
Ivan Slavković

Ispitivanje postojanja Ebbinghausove iluzije prilikom haptičke percepcije

Cilj istraživanja bio je da se ispita postojanje Ebbinghausove iluzije u haptičkom modalitetu. Stimulus se sastojao od tri sistema Tičenerovih krugova debljine 3.5 mm, fiksiranih na kartonskoj podlozi (centralnih i perifernih). Ispitanici su u sedećem položaju, zatvorenih očiju, sukcesivnim i kružnim pokretima prstiju haptički opažali stimulus sa zadatkom da usmeno odgovore na pitanje da li je desni centralni krug veći u odnosu na levi pri povećanju/smanjenju veličine perifernih krugova u odnosu na centralni za 10%, 20% i 30%. Na osnovu dobijenih rezultata, utvrđeno je da se poređenjem veličina identičnih centralnih krugova, centralni krug okružen manjim perifernim haptički opaža kao veći u odnosu na centralni krug okružen većim perifernim krugovima. Pokazano je da se Ebbinghausova iluzija javlja i prilikom haptičke percepcije. Rezultati se mogu objasniti nalazima istraživanja o povezanosti vizuelnog i haptičkog sistema prilikom opažanja.

Uvod

Zbog naglašavanja različitih karakteristika iluzije, ne postoji saglasnost između autora o optimalnoj definiciji ovog fenomena. Ipak, iluzija se najčešće definiše kao sistematsko registrovano odstupanje subjektivnog doživljaja od objektivnih mera (Gregory 1997).

Ebbinghausova iluzija je vrsta optičke iluzije u kojoj se veličina centralnog predmeta opaža relativno u odnosu na one koji ga okružuju (Massaro i Anderson 1971). Najpoznatiji primer iluzije dat

je u vidu dva sistema krugova od kojih je svaki centralni krug pojedinačnog sistema identične veličine u odnosu na onaj drugi, dok su periferni krugovi oko prvog centralnog kruga manji i bliži, a oko drugog veći i dalji (slika 1). Zbog učestalog korišćenja i popularizacije iluzije u engleskom govornom području od strane britanskog psihologa Edvarda Tičenera, često se čitav prikaz dva sistema krugova naziva alternativnim imenom „Tičenerovi krugovi” (Burton 2001).

Studije su pokazale da postoje četiri parametra koja određuju formiranje Ebbinghausove iluzije: veličina centralnog kruga, veličina perifernih krugova, broj perifernih krugova i rastojanje između kružnica centralnog i perifernog kruga (Massaro i Anderson 1971). Na osnovu datih studija izvodi se zaključak da su u zavisnosti od pomenutih parametara veličine centralnih krugova procenjene različito u odnosu na drugi centralni. Istraživanja pokazuju da menjanje određenih parametara, poput veličine i udaljenosti, kao i broja perifernih krugova uslovljava i drugačije vizuelno opažanje veličine centralnog kruga (Massaro i Anderson 1971). Ako su periferni krugovi bili veći, udaljeniji i samim tim malobrojniji, centralni krug je opažan kao manji u odnosu na krug identične veličine koji je okružen brojnijim, manjim i bližim perifernim krugovima. Navedeni rezultati predstavljaju primer koegzistencije tri pomenuta parametra, odnosno da promenom jednog dolazi i do promene druga dva (Roberts *et al.* 2005).

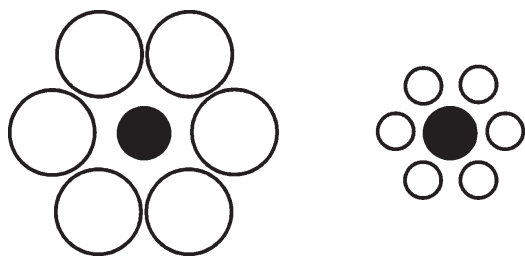
Međutim, sprovedena su istraživanja kojim je pokazano da postoji mogućnost izazivanja pojave Ebbinghausove iluzije variranjem samo dva ili čak jednog parametra. Takođe je pokazano da i u slučaju variranja samo jednog parametra, kon-

Ivan Slavković (1995), Sopot, Kralja Petra Prvog 5, učenik 4. razreda Gimnazije u Mladenovcu

MENTORI:

Ana Stojković, Filozofski fakultet Univerziteta u Beogradu

Milana Janković, Filozofski fakultet Univerziteta u Novom Sadu



Slika 1. Primer Ebbinghausove iluzije – Tičenerovi krugovi

Figure 1. Example of stimulus – Titchener circles

kretno veličine perifernih krugova (ostali parametri poput veličine centralnog kruga, broja perifernih, kao i rastojanja između centralnog i perifernih krugova bili su konstantni), dolazi do pojave Ebbinghausove iluzije (Massaro i Anderson 1971).

