili prizadeto roko v opornico in prijemalo. Pokazali smo mu, kako poteka rehabilitacijska naloga in kako naj uporablja robotsko roko za gibanje v nalogi. Vsak udeleženec je imel tri minuti časa, da je nalogo preizkusil in osvojil osnovne tehnike gibanja. Med to vadbo je delovni terapevt določil, katere robotske pomoči pacient potrebuje. Sledil je triminutni počitek. Ta del raziskave je služil merjenju psihofizioloških signalov v mirovanju. Po počitku je udeleženec tri minute opravljal lažjo različico rehabilitacijske naloge, nato pa tri minute še težjo različico. Delovni terapevt je med rehabilitacijsko nalogo udeležencu dajal verbalna navodila in spodbude.

Po težji različici rehabilitacijske naloge smo udeležencu na stegno namestili tipkovnico za odgovarjanje pri Stroopovi nalogi. Sledila je dvominutna vaja, v kateri se je udeleženec lahko naučil odgovarjanja na nalogo. Po vaji je udeleženec tri minute počival, nato pa tri minute opravljal Stroopovo nalogo.

Po vsakem počitku in nalogi se je na zaslonu pred udeležencem pokazala lestvica SAM, udeleženec pa je verbalno podal oceno trenutne valence in budnosti.

Osebi z disfazijo nista opravljali Stroopove naloge. Nadalje je pri enem udeležencu zaradi računalniške napake prišlo do izgube podatkov za Stroopovo nalogo, vprašalnik SAM, ter prevodnost in temperaturo kože.

Rezultati

V raziskavi smo ugotavljali, ali se občutljivost nagrajevalnega motivacijskega sistema (BAS) in občutljivost motivacijskega sistema umika (BIS) odražata pri rehabilitacijskih nalogah in Stroopovi nalogi. Predstavljene so predvsem korelacije med Lestvico BIS/BAS in drugimi parametri. Drugi rezultati psihofizioloških meritev (brez povezave z Lestvico BIS/BAS) so bili objavljeni v predhodnem članku (Novak idr., 2010).

Pri Lestvici BIS/BAS je bilo povprečno število točk za podlestvico BAS potrebe 13,64 ($SD = 2,26$), za podlestvico BAS zabava 11,68 ($SD = 3,33$), za podlestvico BAS nagrada 15,93 ($SD = 2,90$), za skupno podlestvico BAS (vsota vseh treh podlestvic BAS) 41,25 ($SD = 7,12$) in za podlestvico BIS 19,14 ($SD = 3,79$).

Pri lažji različici rehabilitacijske naloge je bil povprečen delež ujetih žog 62,8 % ($SD = 17,2$ %), delež žog, postavljenih v košaro, pa 50,5 % ($SD = 18,6$ %). Pri težji različici rehabilitacijske naloge je bil povprečen delež ujetih žog 47,8 % ($SD = 20,4$ %), delež žog, postavljenih v košaro, pa 35,5 % ($SD = 23,5$ %). Različici naloge sta se statistično pomembno razlikovali tako v deležu ujetih žog ($p = ,002$) kot v deležu žog, postavljenih v košaro ($p = ,02$). Pri Stroopovi nalogi je bil povprečen odstotek pravih odgovorov 93,8 % ($SD = 5,8$ %), povprečen čas za odgovor na posamezno besedo pa je bil 2,8 sekunde ($SD = 1,6$ sekunde). Uspešnost v rehabilitacijski nalogi in uspešnost v Stroopovi nalogi sta bili povezani. Delež žog, postavljenih v košaro, ter povprečen čas za odgovor na posamezno besedo sta statistično pomembno korelirana ($r = -,56$, $p = ,049$).

V prvem delu raziskave smo želeli ugotoviti, ali se občutljivosti motivacijskih sistemov povezuje z valenco in budnostjo po izvedbi posamezne naloge. Kot je razvidno iz tabele 1, se pri rehabilitacijskih nalogah mere občutljivosti motivacijskih sistemov ne povezujejo statistično pomembno z merami valence in budnosti. Pri izvedbi Stroopove naloge pa se valenca negativno povezuje z tremi merami občutljivosti nagrajevalnega motivacijskega sistema, in sicer s podlestvicami BAS potrebe, BAS zabava in skupna BAS.

