

Ievads molekulārajā un šūnas bioloģijā – Laboratorijas darbs Nr.15.

Darba veikšanas datums _____

Vārds,

uzvārds _____ Stud.apliec.Nr. _____

REDZES FIZIOLOĢIJA

TEORĒTISKĀ DAĻA

Redzes asums – telpiskās izšķiršanas diferenciālais sliekšnis.

- Vāļišu blīvums *fovea centralis* apvidū ir aptuveni 180 000 šūnas 1mm^2 , bet, attālinoties uz tīklenes perifēriju, tas samazinās līdz 5000 vienā 1mm^2 .
- Priekšmetam, kura izmēri, to aplūkojot, atbilst 1 leņķa minūtei (grāda $1/60$ daļa; resp., $60'$), uz tīklenes attēla izmērs ir apm. $288\ \mu\text{m}$; šādā izmērā iekļaujas līdz 120 vāļišu.
- Normāla redzes izšķiršanas spēja ir, ja minimālais redzes leņķis ir $1'$.
- $6\text{ m}=19.685$ pēdas, t.i., aptuveni 20 pēdas.

Redzes asuma noteikšana un novērtēšana

1. **Mūsdienās redzes asuma kvantitatīvai novērtēšanai** izmanto priekšstatu par minimālo redzes leņķi (\angle_{\min}).

Redzes asuma noteikšanai tiek piedāvāts vērot dažāda izmēra optotipus (piem., burtus) no 20 pēdu (aptuveni 6,1m) attāluma. Aplūkojamo burtu kopā ir arī tāda izmēra burti, kuri šai 20 pēdu attālumā veido 5 leņķa minūtes lielu redzes leņķi. Taču, lai burtu atpazītu, jāskatās tā detaļās; piemēram, E burtā ir trīs līnijas un 2 atstarpes, un katrs no šiem 5 spraugveida elementiem aizņem $1/5$ no visa burta augstuma, tātad ir redzams zem 1 minūti plata leņķa. Vairums cilvēku spēj atpazīt šāda izmēra objektus, bet nevar saskatīt sīkākas detaļas, tātad 1 leņķa minūte uzskatāma par minimālo redzes leņķi, pie kura vēl var izšķirt divus tuvu novietotus punktus.

Redzes asumu (*Visus*, V) raksturo ar personas minimālā leņķa (\angle_{\min}) apgriezto lielumu: piem., ja personas minimālais redzes leņķis ir 2 loka minūtes, tad redzes asums $V=1/2 = 0.5$; ja $\angle_{\min}=1$ minūte, tad $V=1/1=1$; ja $\angle_{\min}= 0.8$ minūtes, tad $V=1/0.8=1.25$.

2. **Redzes asuma skaitliskai novērtēšanai** izmanto arī logMAR – decimāllogaritmu no minimālā redzes leņķa vērtības (logMAR – no angļu val. *Log of minimal angle of resolution*). Piem., $\log 1=0$; $\log 0.5=0.3$; $\log 1.6=-0.2$. Jāņem vērā, ka, ja redzes asums ir labāks nekā normai, tad logMAR ir ar negatīvu zīmi.

3. **Dāņu oftamologs Hermans Šnellens** 1862. gadā ieteica izmantot redzes asuma salīdzinošu raksturlielumu, proti, indivīda redzes asumu testēt, vērojot 20 pēdu (aptuveni 6 m) attālus optotipus; tiek atrasts minimālais optotipu izmērs un salīdzinājumam piesaukts attālums, kādā šāda paša izmēra optotipus identificē indivīdi ar „normālu” redzi.

Piemēram, 20/20 nozīmē, ka izmeklējamā persona saskata detaļu, kuras izmērs ir 1 loka minūte, 20 pēdu (6,1m) attālumā tā, kā šo detaļu „normālas” redzes indivīds saskata 20 pēdu attālumā;

Ievads molekulārajā un šūnas bioloģijā – Laboratorijas darbs Nr.15.

