



NACIONĀLAIS
ATTĪSTĪBAS
PLĀNS 2020



EIROPAS SAVIENĪBA
Eiropas Sociālais
fonds

I E G U L D Ī J U M S T A V Ā N Ā K O T N Ē

Projekta numurs: 8.3.2.1/16/I/002

**Nacionāla un starptautiska mēroga pasākumu īstenošana izglītojamo
talantu attīstībai**

12. klase

45. VALSTS BIOLOĢIJAS OLIMPIĀDE

NOVADA POSMS

2022. gada 30. novembrī.

UZDEVUMI

1. uzdevums

1.1. Uzmanīgi iepazīsties ar doto tekstu par parazitismu un izvēlies no dotajiem jēdzieniem visatbilstošāko vai visprecīzāko (5 p.)!

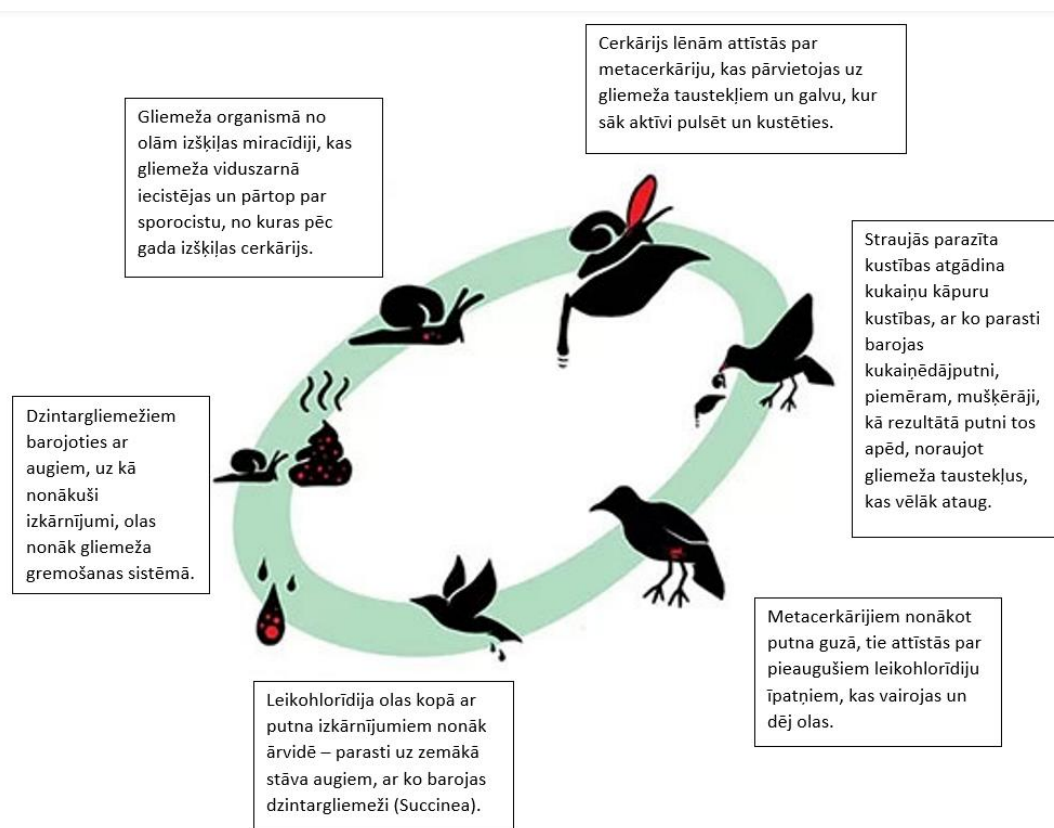
Parazitisms ir īpatnējs starpsugu mijiedarbības veids, kura apzīmēšanai varētu izmantot simbolus [(0+)/ (0-)/ (+-)/ (+/+)]. Pastāv parazitismam līdzīgas sugu mijiedarbības, piemēram, parazitoīdisms, kad parazīts savas attīstības gaitas rezultātā izraisa sava saimniekorganisma nāvi. Ir novērojamas arī abpusēji labvēlīgas attiecības jeb mutuālisms ar parazitisma elementiem, piemēram, augu un sēņu savstarpējās mijiedarbība jeb [mukors/ fitofāģija/ fungosimbioze/ mikoriza]. Tās piemērs ir sēņu un augu simbioze, ko ar augiem veido vairākas bazīdijsēnes, to skaitā arī par 2022. gada sēnēm pasludinātās [Peka un Rūsganā brūnzobe/ melnganā un sīvā bērzlape/ kātainais un ežu pūpēdis/ smailā un oranždzeltenā stiklene]. Šī mijiedarbība izpaužas sēnei ar hifu palīdzību apgādājot augu ar [glikogēnu/ ūdeni/ vienkāršiem cukuriem/ lipīdiem] un sēnei no auga saņemot [glikogēnu/ ūdeni/ vienkāršos cukurus/ lipīdus].




1.2. Iepazīsties ar leukohlorīdija *Leucochloridium paradoxum* dzīves ciklu un nosaki, kurš organisms tajā ir primārais starpsaimnieks, kurš sekundārais starpsaimnieks un kurš - definitīvais saimnieks (3 p.)!

Primārais starpsaimnieks – [dzintargliemezis/ mušķērājs/ leukohlorīdijs]

Sekundārais starpsaimnieks – [dzintargliemezis/ mušķērājs/ leukohlorīdijs]

Definitīvais saimniekorganisms – [dzintargliemezis/ mušķērājs/ leukohlorīdijs]



		
<p>Sporocista ar vairākiem metacerkārijiem</p>	<p>Pieaudzis leikohlorīdija īpatnis</p>	<p>Ar leikohlorīdijiem inficēts dzintargliemezis</p>

Balstoties gan uz informāciju, kas dota shēmā un attēlos, gan arī uz savām zināšanām, atzīmē pareizās atbildes (10 p.)!

Leikohlorīdija ķermeņa uzbūve un lielais kāpura stadiju skaits, starp kurām ietilpst tādas stadijas kā cercāriji un metacercāriji, liecina par tā piederību:

- a) Plakantārpu tipam;
- b) Veltņtārpu tipam;
- c) Posmtārpu tipam;
- d) Gliemju tipam.





Dzīvnieku tips, pie kura pieder leikohlorīdiji, tiek uzskatīts par vienu no pirmajām organismu grupām evolucionārajā gaitā, kam attīstījās kādas embrionālās stadijas trīsslāņainība, šī embrionālā stadija ir:

- a) Blastula;
- b) Morula;
- c) Gastrula;
- d) Zigota.

Tomēr, atšķirībā no hordaiņiem, kam arī ir raksturīga šīs embrionālās attīstības stadijas trīsslāņainība, viena no leikohlorīdiju un citu tiem radniecīgo organismu embrionālās attīstības pazīmēm ir mutes attīstība no blastoporas blastulas stadijā, kādēļ leikohlorīdiji tiek uzskatīti par:

- a) Pirmmutniekiem
- b) Otrmutniekiem
- c) Trešmutniekiem
- d) Ceturtmutniekiem

Ekoloģijā par mīmikriju sauc līdzību starp organismu un citu objektu, bieži vien citas sugas organismu. Mīmikrija var attīstīties starp dažādām sugām vai vienas sugas indivīdiem. Izšķir vairākus mīmikrijas veidus. Beitsa mīmikrija (aita vilka ādā) - īpatnis izskatās līdzīgs citas sugas indivīdam, kurš var radīt kaitējumu, piemēram, ir indīgs. Millera mīmikrija - vairāku sugu īpatņi, kuriem visiem ir šī pazīme, piemēram inde, izskatās līdzīgi. Agresīvā mīmikrija (vilks aitas ādā) - īpatnis, kas var radīt kaitējumu, izskatās līdzīgs nekaitīgas sugas pārstāvim. Automīmikrija - vienas sugas indivīdi izskatās līdzīgi, lai gan kaitējumu var nodarīt tikai daļa.

			
Sirsenis, mātīte	Bite, mātīte	Ziedmuša, mātīte	Sirsenis, tēviņš

Sirseni mātītēm un tēviņiem savā starpā ir

- Beitsa mīmikrija;
- Millera mīmikrija;
- Agresīvā mīmikrija;
- Automīmikrija.

Bišu mātītes un ziedmušu mātītes savā starpā parāda

- Beitsa mīmikriju;
- Millera mīmikriju;
- Agresīvo mīmikriju;
- Automīmikriju.

Sirseni mātītēm un bišu mātītēm savā starpā ir

- Beitsa mīmikrija;
- Millera mīmikrija;
- Agresīvā mīmikrija;
- Automīmikrija.

Leikohlorīdija stratēģija (ar mērķi turpināt savu dzīves ciklu) atdarināt kukaiņu kāpuru, ar ko barojas kukaiņēdājputni, kustības, ir:

- Beitsa mīmikrija;
- Millera mīmikrija;
- Agresīvā mīmikrija;
- Automīmikrija.

Gliemja organismā, līdzīgi kā arī cilvēka organismā, primāro imūnreakciju pret parazitiskiem tārpiem, tajā skaitā arī leikohlorīdijiem, ierosina:

- a) Bazofili;
- b) Eozinofili;
- c) Neitrofili;
- d) Tuklās šūnas.

un šīs imūnreakcijas ierosinātājšūnas pieder pie šādas šūnu grupas:

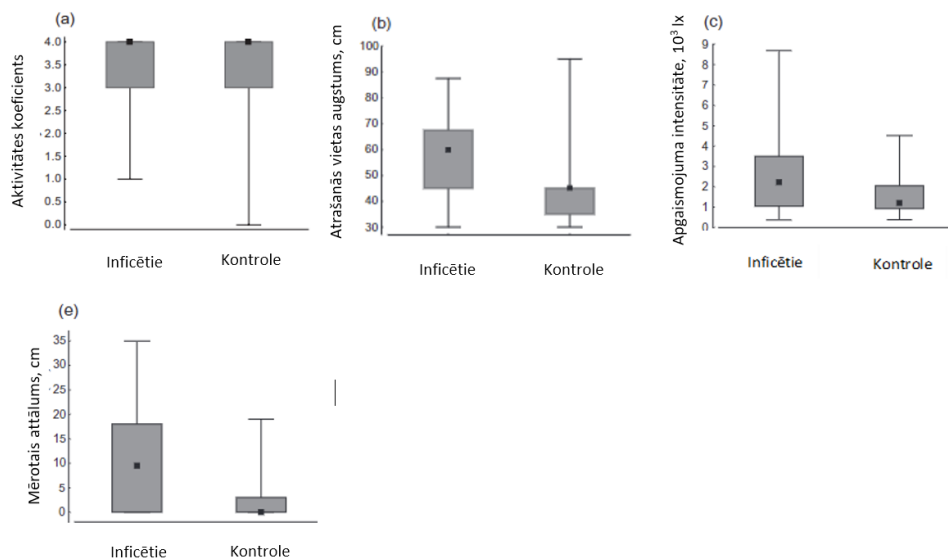
- a) Granulocītiem;
- b) Agranulocītiem;
- c) Retikulocītiem
- d) Eritroblastiem

Šīs šūnas, kas izraisa primāro imūnreakciju pret daudzšūnu parazītiem, nodrošina šādu imūnstratēģiju:

- a) Iedzimto imunitāti;
- b) Iegūto imunitāti;
- c) Gan iedzimto, gan iegūto imunitāti;
- d) Atsevišķu no iedzimtās un iegūtās imunitātes imūnreakciju kopu.