Tabela 1. *Korelacije med Lestvico BIS/BAS in valenco ter budnostjo.*

	N	BAS	BAS potrebe	BAS zabava	BAS nagrada	BIS
RN – lažja						
Valenca	21	,363	,175	,369	,432	,182
Budnost	21	-,143	-,169	-,262	,096	,181
RN – težja						
Valenca	21	,094	-,027	,088	,325	-,021
Budnost	21	-,238	-,215	-,328	-,005	,242
Stroopova						
Valenca	19	-,659**	-,732**	-,528*	-,450	-,224
Budnost	19	,195	,015	,129	,351	,114

Opombe: RN – rehabilitacijska naloga; korelacije so izračunane na podlagi Spearmanovega ρ . * $p < ,05$. ** $p < ,01$.

V drugem delu raziskave smo želeli ugotoviti, ali se občutljivosti motivacijskih sistemov povezuje z uspešnostjo pri rehabilitacijskih nalogah in Stroopovi nalogi.

Tabela 2. *Korelacije med Lestvico BIS/BAS in uspešnostjo ter opravljenim delom pri nalogah.*

Opombe: RN – rehabilitacijska naloga; korelacije so izračunane na podlagi Pearsonovega r . * $p < ,05$. ** $p < ,01$.

	N	BAS	BAS potrebe	BAS zabava	BAS nagrada	BIS
RN – lažja različica						
% ujetih	22	,312	,193	,353	,210	,073
% postavljenih	22	,615*	,487*	,554*	,481*	,315
Čas u&p	22	-,133	-,120	-,228	,025	,070
Delo XY	22	,120	-,071	,088	,246	,238
Delo Z	22	-,098	-,088	-,248	,122	-,145
RN – težja različica						
% ujetih	22	,177	,099	,202	,128	,094
% postavljenih	22	,335	,034	,287	,455*	,397
Čas u&p	22	,114	,067	,014	,207	,077
Delo XY	22	-,230	-,151	-,209	-,212	-,340
Delo Z	22	-,221	-,217	-,341	,032	-,133
Stroopova naloga						
Št. pravih	19	-,267	-,405	-,140	-,137	,004
Povprečen čas za odgovor	19	,194	,028	,091	,320	,584**
SD za odgovor	19	,181	,105	,056	,267	,463*

Kot mere uspešnosti smo pri rehabilitacijskih nalogah uporabili delež ujetih in delež postavljenih žog v koš, povprečen čas, porabljen za ulov in postavitev posamezne žoge (čas u&p) ter delo, ki ga posameznik pri nalogi opravi (delo v smeri XY in delo v smeri Z). Rezultati (tabela 2) kažejo, da se pri lažji različici rehabilitacijske naloge vse podlestvice občutljivosti nagrajevalnega motivacijskega sistema (BAS potrebe, BAS zabava, BAS nagrada in skupna BAS) statistično pomembno pozitivno povezujejo z deležem postavljenih žog, mera občutljivosti motivacijskega sistema umika (BIS) pa se z merami uspešnosti ne povezuje.

Pri težji različici rehabilitacijske naloge se z deležem postavljenih žog pozitivno povezuje le podlestvica občutljivosti nagrajevalnega motivacijskega sistema BAS nagrada. Preostale mere uspešnosti na nalogi in mere občutljivosti motivacijskih sistemov se ne povezujejo statistično pomembno.

Pri Stroopovi nalogi smo kot meri uspešnosti uporabili število pravih odgovorov ter povprečen čas za odgovor. Rezultati kažejo, da se število pravih odgovorov na Stroopovi nalogi ne povezuje statistično pomembno z nobeno izmed mer občutljivosti motivacijskih sistemov, povprečen čas za odgovor pa se statistično pomembno pozitivno povezuje z mero občutljivosti motivacijskega sistema umika (BIS). V tretjem delu raziskave smo želeli ugotoviti, ali se občutljivosti motivacijskih sistemov povezuje s psihofiziološkimi odzivi posameznika pri rehabilitacijskih nalogah in pri kognitivno zahtevni nalogi.

Tabela 3. Korelacije med Lestvico BIS/BAS in psihofiziološkimi merami.

