

Efekt učenja na točnost izvođenja besmislenih kretnji

Daša Bosanac, Mladenka Tkalčić
Sveučilište u Rijeci, Filozofski fakultet, Odsjek za psihologiju

Cilj ovog istraživanja bio je ispitati korištenje procesa imitacije tijekom reprodukcije smislenih i besmislenih kretnji te utvrditi utjecaj učenja na točnost izvedbe naučenih pokreta.

Provedena su dva eksperimenta u kojima je zadatak ispitanika bio što točnije imitirati smislene i besmislene kretnje unutar ograničenoga vremenskog intervala. Dobiveni rezultati ukazali su na mogućnost korištenja semantičkoga, dugotrajnog puta za imitaciju smislenih pokreta, odnosno mogućnost korištenja direktnog vizuo-motornog puta za imitaciju i smislenih i besmislenih pokreta. Proces učenja besmislenih pokreta pokazao se značajnim za odabir procesa imitacije. Naučene besmislene kretnje moguće je imitirati korištenjem semantičkoga puta, neovisno o tome prezentiraju li se one zasebno ili u kombinaciji sa smislenim kretnjama.

Cljučne riječi: imitacija, pokret, kratkotrajno pamćenje, radno pamćenje

UVOD

Imitacija od davnina privlači pažnju istraživača raznih disciplina. Prvi je definirao Thorndike (1898; prema Rumiati i Tessari, u pripremi) kao “učenje izvođenja kretnje, gledanjem njenog izvođenja”. Ovakva definicija imitacije upućuje na to koliko je ovaj način učenja lagan i jednostavan u odnosu na ostale za to potrebne mehanizme. Čini se da je sposobnost imitacije urođena i primitivna sklonost, možda “primitivan refleks” ljudskih bića, a ontogenetski prvi oblik kulturnog učenja. Novorođenčad spontano pokazuje imitacijska ponašanja unutar prvog mjeseca starosti pa čak i unutar prva 32 sata života (Meltzoff i Moore, 1997). Ova prirodna sklonost imitaciji olakšava djeci svakodnevnu komunikaciju s okolinom i korištenje predmeta koji ih okružuju.

Ne postoji univerzalna teorija imitacije koja bi objasnila njezin utjecaj na ponašanje. Danas, nakon dvadesetak godina eksperimentalnog izučavanja imitacije, možemo izdvojiti četiri glavna pravca koja nastoje objasniti taj proces.

Meltzoff i Moore (1997) postavljaju *teoriju direktnoga aktivnog uparivanja* čija je glavna pretpostavka da je imitacija proces podudaranja s ciljem. Teorija se temelji na serijama eksperimenata u kojima novorođenčad vidjevši određenu gestu daje odgovarajuću motornu reakciju, bez potrebe za razumijevanjem svrhovitosti pokreta. Ili u terminima modela “od vizualnog ulaznoga podražaja na proprioceptivni izlazni podražaj” (Bekkering i Wohlschläger, 2002; Meltzoff i Moore, 1997).

Tomasello (Nagel, Olguin i Tomasello, 1993) u svojoj *teoriji o socijalizaciji imitacije* navodi tri obavezna kriterija kako bi jasno definirao učenje putem imitacije: (a) ponašanja koja se imitiraju moraju za imitatora biti nova; (b) imitator mora koristiti identične bihevioralne strategije kao i model; (c) imitator i model trebaju dijeliti iste konačne ciljeve radnje (Nagel, Olguin i Tomasello, 1993). Ponašanja koja ne zadovoljavaju

Svu korespondenciju koja se odnosi na ovaj članak adresirati na Daša Bosanac, Odsjek za psihologiju, Filozofski fakultet Sveučilišta u Rijeci, Trg Ivana Klobučarića 1, 51000 Rijeka.

ove kriterije ne mogu se smatrati pravom imitacijom.

Perspektivu drugačiju od Tomasellove nude nam Byrne i Russon (Bekkering i Wohlschläger, 2002), polazeći od pretpostavke da se imitacija odvija na različitim razinama. Jasna razlika očituje se između “razine aktivnosti” i “programske razine”, stoga Byrne i Russon svoju teoriju nazivaju **programska i akcijska razina teorije imitacije**. “Razina aktivnosti” predstavlja detaljnu specifikaciju sekvenci pokreta na kojoj se vrši točno kopiranje detalja promatranog ponašanja (Rumiati i Tessari, u pripremi). “Programska razina” predstavlja imitaciju strukturne organizacije složenih procesa na osnovu promatranog ponašanja, pri čemu samo izvođenje pokreta ovisi o individualnim procesima učenja (Bekkering i Wohlschläger, 2002). Osim što nam omogućava učenje ciljeva kretanja, imitacija na programskoj razini pruža nam uvid i u razumijevanje njezinih značenja (Rumiati i Tessari, u pripremi).

Bekkering daje širi pogled na imitaciju i postavlja, trenutno najutjecajnije, **teoriju cilju usmjerene imitacije** (Bekkering i Wohlschläger, 2002). On smatra da imitacija uključuje proces dekompozicija – rekonstrukcija, koji vodi do sagledavanja promatranih kretanja kao skupa cilju usmjerenih motornih uzoraka. Ciljevi su u tom slučaju hijerarhijski organizirani i mogu se sastojati od objekata kojima je pokret usmjeren, sredstva koje vrši pokret (npr. lijeva ili desna ruka), smjera pokreta te njegovih ostalih ključnih obilježja. Najvažniji ciljevi, a to su objekti kojima je pokret usmjeren, ostvaruju se prvi, dok ostali ovisе o njihovoj hijerarhiji. Osim prisutnosti ili odsutnosti ciljnog objekta tijekom imitacije, važan faktor je i razumijevanje. Ono daje prostora kreativnosti pri imitaciji i omogućava imitatoru da odabere vlastiti način dostizanja cilja, za razliku od teorije direktnog uparivanja koja podupire automatizam (Wohlschläger, Gattis i Bekkering, 2003).

Istraživanja na malenoj djeci, za koju se smatra da imaju ograničen kapacitet procesiranja, podržavaju teoriju cilju usmjerene imitacije. Bekkering i Wohlschläger (2002) su uočili da mala djeca imitacijom uvijek dolaze do pravog cilja (npr. doseganje objekta ili hvatanje za uho), ali uvelike ignoriraju sredstvo (lijeva ili desna ruka)

ili motorni put (ipsilateralno ili kontralateralno od objekta) (Bekkering i Wohlschläger, 2002).

Uloga imitacije u svakodnevnom životu nastojala se naglasiti različitim ispitivanjima. Istraživanja na pacijentima s oštećenjem frontalnog režnja pokazuju da je urođena predispozicija za imitacijom i dalje aktivna kod odraslih osoba. Osobe s ehopraksijom ne mogu se kontrolirati od imitiranja svake radnje koju vide. Oni, bez određene namjere, imitiraju i smislene i besmislene pokrete, i nisu u mogućnosti inhibirati takve reakcije (Rumiati i Tessari, 2002).

Daljnje pokazatelje o tendenciji za imitiranjem nalazimo u ispitivanjima motornog ponašanja. Brass, Bekkering i Prinz (2001) naišli su na efekt interferencije između jednostavnog izvođenja motorne reakcije (podizanje kažiprsta sa startne pozicije ili udaranje kažiprstom po stolu) i prikazanoga motornog podražaja (identično podizanje ili udaranje kažiprsta) u zadacima jednostavnog vremena reakcije. Kod neskladnih parova (npr. reakcija podizanja i prikazan podražaj udaranja) zabilježeno je značajno duže vrijeme reakcije. Autori (Brass, Bekkering i Prinz, 2001) su ove rezultate objasnili pretpostavkom da kod nekongruentnih pokreta postoji automatska tendencija imitiranja prikazanog podražaja koju je trebalo inhibirati kako bi se izvela prethodno zadana reakcija. Nasuprot tome, kada su tražena reakcija i prikazani podražaj bili jednaki, vrijeme reakcije je bilo znatno brže. Također, rezultati snimanja mozga uputili su na jaku aktivaciju inhibicijskih područja prefrontalnog korteksa tijekom nekongruentnih zadataka (Iacoboni, Woods, Brass, Bekkering, Mazziotta i Rizzolatti, 1999).

