

ATSPINDŽIO SIMETRIJOS DETEKCIJOS YPATUMAI

Alvydas Šoliūnas

Gamtos mokslų daktaras
Vilniaus universiteto
Gamtos mokslų fakulteto
Biochemijos ir biofizikos katedra
M.K.Čiurlionio g. 21/27, LT-2009 Vilnius
Tel: 33 22 39, faks. 23 50 49
El. paštas: alvydas.soliunas@gf.vu.lt

Ona Gurčiniene

Biologijos mokslų daktarė
Vilniaus universiteto
Gamtos mokslų fakulteto
Biochemijos ir biofizikos katedra
M.K.Čiurlionio g. 21/27, LT-2009 Vilnius
Tel: 33 22 39, faks. 23 50 49
El. paštas: ona.gurciniene@gf.vu.lt

Nors simetrija suvokiama iš pirmo žvilgsnio greitai ir be pastangų, nėra aišku, kaip vyksta šis procesas, kokie yra simetrijos detekcijos mechanizmai? Straipsnyje apžvelgiami įvairių simetrijos rūšių ypatumai, didžiausią dėmesį skiriant atspindžio simetrijai. Aptartos pagrindinės simetrijos detekcijos teorijos ir modeliai. Eksperimentinė straipsnio dalis skirta siekimui pagilinti turimas žinias eksperimentiniais rezultatais, gautais su kitokio tipo stimulais ir kitokia užduotimi, nei naudota kitų tyrinėtojų. Testo stimulai buvo 4, 6, 7, arba 8 vertikalių ir horizontalių linijos atkarpų figūros, o užduotis reikalavo nurodyti stimulų simetrijos tipą – vertikalios simetrijos, horizontalios simetrijos ar nesimetrinis. Figūra rodoma 10 ms, o maskuojantis stimulus pateikiamas po 20–95 ms, priklausomai nuo tiriamojo. Rezultatai patvirtino vertikalios atspindžio simetrijos dominavimą horizontalios atžvilgiu. Stimulo atkarpų skaičius neturėjo įtakos nei vertikalios, nei horizontalios simetrijos detekcijos tikslumui, o nesimetriniai stimulai daugumos tiriamųjų buvo detektuojami taip pat tiksliai, kaip ir vertikalios simetrijos stimulai. Autorių pasiūlyta eksperimentinė metodika, leisianti išaiškinti dėmesio dalyvavimą simetrijos detekcijoje.

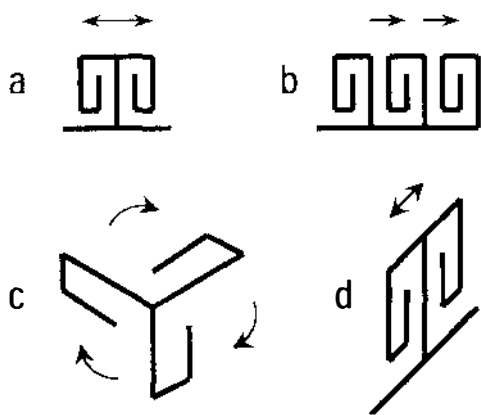
Simetrijos apibūdinimas, jos rūšys. Simetrija labai paplitusi gamtoje. Ja pasižymi tiek gyvosios gamtos, tiek žmogaus sukurti objektai. Gyvūnams dažniausiai būdinga atspindžio ir spindulinė simetrija, o architektūros, meno kūrinių simetrija – kuo įvairiausia. Simetrija, kaip objektų savybė, suvokiama labai greitai, savaime, be pastangų. Tai suteikia pagrindo manyti, kad simetrijai detektuoti yra susiformavęs specialus mechanizmas, galbūt net įgimtas. Tyrimuose su vaikais nustatyta, kad nuo ankstyvo amžiaus jie teikia pirmenybę simetriniams ob-

jektams (Bornstein ir kt., 1981; Humphrey ir kt., 1986). Tą rodo ir detekcijos stabilumas, simetrijos detekcijai būdingų dėsningumų nepriklausymas nuo praktikos (Royer, 1981; Locher ir Wagemans, 1993).

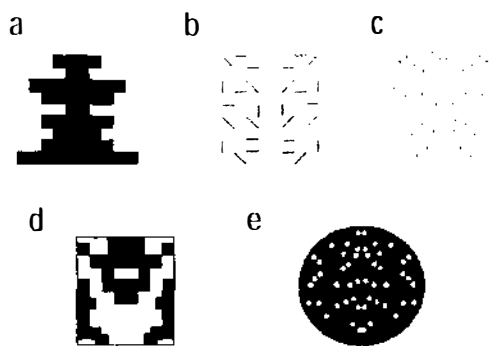
Išskirtinį simetrijos vaidmenį regimajame suvokime mokslininkai tyrinėja daugelį dešimtmečių, pradedant Mach'u XIX amžiaus pabaigoje. Simetrija svarbi įvairiems regimojo suvokimo uždaviniams – vaizdų segmentacijai, figūrų išskyrimui iš fono, grupavimui, vaizdų atpažinimui, trimačio vaizdo formos atkūrimui iš dvi-

matės projekcijos. Šiame straipsnyje apsiribojama tik simetrijos detekcija.

Pradžioje reikėtų apibūdinti, kas yra simetrija? Matematika simetriją apibrėžia kaip formos atkartojimą su tam tikrų transformacijų pagalba euklidinėje plokštumoje. Pagrindinės transformacijos yra šios: postūmis, sukimas ir atspindys. Pagal transformacijos rūšį pavadintos ir trys pagrindinės simetrijos rūšys. Atspindžio simetrija dažnai dar vadinama dvipuse ir rečiau – veidrodine simetrija. Simetrijos detekcijai tirti dar naudojama ketvirta rūšis – pakreipta (*skewed*) simetrija, kuri iš esmės yra atspindžio simetrija, matoma trimatėje erdvėje ne frontaliroje projekcijoje, bet tam tikru kampe jos atžvilgiu. 1 pav. pateikiami įvairių simetrijos rūšių pavyzdžiai, o 2 pav. parodyti įvairaus tipo stimulai, naudoti įvairių autorių simetrijos detekcijos tyrimuose. Labiausiai paplitusi, įprasta ir geriausiai ištyrinėta yra atspindžio simetrija, apibūdinanti objektus, kurių viena pusė yra veidrodinis kitos atspindys. Atspindžio simetrija visų pripažįstama kaip lengviausiai detektuojama, suvokiama simetrijos rūšis. Jos pranašumą prieš postūmio si-



1 pav. Įvairių simetrijos rūšių pavyzdžiai: a – atspindžio vertikalios orientacijos; b – postūmio; c – sukimo; d – pakreipta



2 pav. Simetrijos detekcijos tyrimuose įvairių autorių naudotų vertikalios atspindžio simetrijos stimulių pavyzdžiai: a – Baylis'o ir Driverio (1994) laiptuoti daugiakampiai; b – Locherio ir Wagemans'o (1993) linijos atkarpų tekstūros; c – Wagemans'o ir kt. (1992) taškų tekstūros; d – Royerio (1981) juodų ir baltų kvadratėlių stimulių; e – Wenderoth'o (1994) taškų tekstūros

metriją rodo atlikti psichofizikiniai eksperimentai su įvairiausių tipų stimulai (Corballis ir Roldan, 1974; Bruce ir Morgan, 1975; Baylis ir Driver, 1994). Baylis ir Driver net teigia, kad ši simetrijos rūšis kokybiškai skiriasi nuo kitų analizės pobūdžiu. Jų nuomone, atspindžio simetrijai būdinga lygiagreti analizė, o postūmio simetrijai – nuosekli. Royer (1981), Palmer ir Hemenway (1978) bei Wagemans ir kt. (1993) parodė atspindžio simetrijos pranašumą prieš pasukimo simetriją eksperimentuose su taškų tekstūriniais stimulai, juodų ir baltų kvadratėlių matricomis, daugiakampiais bei įstrižų, vertikalų ir horizontalų atkarpų stimulai.