1.3. Iepazīsties ar dotajiem grafikiem un tekstu! Papildini dotos apgalvojumus (8 p.)!

Vairākas trematodes, lai veicinātu sava dzīves cikla turpinājumu, spēj ne tikai atdarināt citus organismu izskatu un darbības, bet arī potenciāli mainīt savu saimniekorganismu paradumus un uzvedību. Lai to apstiprinātu, 30 ar leikohlorīdijiem *Leucochloridium paradoxum* inficētajiem parastajiem dzintargliemežiem *Succinea putris* un 30 neinficētajiem parastajiem dzintargliemežiem, kas ietilpa kontroles grupā, tika veikts pētījums. Tā rezultātā tika noteikta parazīta ietekme uz gliemeža aktivitāti un iegūtie rezultāti apkopoti grafikos. Lai noskaidrotu gliemežu aktivitāti un izteiktu to matemātiski (A grafiks), tika uzņemts laiks un vienas stundas garumā tika noteikts, cik ilgi no visa uzņemtā laika gliemeža taustekļi ir izstiepti un kustās, un atbilstoši tam, katram gliemežim tika piešķirts koeficients no 0-4, kas ir proporcionāls laikam, ko šis gliemezis ir pavadījis ar izstieptiem taustekļiem no visa uzņemtā laika. Tika noteikts arī gliemežu atrašanās vietas augstums virs augsnes slāņa (B grafiks), vietas, kurā atradās gliemezis pēc stundas novērojuma, apgaismojuma intensitāte (C grafiks), kā arī 15 minūšu laikā mērotais attālums (E grafiks).



Parazīta klātbūtnē gliemežu aktivitāte [būtiski palielinājās/ būtiski samazinājās/ statistiski nebūtiski palielinājās/ statistiski nebūtiski samazinājās/ nemainījās].

Kļūdas stabiņu garuma palielināšanās gliemežiem kontroles grupā grafikā ar aktivitātes mērījumiem liecina par [lielāku vērtību izkliedi/ mazāku vērtību izkliedi/ lielāku īpatņu skaitu grupā/ mazāku īpatņu skaitu grupā].

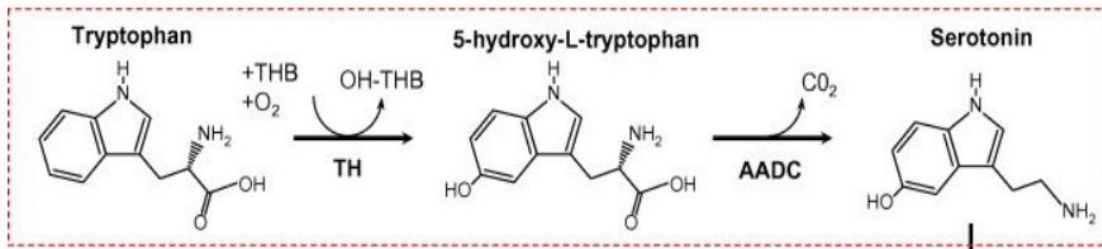
Ja pieņem, ka pavadītā laika proporcijas darbībām, ko veic gliemezis, ir vienādas, tad var pieņemt, ka parazīts varētu attīstīt gliemeža [kustības ātrumu/ reproduktīvās spējas/ gremošanas aktivitāti/ smadzeņu aktivitāti].

Apgaismojuma intensitāte vietā, kurā tika atrasti gliemeži varētu liecināt, ka leikohlorīdijs samazina gliemežu [audiosensitivitāti/ propriocepciju/ fotosensitivitāti/ barorecepciju]. Šo pazīmi leikohlorīdijs varētu veicināt, samazinot uzņemtā vitamīna [A/ B1/ C/ D/ E] iekššūnu degradāciju. Visdrīzāk, šī palielinātā inficēto gliemežu īpatnība ir tieši saistīta arī ar grafikā [A/ B/ E] attēlotajām pazīmes izmaiņām.

Visticamākais cēlonis, kāpēc parazīts izraisa inficēto gliemežu [pārvietošanos augstāk virs augsnes slāņa/ pārvietošanos tuvāk augsnes slānim/ palikšanu tajā pašā augstumā] ir mēģinājums [padarīt gliemezi redzamāku kukaiņēdājputniem/ pasargāt to no citiem konkurentiem parazītiem/ veicināt gliemeža saslimšanu ar infekcijas slimībām/ izraisīt gliemeža kritienu, nodarot tam bojājumus].

1.4. Rūpīgi iepazīsties ar doto informāciju un papildini apgalvojumus (6 p.)!

Viena no galvenajām vielām, ar kuras koncentrācijas maiņu gliemeža organismā leikohlorīdijs veicina sava saimnieka uzvedības kontroli, ir serotonīns, kam ir tendence palielināt vairāku smadzeņu kodolu, no kā galvenokārt arī sastāv gliemežu nervu sistēma un kas kontrolē dažādu funkciju norisi, tajā skaitā - arī gliemeža pēdas kodola, aktivitāti. Gliemeža organismā ir sastopams triptofāns un serotonīns, bet 5-hidroksi-L-triptofāns neuzkrājas.



1. attēls. Tryptophan – triptofāns, 5-hidroxy-L-tryptophan – 5-hidroksio-L-triptofāns, serotonin – serotoninis, TH – triptofāna hidroksilāze (enzīms), AADC – aromātisko L-aminoskābju dekarboksilāze (enzīms).

Gliemežiem ir [difūza nervu sistēma/ tīklveida nervu sistēma/ ganglijveida nervu sistēma/ spēcīgi attīstīta nervu sistēma ar centrālo un perifēro daļu].

Leikohlorīdijam pievadot papildus 5-hidroksi-L-triptofānu un tādējādi paaugstinot tā koncentrāciju gliemeža organismā, tā kustību aktivitāte [palielināsies/ nemainīsies/ samazināsies].

Leikohlorīdijam palielinot AADC koncentrāciju, bet nemainot pārējo vielu koncentrācijas, gliemeža kustību aktivitāte [palielināsies/ nemainīsies/ samazināsies].

Triptofāna hidroksilāze nodrošina [ketongrupas/ aminogrupas/ hidroksilgrupas/ fosfātgrupas] pievienošanu triptofānam.

Triptofāns gliemežim ir neaizstājamā aminoskābe, tāpēc gliemeža organisms šo aminoskābi [uzņem ar barības palīdzību/ sintezē pats/ iegūst tikai no parazīta/ sintezē tikai kāpura stadijā].

THB ir viela, kas palielina ķīmiskās reakcijas, ko nodrošina triptofāna hidroksilāze, ātrumu, tam pievienojoties, jo palīdz saistīt triptofānu – THB ir [ferments/ koenzīms/ inhibitors/ enzīms].

2. uzdevums

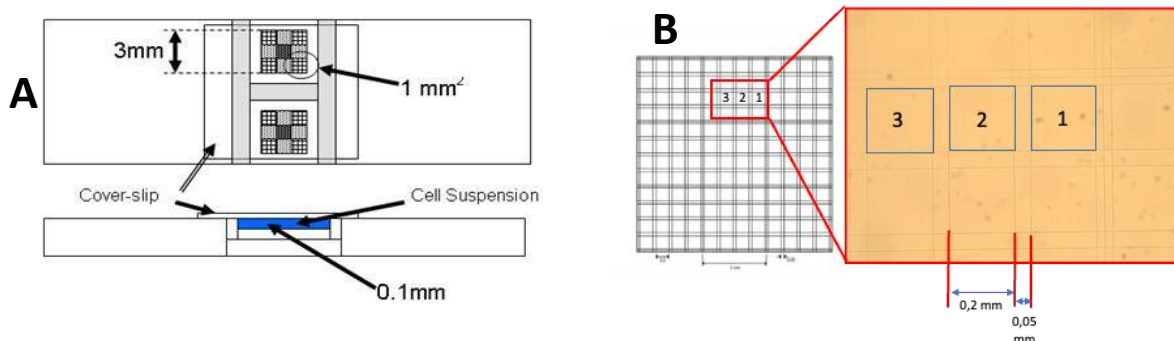
2.1. Rūpīgi iepazīsties ar doto tekstu un papildini to, izvēloties pareizos terminus (9 p.)!

Mikrobioloģijā un biotehnoloģijā parasti ir jāraksturo kāda procesa gaita un jāsalīdzina tā norise ar citiem analogiem procesiem, piemēram, jānomēra organisma substrāta patēriņš. To paveic, nomērot substrāta koncentrāciju vidē (barotnē) ne mazāk kā [vienā/ divos/ trīs /četros] laika punktos. Lai aprēķinātu patērētā substrāta daudzumu, jānosaka šo mērījumu [vidējā vērtība/ starpība/ reizinājums/ dalījums]. Taču, lai salīdzinātu dažādos laika punktos vai barotnēs notiekošo procesu raksturlielumus, nepieciešams uzzināt arī šūnu vai organismu koncentrāciju barotnē, kas veica konkrēto substrāta uzņemšanu. Reizēm mikrobioloģijā šo “aktīvo šūnu” kopumu sauc par [biomasu/ organismu/ vīrusu/ kompostu].

Lai nomērītu aktīvo šūnu daudzumu, var izmantot sausās masas metodi – tas nozīmē, ka traukā [izžāvē/ pārogļo/ nosusina/ izfiltrē] noteiktu šūnu suspensijas tilpumu un tad to nosver, tādējādi noskaidrojot [mikroelementu/ šūnu/ proteīnu/ tauku] bezūdens masu.

Alternatīva sausās masas noteikšanai ir tiešās skaitīšanas metode. To veic ar mikroskopu, izmantojot īpašas konstrukcijas priekšmetstikliņu – hemocitometru. Ar hemocitometru iespējams skaitīt [apaļas, brīvi peldošas/ apaļas, virsmām piestiprinātas/ dažādu formu, brīvi peldošas/ lielas, virsmām piestiprinātas] šūnas. Biotehnoloģijā hemocitometru bieži izmanto [raugu vai sporu/ micēlija vai sporu/ bioplēvju vai raugu/ augu kallusu] skaita noteikšanai tilpuma vienībā. Tradicionāli hemocitometru izmanto [saistaudu/ kaulaudu/ nervaudu/ muskuļaudu] formelementu kvantificēšanai: ar tā palīdzību tipiski veic [asins/ kaulu/ nervu/ muskuļu] formelementu skaita noteikšanu.

2.2. Kā jau norādīts iepriekš dotajā tekstā, hemocitometrs ir rīks šūnu vai citu mikroskopisku objektu skaitīšanai un koncentrācijas noteikšanai. Tas ir īpašs priekšmetstikliņš ar kalibrētu režģi (iedaļām), shematiskais zīmējums dots 1.attēlā.



1.attēls. Hemocitometrs.

Hemocitometrs ir priekšmetstikliņš, uz kura ir divi režģi. Viens režģis sastāv no deviņiem 1x1 mm lieliem kvadrantiem (skatīt A attēlā!), kas sadalīti sīkākos kvadrātos (parādīts B attēlā). Šūnu suspensija (cell suspension; iekrāsota zilā krāsā) tiek uzpilināta virs režģa. Attālums starp hemocimetra režģi un segstikliņu (cover-slip) ir 0,1 mm. Šāds attālums ir konstants visos hemocimetros un tāds tas tiks izmantots arī visos šī uzdevuma jautājumos!