Sagledani zajedno, svi ti nalazi jasno daju do znanja da je pravu imitaciju, u svakodnevnom životu i na zdravim ispitanicima, iznimno teško opažati i izučavati.

S aspekta kognitivne neuroznanosti, najintragantnije pitanje jest kako imitator transformira perceptivne informacije, dobivene na osnovu opažanja drugih, u motorne “zapovjedi” koje pokret čine vizualno identičnim ulaznom podražaju.

Otkriveno je da u premotornom korteksu majmuna (područje F5) postoje brojni neuroni koji se aktiviraju kada majmun izvodi cilju usmjerene pokrete, ali i kada promatra slične pokrete izvedene od strane drugog majmuna ili eksperimentatora. S obzirom na te karakteristike ovi su

neuroni nazvani "zrcalni neuroni" (Galesse i Goldman, 1998). Pokreti koji u najvećoj frekvenciji aktiviraju zrcalne neurone jesu posezanje za, smještanje i manipuliranje predmetom. U superiornom temporalnom sulku (STS; BP 21) također postoje neuroni koji se aktiviraju tijekom promatranja složenih kretnji. Unatoč najvećoj aktivaciji zrcalnih neurona u ovim područjima, nije isključena mogućnost da su i drugi dijelovi uključeni u biološku osnovu pokreta i njegovo razumijevanje. Tome u prilog govori i činjenica da je STS dio kruga koji uključuje amigdalnu i frontalni korteks. Taj je krug vjerojatno uključen u elaboraciju afektivnih aspekata socijalnog ponašanja (Rizzolatti, Fogassi i Galesse, 2001).

Ispitivanja funkcija mozga nastojala su otkriti postoji li u ljudi sustav homologan zrcalnom sustavu u majmuna. Tijekom promatranja i izvođenja cilju usmjerenih kretnji, tehnikom pozitronske emisije, pronađena je aktivacija u lijevom inferiornom frontalnom girusu i operculumu (BP 45 i 44), lijevom superiornom temporalnom sulku (STS; BP 21) te lijevom inferiornom parijetalnom području (BP 40 i BP 7b) (Grafton, Arbib, Fadiga i Rizzolatti, 1996). S obzirom na ova istraživanja važno je rasvijetliti podudarnost između aktivacija u mozgu čovjeka i majmuna: područje F5 u majmuna odgovara Brokinom području zajedno s operculumom. Ovi podaci svakako mogu biti zanimljiv izvor informacija za evolucioniste, povezujući osnove jezika s razumijevanjem pokreta ruku. Gledano s kliničke strane, poznato je da se uz apraksiju često javlja i afazija, no unatoč tome nije dobivena jasna uzročna povezanost tih dvaju simptoma (Grezes, Costes i Decety, 1999).

Kada reproduciramo upravo viđen pokret, izvedba nam je olakšana ukoliko nam je kretanja poznata, zbog njezinog skladištenja u pamćenju na osnovu prošlih iskustava. Suprotno, kada je kretanja koju imitiramo nova, pohranjene reprezentacije ne mogu podržati naše izvođenje te se uključuje poseban proces, odnosno prava imitacija.

Rumiati i Tessari (u pripremi) ukazale su na prednost u imitaciji smislenih (u daljnjem tekstu SM) kretnji nad besmislenim (u daljnjem tekstu BSM) kretnjama u zadacima pamćenja nizova. Dobiveno je da ispitanici imitiraju SM kretnje

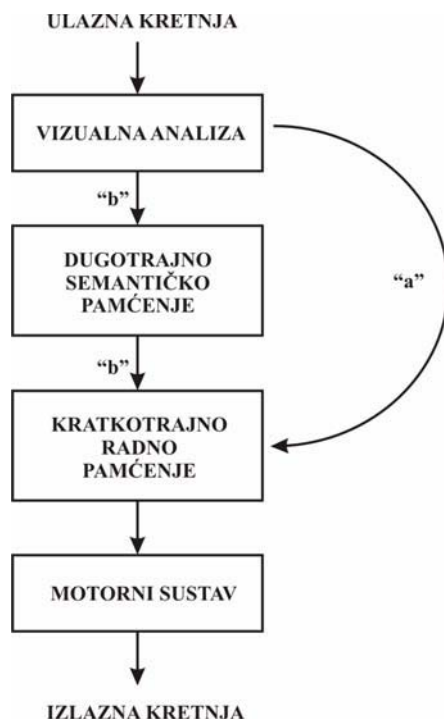
bolje od BSM jer u dugotrajnom pamćenju postoje već uskladišteni odgovori koji su pod utjecajem priminga (povećana dostupnost pohranjenih informacija, zbog njihove primarnosti u redosljedu prezentacije). Suprotno tome, novi tj. BSM pokreti mogu biti reproducirani jedino uz pomoć prave imitacije prilikom čega se zamijećene kretnje (vizualni ulazni podražaj) analiziraju i pretvaraju u pokret (motorni izlazni podražaj). Jednostavnije rečeno BSM, kao i nove kretnje, moguće je imitirati jedino korištenjem direktnoga, nesemantičkog puta koji kreće od vizualne analize preko kratkotrajnoga, radnog pamćenja do motornog sustava (v. sliku 1, put "a"). S druge strane SM, kao i poznate kretnje, moguće je imitirati korištenjem i direktnog, ali i semantičkog puta koji kreće od vizualne analize, preko dugotrajnoga, semantičkog pamćenja, potom radnog pamćenja do motornog sustava (v. sliku 1, put "b"). Taj je model poznat i kao *kognitivni model procesiranja motornih informacija* (Rumiati i Tessari, 2002).

Najbolji pokazatelj postojanosti direktnog i semantičkog puta proizlaze iz ispitivanja apraksičnih pacijenata, na osnovu kojih je nastao i sam kognitivni model.

Nakon ozljede mozga mogućnost reproduciranja pokreta može biti selektivno oštećena. Goldenberg i Hagmann (1997) opisali su dva apraksična pacijenta s oštećenjem lijeve moždane hemisfere, koji nisu mogli imitirati BSM pokrete, dok je izvedba SM pokreta bila uredna. Deficit u imitaciji BSM kretnji može se podudarati s oštećenjem kinestetičko – vizualnog uparivanja, odnosno direktnog puta (v. slika 2, put "a"). U istraživanju Bartolo, Cubelli, Della Sala, Drei i Marchetti (2001) jedna je pacijentica s lezijom fronto-tempo-parijetalnog režnja bila uspješna u imitaciji BSM, ali izrazito loša u imitaciji SM pokreta. S obzirom na to da su prepoznavanje i identifikacija pokreta kod pacijentice bili očuvani, Bartolo je ukazala na mogućnost dvostruke disocijacije direktnog puta i rezultate objasnila deficitom izlaznoga leksičkog sustava ili njegovog dosezanja (Bartolo i sur. 2001).

Iako sva ova i brojna druga istraživanja potvrđuju model, za sada nije otkriveno kako se ovim putevima vizualne informacije uspijevaju prevesti u motorni jezik.

Slika 1. Kognitivni model procesiranja motornih informacija



Rijetke su studije pozitronske emisije koje bi nam dale uvid u aktivaciju moždanih područja prilikom izvođenja SM i BSM kretnji. Ipak, Decety i Grezès (1998.) uočili su kod promatranja BSM kretnji bilateralnu aktivaciju inferiornog i superiornog dijela parijetalnog režnja s naglaskom na jačoj aktivaciji desne polutke. Također, i aktivaciju motornih centara kao što su lijevi precentralni girus i cerebelum s desne strane. Promatranje SM kretnji aktiviralo je Brokino područje, lijevi inferiorni parijetalni režanj te različite dijelove okcipitalnih i inferotemporalnih područja. Iz ovih je podataka uočljivo da pri promatranju BSM kretnji ne dolazi do aktivacije Brokina područja, što dodatno govori o povezanosti jezičnih i motornih procesa.