Atspindžio simetrijos detekcijai turintys įtakos veiksniai. Atspindžio simetrijos kategorija nėra vienareikšmė. Išskiriamos įvairios šio tipo simetrijos rūšys. Paprastos atspindžio simetrijos stimulai turi vieną simetrijos ašį, kuri gali būti skirtingų orientacijų: vertikalios, horizontalios, įstrižos ar pasvirusios. Atspindžio simet-

rija gali būti ir daugiaašė, turėti ne vieną simetrijos ašį. Skirtingų atspindžio simetrijos tipų stimulai nėra vienodai efektyviai detektuojami. Dauguma autorių, eksperimentavusių su įvairiausio pobūdžio stimulais, pradedant elementariomis geometrinėmis formomis ir baigiant biologinių objektų fotografijomis, pažymi vertikalios orientacijos simetriją, kaip greičiausiai ir tiksliausiai detektuojamą (Rock ir Leaman, 1963; Goldmeier, 1972; Corballis ir Roldan, 1975; Chipman ir Mendelsohn, 1979; Fisher ir Bornstein, 1982; Pashler, 1990; Wagemans ir kt., 1992; Locher ir Wagemans, 1993; Sekuler, 1994; Evans ir kt., 2000). Wenderoth'o (1994) eksperimentų su taškiniais stimulais rezultatai privertė suabejoti šiuo nusi-stovėjusiu požiūriu. Jis parodė tiriamojo nuostatos ir eksperimentinės situacijos lemiamą vaidmenį, nuo kurio priklauso vienos ar kitos orientacijos pranašumas detekcijos užduotyje. Wenderoth'o eksperimentuose skirtingos orientacijos simetrijos ašių pasiskirstymas nebuvo tolygus visame 0-360° intervale. Pavyzdžiui, vienoje bandymų serijoje buvo naudoti stimulai, turėję simetrijos ašį, orientuotą 45° ir 135° kampu (t. y. įstriža orientacija) bei $\pm 5^\circ$, $\pm 10^\circ$, $\pm 15^\circ$ pakreiptą įstrižos orientacijos atžvilgiu, taip pat vertikalią (180°) ir horizontalią (0°). Šioje serijoje tiksliausiai buvo detektuojama įstrižos, o blogiausiai – vertikalios ir horizontalios orientacijos simetrija. Tokius rezultatus, autoriaus nuomone, lėmė tai, kad dauguma simetrijos ašies orientacijų (16 orientacijų iš 18) buvo sukoncentruota apie įstrižą orientaciją, todėl įstrižos simetrijos stimulai buvo labiausiai tikėtini ir labiausiai laukiami. Kitose serijose dominavo kitų orientacijų simetrijos, kurios ir buvo efektyviausiai detektuojamos. Šis pavyzdys palaiko Poulton (1975) teiginį, kad tiriamasis eksperimento metu pasi-

ruošia reaguoti tam tikru būdu, tam tikru laiku į tam tikrą stimulą, todėl jo atsakymą lemia ne tik stimulus, bet ir jo paties nuostata. Tame pačiame tyrime Wenderoth vis dėlto parodė, kad, simetrijos orientacijoms pasiskirsčius tolygiai visame 0-360° intervale, simetrijos detekcijos efektyvumas pagal orientacijas buvo toks: vertikali > horizontali > artima vertikaliai ir horizontaliai > įstriža > likusios orientacijos.

Vertikalios orientacijos pranašumo nenustatė ir Wagemans ir kt. (1991) su vertikalios, horizontalios ir abiejų orientacijų simetriniais bei nesimetriniais taškiniais stimulais. Vertikali simetrija neturėjo pranašumo prieš horizontalią ir tik nedaug buvo efektyvesnė už įstrižų orientacijų simetriją.

Nepaisant dviejų minėtų darbų, išlieka gana įtikinamas vertikalios simetrijos pranašumo prieš horizontalią išpūdis. Kur kas mažesnis aiškumas lyginant kitas dvi dažniausiai tyrimuose naudojamas orientacijas – horizontalią ir įstrižą. Daugelyje darbų gaunamas vadinamasis įžambumo efektas (*oblique effect*), t. y. horizontalios simetrijos pranašumas prieš įstrižą (Palmer ir Hemenway, 1978; Barlow ir Reeves, 1979; Royer, 1981; Pashler, 1990; Wagemans ir kt., 1992; Wenderoth, 1994). Kečiuose tyrimuose nustatytas vadinamasis pasukimo efektas (*mental rotation effect*), apibūdinantis geresnę įstrižos orientacijos simetrijos detekciją (trumpesnę reakcijos laiką arba didesnę tikslumą) palyginti su horizontalia orientacija (Corballis ir Roldan, 1975; Sekuler, 1994). Palmer ir Hemenway (1978) savo tyrime gautų rezultatų skirtumus nuo Corballio ir Roldano (1975) rezultatų aiškina tuo, kad pastarųjų eksperimentuose kartu su stimulu buvo pateikiama ir nubrėžta linija, parodanti simetrijos ašies orientaciją, o tai galėjo paveikti simetrijos detekcijos strategiją.

Įdomūs rezultatai gauti Wenderoth'o (1994) bei Royerio (1981) simetrijos detekcijos tyrimuose. Abu autoriai nustatė geresnę kairiosios (135°) negu dešinėsios (45°) įstrižos orientacijos simetrinių stimulų detekciją. Kaip vieną iš galimų paaiškinimų Wenderoth siūlo tokią analizės strategiją, pagal kurią pirmiausiai analizuojama viršutinė stimulo (šiuo atveju taškų grupės) dalis, todėl kairiosios įstrižos orientacijos simetrijos ašis patenka į dešinią galvos smegenų pusrutulį, kuris, kaip žinoma, dominuoja erdvinių ryšių suvokimo užduotyse.

Kitas veiksnys, turintis įtakos simetrijos detekcijai, yra stimulo padėtis regos lauke fiksacijos taško atžvilgiu. Visi tyrinėtojai sutinka, kad lengviausiai simetrija detektuojama, kada simetrijos ašis sutampa su fiksacijos tašku (Barlow ir Reeves, 1979; Saarinen, 1988; Locher ir Nodine, 1989). Diskusijos vyksta dėl to, kaip sėkmingai gali būti detektuojama simetrija stimulų, rodomų šalia fiksacijos taško. Julesz (1971) nuomone, sėkmingai paprastų stimulų, tokių kaip daugiakampiai ar panašios vientisos figūros, simetrijos detekcijai nebūtina pateikti centrinėje dalyje, priešingai negu sudėtingiems stimulams, tokiems kaip taškų ar linijų tekstūros. Įvairiais eksperimentais nustatyta, kad simetrijos detekcijai svarbiausia yra siaura stimulo dalis abipus simetrijos ašies (Bruce ir Morgan, 1975; Barlow ir Reeves, 1979; Jenkins, 1982; Wenderoth, 1995).

Įvairūs autoriai pažymi, kad simetrijos ašių kiekis irgi turi įtakos simetrijos detekcijai. Papildomos simetrijos ašys palengvina simetrijos detekciją įvairiose užduotyse (Palmer ir Hemenway, 1978; Wagemans ir kt., 1991). Įdomu tai, kad jeigu užduotis reikalauja detektuoti simetriją tik vienos kurios nors orientacijos atžvilgiu, papildomų orientacijų simetrijos ašys tokią užduotį palengvina (antras Palmerio ir

Hemenway'o tyrimo eksperimentas). Pavyzdžiui, horizontali simetrijos ašis gali palengvinti vertikalios simetrijos detekciją ir atvirkščiai. Papildomos simetrijos ašys padidina atsparumą simetrijos iškraipymams, todėl tiriamasis stimuluose gali aptikti simetriją esant didesniems simetrijos pažeidimams.

