

Sveučilište u Zagrebu

Filozofski fakultet

Odsjek za psihologiju

**PROVJERA AKTIVACIJSKIH UČINAKA TESTOSTERONA NA
PROSTORNE SPOSOBNOSTI**

Diplomski rad

Matija Trupinić

Mentorica: dr. sc. Ivana Hromatko, doc.

Zagreb, 2013.

SADRŽAJ

UVOD.....	1
Testosteron.....	1
Organizacijski i aktivacijski učinci testosterona.....	2
Istraživanja aktivacijskih učinaka.....	3
Testovi prostornih sposobnosti.....	4
PROBLEM I HIPOTEZA ISTRAŽIVANJA.....	7
Problem.....	7
Hipoteza.....	7
METODOLOGIJA.....	8
Uzorak.....	8
Postupak.....	8
Instrumenti.....	9
<i>Test mentalnih rotacija.....</i>	9
<i>Test uspoređivanja kocaka.....</i>	10
<i>Test razine vode.....</i>	10
REZULTATI.....	12
RASPRAVA.....	20
Kritički osvrt i smjernice za buduća istraživanja.....	26
ZAKLJUČAK.....	27
LITERATURA.....	28

SAŽETAK

Provjera aktivacijskih učinaka testosterona na prostorne sposobnosti

Activational effects of testosterone on spatial abilities

Matija Trupinić

Cilj istraživanja je bio provjeriti postoje li u različitim prostornim sposobnostima dnevne varijacije koje bi se mogle objasniti pretpostavljenim aktivacijskim utjecajima testosterona te, ako postoje, jesu li te varijacije identične za različite kategorije prostornih sposobnosti. Kako testosteron u funkciji doba dana varira samo kod muškaraca, kao komparabilnu skupinu smo testirali i grupu studentica. U istraživanju je ukupno sudjelovalo 125 studenata i studentica Filozofskog i Kineziološkog fakulteta u Zagrebu. Korištena su tri testa, po jedan iz svake od kategorija prostornih sposobnosti: mentalnih rotacija, prostorne percepcije te prostornog predočavanja. Testove su sudionici rješavali dvaput u razmaku od tjedan dana - jednom u jutarnjim, drugi put u večernjim satima, a redosljed testiranja je bio rotiran. Dobiveni podaci obrađeni su analizom varijance za ponovljena mjerenja. Obrazac rezultata upućuje na zaključak da su aktivacijski efekti testosterona djelovali samo na uradak u Testu mentalnih rotacija. Iako glavni efekt doba dana nije bio značajan, uočena je trostruka interakcija spola, vremena i redoslijeda testiranja. Budući da se u ovom istraživanju samo Test mentalnih rotacija pokazao spolno pristranim, ovaj je nalaz u skladu s prethodnim istraživanjima koja su pokazala da aktivacijski utjecaji spolnih hormona postoje samo kod spolno pristranih testova.

Ključne riječi: testosteron, prostorne sposobnosti, aktivacijski utjecaj

ABSTRACT

The aim of this study was to check if there are diurnal variations in different aspects of spatial abilities that could be explained by assumed activational effects of testosterone, and if they exist, to determine whether they are identical for all categories of spatial abilities. Since testosterone levels show diurnal variations only in male participants, female participants were used as a comparable group. A sample of 125 students of Faculty of Humanities and Social Sciences and Faculty of Kinesiology from University of Zagreb solved three visuo-spatial tests for three categories of spatial abilities: mental rotation, spatial perception and spatial visualization. Participants solved all tests two times in a repeated measures design; once in the morning, second time in the evening, and the order of testing was rotated. Interval between two measurements was approximately one week. Repeated measures ANOVA was used to determine within- and between-group differences at the follow-up. Results indicate that activational effects had influence only on mental rotations test. Although the main effect of time of day was not statistically significant, a triple interaction between gender, time of day and order of testing was statistically significant. Since mental rotations test was the only gender-biased test in this study, these findings are in accordance with previous studies, which show that activational effects affect performance only in gender-biased tests.

Keywords: testosterone, spatial abilities, activational effect

UVOD

U popularnoj literaturi i medijima se često spominju različitosti muškaraca i žena u mnogim osobinama. Mnogi istraživači su se dosad bavili pronalaskom dokaza o razlikama u kognitivnom funkcioniranju. Premda se muškarci i žene ne razlikuju po općoj inteligenciji, žene imaju bolji uradak u testovima perceptivne brzine i točnosti te verbalne fluentnosti, dok su muškarci uspješniji u matematičkim i vidno - prostornim testovima (Kimura, 2002). U prošlosti su se ove razlike pokušale objasniti socijalizacijskim i kulturalnim faktorima. Međutim, spolne razlike u određenim kognitivnim sposobnostima pronađene su na svim kontinentima te u različitim rasnim i etničkim skupinama (Silverman i Phillips, 1998; prema Hromatko, 2009), a dokazano je njihovo postojanje i kod životinja, pa su znanstvenici počeli koristiti biološke, većinom hormonalne faktore u objašnjavanju tih razlika (Linn i Petersen, 1985).

Spolna diferencijacija i determinacija pod izrazitim je utjecajem spolnih hormona. Spolni hormoni utječu na ponašanje i kognitivno funkcioniranje putem tzv. organizacijskih i aktivacijskih učinaka. Organizacijski učinci hormona utječu na spolno dimorfne moždane strukture tijekom prenatalnog razvoja te tijekom perinatalnog razdoblja te utječu na spolnu diferencijaciju mozga (Arnold i Breedlove, 1985; prema Neave, 2008). Glavnu ulogu u diferencijaciji mozga, kroz proces maskulinizacije, igra hormon testosteron.

Testosteron

Testosteron je glavni androgeni spolni hormon kojeg kod muškaraca u najvećem dijelu luče Leydigove stanice u testisima, a u manjem dijelu nadbubrežne žlijezde. Sintetizira se iz kolesterola (Janowsky, 2006). Testosteron je prvenstveno muški spolni hormon, ali se u malim količinama izlučuje i kod žena, i to iz jajnika i nadbubrežnih žlijezda. Razine testosterona kod žena su otprilike deseterostruko manje nego kod muškaraca i njegove razine variraju tijekom mjesečnog ciklusa (Judd i Yen, 1973; prema Neave, 2008). Procesom maskulinizacije testosteron djeluje na razvoj mozga u

kritičnom razdoblju embrionalnog razvoja (oko trećeg mjeseca trudnoće) i uzrokuje razlike u načinu na koji su neuralne veze organizirane u muškom, odnosno ženskom mozgu (Fitch i Denenberg, 1998; prema Hromatko, 2009).

Proizvodnja testosterona kod muškaraca naglo poraste u tri navrata tijekom života. Prvi put tijekom prenatalnog razvoja prilikom procesa maskulinizacije mozga, drugi put oko 8. tjedna nakon rođenja, u trajanju od oko 4 do 5 mjeseci, a treći put proizvodnja testosterona raste tijekom puberteta (Rommerts, 2004; prema Neave, 2008).

Razina testosterona kod muškaraca varira i tijekom dana, pokazujući jasne cirkadijurne cikluse. Razina testosterona raste tijekom noći, a doseže najvišu razinu oko 6 ili 7 sati ujutro. Nakon tog vrhunca, razina tijekom dana postupno opada do otprilike 10 sati uvečer, kada dostiže najnižu razinu. Uz dosad spomenute varijacije, testosteron varira i kroz godinu, dostižući višu razinu u jesen, a nižu u proljeće i ljeto (Nieschlag i Ismail, 1970; prema Zitzmann i Nieschlag, 2001).