Kombinirana i blok prezentacija čestica prvotno je korištena u istraživanjima o jeziku u svrhu testiranja hipoteze o multi-procesnom modelu čitanja (Morton i Patterson, 1980; prema Rumiati i Tessari, u pripremi). Rezultati su pokazali da odvojena prezentacija riječi i ne-riječi do-

vodi do boljeg izgovaranja riječi nad ne-riječima, kao što je i uostalom izvođenje SM pokreta točnije od BSM u blok prezentaciji. Na osnovi toga autori su zaključili da se automatsko čitanje odvija leksički, ali u posebnim uvjetima prednost imaju neleksičke strategije (Monsel, Patterson, Graham, Huges i Milroy, 1992).

Na isti način, ako se reproduciranje pokreta sastoji ne samo od imitacije, već i od informacija o pokretu pohranjenim u dugotrajnom pamćenju, moguće je da nesvjesno primjenjujemo strateške sposobnosti za odabir imitacije. Na takav zaključak navode nas istraživanja na pacijentima s lezijama (Goldenberg i Hagmann, 1997) i zdravim ispitanicima (Rumiati i Tessari, 2002). Kad se od ispitanika traži da imitiraju BSM pokrete, jedino proces čiste imitacije dovodi do točnog izvođenja; jer beskorisno bi bilo tražiti ili čekati informacije o pokretu iz dugotrajnog pamćenja. Suprotno, kod SM kretnji, unatoč tome što čista imitacija može dovesti do točnog izvođenja, informacije iz dugotrajnog pamćenja puno su u-

činkovitije jer već postoji reprezentacija tih kretnji i potrebna je samo supervizija procesa imitacije. Iz toga proizlazi da će ignoriranje čistoga imitacijskog procesa smanjiti broj pogrešaka i kognitivni napor. Prezentiramo li pak SM i BSM kretnje zajedno, tendencija korištenja isključivo dugotrajnog pamćenja za doživ informacija dovest će do stalnih pogrešaka u izvođenju BSM kretnji. Kao posljedica toga, idealno bi bilo da informacije iz dugotrajnog pamćenja uvijek čekaju ishod čistog imitacijskoga procesa nakon čega bi uslijedila usporedba dva "proizvoda" i davanje najtočnijeg odgovora. Takav bi postupak za kognicije bio skup, stoga se pri kombiniranom izvođenju SM i BSM kretnji preferira čista imitacija za obje vrste kretnji, koja znatno skraćuje vrijeme izvedbe.

Ovim se istraživanjem nastojao provjeriti kognitivni model procesiranja motornih informacija, odnosno ispitati postojanje direktnog i semantičkog puta pomoću imitacije SM i BSM kretnji prezentiranih u odvojeno i kombinirano. Također se nastojao utvrditi utjecaj učenja na točnost izvedbe BSM kretnji, tj. dodatno provjeriti strateško korištenje putova tijekom imitacije zadanih kretnji.

U istraživanju je korištena tehnika ograničena vremena kojom se kod ispitanika inducira direktna imitacija i onemogućava detaljnije analiziranje prezentirane kretnje.

Očekuje se da će prezentacija kretnji u blokovima (eksperiment 1) aktivirati direktni put za izvedbu BSM kretnji (put "a" na slici 1), odnosno semantički put za izvedbu SM (put "b" na slici 1) te naučenih BSM kretnji. Stoga bi točnost izvedbe SM kretnji nad BSM trebala biti veća, kao i naučenih BSM nad novim BSM. Suprotno tome, pri kombiniranoj se prezentaciji (eksperiment 2) očekuje da će redukcija kognitivnih resursa spriječiti ispitanike da odaberu jedan ili drugi mehanizam za reprodukciju pokreta. Pretpostavka je da će u ovom slučaju ispitanici koristiti direktnu vizuo-motornu transformaciju (put "a" na slici 1) jer jedino ona dozvoljava reprodukciju i SM i BSM kretnji. Stoga između izvedbe SM i BSM kretnji ne bi trebala postojati značajna razlika, dok se istovremeno očekuje značajan efekt učenja za BSM kretnje.

Analiza pogrešaka također može uputiti na odabir mehanizama za imitaciju. Očekuje se da

će se u odvojenoj prezentaciji javljati više semantičkih pogrešaka kod SM pokreta te perseveracija i leksikalizacija kod BSM pokreta. U kombiniranoj prezentaciji, oslone li se ispitanici na informacije pohranjene u dugotrajnom pamćenju, očekuje se da će kontinuirano raditi pogreške pri izvođenju BSM kretnji. Suprotno, budu li koristili direktni put, pogreške će biti rjeđe i u skladu sa smislonošću kretnje.

Eksperiment 1: Imitacija SM i BSM kretnji u odvojenom - blok uvjetu

U uvjetima ograničena vremena od ispitanika se očekuje da što točnije imitiraju SM pokrete jer njihovu izvedbu olakšavaju reprezentacije kretnji pohranjene u dugotrajnom pamćenju. Istovremeno, imitacija BSM kretnji koristit će direktni put, koji stavlja veće zahtjeve na sustav kratkotrajnoga, radnog pamćenja te će njihova izvedba biti lošija od SM. Sukladno tome, naučene BSM kretnje trebale bi biti bolje izvedene u odnosu na posve nove BSM kretnje.

Metoda

Ispitanici

U eksperimentu je sudjelovalo 18 desnorukih ispitanika od čega 3 muška i 15 ženskih; prosječne dobi 22,7 godina, SD(1,45), raspona dobi 21 – 28 god.

Instrumentarij

Videosnimka 20 smislenih (SM) i 20 besmislenih (BSM) kretnji, te dodatna videosnimka posve novih 20 BSM kretnji. Svi pokreti izvedeni su lijevom rukom od strane pomoćnog eksperimentatora. Poznate kretnje predstavljaju pantomimu upotrebe određenih predmeta, dok su nove, BSM kretnje izvedene iz poznatih i temelje se na modificiranom odnosu ruke, šake i tijela poznatih kretnji. Kretnje korištene u eksperimentu preuzete su iz istraživanja Rumiati, Weiss, Assmus, Tessari, Zilles i Fink (u tisku) te Rumiati i Tessari (u pripremi), u kojima je provjerena smislenost tj. besmislenost pokreta.

TV promjera 62 cm, na udaljenosti 1,5 m od ispitanika; videorekorder; kamera.

Postupak

Ispitivanje se provodi individualno u tri faze, kroz dva dana.

Prvi dan provode se prva faza imitacije i faza učenja. U prvoj fazi ispitanici neposredno imitiraju 160 kretnji, od čega 20 SM, od kojih se svaki ponavlja četiri puta, te 20 BSM također ponovljenih četiri puta. Kretnje se prezentiraju na TV-u, a izvedba ispitanika snima se kamerom. Pri prezentaciji kretnji koristi se tehnika ograničena vremena, tj. svaki pokret traje 1 sekundu, nakon čega slijedi interval bez slike od 0,5 sekundi te zvuk u trajanju 0,25 sekundi, koji ukazuje ispitaniku da će uslijediti nov podražaj. Od ispitanika se traži da zrcalno imitiraju kretnju neposredno nakon njezine prezentacije tj. u intervalu bez slike. Zrcalna imitacija – imitiranje desnom rukom na osnovu pokreta izvedenog lijevom rukom odabrana je s obzirom na ustanovljenu prirodnu tendenciju za takvim načinom imitacije (Brass, Bekkering i Prinz, 2001)). SM i BSM kretnje prikazuju se odvojeno, u blokovima od po 80 pokreta. Između blokova slijedi pauza od 10 sekundi. Redoslijed blokova izbalansiran je između ispitanika. Ispitanici su upoznati s redoslijedom prikazivanja blokova tj. SM i BSM kretnji, ali ne i njihovim značenjem.