S druge strane, istraživanja pokazuju da postoji povezanost između vizuelne i haptičke percepcije. Prilikom praćenja moždane aktivnosti fMRI skenerom, ispitanici su vizuelnim i haptičkim putem prepoznavali određene objekte. Ustanovljeno je da prilikom haptičkog opažanja predmeta dolazi do moždane aktivnosti ne samo u senzomotornom delu korteksa (u kome se primaju signali nastali haptičkom percepcijom), već i u okcipitalnom, odgovornom za vizualnu obradu pristiglih nervnih signala. Navedeni nalazi ukazuju na pretpostavku da prilikom haptičke percepcije dolazi i do mentalne vizualizacije predmeta koji se opaža (Thomas *et al.* 2002).

Haptičko percipiranje određenih objekata u određenoj meri zavisi i od vrste materijala od kojih su sastavljeni, kao i stepena glatkoće. Pokazano je da je odnos između objektivne opažane kompresibilnosti i hrapavosti datih predmeta izražen u vidu eksponencijalne funkcije. Odnosno, što je opažani objekat hrapaviji i kompresovaniji, to se subjektivnije opaža, što upravo doprinosi jasnijem haptičkom opažanju bilo kojih predmeta sa datim karakteristikama (Bergmann Tiest i Kappers 2005).

Cilj istraživanja je ispitati da li postoji Ebbinghausova iluzija prilikom haptičke percepcije Tičenerovih krugova.

Hipoteze. H1. Budući da prilikom haptičkog opažanja određenog objekta dolazi i do vizualizacije istog (Thomas *et al.* 2002), u slučaju haptičkog opažanja Tičenerovih krugova doći će do pojave Ebbinghausove iluzije.

H2. Kako je poznato da menjanjem veličine perifernih krugova (značajnim povećanjem prečnika na jednom, odnosno njegovim smanjenjem na drugom skupu Tičenerovih krugova) dolazi do izraženije pojave Ebbinghausove iluzije (Massaro i Anderson 1971), pretpostavlja se da će odnos intenziteta iluzije u zadacima sa smanjenjem/povećanjem poluprečnika perifernih krugova za 10% i 20% biti približno jednak odnosu razlika u zadacima sa smanjenjem/povećanjem za 20% i 30%, dok će razlika između smanjenja/povećanja perifernih krugova za 10% i 30% biti veća nego razlika između dva gorepomenuta slučaja (10% i 20%, odnosno 20% i 30%).

Metod

Uzorak. Prigodan uzorak činilo je 20 polaznika Istraživačke stanice Petnica, oba pola, uzrasta 16-19 godina.

Stimulusi. Stimulusi predstavljaju tri sistema Tičenerovih krugova: povećanje/smanjenje veličine perifernih krugova za 10% (u daljem tekstu k1), povećanje/smanjenje za 20% (k2) i povećanje/smanjenje za 30% (k3), u odnosu na centralni krug. Debljina pomenutih krugova iznosi 3.5 mm. Krugovi su izrađeni pomoću 3D štampača i lepkom fiksirani na kartonsku podlogu dimenzija 28×51 cm. Parametri poput veličine centralnog kruga (14 mm), broja perifernih krugova oko pojedinačnog centralnog (6), kao i međusobnog rastojanja centralnog i perifernih krugova (5.95 mm) konstantni su. Udaljenost između centara perifernih krugova je fiksna (25.5 cm) i takva da su dva sistema Tičenerovih krugova u sva tri slučaja opažani kao odvojene celine.

Varijable. Nezavisna varijabla je veličina perifernih krugova. Sadrži tri nivoa:

- povećanje/smanjenje poluprečnika perifernih krugova u odnosu na poluprečnik centralnog za 10%
- povećanje/smanjenje poluprečnika perifernih krugova u odnosu na poluprečnik centralnog za 20%

- povećanje/smanjenje poluprečnika perifernih krugova prvog, odnosno drugog sistema krugova za 30% u odnosu na poluprečnik centralnog kruga.

