

ჟანგბადის ნაკლებობის დროს, ატფ-ზე მოთხოვნილების დაკმაყოფილება ანაერობული გზით ხორციელდება. ასე ხდება, მაგალითად, ინტენსიური ფიზიკური დატვირთვის ადრეულ საფეხურზე, როდესაც ატფ-ის წარმოსაქმნელად უჯრედი სასწრაფოდ იწყებს გლუკოზის დაშლას და ეს პროცესი წინ უსწრებს ჟანგბადით კუნთების მომარაგებას. ჟანგბადის დეფიციტის პირობებში გლუკოზის დაშლის შედეგად წარმოიქმნება რძემჟავა, რომელიც გროვდება კუნთებში და იწვევს ტკივილს. მოგვიანებით რძემჟავა სისხლის საშუალებით ღვიძლში გადაიტანება, სადაც ის კვლავ პიროყურძნის მჟავად გარდაიქმნება.

აერობულ პირობებში უჯრედს საშუალება აქვს დაშალოს გლუკოზა ბოლომდე და მიიღოს მისგან უფრო მეტი ენერჯია. გლუკოზის დაშლის მომდევნო ეტაპს, რომელიც მხოლოდ აერობულ პირობებში ხორციელდება, **აერობული სუნთქვა (აერობული დაშლა)** ეწოდება. ეს პროცესი მიტოქონდრიაში მიმდინარეობს.

მიტოქონდრიაში შესული პიროყურძნის მჟავა გარკვეულ გარდაქმნებს ექვემდებარება. მისგან იხლიჩება ნახშირორჟანგის მოლეკულები და წყალბადი. ეს პროცესი მიტოქონდრიის მატრიქსში მიმდინარეობს და წარმოადგენს რეაქციათა თანმიმდევრობას, რომელიც ლიმონმჟავა, ანუ კრებსის ციკლის სახელით არის ცნობილი (ჰანს კრებსი – ამ ციკლის პირველადმომჩენი). ნახშირორჟანგის მოლეკულები მიტოქონდრიიდან ციტოპლაზმაში დიფუნდირებენ და საბოლოოდ, როგორც ნივთიერებათა ცვლის საბოლოო პროდუქტები, უჯრედიდან ქსოვილურ სითხეში გამოიყოფა. წყალბადი კი უკავშირდება სპეციალურ წყალბადგადამტან მოლეკულებს და გადაეცემა ე.წ. სუნთქვით ჯაჭვს – სპეციალური მოლეკულებისაგან შემდგარ თანმიმდევრობას, რომელიც მიტოქონდრიის შიდა მემბრანის კრისტებზეა განთავსებული. წყალბადგადამტანი მოლეკულების თანმიმდევრული ჟანგვა-აღდგენის შედეგად გამოიყოფა თავისუფალი ელექტრონები და წყალბადის პროტონები. სუნთქვით ჯაჭვზე მათი გადატანისას ეტაპობრივად გამოიყოფა ენერჯია, რომელიც მიტოქონდრიის შიდა მემბრანაში ჩაშენებული ფერმენტის, ატფ-სინთეტაზას მიერ ატფ-ის სინთეზს ხმარდება. აღსანიშნავია ისიც, რომ მიტოქონდრიაში მცირე რაოდენობით ატფ წარმოიქმნება აგრეთვე კრებსის ციკლის მიმდინარეობის დროსაც, მიტოქონდრიის მატრიქსში. სულ, აერობული სუნთქვის პროცესში ერთი მოლეკულა გლუკოზის (ორი მოლეკულა პიროყურძნის მჟავას) სრული დაშლის შედეგად 36 მოლეკულა ატფ წარმოიქმნება.

წყალბადის პროტონების „საბოლოო დანიშნულების ადგილი“ მოლეკულური ჟანგბადია. პროტონები მას წყლამდე აღადგენენ, რომელიც ნახშირორჟანგთან ერთად გლუკოზის დაშლის საბოლოო პროდუქტს წარმოადგენს.



ამგვარად, ერთი მოლეკულა გლუკოზის ანაერობული და აერობული დაშლის შედეგად სულ 38 მოლეკულა ატფ სინთეზირდება. მათგან უდიდესი წილი – 36 მოლეკულა ატფ, მიტოქონდრიაში მიმდინარე აერობულ სუნთქვაზე მოდის. ეს ციფრები თავისთავად მეტყველებენ, რამდენად ეფექტურია დაშლის აერობული გზა ანაერობულთან შედარებით.

