

VILNIAUS UNIVERSITETAS

Monika Intaitė

AR SELEKTYVUS DĖMESYS TURI ĮTAKOS DVIPRASMIŲ FIGŪRŲ  
SUVOKIMUI?

Daktaro disertacijos santrauka  
Biomedicinos mokslai, biofizika (02 B)

Vilnius, 2010

Disertacija rengta Vilniaus ir Turku universitetuose nuo 2006 iki 2010

Mokslinis vadovas:

prof. dr. Osvaldas Rukšėnas (Vilniaus universitetas, biomedicinos mokslai, biofizika – 02 B)

Disertacija ginama Vilniaus universiteto Biofizikos mokslo krypties taryboje:

*Pirmininkas* – prof. habil. dr. Vincas Būda (Vilniaus Universitetas, biomedicinos mokslai, biofizika – 02B)

*Nariai:*

doc. dr. Armuntas Baginskas (Kauno medicinos universitetas, biomedicinos mokslai, biofizika – 02B)

prof. habil. dr. Algis Bertulis (Kauno medicinos universitetas, biomedicinos mokslai, biofizika – 02B)

prof. dr. Valmantas Budrys (Vilniaus universitetas, biomedicinos mokslai, medicina – 07B)

doc. dr. Gytis Svirskis (Kauno medicinos universitetas, biomedicinos mokslai, biofizika – 02B)

*Oponentai:*

prof. dr. Aleksandr Bulatov (Kauno medicinos universitetas, biomedicinos mokslai, biofizika – 02B)

prof. habil. dr. Henrikas Vaitkevičius (Vilniaus universitetas, socialiniai mokslai, psichologija – 06S)

Disertacija bus ginama 2010 m. rugsėjo 24 d., penktadienį, 14 val. GMF Biofizikos auditorijoje (242 aud.).

Adresas: Čiurlionio 21/27, Vilnius, Lietuva.

Disertacijos santrauka išsiuntinėta 2010 m. rugpjūčio mėnesio 20 d.

Disertaciją galima peržiūrėti Vilniaus universiteto bibliotekoje.

## TURINYS

<b>SANTRUMPOS.....</b>	<b>5</b>
<b>1. ĮVADAS.....</b>	<b>6</b>
1.1. Tikslas ir užduotys.....	7
1.2. Aktualumas ir mokslinis naujumas.....	7
1.3. Praktinis taikymas.....	8
1.3. Ginamieji disertacijos teiginiai.....	8
<b>2. ŽVALGOMASIS EKSPERIMENTAS.....</b>	<b>8</b>
2.1. METODIKA.....	8
2.2. Dalyviai.....	8
2.3. Stimulai.....	9
2.4. Tyrimo eiga.....	10
<b>3. REZULTATAI IR JŲ APTARIMAS.....</b>	<b>10</b>
<b>EKSPERIMENTAS I.....</b>	<b>12</b>
4. METODIKA.....	12
4.1. Dalyviai.....	12
4.2. Stimulai.....	12
4.3. Tyrimo eiga.....	13
4.4. Elektrofiziologiniai įrašai ir jų analizė.....	17
<b>5. REZULTATAI IR JŲ APTARIMAS.....</b>	<b>19</b>
5.1. Psichofizikiniai duomenys.....	19
5.2. Elektrofiziologiniai duomenys.....	19
5.2.1. Vienpusiai pasikeitimai.....	20
5.2.2. N2 užpakalinės priešingos pusės komponentė.....	23
5.2.3. Abipusiai pasikeitimai.....	25
5.2.4. Vienpusių ir abipusių pasikeitimų palyginimas.....	29
<b>EKSPERIMENTAS II.....</b>	<b>29</b>
6. METODIKA.....	29
6.1. Dalyviai.....	29
6.2. Stimulai.....	30
6.3. Tyrimo eiga.....	31

<b>6.4. Elektrofiziologiniai įrašai jų analizė.....</b>	<b>34</b>
<b>7. REZULTATAI IR JŲ APTARIMAS.....</b>	<b>34</b>
<b>7.1. Psichofizikiniai duomenys.....</b>	<b>34</b>
<b>7.1.1. Pasikeitimų aptikimas.....</b>	<b>34</b>
<b>7.1.2. Raidžių aptikimas.....</b>	<b>35</b>
<b>7.2. Elektrofiziologiniai duomenys.....</b>	<b>35</b>
<b>7.3. Duomenų, suskirstytų pagal atsakymų eiliškumą, palyginimas.....</b>	<b>42</b>
<b>8. BENDRAS APTARIMAS.....</b>	<b>43</b>
<b>9. IŠVADOS.....</b>	<b>49</b>
<b>10. LITERATŪROS SĄRAŠAS.....</b>	<b>50</b>
<b>11. PUBLIKACIJOS.....</b>	<b>53</b>
<b>12. PADĖKA.....</b>	<b>55</b>
<b>13. GYVENIMO APRAŠYMAS.....</b>	<b>56</b>

## SANTRUMPOS

C3/C4 – centriniai (angl. *central*) elektrodai  
EEG – elektroencefalografija  
EOG – elektrookulografija  
F3/F4 – kaktiniai (angl. *frontal*) elektrodai  
fMRT – funkcinio magnetinio rezonanso tomografija  
MEG - magnetoencefalografija  
N2pc – N2 užpakalinės priešingos pusės komponentė  
O1/O2 – pakaušiniai (angl. *occipital*) elektrodai  
P3/P4 – momeniniai (angl. *parietal*) elektrodai  
RN – Reversijos neigiamumas  
RP – Reversijos pozityvumas  
SD – standartinis nuokrypis  
SĮSP – su įvykiu susiję potencialai  
SN – Selekcijos neigiamumas  
T5/T6 – smilkininiai (angl. *temporal*) elektrodai  
VP – Vėlyvasis pozityvumas

## 1. ĮVADAS

Norint sėkmingai gyventi kasdieniniame pasaulyje regos jutimas žmogui yra esminis. Bet ar tikrai žmogaus regos sistema perteikia tikslią ir nepakitusią išorinės aplinkos interpretaciją? Dauguma psichofizikos srityje dirbančių mokslininkų pasakytų, kad ne. Yra pakankamai daug pavyzdžių parodančių kaip rega, ar kiti žmogiški jutimai, (o kartu ir smegenys) gali būti apgauti tiesiog suteikus nepakankamą teisingam sprendimui priimti reikalingos informacijos kiekį.

Vienas iš daugelio tokios apgaulės pavyzdžių yra dviprasmiai vaizdai. Dviprasmiė figūra – tai paveikslas turintis dvi (ar daugiau) prasmių, kurios nuolat keičia viena kitą. Jų keitimosi pobūdžio išaiškinimas padėtų atsakyti į klausimą kaip žmogaus smegenyse formuojama perspektyva. Dviprasmių vaizdų suvokimas gyvenimo eigoje kinta, todėl jas patogu naudoti su amžiumi susijusios smegenų kaitos tyrimams (Mitroff ir kt., 2006; Heath ir Orbach, 1963). Pavyzdžiui, vaikai jaunesni nei penkerių (Rock ir kt., 1994; Gopnik ir Rosati, 2001, Holt ir Matson, 1976) bei didžioji dalis vyresnio amžiaus (t.y. 65-90 metų) žmonių (Heath ir Orbach, 1963; Holt ir Matson, 1976), ypač sergančių demencija (Heath ir Orbach, 1963) ar Alzheimerio liga (Shimada ir kt., 2006) nesuvokia (ar sunkiai suvokia) dviprasmių figūrų kaitos. Dviprasmių figūrų suvokimas gali susilpnėti dėl tam tikrų neurologinių ligų, tokių kaip, šizofrenija (Hunt ir Guilford, 1933), ar smegenų traumų, pavyzdžiui, kaktinės skilties pažeidimų (Ricci ir Blundo, 1990; Meenan ir Miller, 1994; Windmann ir kt. 2006), ignoravimo sindromo (angl. *hemispatial neglect*) (Bisiach ir kt., 1999) ir t.t.. Tačiau, depresija sergančių žmonių Necker'io kubo suvokinių keitimosi dažnis beveik nesiskiria nuo sveikų tiriamųjų suvokinių keitimosi dažnio (Weckowicz ir kt., 1978).

Dviprasmiai vaizdai yra naudingas tyrimo objektas naudojant elektroencefalografiją (ar kitus neinvazinius smegenų tyrimo metodus, pvz. fMRT, MEG ir t.t.), kadangi jie padeda atskirti suvokimo mechanizmus nuo stimulo sukeltamų mechanizmų. Kai žmogus stebi tokį vaizdą, jo/jos smegenys nuolat bando pasirinkti „teisingą interpretaciją“ iš bent dviejų galimų variantų. Esamu laiko momentu žmogus gali suvokti tik vieną iš suvokinių, kurie nuolat vienas kitą keičia. Taigi žmogus suvokia pasikeitimus, nors fiziškai stimulus lieka nepasikeitęs.

Šiuo metu elektroencefalografiniuose tyrimuose pradėta nauja metodinė paradigma (Kornmeier ir Bach, 2004), kurios pagrindinis rezultatas (stebimas beveik visuose eksperimentuose) yra Reversijos neigiamumas – neigiamas su įvykiu susijusių potencialų komponentas, susijęs su dviprasmio vaizdo suvokinių kaita ir stebimas apie 200 – 300 ms nuo stimulo pateikimo pradžios. Manoma, kad Reversijos neigiamumas atspindi dviprasmės figūros suvokinių kaitą. Parodytas jo jautrumas įvairiems užduoties parametrams (pvz. valingas dviprasmio vaizdo suvokinių keitimas) (Pitts ir kt., 2008). Iki šiol neaišku ar Reversijos neigiamumas yra iš esmės nulemiamas selektyvaus regimojo dėmesio mechanizmu, ar regimojo įsisąmoninimo mechanizmu. Šioje disertacijoje, į elektroencefalografinę dviprasmių figūrų suvokimo tyrimų paradigmą buvo įtrauktos selektyvų dėmesį matuojančios užduotys siekiant išsiaiškinti jų galimą įtaką Reversijos neigiamumui.

### **1.1. Tikslas ir užduotys**

Išsiaiškinti Reversijos neigiamumo funkcinę reikšmę: ar jį sukelia dėmesio mechanizmai, įsisąmoninimo mechanizmai, ar tai yra specifinis su dviprasmių vaizdų suvokimu susijęs smegenų atsakas.

#### **Užduotys:**

- a) Išsiaiškinti ar Reversijos neigiamumas yra N2 užpakalinės priešingos pusės (angl. *posterior contralateral*) komponentės funkcinis atitikmuo;
- b) Išsiaiškinti ar Reversijos neigiamumas yra Regimojo įsisąmoninimo neigiamumo (angl. *Visual Awareness Negativity*) potipis;
- c) Išsiaiškinti kaip Reversijos neigiamumą veikia didelė arba maža suvokimo apkrova (angl. *perceptual load*).

### **1.2. Aktualumas ir mokslinis naujumas**

Šioje disertacijoje pristatytos kelios metodinės elektroencefalografinių tyrimų naujovės:

- a) vienu metu pateikiami du dviprasmiai vaizdai;
- b) dviprasmio vaizdo pasikeitimų registravimo metu atliekama šalutinė užduotis;
- c) ypač trumpų pateikimo (200-400 ms) ir tarpstimulinių intervalų (200 ms) naudojimas;

d) stimulų, sudarytų iš nedviprasmės – dviprasmės gardelės pateikimų, naudojimas.

Į dviprasmių figūrų suvokimo tyrimus pirmą kartą buvo įtrauktos selektyvaus dėmesio naudojimą įvertinančios užduotys siekiant išsiaiškinti kiek Reversijos neigiamumas, dviprasmių vaizdų keitimuisi būdingas smegenų atsakas, yra susijęs su selektyviu dėmesiu.

### **1.3. Praktinis taikymas**

Parengtos ir išbandytos metodinės elektroencefalografinių tyrimų naujovės gali būti naudojamos kitų tyrėjų atliekamuose panašaus pobūdžio eksperimentuose.

### **1.4. Ginamieji teiginiai**

- Reversijos neigiamumas, ankstyvasis neigiamas su įvykiu susijusių potencialų komponentas, nurodantis į dviprasmio vaizdo suvokinių kaitą, nėra susijęs su selektyviu dėmesiu, nes:
  - nėra sukeliamas to paties mechanizmo kaip N2 užpakalinės priešingos pusės (angl. *posterior contralateral*) komponentė;
  - visiškai nuslopinamas kai tiriamieji kartu su dviprasmio vaizdo stebėjimo užduotimi atlieka didelės arba mažos suvokimo apkrovos (angl. *perceptual load*) užduotį.
- Reversijos pozityvumas yra su dėmesiu susijęs su-įvykiu-susijusių potencialų atsakas, tačiau jis nebūtinai yra selektyvaus dėmesio atsakas.
- Vėlyvasis pozityvumas nėra tiesiogiai susijęs su suvokiamais stebimo dviprasmio vaizdo pasikeitimais.

## **ŽVALGOMASIS EKSPERIMENTAS**

### **2. METODIKA**

#### **2.1. Dalyviai**

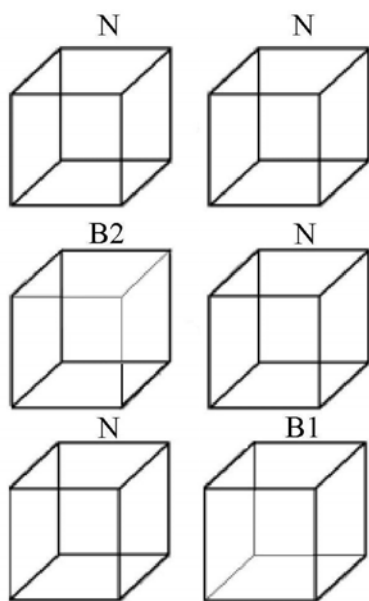
Tyrimė dalyvavo dvidešimt studentų (5 vyrai) (amžiaus vidurkis=21.1 metai, SD=0.45). Kiekvieno dalyvio rega buvo normali arba koreguota. Visi tiriamieji tokio



tipo tyrime dalyvavo pirmą kartą ir apie tyrimo tikslus nežinojo. Dalyvavimas eksperimente jiems buvo užskaitytas kaip laboratorinis darbas.

## 2.2. Stimulai

Eksperimento metu naudota figūra – Necker'io kubas (Pav. 2.1). Visos eksperimento metu naudotos figūros buvo juodai baltos šviesiai pilkame fone. Dvi vienodos dviprasmės figūros arba dviprasmė ir figūra su paryškinta viena ar kita iš galimų prasmių (toliau – paryškinta figūra) buvo pateikiamos vienu metu ir stebimos abejomis akimis. Paryškintos figūros atitiko abi suvokiamas Necker'io kubo interpretacijas. Visiems dalyviams buvo pateikiamos kubų poros, kuriose buvo paryškinta viena iš galimų prasmių. Vienos testo figūros dydis monitoriaus ekrane –  $2.2^\circ \times 2.2^\circ$ , atstumas tarp dviejų viena šalia kitos esančių figūrų –  $0.6^\circ$ .



Paveikslas 2.1 Eksperimente naudotos Necker'io kubo versijos: N – neutrali dviprasmė figūra, B1 – įprastos kubo orientacijos paryškimas, B2 – aukštyn orientuoto kubo paryškimas.

Eksperimentas buvo atliekamas *Pentium* klasės kompiuteriu, naudojant CRT tipo monitorių (įstrižainė 53cm, skiriamoji geba  $1600 \times 1200$  taškų, horizontalios skleistinės dažnis 80Hz). Tyrimas vykdytas *Delfi 3* programavimo kalba parašyta programa.

### 2.3. Tyrimo eiga

Bandymai buvo atliekami įprastoje aplinkoje, natūralaus, dienos foninio apšvietimo sąlygomis, tiriamajam sėdint prie stalo 50 – 60 cm atstumu nuo monitoriaus ekrano. Pradžioje tiriamasis stebėjo Necker'io kubą kol suvokdavo figūros dviprasmiškumą. Paprastai tam pakakdavo kelių minučių.

Eksperimento pradžioje kartu stebimi du neutralūs Necker'io kubai. Vėliau kartu stebimi neutralus ir paryškintas (įprastos kubui orientacijos arba aukštyn orientuotas kubas) kubo variantai. Paryškintos figūros padėtis poroje buvo parenkama atsitiktinai. Dalyvių buvo prašoma leisti dviprasmių figūrų suvokiniam keistis natūraliai ir reaguoti į prasmių keitimąsi spaudžiant klaviatūros klavišą „Z“ – jei abu kubus suvokdavo kaip įprastai orientuotus, klavišą „C“ – jei abu kubus suvokdavo kaip orientuotus aukštyn ir klavišą „\“ – jei abiejuose kubuose suvokdavo skirtingas prasmes (kuri prasmė kurioje figūroje – nesvarbu). Kiekvienas dalyvis atliko iš viso tris bandymus.

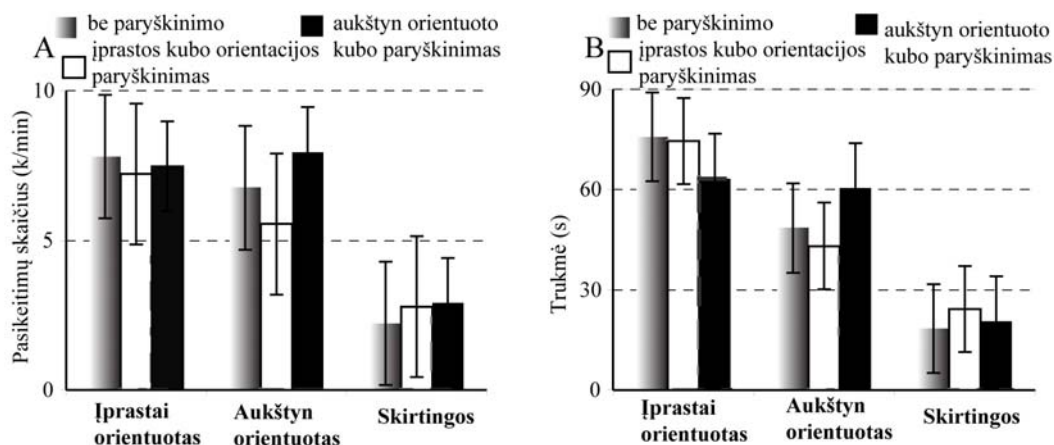
Figūrų pateikimo trukmė – 150 s. Intervalas tarp pateikimų apie 30 s. Duomenų analizei vidutinis mygtukų paspaudimų kiekis per vieną minutę buvo apskaičiuotas kaip suvokinių keitimosi dažnis (t.y. įprastos kubo orientacijos suvokinio dažnis, aukštyn orientuoto kubo suvokinio dažnis ir skirtingų prasmių abiejuose figūrose suvokimo dažnis). Vidutiniai laiko intervalai tarp mygtukų paspaudimų buvo apskaičiuoti kaip prasmių suvokimo trukmės. Eksperimentas su vienu dalyviu truko apie pusę valandos.

## 3. REZULTATAI IR JŲ APTARIMAS

Buvo atlikta  $3 \times 3$  pasikartojančių matavimų ANOVA su faktoriais Paryškinimas (jokio paryškinimo, įprastos kubo orientacijos paryškinimas ir aukštyn orientuoto kubo paryškinimas) ir Suvokinys (įprasta kubo orientacija, aukštyn orientuotas kubas ir skirtingi suvokiniai) analizė, siekiant įvertinti vidutines suvokinių keitimosi dažnio ir kiekvieno suvokinio trukmės vertes. Keitimosi dažnio ir suvokimo trukmių duomenys yra pateikti paveiksle 3.1.

Rezultatai parodė statistiškai reikšmingą Paryškinimo faktorių: suvokiamas kubų keitimosi dažnis buvo statistiškai reikšmingai didesnis kai viename iš kubų buvo naudotas aukštyn orientuoto kubo paryškinimas ( $F(2,40) = 3.73, p < 0.04$ ) (Pav. 3.1A). Taip pat buvo gautas statistiškai reikšmingas Suvokinio faktorius ( $F(2, 40) = 61.31, p <$

0.0001), kai kubai patikimai dažniau buvo suvokiami įprastose kubui orientacijose lyginant su aukštyn orientuotais kubais ( $p < 0.0001$ ) ir skirtingomis prasmėmis ( $p < 0.0001$ ). Buvo gauta statistiškai reikšminga Paryškinimo  $\times$  Suvokinio sąveika ( $F(4, 80) = 5.43$ ,  $p < 0.006$ ), kuri buvo papildomai analizuojama atliekant ANOVA atskirai kiekvienam paryškinimui. Rezultatai parodė statistiškai reikšmingus skirtumus tik lyginant aukštyn orientuoto kubo suvokinius kai pasikeitimo į aukštyn orientuotą kubą dažnis to paties paryškinimo naudojimo atveju buvo didesnis už aukštyn orientuoto kubo suvokinių keitimosi dažnį porose be paryškinimo ( $p < 0.04$ ) ir porose su įprastai orientuoto kubo paryškinimu ( $p < 0.0001$ ). Taigi ‘aukštyn orientuoto’ kubo paryškinimas padidino aukštyn orientuoto kubo suvokimo dažnį lyginant su šio suvokinio dažniu neutraliose porose.



Paveikslas 3.1. Žvalgomojo eksperimento rezultatai. A: pasikeitimo dažnių iš bet kurio suvokinio į ‘įprastai orientuoto’ kubo suvokinį, iš bet kurio suvokinio į ‘aukštyn orientuoto’ kubo suvokinį ir iš bet kurio suvokinio į skirtingas prasmes abiejose figūrose neutralioms poroms (pilki stulpeliai), ir kai paryškinta įprasta kubo orientacija (balti stulpeliai) ar aukštyn orientuotas kubas (juodi stulpeliai). B: ‘įprastai orientuoto’ kubo, ‘aukštyn orientuoto’ kubo ir skirtingų prasmų abiejose figūrose suvokimo trukmės neutralioms poroms (pilki stulpeliai), ir kai paryškinta įprasta kubo orientacija (balti stulpeliai) ar aukštyn orientuotas kubas (juodi stulpeliai). Diagramose atidėti vidutiniai standartiniai nuokrypiai.

