

## ĮVAIRAUS SIMETRIJOS LAIPSNIO DAUGIAKAMPIŲ SIMETRIJOS APTIKIMO YPATUMAI

### Ona Gurčinienė

Biologijos mokslų daktarė  
Vilniaus universitetas  
Gamtos mokslų fakultetas  
Biochemijos ir biofizikos katedra  
M. K. Čiurlionio g. 21/27, LT-03101 Vilnius  
Tel.: 239 82 37  
El. paštas: ona.gurciniene@gf.vu.lt

### Alvydas Šoliūnas

Gamtos mokslų daktaras  
Vilniaus universitetas  
Gamtos mokslų fakultetas  
Biochemijos ir biofizikos katedra  
M. K. Čiurlionio g. 21/27, LT-03101 Vilnius  
Tel.: 239 82 37  
El. paštas: alvydas.soliunas@gf.vu.lt

*Nors veidrodinė arba atspindžio simetrija, kaip svarbi regimųjų vaizdų formos savybė, įvairiapusiškai tiriama, iki šiol neaiškūs jos suvokimo mechanizmai, todėl reikia tolesnių teorinių ir empirinių tyrimų. Dauguma simetrijos suvokimo tyrimų atlikta su specifiniais taškiniais stimulais, reikalaujančiais detalios, taškas po taško analizės. Mūsų manymu, trūksta tyrimų su paprastais plokštuminiais daugiakampiais, kurių simetrija būtų aptinkama globaliai ir greitai. Šis tyrimas atliktas su daugiakampiais, sudarytais  $3 \times 3$  kvadratų matricos pagrindu, užimančiais 5 kvadratų plotą, pateikiamais trumpai (vidutiniškai 80 ms) galinio maskavimo sąlygomis. Figūros buvo arba idealiai simetrinės arba nesimetrinės, didelio, vidutinio ir mažo simetrijos laipsnio, orientuotos vertikaliai arba horizontaliai. Tiriamasis turėjo atsakyti, nuspausdamas atitinkamą klavišą, ar figūra simetrinė (idealiai simetrinėms), ar nesimetrinė (kad ir koks būtų simetrijos laipsnis). Rezultatai patvirtino vertikalios orientacijos pranašumą horizontalios atžvilgiu. Tiriemieji pagal kokybinius simetrijos ir asimetrijos aptikimo skirtumus suskirstyti į dvi grupes. Didesnė dalis tiriamųjų tiksliau ir greičiau aptinka asimetriją negu simetriją, tiksliau aptinka nedidelius nukrypimus nuo simetrijos, šių tiriamųjų trumpesnis bendras aptikimo laikas, o mažėjant nesimetrinių figūrų simetrijos laipsniui, asimetrijos aptikimo laikas trumpėja. Mažesnė dalis tiriamųjų tiksliau ir greičiau aptinka simetriją negu asimetriją, neskiria didžiausio simetrijos laipsnio nesimetrinių figūrų nuo simetrinių, jų ilgesnis bendras aptikimo laikas, beveik nepriklausantis nuo nesimetrinių figūrų simetrijos laipsnio. Vyrų greičiau negu moterų aptinka tiek simetriją, tiek asimetriją.*

Veidrodinė arba atspindžio simetrija (toliau – simetrija), kai viena simetrijos ašies pusė yra veidrodinis kitos pusės atspindys, svarbi tiek gyvųjų organizmų, tiek žmogaus sukurtų objektų formos savybė. Įvairūs simetrijos tyrimai atskleidė jos svarbą pamatiniuose suvokimo procesuose:

objektų atpažinimo (Pashler, 1990; Vetter and Poggio, 1994), objektų orientacijos erdvėje nustatymo (Szlyck et al., 1995; Wagemans, 1993; Wilson et al., 2000), figūros išskyrimo iš fono (Driver et al., 1992). Labai svarbus veiksnys, nulemiantis simetrijos aptikimo efektyvumą, yra

simetrijos ašies orientacija. Dauguma tyrimų rodo, kad lengviausiai aptinkama vertikali simetrija, paskui eina horizontali, o po šios – įstriža simetrija (Barlow and Reeves, 1979; Palmer and Hemenway, 1978; Royer, 1981; Pashler, 1990; Wagemans et al., 1992; Wenderoth and Welsh, 1998; Wenderoth, 1994, 1995, 1996, 1997, 2000). Nedideli nukrypimai nuo simetrijos lengvai aptinkami, kai yra arti simetrijos ašies, bet ne periferijoje (Bruce and Morgan, 1975). Yra darbų, rodančių, kad žmonės linkę pervertinti simetrijos kiekį regimajame vaizde (Carmody et al., 1977; Garner, 1970; King et al., 1976).

Tai, kad gamtoje ideali simetrija pasitaiko retai, kreipia dėmesį į įvairius simetrijos ir triukšmo (asimetrijos) santykių tyrimus. G. C. Barlow ir B. C. Reeves (1979) viename iš pirmųjų empirinių tyrimų nustatė, kad simetrinių taškinių tekstūrų atskyrimas nuo nesimetrinių pamažu blogėja mažėjant suporuotų taškų su nesuporuotais santykiui simetrinėse taškų tekstūrose ir priėjo prie išvados, kad simetrija nėra diskreti savybė, paremta principu „viskas arba nieko“, bet yra tolydinė savybė, po truputį mažėjanti didėjant triukšmo kiekiui. Ši išvada sulaukė palaikymo vėlesniuose tiek žemesnio, tiek aukštesnio simetrijos suvokimo lygių tyrimuose (Dakin and Herbert, 1998; Dakin and Hess, 1997; Dakin and Watt, 1994; Gurnsey et al., 1998; McBeath et al., 1997; Rainville and Kingdom, 2000; Csatho et al., 2004). P. Wenderoth (1997), naudodamasis tikslios simetrijos, didelio simetrijos laipsnio (80 proc.) ir atsitiktiniais taškiniais stimulais, užduotyje, reikalaujančioje atsakyti (tik tikslios simetrijos stimulams), ar stimulus simetrinis, ar nesimetrinis, nustatė, kad pateikiant didelio simetrijos laipsnio nesimetrinius stimulus buvo daroma daug klaidų ir sugaištama daugiau laiko, nei aptinkant visiškai simetrinius ir atsitiktinius taškinius stimulus.