Organizacijski i aktivacijski učinci testosterona

Kao što je već prije spomenuto, rezultati mnogih istraživanja pokazuju da testosteron utječe na spolnu diferencijaciju mozga još tijekom prenatalnog razvoja te da ti organizacijski učinci imaju cjeloživotne posljedice na ponašanje (Hines, Fane, Pasterski, Mathews, Conway i Brook, 2003; prema Falter, Arroyo i Davis, 2006). Testosteron djeluje na organizaciju nekih područja u mozgu utječući na broj i raspored sinaptičkih veza u muškom mozgu u odnosu na ženski mozak. Tijekom života, na ponašanje utječu i aktivacijski učinci spolnih hormona jer variranje njihovih razina aktivira kognitivne obrasce razvijene tijekom prenatalnog razvoja (Falter i sur., 2006). Aktivacijski učinci spolnih hormona podrazumijevaju utjecaj dnevnih variranja razina testosterona kod muškaraca na učinak u testovima prostornih sposobnosti. Ipak, takav utjecaj se može očekivati samo u kognitivnim testovima koji su spolno pristrani, tj. u testovima kod kojih je dokazana prednost jednog spola (O'Connor, Archer, Hair i Wu, 2001). Istraživanjima je utvrđeno da razine testosterona utječu i na druge kognitivne sposobnosti. Rezultati istraživanja na životinjama sugeriraju da smanjenje ili potpuni

nestanak testosterona u organizmu negativno utječe na uradak u testovima pamćenja kao što su učenje labirinta i uvjetovanje straha. Studije na osobama starije životne dobi, kod kojih su razine testosterona snižene, govore o pozitivnom odnosu razine testosterona i pamćenja, brzine procesiranja i pažnje (Barret-Connor i sur., 1999; Moffat i sur., 2002; Muller i sur., 2005; Fontani i sur., 2004; sve prema Janowsky, 2006). Također, rezultati nekih istraživanja pokazuju da više razine testosterona negativno utječu na verbalne sposobnosti kod muškaraca (Janowsky, Oviat i Orwoll, 1994; prema Zitzmann i Nieschlag, 2001)

Aktivacijski učinci imaju nekoliko glavnih karakteristika. Kao prvo, takvi učinci nisu trajni – ponašanje pod utjecajem hormona traje samo dok su hormoni prisutni u krvotoku. Aktivacijski učinci se javljaju u odrasloj dobi, a pretpostavlja se da su uvjetovani postojanjem odgovarajućih neuralnih krugova. Također, takvi učinci ne podrazumijevaju velike neuralne promjene, već promjene u stvaranju i otpuštanju određenih neurotransmitera ili promjene u osjetljivosti nekih neuralnih krugova. Nadalje, pretpostavlja se da su aktivacijski učinci spolno pristrani, tj. da androgeni aktiviraju tipično muška ponašanja, a estrogeni tipično ženska ponašanja (Arnold i Breedlove, 1985; prema Neave, 2008).

Istraživanja aktivacijskih učinaka

Istraživanja aktivacijskih učinaka spolnih hormona na razlike u kognitivnom funkcioniranju muškaraca pobuđuju velik interes znanstvenika. Takva istraživanja se bave individualnim razlikama u razinama hormona, prirodnim fluktuacijama ili ubrizgavanjem sintetičkog testosterona (Falter i sur., 2006). Rezultati tih istraživanja nerijetko daju proturječne rezultate. Neki nalazi pokazuju nisku pozitivnu povezanost testosterona i određenih vidno-prostornih sposobnosti (Christiansen, 1993; Silverman, Kastuk, Choi i Phillips, 1999), a u drugima je utvrđena niska negativna povezanost (Gouchie i Kimura, 1991; O'Connor i sur., 2001).

Ovakvi nesukladni nalazi istraživanja mogu govoriti u prilog teoriji o odnosu razine testosterona i uratka u prostornim zadacima u obliku obrnutog slova U, koju je

predložila Petersen još 1976. godine (Silverman i sur., 1999). Njezina pretpostavka se temeljila na opažanjima da osobe s androgenim tjelesnim osobinama obaju spolova često imaju bolji uspjeh na prostornim testovima. Razine hormona je konceptualizirala kao kontinuum od ekstremno niskog (femininog) do ekstremno visokog (maskulinog), s androgenim u sredini. Teorija pretpostavlja da, pri optimalnim razinama testosterona, prostorne sposobnosti muškaraca zauzimaju područje pri vrhu krivulje. Shodno tome, i snižavanje i podizanje razine testosterona ima za posljedicu pomak razine sposobnosti od vrha krivulje, rezultirajući lošijim uratkom u testovima prostornih sposobnosti (Silverman i sur., 1999).

Nedostatak ove teorije je u tome što, premda mnogi nalazi različitih istraživanja govore i o pozitivnom, nultom i negativnom odnosu razine testosterona i prostornih sposobnosti, malo istraživanja stvarno dokazuje pretpostavljeni odnos u obliku obrnutog slova U. Kao pokušaj odgovora na taj problem, provedene su analize sudionika takvih istraživanja. Analizom sudionika raznih istraživanja pronađeno je da su pozitivni odnosi dobiveni na uzorcima sudionika sa sniženom razinom testosterona, pri čemu povećanje razine testosterona dovodi do boljeg uratka. Ako su u istraživanju sudionici zdravi mladi muškarci, dobivaju se negativni odnosi (Kimura i Hampson, 1994). U obzir treba uzeti i vrste instrumenata korištenih u istraživanjima. Pokazano je da veličine spolnih razlika variraju ovisno o korištenom testu te da nisu iste za različite prostorne zadatke pa zbog toga nisu jednako podložne aktivacijskim utjecajima spolnih hormona (O'Connor i sur, 2001).

Testovi prostornih sposobnosti

Kako bi bilo moguće uopće definirati prostorne sposobnosti, potrebno je prvo odrediti je li prostorna sposobnost jedinstven koncept ili se sastoji od nekoliko različitih komponenti. Nalazi istraživanja govore da se o prostornoj sposobnosti ne može govoriti kao o jedinstvenoj sposobnosti, već da se radi o skupu nekoliko prostornih komponenti. Posljedica toga je i nepostojanje jedinstvene definicije prostornih sposobnosti. Nepostojanje definicije može biti posljedica i postojanja mnogo različitih testova korištenih u istraživanjima te problema replikabilnosti faktorskih struktura prilikom

korištenja različitih testova. Svaki test se smatra operacionalnom definicijom jedne specifične komponente prostornih sposobnosti (Voyer, Voyer i Bryden, 1995).

Linnova i Petersenova (1985) su definirale prostorne sposobnosti kao sposobnost stvaranja, pretvaranja, predočavanja i dosjećanja simboličkih neverbalnih informacija. Na osnovi meta-analize istraživanja provedenih između 1974. i 1982. godine, osmislile su klasifikaciju prostornih sposobnosti u tri odijeljene kategorije – mentalna rotacija, prostorno predočavanje i prostorna percepcija. Pri tome su koristile psihometrijske metode i analizu kognitivnih procesa u podlozi prostornih sposobnosti. Ipak, veličine efekta variraju od testa do testa u istoj kategoriji, sugerirajući da različiti testovi pojedinih prostornih sposobnosti mjere ponešto različite procese. Uz to, utvrđeno je da pojedini testovi iz kategorije prostornog predočavanja sadrže komponentu mentalne rotacije, što govori da među kategorijama prostornih sposobnosti postoji međuodnos (Linn i Petersen, 1985).

Mentalnu rotaciju su definirale kao sposobnost zamišljenog rotiranja dvodimenzionalnih i trodimenzionalnih tijela oko svoje osi. Upravo se u testovima mentalnih rotacija dobivaju najrobusnije razlike u uratku između muškaraca i žena (Linn i Petersen, 1985). Kod tih testova, zadatak sudionika je odrediti jesu li prikazana rotirana tijela identična ili ne. Najčešće korištena mjera ove sposobnosti je Vandenbergov Test mentalnih rotacija, koji koristi prikaze trodimenzionalnih tijela rotiranih oko osi koja su dizajnirali Shepard i Metzler 1971. godine. Uradak muškaraca u tom testu je često i za jednu standardnu devijaciju veći od uradaka žena na tom testu, a ta razlika je jedna od najvećih utvrđenih spolnih razlika u kognitivnim sposobnostima (Collins i Kimura, 1997).

Prostorno predočavanje je definirano kao sposobnost manipuliranja složenim prostornim informacijama koje je potrebno obrađivati u nekoliko koraka. Za rješavanje testova prostornog predočavanja je potrebna analitička strategija. Mentalna rotacija i prostorna percepcija mogu biti dio takve strategije. Tipični testovi kojima se procjenjuje sposobnost prostornog predočavanja su Test uspoređivanja kocaka i Test presavijanja papira. Treća kategorija prostornih sposobnosti - *prostorna percepcija* se opisuje kao sposobnost određivanja prostornih odnosa usprkos ometajućim informacijama, uzimajući u obzir orijentaciju vlastitog tijela. Procjenjuje se Testom štapa i okvira, kod

kojeg se od sudionika traži da namjeste šipku u okomit položaj usprkos ometajućim informacijama koje daje nagnuti okvir unutar kojeg se nalazi šipka. Također, ova sposobnost se mjeri i Testom razine vode, kod kojeg sudionici određuju liniju površine vode u nakošenoj posudi (Linn i Petersen, 1985).