	N	BAS	BAS potrebe	BAS zabava	BAS nagrada	BIS
RN – lažja različica						
Povprečni srčni utrip	21	,211	,284	,039	,252	,114
RMSSD	21	-,115	-,191	,054	-,191	-,255
SCL	20	,080	,064	-,041	,188	,037
Frekvenca SCR	20	,033	,262	-,074	-,036	,256
Amplituda SCR	20	,060	,079	-,040	,138	-,077
Povprečna frekvenca dihanja	21	-,198	-,351	-,217	,0419	,102
Variabilnost dihanja	21	-,069	,191	-,134	-,162	-,407
Povprečna temperatura kože	20	-,431	-,085	-,331	-,599**	-,432
Končna temperatura kože	20	-,370	-,117	-,372	-,447	-,136
RN – težja različica						
Povprečni srčni utrip	21	,294	,486*	,109	,217	,093
RMSSD	21	-,078	-,268	,050	-,045	-,208
SCL	20	,086	,035	-,065	,254	,160
Frekvenca SCR	20	-,115	-,069	-,134	-,072	,349
Amplituda SCR	20	,037	-,002	,028	,063	-,326
Povprečna frekvenca dihanja	21	,045	-,031	-,057	,200	,156
Variabilnost dihanja	21	,160	,303	,091	,0495	,0178
Povprečna temperatura kože	20	-,473*	-,241	-,425	-,474*	-,248
Končna temperatura kože	20	-,321	-,130	-,331	-,352	-,103
Stroopova naloga						
Povprečni srčni utrip	19	,222	,012	,086	,404	,514*
RMSSD	19	-,236	-,167	-,230	-,158	-,523*
SCL	19	,045	-,057	,032	,114	-,281
Frekvenca SCR	19	-,044	,109a	-,358a	-,316a	-,086a
Amplituda SCR	19	-,093	-,317	-,005	,041	,118
Povprečna frekvenca dihanja	19	-,212	-,328	-,086	-,132	-,231
Variabilnost dihanja	19	,394	,309	,174	,475*	,444*
Povprečna temperatura kože	19	,040	-,273	,024	,107	-,079
Končna temperatura kože	19	-,226	-,341	-,160	-,084	-,171

Opombe: RN – rehabilitacijska naloga; a- Spearmanov ρ . * $p < ,05$. ** $p < ,01$.

Na podlagi elektrokardiograma smo izračunali meri srčnega utripa. Pri lažji rehabilitacijski nalogi se nobena izmed teh mer ne povezuje z občutljivostjo motivacijskih sistemomov, pri težji rehabilitacijski nalogi pa se statistično pomembno povezujeta povprečni srčni utrip in podlestvica občutljivosti nagrajevalnega motivacijskega sistema BAS potrebe. Pri kognitivno zahtevni Stroopovi nalogi se občutljivost motivacijskega sistema umika (BIS) pozitivno povezuje s povprečnim srčnim utripom in negativno z variabilnostjo srčnega utripa (RMSSD).

Signal prevodnosti kože smo razdelili na tri mere, in sicer nivo prevodnosti kože (SCL), frekvenco (frekvenca SCR) ter povprečno amplitudo odzivov prevodnosti kože (amplituda SCR). Pri nobeni izmed izvedenih nalog se mere prevodnosti kože ne povezujejo statistično pomembno z lestvico BIS/BAS.

Iz signala dihanja smo izračunali povprečno frekvenco dihanja ter variabilnost dihanja. Pri rehabilitacijskih nalogah povezave med merami občutljivosti motivacijskih sistemov in temperaturo kože niso statistično pomembne, pri Stroopovi nalogi pa je variabilnost dihanja statistično pomembno povezana s podlestvico občutljivosti nagrajevalnega motivacijskega sistema BAS nagrada in podlestvico občutljivosti motivacijskega sistema umika.

Iz signala temperature kože smo izračunali povprečno in končno temperaturo kože. Pri obeh rehabilitacijskih nalogah se je pokazala negativna povezanost med temperaturo kože in skupno podlestvico BAS ter podlestvico BAS nagrada. Pri Stroopovi nalogi povezave med merami občutljivosti motivacijskih sistemov in temperaturo kože niso statistično pomembne.

Razprava

Povezava med občutljivostjo motivacijskih sistemov ter valenco in budnostjo posameznika

Tako valenca kot budnost se v primeru izvajanja rehabilitacijskih nalog ne povezuje z merami občutljivosti motivacijskih sistemov, kaže pa se negativna povezanost med valenco in podlestvicama BAS potrebe in BAS zabava pri izvedbi Stroopove naloge. Tako so bili po izvajanju naloge bolj negativno razpoloženi posamezniki, ki bolj vztrajno zasledujejo svoje cilje in imajo bolj izraženo željo po novih nagradah. Rezultati se ne ujemajo s postavljenimi hipotezami, da se bo pri rehabilitacijskih nalogah, ki vsebujejo nagrado, občutljivost sistema BAS pozitivno povezovala s pozitivnimi občutki (kar izhaja iz same definicije tega sistema), pri Stroopovi nalogi, ki je bolj kognitivno zahtevna in ne vsebuje elementov nagrade, pa, da bo pri osebah z bolj občutljivim sistemom BIS izražena večja stopnja budnosti in bolj negativno razpoloženje.