Dauguma simetrijos aptikimo tyrimų atlikta su taškiniais stimulais (dažnai labai sudėtingais ir užimančiais didelį regos lauko plotą), reikalaujančiais detalaus, taškas po taško sulyginimo. Ch. S. Evans ir kiti (2000) pirmieji simetrijos aptikimo bandyme (tiriamieji turėjo atsakyti, simetrinis ar nesimetrinis vaizdas) panaudojo biologinius vaizdus, t. y. įvairių drugelių ir krabų, kurių natūrali forma yra truputį asimetrinė, nuotraukas. Iš jų tyrėjai kompiuteriu sukonstravo idealias simetrines formas ir siluetinius bei taškinius variantus (iš viso buvo trys skirtingi variantai), kurių kiekvienas buvo idealiai simetrinis ir mažai asimetrinis). Natūralių ir siluetinių vaizdų rezultatai patikimai nesiskyrė, natūraliai asimetrinių vaizdų vertinimas buvo lėtesnis ir ne toks tikslus kaip simetrinių, bet aukščiau atsitiktinių spėliojimų lygio, o taškinių asimetrinių vaizdų tiriamieji neatskyrė nuo simetrinių, jų aptikimo lygis buvo gerokai žemiau atsitiktinių spėliojimų lygio. Šio tyrimo rezultatai parodė, kad natūraliuose ir siluetiniuose biologinių objektų vaizduose žmonės sugeba išskirti nedidelius nukrypimus nuo simetrijos, o taškiniuose – ne. Taip pat šis tyrimas patvirtino vertikalios simetrijos pranašumą prieš kitų orientacijų simetriją, tačiau nepatvirtino horizontalios orientacijos pranašumo prieš įstrižą. Didesnis jautrumas simetrijos iškraipymams natūraliuose ir siluetiniuose vaizduose nei taškiniuose gali būti nulemtas adaptacinio mechanizmo, t. y. didelio patyrimo su dažnai natūralioje aplinkoje pasitaikančiais objektais, turinčiais nedidelių simetrijos pažeidimų, tačiau šis skirtumas gali būti susietas ir su tuo, kad biologiniai natūralistiniai arba siluetiniai vaizdai gali būti priskirtini vientisų paprastų stimulų grupei, kuriems pakanka globalios paviršutiniškos, žemų dažnių analizės simetrijai, kaip jų formos savybei arba jos iškraipymams, aptikti, o to nepakanka taškiniams stimulams.

H. R. Wilson ir F. Wilkinson (2002), naudodami žmonių galvų radialinius įvairių dažnių komponentus, nustatė, kad užtenka dviejų žemo dažnio komponentų (RF2 + RF3) simetrijai galvos kontūre aptikti, teigdami, kad simetrija aptinkama pagal žemų erdviųjų dažnių komponentus. Be to, jie nustatė, kad simetrija tokiuose nufiltruotuose galvos kontūruose yra aptinkama esant net 8,0 laipsnių ekscentricitetui (vaizdo simetrijos ašies atstumui nuo fiksacijos taško), o taškinių stimulų simetrijos aptikti negalima, kai ekscentricitetas didesnis nei 3,8 laipsnio (Gurnsey et al., 1998). Informacija, naudojama simetrijai aptikti nufiltruotose (angl. *bandpass*) atsiktinių taškų struktūrose, yra siauroje maždaug 3,5 ciklo pločio juostoje abipus simetrijos ašies (Dakin and Herbert, 1998), o kai H. R. Wilson ir F. Wilkinson pašalino net 5 ciklų juostą apie simetrijos ašį, vidurkiniai tiriamųjų rezultatai reikšmingai nepakito. Iš minėtų ir kitų skirtumų autoriai daro prielaidą, kad atsiktinių taškų struktūrų ir biologinių formų simetrijos analizės mechanizmai yra skirtingi ir galbūt net lokalizuoti skirtingose smegenų srityse. Vėl kyla klausimas, ar minėti skirtumai yra nulemti taškinių stimulų specifiškumo, ar specialaus mechanizmo biologinių formų simetrijai suvokti. Mūsų manymu, nepakanka paprastų plokštuminių daugiakampių kontūrų, formomis artimesnių biologinėms formoms, nei taškinių tekstūros simetrijos aptikimo tyrimų. Literatūroje neradome nė vieno šaltinio, kuriame būtų tirta simetrijos ir asimetrijos aptikimo priklausomybė nuo simetrijos laipsnio naudojant kitokio tipo, išskyrus taškinius, stimulus. Todėl ir pabandėme atlikti simetrijos ir asimetrijos aptikimo tikslumo ir laiko tyrimą naudodami skirtingo simetrijos laipsnio paprastus, vientisus, mažo dydžio, plokštuminius daugiakampius, kurių simetrija turėtų būti aptinkama visuotinai ir greitai, žemų erdviųjų dažnių pagrindu.

## Metodika

**Tiriamieji.** Tyrime dalyvavo 32 normalaus arba koreguoto regėjimo 21–24 metų Vilniaus universiteto Gamtos mokslų fakulteto studentai, 11 vyrų ir 21 moteris. Visi tiriamieji tokio pobūdžio psichofizikiniame bandyme dalyvavo pirmą kartą.

**Aparatūra.** Tiriamieji bandymus atliko *Pentium* klasės kompiuteriu (200 MHz procesorius; 48 MB operacinė atmintis), kurio displejus SVGA tipo, įstrižainė 38 cm, MS-DOS aplinkoje, kai skiriamoji geba 640 × 480 taškų, o horizontalios skleistinės dažnis 60 Hz. Mokomoji ir eksperimentinė programos parašytos *Turbo-pascal* 6 programine kalba.

**Stimulai.** Tai sunkiai žodžiais apibūdinamos figūros – plokštuminiai daugiakampiai, sudaryti 3 × 3 kvadratų matricos pagrindu, užimantys vienodą penkių kvadratų plotą. Visą testo figūrų rinkinį sudarė 160 aštuonių tipų figūrų, po 20 kiekvieno tipo:

VS – simetrinės figūros, kurių viena pusė pagal vertikalią ašį yra veidrodinis kitos pusės atspindys, tai atspindžio arba veidrodinė simetrija (toliau paprastumo dėlei vadinama simetrija);

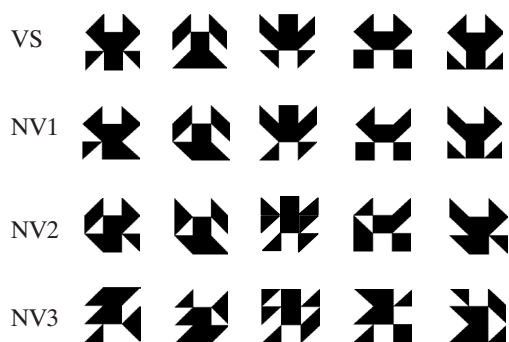
HS – simetrinės pagal horizontalią ašį figūros, gautos vertikalios simetrijos figūras pasukus 90° kampu pagal laikrodžio rodyklę;

NV1 – nesimetrinės, didelio simetrijos laipsnio vertikalios ašies atžvilgiu figūros, sudarytos iš VS figūrų pakeitus vieno matricos kvadrato elementą vienoje simetrijos ašies pusėje;

NV2 – nesimetrinės vidutinio simetrijos laipsnio pagal vertikalią ašį figūros, turinčios nesimetrinių elementų dviejuose matricos kvadratuose;

NV3 – nesimetrinės mažo simetrijos laipsnio vertikalios ašies atžvilgiu figūros, turinčios nesimetrinių elementų trijuose matricos kvadratuose.