Premda se brojnim istraživanjima pokušalo naći odgovor na pitanje koja je točno priroda odnosa testosterona i uratka u zadacima prostornih sposobnosti, nalazi tih istraživanja ne daju jednoznačne zaključke. Jasno je da hormoni, posebice testosteron, utječu na kognitivne sposobnosti putem organizacijskih i aktivacijskih učinaka. Ovim istraživanjem se pokušao razjasniti aktivacijski utjecaj pretpostavljene razine testosterona na uradak u prostornim testovima kod muškaraca. Pritom su korištena tri testa, po jedan iz svake od tri kategorije prostornih sposobnosti dobivenih meta-analizom Linnove i Petersenove (1985).

Jedan od mogućih uzroka mješovitih rezultata prethodnih istraživanja koja su ispitivala aktivacijske utjecaje testosterona na prostorne sposobnosti jest upravo činjenica da se ne radi o unitarnom konceptu, već o nizu različitih sposobnosti. Pa tako iz opisa zadataka koje su prethodni autori koristili zaključujemo da su koristili testove koji – s obzirom na klasifikaciju Linnove i Petersenove - pripadaju različitim kategorijama prostornih sposobnosti. U prilog ovoj hipotezi idu i nalazi koji pokazuju da se aktivacijski utjecaji spolnih hormona mogu očekivati samo kod spolno dimorfnih sposobnosti, a u slučaju prostornih sposobnosti jedino se kod mentalnog rotiranja sustavno javljaju značajne spolne razlike.

Stoga je cilj ovog istraživanja bio provjeriti postoje li u različitim prostornim sposobnostima dnevne varijacije koje bi se mogle objasniti pretpostavljenim varijacijama u razinama testosterona, a ako postoje, jesu li te varijacije identične za različite kategorije prostornih sposobnosti.

PROBLEM I HIPOTEZA ISTRAŽIVANJA

Problem

Ispitati postoje li dnevne varijacije u učinku u testovima mentalnog rotiranja, prostornog predočavanja i prostorne percepcije te jesu li one spolno specifične.

Hipoteza

Pretpostavlja se da će kod muškaraca, ali ne i kod žena, učinak u testovima prostornih sposobnosti ovisiti o dobu dana: bolji će uradak biti postignut uvečer, tj. u uvjetima pretpostavljenih nižih razina testosterona. Također se pretpostavlja da će aktivacijski učinci testosterona biti izraženiji kod onih testova u kojima će biti izraženije spolne razlike.

METODOLOGIJA

Uzorak

U istraživanju je sudjelovalo 125 studenata i studentica dvaju fakulteta – Filozofskog fakulteta i Kineziološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, od kojih 51 muškarac i 74 žene. Od ukupnog broja sudionika, njih 95 je bilo s Filozofskog fakulteta, a 30 s Kineziološkog. Raspon dobi sudionika je od 18 do 45 godina, a prosječna dob je 20.53 godine ($SD=3.316$). Do sudionika smo došli prigodnim uzorkovanjem, pozivom na sudjelovanje u istraživanju studentima Odsjeka za psihologiju i putem elektronske pošte svim studentima Filozofskog fakulteta u Zagrebu. Studenti s Kineziološkog fakulteta su testirani u dogovoru s profesoricom psihologije na tom fakultetu.

Sudionici su testove ispunjavali grupno uz prethodnu uputu. Istraživanje je provedeno u skladu s etičkim načelima provođenja psihologijskih istraživanja. Sudionicima je prethodno objašnjena namjera istraživanja i zajamčena anonimnost te im je objašnjeno da će se podaci koristiti isključivo u istraživačke svrhe. Svaki sudionik je u svakom trenutku bez ikakvih posljedica mogao odustati od daljnjeg sudjelovanja u istraživanju.

Postupak

Prikupljanje podataka je trajalo od svibnja do studenog 2012. godine, s prekidom tijekom ljetnih mjeseci. Istraživanje se provodilo u prostorijama Filozofskog i Kineziološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Sudionici su trebali doći na testiranje u dva navrata, u razmaku od otprilike tjedan dana. Da bi sudionici lakše pristali na sudjelovanje u eksperimentu, mogli su sami birati termine i redoslijed mjerenja koji su im najviše odgovarali. Termini su bili ujutro i navečer, a redoslijed testiranja je bio rotiran, dakle, ujutro pa navečer ili navečer pa ujutro. Rotiranjem redoslijeda testiranja se pokušao kontrolirati utjecaj vježbe. Budući da su sudionici sami birali svoj redoslijed

dolaska na testiranje, nije bilo moguće u potpunosti izjednačiti redoslijed testiranja. Jutarnji termini su bili ujutro u 8 sati, a večernji u 20 sati. Jedina iznimka je jedan termin istraživanja na Kineziološkom fakultetu, kada su sudionici došli u popodnevni termin u 16 sati zbog nemogućnosti organiziranja testiranja u kasnijim terminima. Sudionice ženskog spola su u ovom istraživanju korištene kao kontrolna skupina jer kod žena testosteron ne pokazuje dnevna variranja. Sudionici su testirani grupno, a veličina grupe je varirala od 2 pa do preko 30 sudionika. Davanje upute i rješavanje testova je trajalo oko 30 minuta.

Instrumenti

Test mentalnih rotacija

Test mentalnih rotacija korišten u ovom istraživanju je verzija Petersa, Laenga, Lathama, Jacksona, Zaiyouna, i Richardsona (1995), precrtana iz originalnog testa Vandenberg i Kusea (1978), koji je pak papir-olovka verzija Shepard-Metzlerovih kocaka (1971) (prema Peters i sur., 1995). Test se sastoji od 24 zadatka, a u svakom zadatku je prikazano ciljno tijelo i 4 ponuđena odgovora. Zadatak sudionika je odrediti koja dva od četiri crteža prikazuju tijelo identično ciljnom tijelu i ta dva tijela prekrižiti. Svaki zadatak ima dva točna odgovora, a sudionici dobivaju po jedan bod za svaki točan odgovor, ali i jedan negativan bod za netočan odgovor. Test je podijeljen u dva dijela, a za svaki dio sudionici imaju 3 minute za rješavanje. Za potrebe ovog istraživanja korištena je TMR-A verzija testa. Ta verzija sadržava standardni set zadataka precrtan iz originalnog testa Vandenberg i Kusea (Peters i sur., 1995). Budući da su sudionici test rješavali u dva navrata, u oba mjerenja je korišten isti test, ali je u drugom mjerenju obrnut redoslijed zadataka (zadnji zadatak prvog mjerenja je prvi zadatak drugog mjerenja).

Važno je naglasiti da je Test mentalnih rotacija moguće bodovati na dva načina. Prvi, kod kojeg se samo jedan bod dodjeljuje za oba točna odgovora u jednom zadatku; te drugi, kod kojeg je po jedan bod dodjeljuje za svaki točan odgovor u pojedinom zadatku, a po jedan negativan za svaki netočan odgovor. Prvi način bodovanja rezultira

rasponom rezultata od 0 do 24, dok je kod drugog od mogućih raspon od -48 do +48 bodova. U ovom istraživanju korištena je druga metoda.

Test uspoređivanja kocaka

Prema klasifikaciji Linnove i Petersenove (1985), ovaj test pripada kategoriji testova koji mjere sposobnost prostornog predočavanja. Test uspoređivanja kocaka su osmislili French, Ekstrom i Price (1963; prema Hromatko i Tadinac, 2006). Test se sastoji od 42 zadatka. Zadaci se sastoje od crteža dviju kocaka, koje na svakoj plohi imaju napisano neko slovo, broj ili simbol. Zadatak sudionika je procijeniti jesu li te dvije kocke različite ili bi teoretski mogle biti iste (uvijek su vidljive samo 3 plohe, na osnovi kojih je moguće zaključiti da kocke ili nikako ne mogu biti iste, ili da bi mogle biti iste jer sudionik ne može vidjeti preostale 3 plohe). Test se boduje tako da se od ukupnog broja točnih odgovora oduzima broj netočnih, a maksimalan broj bodova je 42. Za potrebe ovog istraživanja je u oba mjerenja korišten isti test, pri čemu je u drugom mjerenju promijenjen redoslijed zadataka na način da su zadaci bili poredani od zadnjeg prema prvom. Za rješavanje ovog testa sudionici su imali 6 minuta.