20/40 nozīmē, ka izmeklējamā persona saskata detaļu 20 pēdu attālumā tā, kā šo detaļu „normālas” redzes indivīds saskata 40 pēdu attālumā; tātad testa personai ir 2 reizes sliktāks redzes asums;

20/16 nozīmē, ka izmeklējamā persona saskata detaļu 20 pēdu attālumā tā, kā šo detaļu „normālas” redzes indivīds saskata 16 pēdu attālumā; tātad testa personai ir labāks redzes asums.

Ir indivīdi ar redzes asumu 20/10 vai 20/8, bet vanaga redzes asums pie šādiem kritērijiem sasniedz pat 20/2. Līdzīgi aprēķinus veic, ja attālumu izsaka nevis pēdās, bet metros (20 pēdas ≈ 6.1m). Tad personu ar normālu redzes asumu raksturo skaitļi 6/6.

Krāsu redze

Vālišu veidi cilvēka tīklenē – trīs veidu vāļītes, kurās pigmentu molekulām ir atšķirīgi gaismas absorbcijas maksimumi. S vāļīšu opsīna gēns atrodas 7.hromosomā, M un L vāļīšu opsīnus kodē X hromosomas gēni. Absorbējamās gaismas viļņu garumu diapazoni visu triju veidu vāļītēm daļēji pārklājas.

Vālišu blīvums *fovea centralis* apvidū ir aptuveni 180 000 šūnas 1mm², bet, attālinoties uz tīkles periferiju, tas samazinās līdz 5000 vienā 1mm².

Vālišu tips	Apzīmējums	Absorbcijas diapazons(nm)	Maksimālās absorbcijas viļņu garums (nm)
S (<i>short</i>)	β	400-500	420-440
M (<i>medium</i>)	γ	450-630	534-555
L (<i>long</i>)	Δ	500-700	564-580

Trihromatiskā redze (teorijas autori – Jangs un Helmholtcs (T.Young, H.Helmholtz, 1950)

Tās pamatā ir trīs veidu vāļītes, kurās pigmentu molekulām ir atšķirīgi gaismas absorbcijas maksimumi. Absorbējamās gaismas viļņu garumu diapazoni tomēr visu triju veidu vāļītēm daļēji pārklājas.

Krāsu pretstatu redzes sistēma (*opponent – color vision system*) vērtē ne tik daudz katra veida vāļīšu gaismas absorbcijas intensitāti kā tādu, cik salīdzina dažāda veida (L,M, S) vāļīšu vienlaicīgās absorbcijas intensitātes (Evald Hering, 1892). Tīkles bipolāro un ganglionāro šūnu līmenī darbojas trīs salīdzināšanas pamatvarianti: sarkanais (R) pret zaļo (G), zilais (B) pret dzelteni (Y) un melnais pret balto (ahromatiskais salīdzinājums). Daļa tīkles sīko (*parvocellular*) ganglionāro šūnu apkopo informāciju par M un L vāļīšu aktivācijas (resp. sarkanā/zaļā) atšķirību, bet otra daļa par S vāļīšu aktivitātes un M un L vāļīšu kopējās aktivitātes (resp., zilā/dzeltenā) atšķirību.

Krāsu redzes defektu novērtēšanas metodes:

Pseudohromatiskās tabulas, piem., Š.Išihara tests. Testa attēlos fona un apslēpto figūru krāsas ir īpaši piemeklētas tā, ka objektu ir iespējams atšķirt tikai izmantojot krāsu informāciju.

Krāsu sakārtošanas testi, piem., Farnsworth D-15.

DATORIZĒTIE REDZES TESTI

Darba uzdevumi:

1. Noteikt redzes asumu, izmantojot programmu *FrACT 3.7.1.* (*Freiburg Visual Acuity and Contrast test*).
2. Pārbaudīt krāsu redzi ar Farnsvorta-Munsela testu, izmantojot programmu *Visual Acuity and Color Vision test*.