Atspindžio simetrijos detekcijos ypatumai. Simetrijos detekcija pasižymi dviem priešingomis savybėmis – jautrumu ir atsparumu. Jautrumas susijęs su žmogaus sugebėjimu aptikti menkiausius nukrypimus nuo tikslios simetrijos. Atsparumas reiškia gebėjimą suvokti simetriją net esant labai dideliems simetrijos iškraipymams. Barlow ir Reeves (1979) nustatė, kad užtenka 30–40% taškų simetriško atitikimo tekstūriniuose stimuluose, kad pastarieji būtų identifikuoti kaip simetriniai. Kitame eksperimente autoriai nustatė, kad esant net $0,4^\circ$ (kas sudarė 20% stimulo pločio) nukrypimui nuo simetriškos vieno taško padėties iš kiekvienos simetrinių taškų poros, simetrijos detekcijos tikslumas siekia ne mažiau kaip 75%. Jenkins (1983) simetrijos detekcijos jautrumą ir atsparumą tyrė varijuodamas du simetrinius taškus jungiančios menamos linijos centro nukrypimą nuo simetrijos ašies. Taškų tekstūrų stimuluose visų simetrinių taškų poras jungiančių menamų linijų centrai išsidėstę vienoje tiesėje, tai vadinamoji vidurio taškų kolinearumo (*midpoint colinearity*) savybė. Jenkins'o eksperimente tiriamieji sugebėdavo gana tiksliai detektuoti simetriją esant net $4,4^\circ$ vidurio taškų nukrypimui nuo simetrijos ašies. Kai tiriamasis turėjo atskirti simetrinį stimulą nuo nevisiškai simetrinio (t. y. pažeistos simetrijos), užduotis buvo sėkmingai atliekama esant vos $0,07^\circ$ vidurio taškų kolinearumo pažeidimui. Wagemans'o (1995) teigimu, pir-

miausiai pasireiškia simetrijos detekcijos atsparumo savybė, t. y. vyksta globalinis simetrijos suvokimas, ignoruojant lokalius netikslumus (žr. t. p. Tapiovaaros (1990) duomenis apie globalinį simetrijos suvokimą). Vėliau, jeigu užduotis to reikalauja, vyksta detalesnė stimulo analizė, kurios dėka aptinkami simetrijos iškraipymai.

Greita, nereikalaujanti pastangų simetrijos detekcija leidžia manyti, kad ji vyksta ikidėmesiniame lygyje, kaip ir Gestalto principais paremti stimulų grupavimo, figūros išskyrimo iš fono procesai ar regos detektoriais besiremianti tikslinio stimulo paieška vizualinės paieškos užduotyje. Ikidėmesinė simetrijos detekcija grindžiama tokiais argumentais. Pirma, tai Juleszo (1971) suformuluotas ikidėmesinio suvokimo kriterijus – jeigu stebėtojas sugeba suvokti tam tikrą stimulą ar jo struktūrą, kai stimulo ekspozicijos trukmė ne ilgesnė kaip 160 ms. Psichofizikiniuose eksperimentuose tiek su paprastomis geometrinėmis figūromis, tiek su abstrakčiais meno kūriniais simetrija detektuojama esant pakankamai trumpoms stimulų rodymo trukmėms (10–125 ms) (Carmody ir kt., 1977; Locher ir Nodine, 1989; Locher ir Wagemans, 1993). Pavyzdžiui, Hogben ir kt. (1976), nuosekliai pateikdami vieną stimulo taškų dalį po kitos 40–50 ms intervalu, nustatė, kad tiriamasis integruodavo abi dalis į vientisą stimulą ir sėkmingai detektuodavo simetriją. Antra, tai lygiagrečios ir nuoseklios vizualinės paieškos dėsningumai, pasireiškiantys vizualinės paieškos užduotyje (Treisman ir Gelade, 1980). Lygiagrečios paieškos atveju, dėl visame paieškos lauke lygiagrečiai ir be sąmoningo dėmesio dalyvavimo vykstančios analizės, tikslinio stimulo paieškos tarp triukšminių stimulų trukmė nepriklauso nuo pastarųjų kiekio. Treismano ir kai kurių kitų autorių

nuomone, simetrija pasižymi elementaraus požymio savybėmis, būdingomis kitiems elementariems požymiams, tokiems kaip spalva ar linijos orientacija, kurių dėka ji detektuojama lygiagrečiai (Treisman ir Petterson, 1984; Pomerantz ir Pristach, 1989).

Greta psichofizikinių egzistuoja neuropsichologiniai duomenys, rodantys ikidėmesinę atspindžio simetrijos detekciją. Driver ir kt. (1992) tyrė paciento, kuriam pažeista dešiniojo smegenų pusrutulio žievė pakaušio srityje, sugebėjimą detektuoti vertikalią ir horizontalią simetrijas. Kadangi negalėjo suvokti kairiosios regos lauko dalies, pacientas sugebėdavo detektuoti tik horizontalią, bet ne vertikalią simetriją. Įdomiausia tai, kad figūros pasirinkimo užduotyje (joje rodomas dviprasmis vaizdas – viena jo dalis formuoja simetrinę figūrą, kita nesimetrinę, bet kiekviena iš dalių gali būti suvokta kaip figūra arba kaip fonas) jis figūra pasirinkdavo simetrinę formą, nepriklausomai nuo to, ar ji buvo vertikali, ar horizontalios simetrijos. Būdinga tai, kad tokioje užduotyje figūra paprastai pasirenkama simetrinė dalis. Driverio ir kt. tyrimo rezultatai rodo, kad pacientas analizuoja abi vertikaliuos simetrinės figūros puses, t. y. esančią kairėje ir dešinėje regos lauko pusėje, priešingu atveju jis neišskirtų iš vaizdo simetrinės dalies kaip figūros. Galima daryti išvadą, kad ši analizė vyksta ikidėmesiniame lygyje, nes kairiosios vaizdo dalies tiriamasis nesuvokia.

Anksčiau minėtas Wenderoth'o (1994) darbas, kuriame nustatyta tiriamojo nuostatos arba dėmesio ir simetrijos ašies orientacijos įtaka simetrijos detekcijai, verčia abejoti ikidėmesiniu simetrijos suvokimu. Abejones paremia ir Gurnsey ir kt. (1998, žr. t. p. Olivers ir Van der Helm, 1998) vizualinės paieškos tyrimas, kuriame autoriai konstatavo nuoseklią taškų

tekstūrinio simetrinio stimulo paiešką tarp nesimetrinių. Kitame tyrime Gurnsey ir kt. parodė, kad triukšminiame taškų fone stimulus, sudarytas iš taškų, detektuojamas kaip simetris tik tokiu atveju, jeigu jo simetrijos ašis sutampa su fiksacijos tašku. Lygiagreti analizė, vykstanti visame regos lauke ikidėmesiniame lygyje, nepadeda detektuoti simetrijos. Yra darbų, rodančių, kad net ir tradiciškai ikidėmesiniais laikomi grupavimo ar percepcinės organizacijos procesai nevyksta be dėmesio (Rock ir kt., 1992). Įprasta tyrimų metodika reikalauja, kad tiriamasis kreiptų dėmesį į stimulo pasirodymo vietą. Jeigu užduotis – kreipti dėmesį ne į tikslinį, bet į gretimais esantį pašalinį stimulą, vadinamoji ikidėmesinė tikslinio stimulo analizė gali nevykti. Literatūroje nerasta aprašytų simetrijos detekcijos eksperimentų, atliktų tokia „bedėmesinė“ (*inattention*) metodika, todėl neaišku, ar tokioje situacijoje atspindžio simetrija būtų detektuojama.