Možna razlaga za takšne rezultate je, da elementi nagrade pri rehabilitacijskih nalogah niso bili dovolj intenzivni, da bi pri posameznikih z visoko občutljivim sistemom BAS izzvali pozitivno razpoloženje. Stroopova naloga pa je lahko nasprotno delovala na posameznike z visoko občutljivim BAS sistemom, tako da so posamezniki, ki imajo bolj izraženo zasledovanje zastavljenih ciljev in si želijo novih nagrad, reagirali z manj pozitivnim razpoloženjem na nalogo, ki elementov uspešnega zasledovanja ciljev in na-

grad ni imela. Možna razlaga za odsotnost povezav med visoko občutljivim sistemom BIS in budnostjo oz. valenco bi lahko bila, da naloga pri posameznikih ni bila povezana s sistemom BIS, ker v nalogi ni bilo kazni.

Glede na dobljene rezultate bi bilo morda smiselno razmisliti o pomenu nagrad v samih rehabilitacijskih nalogah. Odsotnost nagrad lahko pri posameznikih, ki imajo višje izraženo potrebo po zasledovanju ciljev in si želijo novih nagrad, izzove slabše razpoloženje. Tako je v naloge smiselno vključiti nagrade, vendar bi te glede na dobljene rezultate najverjetneje morale biti bolj privlačne ali bolj pogoste.

Povezava med občutljivostjo motivacijskih sistemov ter uspešnostjo v nalogi

Posamezniki z visoko občutljivostjo nagrajevalnega motivacijskega sistema (BAS) so bolj uspešno izvajali lažjo različico rehabilitacijske naloge. Tako so nalogo bolj uspešno izvajali tisti posamezniki, ki v večji meri vztrajno zasledujejo svoje cilje, imajo željo po novih nagradah, so pripravljeni za impulzivno vključevanje v situacije, ki bi lahko bile nagradujoče, ter imajo bolj pozitivne odzive na nagrado ali pričakovanje le-te. Pri težji različici rehabilitacijske naloge pa so bili bolj uspešni le posamezniki, ki imajo bolj pozitivne odzive na nagrado ali pričakovanje le-te. Pri Stroopovi nalogi, ki je kognitivno zahtevnejša in ne vsebuje elementa nagrade, so posamezniki, ki so bolj nagnjeni k negativnemu čustvenemu odzivanju, anksioznosti in odzivanju s strahom v potencialno nevarnih situacijah, potrebovali več časa za odgovor. Rezultati potrjujejo postavljeno hipotezo, da bo občutljivost nagrajevalnega motivacijskega sistema (BAS) povezana z uspešnostjo pri nalogah, ki vsebujejo element nagrade (rehabilitacijski nalogi), občutljivost motivacijskega sistema umika (BIS) pa negativno povezana z uspešnostjo pri kognitivno zahtevnejši nalogi, ki nima elementa nagrade.

Možen razlog za manj izrazite korelacije v težji rehabilitacijski nalogi je, da je bila ta pretežka, zato posamezniki kljub visoki občutljivosti nagrajevalnega motivacijskega sistema niso bili bolj uspešni. Bolj uspešni so bili le tisti posamezniki, ki so bolj občutljivi na nagrado ali pričakovanje le-te.

Odsotnost korelacije med občutljivostjo sistema BIS in odstotkom pravih odgovorov pri Stroopovi nalogi je na prvi pogled presenetljiva, vendar pa se izkaže, da je večina pacientov imela odstotek pravih odgovorov, višji od 90 %, razlikovali pa so se predvsem v času, potrebnem za odgovor. Možna razlaga pozitivne povezanosti med povprečnim časom za odgovor pri Stroopovi nalogi in občutljivostjo sistema BIS bi lahko bila, da so posamezniki, ki jih je bilo strah neuspeha, bolj pazili, kako odgovarjajo, da ne bi odgovorili narobe oz. so svoje vedenje inhibirali. Poleg signalov kazni in groženj je motivacijski sistem umika namreč občutljiv tudi na signale nenagrajevanja in novosti (Johnson idr., 2000). Inhibicija vedenja omogoča pripravo posameznika na odgovor in lažje procesiranje teh signalov (Amodio idr., 2008) ter inhibicijo vedenja, ki bi lahko vodilo do negativnega ali bolečega izida.