Redzes asums

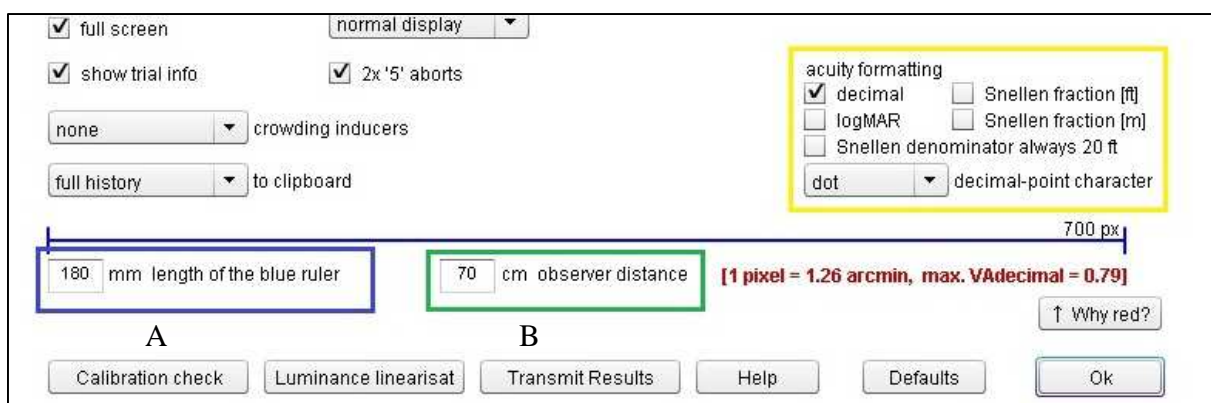
Darba gaita:

1. Startēt programmu *FrACT 3.7.1.*, kas atrodas mapē uz datora ekrāna (*Desktop*) ar nosaukumu „Redzes testi”.

Startējot programmu, tā parādīs paziņojumu, kuru apstiprina, klikšķinot OK.

2. Veikt programmas kalibrāciju, atverot „*Settings*” izvēlni:
 - a) izmērīt dotā zilā nogriežņa, kas atrodas ekrāna apakšējā daļā, garumu **milimetros**, un ierakstīt šo vērtību kvadrātā zem dotā nogriežņa kreisajā pusē (sk. *1.attēlu A*);
 - b) izmērīt attālumu **centimetros** starp ekrānu un pārbaudāmo personu, un ierakstīt to nākamajā kvadrātā zem dotā nogriežņa (sk. *1.attēlu B*);
 - c) atzīmēt rezultātu izejas formātu – *decimal* - kā norādīts *1.attēlā C*.

Kad parametri iestādīti, tos saglabā, spiežot „OK”.



1.attēls. Prorammas FrACT 3.7.1. kalibrācijas iestatījumi.

Piezīme! Attālumam starp ekrānu un pārbaudāmo personu ir jābūt pietiekami lielam, lai nodrošinātu pietiekamu maksimālo (šim attālumam iespējami sasniedzamo) redzes asumu (Visus, V). Ja tā nav, programma FrACT norādīs uz to, izceļot V vērtību sarkanā krāsā.

3. **Sākt pildīt Landolta C testu.** Šo testu veic monokulāri katrai acij, nepārbaudāmo aci aizsedzot ar roku.

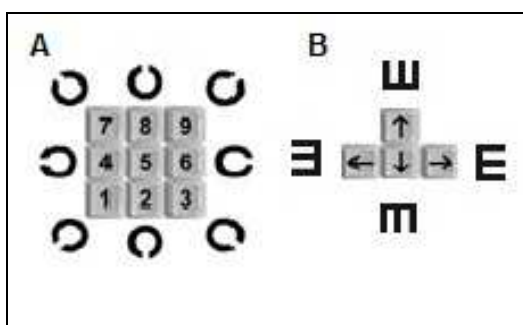
Šajā testā ir iespējami 8 optotipa virzieni. Izvēloties šo testu, uz ekrāna 24 reizes parādīsies C formas optotipa dažādas virziena un izmēra variācijas. Izmantojot navigācijas taustiņus (katram virzienam atbilst noteikts navigācijas taustiņa cipars; sk. *2.attēlu*), norādiet virzienu, pret kuru ir pavērsta optotipa sprauga. Tupriniet veikt darbības, sekojot programmas norādījumiem. Iegūto decimālo redzes asuma (V) vērtību ieraksta *1.tabulā* attiecīgajā vietā. Testu var pārtraukt un sākt no jauna, nospiežot divas reizes ciparu pieci - „55”.