Atbildi uz jautājumiem, izvēloties pareizās atbildes (5 p.)!

Kāds ir šūnu suspensijas tilpums (izsakot mm^3), kas noklāj vienu pilnu hemocitometra režģi (jeb visus 9 kvadrantus) tā robežās ?

Atbilde: [0,1/ 0,2/ 0,3/ 0,4/ 0,5/ 0,6/ 0,7/ 0,8/ 0,9/ 1,0/ 3,0/ 10/ 30/ 90] mm^3

Kāds ir šūnu suspensijas tilpums (mikrolitros), kas noklāj vienu pilnu hemocitometra režģi (jeb visus 9 kvadrantus) tā robežās?

Atbilde: [0,1/ 0,2/ 0,3/ 0,4/ 0,5/ 0,6/ 0,7/ 0,8/ 0,9/ 1,0/ 3,0/ 10/ 30/ 90] mikrolitri

Kāds ir šūnu suspensijas tilpums (izsakot mm^3), kas noklāj vienu apvilktu hemocitometra režģa iedaļu, kas apzīmēta ar '2' attēlā 1B?

Atbilde: [0,1/ 0,2/ 0,3/ 0,4/ 0,01/ 0,02/ 0,03/ 0,04/ 0,001/ 0,002/ 0,004] mm^3

Kāds ir šūnu suspensijas tilpums (izsakot nL), kas noklāj vienu apvilktu hemocitometra režģa iedaļu, kas apzīmēta ar '3' Attēlā 1B?

Atbilde: [1/ 2/ 3/ 4/ 5/ 40/ 0,1/ 0,2/ 0,3/ 0,4/ 0,5] nL

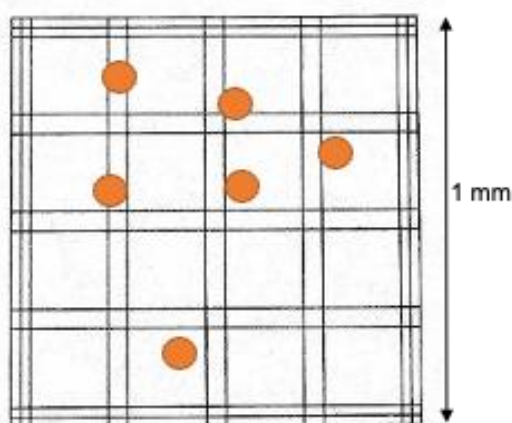
Izvēlies, kuri no dotajiem apgalvojumiem ir patiesi!

- Ja pētnieks ar centrifūgas palīdzību no šūnu suspensijas iegūtu šūnu nogulsnes un atšķaidītu tās ar 0.1 mililitru ūdens, tad būtu pietiekošs suspensijas tilpums, lai pilnībā noklātu vienu 1. attēlā redzamo hemocitometra režģi;
- Pētņiekam nepietiktu ar 0.01 mililitru iegūtās suspensijas, lai pārklātu 3x3mm režģi;
- Ar mikropipeti, ar kuru var, maksimums, paņemt 1 mikrolitru šķīduma, ir iespējams pārklāt režģi, vienā paņēmienā - veicot tikai vienu pipetējumu.

Atbilde: [tikai A/ tikai B/ tikai C/ A un B/ A un C/ B un C/ visi apgalvojumi]

2.3. Izpēti dotos attēlus un atbildi uz jautājumiem (7 p.)!

Pētņieks paņēma izaudzētu šūnu suspensiju un uzpilināja nelielu daudzumu uz dotā režģa, pilnībā noklājot tā laukumu un aizpildot telpu līdz segstikliņam. Dotais režģis ir identisks 1.attēlā redzamajam hemocitometram. Oranžie apļi apzīmē šūnas.



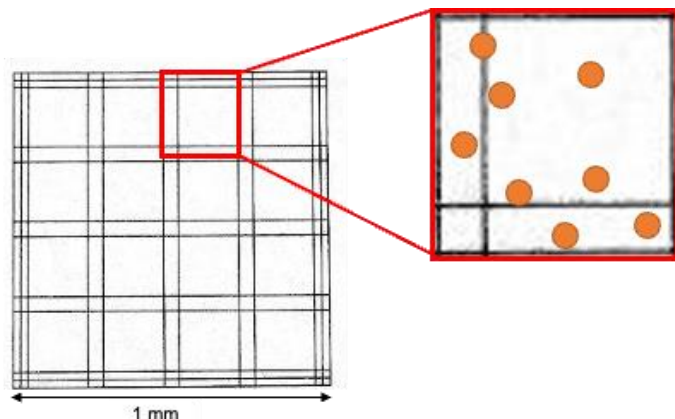
Kāda ir suspensijas šūnu koncentrācija jeb šūnu skaits 1 mikrolitrā?

Atbilde: [0,02/ 0,03/ 0,06/ 0,2/ 0,3/ 0,6/ 2/ 3/ 6/ 20/ 30/ 60/ 200/ 300/ 600] šūnas

Ja pētnieks vienā režģī redzētu 10 šūnas, izsecini, cik daudz šūnu būtu sagaidāms 1 L šīs pašas šūnu suspensijas?

Atbilde: $[1 \times 10^3 / 11 \times 10^3 / 1 \times 10^6 / 1 \times 10^7 / 1 \times 10^8 / 11 \times 10^9]$ šūnas

Pētnieks izaudzēja citu šūnu suspensiju un uzlika uz 1. attēlā redzamā režģa. Šūnu bija tik daudz, ka pētnieks izvēlējās skaitīt vien mazākajā apvilktajā kvadrātā esošās šūnas.



Kāda ir šūnu koncentrācija (šūnas/ mikrolitrā) suspensijā, vadoties pēc šī mērījuma?

Atbilde: $[280 / 400 / 640 / 1280 / 2560 / 5260]$ šūnas

Pētnieks atkārtoja šo mērījumu vēlreiz. Šoreiz viņš izvēlējās šūnas skaitīt trīs dažādos vienāda izmēra kvadrātos (līdzīgi kā iepriekšējā jautājumā). Balstoties uz skaitīšanas datiem, viņš noteica, ka iespējamais šūnu skaits ir 20 šūnas/mikrolitrā; 140 šūnas/ mikrolitrā; 25 šūnas/mikrolitrā. Kā aprēķināt visticamāko šūnu koncentrāciju sākotnējā paraugā?

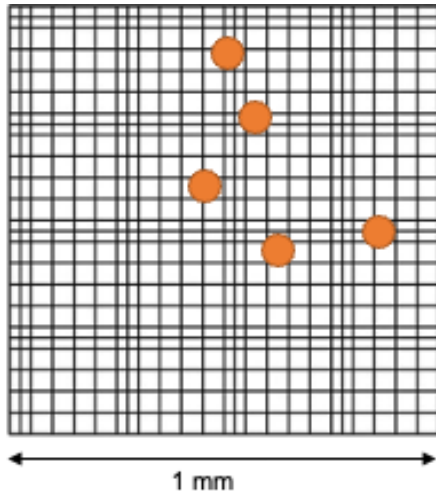
- Ņemt mazāko šūnu koncentrāciju un uzskatīt to par ticamāku;
- Ņemt visbiežāk sastopamo šūnu koncentrāciju un uzskatīt to par ticamāku;
- Aprēķināt vidējo no dotajām koncentrācijām.

Atbilde: pareizie apgalvojumi ir [tikai A/ tikai B/tikai C/ A un B/ A un C/ B un C/ visi ir patiesi]

- Ja iespējams, saskaitīt papildus kvadrātus un aprēķināt vidējo vērtību;
- Ja iespējams, atkārtot mērījumus ar papildus režģiem un kvadrātiem tajos;
- Sameklēt citu skaitīšanas režģi un izmantot to.

Atbilde: pareizie apgalvojumi ir [tikai D/ tikai E/ tikai F/ D un E/ F un D/ F un E/ visi ir patiesi]

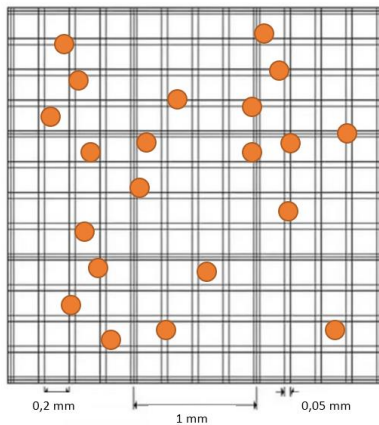
Pētnieks aplūkoja zemāk doto režģi 40x palielinājumā gaismas mikroskopā, kur ieraudzīja šo:



Kāda ir aptuvenā šūnu koncentrācija (šūnas/ mikrolitrā) šajā šūnu suspensijā?

Atbilde: [5/ 50/ 500/ 200/ 2000/ 20 000] šūnas

Pētnieks aplūkoja 1.attēlā doto pilno režģi 10x palielinājumā gaismas mikroskopā, kur ieraudzīja šo:



Kāda ir aptuvenā šūnu koncentrācija šajā šūnu suspensijā (šūnas/mikrolitrā)?

Atbilde: [2,1/ 2,3/ 21/ 23/ 210/ 230/ 20 000] šūnas

2.4. Iepazīsties ar doto informāciju un atbildi uz jautājumiem (7 p.)!

Šūnu koncentrāciju (C) paraugā aprēķina pēc formulas

$$C = \frac{S}{V} \cdot DF$$

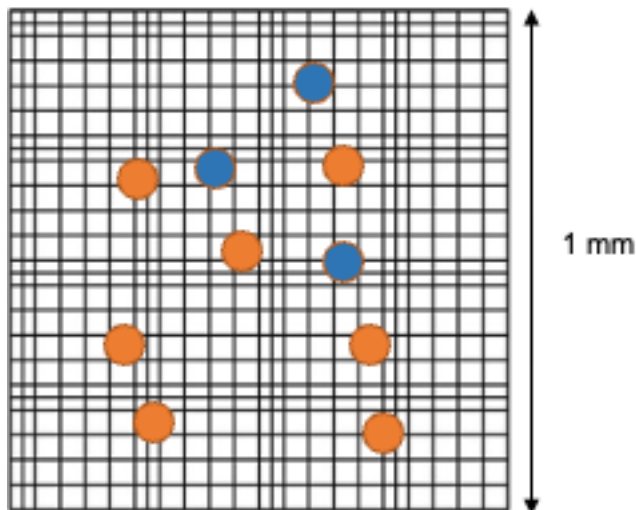
, kur

S – šūnu skaits hemocitometrā

V – tilpums, kurā šūnas skaitītas

DF – atšķaidījuma faktors

Paraugam, kurs atšķaidīts 10 reizes, atšķaidījuma faktors ir 10. Pētnieks sākotnēji atšķaidīja šūnu suspensiju 40 reizes, tad aplūkoja to zemāk redzamajā hemocitometrā.