Simetrijos detekcijos teorijos ir modeliai. Nors žmogaus sugebėjimai detektuoti simetriją žinomi seniai ir atlikta daug simetrijos detekcijos eksperimentinių tyrimų, iki šiol nežinomi mechanizmai ir procesai, lemiantys šį sugebėjimą. Pirmosios teorijos rėmėsi vertikalios atspindžio simetrijos išskirtinumu ir aiškino simetrijos suvokimą dvipusiai simetriška regos sistemos struktūra, pradedant tinklaine ir baigiant galvos smegenimis, turinčiomis kairiąją ir dešiniąją pusrutulius. Retinocentris modelis aiškina geresnę vertikalios simetrijos detekciją simetrine tinklainės ir iš karto už jos esančių darinių struktūra (Julesz, 1971; Corballis ir Roldan, 1975; Jenkins, 1982). Pagal kalozalinę teoriją, simetrijos detekcija yra pagrįsta simetrinių stimulo dalių sulyginimu kairiajame ir dešiniajame pusrutuliuose ner-

vinių skaidulų, einančių per *corpus callosum* jungtį dėka (Corballis ir Beale, 1976; Herbert ir Humphrey, 1996). Giliau patyrinėjus simetrijos detekciją pasirodo, kad simetrine anatominė struktūra besiremiančias teorijos ir modeliai negali pagrįsti daugybės eksperimentinių faktų. Retinocentrinį modelį neigia faktas, kad vertikalios simetrijos pranašumas prieš kitų orientacijų simetrijas išlieka ir tada, kada į tinklainę patenka ir ne vertikalios orientacijos stimulus, pavyzdžiui, kada galva palenkiamą į šoną 45° kampu. Jeigu stimulus rodomas į šoną nuo fiksacijos taško, simetrinės stimulo pusės nepatenka į simetrines galvos smegenų pusrutulių zonas ir šiuo atveju kalozalinė teorija negali paaiškinti sėkmingos simetrijos detekcijos, nustatytos eksperimentais. Žmogaus, o ir ne tik žmogaus, sugebėjimas detektuoti simetriją neapsiriboja tik atspindžio vertikalia simetrija. Tai taip pat verčia ieškoti kitokių teorinių paaiškinimų.

Jau klasikiniu tapęs ir plačiausiai paplitęs vadinamasis „dviejų procesų“ modelis. Palmer ir Hemenway (1978) vieni pirmųjų pasiūlė šio tipo teorinį modelį, leidusį paaiškinti daugumą tuo metu žinomų eksperimentinių faktų. Pagal jų modelį, pirmiausia, globalios ir lygiagrečios visų orientacijų simetrijos analizės dėka, vyksta greitas simetrijos ašies parinkimas. Parinkus simetrijos ašį, antro lėtesnio proceso metu vyksta lokalus ir detalus dviejų stimulo pusių abipus tikrinamos simetrijos ašies atitikimo įvertinimas. Jeigu nepavyksta patvirtinti simetrijos pagal pasirinktą simetrijos ašį, dviejų procesų ciklas kartojamas iš naujo, kol bus detektuota simetrija. Šis modelis vienos ar kitos orientacijos pranašumus aiškina nevienoda tiriamojo nuostata. Dažniausiai tiriamieji linkę aptikti pirmiausia vertikalią simetriją, todėl pirmame etape ji greičiausiai gali būti parink-

ta. Tai, kad papildomos simetrijos ašys palengvina simetrijos detekciją, irgi paaiškinama pirmuoju etapu: kuo daugiau simetrijos ašių, tuo greičiau kuri nors iš jų bus parinkta ir sėkmingai patvirtinta. Julesz rėmėsi dviejų teorijų modeliu, norėdamas paaiškinti skirtingą vientisų paprastų ir sudėtinių tekstūrinių stimulų simetrijos detekciją. Jo nuomone, paprastų stimulų simetrijai detektuoti reikia žemų erdvinių dažnių, kurie gali būti analizuojami globaliai ir greitai, būtent pirmojo detekcijos proceso metu. Sudėtiniai stimulai reikalauja detalaus stimulo simetrinių pozicijų sulyginimo aukštų erdvinių dažnių srityje. Dviejų procesų modeliu dažnai grindžiami prieštaringi skirtingų autorių eksperimentų rezultatai. Galima aiškinti, kad vienoje eksperimentinėje situacijoje užduotis reikalauja detalios lokalsios, o kitoje pakanka globalios paviršutiniškos stimulo analizės. Aišku, kad jautrumo simetrijos detekcijai tyrimas reikalauja detalios lokalsios analizės, nes taisyklinga simetrija nuo nedaug iškreiptos skiriasi tik pavienėmis lokaliomis stimulo pozicijomis. Didžiausias dviejų procesų modelio trūkumas yra nekonkretus pirmo globalaus proceso apibūdinimas. Lieka nepaaiškinta, kaip, kokiais principais parenkama simetrijos ašis.

Jenkins (1983) pasiūlė trijų procesų modelį, pirmiausia skirtą sudėtinių taškinių stimulų simetrijos detekcijai aiškinti. Taškiniuose simetriniuose stimuluose autorius išskyrė dvi savybes, kurias varijavo eksperimento metu: pirma, tai jau anksčiau aprašytas simetrinių taškų poras jungiančių menamųjų linijų centrų kolinearumas, ir antra, tai visų šių linijų lygiagretumas – vadinamasis orientacinis vienodumas (*orientational uniformity*). Pagal Jenkinso modelį, pirmojo proceso metu detektuojamas orientacinis vienodumas, antrojo – sujungiamos išskirtiniausios taškų po-

ros į sudėtingesnius požymius – taškų grupes, o trečiojo proceso metu įvertinamas šių požymių simetrinis išsidėstymas. Modelio trūkumas yra siaura jo specializacija, dėl ko jis negali būti bendra simetrijos detekciją aiškinanti teorija.

Kitas modelis, turintis tą patį siauros specializacijos trūkumą, pasiūlytas Barlow'o ir Reeves'o (1979). Jų nuomone, simetrijos detekcijos procesas yra ne kas kita, kaip tik taškų tankio palyginimas abipus simetrijos ašies. Dėl to, kad nebūtina įvertinti visas taškų poras, labai sumažėja analizės trukmė ir pagreitėja simetrijos detekcija. Taškų tankio palyginimas gali būti lengvai atliktas neuronų su fiksuotais receptyviniais laukais. Deja, ne tekstūriniams stimulams, pasižymintiems tankio homogeniškumu, modelis sunkiai pritaikomas.

Wagemans pasiūlė „susiejimo“ (*bootstrapping*) teoriją (Wagemans ir kt., 1991; 1993), kuri, autoriaus nuomone, tinka ne tik simetrijos detekcijai aiškinti, bet ir kitiems savaiminės percepcinės organizacijos procesams. Ši teorija pagrįsta eksperimentų su pakreipta simetrija rezultatais. Wagemans nustatė, kad pakreiptos simetrijos taškiniai stimulai neidentifikuojami kaip simetriniai be papildomų palengvinančių priemonių, pavyzdžiui, be rėmelio, gaubiančio stimulą ir nurodančio simetrijos ašies orientaciją. Papildomos simetrijos ašys taip pat labai palengvina pakreiptos simetrijos detekciją. Pagal šią teoriją, iš pradžių vyksta atsitiktinis taškų grupavimas į poras, vyrauja tendencija pirmiausia poruoti stimulo centrinėje dalyje esančius taškus bei nedideliais atstumais horizontalia kryptimi nutolusius taškus. Jeigu stimulus simetrinis, susiformuoja grupė taškų porų, pasižyminčių vidurio taškų kolinearumo bei orientacinio vienodumo savybėmis. Jeigu stimulus yra atspindžio simetrijos, simetrinių taškų poras jungiančios me-