Ievads molekulārajā un šūnas bioloģijā – Laboratorijas darbs Nr.15.

4. **Veikt „Tumbling E” testu.** Šo testu veic monokulāri katrai acij, nepārbaudāmo aci aizsedzot ar roku.

Testā ir iespējami 4 optotipa virzieni. Izvēloties šo testu, uz ekrāna 30 reizes parādīsies E formas optotipa dažādas virziena un izmēra variācijas. Izmantojot navigācijas taustiņus (katram virzienam atbilst noteikts navigācijas taustiņa bultiņas virziens; sk.2.attēlu), norādiet virzienu, pret kuru ir pavērsts optotipa (E burta) atvērumi. Tupriniet veikt darbības, sekojot programmas norādījumiem. Iegūto decimālo redzes asuma (V) vērtību ieraksta 1.tabulā.

Testu var pārtraukt un sākt no jauna, nospiežot divas reizes ciparu pieci - „55” .



2.attēls. Navigācijas taustiņu atbilstība optotipa virzienam. A – Landolta C testā, B – Tumbling E testā.

5. Aizpildīt 1.tabulu, aprēķinot minimālo izšķirtspējas leņķi (\angle_{\min}).

1.tabula. Redzes asuma datu reģistrēšana.

		V	$\angle_{\min, \text{arcmin}}$
Landolt C	Labā acs		
Landolt C	Kreisā acs		
Tumbl. E	Labā acs		
Tumbl. E	Kreisā acs		

6. Secinājumi:

- Novērtēt pārbaudāmās personas redzes asumu katrai acij.
- Salīdzināt ar abiem testiem iegūtos rezultātus.

Ievads molekulārajā un šūnas bioloģijā – Laboratorijas darbs Nr.15.

Krāsu redze

Darba gaita:

1. Startēt programmu *Visual Acuity and Color Vision test*, kas atrodas mapē uz datora ekrāna (*Desktop*) ar nosaukumu „Redzes testi”.

2. Programmas sākuma logā izvēlēties ikonu ar uzrakstu „Color vision (FM 100)”. Atvērsies testa izpildes logs.

3. Tests sastāv no četrām rindām, kurā pirmajā rindā ir 22 krāsu kvadrāti, bet atlikušajās trīs rindās – katrā pa 21 kvadrātiem, līdz ar to kopā ir 85 krāsu kvadrāti.

4. Testa uzdevums ir sakārtot dotās krāsas tā, lai nākamā krāsa būtu vistuvākā iepriekšējai (to dara, ar datora peli „satverot” vajadzīgo krāsas kvadrātu un novietojot to pareizajā vietā). Katras rindas pirmais un pēdējais krāsu kvadrāts ir jau dots. Katru testa rindu vajadzētu salikt, iekļaujoties **divās minūtēs**. Testu veic binokulāri (abām acīm kopā).

5. Kad tests ir pabeigts (visi krāsu kvadrāti ir sakārtoti pēc tonalitātes), ekrānam labajā pusē apakšā ar peli klikšķināt uz ikonas „Graph”, kurā tiek parādīts kopējais kļūdu rezultāts (*TES-total error score*). *Piezīme – jo lielāks TES, jo sliktāk persona spēj izšķirt krāsas*) un krāsu aplis, kurā šis iegūtais punktu skaits (TES) ir uzzīmēts, ērti attēlojot, kurās vietās tikusi pieļauta kļūda (krāsu kvadrātu transpozīcija).