სასარგებლო ინტერნეტლინკები:

მიტოქონდრიის როლი სუნთქვაში www.biology4kids.com/files/cell_mito.html

უჯრედულის სუნთქვის განხილვა ანიმაციის საშუალებით

<http://www.sumanasinc.com/webcontent/animations/content/cellularrespiration.html>

<http://www.youtube.com/watch?v=3GTjQTqSuOw>

უჯრედული ანიმაციები ძირითადი სასიცოცხლო პროცესების შესახებ

<http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:lwd6guQJzSUJ:vcell.ndsu.nodak.edu/animations/+cell+respiration+animation&cd=4&hl=en&ct=clnk&gl=ge>

აქტივობა 10. შემაჯამებელი საკითხები მოლეკულური ბიოლოგიიდან

მიზანი: არსებული ცოდნის გამოყენება–შეჯამება, ანალიზის უნარის განვითარება.

რესურსები: ბარათები დავალებებით ჯგუფებში სამუშაოდ ამობეჭდილი სახით.

მსვლელობა:

1. მასწავლებელი სვამს კითხვებს თემის შეჯამების მიზნით:

1. რომელი ნუკლეინის მჟავა ასრულებს მემკვიდრული ინფორმაციის როლს ცოცხალ ორგანიზმებში? (დნმ).
2. დაასახელეთ გამონაკლისი ამ წესიდან. (გამონაკლისია ვირუსები, სადაც მემკვიდრული ინფორმაცია შეიძლება ჩაწერილი იყოს არამარტო დნმ-ის, არამედ რნმ-ის მოლეკულაში).
3. დნმ-ის გარდა, რომელი ორგანული ნივთიერების მოლეკულებია საჭირო იმისათვის, რომ მოხდეს მემკვიდრული ინფორმაციის გადაცემა შვილეულ უჯრედში და მისი რეალიზაცია? (რნმ, ცილები-ფერმენტები).

4. რომელი ორგანული ნივთიერების მოლეკულები განსაზღვრავენ ორგანიზმის სხვადასხვა ნიშან-თვისებების ფენოტიპურ გამოვლენას? (ცილები).
5. ცილის მოლეკულის ზომა 100–200 ნმ–ს არ აღემატება. დაახლოებით რამდენჯერ დიდია დნმ–ის მოლეკულა ცილის მოლეკულაზე? (დნმ–ის მოლეკულა ცილის მოლეკულას აღემატება ათასჯერ და მეტჯერ, ვინაიდან დნმ–ის სპირალის სიგრძე ასეულ ათასობით ნმ–ს აღწევს).
6. სტრუქტურული ორგანიზაციის რომელ საფეხურზე უნდა იმყოფებოდეს ცილა იმისათვის, რომ შეასრულოს თავისი ფუნქცია? (ცილის უნიკალურობას განსაზღვრავს მისი პირველადი სტრუქტურა, ანუ ცილა სწორად უნდა იყოს სინთეზირებული, რომ შეძლოს ნორმალური ფუნქციონირება. მაგრამ თითოეული ცილა უნდა იმყოფებოდეს მისი სტრუქტურული ორგანიზაციის უმაღლეს საფეხურზე, რათა შეასრულოს თავისი სპეციფიური ფუნქცია).
7. ივარაუდე, რა მოხდება, თუ ცილის მოლეკულამ დენატურაცია განიცადა? (თითოეულ ცილას თავისი ფუნქციის შესასრულებლად მხოლოდ მისთვის სპეციფიური უნიკალური სივრცობრივი სტრუქტურა სჭირდება, შესაბამისად დენატურირებული ცილა თავის ფუნქციას ვეღარ შეასრულებს).
8. ცილის რომელი სტრუქტურის დენატურაცია იქნება შეუქცევადი პროცესი? (ცილის პირველადი სტრუქტურის დენატურაცია გამოიწვევს ცილის დაშლას ცალკეულ ამინომჟავებად, ან პეპტიდებად, რომელთა ურთიერთდაკავშირება შეუძლებელი იქნება ცილის სინთეზის სპეციალური აპარატის გარეშე (რიბოსომა, ი–რნმ, ატფ, ფერმენტები და სხვ.) ასეთ შემთხვევაში რენატურაცია შეუძლებელი გახდება).
9. აქვს თუ, არა მნიშვნელობა დნმ–ის რომელი ჯაჭვი შეასრულებს მატრიცის როლს ტრანსკრიპციის პროცესში? (დნმ–ის თითოეულ ჯაჭვში განსხვავებული მემკვიდრული ინფორმაციაა ჩაწერილი, შესაბამისად რომელი ჯაჭვი შეასრულებს მატრიცის როლს ტრანსკრიპციის პროცესში გადამწყვეტია).