Test razine vode

Prema klasifikaciji Linnove i Petersenove (1985), ovaj test pripada kategoriji testova koji mjere sposobnost prostorne percepcije. Razvojni psiholozi Piaget i Inhelder su 1948. godine razvili Test razine vode (Water Level Test) u svrhu istraživanja razvoja dječjih prostornih sposobnosti i procjene kognitivnog razvoja djece. Test se sastojao od niza crteža na kojima su bile prikazane prazne boce ili čaše, a zadatak sudionika je bio povući liniju preko posude koja je trebala prikazivati razinu tekućine kada bi se u njima nalazila tekućina, odražavajući opće načelo da je površina tekućine uvijek horizontalna, bez obzira na orijentaciju posude (Vasta i Liben, 1996).

Za potrebe ovog istraživanja dizajniran je test sa 6 crteža na kojima su prikazane prazne čaše, a svaka je nagnuta pod različitim kutem. Čaše su nagnute u smjeru kazaljke

na satu pod sljedećim kutevima: 0, 22.5, 45, 67.5, 90, 112.5 i 135 stupnjeva. Veći rezultat na ovom testu znači veće odstupanje od horizontalne osi. Drugim riječima, veći rezultat znači lošiji uradak u testu. Odstupanja nacrtanih linija od horizontalne osi su mjerena kutomjerom posebno za svaki od 6 crteža. Stupnjevi odstupanja su zatim zbrojeni, te je na takav način dobiven konačan rezultat sudionika. Rješavanje ovog testa nije bilo vremenski ograničeno, ali nije trajalo dulje od 2 minute.

REZULTATI

Kako bismo dobili odgovor na problem ovog istraživanja, provedena je analiza varijance za ponovljena mjerenja, nacрта 2x2x2, s dobom dana (jutro i večer) kao izvorom varijabiliteta unutar grupe te spolom i redoslijedom mjerenja (jutro – večer i večer – jutro) kao izvorima varijabiliteta među grupama.

Kako bismo utvrdili jesu li korišteni testovi zaista spolno pristrani, prvo smo provjerili postoje li i kolike su spolne razlike u učinku u ova tri testa, prilikom prvog susreta s testom. Tablica 1 prikazuje rezultate prvog mjerenja za sva tri testa prostornih sposobnosti, kao i rezultate ANOVA-e.

Tablica 1

Deskriptivna statistika i rezultati analize varijance za prvo mjerenje u sva tri testa prostornih sposobnosti – Testu mentalnih rotacija, Testu uspoređivanja kocaka i Testu razine vode za muškarce ($N=51$) i žene ($N=74$)

<i>Test</i>	<i>Spol</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>Minimum</i>	<i>Maksimum</i>	<i>df</i>	<i>F</i>	<i>p</i>
Test mentalnih rotacija	M	20.86	11.739	- 10	44	1/123	6.017	.016
	Ž	16.24	9.275	- 8	41			
Test uspoređivanja kocaka	M	11.92	10.809	- 10	36	1/123	2.632	.107
	Ž	14.72	8.423	0	37			
Test razine vode	M	39	48.161	0	212	1/123	0.115	.735
	Ž	41.54	35.447	0	189			

Iz Tablice 1 vidljivo je da postoji statistički značajna razlika između muškaraca i žena u uratku u Testu mentalnih rotacija. U Testu uspoređivanja kocaka i Testu razine vode razlika nije statistički značajna. Ovakvi rezultati prvog mjerenja sugeriraju da je samo Test mentalnih rotacija spolno pristran te se samo kod tog testa mogu očekivati aktivacijski učinci testosterona na uradak u testu.

Tablica 2

Broj sudionika po skupinama s obzirom na redoslijed testiranja ($N=125$)

Spol	Redoslijed testiranja		Ukupan broj
	jutro – večer	večer – jutro	
muško	39	12	51
žensko	44	30	74

Iz Tablice 2 je vidljiv nejednak broj sudionika po skupinama, naročito kod muškaraca (39 naprema 12). Takav nejednak raspored sudionika je posljedica sklonosti sudionika odabiranju redoslijeda mjerenja jutro – večer, budući da su sudionici sami birali termine mjerenja.

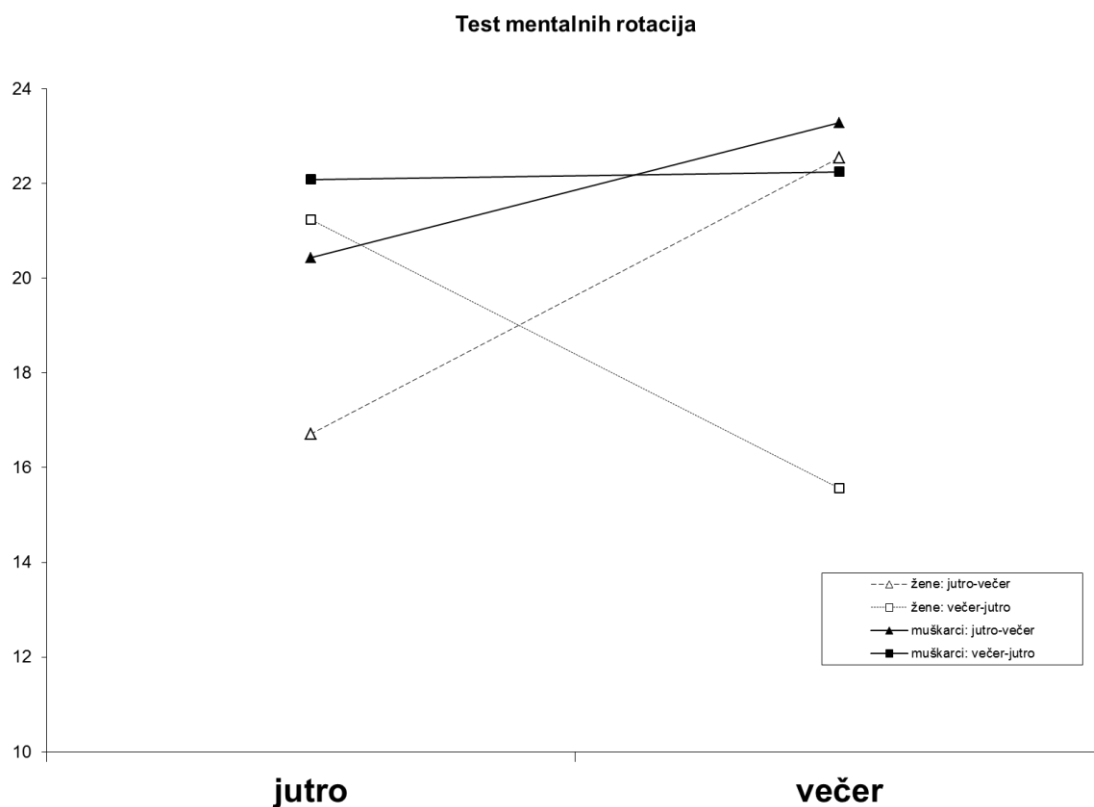
U nastavku su prikazani rezultati analize varijance za ponovljena mjerenja posebno za svaki test prostornih sposobnosti.

Tablica 3

Rezultati analize varijance za Test mentalnih rotacija ($N=125$)

Izvor varijabiliteta	<i>df</i>	<i>F</i>	<i>p</i>
Vrijeme		0.698	.405
Spol		1.836	.178
Redoslijed		0.043	.836
Spol x redoslijed	1/123	0.120	.730
Vrijeme x spol		0.553	.458
Vrijeme x redoslijed		13.823	<.001
Vrijeme x spol x redoslijed		5.353	.022

Provedena je analiza varijance za ponovljena mjerenja s vremenom testiranja kao izvorom varijabiliteta unutar grupe, a spolom i redoslijedom mjerenja kao izvorima varijabiliteta među grupama. U Tablici 3 vidljivo je da je dobivena statistički značajna interakcija vremena i redoslijeda testiranja te da je značajna trostruka interakcija vremena testiranja, spola i redoslijeda testiranja. Ni jedan glavni efekt nije statistički značajan, kao ni interakcije spola i redoslijeda mjerenja te vremena i spola.



Slika 1. Rezultati muškaraca i žena na Testu mentalnih rotacija ovisno o vremenu i redosljedu mjerenja. ($N=125$)

Iz grafičkog prikaza je vidljivo da su rezultati žena u drugom mjerenju uvijek bolji, neovisno o dobu dana kad je mjerenje provedeno. Također, vidljivo je da muškarci u drugom mjerenju postižu bolji uradak kada je ono provedeno uvečer, ali boljeg uratka nema kada je drugo mjerenje bilo ujutro.