Katrs krāsas kvadrāts ir kodēts ar savu skaitli (no 1 līdz 85), tāpēc, ja ir notikusi kvadrātu transpozīcija, programmas rezultātu loga kreisajā augšējā stūrī skaitļu rindās varēs atrast testa pildīšanas laikā pieļautās kļūdas. Rezultāta kļūdas ierakstīt kļūdu tabulā (skat. 3.tabulu apraksta beigu daļā; ja kļūdu nav, tad atstāt tukšu).

6. Veic atkārtotu testu (sekojot 4.punkta norādījumiem), jo 70% gadījumos atkārtotajā testā tiek pieļauts mazāk kļūdu nekā testa pirmajā veikšanas reizē;

Atkārtotā testa rezultātus (TES) aizpildīt iepriekš minētajā tabulā zem pirmā testa rezultātiem.

7. Uzzīmēt abu binokulāri veikto testu rezultātus vienā kopējā krāsu aplī (*skat. Pielikumā*).

8. Veikt rezultātu novērtējumu.:

- Analizējot trihromātisko mehānismu esamību;
- Analizējot krāsu pretstatīšanas mehānismus.

Par ļoti labām krāsu izšķiršanas spējām uzskata rezultātu, kurā TES ir robežās no 0 – 20 (statistiski apmēram 16% no populācijas, kuriem nav krāsu redzes defektu).

Par vidējām krāsu izšķiršanas spējām uzskata rezultātu, kurā TES ir robežās no 20 – 100 (statistiski apmēram 68% no populācijas, kuriem nav krāsu redzes defektu).

Par vāju spēju atšķirt nokrāsas uzskata rezultātu, kurā TES pārsniedz 100 punktus (statistiski apmēram 16% no populācijas, kuriem nav krāsu redzes defektu).

Rezultātu attēlošana krāsu aplī (*Pielikumā*):

Lai pieļautās kļūdas, ja tādas ir, attēlotu krāsu aplī, tiek aprēķināti punkti katram krāsu kvadrātam pēc sekojoša principa: katra krāsu kvadrāta punktus veido, summējot nākamā elementa un esošā elementa (kvadrāta) starpību ar iepriekšējā un esošā elementa starpību (izpētīt piemēru 2.tabulā zemāk).

Līdz ar to, kvadrātos, kuros nav pieļautas transpozīcijas, punktu summa katram ir 2 (1+1). Šāda metode tiek lietota, lai būtu iespējams krāsu aplī attēlot testa rezultātus. Kā redzams pielikumā esošajā krāsu aplī, tā centrs atbilst 0, bet pirmā šķērslīnija norāda atzīmi 2.

Kad katram kvadrātam punktu skaits ir noteikts, tos atbilstoši atliek krāsu aplī, vadoties pēc katra kvadrāta atbilstošā skaitļa, kurš norādīts apļa ārējā līnijā. Kad visi punkti atsevišķajam testam ir atlikti, tad to savieno ar līniju.

Ievads molekulārajā un šūnas bioloģijā – Laboratorijas darbs Nr.15.

Šādi atliek abu testu rezultātus vienā krāsu aplī. Uzskatāmības dēļ, katra testa punktus var atlikt ar dažādas krāsas zīmuļiem.

Pretēja simetrija krāsu aplī var norādīt uz šo krāsu (konkrētā vālišu tipa/u) redzes defektiem.

2.tabula. Piemērs krāsu kvadrātu punktu aprēķināšanai.

Kvadrātu secība	5	6	7	8	13	11	9	10
Punktu skaits		2	2	6	7	4	3	
Kā punktu skaits tika iegūts		1+1 (6-5)+(7-6)	1+1	1+5	5+2	2+2	2+1	

3.tabula. Testu rezultātu (pieļauto kļūdu) tabula

Kvadrātu numurs 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22

1.tests _____

2.tests _____

Kvadrātu numurs 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43

1.tests _____

2.tests _____

Kvadrātu numurs 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64

1.tests _____

2.tests _____

Kvadrātu numurs 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85

1.tests _____

2.tests _____

Ievads molekulārajā un šūnas bioloģijā – Laboratorijas darbs Nr.15.

Pielikums

Krāsu aplis