Suvokimo trukmių rezultatai rodo, kad aukštyn orientuoto kubo suvokinsys sumažino įprastai orientuoto kubo suvokimo trukmę ( $F(2,40) = 5.73$ ,  $p < 0.02$ ) (Pav. 3.1B). Tai rodo, kad tiriamieji galėjo suvokti pasikeitimus abiejuose dviprasmiuose vaizduose, net jei vienas iš jų buvo perpieštas norint paryškinti vieną ar kitą prasmę.

Žvalgomojo eksperimento duomenys parodė, kad tiriamieji galėjo stebėti ir suvokti Necker'io kubų orientacijos pasikeitimus kai neutrali ir paryškinta vienos ar kitos prasmės kubo versijos yra pateikiamos vienu metu. Paryškimas turėjo statistiškai reikšmingą poveikį Necker'io kubo suvokimui, kadangi jis padidino skirtingų suvokinių vienu metu stebimų kubų porose, kiekį. Taip pat, konkrečios prasmės paryškimas reikšmingai padidino suvokiamą tos prasmės dažnį. Remiantis šio eksperimento duomenimis, buvo sukurta metodika pirmajam elektroencefalografiniam tyrimui. Paryškimo pateikimas buvo sujungtas su selektyvų dėmesį matuojančia užduotimi norint išsiaiškinti šiuos dalykus:

- 1) galimą ryšį tarp dviprasmių vaizdų suvokimo ir selektyvaus dėmesio;
- 2) esminius mechanizmus, atsakingus už dviprasmių figūrų suvokimą.

## **EKSPERIMENTAS I**

### **4. METODIKA**

#### **4.1. Dalyviai**

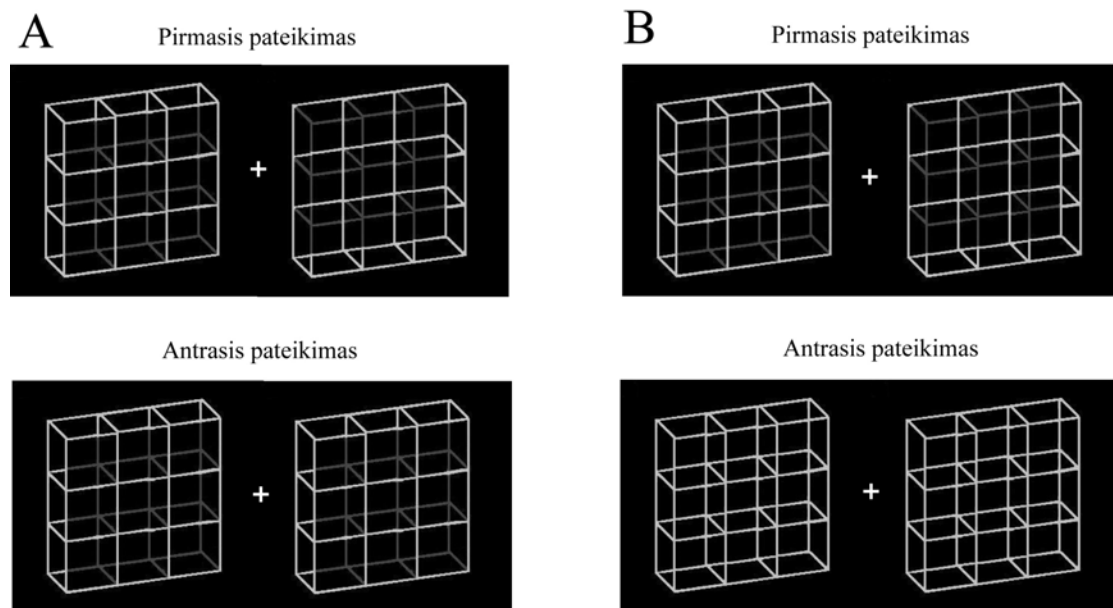
Eksperimente dalyvavo trylika sveikų studentų (penki vyrai) nuo dvidešimties iki trisdešimt penkerių metų amžiaus (amžiaus vidurkis = 24.2, SD = 4.5). Apie tyrimo tikslus jie nežinojo, o dalyvavimas eksperimente jiems buvo užskaitytas kaip laboratorinis darbas. Norint įvertinti kiekvieno asmens kairiosios ir dešinėsios rankos naudojimą kasdienėje veikloje, buvo naudojamas Edinburgo rankiškumo testas (Oldfield, 1971), kuris parodė, kad visi tiriamieji yra dešiniarankiai (vidutinės rankiškumo vertės = 0.77, SD = 0.30). Visų tiriamųjų rega buvo normali arba koreguota. Tyrimo protokolas buvo patvirtintas Turku universiteto etikos komiteto ir kiekvienas dalyvis pasirašė raštišką sutikimą jame dalyvauti.

#### **4.2. Stimulai**

Tiriamiesiems buvo pateiktos dviejų tipų vaizdų grupės: tikro pasikeitimo (toliau TP) ir Necker'io pasikeitimo (toliau NP). TP eksperimentinėje sąlygoje buvo naudojamos tik nedviprasmės gardelės (Pav. 4.1A), sudarytos iš devynių nedviprasmių

kubų, o NP eksperimentinėje sąlygoje buvo naudojamos nedviprasmės ir dviprasmės gardelės, sudarytos iš devynių dviprasmių kubų (Pav. 4.1B).

Kiekvienam stimului buvo sukurtas veidrodinis atspindys, kuris buvo pateikiamas pusėje bandymų. Kiekvienas stimulus sudarė  $1.9^\circ \times 1.9^\circ$  kampinio dydžio stimuliacijos zoną ir buvo pateikiamas 21 colio įstrižainės monitoriuje kai horizontalios skleistinės dažnis buvo 60 Hz, o atstumas nuo stebėtojo iki monitoriaus – 150 cm. Figūros buvo baltos (ar pilkai baltos) ( $20 \text{ cd/m}^2$ ) juodame fone ( $0.1 \text{ cd/m}^2$ ). Visuose bandymuose buvo pateikiamos dvi gardelės, viena kairėje, o kita dešinėje fiksacijos taško pusėje. Jos buvo stebimos abiem akimis. Gardelių briaunos buvo pateiktos apie  $0.6^\circ$  atstumu nuo fiksacijos taško. Siekiant išvengti povaizdžių (angl. *afterimages*), kiekviename bandyme abiejų gardelių padėtys tarp pirmojo ir antrojo pateikimo buvo atsitiktinai keičiamos (apie  $\pm 0.3^\circ$ ).



Paveikslas 4.1 Stimulų pateikimo pavyzdžiai. A: tikro pasikeitimo atveju (pasikeičia dešinėsios gardelės orientacija). B: Necker'io gardelės pasikeitimo atveju (tikėtina, kad pasikeis suvokimas apie dešinėsios gardelės orientaciją).

### 4.3. Tyrimo eiga

Prieš pradėdant eksperimentą tiriamieji buvo supažindinti su dviprasmiškumo sąvoka ir jiems buvo parodyta Necker'io gardelė. Jei tiriamasis negalėjo suvokti kurio nors iš dviejų galimų gardelės orientacijos variantų, jam buvo pateikiamos į antrąją prasmę nurodančios užuominos, kol žmogus suvokdavo gardelės dviprasmiškumą.

Vėliau kiekvienam dalyviui buvo pateikiami keturi apsimokymo blokai, kiekvienas iš kurių buvo sudarytas iš 32 bandymų: po du TP ir NP atvejams. Apsimokymas buvo naudojamas norint supažindinti tiriamuosius su užduotimi, akcentuoti žvilgsnio fiksavimo svarbą bei pripratinti juos prie atsakymų registravimo tvarkos. Dalyvių buvo prašoma žiūrėti į monitoriaus centre esantį fiksacijos tašką ir stimulų pateikimo metu nejudinti akių, nemirksėti. Mirksėti bei judinti akis buvo galima tik pateikus atsakymą, o akių judesiai ir mirksėjimas buvo nuolat stebimi elektrookulografinio (EOG) įrašo pagalba.

Kiekvienas bandymas prasidėdavo 500 ms pateikus fiksacijos tašką. Po jo 400 ms buvo rodomos dvi nedviprasmės gardelės, tada 200 ms buvo pateikiamas fiksacijos taškas, ir galiausiai (priklausomai nuo sąlygos) 200 ms buvo pateikiamos dvi dviprasmės arba nedviprasmės gardelės (Pav. 4.2).

Pirmasis tiek TP, tiek NP pateikimas prasidėdavo nuo nedviprasmių gardelių. Jo metu buvo rodomas vienas iš keturių galimų gardelių orientacijos variantų:

- 1) Abi gardelės yra įprastoje kubui orientacijoje;
- 2) Abi gardelės orientuotos aukštyn;
- 3) Kairioji gardelė orientuota aukštyn, o dešinioji gardelė įprastoje kubui orientacijoje;
- 4) Dešinioji gardelė orientuota aukštyn, o kairioji gardelė įprastoje kubui orientacijoje.

Pirmuosiuose tiek TP, tiek NP pateikimuose buvo nuspręsta rodyti tik nedviprasmes gardeles nes:

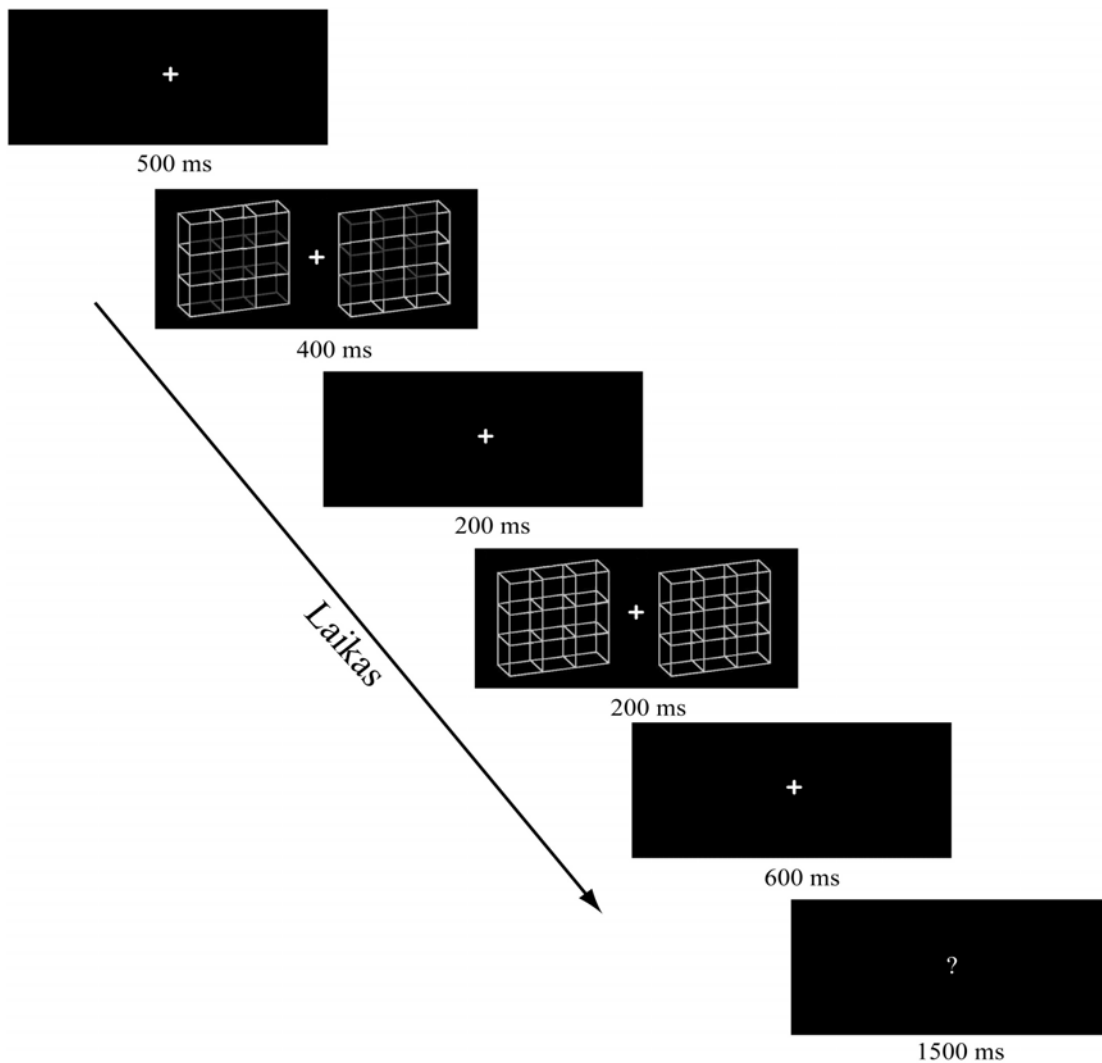
1. Jeigu būtų lyginami su įvykiu susiję potencialai (SISP) sukelti pateikiant nedviprasmes-nedviprasmes ir dviprasmes-dviprasmes gardeles, tai sukeltų papildomus (su stimulais susijusius) pakitimus potencialų bangų formose. O TP sąlyga, kurios pirmajame pateikime nebūtų rodomi nedviprasmiai stimulai, yra neįmanoma.
2. Žvalgomųjų eksperimentų metu buvo pastebėta, kad vienpusiai dviprasmės gardelės suvokinių pasikeitimai yra ganėtinai lengvai sukelti jei pirmajame pateikime rodomos dvi nedviprasmės gardelės esančios skirtingose orientacijose. Jei NP sąlygoje būtų naudojamas vien dviprasmė-dviprasmė

gardelių pateikimo būdas, būtų neįmanoma surinkti pakankamo vienpusių pasikeitimų kiekio.

Antruosiuose TP sąlygos pateikimuose buvo rodomos dvi vienodos orientacijos nedviprasmės gardelės, o NP sąlygos pateikimuose – dvi dviprasmės Necker'io gardelės. Tokia pateikimų seka nulėmė keturis galimus tikro arba tariamo pasikeitimo variantus:

- 1) kairiosios gardelės orientacijos pasikeitimas,
- 2) dešinėsios gardelės orientacijos pasikeitimas,
- 3) abiejų gardelių orientacijos pasikeitimas,
- 4) jokie pasikeitimo gardelių orientacijose.

Nedviprasmės gardelės atsitiktinai buvo keičiamos 75% TP sąlygos bandymų.



Paveikslas 4.2 Vieno bandymo pavyzdys NP atveju.

Po antrojo pateikimo 600 ms buvo pateikiamas fiksacijos taškas, o po jo pateiktas klaustukas (?) nurodė, kad tiriamasis turi pateikti atsakymą apie pastebėtus gardelių pasikeitimus (ar nepasikeitimus). Intervalas tarp tiriamojo atsakymo ir naujo bandymo pradžios buvo 1500 ms.

Tiriamieji lygino gardelių orientacijas tarp pirmojo ir antrojo pateikimų. Jie turėjo spausti kairįjį mygtuką kai suvokdavo kairiosios gardelės orientacijos pasikeitimą, dešinįjį mygtuką kai suvokdavo dešinėsios gardelės orientacijos pasikeitimą, ir mygtuką esantį tarp kairiojo ir dešiniojo mygtukų jei suvokdavo abiejų gardelių pasikeitimus. Jei tiriamieji nesuvokdavo jokio pasikeitimo, jų buvo prašoma tiesiog laukti kito bandymo ir nespusti jokio mygtuko. Taip pat jų buvo prašoma leisti dviprasmių gardelių suvokinių pasikeitimams vykti natūraliai, ir buvo pabrėžiama, kad jie turėtų pateikti atsakymą tik tada, kai tikrai suvokė pasikeitimą.

TP sąlygoje iš viso buvo 320 bandymų, NP sąlygoje – 272 bandymai. TP sąlygoje buvo sukurti keturi pasikeitimo blokų variantai: kairiosios gardelės orientacijos pasikeitimas, dešinėsios gardelės orientacijos pasikeitimas, abiejų gardelių orientacijos pasikeitimas ir jokio pasikeitimo gardelių orientacijose. Kiekvieną bloką sudarė 80 bandymų (iš viso 320). Kadangi visi NP sąlygos pasikeitimai vyksta išimtinai tik stebėtojo sąmonėje, tiriamieji galėjo pasirinkti „nepasikeitimo“ atsakymą bet kuriame iš bandymų. Todėl nebuvo reikalo NP sąlygoje kurti atskiro bloko nepasikeitimams registruoti. Kadangi pagrindinis eksperimento tikslas buvo iširti ar su selektyviu dėmesiu susijusi N2pc komponentė bus stebima dviprasmio stimulo suvokinio pasikeitimų metu, buvo nuspręsta pateikti daugiau bandymų, kurių pirmajame pateikime gardelių orientacijos yra skirtingos ir to rezultate lengviau galima suvokti vienpusius pasikeitimus (iš viso 192). O kai gardelių orientacijos vienodos, paprasčiau yra suvokti abipusius pasikeitimus (iš viso 80 bandymų).

Kiekviena eksperimentinė sąlyga buvo padalinta į du atskirus bandymų blokus (kiekviename iš jų buvo pateikiama pusė kiekvienos sąlygos bandymų atsitiktine tvarka), taigi eksperimento metu kiekvienas tiriamasis turėjo atlikti keturis atskirus blokus. Blokai buvo reikalingi norint keisti atsakymų registravimą eksperimento metu: pusė tiriamųjų pirmąją eksperimento dalį (t.y. vieną TP ir NP bloką) registravo savo atsakymus kairiąja ranka, o antrąją eksperimento dalį atsakymus registravo dešiniąja ranka. Kitai pusei tiriamųjų atsakymų registravimas bei eksperimentinių blokų pateikimo



eiliškumas buvo pateikiami atvirkštine tvarka. Rankos, kuria registruojamas atsakymas, keitimas sukeltųjų potencialų lateralumą tiriančiuose eksperimentuose yra būtinas, nes kitaip galima gauti vienpusį efektą (tarkime užregistruoti padidėjusius neigiamus potencialus vieno ar kito pusrutulio aktyvume), kuri nulėmė tai, kad eksperimento metu visos užduotys buvo atliekamos ta pačia ranka. Viduryje eksperimento buvo daroma 10 minučių trukmės pertrauka, o trumpos 2 – 3 minučių pertraukėlės buvo suteikiamos po kiekvieno bloko. Visas eksperimentas su vienu dalyviu truko apie dvi valandas.

Remiantis žvalgomųjų eksperimentų duomenimis, vienpusiai suvokinių pasikeitimai NP sąlygoje kai abiejų gardelių orientacijos pirmojo pateikimo metu buvo vienodos buvo gana reti, o abipusiai pasikeitimai buvo suvokiami gana retai kai abiejų gardelių orientacijos pirmojo pasikeitimo metu buvo skirtingos; todėl su įvykiu susiję potencialai (SĮSP) užregistruoti reaguojant į tokio tipo stimulo-atsako kombinacijas analizuojami nebuvo. Kiekvienam pasikeitimo variantui buvo surinkta bent po 30 atskirų bandymų be artefaktų (t.y., be mirksėjimo, kosėjimo, raukymosi ir t.t.), kad tiriamojo duomenys būtų įtraukti į tolesnes analizes.

#### **4.4. Elektrofiziologiniai įrašai ir jų analizė**

EEG buvo registruojama naudojant Ag/AgCl elektrodus išdėstytus pagal tarptautinę 10/20 sistemą Fp1, Fp2, F3, F4, F7, F8, Fz, P3, P4, Pz, C3, C4, Cz, T3, T4, T5, T6, O1, O2. Įžeminimo elektrodas buvo tarp elektrodų Fz ir Cz, o referentinis elektrodas buvo klijuojamas ant tiriamojo nosies. Elektrodas po dešine akimi buvo naudojamas mirksėjimo ir vertikalių akių judesių registravimui, o elektrodas priklijuotas vidutiniškai 1.5 cm atstumu nuo dešinės akies buvo naudojamas horizontalių akių judesių registravimui. EEG atsakai buvo sustiprinti panaudojant juostinį 0.15 iki 100 Hz filtrą, kai nuskaitymo dažnis (angl. *sampling rate*) buvo 500 Hz. Elektrodų impedansas buvo mažesnis nei 5 k $\Omega$ . Norint susilpninti įvairaus dažnio triukšmus duomenys buvo filtruojami (0.1 – 20 Hz). SĮSP bangų formos (teigiamų ir neigiamų įtampos pakitimų sekos) buvo išgautos iš EEG įrašo programos “BrainVision Analyzer” pagalba. SĮSP buvo individualiai segmentuoti ir suvidurkinti skirtingiems pasikeitimams (kairysis pasikeitimas, dešinysis pasikeitimas, abipusis pasikeitimas ir nepasikeitimas), pagal tiriamųjų pateiktus atsakymus, TP ir NP sąlygoms atskirai. TP sąlygoje buvo analizuojami tik teisingi atsakymai. Laiko intervale nuo -100 iki 0 ms prieš antrąjį

stimulų poros pateikimą buvo atliekama pradinio lygio korekcija (angl. *baseline correction*). Įrašai su artefaktais ( $>70\mu\text{V}$ ) – akių judesiai, mirksėjimas, kitos priežastys (pvz. tiriamojo judesiai), po duomenų surinkimo (angl. *off-line*), buvo atmesti ir analizėje nenaudoti. Po visų aukščiau paminėtų signalo apdorojimo etapų, kiekvieno tiriamojo duomenys buvo vidurkinami atskirai.