Apskaičiavę kvadratų su vienodais figūros elementais abipus simetrijos ašies skaičiaus santykį su bendru kvadratų skaičiumi matricoje, gausime skaitines simetrijos kiekio nesimetrinėse figūrose išraiškas: 0,78 – NV1, 0,56 – NV2 ir 0,33 – NV3 tipo figūrų. Po penkis VS, NV1, NV2 ir NV3 tipų figūrų pavyzdžius pateikta 1 pav.



1 pav. Bandymo figūrų pavyzdžiai:

VS – simetrinės pagal vertikalią ašį;

NV1 – nesimetrinės didelio simetrijos laipsnio pagal vertikalią ašį;

NV2 – nesimetrinės vidutinio simetrijos laipsnio pagal vertikalią ašį;

NV3 – nesimetrinės mažo simetrijos laipsnio pagal vertikalią ašį

NH1, NH2 ir NH3 – nesimetrinės atitinkamai didelio, vidutinio ir mažo simetrijos laipsnio horizontalios ašies atžvilgiu figūros, gautos NV1, NV2 ir NV3 tipų figūras pasukus  $90^\circ$  kampą pagal laikrodžio rodyklę.

Figūros ekrane buvo baltos juodame fone,  $1,7 \times 1,7$  cm dydžio, tai sudarė  $2^\circ \times 2^\circ$  kampinio dydžio stimuliacijos zoną.

**Tyrimo eiga.** Pirmiausia tiriamasis perskaitydavo instrukciją, kurioje buvo nurodytos tyrimo sąlygos. Bandymai buvo atliekami įprastoje aplinkoje, natūralaus, dienos foninio apšvietimo sąlygomis, tiriamajam sėdint prie stalo 50–60 cm atstumu nuo monitoriaus ekrano. Pradžioje

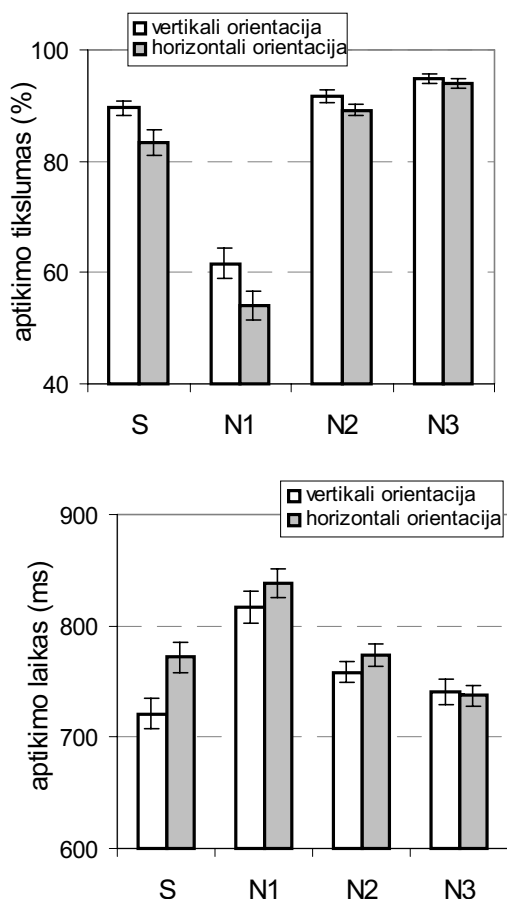
kiekvienam tiriamajam buvo parodomos 2–3 bandomosios serijos po 10 simetrinių ir 20 nesimetrinių figūrų, siekiant nustatyti testo figūrų pateikimo laiką, kuriam esant aptikimo tikslumas būtų 60–90 proc. ir kuris tyrimo metu nebuvo keičiamas. Bandymas prasidėdavo tiriamajam nuspaudus kompiuterio pelės klavišą – juodame fone 500 ms pasirodydavo baltas fiksacijos taškas. Po šio taško tiriamiesiems nuo 17 iki 300 ms (vidurkis 81 ms) pasirodydavo testo figūra, o po šios figūros 500 ms buvo pateikiamas baltas maskuojantis kvadratas, visiškai užklojantis testo figūrą. Tuomet tiriamasis kiek galima greičiau, kadangi registruojamas aptikimo laikas, turėjo nuspausti klaviatūros klavišą „V“, jei nusprendė, kad figūra simetrinė, ir klavišą „C“, jei jam atrodė, kad figūra nesimetrinė. Du vyraujančios rankos pirštus bandymo metu tiriamasis turėjo laikyti ant šių klavišų. Programa toliau nebuvo vykdoma tol, kol tiriamasis nenuspausdavo vieno iš atsakymui skirtų klavišų. Tiriamajam nuspaudus atsakymo klavišą, po 200 ms pasirodydavo fiksacijos taškas ir prasidėdavo naujas bandymas. Kiekvienam tiriamajam 160 pateikimų ciklas (po 20 kiekvieno tipo figūrų) buvo kartojamas 3 kartus, tarp ciklų tiriamasis galėjo pailsėti. Visų tipų figūros buvo pateikiamos sumišai, atsitiktine tvarka. Bandymas trukdavo apie 40 minučių.

**Duomenų vertinimas.** Aptikimo tikslumo, t. y. teisingai detektuotų simetrinių ir nesimetrinių figūrų kiekio, išreikšto procentais, ir aptikimo laiko, t. y. laiko tarpo nuo testo figūros pateikimo pradžios iki atsakymo klavišo nuspaudimo, skirtumų patikimumas buvo vertinamas pagal *t* testą ir pagal Newman-Keulso *post-hoc* testą. Nesimetrinių figūrų aptikimo tikslumo ir laiko priklausomybė nuo jų simetrijos laipsnio buvo vertinama taikant tiesinę regresinę analizę. Paveikslų diagramose atidėta vidutinė standartinė paklaida.

## Rezultatai

Visų tiriamųjų vidurkiniai simetrinių pagal vertikalią ir horizontalią ašis ir atitinkamos orientacijos skirtingo simetrijos laipsnio nesimetrinių figūrų aptikimo tikslumo ir laiko rezultatai matyti 2 pav.