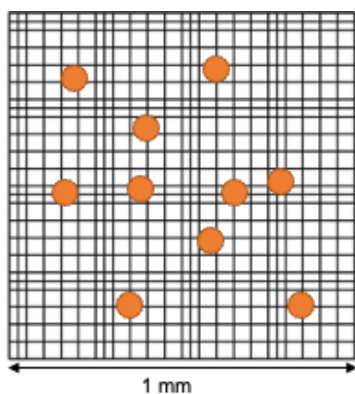
Kāda ir oranžo šūnu koncentrācija (šūnas/mikrolitrā) sākotnējā paraugā pirms atšķaidīšanas?
Atbilde: [70/ 280/ 630/ 700/ 2800/ 6300] šūnas/mikrolitrā

Kāda ir zilo šūnu koncentrācija (šūnas/mikrolitrā) sākotnējā paraugā pirms atšķaidīšanas?
Atbilde: [30/ 120/ 1080/ 300/ 1200/ 10800] šūnas/mikrolitrā

Pieņemsim, ka oranžās un zilās šūnas nāca katra no savas kolbas. Zilās tika atšķaidītas 10 reizes, bet oranžās - 50 reizes. Tad atšķaidījumus sajauc kopā, labi sakratīja un aplūkoja hemocitometrā kā iepriekšējā jautājumā. Kāda ir sākotnējā oranžo šūnu koncentrācija kolbā (šūnas/mikrolitrā) pirms atšķaidīšanas un sajaukšanas?
Atbilde: [70/ 350/ 700/ 3150/ 3500/ 31500] šūnas/mikrolitrā

Pieņemsim, ka oranžās un zilās šūnas nāca katra no savas kolbas. Zilās tika atšķaidītas 10 reizes, oranžās - 50 reizes. Tad šos atšķaidījumus sajauc kopā 1:1 (v/v), labi sakratīja un aplūkoja hemocitometrā kā iepriekšējā jautājumā. Kāda ir sākotnējā zilo šūnu koncentrācija kolbā (šūnas/mikrolitrā) pirms atšķaidīšanas un sajaukšanas?
Atbilde: [150/ 300/ 1500/ 3000 / 3500/ 31500] šūnas/mikrolitrā

Pētniekam eksperimenta vajadzībām jāiegūst 2×10^6 šūnas. Izaudzētās šūnas tiek atšķaidītas 4x un aplūkotas hemocitometrā, kas attēlots zemāk, lai noteiktu koncentrāciju suspensijā. Cik liels tilpums sākotnējās šūnu suspensijas pētniekam jāpaņem, lai veiktu savu eksperimentu? Izvēlies tādas mērvienības, lai atbildē būtu vismazākais ciparu skaits!



Ieraksti lauciņā skaitlisko atbildi un izvēlies mērvienību: [..] [mikrolitri/ mililitri/ nanolitri/ litri]

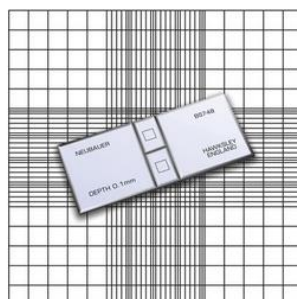
Zemāk redzamajos attēlos redzami četri dažādi hemocitometru režģu veidi. Uzpilinātās suspensijas dziļums visos ir vienāds (0,1 mm), bet mazākā skaitīšanai izmantojamā režģa kvadrāta laukumi – atšķirīgi. Pieņemsis, ka Thoma hemocitometrā tas ir 0,05x0,05 mm, Fuchs-Rosenthal 0,25x0,25 mm, Neubauer 0,01x0,01mm, bet Burker tipa 0,2x0,2 mm.



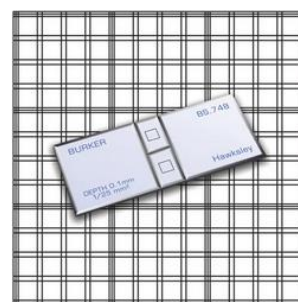
Thoma Haemocytometer Counting Chamber



Modified Fuchs Rosenthal Haemocytometer Counting Chamber



Neubauer Haemocytometer Counting Chamber



Burker Haemocytometer Counting Chamber

Pētnieks vēlas uz hemocitometra uzpilināt suspensiju, kura satur šūnas, kuru garums sasniedz 50 μm . Kura tipa hemocitometru jāizmanto pētniekam, lai arī vienā mazākajā skaitīšanai izmantojamā kvadrātā (piemēram, tā diagonālē) saskaitītu sešas no šīm šūnām?

- Thoma tipa;
- Burker tipa;
- Fuchs-Rosenthal tipa;
- Neubauer tipa.

3. uzdevums

Proteīni jeb olbaltumvielas veic lielāko daļu procesu bioloģijā - no reakciju katalīzes, DNS saistīšanas un polimerizēšanas līdz pat muskuļšķiedru kontrakcijai. Šajā uzdevumā aplūkosim olbaltumvielu struktūru, kā zemāku uzbūves līmeņu īpašības noved pie nākamajiem līmeņiem, to uzbūvi un īpašības, kā arī to lomu iedzimtās slimībās. Organismos sastopamās klasiskās 20 aminoskābes dotas 1. attēlā.

3.1. Rūpīgi iepazīsties ar tekstu par proteīnu struktūrām un papildini to, izvēloties atbilstošos jēdzienus. Kur nepieciešams – ieraksti burtu (aminoskābju kodu) no 1. attēla (13 p.)!

Proteīnu struktūru veido [divu/ trīs/ četru/ piecu/ sešu] uzbūves līmeņu struktūras. Primāro struktūru veido aminoskābju ķēde, kurā katra aminoskābe ar nākamo savienota ar [peroksīdsaiti/ peptīdsaiti/ dubultsaiti/ trīskāršo saiti/ ūdeņraža saiti/ azīdsaiti/ disulfīdsaiti/ fosfāta tiltiņu]. Nākamais uzbūves līmenis veidojas aminoskābju [ķēdēm/ sānu grupām/ fosfātu grupām/ sēra grupām] saistoties ar [peroksīdsaitēm/ peptīdsaitēm/ dubultsaitēm/ trīskāršām saitēm/ ūdeņraža saitēm/ azīdsaitēm/ fosfāta tiltiņiem]. Šis uzbūves līmenis tipiski orientējas divās mazkustīgās struktūrās. Abas struktūras ir periodiskas telpā, proti, segments atkārtojas ik pēc noteikta skaita aminoskābju: [alfa trijstūra/ beta trijstūra/ alfa spirāles/ gamma spirāles/ Ramačandrāna elipses/ Omikron cilpas/ alfa plāksnes/ beta plāksnes] periods telpā ir 3.6 aminoskābes, bet savukārt [alfa trijstūra/ beta trijstūra/ alfa spirāles/ gamma spirāles/ Ramačandrāna elipses/ Omikron cilpas/ alfa plāksnes/ beta plāksnes] – tikai divas. No 20 dzīvajos organismos sastopamajām aminoskābēm divas ir īpašas, jo to struktūras ir tādas, kas pārtrauc blakus esošo otrējo proteīna struktūru. [.....] (ieraksti aminoskābei atbilstošo viena burta kodu no 1. attēla!) spēj ieņemt spoguļattēla konformācijas relatīvi pārējām aminoskābēm tās α oglekļa dēļ, kā arī - tā ir aminoskābe ar vismazāko molmasu. Savukārt [.....] (ieraksti aminoskābei atbilstošo viena burta kodu no 1. attēla!) ir vienīgā aminoskābe, kam vienīgā amino grupa ir cikla sastāvdaļa. Aminoskābju trešējo struktūru nosaka [ķēdes savienojumi/ sānu grupas/ fosfāta grupas/ sēra grupas/ amino grupas]. Pateicoties tām, polipeptīda konformācija var sastāvēt no trīsdimensionāli kombinētiem otrējās uzbūves līmeņa elementiem: gan nekovalentu sadarbību un lādiņu atkarīgu spēku dēļ, gan [peptīdsaišu/ dubultsaišu/ trīskāršo saišu/ azīdsaišu/ disulfīdsaišu/ fosfātu tiltiņu] veidošanās rezultātā. Šī saite veidojas [skābā/ sārmainā/ osmotiskā/ reducējošā/ bezūdens] vidē starp divām [.....] (ieraksti aminoskābei atbilstošo viena burta kodu no 1. attēla!) aminoskābēm. Interesanti, ka šai aminoskābei līdzīga ir nestandarta aminoskābe [.....] (ieraksti aminoskābei atbilstošo viena burta kodu no 1. attēla!), tā ir sastopama daudzu eikariotu mitohondrijos.

Aminoskābe	3, 1 burta kods	Struktūra	Aminoskābe	3, 1 burta kods	Struktūra
Glicīns	Gly G		Cisteīns	Cys C	
Alanīns	Ala A		Metionīns	Met M	
Valīns	Val V		Histidīns	His H	
Leicīns	Leu L		Lizīns	Lys K	
Izoleicīns	Ile I		Arginīns	Arg R	
Fenilalanīns	Phe F		Aspargīnskābe	Asp D	
Triptofāns	Trp W		Aspargīns	Asn N	
Prolīns	Pro P		Glutamīnskābe	Glu E	
Serīns	Ser S		Glutamīns	Gln Q	
Treonīns	Thr T		Selenocisteīns	Sec U	
			Tirozīns	Tyr Y	

1.attēls. Organismos sastopamās 20 + 1 aminoskābes (attēlā iekļauta viena nestandarta aminoskābe). Struktūras attēlotas ar skeleta pierakstu: katrā līniju lūzuma punktā ir ogleklis ar nepieciešamo udeņražu skaitu, lai oglekļa valence būtu četri. Ar Me apzīmēta metil grupa (CH3). Attēls no Clayden, J., Greeves, N., & Warren, S. (2012). Organic Chemistry (2nd ed.). Oxford University Press.

3.2. Rūpīgi iepazīsties ar sniegto informāciju!

Daudziem proteīniem to motīvi un/vai domēni var saturēt kofaktorus, enzīmu gadījumā - arī koenzīmus. Tie parasti ir nepieciešami konformācijas ieņemšanai vai funkcijas veikšanai. Šajā sadaļā analizēsīm viena ģenētiskā īpaši nozīmīga motīva uzbūvi. Tā būs transkripcijas faktora funkcionālā daļa - Cinka Pirkstiņa Motīvs (Zn-finger motif). Transkripcijas faktors ir proteīns, kas saistās ar noteiktu DNS sekvenci (promoteri) un ierosina konkrētā gēna transkripciju.

Lai noteiktu, ar kurām aminoskābēm cinks veido kompleksus, tika pielietota nejaušās mutāģenēzes analīze, proti, pētāmā proteīna gēns tika ienests bakteriofāgā ar augstu mutāciju veidošanās biežumu, un pēc infekcijas izdalīts izmainītais fāga DNS, un pārbaudīta mutāciju ietekme uz proteīna funkcionalitāti.

Tā kā funkcionāls cinka pirkstiņš saistās ar DNS, ierosinot transkripciju, tad tā spēja saistīt DNS fragmentu *in vitro* tika pārbaudīta, analizējot attiecīgā gēna mRNS relatīvo daudzumu.

Ar TSQ – fluorofora iezīmi palīdzību *in vitro* tika noteikta peptīda spēja saistīt Zn. Ja reakcijas maisījumā bija brīvs Zn, tas saistās ar fluorofora iezīmi un izraisa tās fluorescenci. Visbeidzot, ar augstas izšķirtspējas krioelektronmikroskopijas palīdzību tika novērtēta cinka pirkstiņa 3D struktūra, proti – tas bija sakārtots, globulārs vai izjucis pavedienā.

Novērtē iegūtos datus (apkopoti 1. tabulā) un papildini dotos apgalvojumus, izvēloties pareizos (10 p.)!