U fazi učenja ispitanici uče 20 prethodno imitiranih BSM kretnji. Učenje se provodi u dva termina, jutarnji i popodnevni, i traje dok svaki ispitanik ne nauči točno izvesti 90% kretnji. Ni eksperimentator ni ispitanik u fazi učenja ne smiju imenovati BSM kretnje.

Drugi dan provodi se druga faza imitacije. Ispitanici neposredno, zrcalno imitiraju 160 kretnji, od čega 20 naučenih BSM kretnji, ponovljenih četiri puta, te 20 posve novih BSM kretnji ponovljenih četiri puta. Kretnje se prezentiraju na TV-u, a izvedba ispitanika snima se kamerom. Pri prikazivanju naučenih BSM i novih BSM kretnji koriste se blok prezentacije i tehnika ograničena vremena.

Rezultati

Dva nezavisna procjenjivača ocjenjivala su izvedbu ispitanika. Ocjenjivanje se sastojalo od

pregledavanja videosnimki imitiranih pokreta, a kriterij je bio točnost izvedbe pojedine kretnje. Pogrešno imitirane kretnje obuhvaćene su daljnjom analizom s obzirom na vrstu učinjene pogreške (v. analiza pogrešaka). S obzirom da nije ustanovljena statistički značajna razlika između procjena dvaju procjenjivača ($p < .05$), pri obradi rezultata korištena je srednja vrijednost procjena.

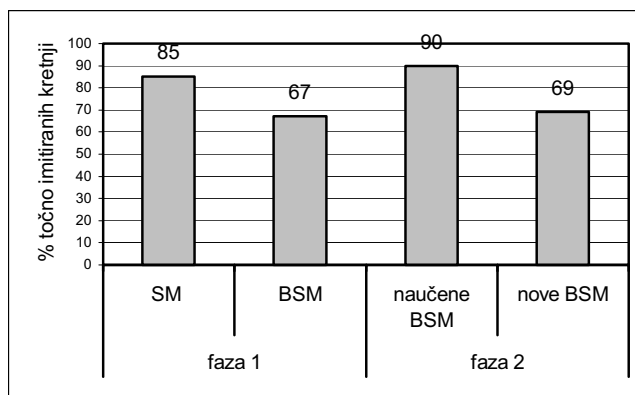
T – testom je utvrđena značajna razlika između SM i BSM kretnji u prvoj fazi imitacije ($t(17)=10.623$, $p < .001$), pri čemu su SM pokreti imitirani bolje od BSM ($M_{SM}=68.03$; $M_{BSM}=54.33$; v. slika 2). Značajna razlika utvrđena je i između naučenih BSM i novih BSM kretnji u drugoj fazi imitacije ($t(17)=8.02$, $p < .001$), pri čemu su naučeni BSM pokreti imitirani bolje od novih BSM pokreta ($M_{naučeni\ BSM}=71.55$; $M_{novi\ BSM}=55.42$; v. slika 2). Razlika između SM kretnji (iz prve faze imitacije) i naučenih BSM kretnji (iz druge faze imitacije) također se pokazala značajnom ($t(17)=2.49$, $p < .05$), s naglaskom na točnije izvođenje BSM kretnji ($M_{SM}=68.03$; $M_{naučeni\ BSM}=71.55$).

Rasprava

Rezultati jasno ukazuju da su u odvojevoj, blok prezentaciji SM i BSM pokreta ispitanici točniji u izvođenju SM kretnji ($p < .001$). Zasebno prezentirane SM kretnje lako se prepoznaju, a njihova izvedba olakšana je korištenjem reprezentacija pohranjenih u dugotrajnom, semantičkom pamćenju. Prilikom imitacije BSM kretnji, zbog njihove nepoznatosti, ne dolazi do aktivacije sustava semantičkog pamćenja. U tom je slučaju direktna imitacija jedini mehanizam koji omogućava reprodukciju BSM kretnji, unatoč tome što iziskuje više napora i postavlja veće zahtjeve na sustav kratkotrajnog, radnog pamćenja.

Nauče li se BSM kretnje i time pohrane u sustav dugotrajnog pamćenja, njihova izvedba više ne treba koristiti direktan put, već brži, semantički. Da je tako, ukazuje značajna razlika između izvođenja naučenih BSM i posve novih BSM kretnji ($p < .001$). Naučene BSM kretnje zapravo postaju smislene te je njihov doziv u svakom trenutku brži. Netko će možda primijetiti da, ako je to točno, ne bi trebala postojati značajna razlika

Slika 2. Postotak točno imitiranih kretnji pri odvojenoj prezentaciji



između izvedbe SM kretnji (iz prve faze) i naučenih BSM kretnji (iz druge faze), no ona je ipak utvrđena ($p < .05$) i to s naglaskom na točnije izvođenje BSM kretnji (v. slika 2). Takav je rezultat objašnjiv teorijom cilju usmjerene imitacije. Tako se određena poznata SM kretanja, pohranjena u našem pamćenju, može izvesti na više načina. Npr. češljati se možemo u različitim smjerovima, kuhati ili prati zube možemo držeći ruku pod različitim kutovima. Stoga izvedba nekog poznatoga, svakodnevnog pokreta ima više varijacija. Naučimo li pak neku BSM kretanju, ona se pohranjuje u našem pamćenju samo u jednom obliku u kojem i ostaje upamćena. Imitacija uz tehniku vremenskog ograničenja ispitanicima daje iznimno malo prostora za prisjećanje i razumijevanje kretnje. Opravdano je tada da će npr. naučena BSM kretanja češljanja, koja postoji samo kao jedna slika, biti točnije izvedena od SM kretnje češljanja, koja je pohranjena na više različitih načina. Također reprezentacije BSM kretnji “svježe” su i svladane svega dan ranije, što dodatno objašnjava značajno bolju izvedbu naučenih BSM pokreta nad SM.

O provjeri kognitivnog modela ukazuje nam i odnos između BSM kretnji iz prve faze imitacije i novih BSM kretnji iz druge faze imitacije. Među njima nije utvrđena značajna razlika ($p > .05$), što upućuje na korištenje direktnog puta pri imitaciji obiju vrsta kretnji.

Ekperiment 2: Imitacija SM i BSM kretnji u kombiniranom uvjetu

U uvjetima ograničena vremena uz kombiniranu prezentaciju SM i BSM pokreta se ne očekuje značajna razlika u izvođenju tih dviju vrsta kretnji. Pretpostavka je da će ispitanici koristiti direktnu vizuo–motornu transformaciju (put “a” na slici 1) koja omogućava imitaciju i SM i BSM kretnji.

Postupak učenja BSM kretnji trebao bi utjecati na njihovo pohranjivanje u dugotrajno pamćenje. Stoga se očekuje da će ponovljeno kombinirano izvođenje SM i naučenih BSM kretnji koristiti semantički put (put “b” na slici 1) te biti značajno bolje od onog u prvoj fazi.

Metoda

Ispitanici

U eksperimentu je sudjelovalo 18 desnorukih ispitanika, od čega 7 muških i 11 ženskih; prosječne dobi 25 godina, SD(6,68), raspona 20 – 50 god.

Instrumentarij

Videosnimka 20 smislenih (SM) i 20 besmislenih (BSM) kretnji, jednakih onima korište-

nim u eksperimentu 1. Elektronički pribor jednak je onome iz prvog eksperimenta.

Postupak

Dvodnevno individualno ispitivanje slijedi tri faze opisane u prvom eksperimentu.

U prvoj i drugoj fazi imitacije ispitanici neposredno zrcalno imitiraju 160 pokreta, od čega 20 SM, ponovljenih četiri puta te 20 BSM kretnji također ponovljenih četiri puta. SM i BSM pokreti izmiješani su po slučaju i odvojeni u "kombinirane" blokove od po 80 kretnji. Kretnje se prezentiraju na TV-u, a izvedba ispitanika snima se kamerom.