Šis tyrimas patvirtino vertikalios simetrijos pranašumą prieš horizontalią tiek pagal aptikimo tikslumą, tiek pagal laiką. Vertikalios simet-



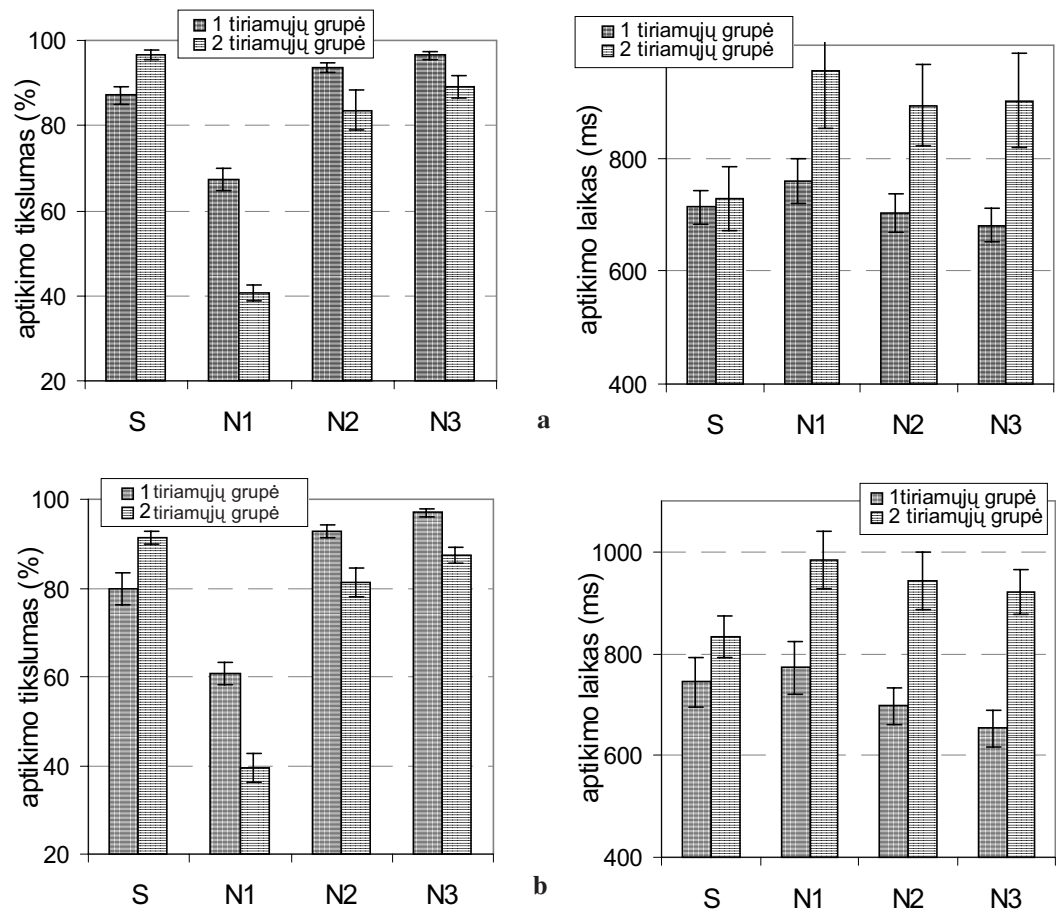
2 pav. Vidurkinis visų tiriamųjų pasiektas simetrinių figūrų simetrijos aptikimo tikslumas ir laikas (S) ir nesimetrinių didelio (N1), vidutinio (N2) ir mažo (N3) simetrijos laipsnio figūrų asimetrijos aptikimo tikslumas ir laikas

rijos aptikimo tikslumas (89,6 proc.) pagal t testą patikimai didesnis nei horizontalios (83,4 proc.),  $t(62) = 2,32$ ;  $p < 0,03$ , o laikas, sugaištas simetrijai pagal vertikalią ašį aptikti (721,2 ms), patikimai trumpesnis už horizontalios simetrijos aptikimo laiką (771,9 ms),  $t(62) = -2,67$ ;  $p < 0,01$ . Mažėjant nesimetrinių figūrų simetrijos laipsniui, didėja šių figūrų aptikimo tikslumas ir trumpėja aptikimo laikas. Atlikus nesimetrinių figūrų aptikimo tikslumo ir laiko priklausomybės nuo simetrijos laipsnio regresinę analizę nustatytas aptikimo tikslumo  $R = 0,809$ ,  $F(1, 94) = 178,5$ ,  $p < 0,0001$  ir aptikimo laiko  $R = 0,533$ ,  $F(1,94) = 37,44$ ,  $p < 0,0001$  koreliacijos koeficientas. Didžiausio simetrijos laipsnio nesimetrinių figūrų NV1 ir NH1 aptikimo tikslumai (atitinkamai 61,65 proc. ir 54,06 proc.) pagal Newman-Keulso *post-hoc* lyginamosios analizės rezultatus skiriasi patikimai,  $p < 0,01$  ir yra patikimai mažesni už kitų figūrų grupių aptikimo tikslumą, o NV1 ir NH1 figūrų aptikimo laikai (atitinkamai 816,7 ir 838,6 ms) tarpusavyje patikimai nesiskiria, bet yra patikimai ilgesni už kitų figūrų grupių aptikimo laiką. Tarp NV2 ir NH2, taip pat tarp NV3 ir NH3 tipo nesimetrinių figūrų aptikimo tikslumų ir laikų patikimų skirtumų nėra. Vertikalios simetrijos VS figūrų aptikimo tikslumas (89,6 proc.) nepatikimai mažesnis už nesimetrinių NV2 (91,6 proc.) ir NV3 (94,8 proc.) figūrų aptikimo tikslumą, o VS figūrų aptikimo laikas (721,2 ms) nepatikimai trumpesnis už NV2 (758,1 ms) ir NV3 (740,3 ms) figūrų aptikimo laiką. Nepatikimai skiriasi NV2 ir NV3 figūrų simetrijos aptikimo tikslumas ir laikas. Panašūs skirtumai nustatyti ir tarp horizontalios orientacijos simetrinių, ir skirtingo laipsnio nesimetrinių figūrų, išskyrus tai, kad nesimetrinių NH2 (89,2 proc.) ir NH3 (94 proc.) tipo figūrų aptikimo tikslumas patikimai didesnis už simetrinių (83,4 proc.), ati-

tinkamai  $p < 0,02$  ir  $p < 0,001$ , o nesimetrinių NH3 tipo figūrų aptikimo laikas (737,7 ms) nepatikimai trumpesnis už simetrinių (771,9 ms). Vidurkiniai visų tiriamųjų rezultatai leidžia daryti išvadą, kad simetrinės figūros neturi pranašumo, palyginti su nesimetrinėmis vidutinio ir mažo simetrijos laipsnio figūromis tokioje simetrijos aptikimo užduotyje, kai yra skirtingo simetrijos laipsnio nesimetrinės figūros ir ribojamas figūros analizės laikas.

Gilesnė kiekvieno tiriamojo rezultatų anali-

zė paskatino tiriamuosius perskirti į dvi nelygias dalis pagal kokybinius simetrinių ir vidutinio bei mažiausio simetrijos laipsnio nesimetrinių figūrų aptikimo tikslumo ir greičio skirtumus (3 pav.). Iš 32 tiriamųjų 25 greičiau ir tiksliau detektavo vertikaliuosius, o 22 – horizontalios orientacijos antro ir trečio laipsnio nesimetrines figūras, palyginti su simetrinėmis (pirma gr.), septyni tiriamieji tiksliau ir greičiau detektavo vertikaliuosius, o dešimt tiriamųjų – horizontalios orientacijos simetrines negu nesimetrines figūras (antra gr.) (3 pav.)