Galiausiai vidurkinant individualius SĮSP buvo gaunamos bendros bangų formos (angl. *grand average*). Vidutinės amplitudės buvo statistiškai analizuojamos P1 (100–150 ms), N1 (150–200 ms), P2 (200–250 ms), N2 (250–300 ms), ir P3 (300–500 ms) laiko intervaluose, kurių atskaitos tašku buvo pasirinkta antrosios stimulų poros pateikimo pradžia. Šie laiko intervalai buvo atrinkti peržiūros (angl. *visual inspection*) metodu iš bendro vidurkio bangų formų (Picton ir kt., 2000). Naudojant peržiūros metodą, buvo atrinktas siauresnis P3 laiko intervalas (lyginant su paprastai naudojamu 400 – 700 ms intervalu). Jei laisvės laipsniai buvo didesni negu 1,  $p$  vertėms buvo taikomos Greenhouse'o ir Geisser'io korekcijos (Picton ir kt., 2000). RN ankstyvasis neigiamas SĮSP komponentas susijęs su dviprasmio vaizdo suvokinių kaita, paprastai užregistruojamas apie 200 – 300 ms nuo antrojo pateikimo pradžios (pvz. Britz ir kt., 2009), todėl jis gali būti stebimas N1, P2, ir N2 laiko intervaluose. Jei RN ir N2pc reprezentuoja tos pačios funkcinės sistemos veiklą, tada vienpusio pasikeitimo metu RN turėtų būti stebimas tik priešingoje pasikeitimui pusėje esančiais elektrodais registruojamose potencialuose (t.y. padidėjęs dešiniojo pusrutulio aktyvumas lyginant su kairiojo pusrutulio aktyvumu, reaguojant į pasikeitimus stebėtus kairėje pusėje). Be to, buvo atlikta papildoma vidutinių N2pc amplitudžių analizė naudojant skirtuminių bangų (angl. *difference waves*) metodą (priešingoje pasikeitimui pusėje esančiu elektrodu užregistruoto potencialo amplitudžių vidutinės vertės atimamos iš toje pačioje pasikeitimui pusėje esančiu elektrodu užregistruoto potencialo amplitudžių vidutinių verčių) laiko intervale nuo 270 iki 320 ms, apskaičiuota okcipitaliniams (O1/O2) ir užpakaliniams temporaliniams (T5/T6) elektrodams, kadangi ankstesni tyrimai rodo jog N2pc stebima šiame laiko intervale ir šių elektrodų registruojamame aktyvume (Girelli ir Luck, 1997).

Disertacijos santraukoje buvo naudojami angliškų elektrodų pavadinimų (naudojamų remiantis tarptautine 10/20 elektrodų išdėstymo sistema) skoliniai (frontaliniai, centriniai, parietaliniai, okcipitaliniai ir temporaliniai elektrodai), kad būtų

paprasciau suprasti jų trumpinius paveiksluose ir tekste. Lietuviški elektrodų pavadinimus atitinkantys terminai yra: kaktiniai (angl. *frontal*), centriniai (angl. *central*), momeniniai (angl. *parietal*), pakaušiniai (angl. *occipital*) ir smilkininiai (angl. *temporal*).

## 5. REZULTATAI IR JŲ APTARIMAS

### 5.1. Psichofizikiniai duomenys

Lentelėje 5.1 yra pateikiamos teisingų atsakymų (TP sąlygoje) ir suvokinių pasikeitimo aptikimo (NP sąlygoje) procentinės vertės. Bendras pateikimų skaičius, iš kurio šios vertės buvo išskaičiuotos, pateikiamas skliausteliuose.

Lentelė 5.1 Procentinės registruotų vienpusių pasikeitimų, abipusių pasikeitimų ir nepasikeitimų vertės abejose eksperimentinėse sąlygose. Bendras bandymų kiekis pateiktas skliausteliuose.

Kairysis pasikeitimas	Dešinysis pasikeitimas	Abipusis pasikeitimas	Nepasikeitimas
<b>TIKRAS PASIKEITIMAS</b>			
79% (80)	84% (80)	88% (80)	94% (80)
<b>NECKER'IO PASIKEITIMAS</b>			
33% (192)	36% (192)	42% (80)	27% (272)

Buvo atlikta 2 pasikartojančių matavimų ANOVA analizė su Atsakymų pusės (kairysis pasikeitimas, dešinysis pasikeitimas) faktoriumi atskirai TP ir NP sąlygoje, bet nei TP, ( $F(1,12)=2.86$ ;  $p=0.12$ ), nei NP ( $F(1,12)=0.88$ ;  $p=0.37$ ) atveju nebuvo nustatyta jokių statistiškai reikšmingų skirtumų tarp kairėje ar dešinėje pusėje įvykusių pasikeitimų.

### 5.2. Elektrofiziologiniai duomenys

Aptariant elektrofiziologinius šio eksperimento duomenis buvo nagrinėjami tik tie faktoriai ir jų sąveikos, kurių metu vienas iš pagrindinių nagrinėtų faktorių – Atsakymas (kairysis pasikeitimas, dešinysis pasikeitimas, abipusis pasikeitimas ir nepasikeitimas), turėjo statistiškai reikšmingą įtaką vertintiems SĮSP parametrų. Analizei buvo naudojami tik tų tiriamųjų duomenys, kuriems sėkmingai pavyko užregistruoti bent trisdešimt kiekvieno tipo pasikeitimų, t.y. pirmiausia tiriamieji turėjo teisingai suvokti pasikeitimus, antra – registruojant neturėjo būti artefaktų. Vienas tiriamasis nesuvokė

pakankamo kiekio vienpusių ir du tiriamieji – abipusių pasikeitimų todėl šių tiriamųjų duomenys nebuvo naudoti atskiruose analizės etapuose.

### 5.2.1. Vienpusiai pasikeitimai

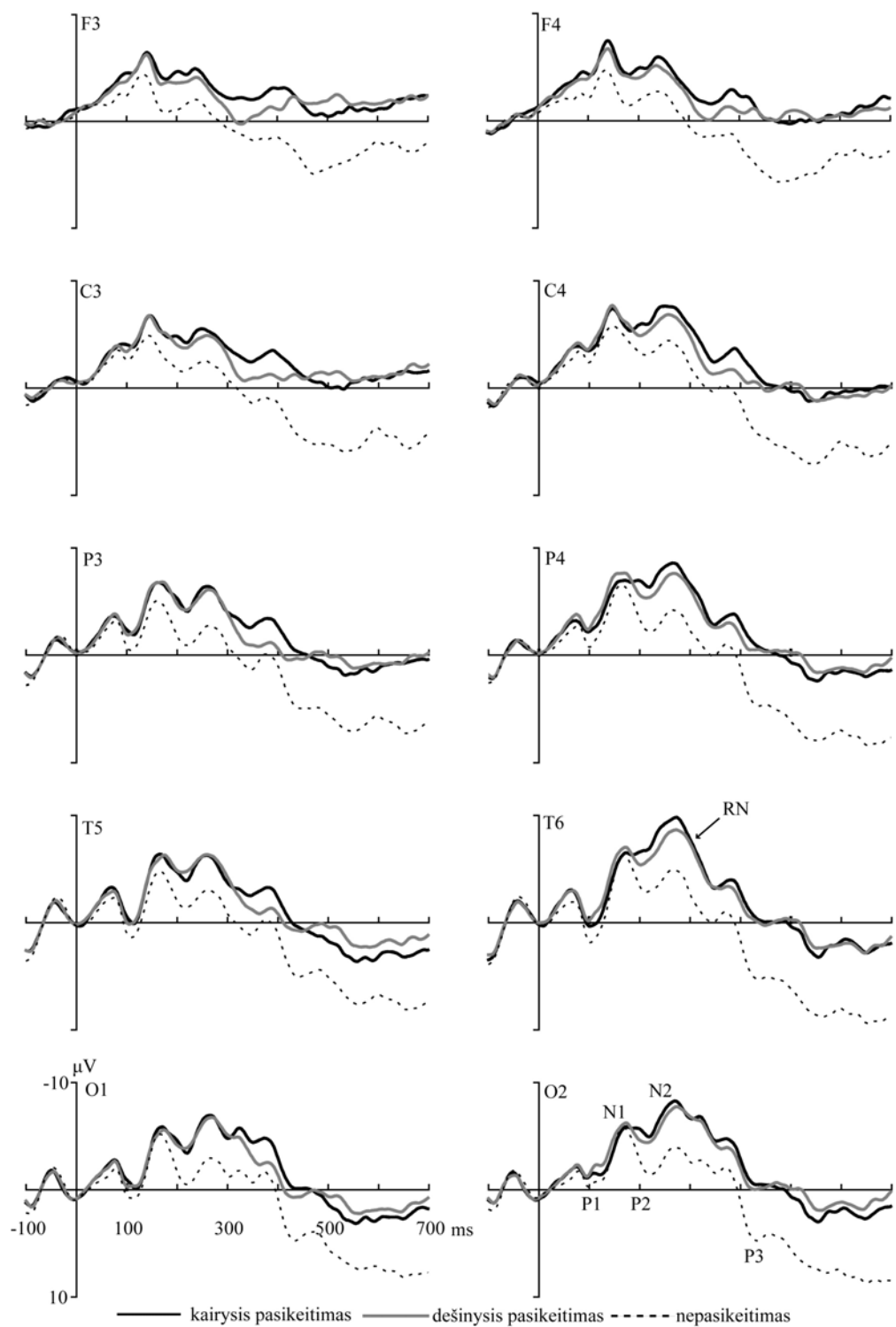
Buvo atlikta  $2 \times 3 \times 5 \times 2$  pasikartojančių matavimų ANOVA analizė su faktoriais Sąlyga (TP, NP), Atsakymas (kairysis pasikeitimas, dešinysis pasikeitimas ir nepasikeitimas), Sritis (frontaliniai, centriniai, parietaliniai, okcipitaliniai ir temporaliniai elektrodai) ir Pusrutulius (kairysis ir dešinysis). SĮSP TP ir NP sąlygose yra pateikti paveiksluose 5.1 ir 5.2.

**P1 (100-150 ms).** Buvo gauta statistiškai reikšminga Atsakymo  $\times$  Srities ( $F(8,72)=4.22$ ;  $p<0.034$ ) sąveika, todėl buvo atlikta papildoma  $2 \times 3 \times 2$  pasikartojančių matavimų ANOVA analizė su faktoriais Sąlyga (TP, NP), Atsakymas (kairysis pasikeitimas, dešinysis pasikeitimas ir nepasikeitimas) ir Pusrutulius (kairysis ir dešinysis) atskirai kiekvienai sričiai.

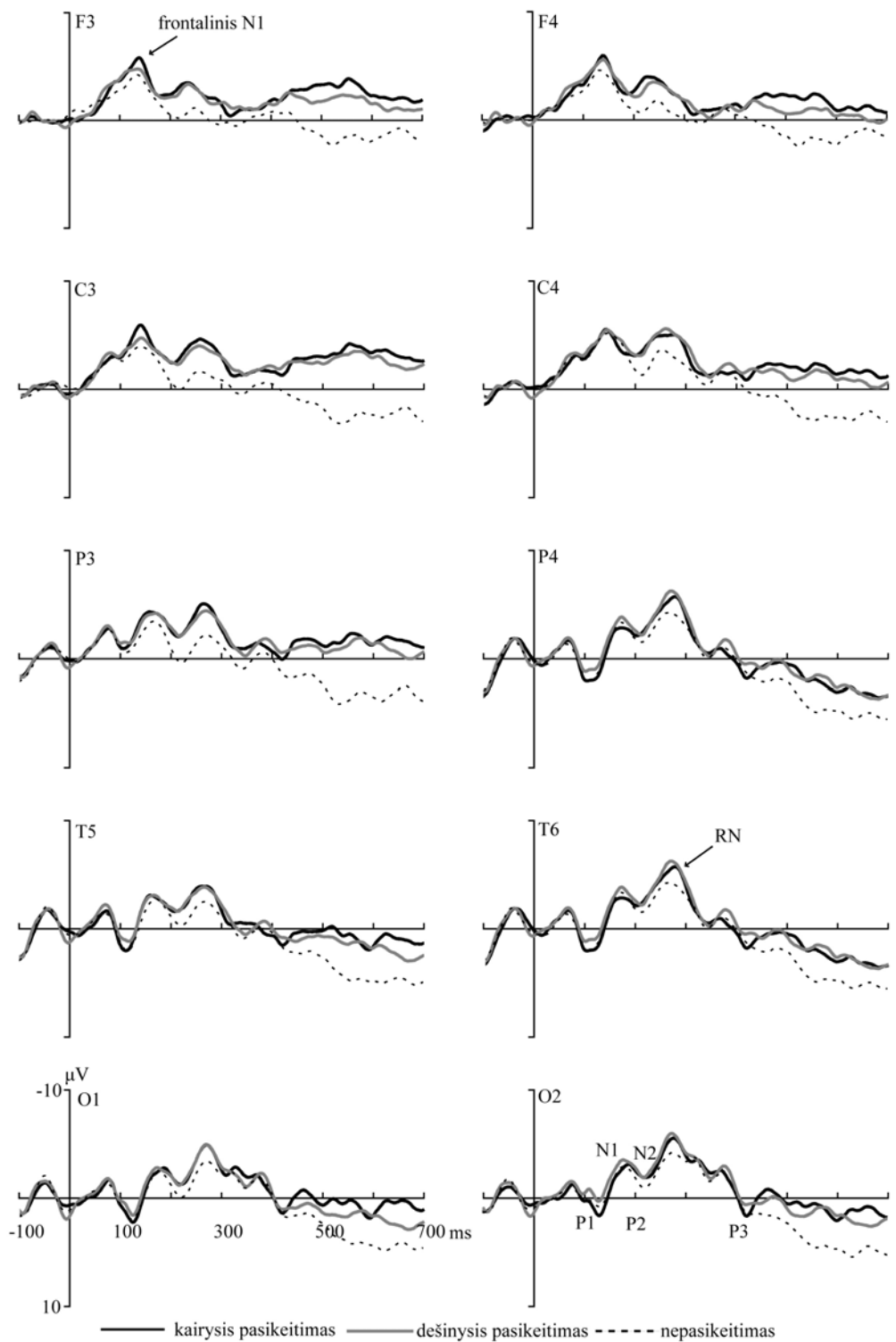
Atsakymas, kaip statistiškai reikšmingas faktorius ( $F(2,20)=4,19$ ;  $p<0.04$ ) buvo gautas tik registruojant frontaliniais elektrodais: vidutinės sukeltųjų potencialų amplitudės reaguojant į nepasikeitimus buvo patikimai mažiau neigiamos, nei sukeltųjų potencialų amplitudės reaguojant į kairėje pusėje įvykusius pasikeitimus ( $p<0.02$ ).

**N1 (150-200 ms).** Šiame laiko intervale statistiškai reikšmingo Atsakymo faktoriaus ar su juo susijusių sąveikų gauta nebuvo.

**P2 (200-250 ms).** Buvo gautas statistiškai reikšmingas Atsakymo ( $F(2,18)=10.23$ ;  $p<0.004$ ) faktorius: vidutinės sukeltųjų potencialų amplitudės reaguojant į nepasikeitimus buvo patikimai mažiau neigiamos, nei sukeltųjų potencialų amplitudės reaguojant į kairiuosius ( $p<0.008$ ), ar dešiniuosius ( $p<0.002$ ) pasikeitimus. Buvo gautos statistiškai reikšmingos Sąlygos  $\times$  Atsakymo  $\times$  Pusrutulio ( $F(2,18)=5.35$ ;  $p<0.02$ ) ir Sąlygos  $\times$  Atsakymo  $\times$  Srities  $\times$  Pusrutulio ( $F(8,27) =2.99$ ;  $p<0.05$ ) sąveikos. Šios sąveikos buvo papildomai analizuojamos atskira  $3 \times 2$  ANOVA analize su faktoriais Atsakymas (kairysis pasikeitimas, dešinysis pasikeitimas ir nepasikeitimas) ir Pusrutulius (kairysis ir dešinysis) atskirai kiekvienai sąlygai.



Paveikslas 5.1 SĮSP reaguojant į antrąjį stimulų pateikimą. Juodos linijos – kai tiriamieji pastebėjo tikrą kairiosios gardelės orientacijos pasikeitimą; pilkos linijos – kai tiriamieji pastebėjo dešinėsios gardelės orientacijos pasikeitimą; punktyrinės linijos – kai tiriamieji įvertino, kad gardelių orientacija nepasikeitė. Visose srityse buvo gauti statistiškai reikšmingi neigiami skirtumai (RN) tarp kairiųjų/dešiniųjų pasikeitimų ir nepasikeitimų P2 ir N2 laiko intervaluose (N=12).



Paveikslas 5.2 SĮSP reaguojant į antrąjį stimulų pateikimą. Juodos linijos – kai tiriamieji pastebėjo kairiosios Necker'io gardelės suvokiamą orientacijos pasikeitimą; pilkos linijos – kai tiriamieji pastebėjo dešinėsios Necker'io gardelės suvokiamą orientacijos pasikeitimą; punktyrinės linijos – kai tiriamieji įvertino, kad Necker'io gardelių orientacija nepasikeitė. Statistiškai reikšmingi neigiami skirtumai (RN) tarp kairiųjų/dešiniųjų pasikeitimų ir nepasikeitimų P2 laiko intervale buvo gauti tik frontalinėms sritims, o N2 laiko intervale RN buvo gauti visose srityse (N=12).

**TP sąlyga.** Statistiškai reikšmingi Atsakymo faktoriai buvo gauti visoms sritims: frontalinėms ( $F(2,22)=10.40$ ;  $p<0.004$ ), centrinėms ( $F(2,20)=9.97$ ;  $p<0.005$ ), parietalinėms ( $F(2,20)=12.99$ ;  $p<0.003$ ), okcipitalinėms ( $F(2,24)=13.07$ ;  $p<0.002$ ) ir temporalinėms ( $F(2,24)=18.19$ ;  $p<0.0001$ ). Visose srityse, sukeltųjų potencialų vidutinės amplitudės reaguojant į nepasikeitimus buvo patikimai mažiau neigiamos nei amplitudės reaguojant į kairiuosius (visos  $p$ -vertės  $< 0.008$ ) ar dešiniuosius (visos  $p$ -vertės  $< 0.007$ ) pasikeitimus.

Statistiškai reikšminga Atsakymo  $\times$  Pusrutulio sąveika ( $F(2,24)=5.55$ ;  $p<0.02$ ) buvo gauta tik temporaliniams elektrodams. Papildomos analizės, atliktos atskirai temporaliniams (T5 ir T6) elektrodams, parodė, kad abėjuose pusrutuliuose amplitudės reaguojant į kairiuosius (visos  $p$ -vertės  $< 0.01$ ) ir dešiniuosius (visos  $p$ -vertės  $< 0.002$ ) pasikeitimus buvo patikimai neigiamesnės nei amplitudės reaguojant į nepasikeitimus.

**NP sąlyga.** Atsakymas, kaip statistiškai reikšmingas faktorius, buvo gautas tik registruojant frontaliniais elektrodais ( $F(2,20)=4.75$ ;  $p<0.05$ ), kai vidutinės sukeltųjų potencialų amplitudės reaguojant į kairiuosius ( $p<0.03$ ) ir dešiniuosius ( $p<0.002$ ) pasikeitimus buvo patikimai neigiamesnės nei sukeltųjų potencialų amplitudės reaguojant į nepasikeitimus.

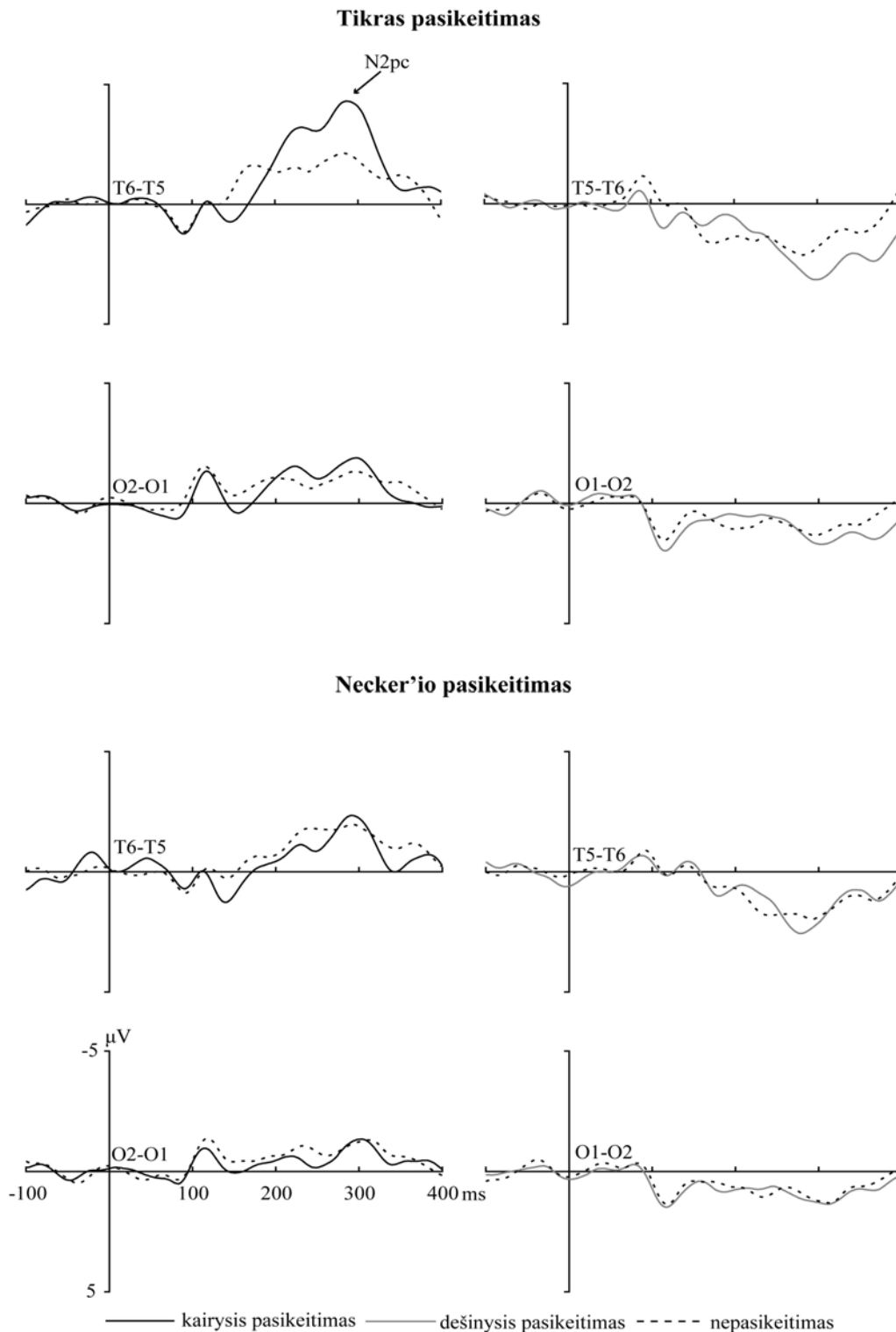
Kadangi statistiškai reikšmingi skirtumai tarp pasikeitimų ir nepasikeitimų NP sąlygoje buvo gauti tik frontaliųjų elektrodų užregistruotame aktyvume, tai gali nurodyti į vėlesnę RN pradžią NP sąlygoje, nes TP sąlygoje RN buvo stebimas visuose analizei atrinktuose elektroduose.