Nr	wt ⁺	wt	rel. In.TSQ	rel. [mRNS]	Struktūra
62	PRO		1	1	v
		Leu	1	0.01	v
63	PHE		1	1	v
		Trp	1	0.9	v
65	CYS		1	1	v
		Met	4	0.9	v
		Ser	10	0.7	v
		Ala	300	0.0001	izjukusi
68	CYS		1	1	v
		Ser	12	0.6	v
72	PHE		1	1	v
		Tyr	50	0.0001	izjukusi
		His	85	0.0001	izjukusi
		Trp	95	0.0001	izjukusi
77	GLU		1	1	v
		Asp	1	0.3	x
		Tyr	100	0.0001	izjukusi
78	ARG		1	1	v
		Lys	1	0.1	v
79	LYS		1	1	v
		Arg	1	0.2	v
81	HIS		1	1	v
		Asp	3	0.7	v
		Gln	150	0.0001	izjukusi
		Thr	300	0.0001	izjukusi
85	HIS		1	1	v
		Gln	31	0.2	v
86	LEU		1	1	v
		His	1	1	v
		Phe	1	1	v

1. tabula. Mutaģenēzes analīze, mutējot aminoskābes par strukturāli līdzīgām. Aminoskābe cinka pirkstiņa motīvā (wt⁺) mutēta par aminoskābi wt; diploīds genoms homozigotisks šim gēnam. Struktūra vai nu novērojama vesela (v), izjukusi vai arī nav datu (N/A). TSQ fluorescences un specifiskās mRNS koncentrācijas vērtības dotas relatīvās vienībās.

- Phe63 [saista cinku/ saista DNS/ ir absolūti nepieciešama struktūras uzturēšanai/ struktūras uzturēšanai nav būtiska/ saista gan Zn, gan svarīga struktūras uzturēšanai]
- Cys65 [saista cinku/ saista DNS/ ir absolūti nepieciešama struktūras uzturēšanai/ struktūras uzturēšanai nav būtiska/ saista gan Zn, gan svarīga struktūras uzturēšanai]
- Cys68 [saista cinku/ saista DNS/ ir absolūti nepieciešama struktūras uzturēšanai/ struktūras uzturēšanai nav būtiska/ saista gan Zn, gan svarīga struktūras uzturēšanai]
- Phe72 [saista cinku/ saista DNS/ ir absolūti nepieciešama struktūras uzturēšanai/ struktūras uzturēšanai nav būtiska/ saista gan Zn, gan svarīga struktūras uzturēšanai]
- Glu77 [saista cinku/ saista DNS/ ir absolūti nepieciešama struktūras uzturēšanai/ struktūras uzturēšanai nav būtiska/ saista gan Zn, gan svarīga struktūras uzturēšanai]

- (f) Arg78 [saista cinku /saista DNS/ ir absolūti nepieciešama struktūras uzturēšanai/ struktūras uzturēšanai nav būtiska/ saista gan Zn, gan svarīga struktūras uzturēšanai]
- (g) Lys79 [saista cinku/ saista DNS/ ir absolūti nepieciešama struktūras uzturēšanai/ struktūras uzturēšanai nav būtiska/ saista gan Zn, gan svarīga struktūras uzturēšanai]
- (h) His81 [saista cinku/ saista DNS/ ir absolūti nepieciešama struktūras uzturēšanai/ struktūras uzturēšanai nav būtiska/ saista gan Zn, gan svarīga struktūras uzturēšanai]
- (i) His85 [saista cinku/ saista DNS/ ir absolūti nepieciešama struktūras uzturēšanai/ struktūras uzturēšanai nav būtiska/ saista gan Zn, gan svarīga struktūras uzturēšanai]
- (j) Leu86 [saista cinku/ saista DNS/ ir absolūti nepieciešama struktūras uzturēšanai/ struktūras uzturēšanai nav būtiska/ saista gan Zn, gan svarīga struktūras uzturēšanai]

3.3. Ja recesīvu mutāciju cinka pirkstiņa transkripcijas faktora kodējošajā gēnā ieviestu diploīdā eikariotā organismā, piemēram, caurspīdīgās zebzivtiņas *Danio rerio* olšūnā (paaudze 0), kuru apaugļos vesels spermatozoīds (paaudze 0), veidojot diploīdu mātīti (paaudze 1) un kurai pēc tam ļautu vairoties ar veselu tēviņu (neizmainīts attiecībā uz cinka pirkstiņa gēnu; paaudze 1), kāds būtu genotips un fenotips nākamās (2.) paaudzes pēcnācējiem (2 p.)? Piezīme: Heterozigoti fenotipiski neatšķiras no veseliem organismiem .

Izvēlies pareizo genotipu:

- (a) Visi homozigoti recesīvi;
- (b) Visi heterozigoti;
- (c) 50% heterozigoti, 50% homozigoti recesīvi;
- (d) 75% heterozigoti, 25% homozigoti recesīvi;
- (e) 25% homozigoti recesīvi, 50% heterozigoti, 25% homozigoti dominanti;
- (f) 75% heterozigoti, 25% homozigoti dominanti;
- (g) 50% heterozigoti, 50% homozigoti dominanti;
- (h) 25% heterozigoti, 75% homozigoti dominanti;
- (i) Visi homozigoti dominanti.

Izvēlies pareizo fenotipu:

- (a) Visi bez funkcionāla cinka pirkstiņa transkripcijas faktora (TF);
- (b) 25% ar funkcionālu TF, 75% bez funkcionāla TF;
- (c) 50% ar funkcionālu TF, 50% bez funkcionāla TF;
- (d) 75% ar funkcionālu TF, 25% bez funkcionāla TF;
- (e) Visi ar pilnībā funkcionālu TF;
- (f) Visi ar daļēji funkcionālu TF formu;
- (g) Visi vai daļa ar izteikti samazinātu TF aktivitāti, lai gan satur pilnībā funkcionālu TF formu.

3.4. Rūpīgi iepazīsties ar doto informāciju!

Ap 10% no visiem enzīmiem ir izkārtoti koncentriskā divstobru konformācijā, proti, aplī savijusies β plāksne ar cilindrisku slāni apkārt, veidotu no α spirālēm. 1975. gada vasarā žurnālā

Nature tika publicēts raksts, kura dēļ minēto α, β stobru nosauca par TIM stobru - tika aprakstīta triozes fosfāta izomerāzes (TIM) 3D struktūras atklāšana. Šis ir kritiski svarīgs enzīms metabolismā, bez tā ķīmiskās enerģijas glikozes konversija nebūtu pietiekoši ātra, lai uzturētu daudzšūnu eikariotu, tajā skaitā - cilvēku. TIM pārvērš dihidroksiacetona fosfātu (DHAP) par gliceraldehīda-3-fosfātu (GAP). Šis enzīms ir fenomenāls: tas ir katalītiski perfekts enzīms, jo substrāta konversija uz produktu ir momentāna: viss enzīmā iekļuvušais substrāts tiek "acumirkļi" konvertēts par produktu. Tātad reakcijas ātrums pie pietiekošas substrāta koncentrācijas ir atkarīgs tikai no substrāta spējas difundēt iekšā aktīvajā centrā.

Enzīma trūkuma vai defekta gadījumā cilvēkā izpaužas ļoti smagas metabolomiskas slimības (TIM nepietiekamības) simptomi. Vielas difūziju var modelēt ar Fika difūzijas vienādojumu (1):

$$J = -D_{AB} \frac{\Delta C}{\Delta X}$$

savukārt difūzijas konstanti D_{AB} šķidrā vidē var modelēt ar Stoka-Einšteina vienādojumu (2),

$$D_{AB} = \frac{kT}{b\pi r_o \eta_B}$$

, kur:

J ir difūzijas plūsma, mol m⁻² s⁻¹

ΔC ir koncentrācijas starpība: beigu vides koncentrācija mīnus sākuma vides koncentrācija, mol
 Δx ir attālums starp divām vidēm, m
 D_{AB} ir difūzijas konstante
 k ir Bolcmaņa konstante T
 ir temperatūra, K
 b ir Reinolda skaitlis, šajā gadījumā 6
 r_o ir vielas rādiuss, m
 η_B ir vides viskozitāte.

Aprēķini, cik reizes palielināsies reakcijas ātrums katrā no sekojošajiem gadījumiem, pieņemot, ka enzīma koncentrācija ir daudz mazāka nekā substrāta. Ja ātrums samazinās, ievadi apgrieztu skaitli, piemēram, ja ātrums samazinās divas reizes, tad ieraksti 0.500. Pieņem, ka attālums no vienmērīgas koncentrācijas šķīduma (iekššūnas vide) līdz aktīvajam centram ir nemainīgs un nav atkarīgs no DHAP koncentrācijas. Veic aprēķinus, pieņemot, ka rezultējošo GAP uzreiz saista GAP dehidrogenāze. Pieņem, ka enzīms ir vienādi aktīvs starp 33°C un 42°C. Ievadi rezultātu līdz 3 zīmēm aiz komata (3 p.)!

Temperatūru palielina no 35°C līdz 40°C un aldolāzes koncentrāciju 2 reizes, veidojot divreiz vairāk GAP un DHAP.

Atbilde: [.....]

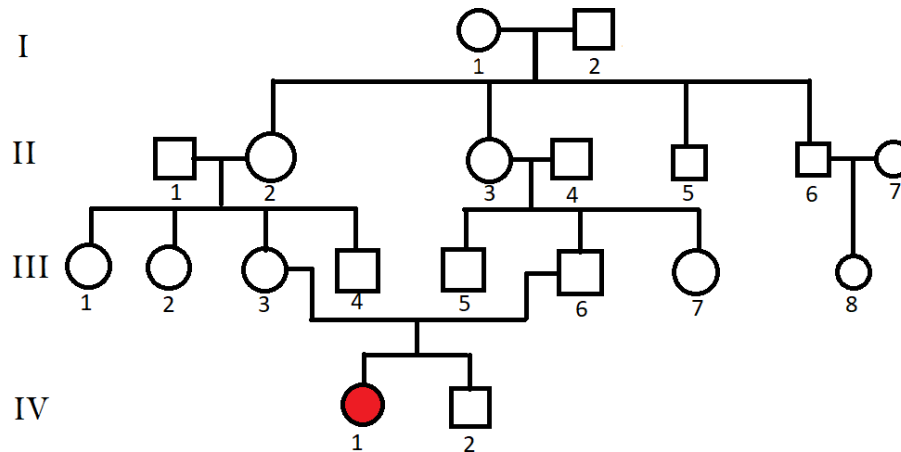
Vidē pievieno vielu, kas veido oligomērus, palielinot vides viskozitāti no 1,05 N s m⁻² (ņūtonsekunde uz kvadrātmetru) līdz 1,37 N s m⁻².

Atbilde: [.....]

Temperatūru palielina no 34°C līdz 102°C.

Atbilde: [.....]

3.5. Tikai ap 100 cilvēku pasaulē slimo ar TIM nepietiekamības sindromu, jo visbiežākās sekas ir bērna nāve pēc dzimšanas. Apskatīsim ciltskoku, kurā tika novērota šī slimība (2. attēls)! Izvēlies pareizo un atbildi uz jautājumiem, veicot nepieciešamos aprēķinus. Noapaļo līdz veseliem skaitļiem (4 p.)!