Zavisna varijabla je procena odnosa veličina centralnih krugova oba sistema. Sastoji se od tri ponuđena odgovora:

- centralni krug okružen većim perifernim krugovima je veći u odnosu na centralni krug okružen manjim perifernim krugovima
- centralni krug okružen manjim perifernim krugovima je veći u odnosu na centralni krug okružen većim perifernim krugovima
- centralni krugovi dva sistema krugova su jednake veličine.

Postupak. Pre glavnog eksperimenta sprovedeno je pilot istraživanje na uzorku od 10 ispitanika kojim je uspostavljena gornja granica vremena opipavanja krugova (10.8s za periferne krugove i 3.1s za centralne). Nalazi pilot istraživanja pokazali su da je gornja granica opipavanja krugova 14 s. U glavnom istraživanju, dva međusobno odvojena sistema Tičenerovih krugova istovremeno su haptički opažana tako što je ispitanik najpre vrhovima spojenih prstiju (bez upotrebe palca) sukcesivno i kružnim pokretima dodirivao periferne krugove, a potom i centralni krug. Zatim su ispitanici, usmenim putem, davali odgovore na pitanje da li je desni centralni krug veći u odnosu na levi, manji, ili su oba centralna kruga jednake veličine. Kao što je već pomenuto, postoje dva sistema krugova i u zavisnosti od nivoa nezavisne varijable ispitanici su procenjivali

odnos veličina centralnih krugova koji su bili okruženi perifernim krugovima, koji su 10% manji u odnosu na centralni u prvom sistemu krugova, odnosno 10% veći u drugom u odnosu na veličinu centralnog kruga. Istovetan postupak važi i za povećanja/smanjenja veličine perifernih krugova za 20% i 30%. U cilju privremenog obustavljanja dotoka vizuelnih i proprioceptivnih informacija, ispitanik je opažao stimulse u sedećem položaju, zatvorenih očiju, podlakticama i dlanovima sa skupljenim prstima naslonjenim na sto. Za svaki pojedinačni od tri sistema Tičenerovih krugova, izvršena je procena veličine centralnog kruga deset puta, tako što je u prvih pet slučajeva centralni krug okružen većim perifernim krugovima postavljen sa leve, a u ostalim slučajevima sa desne strane. Na taj način je obavljeno 30 procena randomiziranim redosledom, nastalim putem automatskog sortiranja u programu Microsoft Excel.

Rezultati

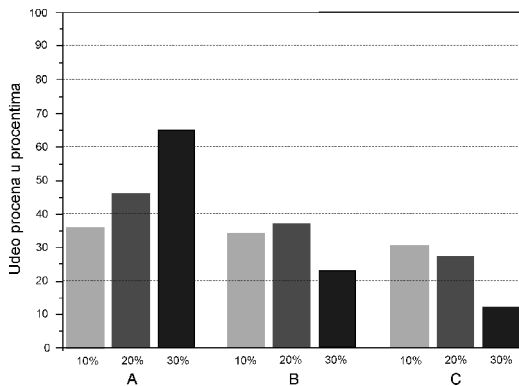
Na osnovu statističke obrade podataka putem binomijalnog testa dobijeni su rezultati koji potvrđuju postojanje Ebbinghausove iluzije prilikom haptičke percepcije, i to na k3 nivou, odnosno prilikom povećanja/smanjenja perifernih krugova za 30% ($p < 0.01$). U slučajevima povećanja/smanjenja perifernih krugova za 10%, odnosno 20%, nije dobijena statistička značajnost povezanosti veličine perifernih krugova sa pragom javljanja Ebbinghausove iluzije.

Takođe, pored binomijalnog, korišćen je i hi-kvadrat test, na osnovu koga je pokazano da po-

Tabela 1. Procena veličine centralnog kruga u zavisnosti od veličine i povećanja/smanjenja perifernih krugova

Procene	Povećanje/smanjenje veličine perifernih krugova za 10% (k1)	Povećanje/smanjenje veličine perifernih krugova za 20% (k2)	Povećanje/smanjenje veličine perifernih krugova za 30% (k3)
Veći centralni krug okružen većim perifernim krugovima	56 ^a	52 ^a	20 ^b
Veći centralni krug okružen manjim perifernim krugovima	74 ^a	96 ^b	133 ^c
Centralni krugovi su jednakih veličina	70 ^a	52 ^{a,b}	47 ^b

EkspONENTI a, b, c prikazuju da li postoji statistički značajna razlika između različitih nivoa poređenja; ako su isti, ne postoji statistički značajna razlika ($p < 0.05$), a kada su različiti važi suprotno.