Faza učenja, kao i ostali aspekti ispitivanja jednaki su onima iz prvog eksperimenta. Imitiranje pokreta pod utjecajem je tehnike ograničena vremena, a ispitanici su upoznati s kombiniranim načinom prikazivanja podražaja.

Rezultati

Dva nezavisna procjenjivača ocjenjivala su izvedbu ispitanika. Način ocjenjivanja i kriterij jednaki su onima korištenom u prvom eksperimentu. S obzirom da nije ustanovljena statistički značajna razlika između njihovih procjena ($p < .05$), pri obradi rezultata korištena je srednja vrijednost procjena.

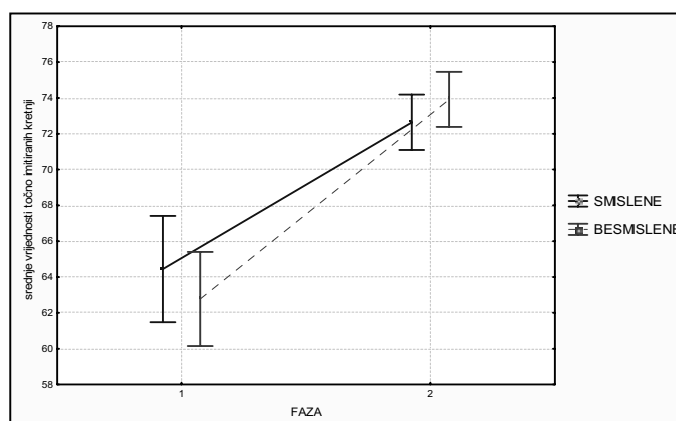
Primijenjena je dvosmjerna analiza varijance s ponovljenim mjerenjima na dva faktora. U post hoc analizi korišten je Scheffeov test. Rezultati su prikazani na slici 3.

Rezultati su uputili na značajan glavni efekt učenja ($F(1,17)=84.629$, $p < .001$). U drugoj fazi ispitivanja, nakon učenja, imitiranje je bilo značajno bolje nego u prvoj fazi, za obje vrste pokreta (M faza 1=63.31; M faza 2=73.28). Post hoc analizom utvrđena je značajna razlika između SM kretnji izvedenih u prvoj i u drugoj fazi imitacije ($p < .001$), pri čemu su SM kretnje iz druge faze značajno bolje imitirane od SM kretnji iz prve faze (M SM faza 1=64.44; M SM faza 2=72.64). Razlika se pokazala značajnom i između BSM kretnji izvedenih u prvoj i onih izvedenih u drugoj fazi, tj. prije i nakon učenja ($p < .001$), s naglaskom na točniju izvedbu BSM kretnji u drugoj fazi (M BSM faza 1=62.77; M BSM faza 2=73.92).

Efekt smislenosti nije se pokazao značajnim ($F(1,17)=0.092$, $p > .05$). Izvedba smislenih i besmislenih kretnji podjednako je točna u prvoj fazi, kao i u drugoj (M SM=68.54; M BSM=68.35).

Između faktora učenja i faktora smislenosti pronađena je značajna interakcija ($F(1,17)=7.932$, $p < .05$; v. slika 3). Proces učenja utječe na točnost izvođenja BSM kretnji, značajno poboljšavajući njihovu izvedbu.

Slika 3. Srednje vrijednosti točno imitiranih kretnji pri kombiniranoj prezentaciji



Rasprava

U kombiniranoj prezentaciji SM i BSM kretnji značajan glavni efekt učenja ($p < .001$) govori o točnijoj izvedbi pokreta u drugoj fazi (nakon učenja). Iz toga proizlazi da je pri imitaciji SM i BSM kretnji u prvoj fazi korišten imitacijski put različit od onog tijekom imitacije SM i BSM kretnji u drugoj fazi. Istovremeno, efekt smislenosti nije se pokazao značajnim ($p > .05$), a post hoc analiza upućuje da je tijekom imitacije SM i BSM kretnji u prvoj fazi korišten isti imitacijski put ($p > .05$), što je također slučaj za drugu fazu ($p > .05$). S obzirom da semantički put dovodi do točnije imitacije u odnosu na direktni put, može se zaključiti da su u prvoj fazi ispitanici koristili direktni, a u drugoj semantički put. Time je još jednom provjeren kognitivni model procesiranja motornih informacija.

Direktni vizuo – motorni put osim novih mogu koristiti i već poznate kretnje. Prezentiraju li se nove i poznate kretnje izmiješano, pri njihovoj će imitaciji glavnu ulogu igrati direktni put, jer stalno “prebacivanje” sa semantičkog puta (za analizu SM kretnji) na direktni (za analizu BSM kretnji) dodatno bi opterećivalo proces imitacije. Suprotno tome, proces učenja BSM kretnji, odnosno pretvaranja nepoznatih kretnji u poznate, olakšat će njihovu daljnju izvedbu. Tako će sada za kombiniranu prezentaciju SM i naučenih BSM kretnji korištenje semantičkog puta biti jednostavnije i brže, odnosno davati bolje rezultate.

Značajna interakcija između faktora učenja i faktora smislenosti upućuje na to da proces učenja utječe na BSM kretnje značajno poboljšavajući točnost njihove izvedbe. Time je pokazano da učenje BSM kretnji dovodi do njihovog pohranjivanja u dugotrajno pamćenje i time olakšava buduće korištenje.

Prema prethodnom kriteriju točnosti (točno imitirana kretnja / netočno imitirana kretnja) napravljena je kvalitativna analiza, odnosno analiza pogrešaka (v. tablica 1). Izvedba netočno imitiranih kretnji u prvoj fazi imitacije te nakon procesa učenja ocjenjivana je na osnovu sljedećih kriterija:

1. Prostorna pogreška šake: pokret ruke je u cijelosti točan, ali položaj šake je nepravilan

2. Prostorna pogreška ruke: pokret je prepoznatljiv, ali je izveden u krivom smjeru ili na krivoj osi
3. Semantička pogreška: izvođenje alternativne verzije SM pokreta umjesto prezentirane kretnje
4. “Tijelo kao alat”: pokret izveden uz pomoć ruke ili šake kao da je alat
5. Vizualna pogreška: pokret vizualno sličan zadanom pokretu. Vizualne greške podijeljene su u četiri supkategorije:
 - a. Parcijalna perseveracija: pokret sastavljen kombiniranjem dvaju dijelova pokreta uključenih u listi
 - b. Globalna perseveracija: dio pokreta koji se redovno pojavljuje kao dio većine pokreta s liste
 - c. Leksikalizacija: SM kretnja koja se ne nalazi na listi i vizualno je slična zadanom podražaju, izvedena umjesto BSM kretnje
 - d. Substitucija: SM kretnja koja se ne nalazi na listi i vizualno je slična zadanom podražaju, izvedena umjesto prezentirane SM kretnje
6. Izostanak kretnje: kretnja izostavljena s liste podražaja
7. Neprepoznatljiva kretnja: pokret neprepoznatljiv ocjenjivaču
8. Perseveracija: ponovljena pogreška na već pogrešno izvedenoj kretnji

OPĆA RASPRAVA

Odabir mehanizma koji ćemo koristiti tijekom procesa imitacije može biti pod utjecajem najmanje dvaju faktora: sadržaja liste (vrsta pokreta prezentirana ispitaniku s obzirom na smislenost i upoznatost / naučenost) te načina prikazivanja podražaja (u odvojenim blokovima ili kombinirano).

Kad se SM i BSM kretnje prezentiraju u odvojenim blokovima (eksperiment 1), izvedba SM kretnji značajno je bolja od BSM (faza 1). Također, nauče li se BSM kretnje, njihova

Tablica 1. Vrste pogrešaka učinjene tijekom imitacije, izražene postotkom od ukupnog broja pogrešaka. Vrijednosti koje upućuju na korištenje pojedinih putova za imitaciju pisane su masnim slovima.