Glede na dobljene rezultate bi bilo morda smiselno razmisliti o tem, ali so naloge, ki zahtevajo od pacientov po kapi intenzivno miselno aktivnost, manj spodbudne iz vidika motivacije, saj so udeleženci, ki imajo bolj občutljiv sistem BAS, bolj učinkovito

reševali lažjo nalogo, ne pa tudi težje. Občutljivost sistema BIS se v raziskavi sicer ni povezovala z uspešnostjo reševanja nalog, vendar pa se je pokazala povezava z načinom reševanja same naloge.

Povezava med občutljivostjo motivacijskih sistemov ter psihofiziološkimi meritvami

Predpostavili smo, da bo motivacijski sistem BAS, ki se povezuje s povečanjem srčnega utripa, občutljiv na naloge, ki vključujejo nagrado, motivacijski sistem BIS, ki se povezuje s prevodnostjo kože, pa bo občutljiv na nalogo, ki nagrade ne vključuje. Rezultati hipotezo le delno potrjujejo. Povečanje srčnega utripa se namreč z občutljivostjo nagrajevalnega motivacijskega sistemom (BAS) povezuje le pri težji različici rehabilitacijske naloge, pri čemer se povezuje le s podlestvico BAS potrebe, ki odraža zasledovanje zastavljenih ciljev. Prevodnost kože pa se ne povezuje z občutljivostjo sistema BIS pri Stroopovi nalogi, ki elementov nagrade nima. Zanimivi so predvsem rezultati Stroopove naloge, ki kažejo, da se višja občutljivost motivacijskega sistema umika (BIS) povezuje z višjim srčnim utripom in manjšo variabilnostjo utripa. S podlestvico nagrajevalnega motivacijskega sistema BAS nagrada se tako pri lažji kot pri težji različici rehabilitacijske naloge negativno povezuje povprečna temperatura kože, pri Stroopovi nalogi pa variabilnost dihanja.

Odsotnost povezav med psihofiziološkimi meritvami in občutljivostjo motivacijskih sistemomov je presenetljiva, vendar pa obstaja več podobnih primerov v literaturi. Kljub temu, da je Fowles (1988) v preglednem članku postavil povezave med sistemom BAS in srčnim utripom ter sistemom BIS in prevodnostjo kože, nekatere novejšje raziskave tega niso potrdile. Ekstremno aktivacijo sistema BIS so tako Kagan, Reznick in Snidman (1987) kot Partridge (2003) povezali s srčnim utripom in variabilnostjo srčnega utripa, čeprav pri tem niso uporabljali Lestvice BIS/BAS. Variabilnost srčnega utripa je bila povezana tudi z anksioznostjo (npr. Blasquez, Font in Ortis, 2009; Martens, Nykliček, Szabo in Kupper, 2008; Johnsen idr., 2003), ki naj bi bila povezana z ekstremno aktivacijo sistema BIS (Amodio idr., 2008). Prav tako je bila z anksioznostjo povezana variabilnost dihanja (npr. van Diest, Thayer, Vandeputte, van de Woestijne in van den Bergh, 2006), kar pa ne razloži povezave med variabilnostjo dihanja in podlestvico BAS nagrada. Povezave med temperaturo kože in sistemom BAS trenutno ne moremo zadovoljivo razložiti, saj druge raziskave, ki bi eksplicitno preučevale to povezavo, še ne obstajajo. Temperatura kože se sicer običajno znižuje kot posledica budnosti (npr. Ohsuga, Shimono in Genno, 2001), vendar pa je bila povezana tudi s stresom in anksioznostjo (npr. Min idr., 2002), zato bi bila lahko povezana tako z BAS kot BIS. Verjetno bodo na tem področju potrebne še nadaljnje raziskave, ki bi natančneje definirale povezavo med psihofiziologijo in motivacijskima sistemoma.