namos linijos (pirmos eilės reguliarumas) suformuoja vadinamuosius koreliacinius keturkampius – taisyklingas trapecijas arba stačiakampius (antros eilės reguliarumas). Būtent šie keturkampiai skiria paprastą atspindžio simetriją nuo pakreiptos simetrijos. Nors pakreipta simetrija ir išlaiko pirmos eilės reguliarumą, bet dėl to, kad menamos linijos nėra statmenos linijų centrus jungiančiai tiesei (t. y. simetrijos ašiai), negali susiformuoti taisyklingos trapecijos arba stačiakampiai. Koreliaciniai keturkampiai nurodo simetrijos ašį ir kryptį, kuria turi vykti taškų sujungimas į poras. Tokiu būdu koreliaciniai keturkampiai sukelia savaiminį greitą ir efektyvų simetrinio stimulo elementų grupavimąsi. Šį kryptingą automatiškai plintantį grupavimąsi autorius pavadino *bootstrapping*. Vertikalios simetrijos pranašumą ši teorija aiškina pradinio elementų poravimo tendencija vykti horizontalia kryptimi. Pakreiptos simetrijos stimulai, turintys vieną simetrijos ašį, nesuformuoja koreliacinių keturkampių, tačiau papildomos simetrijos ašys tokią galimybę sudaro. Toks antros eilės reguliarumo atsiradimas papildomų simetrijos ašių dėka paaiškina, kodėl dvi ar daugiau simetrijos ašių turintys pakreiptos simetrijos stimulai gali būti sėkmingai identifikuoti kaip simetriniai. Simetrijos detekcijos pagrindimas ne pirmos, bet antros eilės reguliarumu yra skiriamasis Wagemanso modelio bruožas.

Simetrijos detekcijos tyrinėtojai nesutaria dėl to, ar egzistuoja vienas bendras mechanizmas, atsakingas už simetrijos detekciją, ar yra specializuoti mechanizmai įvairioms simetrijos rūšims. Bendro mechanizmo buvimas numatytas dviejų procesų modelio ir ypač susiejimo modelio, kuris, Wagemanso nuomone, gali paaiškinti ne tik visų simetrijos rūšių detekciją, bet lengvai gali būti pritaikytas ir kitiems

percepcinės organizacijos procesams aiškinti. Ne tik simetrijai, bet ir kitiems reguliarumams skirtas ir Van der Helm'o bei Leeuwenbergo (1996) reguliarumo reprezentacijų matematinis modelis. Kaip kitą kraštutinumą galima paminėti Tylerio ir kt. (1995) požiūrį, kad yra daug skirtingų vien atspindžio simetrijos detekcijos mechanizmų. Yra autorių, išsakančių mintį, kad išvis nėra regos sistemos mechanizmo, specializuoto simetrijos detekcijai. Teigiama, kad simetrija gali būti sudėtinė dalis bendro proceso, pagal kurį regos sistema koduoja ir reprezentuoja regimuosius stimulus, kad simetrijos suvokimas tēra filtravimo ir grupavimo operacijų, vykdomų lygiagrečiai visame regos lauke, nepriklausomai, ar jame esantys stimulai yra simetriniai, ar ne, padarinys (Wagemans, 1995; žr. t. p. Foster, 1991; Dakin ir Watt, 1995; Osorio, 1996).

Nepaisant daugybės atliktų eksperimentų bei sukurtų teorijų ir modelių, nėra pakankamai aiškaus supratimo, kaip suvokiama ir detektuojama simetrija. Galima net kelti klausimą, ar egzistuoja simetrija, kaip specialus požymis, atpažįstamas regos sistemos. Sugebėjimas greitai ir efektyviai suvokti simetriją turėtų teigiamai atsakyti į šį klausimą, bet nelabai sėkmingi bandymai išaiškinti šio proceso mechanizmus palieka abejonių. Sutariama gal tik dėl to, kad atspindžio simetrija detektuojama lengviau už kitas simetrijos rūšis. To paties negalima tvirtai teigti nei apie vertikalios simetrijos pranašumą prieš kitų orientacijų atspindžio simetriją, nei apie simetrijos suvokimą ikidėmesiname lygyje dėl aprašytų eksperimentinių faktų, liudijančių priklausomybę nuo eksperimento sąlygų. Simetrijos detekcijos apžvalga rodo, kad reikia tolesnių rimtų eksperimentinių bei teorinių tyrimų šiai problemai išaiškinti.

Autorių eksperimentinio tyrimo tikslas. Iki šiol išsamiausi simetrijos detekcijos tyrimai buvo atlikti naudojant taškų tekstūrų stimulus. Tokių tyrimų rezultatais pagrįstos žinomiausios teorijos, skirtos simetrijos detekcijai. Šio straipsnio autoriai daug tyrinėjo vaizdų formos suvokimo ypatumus psichofizikiniuose eksperimentuose su vertikalių ir horizontalių atkarpų figūromis, todėl buvo įdomu ištirti, kurie simetrijos detekcijos dėsniniai pasireiškia su tokio pobūdžio stimulus, su kokiais simetrijos detekcija dar nebuvo tiriama. Autorių naudoti stimulus priskirtini paprastųjų stimulių tipui, todėl, Julesz'o nuomone, simetrija turėtų būti detektuojama greitai ir globaliai, be nuoseklios elementų analizės. Kitas metodikos ypatumas, skiriantis ją nuo kitų darbų, – tai užduotis tiriamiesiems. Jie turėjo atsakyti, kokios simetrijos stimulus buvo parodytas – vertikalios, horizontalios simetrijos ar nesimetrinis. Kitų autorių eksperimentuose tiriamasis turėdavo nurodyti tik simetrinis ar nesimetrinis stimulus buvo parodytas, t. y. naudota dviejų pasirinkimų užduotis.

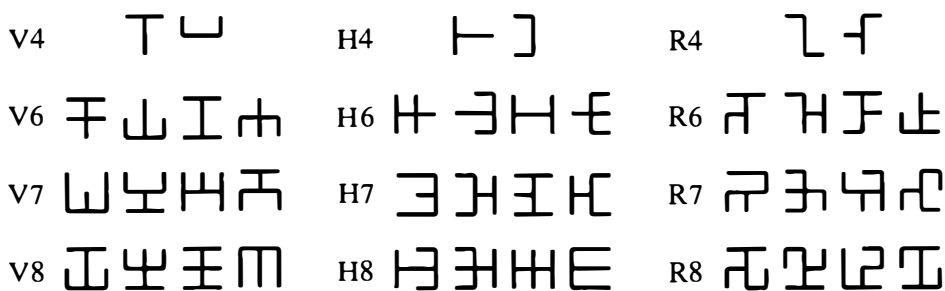
Pagrindinis eksperimento tikslas buvo vertikalios atspindžio simetrijos pranašumo prieš horizontalią patvirtinimas ar paneigimas. Dėl stimulių ir procedūros pobūdžio kitų orientacijų stimulus naudoti buvo neracionalu. Taip pat bandyta nustatyti stimulus elementų kiekio įtaką vertikalios ir horizontalios simetrijos detekcijai. Literatūroje yra mažai duomenų apie simetrijos detekcijos priklausomybę nuo stimulus sudėtingumo. Wenderoth psichofizikiniame eksperimente su taškų stimulus nustatė, kad vertikalios simetrijos detekcija nepriklauso nuo stimulus sudėtingumo, o horizontalios simetrijos detekcijos tikslumas mažėja, didėjant stimulus taškų kiekiui nuo 10 iki 80 (Wenderoth, 1996).

Metodika

Tiriamieji. Eksperimente savanoriškai dalyvavo 9 normalaus arba koreguoto regėjimo tiriamieji, iš kurių du buvo laboratorijos darbuotojai ir septyni studentai, penki vyrai ir keturios moterys. Keturi studentai dalyvavo viename bandyme, likę tiriamieji – keturiuose.

Aparatūra ir stimulus. Stimulai rodomi žalios spalvos šviesos diodų stačiakampėje matricoje, sudarytoje iš 12 vertikalių ir horizontalių vienodo ilgio atkarpų. Stimulų pateikimas matricoje per CAMAC sistemą programiškai valdomas kompiuterio. Eksperimentas vykdomas užtamsintoje patalpoje su daline garso izoliacija. Tiriamasis laisvai sėdi apie 2,5 m atstumu nuo šviesos diodų matricos, jo galva nėra fiksuota. Matricos kampinis dydis yra $1,4^\circ \times 1,4^\circ$, linijos storis – $0,08^\circ$.