3 pav. Simetrinių figūrų simetrijos aptikimo tikslumas ir laikas (S) ir nesimetrinių didelio (N1), vidutinio (N2) ir mažo simetrijos laipsnio figūrų asimetrijos aptikimo tikslumas ir laikas: a – vertikali, b – horizontali orientacija

Pagal Newmano–Keulso *post-hoc* lyginamosios analizės rezultatus 25 tiriamųjų (1 gr.) vertikalios simetrijos aptikimo tikslumas (87,2 proc.) patikimai mažesnis už NV3 (96,5 proc.) ir NV2 (93,7 proc.) nesimetrinių figūrų aptikimo tikslumą, abiem atvejais  $p < 0,01$ , o NV1 nesimetrinių figūrų aptikimo tikslumas (67,3 proc.) patikimai mažesnis už VS, NV2 ir NV3 figūrų aptikimo tikslumą, visais atvejais  $p < 0,001$ . Šios tiriamųjų grupės NV1 figūrų aptikimo laikas (759,5 ms) patikimai ilgesnis už NV2 (702,7 ms),  $p < 0,03$  ir NV3 (680,8 ms)  $p < 0,01$  figūrų aptikimo laiką, kiti skirtumai nepatikimi. Aptikimo laiko regresinė analizė šiai tiriamųjų grupei rodo patikimą aptikimo laiko mažėjimą mažėjant nesimetrinių figūrų simetrijos laipsniui, koreliacijos koeficientas  $R = 0,468$ ;  $F(1;71) = 19,67$ ,  $p < 0,0001$ .

Septyni tiriamieji (antra gr.) patikimai tiksliau detektavo vertikalios orientacijos simetrisines figūras VS (96,7 proc.) nei NV1 (40,6 proc.),  $p < 0,0001$ , NV2 (83,6 proc.),  $p < 0,01$  ir NV3 (89,2 proc.),  $p < 0,02$  tipų nesimetrines figūras, o NV1 figūrų aptikimo tikslumas, per penkias standartines paklaidas esantis žemiau už atsitiktinių spėliojimų lygį, patikimai mažesnis už NV2 ir NV3 figūrų aptikimo tikslumą, abiem atvejais  $p < 0,001$ , NV2 ir NV3 figūrų aptikimo tikslumas skiriasi nepatikimai. Šių tiriamųjų simetrinių figūrų aptikimo laikas (727,5 ms) patikimai trumpesnis už NV1 (955,1 ms), NV2 (893,1 ms) ir NV3 (902,3 ms) nesimetrinių figūrų aptikimo laiką, visais atvejais  $p < 0,001$ . NV1 ir NV2 bei NV1 ir NV3 figūrų aptikimo laiko skirtumai yra ties patikimumo riba, atitinkamai  $p = 0,042$  ir  $p = 0,046$ , o regresinė analizė rodo nepatikimą nesimetrinių figūrų aptikimo laiko priklausomybę nuo jų simetrijos laipsnio, koreliacijos koeficientas  $R = 0,38$ ;  $F(1; 20) = 3,21$ ,  $p = 0,09$  (3 pav., a).

Aptartų tiriamųjų grupių rezultatai skiriasi ne tik kokybiškai, bet ir kiekybiškai. Mažesnės antros grupės tiriamųjų vidutinis figūrų pateikimo laikas (168,6 ms) triskart ilgesnis už pirmos didesnės grupės tiriamųjų vidutinį figūrų pateikimo laiką (56,6 ms), iš aštuonių tiriamųjų, kuriems figūrų pateikimo laikas buvo lygus arba ilgesnis už 100 ms, net šeši pateko į antrą grupę. Patikimai ilgesnis šios grupės tiriamųjų ir vidutinis aptikimo laikas (869,5 ms), palyginti su pirmos tiriamųjų grupės vidutiniu aptikimo laiku (714,1 ms),  $t(37) = 3,49$ ;  $p < 0,001$ , nors vidutinis aptikimo tikslumas (77,5 proc.) patikimai nesiskiria nuo pirmos grupės tiriamųjų vidutinio aptikimo tikslumo (86,2 proc.),  $t(33) = -1,85$ ;  $p = 0,08$ . Dideli ir patikimi mažiausiai asimetrinių NV1 figūrų aptikimo tikslumo skirtumai: pirmos grupės tiriamųjų 67,3 proc., antros grupės 40,6 proc. (penkiomis standartinėmis paklaidomis žemesnis už atsitiktinių spėliojimų lygį),  $p < 0,0001$ .

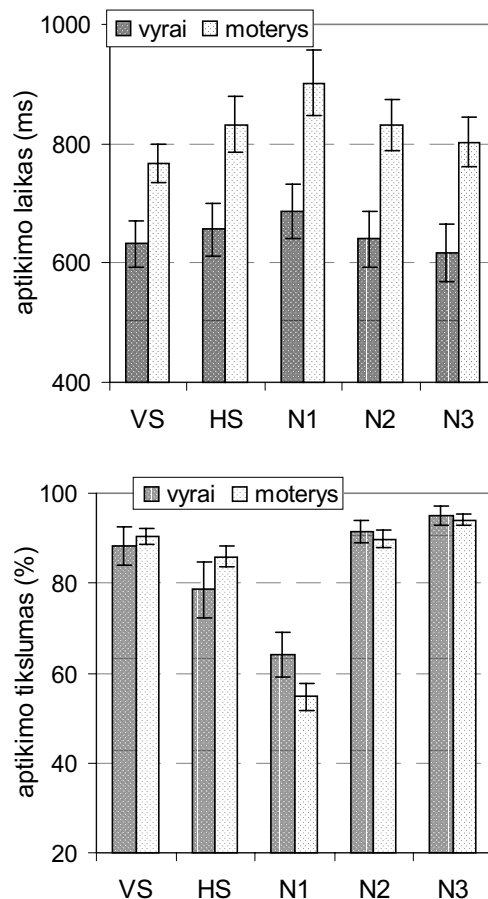
22 tiriamieji (pirma gr.), iš kurių net 21 priklausau 25 tiriamųjų, tiksliau ir greičiau detektavusių vertikalios orientacijos antro ir trečio laipsnio nesimetrines negu simetrisines figūras, grupei, patikimai tiksliau detektavo ir horizontalios orientacijos nesimetrines NH2 (92,8 proc.) ir NH3 (97 proc.) tipo figūras negu simetrisines HS (79,8 proc.) tipo figūras,  $p < 0,001$ . NH1 figūrų aptikimo tikslumas (60,7 proc.) patikimai mažesnis už HS, NH2 ir NH3 figūrų aptikimo tikslumą ( $p < 0,001$ ). Šių tiriamųjų simetrinių figūrų aptikimo laikas (744 ms) patikimai ilgesnis už nesimetrinių NH3 (653,9 ms),  $p < 0,001$  ir nepatikimai už NH2 (697 ms) figūrų aptikimo laiką, o NH1 figūrų aptikimo laikas (773 ms) patikimai ilgesnis už NH2 ( $p < 0,01$ ) ir NH3 ( $p < 0,001$ ) figūrų aptikimo laiką. Regresinė nesimetrinių figūrų aptikimo laiko analizė patvirtina patikimą aptikimo lai-

ko mažėjimą mažėjant šių figūrų simetrijos laipsniui, koreliacijos koeficientas  $R = 0,678$ ,  $F(1; 65) = 54,4$ ,  $p < 0,0001$ .