Slika 2. Procenjena veličina centralnih krugova u zavisnosti od povećanja/smanjenja perifernih krugova u odnosu na centralni: A – veći centralni krug sa manjim perifernim krugovima, B – centralni krugovi su jednakih veličina, C – veći centralni krug sa većim perifernim krugovima.

Figure 2. The estimated size of central circles depending on the increase/decrease of the peripheral circles relative to the center circle: A – larger central circle with smaller peripheral circles, B – central circles of equal size, C – larger central circle with larger peripheral circles.

stoji statistički značajna razlika između k1 i k3, kao i između k2 i k3 nivoa. Između nivoa k1 i k2 nije dobijena statistički značajna razlika, dok je razlika između k1 i k3 nivoa veća nego razlika između k2 i k3. Dati rezultati prikazani su tabeli 1 i grafiku na slici 2.

Diskusija i zaključak

Na osnovu rezultata analiza, prva hipoteza je potvrđena, odnosno pokazano je da prilikom haptičke percepcije dolazi do pojave Ebbinghausove iluzije, kao i da je najizraženija na nivou k3. Rezultati se mogu objasniti nalazima istraživanja o parametrima koji određuju postojanje pojave Ebbinghausove iluzije (Massaro i Anderson 1971) i veze između okcipitalnog i senzomotornog režnja prilikom formiranja mentalne slike opažanog objekta (Thomas *et al.* 2002).

Menjanjem veličine perifernih krugova od k1 do k3 nivoa pokazano je da dolazi do izraženijeg efekta Ebbinghausove iluzije. Međutim, pomenuti efekat se javlja između k1 i k3 nivoa, gde je najveći, kao i k2 i k3 nivoa, dok između nivoa k1 i

k2 nije dobijena statistički značajna razlika. Ovi rezultati su u skladu sa nalazima prethodnih istraživanja učestalosti javljanja Ebbinghausove iluzije prilikom opažanja Tičenerovih krugova usled promene parametara poput veličine perifernih krugova (Massaro i Anderson 1971).

Dobijena odstupanja u odnosu na pojavu Ebbinghausove iluzije prilikom vizuelnog opažanja mogu se tumačiti time da haptičko opažanje nije toliko „jasno” kao vizuelno, odnosno da prilikom haptičkog opažanja, pored aktivacije senzomotornog dela korteksa, delimično dolazi i do aktivacije okcipitalnog (Thomas *et al.* 2002). Budući da je okcipitalni režanj samo delimično aktiviran prilikom haptičke percepcije, mentalna slika koja se dobija je, u smislu vremenskog trajanja i kvaliteta sadržaja, inhibirana u odnosu na sliku dobijenu vizuelnom percepcijom. Uslovno rečeno, ovaj nedostatak informacija pomera prag javljanja Ebbinghausove iluzije naviše, tako da se u slučaju haptičke percepcije Ebbinghausova iluzija javlja samo pri najvećim razlikama u veličinama perifernih krugova (Massaro i Anderson 1971). Može se zaključiti da je nejednaka razlika između k1-k2 i k2-k3 nivoa posledica dobijenih rezultata da na nivoima k1 i k2, gde ne dolazi do javljanja Ebbinghausove iluzije u onoj meri koja bi bila statistički značajna, odnosno tek pri nivou k3 dolazi do efekta Ebbinghausove iluzije. Uprkos kontrolisanju eksperimentalnih uslova, moglo je kod nekih ispitanika da dođe do zamaranja mišića i samim tim slanja manje preciznih informacija putem proprioceptora, što u krajnjem slučaju rezultuje stvaranjem drugačije slike u okcipitalnom režnju nego u stanju potpune odmorenosti mišića (Amedi *et al.* 2002). Na kraju, usled vremenski kratkog okvira formiranja slike opažanog predmeta, ali i zadržavanja slike objekta nastale haptičkim opažanjem, moglo je doći do pojave nepotpuno formirane slike usled nesistematskog opipavanja centralnih i perifernih krugova, odnosno, ukoliko su neki ispitanici sporije opipavali krugove, to je moglo dovesti do delimičnog gubljenja slike na osnovu koje se daju procene o veličini centralnih krugova. Isto tako, nepotpuno formiranje slike se moglo javiti i u slučaju neopipavanja jednog ili više krugova prilikom haptičkog opažanja (Amedi *et al.* 2002).