Eksperimente naudoti 42 testo stimulus, sudaryti iš 4, 6, 7 ir 8 atkarpų, kuriuos būtų galima suskirstyti į 12 grupių: 4 grupės nesimetrinių stimulių R4, R6, R7 ir R8, sudarytų atitinkamai iš 4, 6, 7 ir 8 atkarpų; 4 grupės vertikalios simetrijos atitinkamo sudėtingumo stimulių V4, V6, V7 ir V8; bei 4 grupės horizontalios simetrijos atitinkamo sudėtingumo stimulių H4, H6, H7 ir H8 (3 pav.). Horizontalios simetrijos stimulus gauti, pasukus vertikalios simetrijos stimulus 90° kampiu prieš laikrodžio rodyklę. Kiekvieną grupę sudarė 4 stimulus, išskyrus keturių atkarpų R4, V4 ir H4 grupes, kuriose buvo po 2 stimulus. Mažesnę keturių atkarpų stimulių kiekį lėmė mažas elementų kiekis, dėl ko nebuvo galima sudaryti keturių skirtingų stimulių simetrinėms grupėms. Keturi stimulus, po vieną V6, H6, V8 ir H8 grupėse, turėjo abi simetrijos ašis, vertikalią ir horizontalią, todėl jų priskyrimas kuriai nors iš grupių yra tik sąlyginis.



3 pav. Testo stimulai. V, H ir R raidės nurodo atitinkamai vertikalią, horizontalią simetriją ir nesimetriškų figūrų grupes, skaičiai nurodo figūras sudarančių atkarpų skaičių

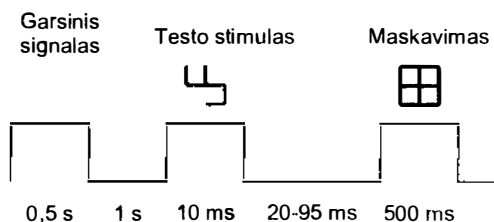
Viename bandyme buvo parodyti 504 testo stimulai: 2 serijos po 252 stimulus. Kiekvienoje serijoje 42 testo stimulai pasikartodavo po 6 kartus atsitiktine tvarka, t. y. tiriamasis prieškiekvieną testo stimulo pateikimą nežinojo, kokio sudetingo ir kokios simetrijos stimulus bus parodytas. Visa serija buvo suskirstyta į 12 blokų po 21 testo stimulą.

Bandymo eiga. 10 min. iki bandymo pradžios tiriamasis adaptuodavosi užtamsintame eksperimentiniame kambaryje (foninis apšvietumas 0,17 cd/m²). Prieš bandymą tiriamajam pateikiama 20 testo stimulų bandomoji serija siekiant nustatyti tokią tarpstimulinio intervalo tarp testo ir maskuojančio stimulų trukmę, kuriai esant simetrijos detekcijos tikslumas būtų 60–80%. Po bandomosios serijos patikrinamas detekcijos tikslumas ir, jeigu jis nėra nurodytose ribose, bandomoji serija pakartojama. Tarpstimulinio intervalo trukmei nustatyti reikdavo dviejų arba trijų bandomųjų serijų. Skirtingiems tiriamiesiems šio intervalo trukmė varijavo nuo 20 iki 95 ms. Eksperimentatorius su tiriamuoju ryšį palaikydavo per eksperimentiniame kambaryje įtaisytą mikrofoną.

Nustačius tarpstimulinio intervalo trukmę prasidėdavo bandymas. Testo stimulai buvo pateikiami naudojant galinio maskavimo procedūrą: pirmiausia pasigirdavo 0,5 s

trukmės garsinis signalas dėmesiui į matricą sukonzentruoti; po 1 s parodomas testo stimulus, vėliau – tarpstimulinis intervalas ir galiausiai – maskuojantis stimulus (4 pav.). Maskuojantis stimulus buvo visa 12 atkarpų matrica. Testo stimulo rodymo trukmė buvo 10 ms, maskuojančio stimulo trukmė – 500 ms. Fiksacijos taško nebuvo, tačiau tiriamasis tamsoje galėjo matyti šviesesnę matricos kontūrą, į kurią ir nukreipdavo dėmesį. Tiriamojo užduotis buvo atsakyti, kokios simetrijos stimulus buvo parodytas – vertikali, horizontali ar nesimetriška. Dvigubos simetrijos stimulo atveju tiriamasis turėdavo nurodyti abu simetrijos tipus. Po kiekvieno testo stimulo pateikimo tiriamasis savo atsakymą užrašydavo popieriaus lape per 2,5–4 s pauzę tarp pateikimų. Šios pauzės trukmę tiriamasis galėjo pats pasirinkti po bandomosios serijos, o bandymo metu ji buvo pastovi. Atsakydamas tiriamasis užrašydavo vieną arba dvi (detektavęs dvigubą simetriją) raides, dažniausiai tai buvo A, V ir H raidės. Po kiekvieno stimulų bloko (21 pateikimas) buvo 5 s pauzė. Pasibaigus pirmajam 12 blokų serijai, tiriamasis pats pranešdavo, kada būdavo pasiruošęs pradėti antrą seriją. Visas bandymas trukdavo, įskaitant adaptaciją, ne daugiau kaip 1 val.

Vertinant tiriamąjį atsakymus dvigubos simetrijos stimulų atveju buvo laikomasi tokios taisyklės – jei tiriamasis nurodydavo tik vieną simetrijos tipą, pavyzdžiui, horizontalią simetriją, buvo laikoma, kad šis simetrijos tipas detektuotas teisingai, o kitas, šiuo atveju vertikali simetrija, nebuvo detektuotas ir registruojama klaida. Jei tiriamasis atsakydavo, kad stimulus nesimetris, buvo registruojamos dvi klaidos – nedetektuota nei vertikali, nei horizontali simetrija.



4 pav. Stimulų pateikimo seka

Rezultatai

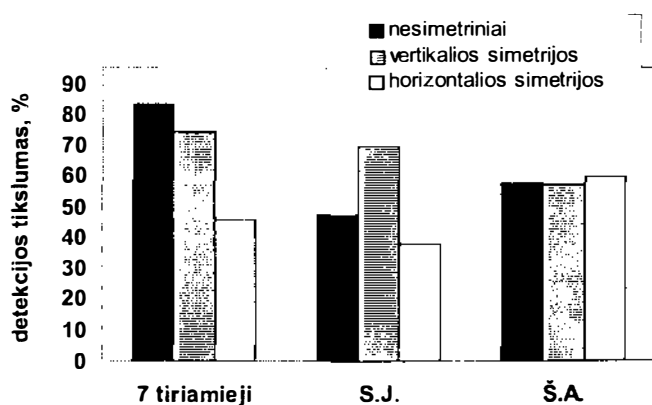
Eksperimentas patvirtino vertikali simetrijos pranašumą prieš horizontalią simetriją. Aštuonių iš devynių tiriamųjų ji buvo detektuojama tiksliau nei horizontali simetrija. Visų tiriamųjų vidurkinis šių simetrijų detekcijos tikslumas buvo atitinkamai 76,32% ir 50,98%, o pagal Newmano-Keulso *post-hoc* lyginamosios analizės rezultatus šie vidurkiai patikimai skiriasi esant reikšmingumo lygmeniui $p < 0,0001$. Trijų veiksmų (tiriamąjį, simetrijos tipo ir sudėtingumo) dispersinės analizės duomenimis, simetrijos tipo veiksnys yra reikšmingas: $F(2,216) = 207,09$, $p < 0,0001$.