**N2 (250-300 ms).** Buvo gautas statistiškai reikšmingas Atsakymo faktorius ( $F(2,18)=12.79$ ;  $p<0.02$ ) rodantis, kad vidutinės sukeltųjų potencialų amplitudės reaguojant į nepasikeitimus buvo patikimai mažiau neigiamos nei sukeltųjų potencialų amplitudės reaguojant į kairiuosius ( $p<0.005$ ) ar dešiniuosius ( $p<0.0001$ ) pasikeitimus.

### **5.2.2. N2 užpakalinės priešingos pusės komponentė**

Šios komponentės analizei buvo naudojamos iš bendrojo vidurkio išgautos skirtuminės bangos (kairysis pasikeitimas: T6–T5 ir O2–O1; dešinysis pasikeitimas: T5–T6 ir O1–O2). Ši komponentė paprastai stebima N2 laiko intervale okcipitaliniuose elektroduose kai vienu metu pateikiant du stimulus pasikeičia tik vienas iš jų ir ji

gaunama priešingoje pusėje nei įvyko pasikeitimas (Eimer, 1996). Skirtuminės bangos, atskirai TP ir NP sąlygoms yra pavaizduotos paveiksle 3.3.



Paveikslas 5.3 Skirtuminės bangos (priešinga pusė – ta pati pusė) nuo antrojo stimulų pateikimo pradžios TP ir NP atvejais, užpakalinėse temporalinėse (T) ir okcipitalinėse (O) srityse. TP atveju, temporaliniais elektrodais buvo užregistruota didesnė N2pc reaguojant į kairiuosius pasikeitimus lyginant su nepasikeitimais (N=12).



Buvo atlikta vidutinių amplitudžių  $2 \times 2 \times 2 \times 2$  ANOVA analizė su faktoriais Sąlyga (TP, NP), Pasikeitimo vieta (kairė, dešinė), Atsakymas (pasikeitimas, nepasikeitimas) ir Sritis (okcipitaliniai elektrodai, temporaliniai elektrodai) laiko intervale nuo 270 iki 320 ms. Buvo gautas statistiškai reikšmingas Pasikeitimo vietos (kairė, dešinė) faktorius ( $F(1,11)=6.12$ ;  $p<0.04$ ). Jis parodė, kad N2pc gauta reaguojant į pasikeitimus kairėje pusėje buvo daug didesnė nei N2pc gauta reaguojant į pasikeitimus dešinėje pusėje. Taip pat buvo gautos statistiškai reikšmingos Sąlygos  $\times$  Atsakymo  $\times$  Srities ( $F(1,11)=6.76$ ;  $p<0.03$ ), Pasikeitimo vietos  $\times$  Atsakymo  $\times$  Srities ( $F(1,11)=8.23$ ;  $p<0.02$ ) ir Sąlygos  $\times$  Pasikeitimo vietos  $\times$  Atsakymo ( $F(1,11)=5.37$ ;  $p<0.05$ ) sąveikos.

Šios sąveikos buvo papildomai analizuojamos atskira  $2 \times 2 \times 2$  ANOVA analize su faktoriais Pasikeitimo vieta (kairė, dešinė), Atsakymas (pasikeitimas, nepasikeitimas) ir Sritis (okcipitaliniai elektrodai, temporaliniai elektrodai) atskirai kiekvienai sąlygai siekiant nustatyti kurioje sąlygoje pasikeitimai (lyginant su nepasikeitimais) sukėlė stipresnį priešingoje pusėje stebimą atsaką.

TP sąlygoje buvo gautos statistiškai reikšmingos Pasikeitimo vietos  $\times$  Atsakymo ( $F(1,12)=7.64$ ;  $p<0.02$ ) ir Pasikeitimo vietos  $\times$  Atsakymo  $\times$  Srities ( $F(1,12)=9.37$ ;  $p<0.02$ ) sąveikos. Papildomos analizės, atliktos atskirai kiekvienai sričiai, parodė statistiškai reikšmingą Atsakymo (pasikeitimas, nepasikeitimas) faktorių, kuris buvo užregistruotas temporaliniais elektrodais ( $F(1,12)=6.71$ ;  $p<0.03$ ). Buvo gauta statistiškai reikšminga Pasikeitimo vietos  $\times$  Atsakymo sąveika ( $F(1,12)=12.91$ ;  $p<0.005$ ), dėl patikimai didesnės N2pc užregistruotos reaguojant į tikrus kairiuosius pasikeitimus temporalinėse srityse ( $F(1,12)=16.64$ ;  $p<0.003$ ), o amplitudės reaguojant į tikrus dešiniuosius pasikeitimus temporalinėse srityse buvo patikimai teigiamesnės nei amplitudės reaguojant į nepasikeitimus ( $F(1,12)=5.84$ ;  $p<0.04$ ).

NP analizėje statistiškai reikšmingų skirtumų gauta nebuvo. Tai reiškia, kad suvokinių pasikeitimai stebint dviprasmius vaizdus nesukelia N2pc.

**P3 (300-500 ms).** Šiame laiko intervale statistiškai reikšmingo Atsakymo faktoriaus ar su juo susijusių sąveikų gauta nebuvo.

### 5.2.3. Abipusiai pasikeitimai

Vidutinių amplitudžių kitimas buvo įvertintas  $2 \times 2 \times 5 \times 2$  pasikartojančių matavimų ANOVA su faktoriais Sąlyga (TP, NP), Atsakymas (abipusis pasikeitimas ir

nepasikeitimas), Sritis (frontaliniai, centriniai, parietaliniai, okcipitaliniai ir temporaliniai elektrodai) ir Pusrutulis (kairysis ir dešinysis). SĮSP TP ir NP sąlygose yra pateikti paveiksle 5.4.

**P1 (100-150 ms).** Šiame laiko intervale statistiškai reikšmingo Atsakymo faktoriaus ar su juo susijusių sąveikų gauta nebuvo.

**N1 (150-200 ms).** Šiame laiko intervale statistiškai reikšmingo Atsakymo faktoriaus ar su juo susijusių sąveikų gauta nebuvo.

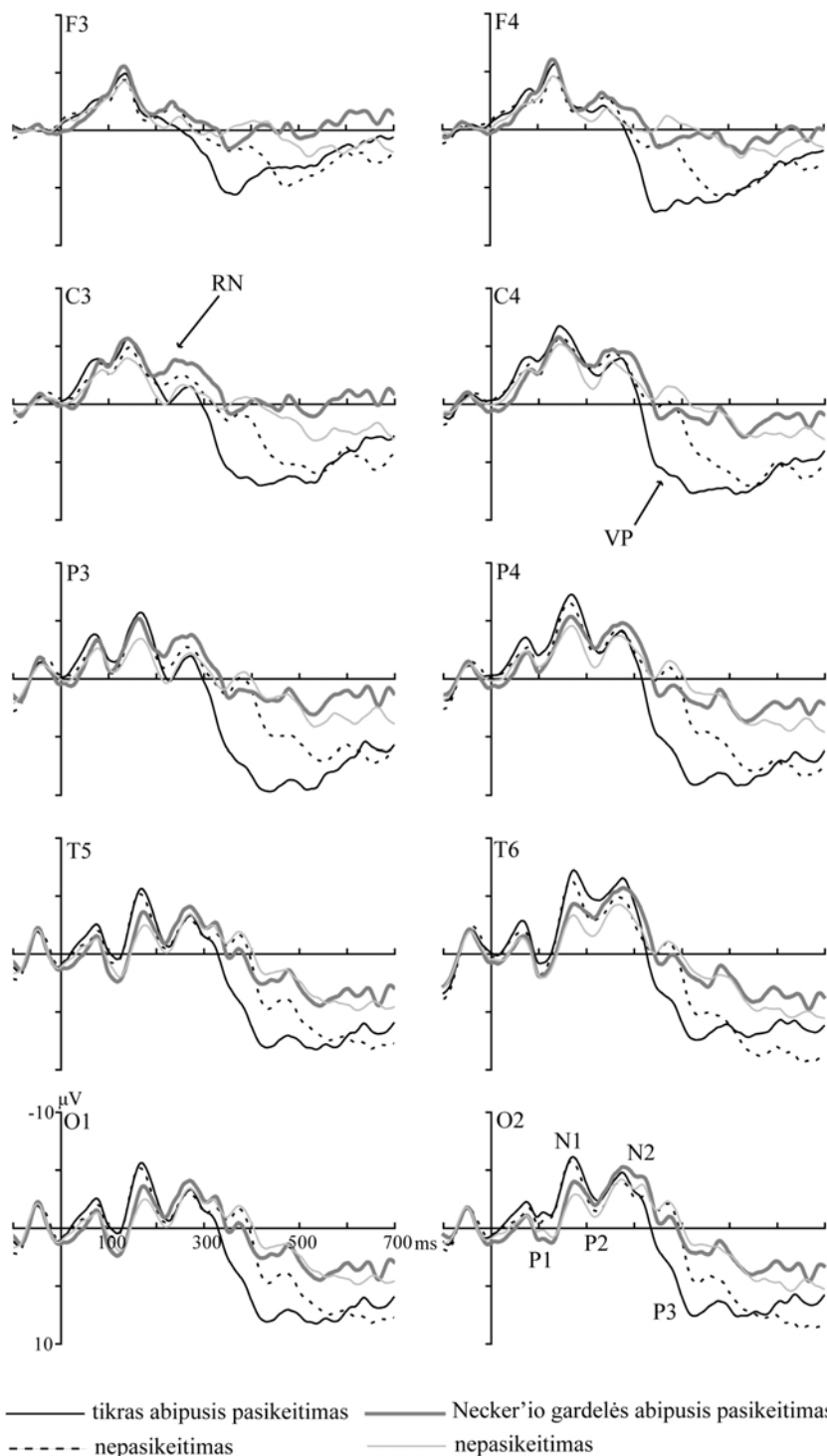
**P2 (200-250 ms).** Buvo gautos statistiškai reikšmingos Sąlygos  $\times$  Atsakymo ( $F(1,9)=7,49$ ;  $p<0.03$ ) ir Sąlygos  $\times$  Atsakymo  $\times$  Srities ( $F(4,36)=6,70$ ;  $p<0.02$ ) sąveikos. Šios sąveikos buvo papildomai analizuojamos atskira  $2 \times 5 \times 2$  ANOVA analize su faktoriais Atsakymas (abipusis pasikeitimas ir nepasikeitimas), Sritis (frontaliniai, centriniai, parietaliniai okcipitaliniai ir temporaliniai elektrodai) ir Pusrutulis (kairysis ir dešinysis) atskirai kiekvienai sąlygai.

**TP sąlyga.** Buvo gauta statistiškai reikšminga Atsakymo  $\times$  Srities ( $F(4,36)=12,14$ ;  $p<0.002$ ) sąveika, kuri buvo papildomai analizuojama atskira  $2 \times 2$  ANOVA analize su faktoriais Atsakymas (abipusis pasikeitimas ir nepasikeitimas) ir Pusrutulis (kairysis ir dešinysis) atskirai kiekvienai sričiai. Tačiau statistiškai reikšmingo Atsakymo faktoriaus ar su juo susijusių sąveikų nė vienoje iš tirtų sričių gauta nebuvo.

**NP sąlyga.** Buvo gautas statistiškai reikšmingas Atsakymo ( $F(1,10)=6,90$ ;  $p<0.03$ ) faktorius, rodantis, kad sukeltųjų potencialų amplitudės reaguojant į abipusius pasikeitimus buvo neigiamesnės nei sukeltųjų potencialų amplitudės reaguojant į nepasikeitimus.

**N2 (250-300 ms).** Buvo gauta statistiškai reikšminga Sąlygos  $\times$  Atsakymo sąveika ( $F(1,9)=7,94$ ;  $p<0.03$ ), todėl kiekvienai sąlygai atskirai buvo atlikta atskira  $2 \times 5 \times 2$  ANOVA analizė su faktoriais Atsakymas (abipusis pasikeitimas ir nepasikeitimas), Sritis (frontaliniai, centriniai, parietaliniai, okcipitaliniai ir temporaliniai elektrodai) ir Pusrutulis (kairysis ir dešinysis).

**TP sąlyga.** Šioje sąlygoje statistiškai reikšmingo Atsakymo faktoriaus ar su juo susijusių sąveikų gauta nebuvo.



Paveikslas 5.4 SĮSP reaguojant į antrąjį stimulių pateikimą. Juodos linijos – kai tiriamieji pastebėjo tikrą abipusį gardelių orientacijos pasikeitimą; storesnės pilkos linijos – kai tiriamieji pastebėjo bendrą abiejų Necker'io gardelių suvokinių pasikeitimą; punktyrinės ir plonos pilkos linijos – kai tiriamieji įvertino, kad gardelių orientacija nepasikeitė. Statistiškai reikšmingi neigiami skirtumai (RN) tarp abipusių Necker'io pasikeitimų ir nepasikeitimų P2 laiko intervale buvo gauti visose srityse. P3 laiko intervale statistiškai reikšmingi skirtumai tarp tikrų abipusių pasikeitimų ir nepasikeitimų (VP) buvo gauti visose srityse, išskyrus frontales (N=11).

**NP sąlyga.** Buvo gautas statistiškai reikšmingas Atsakymo faktorius ( $F(1,10)=5,92$ ;  $p<0.04$ ): vidutinės sukeltųjų potencialų amplitudės reaguojant į abipusius pasikeitimus buvo patikimai neigiamesnės nei sukeltųjų potencialų amplitudės reaguojant į nepasikeitimus ( $p<0.04$ ).

**P3 (300-500 ms).** Buvo gautos statistiškai reikšmingos Sąlygos  $\times$  Atsakymo ( $F(1,9)=10,33$ ;  $p<0.02$ ) ir Atsakymo  $\times$  Srities  $\times$  Pusrutulio ( $F(4,36)=4,07$ ;  $p<0.04$ ) sąveikos, kurios buvo papildomai analizuojamos atskira  $2 \times 5 \times 2$  ANOVA analize su faktoriais Atsakymas (abipusis pasikeitimas ir nepasikeitimas), Sritis (frontaliniai, centriniai, parietaliniai, okcipitaliniai ir temporaliniai elektrodai) ir Pusrutulis (kairysis ir dešinysis) atskirai kiekvienai sąlygai.

**TP sąlyga.** Buvo gautas statistiškai reikšmingas Atsakymo faktorius ( $F(1,9)=17,09$ ;  $p<0.004$ ): vidutinės sukeltųjų potencialų amplitudės reaguojant į abipusius pasikeitimus buvo patikimai teigiamesnės nei sukeltųjų potencialų amplitudės reaguojant į nepasikeitimus ( $p<0.004$ ). Buvo gautos statistiškai reikšmingos Atsakymo  $\times$  Srities ( $F(4,36)=4,78$ ;  $p<0.03$ ) ir Atsakymo  $\times$  Srities  $\times$  Pusrutulio ( $F(4,36)=6,62$ ;  $p<0.01$ ) sąveikos, kurios buvo papildomai analizuojamos atskira  $2 \times 2$  ANOVA analize su faktoriais Atsakymas (abipusis pasikeitimas ir nepasikeitimas) ir Pusrutulis (kairysis ir dešinysis) atskirai kiekvienai sričiai.

Statistiškai reikšmingas Atsakymo faktorius buvo gautas centriniiais ( $F(1,10)=7,97$ ;  $p<0.02$ ), parietaliniais ( $F(1,10)=11,08$ ;  $p<0.009$ ), okcipitaliniais ( $F(1,11)=6,39$ ;  $p<0.03$ ) ir temporaliniais ( $F(1,11)=6,43$ ;  $p<0.03$ ) elektrodais registruotame aktyvume: vidutinės amplitudės reaguojant į abipusius pasikeitimus buvo patikimai teigiamesnės už amplitudes reaguojant į nepasikeitimus (visos  $p$ -vertės  $< 0.03$ ).

Statistiškai reikšmingos Atsakymo  $\times$  Pusrutulio sąveikos buvo gautos frontalinėms ( $F(1,10)=8,26$ ;  $p<0.02$ ) ir temporalinėms ( $F(1,11)=5,28$ ;  $p<0.05$ ) sritims, kurios buvo toliau analizuojamos atskirai kiekvieno pusrutulio frontaliniais ir temporaliniais elektrodams. Statistiškai reikšmingi Atsakymo faktoriai buvo gauti dešiniojo pusrutulio frontaliu elektrodu užregistruotų sukeltųjų potencialų amplitudėms ( $F(1,10)=8,67$ ;  $p<0.02$ ) ir kairiojo pusrutulio temporaliniu elektrodu užregistruotų sukeltųjų potencialų amplitudėms ( $F(1,11)=12,20$ ;  $p<0.006$ ): vidutinės amplitudės

reaguojant į abipusius pasikeitimus buvo patikimai teigiamesnės nei amplitudės reaguojant į nepasikeitimus (visos p-vertės < 0.02).

**NP sąlyga.** Šioje sąlygoje statistiškai reikšmingo Atsakymo faktoriaus ar su juo susijusių sąveikų gauta nebuvo.

#### **5.2.4. Vienpusių ir abipusių pasikeitimų palyginimas**

Norint įvertinti ar pasikeitimų kiekio skirtumai atsispindi regimojo įsisąmoninimo turinyje buvo atliktos palyginamosios dispersinės vienpusių ir abipusių pasikeitimų analizės. Vidutinių amplitudžių kitimas buvo įvertintas  $2 \times 4 \times 5 \times 2$  pasikartojančių matavimų ANOVA su faktoriais Sąlyga (TP, NP), Atsakymas (kairysis pasikeitimas, dešinysis pasikeitimas, abipusis pasikeitimas ir nepasikeitimas), Sritis (frontaliniai, centriniai, parietaliniai, okcipitaliniai ir temporaliniai elektrodai) ir Pusrutulis (kairysis ir dešinysis).

P2 ir N2 laiko intervaluose buvo gautos Sąlygos  $\times$  Atsakymo sąveikos ( $F(3, 24) = 7.67$  ir  $5.13$ , p-vertės < 0.03), kurioms buvo atliktos papildomos analizės. TP atveju vienpusiai pasikeitimai sukėlė RN, o abipusiai pasikeitimai – nesukėlė. O NP atveju, tiek vienpusiai, tiek abipusiai pasikeitimai sukėlė RN, bet vienpusių ir abipusių pasikeitimų sukeltųjų potencialų amplitudės tarpusavyje patikimai nesiskyrė.

## **EKSPERIMENTAS II**

### **6. METODIKA**

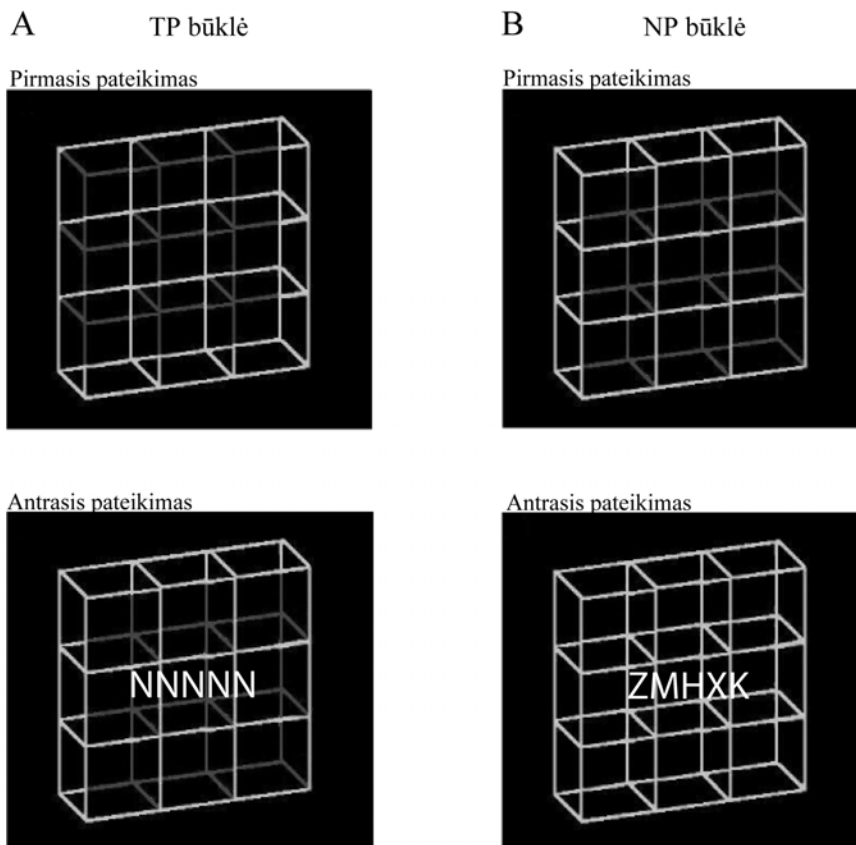
#### **6.1. Dalyviai**

Šis poskyris, išskyrus žemiau pateiktą dalį, atitinka Eksperimento I ‘Dalyvių’ poskyrį (psl. 12).

Eksperimente dalyvavo aštuoniolika sveikų studentų (devyni vyrai) (amžiaus vidurkis = 22.5, SD=2.3), kurie visi buvo dešiniarankiai (vidutinės rankiškumo vertės = 0.92, SD=0.01).

## 6.2. Stimulai

Dalyviams buvo rodomi dviejų tipų vaizdai: tikras pasikeitimas (TP) ir Necker'io pasikeitimas (NP). TP naudoti stimulai buvo tik nedviprasmės gardelės, (Pav. 6.1A) sudarytos iš devynių nedviprasmių kubų, o NP naudoti stimulai buvo tiek nedviprasmės, tiek dviprasmės gardelės, sudarytos iš devynių dviprasmių Necker'io kubų (Pav. 6.1B). Kiekvienas stimulus sudarė  $3.6^\circ \times 3.6^\circ$  kampinio dydžio stimuliacijos zoną ir buvo pateikiamas 21 colio įstrižainės monitoriuje kai horizontalios skleistinės dažnis buvo 60 Hz, o atstumas nuo stebėtojo iki monitoriaus – 150 cm. Figūros buvo baltos (ar pilkai baltos) ( $20 \text{ cd/m}^2$ ) juodame fone ( $0.1 \text{ cd/m}^2$ ).