2. attēls. Hipotētiskas ģimenes ciltskoks. Individīds, kas ir iekrāsots sarkans, mira neilgi pēc dzimšanas, simptomiem un nāves cēlonim atbilstot TIM nepietiekamībai. Pirmās paaudzes indivīdi nav radniecīgi.

Identificē TIM gēna atrašanās vietu genomā:

- (a) Kādā no hromosomām no 1 līdz 22;
- (b) Hromosomā X;
- (c) Hromosomā Y;
- (d) Mitohondriju DNS;
- (e) Hloroplastu DNS;
- (f) Šo slimību izraisa maternālā DNS efekts;
- (g) Šī nav ģenētiska slimība.

Pieņem, ka no populācijas jaunpienākošs indivīds ciltskokā nav nēsātājs. Kāds ir paredzamais minimālais nēsātāju skaits?

Atbilde: [.....]

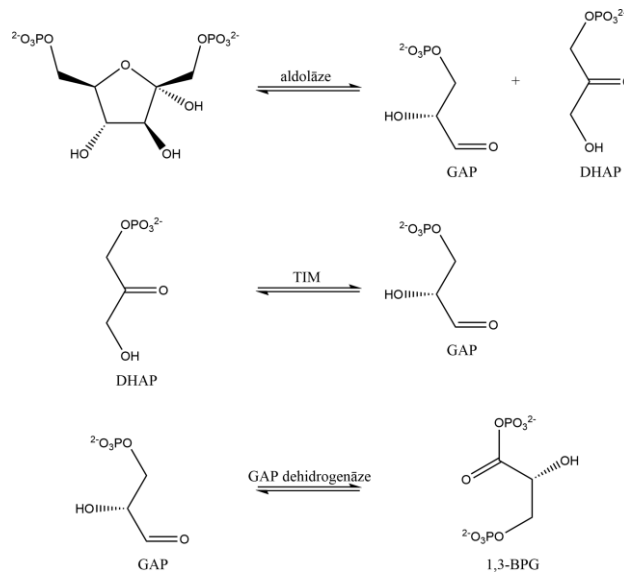
Kāda ir varbūtība (noapaļota uz veseliem %), ka IV2 ir nēsātājs?

Atbilde: [.....] %

Kāda ir varbūtība (noapaļota uz veseliem %), ka III8 ir nēsātāja?

Atbilde: [.....] %

Ir noskaidrots, ka viens no slimības simptomiem ir hroniska hemolītiska anēmija. Glikolīzes procesā GAP un DHAP rodas reizē aldolāzei šķeļot β -d-fruktozes 1,6-bisfosfātu.



3. attēls. Trīs no glikolīzes reakcijām. Pēc GAP konversijas par 1,3-BPG, glikolīze turpinās līdz beigām (ChemDraw 21.).

Molekulas, kas satur fosfāta grupu, nevar vairs šķērsot plazmatisko membrānu. Nosaki iemeslu, kādēļ, ja šūnā nav pietiekoši aktīva TIM, tiks novērota hemolītiska anēmija, izvēloties pareizo variantu (1 p.):

- DHAP ir toksisks;
- DHAP difundē mitohondrijā, kas iniciē apoptozi;
- Imūnsistēma liek šķelties eritrocītiem bez aktīvas TIM;
- DHAP pazemina ūdens potenciālu šūnā, izraisot osmotisku ūdens ieplūšanu šūnā;
- DHAP pazemina ūdens potenciālu šūnā, izraisot osmotisku ūdens izplūšanu no šūnas;
- DHAP pazemina ūdens potenciālu šūnā, izraisot osmotisku ūdens ieplūšanu mitohondrijos, kas izraisa apoptozi;
- DHAP palielina ūdens potenciālu šūnā, izraisot osmotisku ūdens ieplūšanu šūnā;
- DHAP palielina ūdens potenciālu šūnā, izraisot osmotisku ūdens izplūšanu no šūnas;
- DHAP palielina ūdens potenciālu šūnā, izraisot osmotisku ūdens ieplūšanu mitohondrijos, kas izraisa apoptozi;
- Notiek pārāk strauja 1,3-BPG sintēze.

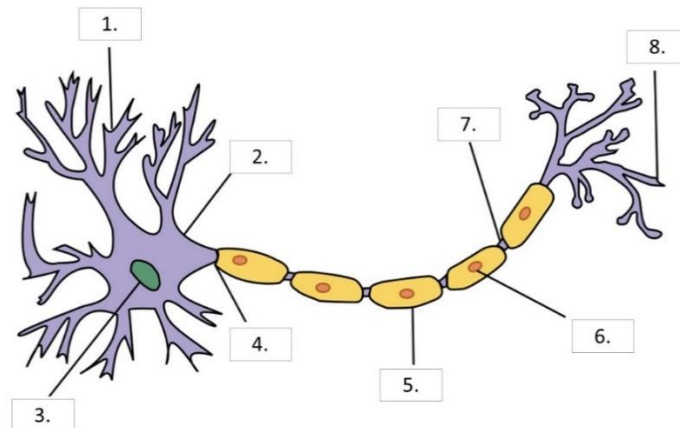
4. uzdevums

4.1. Dots anestēzijas apraksts, lasi un papildini to, tukšajās vietās izvēloties pareizo variantu no dotajiem (11 p.)!

Anestēzija ir process, kura laikā cilvēkam tiek sniegts sāpju remdinošs līdzeklis, un tā rezultātā tiek zaudēta vai samazināta jutīguma un sāpju sajūta ķermenī. Izšķir divus anestēzijas veidus. Pacients, kuram sniegta [lokālā jeb vietēja anestēzija/ ģenerālā jeb vispārīgā anestēzija/ centrālās nervu sistēmas anestēzija/ somatiskās nervu sistēmas anestēzija/ autonomās nervu sistēmas anestēzija] zaudē sajūtu noteiktā ķermeņa daļā, bet persona, kurai sniegta [lokālā jeb vietēja anestēzija/ ģenerālā jeb vispārīgā anestēzija/ neatkarīgā jeb patstāvīgā anestēzija/ muguras smadzeņu anestēzija/ perifērās nervu sistēmas anestēzija/ somatiskās nervu sistēmas anestēzija/ autonomās nervu sistēmas anestēzija] pilnībā zaudē samaņu. Lai iegūtu samazinātu jutīgumu un sāpju sajūtu, sāpju remdinošs līdzeklis iedarbojas uz [nervu sistēmu/ endokrīno sistēmu/ asinsrites sistēmu/ gremošanas sistēmu/ perifēro nervu sistēmu/ autonomo nervu sistēmu/ ādu un gļotādu/ receptoriem/ centrālo nervu sistēmu].

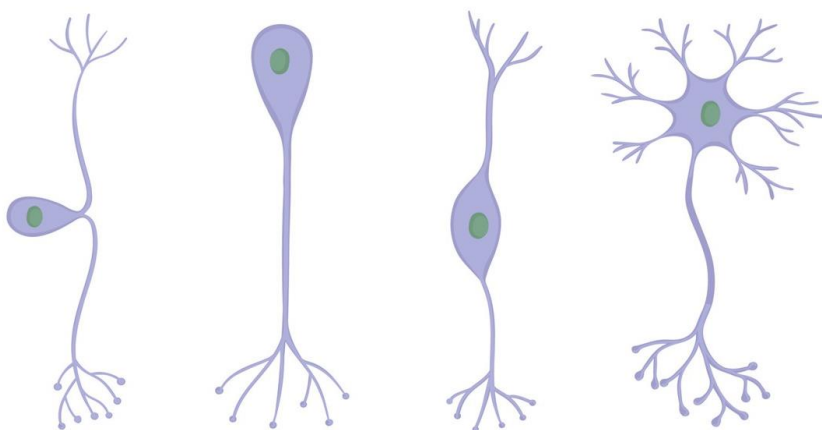
[Lokālo jeb vietējo anestēziju/ Ģenerālo jeb vispārīgo anestēziju/ Neatkarīgo jeb patstāvīgo anestēziju/ Autonomās nervu sistēmas anestēziju] ir iespējams iedalīt vēl četros veidos, balstoties uz veidu un ķermeņa daļu, kur tā tiek administrēta. Pirmkārt, jutīguma samazināšanu var iegūt, uzklājot sāpju remdinošu līdzekli uz pacienta ādas vai gļotādas. Šāda veida līdzeklis visbiežāk tiek izmantots, lai palīdzētu ar sāpēm, kas rodas [saaukstēšanās gadījumā kaklā/ noņemot asinsanalīzes/ veicot ultrasonogrāfiju]. Otrkārt, anestēzējošo līdzekli var injicēt pacienta ādā. Šādā gadījumā tas tiek ievadīts tieši pie [nervu receptoriem/ kapilāriem/ neironu aksoniem/ matiņu saknēm/ neirona šūnas ķermeņa/ sviedru dziedzeriem/ mielīna šūnām]. Ārsts to var ievadīt pirms veic [šuvju uzlikšanu, ja pacients sagriezies/ endoskopiju/ audzēja izoperēšanu no dzemdes/ endotraheālās caurules ievietošanu/ kāju vēnu operāciju]. Treškārt, pacientam var tikt veikta injekcija, kas bloķē [sensoros nervus/ motoros nervus/ nervu receptorus/ lipocītus/ arteriolas/ vēnulas/ nervu ganglijus/ mielīna šūnas]. Šis anestēzijas veids visbiežāk tiek izmantots, kad tiek veikta [rokas vai kājas operācija/ dzemdību pieņemšana/ endotraheālās caurules ievietošana/ žultsakmeņu izņemšana]. Visbeidzot, nervu blokāde aiztur nerva neironu spēju nodot signālus centrālajai nervu sistēmai, tādēļ anestēzija tiek ievadīta pacienta [muguras smadzeņu telpā/ sensoro nervu ganglijos/ smadzeņu stumbrā/ vidussmadzenēs/ smadzenītēs/ smadzeņu puslodēs]. Šādi sāpju remdinošs līdzeklis tiek ievadīts, kad [sieviete dzemdē bērnu/ veic audzēja izņemšanu no galvas smadzenēm/ tiek veikta lāzeroperācija acij/ notiek rokas pirksta amputācija/ tiek veikta endoskopija].

4.2. Zemāk esošajā attēlā redzama neirona šūnas uzbūve. Katrai šūnas struktūrai izvēlies pareizo nosaukumu (7 p.)!



Aksona terminālais gals	
Švanna šūnas kodols	
Aksons	
Šūnas ķermenis	
Dendrīts	
Šūnas kodols	
Mielīna apvalks	

Attēlā attēloti tipiskākie neironu veidi. Izvēlies neirona tipa nosaukumu un visatbilstošāko apgalvojumu par to (8 p.)!