Predlaže se da se u narednim istraživanjima u okviru oblasti haptičke percepcije ispita posto-

janje Ebbinghausove iluzije prilikom haptičke percepcije, kod osoba koje su oslepele i onih koje su slepi od rođenja. Na ovaj način, moglo bi se dodatno utvrditi da li u slučaju gubitka čula vida i dalje, posle određenog vremenskog perioda, dolazi do aktiviranja okcipitalnog režnja prilikom haptičkog opažanja nekog predmeta, kao i da li kod osoba koje su slepe od rođenja dolazi do aktiviranja okcipitalnog režnja putem haptičke percepcije (Sathian 2005). U slučaju javljanja aktivnosti u okcipitalnom režnju prilikom haptičkog opažanja kod slepih osoba, mogla bi se otvoriti nova pitanja o mehanizmu prenosa nervnih signala kao i funkcionisanju pojedinih delova moždane sfere i povezanosti njenih regija.

Literatura

Amedi A., Jacobson G., Hendler T., Malach R., Zohary E. 2002. Convergence of Visual and Tactile Shape Processing in the Human Lateral Occipital Complex. *Cerebral Cortex*, **12**: 1202.

Bergmann Tiest W. M., Kappers A. M. L. 2006. Analysis of haptic perception of materials by multidimensional scaling and physical measurements of roughness and compressibility. *Acta Psychologica*, **121** (1): 1.

Burton G. 2001. The Tenacity of Historical Misinformation: Titchener Did Not Invent the Titchener Illusion. *The History of Psychology*, **4** (3): 228.

Gregory R. L. 1997. Knowledge in perception and illusion. *Philosophical Transactions B*, **352** (1358): 1121.

Massaro D. W., Anderson N. H. 1971. Judgmental model of the Ebbinghaus illusion. *Journal of Experimental Psychology*, **89**: 147.

Roberts B., Harris M. G., Yates T. A. 2005. The roles of inducer size and distance in the Ebbinghaus illusion (Titchener circles). *Perception*, **34** (7): 847.

Sathian K. 2005. Visual cortical activity during tactile perception in the sighted and the visually deprived. *Developmental Psychology*, **46** (3): 279.

Thomas W. J., Humphrey G. K., Gati J. S., Servos P., Menon R. S., Goodale M. A. 2002. Haptic study of three-dimensional objects activates extrastriate visual areas. *Neuropsychologia*, **40** (10): 1706.

Ivan Slavković

Ebbinghaus Illusion in Haptic Perception

In this study, we examined the Ebbinghaus illusion in haptic perception. The research was conducted on a sample of subjects matched by sex. While they were in the sitting position, with their eyes closed, using successive circular hand movements, the participants were haptically perceiving a stimulus which consisted of three systems of circles (peripheral and central). Each central circle was 3.5 millimeters thick, printed on a 3-D printer and glued on cardboard. The participants' task was to estimate the size of the right central circle compared to the left one and answer verbally in three different situations: increasing/decreasing the size of the peripheral circles by ten, twenty and thirty percent (k1, k2 and k3 level). Based on the results obtained, it was found that by comparing the sizes of identical central circles, the central circle surrounded by the larger peripheral circles was haptically perceived as larger with respect to the central circle surrounded by the larger peripheral circles. It was shown that the effect of the Ebbinghaus illusion manifested more frequently during the increase/decrease of the size of the peripheral circles by thirty percent with respect to the central circle. It was also shown that the effect manifested more frequently by comparing statistically significant differences on different levels, that is, the effect of the Ebbinghaus illusion manifested more frequently by comparing the differences between k1 and k3 than k2 and k3 levels. Additionally, the given findings contribute to the research conducted on the similarity of mechanisms of perception of the visual and the haptic level, that is, the effect of the Ebbinghaus illusion exists also in the haptic system. 