Paveikslas 6.1 Stimulų pavyzdžiai. A: tikras pasikeitimas (pasikeitimo pavyzdys), kai suvokimo apkrova yra maža (taikininė raidė – N). B: Necker'io gardelės suvokinių pasikeitimas (galimas suvokinio pasikeitimas), kai suvokimo apkrova yra didelė (taikininė raidė – X). Pastaba: eksperimento metu raidės buvo pateikiamos raudona spalva.

Pusė iš rodytų stimulų buvo dalinai uždengti raidėmis (šriftas: Myriad, dydis: 26). Raidžių eilutė buvo pateikta dviprasmės ar nedviprasmės gardelės centre. Raidžių eilutės buvo sudarytos iš penkių didžiųjų raidžių (užrašytų raudona spalva) ir jose visos raidės

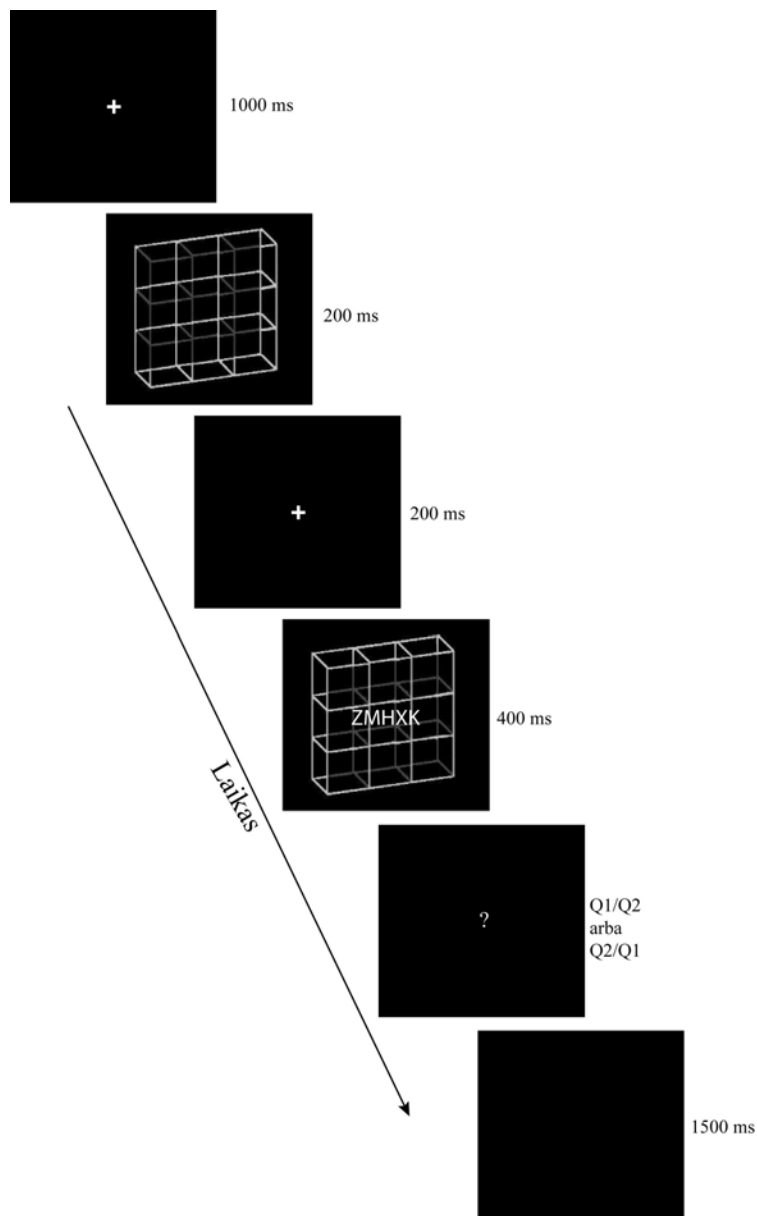
galėjo būti taikininės ‘N’ arba ‘X’ (mažos suvokimo apkrovos raidžių eilutės) (žr. pav. 6.1A), arba viena iš taikininų raidžių buvo pateikta tarp kitų, raidžių ‘H’, ‘K’, ‘M’ ir ‘Z’ (didelės suvokimo apkrovos raidžių eilutės) (žr. pav. 6.1B). Pateikimai su mažos arba didelės suvokimo apkrovos raidžių eilutėmis buvo pateikiami vienodu dažnumu ir atsitiktine tvarka. Pusėje pateikimų taikininė raidė buvo ‘N’, o kitoje pusėje – ‘X’. Didelės suvokimo apkrovos pateikimuose taikininė raidė eilutėje galėjo būti pateikta pirmoji, antroji, trečioji ir t.t.. Kitų raidžių padėtys eilutėje taip pat buvo kaitaliojamos atsitiktinai, todėl tiriamieji negalėjo nustatyti taikininės raidės (ar jos padėties) remdamiesi kitų raidžių padėtimis sekoje.

Siekiant išvengti povaizdžių, kiekviename bandyme abiejų gardelių padėtys tarp pirmojo ir antrojo pateikimo buvo atsitiktinai keičiamos (apie  $\pm 0.3^\circ$ ).

### **6.3. Tyrimo eiga**

Pradžioje, kad priprastų prie užduoties, kiekvienas žmogus atliko trumpą, iš 20 bandymų sudarytą, apsimokymo bloką (kurio raidžių eilutėje buvo tik 4 raidės). Po to, kiekvienas dalyvis atliko po atskirą apsimokymo bloką TP ir NP sąlygoms (kiekvienas iš kurių buvo sudarytas iš 60 bandymų). Apsimokymas padėjo tiriamiesiems priprasti prie bendrų užduoties reikalavimų: stimulų pateikimo trukmių, žvilgsnio fiksavimo svarbos, bei atsakymų registravimo sekos (t.y. pasikeitimo/nepasikeitimo nustatymo ir taikininės raidės aptikimo). Jų buvo paprašyta žiūrėti į centre esantį fiksacijos tašką (kai jis buvo pateikiamas), arba raidžių eilutę ir bandymų metu nejudinti akių. Akių judesiai ir mirksėjimas buvo stebimi EOG įrašo pagalba.

Kiekvieno bandymo pradžioje 1000 ms buvo pateikiamas fiksacijos taškas. Po jo 200 ms buvo pateikiamas pirmasis stimulus (nedviprasmė gardelė), tada 200 ms buvo pateikiamas fiksacijos taškas, ir galiausiai 400 ms rodomas antrasis stimulus (dviprasmė ar nedviprasmė gardelė priklausomai nuo eksperimentinio bloko) (Pav. 6.2). Remiantis žvalgomųjų eksperimentų duomenimis buvo nuspręsta gardelių pateikimo trukmes padaryti trumpesnes nei kitų tyrėjų naudotos gardelių pateikimo trukmės (pvz. Kornmeier ir Bach, 2004; Pitts ir kt. 2007; Qiu ir kt. 2009), nes pailginus antrosios gardelės pateikimo trukmę, didelės suvokimo apkrovos užduotis tiriamiesiems būtų pernelyg lengva.



Paveikslas 6.2 Vieno bandymo pavyzdys TP atveju.

Abiejose sąlygose pirmiausia buvo pateikiama nedviprasmė gardelė. Toks modelis buvo pasirinktas norint palengvinti dviprasmės gardelės suvokinių pasikeitimą, nes tiriamiesiems buvo gana sunku suvokti dviprasmės gardelės orientacijos pasikeitimą kai kartu reikėjo atlikti suvokimo apkrovos užduotį. Antroji šios metodinės tvarkos priežastis apėmė TP ir NP sąlygose pateikiamų stimulų suvienodinimą.

Pirmajame abiejų eksperimentinių sąlygų pateikime buvo rodomi du stimulo konfigūracijos variantai, nes buvo pateikiama 'aukštyn orientuota' arba 'įprastos kubo orientacijos' nedviprasmė gardelė.



Antrajame TP sąlygos pateikime buvo rodoma nedviprasmė gardelė, kurios centre visada buvo pateikiamos penkios vienodos arba skirtingos raidės. Tiriamieji galėjo pamatyti ar gardelės orientacija pasikeitė ar nepasikeitė lyginant su pirmuoju pateikimu.

Antrajame NP sąlygos pateikime buvo rodoma Necker'io gardelė, kurios centre visada buvo pateikiamos penkios vienodos arba skirtingos raidės. Tiriamieji galėjo suvokti dviprasmę Necker'io gardelę toje pačioje arba kitokioje orientacijoje lyginant su prieš tai pateikta nedviprasme gardele.

Tiriamieji turėjo registruoti savo atsakymus iš karto po antrojo pateikimo. Jų buvo prašoma atsakinėti kuo greičiau ir kuo tiksliau. Intervalas tarp tiriamojo atsakymų ir naujo bandymo pradžios buvo 1500 ms (Pav. 6.2).

Tiriamieji lygino gardelės orientaciją tarp pirmojo ir antrojo pateikimų. Jei jie suvokdavo (pamatydavo) gardelės orientacijos pasikeitimą, jie turėjo spausti 'pasikeitimo' mygtuką, o kai jie nematydavo gardelės orientacijos pasikeitimo, jie turėjo spausti 'nepasikeitimo' mygtuką. Taip pat jie turėjo spausti atitinkamus mygtukus priklausomai nuo to kokia taikininė raidė buvo pateikta eilutėje, vieną raidei 'N', o kitą – raidei 'X'. Pusė tiriamųjų atliko pirmąjį eksperimento dalį (t.y. vieną TP ir NP bloką) pirmiausia pateikdami atsakymus apie gardelės orientacijos pasikeitimą/nepasikeitimą, o po to pateikdavo atsakymus apie tai, kuri raidė ('X' ar 'N') buvo pateikta eilutėje, o antroje eksperimento dalyje jie pirmiausia nustatydavo taikininę raidę, o tik po to pateikdavo atsakymą apie gardelės orientaciją. Kita pusė tiriamųjų eksperimentą atliko atvirkščia tvarka. Tiriamųjų buvo prašoma leisti suvokiniamis keistis natūraliai. Buvo pabrėžiama, kad jie spausių 'pasikeitimo' mygtuką tik tada kai jie tikrai suvokė pasikeitimą ir nebuvo leidžiama spėlioti. Tačiau jei tiriamasis nepastebėdavo, kuri taikininė raidė buvo pateikta eilutėje, jo buvo prašoma pateikti bet kurį atsakymą.

TP sudarė iš viso 240 bandymų, o NP – 320. Kiekvienas iš atvejų buvo padalintas į du eksperimentinius blokus, taigi kiekvienam tiriamajam eksperimento metu iš viso buvo pateikiama po keturis stimulų blokus. Eksperimento viduryje jiems buvo suteikiama ilga pertrauka (apie 10 min), o trumpesnės pertraukėlės (2-3 min trukmės) buvo suteikiamos po kiekvieno bloko. Visas eksperimentas su vienu dalyviu truko apie dvi valandas.

#### **6.4. Elektrofiziologiniai įrašai ir jų analizė.**

Šis poskyris, išskyrus žemiau pateiktą dalį, atitinka Eksperimento I ‘Elektrofiziologinių įrašų ir jų analizės’ poskyrį (psl. 17).

SĮSP buvo vidurkinami pasikeitimams/nepasikeitimams ir didelei/mažai apkrovoms TP ir NP sąlygoms atskirai. Vidutinės amplitudės buvo analizuojamos P1 (110–140 ms), N1 (140–180 ms), P2 (200–240 ms), N2 (240–280 ms), ir P3 (400–700 ms) laiko intervaluose, pradedant nuo antrosios gardelės pateikimo.

Reversijos pozityvumas (ankstyvas pozityvus SĮSP komponentas susijęs su dviprasmio vaizdo suvokinių kaita) (Kornmeier ir Bach, 2005) dažniausiai stebimas kaip padidėjęs pozityvumas reaguojant į dviprasmio vaizdo suvokinių pasikeitimus apie 100–160 ms po antrojo stimulo pateikimo, todėl jis gali persikloti su P1 ir N1 bangų formomis.

Reversijos neigiamumas (ankstyvas neigiamas SĮSP komponentas susijęs su dviprasmio vaizdo suvokinių kaita) (Kornmeier ir Bach, 2004) dažniausiai matomas kaip neigiamumas reaguojant į dviprasmio vaizdo suvokinių pasikeitimus apie 200–300 ms po antrojo stimulo pateikimo, todėl jis gali persikloti su P2 ir N2 bangų formomis.

## **7. REZULTATAI IR JŲ APTARIMAS**

### **7.1. Psichofizikiniai duomenys.**

Buvo atlikta  $2 \times 2$  pasikartojančių matavimų ANOVA analizė su Atsakymų eiliškumo (pirma užduotis, antra užduotis) ir Apkrovos (didelė, maža) faktoriais atskirai TP ir NP sąlygoms.

**7.1.2. Pasikeitimų aptikimas.** TP atveju, esant mažai suvokimo apkrovai, gardelės orientacijos pasikeitimai buvo nustatyti patikimai tiksliau lyginant su tų pačių pasikeitimų nustatymu esant didelės suvokimo apkrovos užduočiai ( $F(1,17)=40.18$ ;  $p<0.0001$ ). Taip pat buvo gauta statistiškai reikšminga Apkrovos  $\times$  Atsakymų eiliškumo ( $F(1,17)=6.06$ ;  $p<0.03$ ) sąveika. Detalesnė analizė parodė, kad esant didelei suvokimo apkrovai, kai pirmiausia tiriamasis turėjo pateikti atsakymą apie gardelės pasikeitimą/nepasikeitimą, teisingų atsakymų kiekis buvo patikimai didesnis, lyginant su

sąlyga kai šį atsakymą tiriamasis turėjo pateikti po taikininės raidės aptikimo ( $F(1,17)=5.47$ ;  $p<0.04$ ).

NP sąlygoje jokių statistiškai reikšmingų faktorių suvokimo pasikeitimams esant didelei ar mažai suvokimo apkrovai, skirtingam atsakymų eiliškumui, ar jų sąveikų nustatyta nebuvo.

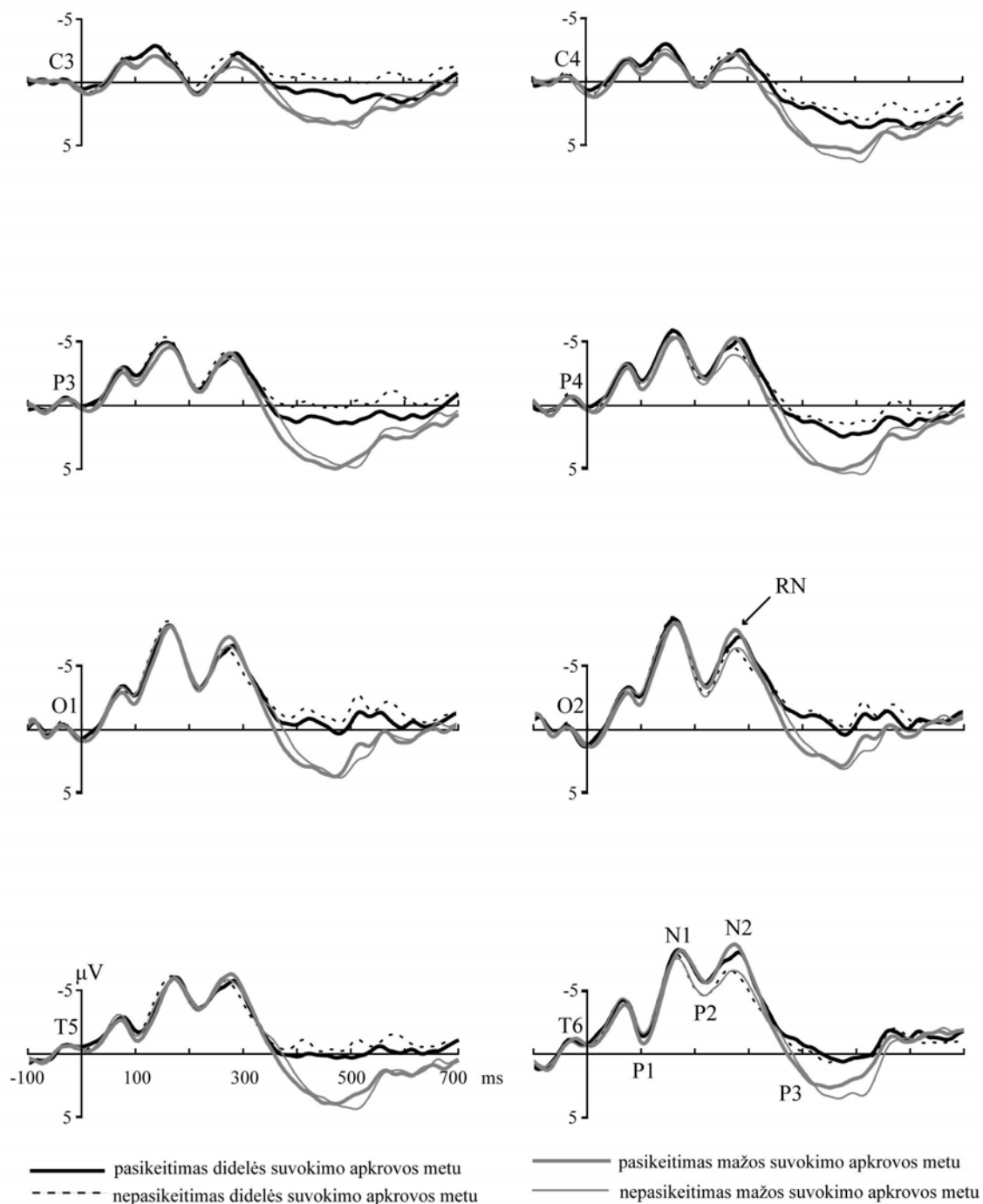
**7.1.2. Raidžių aptikimas.** Tiek TP ( $F(1,17)=54.57$ ;  $p<0.0001$ ) tiek NP ( $F(1,17)=44.42$ ;  $p<0.0001$ ) atvejais, teisingų atsakymų kiekis buvo patikimai didesnis mažos suvokimo apkrovos metu.

TP atveju, taip pat buvo gautas statistiškai reikšmingas Atsakymų eiliškumo faktorius, nes tiriamieji buvo linkę pateikti daugiau teisingų raidžių atsakymų kai pirmiausia jie turėjo nustatyti taikininę raidę, negu tada kai raidės aptikimas ėjo po gardelės orientacijos nustatymo ( $F(1,17)=14.46$ ;  $p<0.002$ ). Taip pat buvo gauta statistiškai reikšminga Apkrovos  $\times$  Atsakymų eiliškumo ( $F(1,17)=9.64$ ;  $p<0.007$ ) sąveika. Vėlesnės analizės parodė, kad esant didelei suvokimo apkrovai teisingai nurodytų taikininį raidžių kiekis buvo patikimai didesnis kai apkrovos atsakymas buvo pateikiamas pirmasis, negu kai antrasis ( $F(1,17)=15.26$ ;  $p<0.002$ ).

## 7.2. Elektrofiziologiniai duomenys

Aptariant elektrofiziologinius šio eksperimento duomenis buvo nagrinėjami tik tie faktoriai ir jų sąveikos, kurių metu du iš pagrindinių nagrinėtų faktorių – Atsakymas (kairysis pasikeitimas, dešinysis pasikeitimas, abipusis pasikeitimas ir nepasikeitimas) ir Apkrova (didelė, maža) turėjo statistiškai reikšmingą įtaką vertintiems SĮSP parametrų. Analizei buvo naudojami tik tų tiriamųjų duomenys, kuriems sėkmingai pavyko užregistruoti bent dvidešimt penkis kiekvieno tipo pasikeitimus, t.y. pirmiausia tiriamieji turėjo teisingai suvokti pasikeitimus, antra – registruojant neturėjo būti artefaktų.

Vidutinių SĮSP amplitudžių kitimas buvo įvertintas  $2 \times 4 \times 2 \times 2 \times 2$  pasikartojančių matavimų ANOVA su faktoriais Sąlyga (TP, NP), Sritis (centriniai, parietaliniai, okcipitaliniai ir temporaliniai elektrodai), Pusrutulis (kairysis, dešinysis), Atsakymas (pasikeitimas, nepasikeitimas) ir Apkrova (didelė, maža). SĮSP TP ir NP sąlygose yra pateikti paveiksluose 7.1 ir 7.2.



Paveikslas 7.1 SISP reaguojant į antrąjį stimulų pateikimą. Juodos linijos – kai tiriamieji pastebėjo tikrą gardelės orientacijos pasikeitimą didelės suvokimo apkrovos atveju; bei storesnės pilkos linijos – kai tiriamieji pastebėjo tikrą gardelės orientacijos pasikeitimą mažos suvokimo apkrovos atveju, o punktyrinės ir plonesnės pilkos linijos – kai tiriamieji įvertino, kad gardelės orientacija nepasikeitė. N2 laiko intervale, nepriklausomai nuo pateiktos suvokimo apkrovos, statistiškai reikšmingas skirtumas tarp pasikeitimo ir nepasikeitimo (RN) buvo užregistruotas tik dešiniojo pusrutulio temporaliniu ir okcipitaliniu elektrodais (N=18).

**P1 (110-140 ms).** Šiame laiko intervale gautas statistiškai reikšmingas Atsakymo faktorius ( $F(1,17)=5.35$ ;  $p<0.04$ ), rodantis, kad SĮSP amplitudės gardelės orientacijos pasikeitimo atveju buvo mažiau neigiamos nei nepasikeitimo atveju. Taip pat gautas statistiškai reikšmingas Apkrovos faktorius ( $F(1,17)=5.14$ ;  $p<0.04$ ), rodantis, kad sukeltųjų potencialų amplitudės reaguojant į mažos suvokimo apkrovos užduotį buvo patikimai mažiau neigiamos lyginant su amplitudėmis reaguojant į didelės suvokimo apkrovos užduotį.