A

B

C

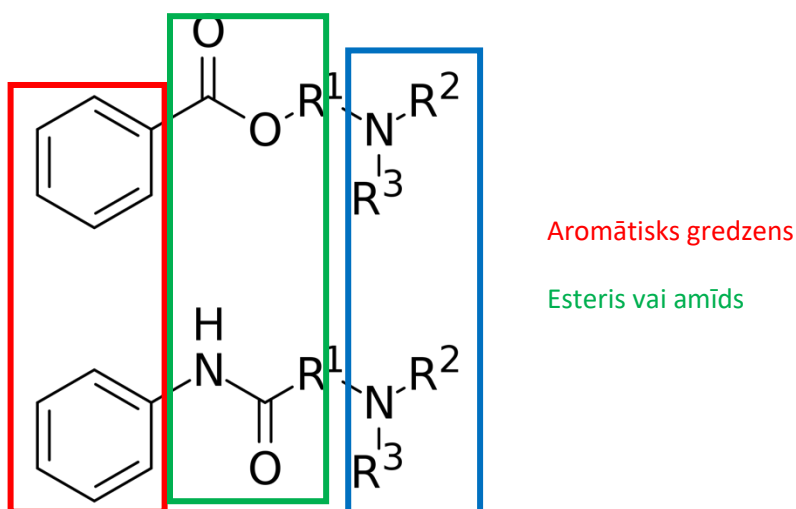
D

A	[bipolārs/ unipolārs]	<p>[nav sastopami cilvēkiem/ sastopami acs tīklenē/ šī tipa neironi sastopami kraniālajos nervos, piemērs ir trīszaru nervs/ visplašāk sastopamais neironu veids CNS]</p>
---	--------------------------	---

B	[bipolārs/ unipolārs]	multipolārs/	pseudounipolārs/	[nav sastopami cilvēkiem/ sastopami acs tīklenē/ šī tipa neironi sastopami kraniālajos nervos, piemērs ir trīszaru nervs/ visplašāk sastopamais neironu veids CNS]
C	[bipolārs/ unipolārs]	multipolārs/	pseudounipolārs/	[nav sastopami cilvēkiem/ sastopami acs tīklenē/ šī tipa neironi sastopami kraniālajos nervos, piemērs ir trīszaru nervs/ visplašāk sastopamais neironu veids CNS]
D	[bipolārs/ unipolārs]	multipolārs/	pseudounipolārs/	[nav sastopami cilvēkiem/ sastopami acs tīklenē/ šī tipa neironi sastopami kraniālajos nervos, piemērs ir trīszaru nervs/ visplašāk sastopamais neironu veids CNS]

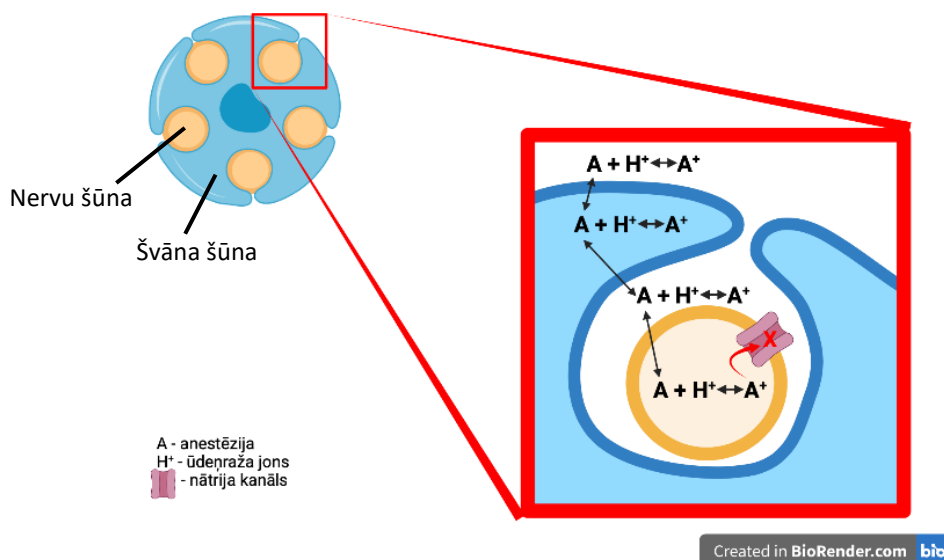
4.3. Rūpīgi iepazīsties ar sniegto informāciju un aplūko attēlus!

Iepriekš aprakstīts anestēzijas iedalījums pēc ievades veida, tomēr anestezējošajiem līdzekļiem ir raksturīga līdzīga struktūra un darbības mehānisms. Anestezējošo līdzekļu vispārīgā struktūra ir:



1. attēls, no en.wikipedia.org/wiki/Local_anesthetic, anotēja Samanta Asīte.

Anestēziju izraisošo līdzekļu darbības mehānisms ir attēlots šajā diagrammā:



2. attēls, veidots, izmantojot BioRender.com, veidoja Samanta Asīte.

Anestezējošā viela tiek uzklāta uz ādas vai ievadīta ķermenī. Nejonizētā formā tā var šķērsot šūnas membrānu. Nonākot līdz neironam anestezējošās vielas jonizētā forma bloķē nātrija jonu kanālus – šūnu membrānā integrētas olbaltumvielas, kas nodrošina polāru molekulu plūsmu. Tā kā nātrija kanāls ir iesaistīts signāla pārvadē pa neironu, tā bloķēšana nodrošina, ka darbības potenciāls nevar pārvietoties pa neironu un sāpju (kairinājuma) signāls netiek nosūtīts tālāk.

Švāna šūnas ir viens no glijas šūnu tipiem, kas nodrošina neironu darbību. Švāna šūnas piedalās neirona mielīna apvalka veidošanā. Jo biežāks apvalks, jo ātrāk pārvietojas darbības potenciāls. Mielīna apvalks sastāv no vairākām šūnu membrānām. Lai sasniegtu neironu, anestezējošajam līdzeklim ir jāšķērso visas šīs membrānas.

Anestezējošās vielas aktivitāti (ar aktivitāti šeit tiek apzīmēts gan ātrums, ar kādu viela bloķē signālu, gan vielas spēja bloķēt nātrija kanālus, gan bloķēšanas ilgums) ietekmē arī vielas daudzums un atrašanās ilgums neirona tuvumā, starpsūnu vides un citosola pH, kā arī izmantotās vielas pKa (pH, kurā anestēziju izraisošās vielas jonizētās un nejonizētās formas ir līdzsvarā).

Kā noteiktā situācija mainīs anestezējošā līdzekļa aktivitāti (palielinās, samazinās, nemainīs)?
Izvēlies pareizo (7 p.)!

Pacients pirkstu, kurš jāanestezē, ir savainojis, un tas ir uztūcis. Iekaisuma gadījumā starpsūnu vidē krītas pH.

Atbilde: [palielinās/ samazinās/ nemainīs].

Anestezējošais līdzeklis izraisa arī vazodilatāciju.

Atbilde: [palielinās/ samazinās/ nemainīs].

Veicot lokālo anestēziju rokas ādai, tās laikā tiek ievadīts arī neliels daudzums adrenalīna.

Atbilde: [palielinās/ samazinās/ nemainīs].

Anestēzējošais līdzeklis tiek ievadīts pie Aδ tipa neironiem (signāla pārnesšanas ātrums = 5-35 m/s), nevis pie C tipa neironiem (signāla pārnesšanas ātrums = 0.5 – 2 m/s).

Atbilde: [palielinās/ samazinās/ nemainīs].

Pacients pirms anestēzijas veikšanas ir ēdis apelsīnus un mandarīnus.

Atbilde: [palielinās/ samazinās/ nemainīs].

Kā anestēzijas līdzeklis tiek izmantota viela, kas relatīvi zemā koncentrācijā labi šķīst lipīdos.

Atbilde: [palielinās/ samazinās/ nemainīs].

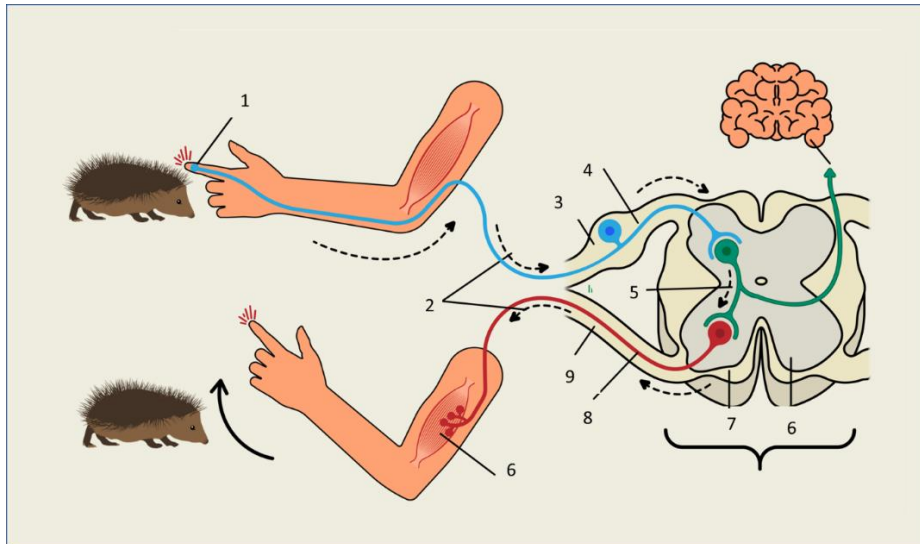
Anestēzējošais līdzeklis ir ievadīts nervā, kurā ir gan sensorie, gan motora neironi.

Atbilde: [palielinās/ samazinās/ nemainīs].

4.4. Sāpju integrācija organismā. Rūpīgi iepazīsties ar doto informāciju un izpēti attēlu, papildini tekstu, izvēloties pareizos terminus (7 p.)!

Sāpju izjušana ir komplekss process. “Sāpīgu” signālu uztver un nosūta nociceptori – jušanas receptori perifērajā nervu sistēmā, kas specializēti uztvert kaitīgus (spēj izraisīt audu bojājumus) kairinājumus. Šie nociceptori atrodas jušanas neironos, kuri nodod impulsu tālāk uz neironiem muguras smadzenēs. Augšupejoši neironi aiznes signālu līdz smadzenēm. Tomēr jebkurā signāla pārneses vietā signāls var būt modificēts – neirons var saņemt uzbudinošu vai inhibējošu signālu no citiem neironiem. Visi impulsi tiek summēti, lai noteiktu, kāds signāls ir jānodod tālāk.

Sāpju sajušanas ceļā var izšķirt trīs neironus – nocioreceptoru un tā neironu, augšupejošo neironu muguras smadzenēs, kas caur talāmu (talāms jeb redzes paugurs ir galvas smadzeņu daļa, kas atbild par informācijas pārnesi no maņu orgāniem) nodod signālu trešajam neironam galvas smadzeņu garozā. Sāpju sajūta veidojas smadzenēs, tādēļ to ietekmē arī signāli ārpus nocioreptīvajiem neironiem. Nocioeptīvie receptori atrodas visos audos, tādēļ sāpju sajūtu var radīt gan ārēji faktori, gan iekšēji signāli.



3.attēls. Shematiska bērna reakcija, pirmo reizi pieskaroties ezim.

3. attēlā redzamā bērna reakcija balstās uz [refleksa loku/ augstāko neirālo darbību/ veģetatīvo nervu sistēmu/ talāma aktivāciju]. Tajā iesaistīts/i [visi trīs sāpju ceļa neironi/ divi sāpju ceļa neironi/ tikai pirmais sāpju ceļa neirons/ tikai otrais sāpju ceļa neirons]. Nocioreceptors attēlā apzīmēts ar skaitli [1/ 2/ 3/ 4/ 5/ 6/ 7/ 8/ 9], otrais sāpju ceļa neirons [ar skaitli 1/ ar skaitli 2/ ar skaitli 3/ ar skaitli 4/ ar skaitli 5/ ar skaitli 6/ ar skaitli 7/ ar skaitli 8/ ar skaitli 9/ nav redzams], savukārt trešais sāpju ceļa neirons [ar skaitli 1/ ar skaitli 2/ ar skaitli 3/ ar skaitli 4/ ar skaitli 5/ ar skaitli 6/ ar skaitli 7/ ar skaitli 8/ ar skaitli 9/ nav redzams]. Sāpju sajūta var mainīt uzvedību un evolucionāri tas ir [labvēlīgs/ neitrāls/ nelabvēlīgs] pielāgojums. Sagaidāms, ka nākamreiz, ieraugot ezi, bērns [izvairīsies tam pieskarties/ neapzināti sarauš roku/ jutīs lielu vēlmi tam pieskarties/ sajūtīs sāpes pirkstā].