Omejitve raziskave

Med omejitvami raziskave na prvem mestu omenimo nizko število udeležencev ter visoko heterogenost znotraj skupine. V raziskavah z Lestvico BIS/BAS je udeležencev običajno nad 50 (npr. Brenner, Beauchaine in Sylvers, 2005) ali celo nad 100 (npr. Sedlar

idr., 2008), kar pa pri nas zaradi nizke razpoložljivosti primernih oseb na Univerzitetnem rehabilitacijskem inštitutu ni bilo možno. Tako je skupina tudi dokaj heterogena (glede na obseg kapi, čas od kapi, funkcionalno sposobnost, medikamente itd.), kar prav tako lahko vpliva na rezultate. Za dokončno potrditev rezultatov raziskave bi bilo potrebno meritve izvesti na večji, bolj homogeni skupini. S tem bi morda odkrili tudi druge statistično značilne povezave. V tabelah namreč vidimo več korelacij s korelacijskimi koeficienti nad 0,3, ki niso statistično pomembne, z večjim številom udeležencev pa bi morda bile.

Nadaljnjo omejitev predstavlja tudi naloga, ki smo jo uporabili, saj je posamezne elemente naloge težje izolirati in ločeno preučevati. Potrebno pa je izpostaviti, da uporabljena naloga predstavlja rehabilitacijsko nalogo, ki se dejansko uporablja v kliničnih okoljih, in da imajo tudi druge naloge, ki se uporabljajo v rehabilitaciji, podobno strukturo. Dodatna slabost je, da je težko ovrednotiti učinek nagrade v rehabilitacijski nalogi, saj postopek ni vseboval kontrolne rehabilitacijske naloge brez elementa nagrade. Postopek sicer vključuje Stroopovo nalogo, ki ne vključuje nagrade, vendar po svoji naravi ni nujno primerljiva z rehabilitacijsko nalogo. Ker je bila raziskava izvedena v sklopu širše klinične študije (Novak idr., 2010), je bil postopek prilagojen ciljem širše študije. Za potrditev ugotovitev o učinku nagrade bi bilo tako potrebno meritve opraviti tudi v rehabilitacijski nalogi brez nagrade oziroma z elementom kazni.

Kot možno slabost raziskave lahko omenimo tudi, da so imeli nekateri udeleženci težave z razumevanjem Lestvice BIS/BAS, zato jim je pri odgovarjanju morala pomagati terapevtka. Tako slabo razumevanje kot prisotnost terapevtke sta morda vplivala na zanesljivost rezultatov lestvice. Tudi pri samoocenjevalni lestvici SAM se udeleženci morda ne ocenjujejo najbolje. Nekateri udeleženci so se na primer po nalogi ocenili enako kot pred nalogo, hkrati pa verbalno podali mnenje, da je naloga pri njih povzročila večjo stopnjo budnosti, kot je bila njihova budnost v času počitka. Nezanosljivi rezultati samoocen so najverjetneje odraz oslabiljenega samozavedanja po poškodbah možganov, ki je znan pojav v literaturi (npr. Noé, Ferri, Caballero, Villodre, Sanchez in Chirivella, 2005).

Zaključki

V raziskavi smo želeli ugotoviti, kateri elementi nalog za motorično rehabilitacijo se povezujejo z občutljivostjo nagrajevalnega motivacijskega sistema in motivacijskega sistema omika. Omejitev raziskave prav gotovo predstavlja nizko število udeležencev in vrsta nalog, ki smo jih uporabili, vendar rezultati vseeno kažejo na nekatere možne smernice za nadaljnje raziskovanje in oblikovanje rehabilitacijskih nalog. Rezultati izvedene raziskave namreč kažejo tendenco, da se valenca posameznika, njegova uspešnost in psihofiziološke mere različno povezujejo z občutljivostjo motivacijskih sistemov glede na to, kakšno vrsto naloge posameznik izvaja. Tako bi bilo smiselno razmisliti o pomenu nagrad in težavnosti nalog glede na izraženost motivacijskih sistemov pri posamezniku. Odsotnost nagrad lahko pri nekaterih posameznikih izzove slabše razpoloženje, zato je v rehabilitacijske naloge smiselno vključiti nagrade, vendar morajo te biti privlačne in dovolj pogoste. Nadalje so naloge, ki zahtevajo od pacientov po kapi intenzivno miselno

aktivnost, lahko manj spodbudne iz vidika motivacije, zato moramo paziti, da z dodajanjem kompleksnih elementov v nalogo pacienta ne preobremenimo.

Zahvala

Raziskavo sta podprla Javna agencija za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije ter Sedmi okvirni program Evropske skupnosti (projekt MIMICS, grant 215756).