Buvo gautos statistiškai reikšmingos Srities  $\times$  Atsakymo ( $F(3,51)=8.11$ ;  $p<0.006$ ), Srities  $\times$  Apkrovos ( $F(3,51)=3.99$ ;  $p<0.05$ ) ir Sąlygos  $\times$  Pusrutulio  $\times$  Apkrovos ( $F(1,17)=5.60$ ;  $p<0.04$ ) sąveikos, kurioms buvo atlikta papildoma  $2 \times 2 \times 2 \times 2$  ANOVA analizė su faktoriais Sąlyga (TP, NP), Pusrutulis (kairysis, dešinysis), Atsakymas (pasikeitimas, nepasikeitimas) ir Apkrova (didelė, maža) atskirai kiekvienai sričiai.

Statistiškai reikšmingi Atsakymo faktoriai buvo gauti tik okcipitalinėms ( $F(1,17)=8.71$ ;  $p<0.01$ ) ir temporalinėms ( $F(1,17)=6.88$ ;  $p<0.02$ ) sritims: vidutinės sukeltųjų potencialų amplitudės P1 laiko intervale reaguojant į pasikeitimus buvo patikimai mažiau neigiamos nei sukeltųjų potencialų amplitudės reaguojant į nepasikeitimus.

Statistiškai reikšmingi Apkrovos faktoriai buvo gauti tik centrinėms ( $F(1,17)=11.36$ ;  $p<0.005$ ) ir parietalinėms ( $F(1,17)=5.71$ ;  $p<0.03$ ) sritims: vidutinės sukeltųjų potencialų amplitudės reaguojant į didelės suvokimo apkrovos užduotį buvo patikimai neigiamesnės nei amplitudės reaguojant į mažos suvokimo apkrovos užduotį.

Parietalinėse ( $F(1,17)=8.36$ ;  $p<0.02$ ) ir temporalinėse ( $F(1,17)=5.15$ ;  $p<0.04$ ) srityse buvo gautos statistiškai reikšmingos Sąlygos  $\times$  Pusrutulio  $\times$  Apkrovos sąveikos, kurios buvo analizuojamos papildomai, bet nebuvo gauta jokių statistiškai reikšmingų Atsakymo ar Apkrovos faktorių.

**N1 (140-180 ms).** Buvo gautos statistiškai reikšmingos Sąlygos  $\times$  Srities  $\times$  Pusrutulio  $\times$  Atsakymo ( $F(3,51)=4.55$ ;  $p<0.03$ ) ir Sąlygos  $\times$  Pusrutulio  $\times$  Atsakymo ( $F(1,17)=6.04$ ;  $p<0.03$ ) sąveikos, bet papildoma analizė neparodė jokių statistiškai reikšmingų Atsakymo ar Apkrovos faktorių.

**P2 (200-240 ms).** Buvo gautos statistiškai reikšmingos Srities  $\times$  Atsakymo ( $F(3,51)=5.07$ ;  $p<0.03$ ), Sąlygos  $\times$  Srities  $\times$  Atsakymo ( $F(3,51)=6.15$ ;  $p<0.02$ ), Pusrutulio  $\times$  Atsakymo ( $F(1,17)=5.47$ ;  $p<0.04$ ), Sąlygos  $\times$  Pusrutulio  $\times$  Atsakymo

( $F(1,17)=5.00$ ;  $p<0.04$ ), Srities  $\times$  Pusrutulio  $\times$  Atsakymo ( $F(3,51)=7.86$ ;  $p<0.002$ ) ir Sąlygos  $\times$  Srities  $\times$  Pusrutulio  $\times$  Atsakymo ( $F(3,51)=7.99$ ;  $p<0.002$ ) sąveikos. Atskirai kiekvienai sąlygai buvo atlikta papildoma  $4 \times 2 \times 2 \times 2$  ANOVA analizė su faktoriais Sritis (centriniai, parietaliniai, okcipitaliniai ir temporaliniai elektrodai), Pusrutulis (kairysis, dešinysis), Atsakymas (pasikeitimas, nepasikeitimas) ir Apkrova (didelė, maža).

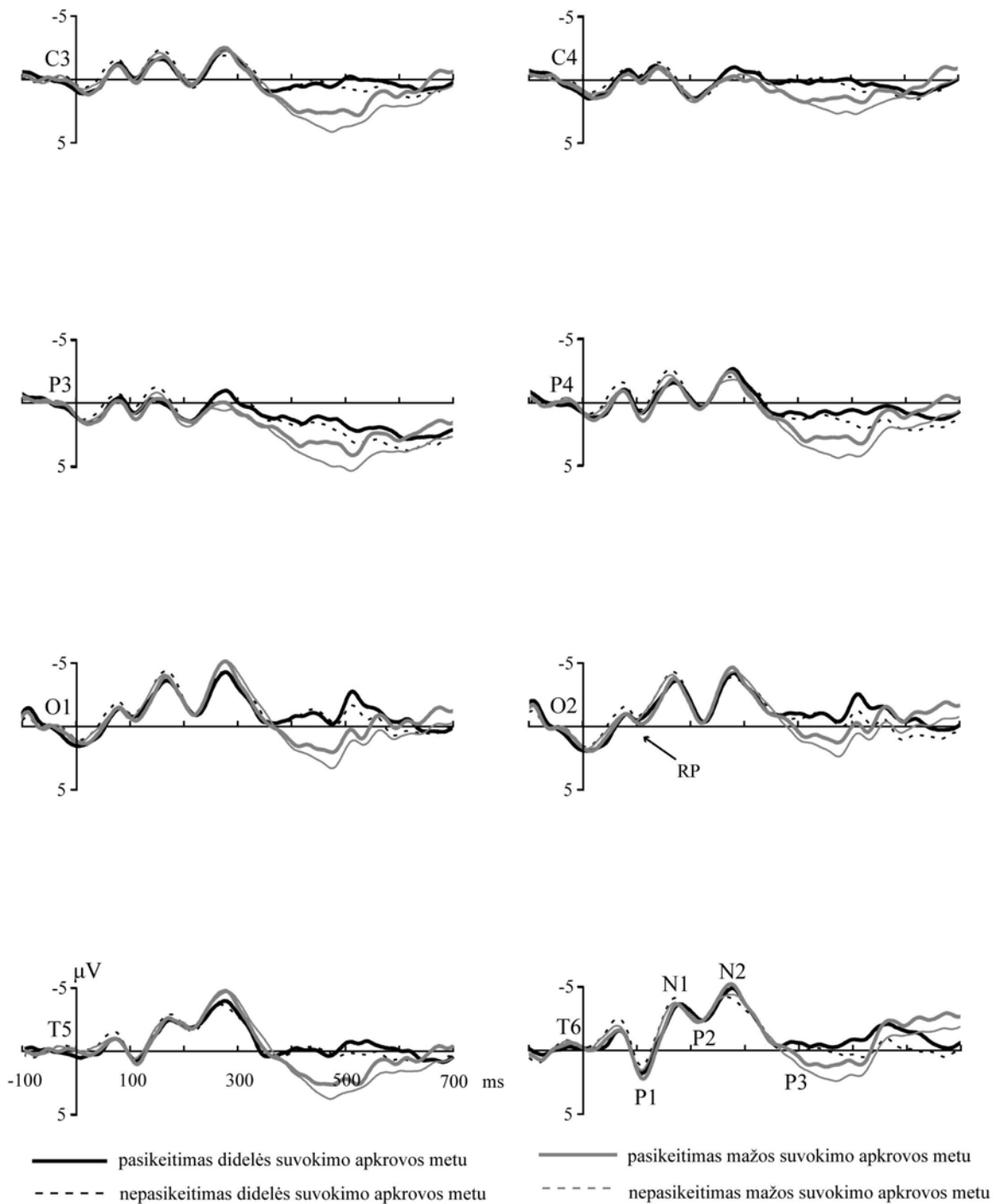
**TP sąlyga.** Buvo gautos statistiškai reikšmingos Srities  $\times$  Atsakymo ( $F(3,51)=11.30$ ;  $p<0.02$ ), Pusrutulio  $\times$  Atsakymo ( $F(1,17)=11.65$ ;  $p<0.004$ ) ir Srities  $\times$  Pusrutulio  $\times$  Atsakymo ( $F(3,51)=12.99$ ;  $p<0.0001$ ) sąveikos. Atskirai kiekvienai sričiai buvo atlikta papildoma  $2 \times 2 \times 2$  ANOVA analizė su faktoriais Pusrutulis (kairysis, dešinysis), Atsakymas (pasikeitimas, nepasikeitimas) ir Apkrova (didelė, maža).

Papildoma analizė parodė statistiškai reikšmingas Pusrutulio  $\times$  Atsakymo sąveikas parietalinėms ( $F(1,17)=7.97$ ;  $p<0.02$ ), okcipitalinėms ( $F(1,17)=13.69$ ;  $p<0.003$ ) ir temporalinėms ( $F(1,17)=21.01$ ;  $p<0.0001$ ) sritims.

Atskirai kiekvienam elektrodui buvo atlikta papildoma  $2 \times 2$  ANOVA analizė su faktoriais Atsakymas (pasikeitimas, nepasikeitimas) ir Apkrova (didelė, maža). Statistiškai reikšmingas Atsakymo faktorius buvo užregistruotas tik dešiniojo pusrutulio temporaliniu elektrodu ( $F(1,17)=6.02$ ;  $p<0.03$ ). Vidutinės sukeltųjų potencialų amplitudės reaguojant į pasikeitimus buvo patikimai neigiamesnės nei sukeltųjų potencialų amplitudės reaguojant į nepasikeitimus.

**NP sąlyga.** Šioje sąlygoje statistiškai reikšmingų Atsakymo ar Apkrovos faktorių ar su jais susijusių sąveikų gauta nebuvo.

**N2 (240-280 ms).** Šiame laiko intervale buvo gautos statistiškai reikšmingos Sąlygos  $\times$  Srities  $\times$  Atsakymo ( $F(3,51)=7.49$ ;  $p<0.007$ ), Pusrutulio  $\times$  Atsakymo ( $F(1,17)=12.23$ ;  $p<0.004$ ), Sąlygos  $\times$  Pusrutulio  $\times$  Atsakymo ( $F(1,17)=6.74$ ;  $p<0.02$ ), Srities  $\times$  Pusrutulio  $\times$  Atsakymo ( $F(3,51)=9.29$ ;  $p<0.002$ ), Sąlygos  $\times$  Srities  $\times$  Pusrutulio  $\times$  Atsakymo ( $F(3,51)=6.63$ ;  $p<0.004$ ), Srities  $\times$  Apkrovos ( $F(3,51)=13.04$ ;  $p<0.002$ ) ir Sąlygos  $\times$  Srities  $\times$  Atsakymo  $\times$  Apkrovos ( $F(3,51)=4.54$ ;  $p<0.03$ ) sąveikos, kurios buvo papildomai analizuojamos kiekvienai sąlygai atskirai.



Paveikslas 7.2 SĮSP reaguojant į antrąjį stimulų pateikimą. Juodos linijos – kai tiriamieji pastebėjo Necker‘io gardelės orientacijos pasikeitimą didelės suvokimo apkrovos atveju; bei storesnės pilkos linijos – kai tiriamieji pastebėjo Necker‘io gardelės orientacijos pasikeitimą mažos suvokimo apkrovos atveju, o punktyrinės ir plonesnės pilkos linijos – kai tiriamieji įvertino, kad gardelės orientacija nepasikeitė. P1 laiko intervale, nepriklausomai nuo pateiktos suvokimo apkrovos, buvo nustatytas teigiamas statistiškai reikšmingas skirtumas (RP) tarp pasikeitimo ir nepasikeitimo (N=18).

**TP sąlyga.** Buvo gautos statistiškai reikšmingos Srities × Atsakymo ( $F(3,51)=5.40$ ;  $p<0.03$ ), Pusrutulio × Atsakymo ( $F(1,17)=19.01$ ;  $p<0.0001$ ), Srities × Pusrutulio × Atsakymo ( $F(3,51)=12.19$ ;  $p<0.0001$ ) ir Srities × Apkrovos ( $F(3,51)=5.73$ ;  $p<0.03$ ) sąveikos. Atskirai kiekvienai sričiai buvo atlikta papildoma  $2 \times 2 \times 2$  ANOVA analizė su faktoriais Pusrutulio (kairysis, dešinysis), Atsakymas (pasikeitimas, nepasikeitimas) ir Apkrova (didelė, maža).

Statistiškai reikšmingas Atsakymo faktorius buvo gautas temporalinėms sritims ( $F(1,17)=4.72$ ;  $p<0.04$ ), sukeltųjų potencialų amplitudės reaguojant į pasikeitimus buvo patikimai neigiamesnės nei sukeltųjų potencialų amplitudės reaguojant į nepasikeitimus. Parietalinėse ( $F(1,17)=16.95$ ;  $p<0.002$ ), okcipitalinėse ( $F(1,17)=13.02$ ;  $p<0.003$ ) ir temporalinėse ( $F(1,17)=28.84$ ;  $p<0.0001$ ) srityse buvo gautos statistiškai reikšmingos Pusrutulio × Atsakymo sąveikos, kurios buvo toliau analizuojamos papildoma  $2 \times 2$  ANOVA analize su faktoriais Atsakymas (pasikeitimas, nepasikeitimas) ir Apkrova (didelė, maža).

Statistiškai reikšmingi Atsakymo faktoriai buvo gauti tik dešiniojo pusrutulio okcipitalinio ( $F(1,17)=4.75$ ;  $p<0.05$ ) ir temporalinio ( $F(1,17)=13.10$ ;  $p<0.003$ ) elektrodoose užregistruotam aktyvumui, kai sukeltųjų potencialų amplitudės reaguojant į pasikeitimus buvo patikimai neigiamesnės už sukeltųjų potencialų amplitudes reaguojant į nepasikeitimus.

**NP sąlyga.** Šioje sąlygoje statistiškai reikšmingų Atsakymo ar Apkrovos faktorių ar su jais susijusių sąveikų gauta nebuvo.

**P3 (400-700 ms).** Šiame laiko intervale buvo gautas statistiškai reikšmingas Apkrovos faktorius ( $F(1,17)=15.63$ ;  $p<0.002$ ), kai sukeltųjų potencialų amplitudės reaguojant į mažos suvokimo apkrovos užduotį buvo patikimai teigiamesnės nei sukeltųjų potencialų amplitudės reaguojant į didelės suvokimo apkrovos užduotį. Buvo gautos statistiškai reikšmingos Sąlygos × Srities × Atsakymo ( $F(3,51)=6.47$ ;  $p<0.01$ ), Pusrutulio × Atsakymo ( $F(1,17)=6.80$ ;  $p<0.02$ ), Srities × Pusrutulio × Atsakymo ( $F(3,51)=3.59$ ;  $p<0.04$ ), Pusrutulio × Atsakymo × Apkrovos ( $F(1,17)=9.88$ ;  $p<0.007$ ), Srities × Pusrutulio × Atsakymo × Apkrovos ( $F(3,51)=9.98$ ;  $p<0.04$ ), Sąlygos × Apkrovos ( $F(1,17)=4.80$ ;  $p<0.05$ ), Pusrutulio × Apkrovos ( $F(1,17)=28.10$ ;  $p<0.0001$ ) ir Srities × Pusrutulio × Apkrovos ( $F(3,51)=37.65$ ;  $p<0.0001$ ) sąveikos. Atskirai kiekvienai sąlygai buvo atlikta papildoma  $4 \times 2 \times 2 \times 2$  ANOVA analizė su faktoriais Sritis (centriniai,



parietaliniai, okcipitaliniai ir temporaliniai), Pusrutulis (kairysis, dešinysis), Atsakymas (pasikeitimas, nepasikeitimas) ir Apkrova (didelė, maža).

**TP sąlyga.** Buvo gauti statistiškai reikšmingi Apkrovos poveikiai ( $F(1,17)=22.57$ ;  $p<0.0001$ ): vidutinės sukeltųjų potencialų amplitudės reaguojant į mažos suvokimo apkrovos užduotį buvo patikimai teigiamesnės nei sukeltųjų potencialų amplitudės reaguojant į didelės suvokimo apkrovos užduotį. Taip pat buvo gautos statistiškai reikšmingos Srities  $\times$  Atsakymo ( $F(3,51)=5.97$ ;  $p<0.02$ ), Pusrutulio  $\times$  Atsakymo ( $F(1,17)=5.17$ ;  $p<0.04$ ), Pusrutulio  $\times$  Apkrovos ( $F(1,17)=21.93$ ;  $p<0.0001$ ) ir Srities  $\times$  Pusrutulio  $\times$  Apkrovos ( $F(3,51)=27.92$ ;  $p<0.04$ ) sąveikos, kurios buvo papildomai analizuojamos  $2 \times 2 \times 2$  Pusrutulio (kairysis, dešinysis), Atsakymo (pasikeitimas, nepasikeitimas) ir Apkrovos (didelė, maža) ANOVA analize atskirai kiekvienai sričiai.

Statistiškai reikšmingi Apkrovos faktoriai buvo gauti visoms stebėtoms sritims: centrinėms ( $F(1,17)=21.93$ ;  $p<0.0001$ ), parietalinėms ( $F(1,17)=26.16$ ;  $p<0.0001$ ), okcipitalinėms ( $F(1,17)=15.31$ ;  $p<0.002$ ) ir temporalinėms ( $F(1,17)=19.26$ ;  $p<0.0001$ ): vidutinės sukeltųjų potencialų amplitudės reaguojant į mažos suvokimo apkrovos užduotį buvo patikimai teigiamesnės lyginant su sukeltųjų potencialų amplitudėmis reaguojant į didelės suvokimo apkrovos užduotį. Statistiškai reikšmingos sąveikos buvo gautos visose stebėtose srityse. Centrinėse ( $F(1,17)=5.94$ ;  $p<0.03$ ) ir temporalinėse ( $F(1,17)=5.96$ ;  $p<0.03$ ) srityse buvo gautos statistiškai reikšmingos Pusrutulio  $\times$  Atsakymo sąveikos. Parietalinėse ( $F(1,17)=11.08$ ;  $p<0.005$ ), okcipitalinėse ( $F(1,17)=17.96$ ;  $p<0.002$ ) ir temporalinėse ( $F(1,17)=52.03$ ;  $p<0.0001$ ) srityse buvo gautos statistiškai reikšmingos Pusrutulio  $\times$  Apkrovos sąveikos. Okcipitalinėse ( $F(1,17)=4.87$ ;  $p<0.05$ ) ir temporalinėse ( $F(1,17)=4.55$ ;  $p<0.05$ ) srityse taip pat buvo gautos statistiškai reikšmingos Pusrutulio  $\times$  Atsakymo  $\times$  Apkrovos sąveikos. Dėl šių sąveikų, atskirai kiekvienam elektrodui buvo atlikta papildoma  $2 \times 2$  ANOVA analizė su faktoriais Atsakymas (pasikeitimas, nepasikeitimas) ir Apkrova (didelė, maža).

Statistiškai reikšmingas Atsakymo faktorius ( $F(1,17)=6.10$ ;  $p<0.03$ ) buvo gautas tik kairiojo pusrutulio centrinio elektrodo užregistruotam aktyvumui: vidutinės sukeltųjų potencialų amplitudės reaguojant į pasikeitimus buvo patikimai teigiamesnės lyginant su vidutinėmis sukeltųjų potencialų amplitudėmis reaguojant į nepasikeitimus. Visose elektrodų vietose buvo gauti statistiškai reikšmingi Apkrovos faktoriai (visos p-vertės  $< 0.04$ ): vidutinės sukeltųjų potencialų amplitudės reaguojant į mažos suvokimo apkrovos

užduotį buvo patikimai teigiamesnės lyginant su sukeltųjų potencialų amplitudėmis reaguojant į didelės suvokimo apkrovos užduotį.

**NP sąlyga.** Buvo gautos statistiškai reikšmingos Pusrutulio × Apkrovos ( $F(1,17)=25.36$ ;  $p<0.0001$ ) ir Srities × Pusrutulio × Apkrovos ( $F(3,51)=29.25$ ;  $p<0.0001$ ) sąveikos, kurios buvo papildomai analizuojamos  $2 \times 2 \times 2$  Pusrutulio (kairysis, dešinysis), Atsakymo (pasikeitimas, nepasikeitimas) ir Apkrovos (didelė, maža) ANOVA analize atskirai kiekvienai sričiai.

Statistiškai reikšmingas Apkrovos faktorius gautas tik parietalinėms sritims ( $F(1,17)=6.19$ ;  $p<0.03$ ), vidutinės sukeltųjų potencialų amplitudės reaguojant į mažos suvokimo apkrovos užduotį buvo patikimai teigiamesnės lyginant su sukeltųjų potencialų amplitudėmis reaguojant į didelės suvokimo apkrovos užduotį. Parietalinėse ( $F(1,17)=20.87$ ;  $p<0.0001$ ), okcipitalinėse ( $F(1,17)=34.38$ ;  $p<0.0001$ ) ir temporalinėse ( $F(1,17)=51.06$ ;  $p<0.0001$ ) srityse buvo gautos statistiškai reikšmingos Pusrutulio × Apkrovos sąveikos, o parietalinėms ( $F(3,51)=5.02$ ;  $p<0.04$ ) ir okcipitalinėms ( $F(3,51)=12.03$ ;  $p<0.004$ ) sritims buvo gautos statistiškai reikšmingos Srities × Pusrutulio × Apkrovos sąveikos. Šios sritys buvo papildomai analizuojamos  $2 \times 2$  ANOVA analize su faktoriais Atsakymas (pasikeitimas, nepasikeitimas) ir Apkrova (didelė, maža) atskirai kiekvienam elektrodui. Statistiškai reikšmingi Apkrovos faktoriai buvo gauti centrinio dešiniojo pusrutulio elektrodo užregistruotam aktyvumui, o taip pat kairiojo pusrutulio parietalinio, okcipitalinio ir temporalinio elektrodų užregistruotam aktyvumui (visos  $p$ -vertės  $< 0.04$ ), vidutinės sukeltųjų potencialų amplitudės reaguojant į mažos suvokimo apkrovos užduotį buvo patikimai teigiamesnės už sukeltųjų potencialų amplitudes reaguojant į didelės suvokimo apkrovos užduotį.