Post-hoc testovi pokazuju da je trostruka interakcija spola, vremena i redosljeda mjerenja proizašla iz činjenice da je kod žena značajan samo efekt redosljeda mjerenja (jutro – večer: $t=3.29$, $p<.002$, večer – jutro: $t=3.9$, $p<.001$), što govori da su žene uvijek uspješnije u drugom mjerenju, neovisno o dobu dana. Kod muškaraca je situacija nešto drugačija. Uspješniji su jedino kada je drugo mjerenje bilo navečer ($t=2.29$, $p<.03$), a u situaciji kada je drugo mjerenje ujutro, efekt vježbe nije značajan ($t=0.08$, $p=.9$).

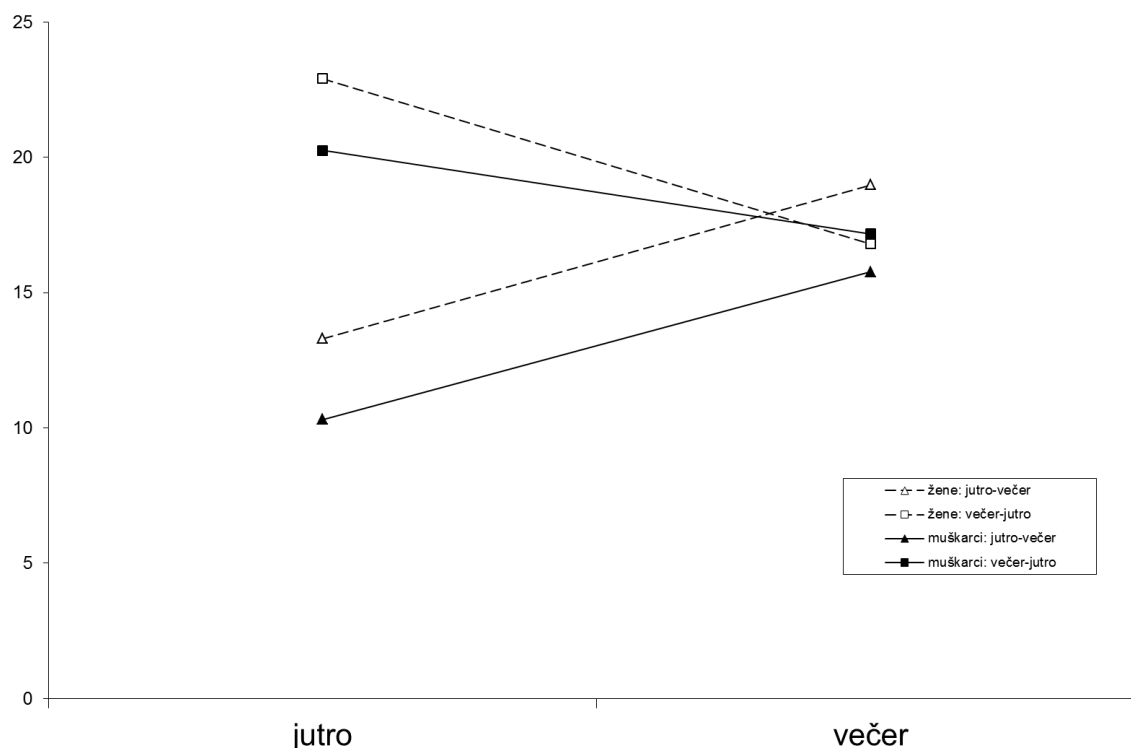
Tablica 4

Rezultati analize varijance za Test uspoređivanja kocaka ($N=125$)

Izvor varijabiliteta	<i>df</i>	<i>F</i>	<i>p</i>
Vrijeme		0.440	.508
Spol		1.836	.246
Redoslijed		0.043	.011
Spol x redoslijed	1/123	0.120	.592
Vrijeme x spol		0.896	.346
Vrijeme x redoslijed		47.356	.001
Vrijeme x spol x redoslijed		1.201	.275

Rezultati analize varijance za ponavljana mjerenja za Test uspoređivanja kocaka pokazuju da je dobiven statistički značajan glavni efekt redoslijeda mjerenja te interakcija vremena i redoslijeda mjerenja. Glavni efekti vremena i spola nisu značajni, kao ni interakcije spola i redoslijeda, vremena i spola te trostruka interakcija vremena, spola i redoslijeda mjerenja. Interakcija vremena i redoslijeda mjerenja je jasnija iz grafičkog prikaza na Slici 2.

Test uspoređivanja kocaka



Slika 2. Rezultati muškaraca i žena na Testu uspoređivanja kocaka ovisno o vremenu i redosljedu mjerenja ($N=125$)

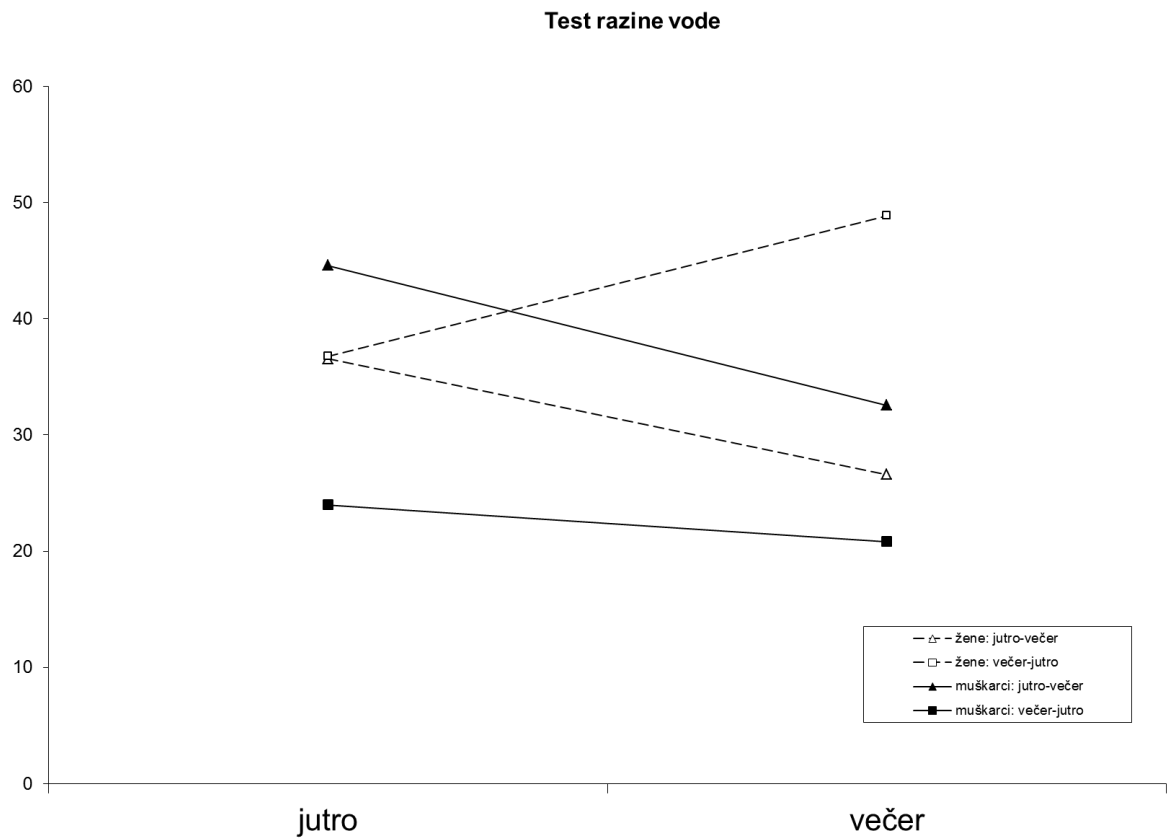
Iz grafičkog prikaza na Slici 2 vidljiv je glavni efekt redosljeda mjerenja, koji govori da su sudionici postigli bolji uradak u Testu uspoređivanja kocaka u drugom mjerenju, neovisno o spolu, što može govoriti o uvježbavanju sudionika. To potvrđuju i post-hoc analize, koje pokazuju da su sudionici oba spola u svakom slučaju bili uspješniji u drugom mjerenju (jutro – večer: $t= 6.845$, $p<.001$; večer – jutro: $t=4.915$, $p<.001$). Također, post-hoc testovi pokazuju da je interakcija vremena i redosljeda testiranja proizašla iz činjenice da su sudionici u prvom mjerenju bili uspješniji kada je ono bilo navečer nego kad je ono bilo ujutro ($F=8.167$, $p=.005$).