Vrsta pogreške	eksperiment 1				eksperiment 2			
	faza 1 (prije učenja)		faza 2 (nakon učenja)		faza 1 (prije učenja)		faza 2 (nakon učenja)	
	SM	BSM	naučene BSM	nove BSM	SM 1	BSM 1	SM 2	BSM 2
Prostorna-ruka	26.85	27.27	26.97	25.28	36.07	33.87	24.06	25.45
Prostorna-šaka	6.94	4.98	7.89	6.09	12.86	10.65	14.28	13.64
Semantička	6.48	-	-	-	3.21	-	6.01	-
Tijelo kao alat	5.55	-	1.97	-	0.71	-	3.02	1.82
Parcijalna pers.	2.78	14.51	5.92	13.99	4.28	9.03	9.77	15.45
Globalna pers.	4.17	11.47	10.53	13.09	9.28	3.87	13.53	17.27
Leksikalizacija	-	22.72	8.55	18.96	-	24.19	-	2.73
Substitucija	5.55	-	-	-	5.36	-	5.27	-
Izostanak	0.93	4.11	3.95	5.42	8.57	7.42	2.25	4.54
Neprepoznat.	-	8.22	2.63	10.38	5.35	7.74	4.51	2.73
Perseveracija	40.74	6.71	31.58	6.77	14.28	3.23	17.29	16.36

ponovna izvedba postaje znatno bolja, i to ne samo od nekih novih BSM kretnji (faza 2), već i od SM. Takav rezultat upućuje da se pri imitaciji BSM i novih BSM kretnji koristi direktna vizuo-motorna transformacija, dok je imitacija SM i naučenih BSM kretnji olakšana korištenjem semantičkog puta u kojem su već pohranjene informacije o pokretima.

Suprotno tome, kad se SM i BSM kretnje prezentiraju kombinirano (eksperiment 2) nema značajne razlike u njihovu izvođenju (faza 1). Iz tog proizlazi da je pri imitaciji korišten samo direktni put kako bi se izbjegla previsoka cijena prebacivanja između dvaju mehanizama. Nauče li se BSM kretnje i ponovno prezentiraju kombinirano sa SM, također nema značajne razlike u njihovu izvođenju. Međutim, sada je ta kombinirana izvedba značajno bolja od one prve, što upućuje na korištenje semantičkog puta tijekom imitacije (faza 2). Unatoč tome što bi korištenje direktnog puta u drugoj fazi vjerojatno dovelo do točne izvedbe, njegova aktivacija postavila bi veće zahtjeve na sustav kratkotrajnoga radnog pamćenja te zahtijevala od ispitanika veću koncentraciju i pažnju. Logično je tada da će adaptivnija strategija,

a to je semantički put, imati prednost. Ukupna bolja izvedba i SM i BSM kretnji u drugoj fazi pripisuje se različitim faktorima. BSM kretnje su pod utjecajem učenja, odnosno smislenosti i upoznatosti s podražajem. Učenje je to koje dovodi do pohranjivanja BSM kretnji u dugotrajno pamćenje i time olakšava buduće korištenje. SM su kretnje, međutim, pod utjecajem načina prikazivanja podražaja, odnosno kombinirane prezentacije. S obzirom na to da one mogu tijekom imitacije koristiti i direktni i semantički put, ispitanici će prilagoditi svoju izvedbu ovisno o načinu prezentiranja podražaja. Takav odabir mehanizama za imitaciju dodatno ukazuje na potrebu za adaptivnim ponašanjima.

Izvedba naučenih BSM kretnji značajno je bolja od SM (eksperiment 1), a takav trend uočljiv je i kod kombinirane prezentacije (eksperiment 2, faza 2). Činjenica da se semantički put koristi prvenstveno za izvedbu SM, poznatih kretnji može djelovati nekonzistentno s ovim rezultatom. Ipak, objašnjenje nalazimo u samom procesu učenja, ali i karakteristikama pojedine SM kretnje. Ispitanici su kroz dva dana učili i uvježbavali BSM kretnje te su njihove reprezentacije u pam-

ćenju bile "svježije". K tome, pojedina je BSM kretnja jedinstvena u svojoj izvedbi i bilo kakvo odstupanje od originalne izvedbe predstavlja neku novu kretnju, odnosno pogrešku. S druge strane, prema teoriji cilju usmjerene imitacije, imitaciji SM pokreta prethodi razumijevanje. Tako se određeni SM pokret može izvesti na više načina. Npr. brižati se možemo u više različitih smjerova; isto tako i glačati i prati zube. Prezentira li se tako ispitaniku naučeni BSM pokret, njegov je doziv lakši jer je dobro izvježban, a k tome i brži jer je upamćen u samo jednom obliku. Prezentacija SM pokreta izvlači iz pamćenja nekoliko mogućih izvedbi prikazane radnje (npr. pokret češljanja na više različitih načina) pa povećava kreativnost odgovora. Tehnika ograničena vremena ne dozvoljava ispitaniku usporedbu različitih reprezentacija poznatog pokreta stoga je moguće da imitacija SM pokreta bude lošija od BSM.

Gledano kroz oba eksperimenta, odnos SM i naučenih BSM kretnji nailazi na neke zajedničke elemente s istraživanjem Mavrinac i Arar (1992). One su pronašle da je dosjećanje osobno izvedenih radnji (SPT) bolje od dosjećanja radnji koje izvodi eksperimentator (EPT) i verbalnih uputa za jednostavne radnje (VT). Takve su rezultate objasnile većom razinom obrade informacija kod SPT. Usmjerimo li se na razinu obrade, slično možemo primijeniti i na ovo istraživanje. Zahtjev za većom razinom obrade BSM kretnji postavlja faza učenja, u kojoj se od ispitanika traži da četiri do šesnaest puta pogleda BSM kretnju, izvede je po sjećanju, ispravi pogreške u izvođenju uz pomoć eksperimentatora te upamti njezinu točnu izvedbu. Suprotno, SM kretnje potrebno je samo izvesti (imitirati), u uvjetima ograničena vremena i bez povratne informacije o uratku. Iz tog slijedi da veća razina obrade, koja se aktivirala tijekom faze učenja BSM kretnji, može imati izravan utjecaj na izvedbu naučenih BSM kretnji, odnosno dovesti do bolje izvedbe naučenih BSM kretnji u odnosu na SM.

Odnos u izvedbi SM i BSM kretnji u prvoj, kao i u drugoj fazi (eksperiment 2) izravno utječe na pojavu interakcije. Izvedba SM kretnji bolja je od BSM (faza 1), no razlika u izvedbi nije značajna što upućuje na korištenje jednog puta za imitaciju (u ovom slučaju direktnog). Točnija izvedba BSM kretnji nad SM u drugoj fazi utječe na pojavu interakcije. Značajan efekt učenja, od-

nosno značajno bolja izvedba BSM kretnji u drugoj fazi potvrđuje korištenje semantičkog puta tijekom imitacije. Ta je činjenica upravo ono što se istraživanjem nastojalo pokazati. No to ne isključuje mogućnost da su u prvoj fazi ispitanici tijekom imitacije ipak povremeno koristili semantički put. Ovim se istraživanjem dao naglasak na ispitivanje BSM kretnji i njihovu izvedbu nakon učenja. S obzirom na rezultate dobivene kombiniranom prezentacijom (eksperiment 2), odnosno pojavu značajne interakcije između faktora učenja i smislenosti, svakako bi dodatno trebalo ispitati procese koji su u osnovi imitacije SM pokreta. Da su dodatna ispitivanja potrebna ukazuje i istraživanje Bartolo i sur. (2001). Ona je zabilježila slučaj apraksične pacijentice koja je uspješno imitirala BSM, ali izrazito loše SM kretnje.

Upustimo li se u kvalitativnu analizu, također dobivamo informacije o mehanizmima korištenim za imitaciju kretnji. U odvojenom uvjetu (eksperiment 1) kod SM je kretnji pronađeno više semantičkih pogrešaka te pogreške korištenja tijela kao alata, što upućuje na aktivnost semantičkog mehanizma. "Tijelo kao alat", tipična pogreška semantičkog puta, javlja se i kod naučenih BSM kretnji te dodatno potvrđuje rezultate. Pojavljivanje tih dviju pogrešaka u kombiniranom uvjetu (eksperiment 2, faza 1) pokazuje da je iznimno mali broj ispitanika u nekim trenucima ipak prebacio aktivnost s jednog mehanizma na drugi.