### **7.3. Duomenų, suskirstytų pagal atsakymų eiliškumą, palyginimas**

Papildoma pasikartojančių matavimų  $2 \times 4 \times 2 \times 2 \times 2$  ANOVA analizė su faktoriais Atsakymų eiliškumas (pasikeitimas kaip pirma užduotis, pasikeitimas kaip antra užduotis), Sritis (centriniai, parietaliniai, okcipitaliniai ir temporaliniai elektrodai), Pusrutulis (kairysis ir dešinysis), Atsakymas (pasikeitimas, nepasikeitimas) ir Apkrova (didelė, maža) buvo atlikta atskirai TP ir NP sąlygoms. Tiriamojo duomenys buvo įtraukti į SISP analizes jei kiekvieną atsakymo eiliškumo/pasikeitimo variantą sudarė

bent 20 bandymų be artefaktų. Dėl nepakankamo bandymų kiekio TP sąlygoje buvo analizuojami tik 12 tiriamųjų duomenys (iš 18), o NP sąlygoje – tik 9.

**TP sąlyga.** P2 laiko intervale buvo gautas statistiškai reikšmingas Atsakymo faktorius ( $F(1,11)=5.25$ ;  $p<0.05$ ) dešiniojo pusrutulio elektrodų užregistruotiems potencialams, kai pasikeitimo atsakymas buvo pateikiamas antras. Papildomos analizės parodė statistiškai reikšmingus Atsakymo faktorius okcipitaliniu ( $F(1,11)=6.95$ ;  $p<0.03$ ) ir temporaliniu ( $F(1,11)=7.31$ ;  $p<0.03$ ) elektrodais registruotam aktyvumui: vidutinės sukeltųjų potencialų amplitudės reaguojant į pasikeitimą, buvo patikimai neigiamesnės už sukeltųjų potencialų amplitudes reaguojant į nepasikeitimą.

N2 laiko intervale temporalinėse srityse buvo gautas statistiškai reikšmingas Atsakymo faktorius ( $F(1,11)=5.12$ ;  $p<0.05$ ): vidutinės sukeltųjų potencialų amplitudės reaguojant į pasikeitimą buvo patikimai neigiamesnės nei sukeltųjų potencialų amplitudės reaguojant į nepasikeitimą, kai pasikeitimo atsakymas buvo pateikiamas antras.

P3 laiko intervalo analizė parodė statistiškai reikšmingą Atsakymo faktorių ( $F(1,11)=5.05$ ;  $p<0.05$ ) parietalinėse srityse: kai pasikeitimo atsakymas buvo pateikiamas pirmas, SISP pasikeitimo metu buvo patikimai teigiamesni nei nepasikeitimo.

**NP sąlyga.** Statistiškai reikšmingas Atsakymo ( $F(1,8)=9.41$ ;  $p<0.02$ ) faktorius buvo gautas tik P1 laiko intervale, tai yra, vidutinės sukeltųjų potencialų amplitudės reaguojant į pasikeitimus buvo patikimai mažiau neigiamos nei vidutinės sukeltųjų potencialų amplitudės reaguojant į nepasikeitimus.

## 8. BENDRAS APTARIMAS

Siekiant nustatyti galimą selektyvaus dėmesio įtaką Reversijos neigiamumui (RN) buvo atlikti du tyrimai. Vienas iš jų buvo suplanuotas siekiant atsakyti į klausimus ar RN yra N2 užpakalinės priešingos pusės komponentės (N2pc) funkcinis atitikmuo, ar Regimojo įsisąmoninimo neigiamumo potipis. Antrajame tyrime buvo tikrinama hipotezė kaip RN veikia skirtingo stiprumo suvokimo apkrovos.

Pirmojo tyrimo metu buvo tikrinamas galimas RN lateralumas. Šio eksperimento duomenys rodo RN ir jo rezultatai patvirtino beveik visų prieš tai su dviprasniais

vaizdais atliktų SISP eksperimentų duomenis (Kornmeier ir Bach, 2004, 2005, Kornmeier ir kt., 2007; Pitts ir kt., 2007; Pitts ir kt., 2008; Britz ir kt., 2009; Qiu ir kt., 2009), išskyrus Kornmeier ir Bach (2009). RN buvo gautas tiek tikro, tiek dviprasnio vaizdo suvokinio pasikeitimo atvejais, o tikro pasikeitimo sukulto RN pradžia buvo stebėta apie 50 ms anksčiau nei Necker'io gardelės pasikeitimo sukulto RN. Šis rezultatas paremia kitų tyrėjų gautus duomenis (Kornmeier ir Bach 2004; Kornmeier ir Bach 2006) ir siūlo ilgesnį stimulų apdorojimą Necker'io gardelės pasikeitimo atveju lyginant su tikru pasikeitimu. Įdomu tai, kad abipusių pasikeitimų duomenys tiek tikro pasikeitimo, tiek dviprasnio vaizdo suvokinio pasikeitimo atvejais P2 ir P3 laiko intervalams skiriasi, nes tikro pasikeitimo sąlygoje negautas RN, o dviprasnio vaizdo suvokinio pasikeitimo sąlygoje negautas Vėlyvasis pozityvumas (VP). Nėra jokio paaiškinimo kodėl abipusio dviprasmių gardelių pasikeitimo sukeltas RN yra stebimas P2 laiko intervale, bet nėra jokio skirtumo tarp pasikeitimo ir nepasikeitimo tikro pasikeitimo sąlygoje, nes tikras pasikeitimas yra subjektyviai stipresnis, lyginant su suvokiamu dviprasnio vaizdo pasikeitimu. Kitas skirtumas lyginant su literatūros duomenimis yra tas, kad RN paprastai yra stebimas pakaušinėse ir momeninėse galvos srityse (Kornmeier ir Bach, 2004; Kornmeier ir Bach, 2005; Pitts ir kt. 2007; Pitts ir kt. 2008; Britz ir kt. 2009). Tik kai buvo tiriamas skirtingų intervalų tarp pateiktų stimulų poveikis RN amplitudei (Kornmeier ir kt., 2007) RN buvo užregistruotas centriniais ir frontaliniais elektrodais. Pirmajame šio darbo tyrime RN buvo užregistruotas ne tik okcipitaliniais ir parietaliniais, bet ir centriniais bei frontaliniais elektrodais. Nėra duomenų, kuriais remiantis būtų galima paaiškinti tokį platų erdvinį RN pasiskirstymą, bet yra kelios galimos šį rezultatą įtakojusios priežastys:

- (a) toks pasiskirstymas gali būti susijęs su dviejų vienu metu pateiktų gardelių stebėjimu, nes literatūroje nepavyko aptikti SISP (ar kitais smegenų tyrimo metodais atliktų) tyrimų užfiksavusių bendrą dviejų vienu metu pateiktų gardelių pasikeitimą;
- (b) tai gali būti susiję su kitų tyrėjų naudotų elektrodų pasirinkimu, nes kai kuriuose tyrimuose buvo analizuojami tik iš okcipitalinių ir parietalinių elektrodų surinkti duomenys (Kornmeier ir Bach 2004; Pitts ir kt., 2007);
- (c) stimulų, sudarytų iš nedviprasmės – dviprasmės gardelės pateikimų, naudojimas;

- (d) palyginti trumpos stimulų pateikimo trukmės, tai yra, 200 ir 400 ms lyginant su 800 ms (ar ilgesnėmis) trukmėmis, kurias naudojo kiti tyrėjai (Kornmeier ir Bach 2004; Kornmeier ir Bach 2005; Pitts ir kt., 2007; Pitts ir kt., 2008; Britz ir kt., 2009; Qiu ir kt., 2009).

Kitais atžvilgiais, vertinant poliškumą, laiko intervalą ir SĮSP pasiskirstymą pagal pateiktą atsakymą (pasikeitimas arba nepasikeitimas) nėra pagrindo teigti, kad gautas neigiamas atsakas nėra RN.

Tačiau antrajame tyrime, kuriame buvo nagrinėjamas suvokimo apkrovos poveikis dviprasmių figūrų suvokimui, RN buvo visiškai nuslopintas. Laiko intervaluose nuo N1 iki N2, (apie 140-320 ms po stimulų pateikimo) kur paprastai stebimas RN (Kornmeier ir Bach, 2004, 2005, Kornmeier ir kt., 2007; Pitts ir kt., 2007; Pitts ir kt., 2008; Britz ir kt., 2009, Qiu ir kt., 2009) tarp dviprasmės gardelės suvokinio pasikeitimo ir nepasikeitimo jokių patikimų skirtumų gauta nebuvo. Šis poveikis buvo stebimas nepriklausomai nuo pateiktos suvokimo apkrovos stiprumo. Tikrojo pasikeitimo atveju, P2 laiko intervale (200-240 ms), RN buvo stebėtas tik dešiniojo temporalinio elektrodo registruojamame aktyvume, o N2 laiko intervale (240-280 ms) jis išsiplėtė ir į dešiniojo pusrutulio okcipitalinio elektrodo registruojamą aktyvumą. Tačiau jokių patikimų skirtumų tarp RN, atsižvelgiant į suvokimo apkrovos pobūdį, gauta nebuvo. Tikrojo pasikeitimo sukkelto RN lateralumas gali sietis su Britz ir kt. (2009) duomenimis. Šie tyrėjai naudojo daugiakanalę EEG ir užfiksavo dešinės pusės apatinės momeninės žievės aktyvumą (angl. *right inferior parietal cortex*) maždaug 50 ms prieš suvokiamą Necker'io gardelės orientacijos pasikeitimą. Panašūs vienpusiai RN pasiskirstymai buvo gauti Pitts ir kt. (2008), kai tiriamųjų buvo paprašyta valingai kaitalioji dviprasmių figūrų suvokinius (užduotis apimanti ilgalaikio dėmesio moduliavimą). Jų duomenys parodė RN pasiskirstymą galvos paviršiaus srityse, esančiose virš pakaušinių dešiniojo pusrutulio sričių. Panašūs aktyvumai, pasireiškiantys priešingoje pusėje nei regos lauko sritis, į kurią buvo kreipiamas dėmesys, vykstantys aukštesniojoje momeninėje skiltelėje (angl. *superior parietal lobule*) ir intraparietalinėje vagelėje (angl. *intraparietal sulcus*) buvo stebimi funkcinės magnetinio rezonanso tomografijos pagalba kai tiriamieji valingai kaitaliojo Necker'io kubo suvokinius (Slotnick ir Yantis, 2005).

Reversijos pozityvumas (RP) – teigiamas potencialas sukliamas reaguojant į suvokiamą dviprasmės gardelės orientacijos pasikeitimą lyginant su nepasikeitimu. Jis

buvo aprašytas kitų tyrėjų (Kornmeier ir Bach, 2005; Kornmeier ir kt., 2007, Britz ir kt., 2009; Pitts ir kt., 2007; Qiu ir kt., 2009), ir pirmajame šio darbo tyrime aptiktas nebuvo. Tik vienpusio pasikeitimo atveju, 100-150 ms po stimulų pateikimo, vidutinės frontaliųjų sričių amplitudės nepasikeitimo metu buvo patikimai mažiau neigiamos nei amplitudės kairiojo pasikeitimo metu. Šis rezultatas gali sietis su frontaliu N1 potencialu, kurį gavo Pitts ir kt. (2007) apie 175 ms po stimulų pateikimo bei Qiu ir kt. (2009) apie 80-120 ms po stimulų pateikimo. Tyrėjai siūlo, kad šis komponentas gali būti susijęs su ankstyvųjų erdvinės atrankos procesų svarba regimajame dėmesyje. O antrajame tyrime RP buvo gautas. Tačiau jis buvo stebimas nepriklausomai nuo pateiktos suvokimo apkrovos stiprumo. Šis rezultatas gali dalinai paremti Pitts ir kt. (2008) pasiūlytą teoriją, kad selektyvaus dėmesio mechanizmai turi įtakos dviprasmių figūrų suvokimui.

P1 (110-140 ms) ir P3 (400-700 ms) laiko intervaluose taip pat buvo gauti statistiškai reikšmingi suvokimo apkrovos poveikiai: vidutinės sukeltųjų potencialų amplitudės reaguojant į mažos suvokimo apkrovos užduotį buvo patikimai teigiamesnės lyginant su vidutinėmis sukeltųjų potencialų amplitudėmis reaguojant į didelės suvokimo apkrovos užduotį. Šis rezultatas sutampa su literatūros duomenimis (Handy ir kt., 2001) ir parodo, kad suvokimo apkrova, priklausomai nuo jos stiprumo, turėjo poveikį tiriamųjų SISP. Šis rezultatas taip pat parodo, kad selektyvaus dėmesio manipuliacija (naudojant suvokimo apkrovas) buvo sėkminga ir negalima teigti jog, pavyzdžiui, maža suvokimo apkrova buvo tiriamiesiems kiek per sunki (ar atvirkščiai, didelė suvokimo apkrova buvo kiek per lengva), ir sakyti, kad dėl šios priežasties RN visais dviprasmių figūrų suvokinių keitimais atvejais buvo nuslopintas.

Vėlyvojo pozityvumo (VP) duomenys rodo, kad abiejų tyrimų rezultatai neatitinka didžiosios dalies literatūros duomenų, nurodančių, kad dviprasmio vaizdo pasikeitimas sukelia vėlyvąjį pozityvų SISP koreliatą P3 laiko intervale (Basar-Eroglu ir kt., 1993; O'Donnell ir kt., 1988; Strüber ir kt., 2001; Kornmeier ir Bach, 2004, 2005; Kornmeier ir kt. 2007; Pitts ir kt., 2007; Pitts ir kt., 2008; Britz ir kt., 2009; Qiu ir kt. 2009). Abiejuose šio darbo eksperimentuose VP komponentas buvo stebimas tik nedviprasmių gardelių pasikeitimo atveju (tikro pasikeitimo paradigma): pirmajame tyrime, VP buvo stebėtas visoms sritims išskyrus frontales (t.y., centrinėms, parietalinėms, okcipitalinėms ir temporalinėms), o antrajame tyrime jis buvo gautas tik

parietalinėms sritims, nepriklausomai nuo pateiktos suvokimo apkrovos stiprumo, ir tik kai pasikeitimo atsakymas buvo pateikiamas pirmas. Be to, Kornmeier ir Bach (2009) taip pat gavo VP tik tiriamiesiems reaguojant į nedviprasmės gardelės pasikeitimus. Greičiausiai VP nėra esminis dviprasmio vaizdo suvokimo pasikeitimo koreliatas, nes jis gali sietis su specifiniais, regimosios informacijos atnaujinimo procesais trumpalaikėje atmintyje, vykstančiais po dviprasmio vaizdo suvokinio pasikeitimo (Pitts ir kt., 2008).

Kadangi pirmasis tyrimas buvo suplanuotas konkrečiai N2pc matavimui, jis apėmė būklę, kurioje buvo suvokiami vieno dviprasmio (ar nedviprasmio) vaizdo suvokimo pasikeitimai stebimi kai ekrane vienu metu pateikiami du vaizdai. N2pc komponentė buvo gauta tik vienu atveju, tai yra, tikriems stimulų pasikeitimams stebėtiems kairėje regos lauko pusėje (dešiniojo pusrutulio aktyvumas). Panašų rezultatą gavo Eimer (1996) kai savo eksperimente kaip stimulus naudojo skirtingų prasmių žodžius. Eimer (1996) pasiūlė, kad „iš viršaus žemyn“ (angl. *top-down*) procesai jautrūs su užduotimi susijusioms savybėms galėjo sukelti tokį vienpusį N2pc požymį. Necker'io gardelių suvokinių pasikeitimams N2pc nebuvo gauta, bet tiriamieji suvokė gardelių orientacijų pasikeitimus, kuriuos parodo tiek vienpusių pasikeitimų, tiek abipusių pasikeitimų metu stebėtas RN. Be to, skyrėsi N2pc ir RN pasiskirstymas galvos paviršiuje, nes RN buvo stebėtas okcipitaliniuose, temporaliniuose, parietaliniuose, centriniuose ir frontaliuose elektroduose, o N2pc buvo apribota okcipitaliniais ir temporaliniais elektrodais. Gauti rezultatai rodo, kad RN ir N2pc nėra sukeliama to paties mechanizmo. Be to, psichofizikiniai duomenys rodo, kad TP atveju tarp kairiojo ir dešiniojo pasikeitimų nėra jokių skirtumų, nors kairiesiems pasikeitimams gauta N2pc rodo, kad dėmesys buvo nukreiptas būtent į kairėje pusėje esančius stimulus. Dispersinė analizė nenustatė jokių statistiškai reikšmingų skirtumų tarp tikrų dešinėje ir kairėje pusėje stebėtų pasikeitimų, kurie galėtų paaiškinti skirtumą gautą tiriant N2pc.

Brisson ir Jolicoeur (2007) bei Brisson ir kt. (2007) bandė atsakyti į klausimą ar N2pc nurodo į „iš viršaus žemyn“ (angl. *top-down*) procesų poveikį „iš apačios į viršų“ (angl. *bottom-up*) procesams. Pirmajame tyrime Brisson ir Jolicoeur (2007) naudojo skirtingas stimulų pateikimo trukmes (t.y. 50, 200 ir 350 ms) ir iškėlė hipotezę, kad jei N2pc nurodo į „iš viršaus žemyn“ ir „iš apačios į viršų“ procesų ryšį, ilgiausios stimulo pateikimo trukmės atveju N2pc amplitudė turėtų būti didžiausia, nes esant šiai stimulų pateikimo trukmei, yra ilgiausias laikotarpis, kurio metu sensorinių sričių aktyvumą

galėtų moduluoti dėmesio mechanizmai lyginant su trumpesnėmis stimulų pateikimo trukmėmis. Jų rezultatai parodė priešingą poveikį, t.y. N2pc gautos ilgiausiai stimulų pateikimo trukmei amplitudė buvo mažiausia lyginant su trumpesnėmis stimulų pateikimo trukmėmis. Antrajame tyrime Brisson ir kt. (2007) keitė stimulo ryškumą ir išskėlė hipotezę, kad jei N2pc nurodo į „iš viršaus žemyn“ ir „iš apačios į viršų“ procesų ryšį, didėjant stimulo ryškumui N2pc amplitudė turėtų didėti. Tačiau jų duomenys parodė, kad N2pc amplitudė nesisieja su pateikto stimulo ryškumu. Šio rezultato negalėjo nulemti nepakankama „iš apačios į viršų“ procesų moduliacija, nes ryškesni stimulai sukėlė didesnes amplitudes P1 laiko intervale (110-130 ms po stimulo pateikimo) lyginant su mažesnio ryškumo stimulais. Šių eksperimentų rezultatai gali būti tam tikru būdu susiję su bistabilų suvokimą tiriančių eksperimentų rezultatais, nes daugėja duomenų, rodančių bendrą „iš viršaus žemyn“ ir „iš apačios į viršų“ procesų veikimą dviprasmių figūrų suvokime (Long ir Toppino, 2004; Long ir Moran, 2007; Mitroff ir kt., 2006), taigi tai gali būti susiję su šio tyrimo metu gautu rezultatu, kad dviprasmių figūrų suvokimo pasikeitimai nesukelia N2pc.

Kadangi pirmasis tyrimas apėmė ne vien tik vienpusius, bet ir abipusius pateiktų stimulų pasikeitimus, buvo galima palyginti RN, kuriuos sukėlė vienpusiai ir abipusiai pasikeitimai, vertes. Jei RN yra elektrofiziologinis pasikeitimų žmogaus regimajame įsisąmoninime koreliatas, tai abipusių pasikeitimų sukeltas RN skirtusi nuo vienpusių pasikeitimų sukulto RN, nes suvokiamas abipusių pasikeitimų patyrimas yra jaučiamas kaip subjektyviai stipresnis (Long ir kt., 1983). Tačiau gauti rezultatai šios prielaidos nepatvirtino, nes skirtumas tarp abipusių ir vienpusių suvokiamų Necker'io gardelių orientacijos pasikeitimų buvo nereikšmingas, o tikri abipusiai gardelių orientacijos pasikeitimai RN nesukėlė. Kadangi tikri pasikeitimai yra subjektyviai stipresni nei suvokiami Necker'io gardelių orientacijos pasikeitimai, nėra pagrindo manyti, kad elektrofiziologiškai dviprasmio vaizdo suvokinių pasikeitimai būtų stipresni už tikrus pasikeitimus. Nebuvo tiesioginio ryšio tarp suvokinio pasikeitimo stiprumo (t.y. tikro pasikeitimo arba suvokiamo Necker'io pasikeitimo) ir gauto RN. Remiantis tuo, kad tiriamieji matė tikrus abipusius gardelių orientacijos pasikeitimus (nes buvo analizuojami tik teisingų atsakymų duomenys), bet šis rezultatas neatsispindi jų SĮSP, galima teigti, kad pasikeitimai regimojo įsisąmoninimo turinyje nėra susiję su RN. Rezultatai rodo, kad RN nėra Regimojo įsisąmoninimo neigiamumo potipis.



Pagrindinis šių tyrimų tikslas buvo išnagrinėti funkcinę RN reikšmę bandant išsiaiškinti galimą selektyvaus dėmesio vaidmenį dviprasmių figūrų suvokime. Tačiau remiantis abiejų tyrimų rezultatais galima manyti, kad RN greičiausiai yra dviprasmių figūrų suvokinių pasikeitimui specifinis atsakas, nes jo nepaveikė skirtingos selektyviu dėmesiu manipuluojančios užduotys. Be to, rezultatai parodė, kad RN nėra Regimojo įsisąmoninimo neigiamumo potipis. Labai tikėtina, kad RN nėra tiesiogiai susijęs nei su selektyviu dėmesiu, nei su regimuoju įsisąmoninimu. Vis dėlto, tiek dėmesys, tiek įsisąmoninimas yra sudėtingi reiškiniai, kurie tam tikru būdu yra vienas su kitu susiję, o šio darbo metu atlikti eksperimentai apima tik mažą jų dalį. Todėl yra per anksti teigti, kad selektyvus (ar kokio kito tipo) dėmesys nedalyvauja dviprasmių vaizdų suvokime, nes N2pc ir suvokimo apkrova yra specifiniai poveikiai, kurie reprezentuoja tam tikrą selektyvaus dėmesio mechanizmų veiklos dalį. Labai tikėtina, kad atlikus eksperimentus, kuriuose būtų naudojamos kitokio tipo dėmesio manipuliacijos (pvz. stebimų ir ignoruojamų stimulų suvokimo palyginimas; erdvinio selektyvaus dėmesio manipuliavimo užduotys ir t.t.), gauti rezultatai parodytų selektyvaus dėmesio poveikius dviprasmių figūrų suvokimui.