Šio eksperimento rezultatai skiriasi nuo daugelio kitų autorių tyrimų rezultatų, rodančių, kad simetrija palengvina užduoties atli-

kimą įvairiose situacijose. Nesimetriniai stimuli septinių iš devynių tiriamųjų buvo detektuojami tiksliau nei vertikali simetrijos stimuli (vidurkinis visų tiriamųjų detekcijos tikslumas atitinkamai 82,71% ir 76,32%, $p < 0,0001$ pagal Newmano-Keulso analizės duomenis).

Pagal skirtingų simetrijos tipų detekcijos tikslumą galima išskirti 3 tiriamųjų grupes: 7 tiriamieji tiksliausiai detektavo nesimetrinius stimulus, blogiau vertikali ir blogiausiai – horizontali simetrijos stimulus; tiriamasis S. J. tiksliausiai detektavo vertikali simetrijos stimulus, blogiau nesimetrinius ir blogiausiai – horizontali simetrijos stimulus; tiriamajam Š. A. visų trijų tipų stimulų detekcijos tikimybės statistiškai nesiskyrė (5 pav.).

Išanalizavus tiriamųjų atsakymus buvo nustatyta, kad tiriamieji nevienodai dažnai pateikdavo skirtingo tipo atsakymus. Daugiausiai buvo atsakymų, kad stimuli nesimetriniai, o rečiausiai tiriamieji užrašydavo buvus horizontalią simetriją. Nevienodas atsakymų kiekis turėjo įtakos detekcijos tikslumo reikšmėms. Pagrindinė tendencija buvo ta, kad abejojant stimulus buvo priskiriamas nesimetriniam, padidinant nesimetrinių stimulų detekcijos tikimybę. Mažiausias horizontali simetri-

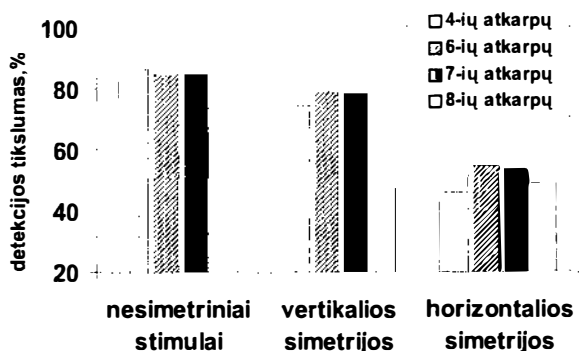


5 pav. Trijų tiriamųjų grupių nesimetrinių, vertikali ir horizontalios atspindžio simetrijos stimulų detekcijos tikslumas

jos detekcijos tikslumas nekelia abejonių, tačiau nedidelis nesimetrinių stimulių detekcijos pranašumas prieš vertikalios simetrijos stimulus galėjo atsirasti būtent dėl minėtos tiriamųjų atsakymų tendencijos. Šiai prielaidai patikrinti, atsižvelgiant į tam tikrų atsakymų tipų proporcijas, buvo atlikta teisingų atsakymų kiekio korekcija. Kaip ir buvo tikėtasi, po korekcijos nesimetrinių ir vertikalios simetrijos stimulių detekcijos tikslumo skirtumas arba gerokai sumažėjo, arba tapo priešingas. Statistiškai negalima įvertinti taip pakoreguotų detekcijos tikslumo reikšmių, tačiau korekcijos rezultatai leidžia daryti išvadą, kad nesimetriniai ir vertikalios simetrijos stimulių buvo detektuojami su daug maž vienoda tikimybe (išskyrus tiriamąjį S. J).

ANOVA analizė atskleidė, kad stimulių sudėtingumo veiksnys yra reikšmingas: $F(3,216) = 6,701, p < 0,001$. Tiksliausiai buvo detektuojami 6 ir 7 atkarpu stimulių. Analizuojant atskirai vertikalios ir horizontalios simetrijos stimulių detekcijos priklausomybę nuo sudėtingumo ryškių skirtumų nenustatyta išskyrus 4 atkarpu horizontalios simetrijos stimulus, kurie buvo detektuojami blogiau nei sudėtingesni horizontalios simetrijos stimulių (pagal Newman-Keulso analizės rezultatus), visų kitų grupių detekcijos tikslumai statistiškai nesiskyrė to paties simetrijos tipo stimuliams (6 pav).

ANOVA analizės duomenimis, reikšminga buvo tiriamojo ir simetrijos tipo veiksnių sąveika ($F(16,216) = 18,675, p < 0,0001$), tiriamojo ir stimulių sudėtingumo veiksnių sąveika ($F(24,216) = 4,943, p < 0,0001$) bei visų trijų veiksnių sąveika ($F(48,216) = 2,327, p < 0,0001$). Šių sąveikų reikšmingumas rodo individualius skirtumus tarp tiriamųjų (5 pav.). Reikšmingą tiriamojo ir sudėtingumo veiksnių sąveiką



6 pav. Nesimetrinių, vertikalios ir horizontalios atspindžio simetrijos skirtingo sudėtingumo stimulių detekcijos tikslumas

galėjo nulemti tai, kad šeši iš devynių tiriamųjų geriausiai detektavo 6 ir 7 atkarpu stimulus, o trims tiriamiesiems ši priklausomybė buvo atsitiktinio pobūdžio.

Rezultatų aptarimas

Eksperimento rezultatai dar kartą patvirtino vertikalios simetrijos pranašumą prieš horizontalią. Tik vieno tiriamojo iš 9 horizontalios simetrijos stimulių buvo detektuojami ne blogiau, nei vertikalios simetrijos stimulių.

Kitas eksperimento tikslas buvo vertikalios ir horizontalios simetrijos stimulių detekcijos priklausomybės nuo stimulių sudėtingumo tyrimas. Rezultatai tik iš dalies atitiko Wenderoth'o (1996) tyrimo duomenis. Kaip ir minėtame darbe, vertikalios simetrijos stimulių detekcija nepriklausė nuo elementų kiekio, tačiau, kitaip negu Wenderoth'o tyrime, nenustatytas detekcijos tikslumo mažėjimas didėjant horizontalios simetrijos stimulių sudėtingumui, netgi priešingai – mažiausio sudėtingumo stimulių buvo detektuojami blogiausiai. Tiesa, stimulių šiame darbe pagal elementų kiekį skyrėsi tik 2 kartus, kai Wenderoth'o tyrime jie skyrėsi net 8 kartus. Skirtingus rezultatus galėjo nulemti ir skirtingas stimulių pobūdis. Literatūros

apžvalgoje minėta, kad taškiniai stimulai, Julesz'o nuomone, reikalauja detalesnės analizės negu paprasti stimulai. Jeigu šiame darbe naudoti stimulai laikytini paprastais, tai simetrijos detekcija galėjo vykti globaliai analizuojant visą stimulą. Tokiu atveju ir horizontalios simetrijos stimulų detekcija neturėtų priklausyti nuo jų sudėtingumo.

Eksperto rezultatus verta paanalizuoti dėmesio dalyvavimo simetrijos detekcijoje aspektu. Literatūros apžvalgoje minėta vyraujanti nuomonė dėl simetrijos detektavimo ikidėmesiniame lygyje. Jeigu atsizvelgsime į šiame darbe pateiktą stimulų rodymo trukmę, kuri nebuvo ilgesnė kaip 105 ms, įskaitant tarpstimulinį intervalą, neabejotinai eksperimento rezultatai paremia tokį požiūrį. Tačiau dėl stimulų paprastumo, trumpos stimulų rodymo trukmės kriterijus nėra pakankamas. Rimtesnį argumentą galėtų suteikti šio eksperimento metodikos specifiškumas. Kitaip negu kitų autorių tyrimuose, kuriuose iš tiriamojo buvo reikalaujama atsakyti, ar stimulus simetrinis, ar ne, šiame tyrime tiriamajam reikėjo konkrečiai nurodyti simetrijos tipą – vertikalios ar horizontalios simetrijos stimulus buvo pateiktas. Jeigu reika-

laujama tik įvertinti, simetrinis ar nesimetrinis stimulus, tiriamasis gali teisingai detektuoti simetriją, tačiau kyla klausimas, ar jis teisingai nurodytų ir simetrijos orientaciją. Jeigu yra specializuotas mechanizmas, ikidėmesiniame lygyje detektuojantis atspindžio simetriją, kaip globalinį stimulo požymį, natūralu, kad simetriją gali būti detektuota nesuvokus, kokios ji orientacijos. Tokiu atveju simetrijos detekcijos tikslumas turėtų būti mažesnis eksperimentinėje situacijoje, reikalaujančioje nurodyti ne vien simetrijos buvimą, bet ir jos orientaciją. Šiai problemai išaiškinti reikėtų atlikti simetrijos detekcijos eksperimentą su abiem užduotimis – bendra simetrijos detekcija ir simetrijos tipo (orientacijos) detekcija.