Leksikalizacija, tipična pogreška BSM kretnji, se u odvojenom uvjetu češće javlja kad se ispitanici po prvi puta susreću s BSM kretnjama (BSM faza 1 i nove BSM faza 2), a u kombiniranom učestalije su u prvoj fazi. Takvi podaci upućuju da su za vrijeme aktivacije direktnog puta, koji nema "podršku" prethodno usvojenih znanja, ispitanici sebi ipak nastojali olakšati izvedbu koristeći neku od već poznatih kretnji. Proširimo li taj zaključak na svakodnevno funkcioniranje, dobivamo jasnu sliku adaptivnog ponašanja. Odabir najpogodnije strategije za usvajanje novih informacija i vještina omogućava nam skladan suživot s okolinom.

Učestala pojava parcijalne pogreške može se objasniti opterećenjem sustava kratkotrajnog radnog pamćenja, stoga je vjerojatno da će ta pogreška biti češća kod korištenja direktnog puta. Kvalitativna analiza prvog eksperimenta u skladu je s tom pretpostavkom, no isto se ne može reći za

drugi eksperiment. Kao dodatno objašnjenje takvim podacima može poslužiti i činjenica da su SM kretnje u prvoj fazi (eksperiment 2) bolje izvedene od BSM. Iako razlika nije značajna, dobiven trend moguće je objasniti povremenim korištenjem semantičkog puta. Nije, naime, isključeno da su se neki ispitanici nakon prezentirane npr. tri uzastopne SM kretnje "prebacili" na semantički put. Prezentacija BSM kretnji nakon toga otežala bi njihovu izvedbu zbog većeg opterećenja sustava kratkotrajnoga radnog pamćenja. Tome u prilog govori i pogreška "korištenja tijela kao alat", koja se pojavljuje u prvoj fazi drugog eksperimenta.

Perseveracija označava ponovljenu istu pogrešku na već izvedenom pokretu. Ako se javlja kod SM kretnji to može značiti da ispitanici imaju otprije usvojenu predodžbu kako izvesti određenu kretnju. Perseveracija kod naučenih BSM kretnji može značiti da su ispitanici krivo usvojili određenu kretnju te da zapravo smatraju kako je njihova izvedba ispravna. Gledano kroz oba eksperimenta perseveracija je češća tijekom izvedbe SM i naučenih BSM kretnji, što ukazuje na korištenje semantičkog puta u za to predviđenim uvjetima.

Upoznatost ispitanika sa smisljenošću (SM i/ili BSM) i načinom prikazivanja podražaja (odvojeno ili kombinirano) nije posebno ispitivana, no usporede li se dobiveni rezultati s istraživanjem Rumiati i Tessari (u pripremi) i taj faktor može imati svoj doprinos. One su pronašle da su se ispitanici u kombiniranoj prezentaciji bez upute (ispitanicima nije bio poznat redosljed prezentiranja podražaja) trudili prebacivati imitacijski proces s jednog puta na drugi, dok su u kombiniranoj prezentaciji s uputom podsvjesno odmah birali najprihvatljiviju strategiju, tj. direktni put (Rumiati i Tessari, u pripremi). Moguće je, stoga, da je i u ovom istraživanju ispitanicima strateški odabir bio olakšan s obzirom na upoznatost s načinom i smisljenošću podražaja.

Dobiveni rezultati o boljoj izvedbi SM kretnji nad BSM u odvojenom uvjetu, se ne mogu objasniti teorijom direktnog uparivanja. Prema tom pristupu odvojena izvedba SM i BSM kretnji trebala bi biti jednaka. Suprotno tome, rezultati ovog istraživanja u skladu su s teorijom cilju usmjerene imitacije, prema kojoj se BSM kretnje mogu gledati kao kretnje s manje važnim ciljevi-

ma ili bez cilja uopće. Upotrijebljene SM kretnje predstavljaju pantomimu korištenja predmeta. Stoga, ako i prikazani model ne radi sa sredstvom, značenje SM kretnje je jasno i usmjereno cilju te se automatski pokreće odgovarajući motorni program. Ipak, teorija cilju usmjerene imitacije treba proširiti svoje pretpostavke kako bi se mogla nositi s rezultatima dobivenim kombiniranom izvedbom SM i BSM kretnji. Unatoč tome što detaljno opisuje razinu podražaja i namjeru za imitacijom, teoriji nedostaje objašnjenje kako taj perceptivno – izvedbeni sustav rješava unutarnje karakteristike kretnje (svakodnevnost, varijacije u izvedbi i sl.) koju treba reproducirati, kao i kontekst u kojem se imitacija odvija.

Multipli mehanizmi koji se primjenjuju u imitaciji SM i BSM kretnji konzistentni su s Byrneovom teorijom utemeljenom na imitacijskim ponašanjima čimpanzi (Byrne, 1999). *Razina aktivnosti*, na kojoj se odvija površinsko kopiranje pokreta i koja omogućava točno dupliciranje detalja promatrane kretnje, slična je direktnom mehanizmu (put "a" na slici 2). *Programska razina*, koja omogućava hijerarhijsku reprezentaciju pokreta, može se gledati kao mehanizam koji koristi već pohranjene informacije o pokretima (put "b" na slici 2). Na pretpostavku da složena kretnja može biti sastavljena od zasebnih segmenata pokreta ukazuje i ovo istraživanje. Kvalitativna analiza pokazuje da su kretnje razdijeljene u manje jedinice: više parcijalnih i globalnih perseveracija pronađeno je kod imitacije BSM kretnji (eksperiment 1), ukazujući da su nove, nepoznate kretnje percipirane i izvedene kao sekvence pokreta, a ne kao pokret u cijelosti.

Rezultati provedenog istraživanja mogu poslužiti i za interpretaciju imitacijskog deficita pronađenog kod osoba s moždanim oštećenjima. U njih je imitiranje izvedeno različito s obzirom na kombiniranu ili odvojenu prezentaciju kretnji. Tako između SM i BSM kretnji nije pronađena značajna razlika ako su one prezentirane kombinirano (De Renzi, Motti i Nichelli, 1980), no razlika se pokazala značajnom pri odvojenim prezentacijama (Goldenberg i Hagmann, 1997; Bartolo i sur. 2001). Rezultati kombiniranog uvjeta mogu se objasniti reduciranim kognitivnim resursima. U situaciji limitiranih resursa, kod pacijenata s moždanim oštećenjima (De Renzi, Motti i Nichelli, 1981) i kod zdravih ispitanika u uvjetima ograni-

čena vremena (eksperiment 2, faza 1), kognitivni sustav može strateški odabrati mehanizam najprikladniji zadanoj situaciji. Naravno, to je direktna imitacija koja će omogućiti reprodukciju i SM i BSM kretnji. Gledano s kliničke strane, iz toga proizlazi da korištenje kombinirane prezentacije u svrhu razumijevanja apraksije može dovesti do pogrešnog objašnjenja imitacijskog deficita.

Važan aspekt provedenog istraživanja je usporedba rezultata s ostalim kognitivnim domenama. Strateški odabir najprikladnijeg mehanizma za imitaciju kretnji pod direktnim je utjecajem eksperimentalne liste (odvojena ili kombinirana prezentacija). Ta je činjenica već prethodno provjerena u istraživanjima s jezičnim zadacima. Odvojeno čitanje riječi i ne-riječi ukazuje na značajno bolju izvedbu riječi nad ne-riječima, dok se kombiniranom prezentacijom razlike gube (Monsell i sur, 1992; Tabossi i Laghi, 1992). U skladu s neuropsihološkim izvješćima (Bartolo i sur, 2001; Goldenberg i Hagmann, 1997) i studijama na zdravim ispitanicima (Rumiati i Tessari, 2002), reprodukcija kretnji može se odvijati ne samo direktnom transformacijom od vizualnog ulaznog podražaja u motorni izlazni podražaj (koji odgovara subleksičkim strategijama kod čitanja), već i uz pomoć informacija pohranjenih u dugotrajnom, semantičkom pamćenju (koje je povezano s leksičkim strategijama kod čitanja). Kao i kod čitanja, ova dva mehanizma za reprodukciju kretnji bit će aktivirana ovisno o korištenju eksperimentalnoj listi.