Dešimties tiriamųjų (antra gr.), šeši iš kurių priklauso septynių tiriamųjų, tiksliau ir greičiau detektavusių vertikalios orientacijos simetris nesimetrines figūras, grupei, horizontalios simetrijos HS figūrų aptikimo tikslumas (91,3 proc.) patikimai didesnis už nesimetrinių figūrų NH1 (39,5 proc.,  $p < 0,001$ ), NH2 (81,3 proc.,  $p < 0,02$ ) aptikimo tikslumą, bet nepatikimai didesnis už NH3 figūrų aptikimo tikslumą (87,4 proc.), o NH1 figūrų aptikimo tikslumas patikimai mažesnis už NH2 bei NH3 figūrų aptikimo tikslumą ( $p < 0,001$ ). Šie tiriamieji ne tik tiksliau, bet ir patikimai greičiau detektavo simetris HS (833,2 ms) negu nesimetrines NH1 (982,9 ms), NH2 (942,4 ms) ir NH3 (922,1 ms) tipų figūras, visais atvejais  $p < 0,001$ . Pagal nesimetrinių figūrų aptikimo laiko regresinę analizę jo priklausomybė nuo figūrų simetrijos laipsnio yra ties patikimumo riba, koreliacijos koeficientas  $R = 0,37$ ,  $F(1; 29) = 4,55$ ,  $p = 0,042$  (3 pav., b).

22 tiriamųjų vidurkinis visų tipų figūrų aptikimo laikas (717 ms) patikimai trumpesnis už 10 tiriamųjų tą patį aptikimo laiką (920,2 ms,  $t(94) = 5,99$ ;  $p < 0,0001$ ), o šių žmonių grupių bendro vidutinio aptikimo tikslumo skirtumas (pirmos gr. – 82,6 proc., antros gr. – 74,8 proc.) yra ties patikimumo riba ( $t(63) = 1,91$ ;  $p = 0,06$ ). Antros tiriamųjų grupės vidutinis figūrų pateikimo laikas (99 ms) yra 26 ms ilgesnis už tą patį pirmos tiriamųjų grupės laiką (73 ms). Antros tiriamųjų grupės NH1 figūrų aptikimo tikslumas (39,5 proc.) daug blogesnis (per tris standartines paklaidas esantis žemiau atsitiktinių spėliojimų lygio) už pirmos grupės tų pačių figūrų aptikimo tikslumą (60,7 proc.),  $p < 0,0001$ .

Šio tyrimo rezultatai išryškino akivaizdžius vyrų ir moterų kiekybinius aptikimo laiko skirtumus esant nedideliems, nepatikimiems aptikimo tikslumo skirtumams (4 pav.). Vyrų patikimai greičiau negu moterys aptinka tiek abiejų orientacijų simetris, tiek trijų tipų nesimetrines figūras (paveiksle pateikti nesimetrinių figūrų vertikalios ir horizontalios orientacijos vidurkiniai rezultatai), visais atvejais  $p < 0,001$ .



4 pav. Vyrų ir moterų pasiėktas simetrijų pagal vertikalią (VS) ir horizontalią (HS) ašį figūrų simetrijos aptikimo laikas bei tikslumas ir nesimetrinių didelio (N1), vidutinio (N2) ir mažo (N3) simetrijos laipsnio figūrų asimetrijos aptikimo laikas bei tikslumas (pateiktas vertikalios ir horizontalios orientacijų vidurkis)



## Rezultatų aptarimas

Šis tyrimas papildė ilgą eilę darbų, liudijančių vertikalios simetrijos pranašumą prieš horizontalią, t. y. kad simetrija pagal vertikalią ašį suvokiama greičiau ir tiksliau negu simetrija pagal horizontalią ašį. R. W. Ferguson (2000), modeliuodamas orientacijos efektus aptinkant simetriją, priėjo prie išvados, kad vertikalios orientacijos pranašumas prieš horizontalią gali būti nulėmtas fenomenologinių skirtumų regos sistemoje tarp vertikaliai (viršus – apačia) ir horizontaliai (kairė – dešinė) orientuotų ryšių vizualinėje struktūroje, o ne simetrijos ašies orientacijos tikrinimo tvarkos (pirmiausia tikrinama vertikali, paskui horizontali ir kitos). Daroma prielaida, kad vertikalūs ryšiai vizualinėje struktūroje yra kryptingi (angl. *directed*), o horizontalūs ryšiai yra komutatyvūs (angl. *commutative*).

Šiame darbe nustatyta bendro visų tiriamųjų nesimetrinių figūrų aptikimo tikslumo ir laiko priklausomybė nuo jų simetrijos laipsnio, t. y. kad mažėjant simetrijos laipsniui gerėja jų aptikimo tikslumas ir trumpėja aptikimo laikas, neprieštarauja G. C. Barlow ir B. C. Reeves (1979), P. Wenderoth (1997) tyrimų naudojant taškinius stimulus rezultatams. Patikimas aptikimo tikslumo skirtumas tarp NV1 (61,7 proc.) ir NH1 (54,1 proc.), t. y. tarp didžiausia simetrija pasižyminčių vertikalios ir horizontalios orientacijos nesimetrinių figūrų, rodo, kad žmonės yra jautresni nedideliems vertikalios simetrijos pažeidimams negu horizontalios, kurios aptikimo tikslumas yra arti atsitiktinių spėlojimų ribos. Nedideli simetrijos pagal horizontalią ašį iškrypimai yra sunkiai aptinkami, t. y. tokios figūros beveik pusėje pateikimų priskiriamos simetrinėms. Ch. S. Evans ir kt. (2000) tyrime dideli simetrijos aptikimo tikslumo skirtumai pasireiškė būtent tarp natūraliai, nedaug asimetrinių

drugelių ir krabų formų (66,5 proc.) ir iš jų padarytų taškinių vaizdų (37,1 proc.). NV1 figūrų aptikimo tikslumas, artimas minėtame darbe nedidelės asimetrijos biologinių formų aptikimo tikslumui, leistų daryti prielaidą, kad skirtumai tarp biologinių formų ir taškinių stimulų nulėmti ne biologinio veiksnio, o taškinių stimulų specifškumo, jei būtų galima kiekybiškai palyginti nedidelę plokštuminių daugiakampių, naudotų šiame darbe, asimetriją su natūralia biologinių formų asimetrija Ch. S. Evans ir kt. tyrime.