Tablica 5

Rezultati analize varijance za Test razine vode (N=125)

Izvor varijabiliteta	<i>df</i>	<i>F</i>	<i>p</i>
Vrijeme		1.225	.271
Spol		0.906	.343
Redoslijed		0.122	.728
Spol x redoslijed	1/123	3.795	.054
Vrijeme x spol		2.164	.144
Vrijeme x redoslijed		6.879	.010
Vrijeme x spol x redoslijed		1.253	.265

Iz Tablice 5 rezultati analize varijance pokazuju da glavni efekti spola, vremena i redoslijeda mjerenja nisu značajni, kao ni interakcije spola i vremena te spola i redoslijeda. Značajnost je postigla samo interakcija vremena i redoslijeda mjerenja. Post-hoc analize pokazuju da ta interakcija proizlazi iz nalaza da su sudionici oba spola u drugom mjerenju bili uspješniji samo kad je ono provedeno navečer (jutro – večer: $t=3.598$, $p<.001$), a ne kada je drugo mjerenje provedeno ujutro (večer – jutro: $t=1.582$, $p=.121$).



Slika 3. Rezultati muškaraca i žena ovisno o vremenu i redosljedju mjerenja na Testu razine vode ($N=125$)

Iz Slike 3 uočljivo je da su sudionici oba spola bili uspješniji u drugom mjerenju kada je ono bilo navečer, što nije slučaj kada je drugo mjerenje bilo ujutro, uz napomenu da viši rezultat znači lošiji uradak.

RASPRAVA

Ovim istraživanjem se pokušao razjasniti aktivacijski utjecaj pretpostavljene razine testosterona na uradak u prostornim testovima kod muškaraca. Rezultati dosadašnjih istraživanja daju nekonzistentne rezultate, a moguće objašnjenje govori da je takva situacija posljedica same prirode prostornih sposobnosti, tj. da je koncept prostornih sposobnosti neunitaran te da se sastoji od nekoliko različitih kategorija prostornih sposobnosti (Voyer i sur, 1995). Kako bi se pokušao razjasniti aktivacijski utjecaj dnevnih variranja razina testosterona na različite kategorije prostornih sposobnosti Linnove i Petersenove (1985) (mentalne rotacije, prostornog predočavanja i prostorne vizualizacije), u ovom istraživanju korišten je po jedan test iz svake kategorije. Kao što je već prije rečeno, kategorija mentalnih rotacija pokazuje najrobusnije spolne razlike u prostornim sposobnostima te su kod nje i očekivani najistaknutiji aktivacijski efekti testosterona. U testovima prostorne percepcije ne dobivaju se konzistentne spolne razlike, a razlike u testovima prostornog predočavanja su vrlo varijabilne i često neznačajne (Voyer i sur, 1995).

U slučaju Testa mentalnih rotacija, koristeći istu metodu bodovanja rezultata kao i u ovom istraživanju, Geary i DeSoto (2001) su u svom međukulturalnom istraživanju u Testu mentalnih rotacija dobili prosječan uradak studenata od $M=21$, a studentica od $M=12$ bodova (za američki uzorak). U uzorku kineskih studenata, prosječni uradci su $M=16$ za studente, a $M=12$ za studentice ($SD=10$ za sve uzorke). Rezultati sudionika ovog istraživanja kod prvog mjerenja u Testu mentalnih rotacija su vrlo slični onima američkih studenata. Prosječan uradak muških sudionika je praktički identičan ($M=21$ bod), dok su žene bile nešto uspješnije ($M=16$ naspram $M=12$ bodova).

U Testu mentalnih rotacija Petersa i suradnika (1995), koji redovito pokazuje najkonzistentnije i najveće spolne razlike u korist muškaraca (Sherry i Hampson, 1997), rezultati utvrđeni ovim istraživanjem samo dijelom potvrđuju hipotezu. Naime, glavni efekti vremena testiranja i spola nisu statistički značajni. Dobivena je značajna interakcija vremena i redosljeda mjerenja i trostruka interakcija spola, vremena i redosljeda testiranja. U slučaju interakcije vremena i redosljeda testiranja, takav nalaz sugerira da je došlo do uvježbavanja sudionika u drugoj točki mjerenja, ali je razina

uvježbavanja ovisna o vremenu drugog mjerenja. Konkretnije, do većeg uvježbavanja je došlo kada je drugo mjerenje bilo navečer. Takav nalaz ne ukazuje na postojanje aktivacijskih učinaka testosterona jer nije spolno specifičan.

Budući da rezultati pokazuju trend poboljšavanja uratka u drugom mjerenju, možemo zaključiti da je došlo do efekta vježbe. Takvi nalazi nisu neočekivani, uzimajući u obzir da uvježbavanje podiže uradak u testovima prostornih sposobnosti (Burin, Delgado i Prieto, 2000).

Trostruka interakcija spola, vremena i redoslijeda testiranja govori da se spolovi razlikuju po porastu uspješnosti između dva mjerenja ovisno o redoslijedu. Točnije, žene su uvijek uspješnije u drugom mjerenju, neovisno o dobu dana, dok su muškarci u drugom mjerenju uspješniji kada je ono bilo navečer, u uvjetima pretpostavljenih nižih razina testosterona. S obzirom da su u istraživanju sudjelovali mladi i zdravi muškarci, očekivan je negativan odnos testosterona i uratka u prostornim zadacima (Kimura i Hampson, 1994). Nalazi mnogih istraživanja govore da je u jutarnjim satima, dok su pretpostavljene razine testosterona veće, uradak u prostornim testovima lošiji; dok je u večernjim satima, pri nižim razinama testosterona, uradak muškaraca na prostornim testovima bolji.

Nalazi utvrđeni ovim istraživanjem sugeriraju da je pretpostavljena niža razina testosterona u večernjim satima kod muškaraca mogla utjecati na porast uspješnosti u drugom mjerenju. Tog porasta uspješnosti nema kada je drugo mjerenje provedeno ujutro, u uvjetima pretpostavljenih viših razina testosterona. Drugim riječima, aktivacijski učinci testosterona se nisu manifestirali kroz razliku u uspješnosti rješavanja testa, već kroz razliku u razini uvježbavanja, ovisno o vremenu i redoslijedu testiranja. Takvi nalazi sugeriraju postojanje aktivacijskih utjecaja testosterona u kategoriji mentalnih rotacija. Doduše, utvrđeni su indirektno, kroz interakciju spola, vremena i redoslijeda testiranja. Moguće je pretpostaviti da su neujednačenost skupina po broju članova i snažan efekt uvježbavanja utjecali na smanjenu izraženost aktivacijskih učinaka testosterona te zbog toga učinci nisu izravno utvrđeni. Poznato je da na učinak u prostornim testovima utječe čitav niz faktora, kao što su iskustvo, specifična znanja, pažnja i motivacija te zbog toga aktivacijski učinci testosterona ne pokazuju velike veličine efekta.

Kako je već prije spomenuto, razine testosterona pokazuju sezonske varijacije (Zitzmann i Nieschlag, 2001), a u ovom istraživanju je dio muških sudionika testiran u proljeće, a dio u jesen. Moguće je da su, zbog pretpostavljenih viših razina testosterona u jesen, muški sudionici testirani tijekom jeseni postizali niže rezultate u testovima prostornih sposobnosti. Možemo pretpostaviti da je i to umanjilo njihove rezultate te zbog toga nisu utvrđene spolne razlike u svim testovima, a tako ni aktivacijski utjecaji testosterona.

Prosječan uradak sudionika u Testu uspoređivanja kocaka (French, Ekstrom i Price, 1963; prema Hromatko i Tadinac, 2006) nešto je niži od očekivanog. Rezultati muških sudionika su nešto niži od onih u istraživanju Hromatko i Tadinac (2006), ali budući da korišteni test nije identičan onome korištenom u ovom istraživanju, nije moguće direktno usporediti rezultate. Isto tako, premda nisu korišteni identični testovi, u usporedbi s rezultatima istraživanja Gearya i DeSotoa (2001), sudionici ovog istraživanja su postigli nešto niže rezultate u Testu uspoređivanja kocaka. Voyer i sur. (1995) navode da veličina spolnih razlika u testovima prostornog predočavanja uvelike ovisi o tome da li je testiranje provedeno na grupnoj ili individualnoj razini. Konkretno, veće spolne razlike se dobivaju pri individualnim testiranjima. Tako je u ovom istraživanju sam način testiranja mogao utjecati na rezultate pa u Testu uspoređivanja kocaka nije utvrđena spolna razlika u uratku.