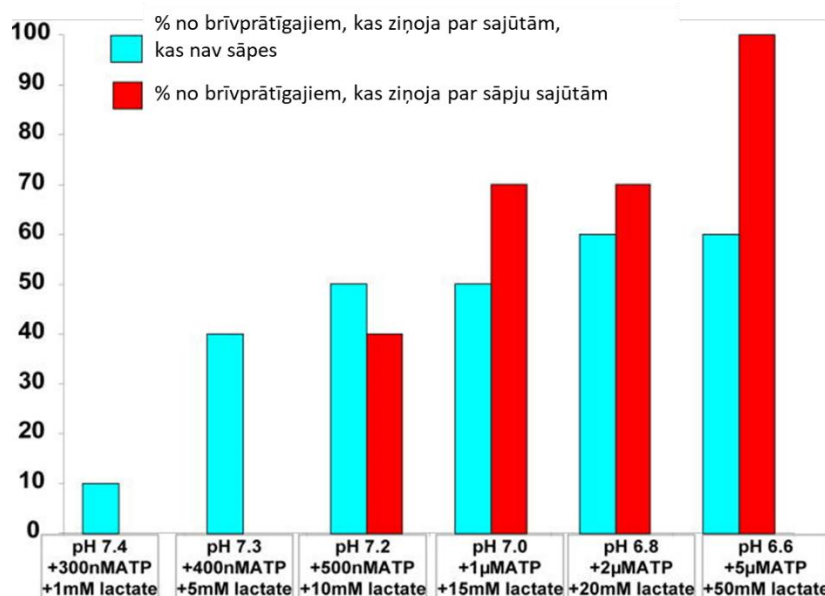
4.5. Nocioreceptori var reaģēt uz audu bojājumu, siltumu vai aukstumu, kā arī dažādām ķīmiskajām vielām. Zināms, ka pie intensīvas fiziskās slodzes var izjust sāpes nodarbinātajos muskuļos. Plaši izplatīts uzskats ir, ka šīs sāpes izraisa pienskābes uzkrāšanās. Iepazīsties ar doto tekstu un papildini to, izvēloties pareizos terminus (12 p.)!

Skeleta muskuļi pieder pie tā sauktajiem šķērsvītrotajiem muskuļiem, jo tajos olbaltumvielu pavedieni izkārtoti joslās perpendikulāri muskuļu šķiedrai. Muskuļu saraušanos nodrošina aktīna un [miozīna/ mioglobīna/ hemoglobīna/ albumīna] pavedienu slīdēšana vienam gar otru. Lai notiktu pavedienu kustība, nepieciešama ķīmiskā enerģija [ATF/ ADF/ AMF/ elektrības] formā. Aktīvas slodzes gadījumā nepieciešams [vairāk/ mazāk/ tikpat] enerģijas kā pie nelielas slodzes. Enerģijas ražošanu nodrošina vielmaiņas reakcijas un visātrāk enerģiju var iegūt no [taukiem/ cukuriem/ olbaltumvielām]. No vienas molekulas vairāk enerģijas iegūst [to aerobi noārdot/ to anaerobi noārdot/ neizmantojot mitohondriju/ fermentācijas ceļā], bet šis process ir lēnāks, tādēļ pie ļoti intensīvām slodzēm lielāko daļu enerģijas iegūst [aerobi/ anaerobi/ izmantojot mitohondriju/ pilnībā oksidējot taukus], kas cilvēka organismā veido pienskābi. Pienskābi transportē ārpus šūnas kopā ar protonu, tādēļ starpšūnu šķidrums pH [pieaug/ krītas/ nemainās]. Muskuļu šķiedras, kas piemērojušās straujām un intensīvām kustībām tiek sauktas

par [baltajām/ sarkanajām/ zaļajām/ zilajām] muskuļu šķiedrām, jo tajās ir daudz [tauku/ glikogēna/ mioglobīna/ fasciju], kas nodrošina ātru enerģijas ieguvu.

Ilgu laiku uzskatīja, ka tieši pH izmaiņas kairina nocieptīvos receptorus muskuļos un rada muskuļu sāpes [intensīvas slodzes laikā/ tūlīt pirms slodzes/ stundu pēc fiziskās slodzes/ dienu pēc fiziskās slodzes]. Lai šo teoriju pārbaudītu, 10 brīvprātīgajiem injicēja īkšķa muskulī vairākus vielu maisījumus, kas atbilstu šūnu videi pie dažādas fiziskās slodzes. Sarindojot šos šķidrumus secībā no miera stāvokļa līdz ļoti intensīvai fiziskai slodzei, sagaidāms, ka pH [pieaug/ krītas/ nemainās], pienskābes koncentrācija [pieaug/ krītas/ nemainās], bet ATF koncentrācija pieaugs. Injekcijas šķidrumos tika pielāgota metāla jonu un glikozes koncentrācija, lai iegūtu fizioloģiskiem apstākļiem atbilstošu šķīdumu, ko injicēja īkšķa muskulī un lūdza brīvprātīgajiem aprakstīt sajūtas pēc injekcijas. Pētnieki izšķīra ar sāpēm saistītās sajūtas, piemēram, dedzināšana, un ar sāpēm nesaistītās sajūtas, piemēram, spiediens. Sajūtas, kas tika iekļautas “ne-sāpju” kategorijā, parasti tika aprakstītas ar vārdiem – “spiediena sajūta” (9 no 10 brīvprātīgajiem izmantoja šo aprakstu), siltums (9 no 10), trīce (9 no 10). Skalas ekstrēmā tika iekļauts šķīdums, kas simulē išēmiskus apstākļus (muskulim netiek nodrošināta asinsrite).

Izpēti 4. un 5. attēlu, izvērtē apgalvojumus, tos papildinot (6 p.)!



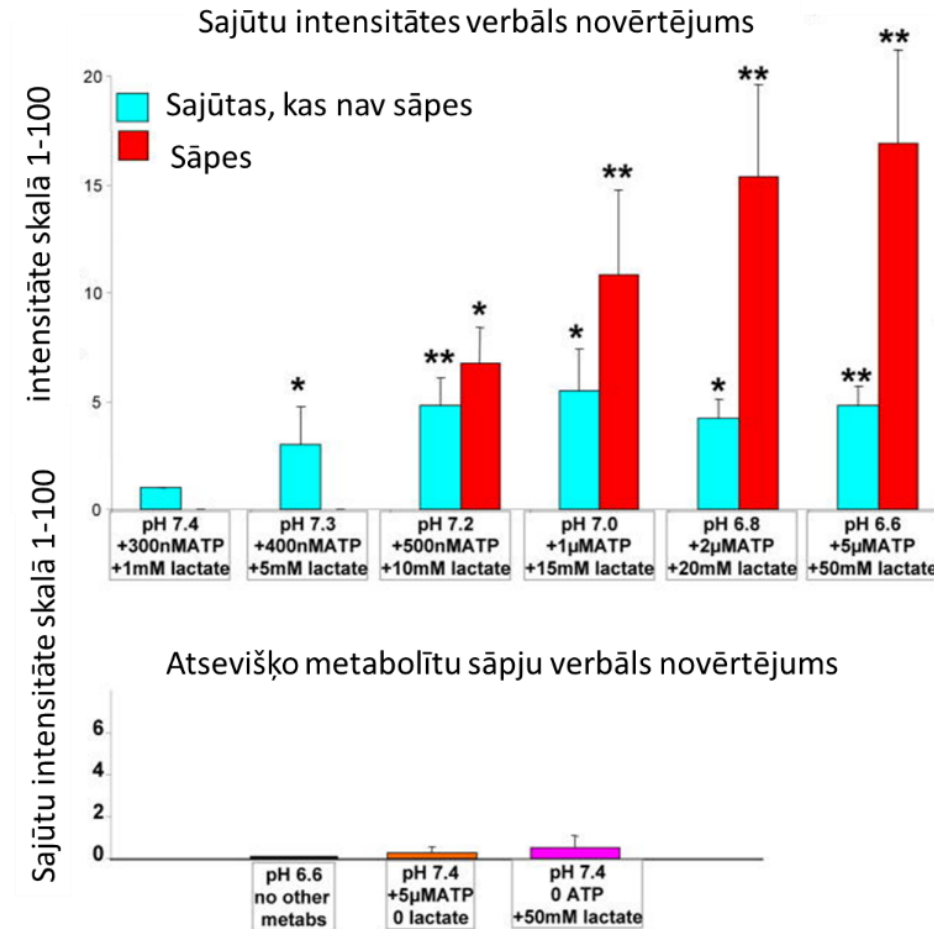
4. attēls. Procentuālais sāpju un ne-sāpju sajūtu ziņojumu daudzums pēc metabolītu šķīduma ievades. Ievadītie šķīdumi sastāvēja no ATF (*angl.* – ATP) un pienskābes (*angl.* – lactate).

Visi brīvprātīgie izjuta sāpes pēc šķidruma injekcijas, kas simulēja [miera stāvokli/ vieglu fizisko slodzi/ ļoti intensīvu fizisko slodzi/ išēmiskus apstākļus].

Ne-sāpju sajūtu robeža fiziskās slodzes metabolītiem ir [augstāka nekā/ zemāka nekā/ tāda pati kā] sāpju sajūtas robežai.

Iespējams, ka ar ne-sāpju sajūtu cilvēki sajūt [muskuļu nogurumu/ muskuļu traumas/ enerģijas izsīkumu/ muskuļa kontrakciju].

Lai izvērtētu sajūtu intensitāti, brīvprātīgos lūdza novērtēt izjusto sajūtu stiprumu skalā 1-100. 5.attēlā apkopoti rezultāti, kuros parādītas vidējās vērtības, kļūdu nogriežņi parāda standartnovirzes, savukārt zvaigznītes parāda vērtības, kas ir statistiski nozīmīgi atšķirīgas no miera stāvoklim atbilstošā šķīduma injekcijas.



5. attēls. Sajūtu intensitātes pēc metabolītu injekcijas verbāls novērtējums. Ievadītie šķīdumi sastāvēja no ATF (*angl. – ATP*) un pienskābes (*angl. – lactate*) vai bez pievienotiem metabolītiem (*angl. – no other metab*).

Pēc grafika var secināt, ka sāpju sajūtu rada [ATF/ pH/ pienskābe/ šo vielu kombinācija].

Pēc grafika var secināt, ka sāpju sajūta pie fiziskās slodzes [būs/ nebūs] atkarīga no fiziskās slodzes intensitātes.

Vai 4. un 5. attēlos apkopotie eksperimenta rezultāti pierāda hipotēzi, ka sāpes fiziskās slodzes laikā rodas tikai no pienskābes uzkrāšanās?

Atbilde: [jā/ nē/ daļēji].