Individualius kokybinius skirtumus pagal simetrijos ir asimetrijos suvokimo tikslumą ir greitį norisi gretinti su individualiais vaizdų tarpusavio panašumo tyrimuose gautais skirtumais (Gurčiniene ir Šoliūnas, 1999; Cooper, 1982). Regimojo vaizdo simetrijos suvokimą galima traktuoti kaip vaizdo elementų abipus simetrijos ašies panašumo įvertinimo rezultatą. Visų tiriamųjų rezultatų vidurkinimas atspindi didesnės tiriamųjų grupės tendenciją, kuri niveliuoja si sumuojant priešingos tendencijos rezultatus. Visų tiriamųjų vidurkinis simetrinių pagal vertikalią ir pagal horizontalią ašis figūrų aptikimo tikslumas ir laikas patikimai nesiskiria nuo vidutinio ir mažiausio simetrijos laipsnio nesimetrinių figūrų aptikimo tikslumo ir laiko, nes sumuoti rezultatai žmonių, kurių simetrijos ir asimetrijos aptikimas skiriasi iš esmės. Didesnė dalis tiriamųjų tiksliau ir greičiau aptiko asimetriją negu simetriją, o kita dalis priešingai – greičiau ir tiksliau aptiko simetriją negu asimetriją, be to, pastarųjų aptikimo laikas nepriklausė (vertikalios orientacijos figūroms) arba mažai priklausė (horizontalios orientacijos figūroms) nuo nesimetrinių figūrų simetrijos laipsnio. Būtų galima manyti, kad šie žmonės priklauso holistiniam tipui – ieškantiems abiejų pusių apie simetrijos ašį sutapimo, t. y. simetrijos, o jos neap-

tikus priimantiems sprendimą, kad figūra asimetrinė. Dauguma žmonių analitiškai ieško skirtumų tarp abiejų simetrijos ašies pusių ir kuo figūra asimetriškesnė, tuo greičiau surandamas nesutapimas ir priimamas sprendimas. Šitaip interpretuojant individualius skirtumus neaišku, kodėl „holistinio tipo“ žmonėms reikia kur kas daugiau laiko figūroms analizuoti: vidutinis figūrų pateikimo laikas jiems daugiau nei triskart ilgesnis negu analitinio tipo žmonėms; 43 ms (be figūros pateikimo laiko) ilgesnis vidutinis aptikimo laikas, beveik 9 proc. mažesnis vidutinis vertikalios orientacijos figūrų aptikimo tikslumas ir 26 ms ilgesnis figūrų pateikimo laikas, 177 ms (be figūros pateikimo laiko) ilgesnis aptikimo laikas ir beveik 8 proc. mažesnis horizontalios orientacijos figūrų aptikimo tikslumas. Be to, šio tipo tiriamieji nesugebėjo aptikti nedidelės asimetrijos, t. y. NV1 (40,6 proc.) ir NH1 (39,5 proc.) tipo figūrų aptikimo tikslumas yra žemiau atsitiktinio spėjimo lygio, o analitinio tipo tiriamųjų šie rodikliai yra kur kas didesni (atitinkamai 67,3 proc. ir 60,7 proc.). Pastarasis skirtumas tarp tiriamųjų grupių perša mintį, kad pirmos grupės „analitinio tipo“ tiriamieji buvo labiau linkę atsakinėti, kad figūros asimetrinės, o antros grupės – kad simetrinės, pirmu atveju padidėja asimetrinių, tarp jų ir mažiausiai asimetrinių, figūrų aptikimo lygis, o antru atveju – simetrinių figūrų (mažai asimetrinės figūros priskiriamos simetrinėms). Jei taip, tai kas sąlygoja skirtingas tiriamųjų nuostatas priimti sprendimą simetrijos ar asimetrijos naudai tomis pačiomis tyrimo sąlygomis, kodėl taip smarkiai skiriasi tiriamųjų grupių aptikimo laikai, gal yra ryšys tarp holistinio ir analitinio analizės tipų ir atsakymų tendencingumo. Tiriamųjų skirstymas į grupes pagal simetrijos suvokimą kol kas kelia daugiau klausimų nei atsakymų.

Gal iš viso nereikia ir net negalima to daryti, nes literatūroje neaptikome nė vieno darbo iš simetrijos suvokimo srities, kuriame būtų svarstomi tokie skirtumai. O gal atėjo laikas skirstyti žmones į įvairius tipus ne tik pagal aukštesniąją kognityvinę veiklą, bet ir ieškoti individualių skirtumų žemesniuose informacijos analizės lygiuose.

Dar vienas skirtumas, apie kurį nerašyta literatūroje, tai vyrų ir moterų simetrijos aptikimo laiko skirtumai. Vyrų (vidutinis aptikimo laikas 646,5 ms) patikimai greičiau negu moterų (vidutinis aptikimo laikas 827,3 ms) aptikdavo ir simetriją, ir asimetriją ( $p < 0,001$ ). Įrodyta, kad vyrai greičiau atlieka vizualines erdvinio suvokimo užduotis (tai, manoma, nulemta lyties hormonų). Tuo, kad simetrijos suvokimas tikriausiai priklauso erdvinio suvokimo struktūrai regos sistemoje, galima paaiškinti vyrų ir moterų simetrijos aptikimo laiko skirtumus.

## Išvados

1. Vertikali simetrija aptinkama tiksliau ir greičiau negu horizontali.
2. Tiriamieji pagal kokybinius ir kiekybinius simetrijos ir asimetrijos aptikimo tikslumo ir laiko skirtumus suskirstyti į dvi grupes. Dauguma tiriamųjų tiksliau ir greičiau aptinka asimetriją negu simetriją, jie geriau aptinka nedidelius nukrypimus nuo simetrijos, jų gerokai trumpesnis aptikimo laikas, priklausantis nuo nesimetrinių figūrų simetrijos laipsnio, jam mažėjant asimetrinių figūrų aptikimo laikas trumpėja. Mažesnė dalis tiriamųjų tiksliau ir greičiau aptinka simetriją negu asimetriją, neskiria didžiausio simetrijos laipsnio asimetrinių figūrų nuo simetrinių, jų daug ilgesnis aptikimo laikas, nepriklausantis nuo asimetrinių figūrų simetrijos laipsnio.
3. Vyrų tiek simetriją, tiek asimetriją aptinka kur kas greičiau negu moterų.