Budući da test nije spolno pristran, ne možemo očekivati ni aktivacijske učinke testosterona. Glavni efekt vremena mjerenja nije značajan, što govori da u ovom istraživanju nije potvrđeno postojanje aktivacijskih utjecaja testosterona. Značajan glavni efekt redoslijeda mjerenja govori da su sudionici postigli bolji uradak u drugom mjerenju, neovisan o spolu i vremenu mjerenja, što može uputiti na zaključak da su utvrđeni rezultati pod utjecajem uvježbavanja sudionika.

Značajnost interakcije vremena i redoslijeda mjerenja govori da je došlo do efekta vježbe između dvaju mjerenja, ali da je uvježbavanje bilo veće kada je drugo mjerenje bilo navečer, neovisno o spolu sudionika. Takav nalaz nije očekivan te se ne može objasniti pretpostavljenim aktivacijskim učincima testosterona jer nije spolno specifičan. Moguće je da je na takve nalaze utjecao neravnomjeren raspored sudionika s obzirom na redoslijed testiranja. Također, možemo pretpostaviti da su druge varijable

utjecale na ovakve rezultate, primjerice varijabla jutarnjosti-večernjosti. Nalazi istraživanja pokazuju povezanost varijable jutarnjosti-večernjosti s vremenom reakcije, zadacima pozornosti te s kognitivnom učinkovitosti, što sve može utjecati na uradak u prostornim testovima (Horne, Brass i Pettit, 1980; prema Bakotić, 2003).

Također, konzistentno se kod mlađih osoba utvrđuje veća večernjost, dok starije osobe pokazuju veću jutarnjost (Meccaci, Zani, Rocceti i Lucioli, 1986; prema Bakotić, 2003). Budući da su u ovom istraživanju sudjelovali sudionici mlađe dobi ($M=20.53$), moguće je pretpostaviti da je tendencija mlađih osoba k večernjosti mogla utjecati na postizanje boljih rezultata u večernjim satima. Ipak, varijabla jutarnjosti-večernjosti u ovom istraživanju nije kontrolirana te nije moguće sa sigurnošću potvrditi njen utjecaj na dobivene rezultate.

U Testu razine vode, koji mjeri sposobnost prostorne percepcije, također nisu utvrđene spolne razlike u uratku. Glavni efekt vremena mjerenja nije značajan, kao ni glavni efekti efekti spola i redoslijeda testiranja. Kao i u Testu uspoređivanja kocaka, utvrđena je značajna interakcija vremena i redoslijeda mjerenja, što govori da je i u ovom testu došlo do efekta vježbe između dvaju mjerenja, ali da je uvježbavanje kod oba spola bilo veće kada je drugo mjerenje bilo navečer. Također, ni ovdje ne možemo sa sigurnošću tvrditi, ali je moguće da su druge varijable, poput varijable jutarnjosti-večernjosti imale utjecaj na učinak u testu, kao i da je takav nalaz posljedica neravnomjernog rasporeda sudionika s obzirom na redoslijed mjerenja.

Važno je napomenuti da u ovom testu rezultat predstavlja sumu odstupanja od horizontalne linije u stupnjevima u svih 6 zadataka pa viši rezultati znače lošiji uradak. U svom istraživanju na sudionicima različitih zanimanja (barmen, poslužitelj, uredski radnik i prodavač) Vasta, Rosenberg, Knott i Gaze (1997) su dobili statistički značajne razlike između grupe vrlo iskusnih (barmen i poslužitelj) i manje iskusnih sudionika (uredski radnik i prodavač) u zanimanjima u kojima često barataju sa čašama i tekućinama. Sudionici su rješavali samo jedan zadatak, vrlo sličan onima korištenima u ovom istraživanju. Prosječan uradak iskusnijih sudionika obaju spolova ($M=6.25$) je bio bolji od manje iskusnih sudionika ($M=10.97$). Budući da su u ovom istraživanju sudionici rješavali 6 zadataka, nije moguće direktno uspoređivati rezultate. Ipak, dijeljenjem ukupnog rezultata sa 6, dobiva se prosječan rezultat u jednom zadatku,

komparabilan s rezultatima prethodno navedenog istraživanja. Prosječni uratci i muških ($M=6.5$) i ženskih sudionika ($M=6.92$) u jednom zadatku ovog istraživanja su približni onome iskusnijih sudionika ($M=6.25$), što može sugerirati da su sudionici relativno dobro rješavali test razine vode. Ipak, velik dio sudionika ne pokazuje poznavanje principa horizontalnosti razine vode, što je vidljivo iz relativno visokih prosječnih odstupanja ($SD_M=48.161$; $SD_{\bar{z}}=35.447$).

Nalazi autora Testa prostorne vizualizacije, Piageta i Inheldera, ukazivali su na to da djeca u dobi od 9 godina konzistentno povlače horizontalne linije. Ipak, u kasnijim istraživanjima istraživači dolaze do drugačijih rezultata. Vasta i Liben (1996) navode da test točno rješava samo oko 50 posto studenata i tek 25 posto studentica. Postoji nekoliko objašnjenja utvrđenih spolnih razlika, ali generalno se smatra da perceptivni i kognitivni faktori pomažu objasniti ove razlike. Naprimjer, nakošenu čašu sudionici mogu mentalno rotirati prije crtanja linije tekućine, a rezultati istraživanja govore da je stupanj mentalnog rotiranja u tim zadacima pozitivno povezan s veličinom pogreške (Vasta, Lightfoot i Cox, 1993).

Peters, Lehmann, Takahira, Takeuchi i Jordan (2006) su u svom istraživanju utvrdili statistički značajne razlike između studenata i studentica prirodnih usmjerenja i društvenih i humanističkih usmjerenja u Testu mentalnih rotacija. U tom istraživanju su sudjelovali studenti iz Kanade, Njemačke i Japana. Rezultati pokazuju da su studenti prirodnih znanosti konstantno postizali bolje rezultate od studenata društvenih i humanističkih usmjerenja. Takvi nalazi sugeriraju da bi uključivanje studenata prirodnih znanosti u istraživanje moglo utjecati na veličinu dobivenih spolnih razlika i aktivacijskih utjecaja testosterona.

Uz to, način bodovanja kod ovog testa utječe na veličinu spolnih razlika. Nalazi prethodnih istraživanja govore da se veće spolne razlike mogu očekivati kada se u Testu mentalnih rotacija jedan bod dodjeljuje za oba točna odgovora u jednom zadatku (Voyer i sur., 1995). U ovom istraživanju korišten je drugi način bodovanja, kod kojeg se za svaki točan odgovor daje jedan bod, ali se i za netočan odgovor daje jedan negativan bod. Možemo pretpostaviti da bi, u skladu s literaturom, utvrđene spolne razlike bile veće da je korišten drugačiji način bodovanja.

Nadalje, premda razina testosterona kod ženskih sudionica ne varira na dnevnoj razini, testosteron pokazuje variranja tijekom menstrualnog ciklusa (Judd i Yen, 1973; prema Neave, 2008). Pokazano da su žene uspješnije u testovima prostornih sposobnosti tijekom menstrualne faze ciklusa, kada je i razina estrogena niska (Phillips i Silverman, 1997; prema Hromatko, 2009). U ovom istraživanju to nije kontrolirano te nije moguće utvrditi jesi li ti faktori utjecali na dobivene rezultate.

Linnova i Petersenova (1985) navode da se muškarci i žene razlikuju primarno po brzini rješavanja prostornih testova, naročito kod mentalnih rotacija. U ovom istraživanju provjeravana je samo uspješnost rješavanja testova, a ne i vrijeme potrebno za rješavanje zadataka. Moguće je pretpostaviti da bi spolne razlike bile izraženije u varijabli brzine rješavanja zadataka, a samim time bi i aktivacijski učinci testosterona također bili izraženiji.