Na kraju, na temelju rezultata provedenog istraživanja, moguće je zaključiti da odvojena prezentacija smislenih i besmislenih kretnji omogućava točniju izvedbu smislenih kretnji nad besmislenim. Njihova kombinirana prezentacija, s druge strane, ne dovodi do razlike u točnosti izvođenja. Ti podaci ukazuju na mogućnost korištenja semantičkog puta za izvedbu smislenih, odnosno direktnog puta za izvedbu i smislenih i besmislenih pokreta.

Sagledani zajedno, ovi rezultati pokazuju da ljudi posjeduju strateške kontrole i imaju mogućnost učenja utemeljenu na statističkim i simboličkim manipulacijama, koje se ne odnose na samo jedan kognitivni aspekt, već su uobičajene za čitav kognitivni sustav.

LITERATURA

- Bartolo, A., Cubelli, R., Della Sala, S., Drei, S., i Marchetti, C. (2001). Double dissociation between meaningful and meaningless gesture production in apraxia. *Cortex*, 37, 696–699.
- Bekkering, H., Brassl, M., Woschinal, S. i Jacobs, A.M. (u pripremi). Goal-directed imitation in patients with Ideomotor Apraxia.
- Bekkering, H. i Wohl, A. (2002). Action perception and imitation: A tutorial. U W. Prins, i B. Hommel (Eds.), *Common mechanisms in perception and action* (Vol. 19, str. 294-314). Oxford University press (Attention and Performance).
- Brass, M., Bekkering, H. i Prinz, W. (2001). Movement observation affects movement execution in a simple response task. *Acta Psychologica*, 106, 3-22.
- Byrne, R.W. (1999). Seeing actions as hierarchically organized structures. Great ape manual skills. U A. Meltzoff, i W. Prinz (Eds.), *The Imitative Mind: Development, Evolution, and Brain Bases* (str. 122-140). Cambridge University Press.
- De Renzi, E. i Lucchelli, F. (1988). Ideational apraxia. *Brain*, 111, 1173-1185.
- De Renzi, E., Motti, F. i Nichelli, P. (1980). Imitating gestures: A quantitative approach to ideomotor apraxia. *Archives of Neurology*, 37, 6–10.
- Galić, S. (2002). *Neuropsihologijska procjena: testovi i tehnike*. Jastrebarsko: Naklada Slap.
- Galesse, V. i Goldman, A. (1998). Mirror neurons and the simulation theory of mind – reading. *Trends in Cognitive Sciences*, 2, 493-501.
- Goldenberg, G. i Hagmann, S. (1997). The meaning of meaningless gestures: A study of visuo-imitative apraxia. *Neuropsychologia*, 35, 333–341.
- Grafton, S.T., Arbib, M.A., Fadiga, L. i Rizzolatti, G. (1996). Localization of grasp representation in humans by PET: 2. Observation compared with imagination. *Experimental Brain Research*, 112, 103–111.

- Grezes, J., Costes, N. i Decety, J. (1999). The effects of learning and intention on the neural network involved in the perception of meaningless actions. *Brain*, *122*, 1875-1887.
- Grezes, J., Costes, N. i Decety, J. (1998). Top-down effect of strategy on the perception of human biological motion: a PET investigation. *Cognitive Neuropsychology*, *15*, 553-582.
- Iacoboni, M., Woods, R.P., Brass, M., Bekkering, H., Mazziotta, J.C. i Rizzolatti, G. (1999). Cortical mechanisms of human imitation. *Science*, *286*, 2526-2528.
- Mavrinac, R. i Arar, Lj. (1992). Razina obrade i pamćenja radnji. *Godišnjak Zavoda za psihologiju, Rijeka 1*, 101-104.
- Meltzoff, A.N. i Moore, M.K. (1997). Explaining facial imitation: A theoretical model. *Early Development and Parenting*, *6*, 179-192.
- Monsell, S., Patterson, K. E., Graham, A., Huges, C. H. i Milroy, R. (1992). Lexical and Sublexical Translation of Spelling to Sound: Strategic Anticipation of Lexical Status. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *18*, 452-467.
- Nagell, K., Olguin, R. S. i Tomasello, M. (1993). Processes of Social Learning in the Tool Use of Chimpanzees (*Pan troglodytes*) and Human Children (*Homo sapiens*). *Journal of Comparative Psychology*, *107*, 174-186.
- Petz, B. (1992). *Psihološki rječnik*. Zagreb: Prosvjeta
- Rizzolatti, G., Fogassi, L. i Galesse, V. (2001). Neuropsychological mechanisms underlying the understanding and imitation of actions. *Neuroscience*, *2*, 661-670.
- Rizzolatti, G., Fadiga, L., Galesse, V. i Fogassi, L. (1999). From mirror neurons to imitation: facts and speculations. U A. Meltzoff, i W. Prinz (Eds.), *The Imitative Mind: Development, Evolution and brain Bases* (str. 101-118). Cambridge University Press.
- Rizzolatti, G., Fadiga, L., Galesse, V. i Fogassi, L. (1996a). Premotor cortex and recognition of motor actions. *Cognitive Brain Research*, *3*, 131-141.
- Rizzolatti, G., Fadiga, L., Matelli, M., Bettinardi, V., Paulesu, E., Perani, D. i Fazio, G. (1996b). Localization of grasp representations in humans by PET: 1. Observation versus execution. *Experimental Brain Research*, *111*, 246-252.
- Rumiati, R.I. i Tessari, A. (u pripremi). Endogenous and exogenous factors play tricks on human imitation.
- Rumiati, R.I. i Tessari, A. (2002). Imitation of novel and well-known actions: the role of short-term memory. *Experimental Brain Research*, *142*, 425-433.
- Rumiati, R.I., Weiss, P.H., Assmus, A., Tessari, A., Zilles, C. i Fink, G. (u tisku). Brain structures involved in the strategic control of imitation of meaningful and meaningless actions. *Neuroimage*.
- Rumiati, R.I., Zanini, S., Vorano, L. i Shallice, T. (2001). A form of ideational apraxia as a selective deficit of contention scheduling. *Cognitive Neuropsychology*, *18*, 617-642.
- Tabossi, P. i Laghi, L. (1992). Semantic priming in the pronunciation of words in two writing systems: Italian and English. *Memory & Cognition*, *20*, 303-313.
- Wohlschläger, A. i Bekkering, H. (2002). Is human imitation based on a mirror-neuron system? Some behavioural evidence. *Experimental Brain Research*, *143*, 335-341.
- Wohlschläger, A., Gattis, M. i Bekkering, H. (2003). Action generation and action perception in imitation: An instantiation of the ideomotor principle. *Philosophical Transactions*, *358*, 501-515.

The effect of learning on the reproduction of meaningless actions

Daša Bosanac, Mladenka Tkalčić
University of Rijeka, Faculty of Philosophy
Department of Psychology

The objective of this study was to investigate the strategic use of imitative process employed in reproduction of meaningful and meaningless actions, and to investigate the effect of learning on reproduction of meaningless actions.

Two experiments were carried out with normal subjects who reproduced meaningful and meaningless actions within established time limit. The study investigated two factors which could potentially effect the selection of the imitative process: the composition of list (blocked or mixed presentation), and the learning process (novel or learned actions).

The results suggested that direct route can be used in the imitation of both meaningful and meaningless actions, while semantic route can be used only for imitation of well known, meaningful actions. Learning process effects reproduction of meaningless actions, enabling them the use of semantic route during the imitation process.

Key words: imitation, motor action, long-term memory, short-term working memory