Išvados

1. Vertikali atspindžio simetriją detektuojama tiksliau nei horizontali.
2. Simetrijos detekcijos užduotyje vertikalios atspindžio simetrijos stimulai daugumai tiriamųjų neturėjo pranašumo prieš nesimetrinius.
3. Nei vertikalios, nei horizontalios simetrijos detekcijos tikslumas nepriklauso nuo stimulus sudarančių atkarpų kiekio.

LITERATŪRA

1. Baylis G. C., Driver J. Parallel computation of symmetry but not repetition within single visual shapes // *Visual Cognition*. 1994, vol. 1, p. 377–400.
2. Barlow H. B., Reeves B. C. The versatility and absolute efficiency of detecting mirror symmetry in random dot displays // *Vision Research*. 1979, vol. 19, p. 783–793.
3. Bornstein M. H., Krinsky S. J. Perception of symmetry in infancy: The salience of vertical symmetry on the perception of pattern wholes // *J. Exp. Child Psychol.* 1978, vol. 39, p. 1–19.
4. Bornstein M., Ferdinandsen K., Gross C. Perception of symmetry in infancy // *Developmental Psychol.* 1981, vol. 17, p. 82–86.

5. Humphrey G., Humphrey D., Muir D., Dodwell P. Pattern perception in infants: Effects of structure and transformation // *J. Exp. Child Psychol.* 1986, vol. 41, p. 128–148.
6. Bruce V. G., Morgan M. J. Violations of symmetry and repetition in visual patterns // *Perception*. 1975, vol. 4, p. 239–249.
7. Carmody D. P., Nodine C. F., Locher P. J. Global detection of symmetry // *Perceptual and Motor Skills*. 1977, vol. 45, p. 1267–1273.
8. Chipman S. F., Mendelsohn M. J. Influence of six types of visual structure on complexity judgements in children and adults // *J. Exp. Psychol.: Human Perception and Performance*. 1979, vol. 5, p. 365–378.

9. Corballis M. C., Roldan C. E. On the perception of symmetrical and repeated patterns // *Perception & Psychophysics*. 1974, vol. 16, p. 136–142.
10. Corballis M. C., Roldan C. E. Detection of symmetry as a function of angular orientation // *J. Exp. Psychol.: Human Perception and Performance*. 1975, vol. 1, p. 221–230.
11. Corballis M. C., Beale I. L. The psychology of left and right. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 1976.
12. Dakin S. C., Watt R. J. Detection of bilateral symmetry using spatial filters // *Spatial Vision*. 1995, vol. 8, p. 393–413.
13. Driver J., Baylis G. C., Rafal L. Preserved figure-ground segregation and symmetry detection in visual neglect // *Nature*. 1992, vol. 360, p. 335–351.
14. Evans C. S., Wenderoth P., Cheng K. Detection of bilateral symmetry in complex biological images // *Perception*. 2000, vol. 29, p. 31–41.
15. Fisher C. B., Bornstein M. H. Identification of symmetry: Effects of stimulus orientation and head position // *Perception & Psychophysics*. 1982, vol. 32, p. 443–448.
16. Foster D. H. Operating on spatial operations // *Pattern Recognition by Man and Machine* /Ed. R. J. Watt. Mcmillan Press, Basingstoke, UK. 1991, p. 50–68.
17. Goldmeier E. Similarity in visually perceived forms // *Psychological Issues*. 1972, vol. 8, no. 1, p. 1–135.
18. Gurnsey R., Herbert A., Kenemy J. Bilateral symmetry embedded in noise is detected accurately only at fixation // *Vision Res*. 1998, vol. 38, p. 3795–3803.
19. Herbert A. M., Humphrey G. K. Bilateral symmetry detection: testing a „collosal“ hypothesis // *Perception*. 1996, vol. 25, p. 463–480.
20. Hogben J., Julesz B., Ross J. Short-term memory for symmetry // *Vision Res*. 1976, vol. 16, p. 861–866.
21. Jenkins B. Redundancy in the perception of bilateral symmetry in dot textures // *Perception & Psychophysics*. 1982, vol. 32, p. 171–177.
22. Jenkins B. Component processes in the perception of bilaterally symmetric dot textures // *Perception & Psychophysics*. 1983, vol. 34, p. 433–440.
23. Julesz B. Foundations of cyclopean perception. Chicago, IL: University of Chicago Press, 1971.
24. Locher P. J., Nodine C. F. The perceptual value of symmetry // *Comp. Math. Appl*. 1989, vol. 17, p. 475–484.
25. Locher P., Wagemans J. The effects of element type and spatial grouping on symmetry detection // *Perception*. 1993, vol. 22, p. 565–587.
26. Olivers C. N. L., Van der Helm P. A. Symmetry and selective attention: A dissociation between effortless perception and serial search // *Perception & Psychophysics*. 1998, vol. 60, p. 1101–1116.
27. Osorio D. Symmetry detection by categorisation of spatial phase: a model // *Proc. R. Soc. London, Ser. B*. 1996, vol. 263, p. 105–110.
28. Palmer S. E., Hemenway K. Orientation and symmetry: Effects of multiple, rotational, and near symmetries // *J. Exp. Psychol.: Human Perception and Performance*. 1978, vol. 4, p. 691–702.
29. Pashler H. Coordinate frame for symmetry detection and object recognition // *J. Exp. Psychol.: Human Perception and Performance*. 1990, vol. 16, p. 150–163.
30. Pomerantz J. R., Pristach E. A. Emergent features, attention, and perceptual glue in visual form perception // *J. Exp. Psychol.: Human Perception and Performance*. 1989, vol. 15, p. 635–649.
31. Poulton E. C. Range effects in experiments on people // *Amer. J. Psychol*. 1975, vol. 88, p. 3–32.
32. Rock I., Leaman R. An experimental analysis of visual symmetry // *Acta Psychologica*. 1963, vol. 21, p. 171–183.
33. Rock I., Linnett C. M., Grant P., Mack A. Perception without attention: Results of a new method // *Cognitive Psychology*. 1992, vol. 24, p. 502–534.
34. Royer F. L. Detection of symmetry // *J. Exp. Psychol.: Human Perception and Performance*. 1981, vol. 7, p. 1186–1210.
35. Saarinen J. Detection of mirror symmetry in random dot patterns at different eccentricities // *Visio Research*. 1988, vol. 28, p. 755–759.
36. Sekuler A. B. Local and global minima in visual completion: effects of symmetry and orientation // *Perception*. 1994, vol. 23, p. 529–545.
37. Tapiovaara M. Ideal observer and absolute efficiency of detecting mirror symmetry in random images // *J. Opt. Soc. Amer*. 1990, vol. A7, p. 2245–2253.
38. Tyler C. W., Hardage L., Miller R. Multiple mechanisms for detection of reflection symmetry // *Spatial Vision*. 1995, vol. 9, p. 79–100.
39. Treisman A., Gelade G. A feature-integration theory of attention // *Cognitive Psychology*. 1980, vol. 12, p. 97–136.