Zaključno, nalazi ovog istraživanja djelomično su u skladu s hipotezom istraživanja. Aktivacijski utjecaji testosterona su dobiveni u Testu mentalnih rotacija, koji jedini dokazano i sustavno pokazuje spolne razlike u uratku, a i u ovom istraživanju je jedini pokazao spolnu pristranost. Budući da u testovima prostornog predočavanja i percepcije nije dobivena spolna pristranost testa, očekivano nisu potvrđeni ni pretpostavljeni aktivacijski utjecaji testosterona. Na kraju, rezultati ovog istraživanja upućuju na zaključak da su nedosljednosti pronađene u literaturi možda posljedica korištenja zadataka iz različitih kategorija prostornih sposobnosti te bi bilo preporučljivo uzeti u obzir neunitarnost tog koncepta u budućim istraživanjima.

Kritički osvrt i smjernice za buduća istraživanja

Jedan od glavnih metodoloških nedostataka ovog istraživanja je premalen broj sudionika, naročito muških. Termini mjerenja u 8 sati ujutro i 20 sati navečer mnogim studentima nisu odgovarali, što je znatno umanjilo odaziv potencijalnih sudionika istraživanja. Uz to, velik nedostatak istraživanja je nejednak broj ispitanika u skupinama, u skupini muškaraca koji su rješavali testove redoslijedom večer – jutro bilo je samo 12 sudionika. Također, razine testosterona su pretpostavljene, a ne izravno izmjerene. Pretpostavljene razine testosterona su samo gruba mjera te nije moguće potvrditi njihovu točnost. Osim toga, postojale su samo dvije pretpostavljene razine testosterona, niska i visoka. Da bi bilo moguće razjasniti aktivacijski utjecaj testosterona na prostorne sposobnosti, bilo bi potrebno izravno izmjeriti razine testosterona u krvi i testirati sudionike u više vremenskih točaka tijekom dana. Nadalje, bilo bi preporučljivo mjeriti i brzinu rješavanja zadataka, ne samo točnost, što podrazumijeva računalno testiranje. Potrebno je i kontrolirati varijable koje mogu utjecati na uradak u testovima, kao što je varijabla jutarnjosti-večernjosti. Uz to, uzorak je u ovom istraživanju prigodan, budući da su sudjelovali samo studenti s Filozofskog i Kineziološkog fakulteta, te ne omogućava generaliziranje rezultata.

ZAKLJUČAK

Cilj ovog istraživanja bio je provjeriti postoje li u različitim prostornim sposobnostima dnevne varijacije koje bi se mogle objasniti pretpostavljenim varijacijama u razinama testosterona, a ako postoje, jesu li te varijacije identične za različite kategorije prostornih sposobnosti.

Rezultati govore da su spolne razlike dobivene samo u testu mentalnih rotacija, a u druga dva testa nije dobivena spolna razlika u uratku. Takvi nalazi su u skladu s literaturom. Zbog toga smo dnevne varijacije u prostornim sposobnostima uzrokovane aktivacijskim učincima testosterona mogli očekivati samo u tom testu. Dobiveni rezultati pokazuju da je pretpostavljeno variranje testosterona utjecalo na rezultate samo u testu mentalnih rotacija, jer dobivena trostruka interakcija spola, vremena i redoslijeda testiranja pokazuje da su muškarci, za razliku od žena, bili uspješniji samo kada je drugo mjerenje bilo navečer – pri pretpostavljeno nižim razinama testosterona. Rezultati testova prostornog predočavanja i percepcije ne pokazuju postojanje spolnih razlika u uratku, niti postojanje aktivacijskih učinaka testosterona.

Zaključno, koristeći tri testa različitih kategorija prostornih sposobnosti, dobiveni su nalazi koji govore da samo test mentalnih rotacija pokazuje spolne razlike u prostornim sposobnostima te da se aktivacijski učinci testosterona mogu očekivati samo u takvim, spolno pristranim testovima. Ovakvi nalazi rasvjetljavaju postojeće nekonzistentne nalaze, ukazujući na mogućnost da se aktivacijski učinci testosterona ne mogu očekivati u svim kategorijama prostornih sposobnosti, već samo u kategoriji mentalnih rotacija.

LITERATURA

- Bakotić, M. (2003). *Dobne razlike na dimenziji jutarnjosti-večernjosti kod adolescenata od 10 do 18 godina*. Diplomski rad. Zagreb: Odsjek za psihologiju Filozofskog fakulteta u Zagrebu.
- Burin, D. I., Delgado, A. R. i Prieto, G. (2000). Solution strategies and gender differences in spatial visualization tasks. *Psicologica*, 21, 275-286.
- Christiansen, K. (1993). Sex hormone-related variations of cognitive performance in !Kung San hunter-gatherers of Namibia. *Neuropsychobiology*, 27, 97-107.
- Collins, D. W. i Kimura, D. (1997). A large sex difference on a two-dimensional mental rotation task. *Behavioral Neuroscience*, 111, 845-849.
- Falter, C. M., Arroyo, M. i Davis, G. J. (2006). Testosterone: Activation or organization of spatial cognition? *Biological Psychology*, 73, 132-140.
- Geary, D. C. i DeSoto, M. C. (2001). Sex Differences in Spatial Abilities Among Adults from the United States and China. Implications for Evolutionary Theory. *Evolution and Cognition*, 7, 172-177.
- Gouchie, C. i Kimura, D. (1991). The relationship between testosterone levels and cognitive ability patterns. *Psychoneuroendocrinology*, 16, 323-334.
- Hromatko, I. (2009). *Obrasci EEG aktivacije ovisno o vrsti zadatka, spolu i fazi menstrualnog ciklusa*. Doktorska disertacija. Zagreb, Odsjek za psihologiju Filozofskog fakulteta u Zagrebu.
- Hromatko, I. i Tadinac, M. (2006). Testosterone levels and spatial ability. *Review of psychology*, 13, 27-34.
- Janowsky, J. S. (2006). Thinking with your gonads: testosterone and cognition. *Trends in Cognitive Sciences*, 10, 77-82.
- Kimura, D. (2002). Sex differences in the brain. *Scientific American: The hidden mind, Special Editions*, 32-37.
- Kimura, D. i Hampson, E. (1994). Cognitive pattern in men and women is influenced by fluctuations in sex hormones. *Current Directions in Psychological Science*, 3, 57-61.
- Linn, M. C. i Petersen, A. C. (1985). Emergence and characterization of sex differences in spatial ability: a meta-analysis. *Child development*, 56, 1479-1498.
- Neave, N. (2008). *Hormones and behaviour*. New York: Cambridge University Press.
- O'Connor, D. B., Archer, J., Hair, W. M. i Wu, F. C. W. (2001). Activational effects of testosterone on cognitive function in men. *Neuropsychologia*, 39, 1385-1394.

- Peters, M., Lehmann, W., Takahira, S., Takeuchi, Y. i Jordan, K. (2006). Mental rotation test performance in four cross-cultural samples (N = 3367): Overall sex differences and the role of academic program in performance. *Cortex*, 42, 1005-1014.
- Peters, M., Laeng, B., Latham, K., Jackson, M., Zaiyouna, R. i Richardson, C. (1995). A Redrawn Vandenberg & Kuse Mental Rotations Test: Different Versions and Factors that affect Performance. *Brain and Cognition*, 28, 39-58.
- Sherry, D. F. i Hampson, E. (1997). Evolution and the hormonal control of sexually-dimorphic spatial abilities in humans. *Trends in Cognitive Sciences*, 1, 50-56.
- Silverman, I., Kastuk, D., Choi, J. i Phillips, K. (1999). Testosterone levels and spatial ability in men. *Psychoneuroendocrinology*, 24, 813-822.
- Vasta, R., Rosenberg, D., Knott, J. A. i Gaze, C. E. (1997). Experience and the Water-level task revisited: Does Expertise Exact a Price? *Psychological Science*, 8, 336-339.
- Vasta, S. i Liben, L. S. (1996). The Water-level Task: An Intriguing puzzle. *Current Directions in Psychological Science*, 5, 171-177.
- Vasta, R., Lightfoot, C., i Cox, B. D. (1993). Understanding gender differences on the water-level problem: The role of spatial perception. *Merrill Palmer Quarterly*, 39, 391-414.
- Voyer, D, Voyer, S. i Bryden, M. P. (1995). Magnitude of sex differences in spatial abilities: a meta-analysis and consideration of some critical variables. *Psychological Bulletin*, 117, 250-270.
- Zitzmann, M. i Nieschlag, E. (2001). Testosterone levels in healthy men and the relation to behavioural and physical characteristics: facts and constructs. *European journal of endocrinology*, 144, 183-197.