Literatura

- Alloy, L. B., Abramson, L. Y., Walshaw, P. D., Cogswell, A. Grandin, L. D., Hughes, M. E. ... Hogan, M. E. (2008). Behavioral approach system and behavioral inhibition system sensitivities and bipolar spectrum disorders: Prospective prediction of bipolar mood episodes. *Bipolar Disorders*, 10(2), 310–322.
- Amodio, D. M., Master, S. L., Yee, C. M. in Taylor, S. E. (2008). Neurocognitive components of the behavioral inhibition and activation systems: Implications for theories of self-regulation. *Psychophysiology*, 45(1), 11–19.
- Backs, R. W., da Silva, S. P. in Han, K. (2005). A comparison of younger and older adults' Self-Assessment Manikin ratings of affective pictures. *Experimental Aging Research*, 31, 1–20.
- Blasquez, J. C. C., Font, G. R. in Ortis, L. C. (2009). Heart-rate variability and precompetitive anxiety in swimmers. *Psicothema*, 21(4), 531–536.
- Bradley, M. M. in Lang, P. J. (1994). Measuring emotion: The self-assessment manikin and the semantic differential. *Journal of Behavior Therapy and Experimental Psychiatry*, 25, 49–59.
- Brenner, S. L., Beauchaine, T. P. in Sylvers, P. D. (2005). A comparison of psychophysiological and self-report measures of BAS and BIS activation. *Psychophysiology*, 42, 108–115.
- Carr, J. in Shepherd, R. (2000). *Movement Science – Foundation for physical therapy in rehabilitation*. Rockville: Aspen Publication.
- Carver, C. S. in White, T. L. (1994). Behavioral inhibition, behavioral activation, and affective responses to impending reward and punishment: The BIS/BAS Scales. *Journal of Personality and Social Psychology*, 67(2), 319–333.
- Feigin, V. L., Lawes, C. M. M., Bennett, D. A. in Anderson, C. S. (2003). Stroke epidemiology: a review of population-based studies of incidence, prevalence and case-fatality in the late 20th century, *Lancet Neurology*, 2, 43–53.
- Folstein, M. F., Folstein, S. E. in McHugh, P. R. (1975). 'Mini-mental state': A practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. *Journal of Psychiatric Research*, 12, 189–198.
- Fowles, D. C. (1988). Psychophysiology and psychopathology: A motivational approach. *Psychophysiology*, 25, 373–391.

- Gray, J. A. (1982). *The neuropsychology of anxiety: An enquiry into the functions of the septo-hippocampal system*. New York: Oxford University Press.
- Harmon-Jones, E., Abramson, L. Y., Sigelman, J., Bohlig, A., Hogan, M. E. in Harmon-Jones, C. (2002). Proneness to hypomania/mania symptoms or depression symptoms and asymmetrical frontal cortical responses to an anger-evoking event. *Journal of Personality and Social Psychology*, 82(4), 610–618.
- Holden, M. K. (2005). Virtual environments for motor rehabilitation: Review. *Cyberpsychology & Behaviour*, 8, 187–211.
- Johnsen, B. H., Thayer, J. F., Laberg, J. C., Wormnes, B., Raadal, M., Skaret, E., Kvale, G. in Berg, E. (2003). Attentional and physiological characteristics of patients with dental anxiety. *Journal of Anxiety Disorders*, 17(1), 75–87.
- Johnson, S. L., Sandrow, D., Meyer, B., Winters, R., Miller, I., Solomon, D. in Keitner, G. (2000). Increases in manic symptoms after life events involving goal attainment. *Journal of Abnormal Psychology*, 109(4), 721–727.
- Jorm, A. F., Christensen, H., Henderson, A. S., Jacomb, P. A., Korten, A. E. in Rodgers, B. (1999). Using the BIS/BAS scales to measure behavioural inhibition and behavioural activation: Factor structure, validity, and norms in a large community sample. *Personality and Individual Differences*, 26, 49–58.
- Kagan, J., Reznick, J. S. in Snidman, N. (1987). The physiology and psychology of behavioral inhibition in children. *Child Development*, 58(6), 1459–1473.
- Katkin, E. (1965). Relationship between manifest anxiety and two indices of autonomic response to stress. *Journal of Personality and Social Psychology*, 2, 324–333.
- Kidd, D., Stewart, G., Baldry, J., Johnson, J., Rossiter, D., Petruckevitch, A. in Thompson, A.J. (1995). The functional independence measure: A comparative validity and reliability study,” *Disability and Rehabilitation*, 17, 10–14.
- Krebs, H. I., Volpe, B. T., Williams, D., Celestino, J., Charles, S. K., Lynch, D. in Hogan, N. (2007). Robot-aided neurorehabilitation: A robot for wrist rehabilitation. *IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering*, 15(3), 327–335.
- Kwakkel, G., Kollen, B. J. in Wagenaar, R. C. (2002). Long term effects of intensity of upper and lower limb training after stroke: a randomised trial. *Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry*, 72, 473–479.
- Liebermann, D. G., Buchman, A. S. in Franks, I. M. (2006). Enhancement of motor rehabilitation through the use of information technologies. *Clinical Biomechanics*, 21, 8–20.
- Loureiro, R., Amirabdollahian, F., Coote, S., Stokes, E. in Harwin, W. (2001). Using haptics technology to deliver motivational therapies in stroke patients: Concepts and initial pilot studies. Proceedings of EuroHaptics.
- Maclean, N., Pound, P., Wulfe, C. in Rudd, A. (2002). The concept of patient motivation: A qualitative analysis of stroke professionals’ attitudes. *Stroke*, 33, 444–448.
- MacLeod, C. M. (1991). Half a Century of Research on the Stroop Effect: An Integrative Review. *Psychological Bulletin*, 109(2), 163–203.