## LITERATŪRA

- Barlow G. C., Reeves B. C. The versatility and absolute efficiency of detecting mirror symmetry in random dot displays // *Vision Research*. 1979, vol. 19, p. 783–793.
- Bruce V. G., Morgan M. J. Violations of symmetry and repetition in visual patterns // *Perception*. 1975, vol. 4, p. 239–249.
- Carmody D. P., Nodine C. F., Locher P. J. Global detection of symmetry // *Perceptual and Motor Skills*. 1977, vol. 45, p. 1267–1273.
- Cooper L. A. Strategies for visual comparison and representation: Individual differences // R. J. Sternberg (Ed.). *Advances in the Psychology of Human Intelligence*. Hillsdale, New Jersey: Erlbaum, 1982. Vol. 1. P. 77–129.
- Csatho A., van der Vloed G., van der Helm P. A. The force of symmetry revisited: Symmetry-to-noise ratios regulate (a)symmetry effects // *Acta Psychologica*. 2004, vol. 117, p. 233–250.
- Dakin S. C., Herbert A. M. The spatial region of integration for visual symmetry detection // *Proceedings of the Royal Society*. London, 1998. Series B, 265. P. 659–664.
- Dakin S. C., Hess R. H. The spatial mechanism mediating symmetry perception // *Vision Research*. 1997, vol. 37, p. 2915–2930.
- Dakin S. C., Watt R. J. Detection of bilateral symmetry using spatial filters // *Spatial Vision*. 1994, vol. 8, p. 393–413.
- Driver J., Baylis G. C., Rafal R. D. Preserved figure-ground segregation and symmetry perception in visual neglect // *Nature*. 1992, vol. 360, p. 73–75.
- Evans Ch. S., Wenderoth P., Cheng K. Detection of bilateral symmetry in complex biological images // *Perception*. 2000, vol. 29, p. 31–42.
- Ferguson R. W. Modeling orientation effects in symmetry detection: The role of visual structure // *Proceedings of the 22<sup>nd</sup> Conference of the Cognitive Science Society*. Hillsdale, New Jersey: Erlbaum, 2000. P. 143–148.
- Garner W. R. Good patterns have few alternatives // *American Scientist*. 1970, vol. 58, p. 34–42.
- Gurčinienė O., Šoliūnas A. Dviejų vienu metu pateiktų figūrų panašumo įtaka jų suvokimui // *Psichologija*. 1999, t. 20, p. 67–73.
- Gurnsey R., Herbert A. M., Kenemy J. Bilateral symmetry embedded in noise is detected accurately only at fixation // *Vision Research*. 1998, vol. 38, p. 3795–3803.
- King M., Meyer G. E., Tangey J., Biederman I. Shape constancy and a perceptual bias toward symmetry // *Perception and Psychophysics*. 1976, vol. 19, p. 129–136.
- McBeath M. K., Schiano D. J., Twersky B. Three-dimensional bilateral symmetry bias in judgments of figural identity and orientation // *Psychological Science*. 1997, vol. 8, p. 217–223.
- Palmer S. E., Hemenway K. Orientation and symmetry: Effects of multiple, rotational, and near symmetries // *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*. 1978, vol. 4, p. 691–702.
- Pashler H. Coordinate frame for symmetry detection and object recognition // *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*. 1990, vol. 16, p. 150–163.
- Rainville S. J. M., Kingdom F. A. A. The functional role of oriented spatial filters in the perception of mirror symmetry-psychophysics and modelling // *Vision Research*. 2000, vol. 40, p. 2621–2644.
- Royer F. L. Detection of symmetry // *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*. 1981, vol. 7, p. 1186–1210.
- Szlyck J. P., Rock I., Fisher C. B. Level of processing in the perception of symmetrical forms viewed from different angles // *Spatial Vision*. 1995, vol. 9, p. 139–150.
- Vetter T., Poggio T. Symmetrical 3D objects are an easy case than 2D object // *Spatial Vision*. 1994, vol. 8, p. 443–453.
- Wagemans J., van Gool L., d'Ydewalle G. Orientational effects and component processes in symmetry detection // *Quarterly Journal of Experimental Psychology: Human Experimental Psychology*. 1992, vol. 3, p. 475–508.
- Wagemans J. Skewed symmetry: A nonaccidental property used to perceive visual forms // *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*. 1993, vol. 19, p. 364–380.
- Wenderoth P. The salience of vertical symmetry // *Perception*. 1994, vol. 23, p. 221–236.
- Wenderoth P. The role of pattern outline in bilateral symmetry detection with briefly flashed dot patterns // *Spatial Vision*. 1995, vol. 9, p. 57–77.

Wenderoth P. The effects of dot pattern parameters and constraints on the relative salience of vertical bilateral symmetry // *Vision Research*. 1996, vol. 36, p. 2311–2320.

Wenderoth P. The effects on bilateral symmetry of multiple symmetry, near symmetry, and axes orientation // *Perception*. 1997, vol. 26, p. 891–904.

Wenderoth P. The differential effects of simultaneous and successive cuing on the detection of bilateral symmetry in dot patterns // *Quarterly Journal of Experimental Psychology*. 2000, vol. 53A, p. 165–190.

Wenderoth P., Welsh S. Effects of pattern orientation on the detection of mirror symmetry in dot and solid patterns with multiple axes of symmetry // *Perception*. 1998, vol. 27, p. 965–976.

Wilson H. R., Wilkinson F., Lin L. M., Castillo M. Perception of head orientation // *Vision Research*. 2000, vol. 40, p. 459–472.

Wilson H. R., Wilkinson F. Symmetry perception: A novel approach for biological shapes // *Vision Research*. 2002, vol. 42, p. 589–597.

## PECULARITIES OF SYMMETRY DETECTION IN POLYGONS WITH DIFFERENT DEGREE OF SYMMETRY

Ona Gurčiniienė, Alvydas Šoliūnas

### Summary

Though the mirror symmetry is investigated broadly the mechanisms of symmetry perception are not yet known. Most studies of symmetry perception are performed with dot patterns. This paper is devoted to extend the experimental data with different type of stimuli and procedures. The psychophysical experiment was conducted to determine the symmetry and asymmetry detection time and accuracy in the perfectly symmetrical and asymmetrical figures with different degree of symmetry. The figures (plane polygons) were constructed on a base of 3x3 square matrix and covered 5 squares area. The ratio of coincident with non-coincident elements of figures on both sides of axis of symmetry had three different values and indicated the degree of symmetry of asymmetrical figures. The symmetrical and asymmetrical figures were oriented vertically or horizontally and were of white colour on a black background. The exposition duration of figures was defined during the practice session individually for each subject so, that detection accuracy would be approximately 60–90% (it varied from 17 to 300 ms for different subjects). After the figure presentation the white masking square was presented for 500 ms covering the figure. The subject was asked to answer as fast as possible whether the figure was symmetrical or asymmetrical by pressing an appropriate key on a

keyboard. Altogether 480 figures were presented during the experiment that lasted about 40 minutes.

The experimental results confirmed the advantage of vertical symmetry over the horizontal, that is the vertically symmetrical figures were detected more accurately and faster than horizontally symmetrical ones. Averaged results of all subjects indicated that the detection accuracy of asymmetry increased and the detection time decreased as the degree of symmetry of asymmetrical figures decreased. Depending on qualitative differences in the symmetry and asymmetry detection the subjects were divided into two groups. Majority of subjects detected asymmetry more accurately and faster than symmetry, and their detection time of asymmetry decreased as a degree of symmetry decreased. They detected the small deviation from perfect symmetry more accurately and their averaged detection time was shorter than it was for other subjects, which detected symmetry more accurately and faster than asymmetry. Last-mentioned subjects did not discriminate the asymmetrical figures with highest degree of symmetry from symmetrical ones, and the detection time of asymmetry almost did not depend on the degree of symmetry of asymmetrical figures. Detection time of symmetry and asymmetry was shorter for male than female subjects. The implications of individual differences in symmetry and asymmetry detection are discussed.

*Iteikta 2005 03 10*