## 9. IŠVADOS

1. Dviprasmių vaizdų suvokimas nėra tiesiogiai susijęs su selektyviu dėmesiu, nes Reversijos neigiamumo, su įvykiu susijusių potencialų komponento, atspindinčio stebėtojo sąmonėje įvykstančius dviprasmio vaizdo pasikeitimus, neveikia su selektyviu dėmesiu susijusios užduotys.
2. Reversijos neigiamumas ir N2 užpakalinės priešingos pusės komponentė nėra sukelti to paties mechanizmo.
3. Reversijos neigiamumas nesikeičia suvokiant vieno ar dviejų dviprasmių vaizdų pasikeitimą, t.y. jis nesijęs su dviprasmio vaizdo pasikeitimų kiekiu regimajame įsisąmoninime (Reversijos neigiamumas nėra Regimojo įsisąmoninimo neigiamumo potipis).
4. Tiek maža, tiek didelė suvokimo apkrova visiškai nuslopina dviprasmio vaizdo suvokinio pasikeitimo sukeltą Reversijos neigiamumą.

5. Reversijos pozityvumas yra nuo dėmesio priklausomas su-įvykiu-susijusių potencialų atsakas, tačiau jis nebūtinai yra selektyvus dėmesio nulemtas atsakas.

6. Vėlyvasis pozityvumas tiesiogiai neatvaizduoja suvokiamų stebimo dviprasmio vaizdo pasikeitimų, nes jis gautas tik tikro pasikeitimo atveju.

7. Reversijos neigiamumas nėra tiesiogiai priklausomas nei nuo selektyvus dėmesio, nei nuo regimojo įsisąmoninimo mechanizmų. Tikėtina, kad tai yra dviprasmių vaizdų apdorojimui smegenyse būdingas atsakas.

## 10. LITERATŪROS SĄRAŠAS

1. Basar-Eroglu C., Strüber D., Stadler M. & Kruse E. (1993). Multistable visual perception induces a slow positive EEG wave. *International Journal of Neuroscience*. 73, 139–151.
2. Bisiach E., Ricci R., Lai E., De Tanti A. & Inzaghi M. G. (1999). Unilateral neglect and disambiguation of the Necker cube. *Brain*. 122, 131–140.
3. Brisson B. & Jolicoeur P. (2007). The N2pc component and stimulus duration. *Neuroreport*. 18, 1163–1166.
4. Brisson B., Robitaille N. & Jolicoeur P. (2007). Stimulus intensity affects the latency but not the amplitude of the N2pc. *Neuroreport*. 18, 1627–1630.
5. Britz J., Landis T. & Michel C. M. (2009). Right parietal brain activity precedes perceptual alternation of bistable stimuli. *Cerebral Cortex*. 19, 55–65.
6. Eimer M. (1996). The N2pc component as an indicator of attentional selectivity. *Electroencephalography and clinical Neurophysiology* 99, 225–34.
7. Girelli M. & Luck S. J. (1997). Are the same attentional mechanisms used to detect visual search targets defined by color, orientation and motion? *Journal of Cognitive Neuroscience*. 9, 238–253.
8. Gopnik A. & Rosati A. (2001). Duck or rabbit? Reversing ambiguous figures and understanding ambiguous interpretations. *Developmental Science*. 4, 175–183.
9. Handy T.C., Soltani M. & Mangun G. R. (2001). Perceptual load and visuocortical processing: event-related potentials reveal sensory-level selection. *Psychological Science*. 12, 213–218.

10. Heath H. A. & Orbach J. (1963). Reversibility of the Necker cube: IV. Responses of elderly people. *Perceptual and Motor Skills*, 17, 625–626.
11. Holt G. L. & Matson J. L. (1976). The effects of age on perceptual changes using two new perspectives of the Necker cube. *Bulletin of the Psychonomic Society*, 8, 4–6.
12. Hunt J. M. & Guilford J. P. (1933). Fluctuation of an ambiguous figure in dementia praecox and in manic-depressive patients. *Journal of Abnormal and Social Psychology*, 27, 443–452.
13. Kornmeier J. & Bach M. (2004). Early neural activity in Necker-cube reversal: Evidence for low-level processing of a gestalt phenomenon. *Psychophysiology*, 41, 1–8.
14. Kornmeier J. & Bach M. (2005). The Necker cube – an ambiguous figure disambiguated in early visual processing. *Vision Research*, 45, 955–960.
15. Kornmeier J. & Bach M. (2006). Bistable perception – along the processing chain from ambiguous visual input to a stable perception. *International Journal of Psychophysiology*, 62, 345–349.
16. Kornmeier J. & Bach M. (2009). Object perception: when our brain is impressed but we do not notice it. *Journal of Vision*, 9, 1–10.
17. Kornmeier J., Ehm W., Bigalke H., & Bach M. (2007). Discontinuous presentation of ambiguous figures: How interstimulus-interval durations affect reversal dynamics and ERPs. *Psychophysiology*, 44, 552–560.
18. Long G. M. & Moran C. (2007) How to keep a reversible figure from reversing: Teasing out top-down and bottom-up processes. *Perception*, 35, 431–45.
19. Long G. M. & Toppino, T. C. (2004). Enduring Interest in Perceptual Ambiguity: Alternating Views of Reversible Figures. *Psychological Bulletin*, 130, 748–768.
20. Long G. M., Toppino T. C. & Kostenbauder J. F. (1983). As the cube turns: Evidence for two processes in the perception of a dynamic reversible figure. *Perception & Psychophysics*, 34, 29–38.
21. Meenan J. P. & Miller L. A. (1994). Perceptual flexibility after frontal or temporal lobectomy. *Neuropsychologia*, 32, 1145–1149.

22. Mitroff S. R., Sobel D. M. & Gopnik A. (2006) Reversing how to think about ambiguous figure reversals: Spontaneous alternating by uninformed observers. *Perception*, 35, 709–715.
23. O'Donnell B. F., Hendler T. & Squires N. K. (1988). Visual evoked potentials to illusory reversals of the Necker cube. *Psychophysiology*, 25, 137–143.
24. Oldfield R. C. (1971). The assessment and analysis of handedness: the Edinburgh inventory. *Neuropsychologia*, 9, 97–113.
25. Picton T. W., Bentin S., Berg P., Donchin E., Hillyard S. A., Johnson R. jr., Miller G. A., Ritter W., Ruchkin D. S., Rugg M. D. & Taylor M. J. (2000). Guidelines for using human event-related potentials to study cognition: Recording standards and publication criteria. *Psychophysiology, committee report*, 37, 127–152.
26. Pitts M. A., Nerger J. L. & Davis T. J. R. (2007). Electrophysiological correlates of perceptual reversals for three different types of multistable images. *Journal of Vision*, 7, 1–14.
27. Pitts M. A., Gavin W. J. & Nerger J. L. (2008). Early top-down influences on bistable perception revealed by event-related potentials. *Brain and Cognition*, 67, 11–24.
28. Qiu J., Wei D., Li H., Yu C., Wang T. & Zhang Q. (2009). The vase–face illusion seen by the brain: An event-related brain potentials study. *International Journal of Psychophysiology*. 74, 69–73.
29. Ricci C. & Blundo C. (1990). Perception of ambiguous figures after focal brain lesions. *Neuropsychologia*, 28, 1163–1173.
30. Rock I., Gopnik A. & Hall S. (1994). Do young children reverse ambiguous figures? *Perception*. 23, 635–644.
31. Shimada Y., Meguro K., Kasai M., Shimada M., Ishii H., Yamaguchi S. & Yamadori A. (2006). Necker cube copying ability in normal elderly and Alzheimer's disease. A community-based study: The Tajiri project. *Psychogeriatrics*, 6, 4–9.
32. Slotnick S. D. & Yantis S. (2005). Common neural substrates for the control and effects of visual attention and perceptual bistability. *Cognitive Brain Research*. 24, 97–108.

33. Strüber D., Basar-Eroglu C., Miener M. & Stadler M. (2001). EEG gamma-band response during the perception of Necker cube reversals. *Visual Cognition*. 8, 609–621.
34. Weckowicz T. E., Tam C. N. I., Mason J. & Bay K. S. (1987). Speed in test performance in depressed patients. *Journal of Abnormal Psychology*. 87, 578–582.
35. Windmann S., Wehrmann M., Calabrese P. & Güntürkün O. (2006). Role of the Prefrontal Cortex in Attentional Control over Bistable Vision. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 18, 456–471.

## **11. PUBLIKACIJOS**

1. Monika Intaitė, Mika Koivisto, Osvaldas Rukšėnas, Antti Revonsuo. Reversal negativity and bistable stimuli – Attention, awareness or something else? *Brain and Cognition*, 74 (1), 24–34 (ISSN 1612-4782).
2. Monika Intaitė, Ona Gurčinionė, Alvydas Šoliūnas (2006). Prasmės tendencingumo įtaka dviejų dviprasmių figūrų suvokimui. *Laboratorinė Medicina*, 2 (30), 19–22 (ISSN 1392-6470).

### **Rankraštis**

Monika Intaitė, Mika Koivisto, Osvaldas Rukšėnas and Antti Revonsuo. Impact of the presented perceptual load on event-related potentials elicited by reversals of ambiguous figures

### **Konferencijų medžiaga**

- 1) Monika Intaitė, Ona Gurčinionė ir Alvydas Šoliūnas. ‘Biasing effect on perception of two simultaneously presented reversible figures’. *Ketvirtosios mokslinės konferencijos*, „Mokslas Gamtos mokslų fakultete“ pranešimų medžiaga p. 256-257 (lapkritis, 2006). Konferencijos vieta: Vilnius, Lietuva, lapkričio 23–24 d.d., 2006 m.
- 2) Monika Intaitė, Alvydas Šoliūnas, Ona Gurčinionė ir Osvaldas Rukšėnas. ‘Perception of two simultaneously presented Necker cubes’. Respublikinės mokslinės-praktinės

konferencijos „*Virtualūs instrumentai biomedicinoje*” pranešimų medžiaga, p. 85-90 (gegužė, 2007) Konferencijos vieta: Klaipėda, Lietuva, gegužės 18, 2007m.

3) Monika Intaitė, Alvydas Šoliūnas, Ona Gurčiniienė ir Osvaldas Rukšėnas. ‘Impact of instruction and observation periods on perception of two simultaneously presented ambiguous figures’. *IV International scientific conference “Psychophysiological and visceral functions in norm and pathology” dedicated to P. G. Bogach 90-years anniversary*, p. 30-31. Konferencijos vieta: Kijevas, Ukraina, spalio 8–10, 2008 m.

4) Monika Intaitė, Alvydas Šoliūnas, Ona Gurčiniienė ir Osvaldas Rukšėnas. ‘Two simultaneously presented ambiguous figures: Influence of figure type, two-choice vs. three choice response instructions and prolonged viewing on image perception’. *Proceedings of 12<sup>th</sup> International conference on Biomedical Engineering*, p. 301-304 . Konferencijos vieta: Kaunas, Lietuva, spalio 23–24, 2008 m.

5) Monika Intaitė, Mika Koivisto, Osvaldas Rukšėnas ir Antti Revonsuo. ‘EEG study on the perception of bistable Necker cube gratings’. *Perception supplement issue of 32<sup>nd</sup> European Conference on Visual Perception*, 38, p. 148 (rugpjūtis, 2009) Konferencijos vieta: Regensburgas, Vokietija, rugpjūčio 24–28, 2009 m.

### **Pranešimai konferencijose**

#### **Žodiniai:**

- 1) “The impact of adaptation on perception of two ambiguous figures presented simultaneously”. The International Natural Sciences Students Conference. (2006m., kovas)
- 2) “Prasmės tendencingumo įtaka dviejų dviprasmių figūrų suvokimui”. XLIII Studentų gamtininkų mokslinė konferencija. (gegužė, 2006)

#### **Stendiniai:**

- 3) “Effect of bias on perception of two simultaneously presented ambiguous figures”. Stendinis pranešimas Fourth Scientific Conference of Faculty of Natural Sciences (2006m., lapkritis).
- 4) “Impact of instruction and observation periods on perception of two simultaneously presented ambiguous figures”. Stendinis pranešimas the IV International scientific

conference “Psychophysiological and visceral functions in norm and pathology“dedicated to P. G. Bogach 90-years anniversary, 2008m., spalio.

5) “EEG study on the perception of bistable Necker cube gratings”. Stendinis pranešimas 32<sup>nd</sup> European Conference on Visual Perception, (2009m., rugpjūtis).

6) Impact of the presented perceptual load on event-related potentials elicited by reversals of ambiguous figures. Stendinis pranešimas antrojoje CINN summer school in Cognitive Neurodynamics, (2010m., liepa).

### **Publikacija neįtraukta į disertaciją**

Monika Intaitė, Ona Gurčiniienė, Alvydas Šoliūnas (2006). Vienos ir dviejų vienu metu pateiktų dviprasmių figūrų suvokimas. *Laboratorinė Medicina*, 2 (30), 23-26, (ISSN 1392-6470).

## **12. PADĖKA**

Pirmiausia norėčiau padėkoti savo darbo vadovui prof. Osvaldui Rukšėnui už priėmimą į doktorantūros studijas ir daugelį naudingų patarimų ir pamokymų.

Taip pat norėčiau išreikšti begalinį dėkingumą mano vadovams Suomijoje, būtent, dr. Mikai Koivisto ir prof. Antti Revonsuo. Kartu norėčiau padėkoti visiems kitiems Sąmonės Tyrimų grupės mokslininkams už pagalbą rengiant EEG tyrimų metodus, dirbant su duomenų gavimo ir analizavimo programomis, dalyvavimą mano eksperimentuose kaip tiriamiesiems, bei pagalbą susiduriant su kasdieniniais rūpesčiais mano ilgalaikių vizitų Suomijoje metu.

Labai dėkoju dr. Alvydui Šoliūnui, dr. Onai Gurčinienei ir jaun. m. darb. Ramunei Grikšienei už pagalbą skaitant ir redaguojant daktaro disertacijos ir disertacijos santraukos rankraščius.

Taip pat norėčiau padėkoti visiems katedros kolegoms biofizikams už nuolatinę pagalbą ir paramą doktorantūros studijų metais.

Galiausiai labai norėčiau padėkoti savo šeimynai už jų meilę ir palaikymą visais mano studijų metais.

## 13. GYVENIMO APRAŠYMAS

### Monika Intaitė

#### *Gyvenamosios vietos adresas:*

Rūdninkų 11-11,  
Vilnius, Lietuva, LT-01135  
Mobilus: +370 (6) 8533474  
monika.intaite@gf.vu.lt

#### *Darbovietės adresas:*

Biochemijos ir Biofizikos katedra  
Gamtos mokslų fakultetas  
Vilniaus universitetas  
Čiurlionio 21/27  
Vilnius, LT-03101, Lietuva  
Tel.nr: +370 (5) 2398227  
Faksas: +370 (5) 2398216

#### **Išsilavinimas**

2006- iki dabar: doktorantė Biochemijos ir Biofizikos katedroje, Gamtos mokslų fakultete, Vilniaus Universitete. Darbo vadovas: prof. habil. dr. Osvaldas Rukšėnas  
2004-2006: Neurobiologijos magistras, Vilniaus Universitetas.  
2000-2004: Filosofijos bakalauras, Vilniaus Universitetas.  
1988-2000: Vilniaus Mindaugo vidurinė mokykla.

#### **Moksliniai apdovanojimai**

- 1) 2007-2010 doktoranto stipendijos iš Lietuvos mokslo ir studijų fondo
- 2) 2008 Erasmus Mokymosi Visą Gyvenimą Programos praktikos stipendija moksliniam tiriamajam darbui Turku universitete
- 3) 2008-2009 Tarptautinio Mobilumo Centro (Suomijos vyriausybės fondo) stipendija moksliniam tiriamajam darbui Turku universitete
- 4) 2009-2010 Erasmus stipendija moksliniam tiriamajam darbui Turku universitete

#### **Moksliniai interesai**

- Regimasis suvokimas: dviprasmiai vaizdai, binokulinė konkurencija, pasikeitimo aklumas, regimasis įsisąmoninimas
- Neinvazinė žmogaus smegenų tyrimo technika: EEG, su-įvykiu-susiję potencialai

#### **Darbo patirtis**

2007.09-iki dabar: jaunesnioji mokslo darbuotoja, Vilniaus universitetas, Vilnius, Lietuva  
2006.09-2007.09 vyr. specialistė, Vilniaus Universitetas, Vilnius, Lietuva

#### **Pedagoginio darbo patirtis**

2006-2008: Kurso „Jutimo ir suvokimo neurobiologija“ laboratorinių darbų vedimas  
2007-2009: vadovavimas studentų kursiniams ir baigiamiesiems darbams.

#### **Mokslinio tiriamojo darbo patirtis**

2004- iki dabar: *Magistrinio darbo ir disertacijos tyrimai:* Biochemijos ir Biofizikos katedra, Vilniaus universitetas, (tyrimo konsultantai: dr. Alvydas Šoliūnas, dr. Ona Gurčiniene ir prof. Osvaldas Rukšėnas):  
- literatūros analizė;



- eksperimentinės metodikos kūrimas ir eksperimentų atlikimas žmogaus dviprasmių figūrų suvokimui tirti;
- statistinių duomenų analizė;
- rankraščių mokslinėms publikacijoms rengimas, žodinių ir stendinių pranešimų rengimas konferencijoms ir t.t.

2008-2010 Moksliniai vizitai Kognityvių Neuromokslų Tyrimų Centre, Turku universitete, Suomijoje

- darbo patirties su elektroencefalografine įranga įgijimas;
- eksperimentinių stimulų kūrimas specializuotomis programomis;
- duomenų registravimo įgūdžiai;
- duomenų analizė.
- rankraščių mokslinėms publikacijoms rengimas.

### **Moksliniai vizitai**

- 1) Mokslinė stažuotė ‘Kognityvių Neuromokslų Tyrimų Centre’, Psichologijos katedroje, Socialinių mokslų fakultete, Turku universitete. Finansavimo šaltinis: Erasmus praktikos stipendija. Vizito trukmė: kovo 3 – birželio 3, 2008.
- 2) Mokslinė stažuotė ‘Kognityvių Neuromokslų Tyrimų Centre’, Psichologijos katedroje, Socialinių mokslų fakultete, Turku universitete. Finansavimo šaltinis: Tarptautinio Mobilumo Centras (Suomijos vyriausybės fondas). Vizito trukmė: spalio 1, 2008 – kovo 1, 2009.
- 3) Mokslinė stažuotė ‘Kognityvių Neuromokslų Tyrimų Centre’, Psichologijos katedroje, Socialinių mokslų fakultete, Turku universitete. Finansavimo šaltinis: Erasmus stipendija. Vizito trukmė: rugsėjo 1 – gegužės 31, 2010.

### **Susijusi darbo patirtis**

Leonardo da Vinci projektas: “Kompiuterizuota gamtos mokslų ir technologijų mokymo laboratorija – antroji dalis”. Projekto trukmė: nuo 2005 spalio 1 iki 2007gruodžio 31. Projekto N°: SI-05-B-F-PP-176008.

Skirtingų informacinių ir komunikacinių technologijų priemonių gamtos mokslų ir technologijų mokyme integravimas kuriant naujus mokymo kursus bei laboratorinius darbus. Užduotys: naujų psichofizikinių laboratorinių darbų kūrimas ir testavimas.

### **Kvalifikacijos kėlimas: vasaros mokyklos ir mokymai**

1. ‘European Spring Event on Neuroethics’ (Europinis pavasarinis neuroetikos renginys) Ludvigshafenas, Vokietija, 2007;
2. MEDILS vasaros mokykla ‘Symposium on Imaging and Simulation of Human Brain Activity’ (Žmogaus smegenų veiklos vaizdų gavimo ir simuliacijos simpoziumas), Splitas, Kroatija, 2007;
3. Tarptautinė mokykla ‘Advanced Methods in Biophysics’ (Pažangūs metodai biofizikoje), Trakai, Lietuva, 2007
4. ‘Vadovavimas moksliniams darbams’, Vilniaus universitetas, Lietuva, 2007
5. 37-tasis Pasaulinis Neuromokslų Asociacijos Kongresas, San Diegas, Kalifornija, JAV, 2007
6. „Mokslinių tyrimų su žmonėmis etiniai aspektai“, Vilniaus universitetas, Lietuva, 2007

7. Tarptautiniai IBRO mokymai apie sudėtingus neurotinklus “From synaptic transmission to seeing the brain in action” (Nuo sinapsinio laidumo iki matomo veiksmo smegenyse), Debrecenas, Vengrija, 2008
8. ‘Bendravimo psichologija’, Vilniaus universitetas, Lietuva, 2008
9. DISCOS vasaros mokykla “Self and self-disorders” (Asmuo ir asmens sutrikimai), Kopenhagos universitetas, Danija, 2008
10. „3-ioji tarptautinė biomedicininės inžinerijos vasaros mokykla“, Vaimaro universitetas, Vokietija, 2008
11. „10-ieji mokymai apie optimizaciją ir priešines problemas elektromagnetizme“, Ilmenau universitetas, Vokietija, 2008.
12. Brain Products organizuoti mokymai apie TMS & EEG, bei EEG & fMRI, Readingas, Didžioji Britanija
13. 2-oji CINN vasaros mokykla „Cognitive Neurodynamics“, Readingas, Didžioji Britanija

### **Įgūdžiai ir kvalifikacija**

- a. Microsoft Office, STATISTICA for Windows 7.1, SPSS, Adobe Illustrator
- b. NeuroScan Presentation, NeuroScan Acquire, BrainVision Analyzer, E-Prime
- c. Laisvai bendrauju anglų ir rusų kalbomis, vidutinis suomių kalbos žinių lygis, prancūzų ir vokiečių kalbų pradmenys