- Martens, E. J., Nykliček, I., Szabo, B. M. in Kupper, N. (2008). Depression and anxiety as predictors of heart rate variability after myocardial infarction. *Psychological Medicine*, 38, 375–383.
- Mehrabian, A. (1996). Pleasure-arousal-dominance: A general framework for describing and measuring individual differences in temperament. *Current Psychology*, 14, 261–292.
- Min, B. C., Chung, S. C., Park, S. J., Kim, C. J., Sim, M. K. in Sakamoto, K. (2002). Autonomic responses of young passengers contingent to the speed and driving mode of a vehicle. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 29, 187–198.
- Nasoz, F., Alvarez, K., Lisetti, C. L. in Finkelstein, N. (2003). Emotion Recognition from Physiological Signals for Presence Technologies. *International Journal of Cognition, Technology, and Work – Special Issue on Presence*, 6(1), 1–32.
- Noé, E., Ferri, J., Caballero, M. C., Villodre, R., Sanchez, A. in Chirivella, J. (2005). Self-awareness after acquired brain injury. *Journal of Neurology*, 252, 168–175.
- Novak, D., Zihel, J., Olenšek, A., Milavec, M., Podobnik, J., Mihelj, M. in Munih, M. (2010). Psychophysiological Responses to Robotic Rehabilitation Tasks in Stroke. *IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering*, 18, 351–361.
- Ohsuga, M., Shimono, F. in Genno, H. (2001). Assessment of phasic work stress using autonomic indices. *International Journal of Psychophysiology*, 40, 211–220.
- Parsons, T. D., Courtney, C. G., Arizmendi, B. in Dawson, M. (2011). Virtual reality Stroop task for neurocognitive assessment. *Studies in Health Technology and Informatics*, 163, 433–439.
- Partridge, T. (2003). Biological and Caregiver Correlates of Behavioral Inhibition. *Infant and Child Development*, 12, 71–87.
- Peter, C. in Herbon, A. (2006). Emotion representation and physiology assignments in digital systems. *Interacting with Computers*, 18, 139–170.
- Robertson, I. in Murre, J. (1999). Rehabilitation of brain damage: Brain plasticity and principles of guided recovery. *Psychological Bulletin*, 125, 544–575.
- Sedlar, N., Medved, S. in Pernek, A. (2008). Povezanost konstruktov vprašalnika BisBas in nekaterih osebnostnih dimenzij [Relation between constructs of BisBas questionnaire and some personality constructs]. *Psihološka obzorja*, 17(1), 91–105.
- van Diest, I., Thayer, J. F., Vandeputte, B., van de Woestijne, K. P., in van den Bergh, O. (2006). Anxiety and Respiratory Variability. *Physiology & Behavior*, 89, 189–195.
- Wagenaar, R. C. in Meyer, O. G. (1991a). Effects of stroke rehabilitation, I: a critical review of the literature. *Journal of Rehabilitation Science*, 4, 61–73.
- Wagenaar, R. C. in Meyer, O. G. (1991b). Effects of stroke rehabilitation, II: a critical review of the literature. *Journal of Rehabilitation Science*, 4, 97–109.

Prispelo/Received: 07.03.2011

Sprejeto/Accepted: 26.07.2011