1. მასწავლებელი ყოფს კლასს ოთხ ჯგუფად და ურიგებს თითოეულს ბარათებს დავალებით.

ბარათი №1

<p>გაიხსენეთ ამინომჟავების საერთო ფორმულა და უპასუხეთ კითხვებს:</p>	
---	--

<p>ა)რა თვისებებს ამჟღავნებენ ამინომჟავები, თუ გაითვალისწინებ, რომ ამინური ჯგუფი (-NH₂) ამიაკის ანალოგიურია, ხოლო კარბოქსილური ჯგუფი (-COOH) - კარბონმჟავას?</p> <p>ბ) რაში მდგომარეობს ამინომჟავების მსგავსება და განსხვავება?</p> <p>გ)რა დასკვნას გააკეთებდით, რომელი ჯგუფი განსაზღვრავს ამინომჟავას მოლეკულის უნიკალურობას?</p>	
--	--

ბარათი №2

<p>ამოცანა:</p> <p>ცილა შედგება 1000 ამინომჟავას ნაშთისაგან. განსაზღვრეთ მისი მაკოდირებელი გენის სიგრძე.</p>	
--	--

ბარათი №3

<p>ამოცანა:</p> <p>დნმ-ის მოლეკულის უბანი, რომელიც აკოდირებს პოლიპეპტიდის ჟაჭვის ნაწილს შედგება:</p> <p>ც-ა-თ-თ-თ-თ-გ-ა-თ</p> <p>განსაზღვრეთ ამინომჟავების თანმიმდევრობა პოლიპეპტიდურ ჯაჭვში.</p>	
--	--

ბარათი №4

დააჯგუფეთ თქვენთვის ცნობილი ცილები ფუნქციის მიხედვით და შეიტანეთ მონაცემები ცხრილში:

2. კოლაგენი; 2.ჰემოგლობინი; 3.კერატინი; 4.ტუბულინი; 5.აქტინი; 6.მიოზინი; 7.გლიკოპროტეინი; 8.ინტერფერონი; 9.ანტისხეულები; 10.მიოგლობინი; 11. პეპსინი; 12. ამილაზა; 13. გლუკაგონი; 14.ტრომბინი; 15.ინსულინი; 16. სომატოტროპინი, 17ფიბრინოგენი.

ფუნქცია	ცილა
სტრუქტურული (საამშენებლო)	
მომრაობითი	
რეცეპტორული:	

დამცველობითი	
მარეგულირებელი (ჰორმონული)	
ფერმენტული	
სატრანსპორტო	

2. მუშაობის დასრულების შემდეგ ჯგუფები წარადგენენ თავიანთ ნამუშევრებს. მასწავლებელი აკეთებს კომენტარებს, იძლევა შეფასებას.
3. დასასრულს მასწავლებელი სვამს რამდენიმე სააზროვნო კითხვას:
 1. რამდენი კოდონის წარმოქმნა შეუძლია ოთხი სახის ნუკლეოტიდის სხვადასხვა კომბინაციას მათი სამ-სამად დაჯგუფების შემთხვევაში? (ოთხი სახის ნუკლეოტიდის სამ-სამად დაჯგუფება იძლევა $4^3 = 64$ სხვადასხვა ვარიანტს).
 2. მოიფიქრე, შესაძლებელი იქნებოდა თუ არა ერთი ამინომჟავის კოდირება სამის ნაცვლად ორი ნუკლეოტიდისგან შექმნილი კოდონით? დაასაბუთე შენი პასუხი. შეუძლებელი იქნებოდა, რადგან ოთხი სახეობის ნუკლეოტიდის ორ-ორად დაჯგუფება სულ $4^2=16$ კომბინაციას მოგვცემდა, რაც 20 ამინომჟავას კოდირებისათვის საკმარისი არ იქნებოდა).
 3. დავუშვათ, ჩვენი მიზანია 5 ამინომჟავასაგან შემდგარი რაიმე ჰიპოთეტური ცილის სინთეზირება. რამდენი კომბინაციის მიღებაა შესაძლებელი თეორიულად, თუ დავუშვებთ, რომ ცილის სინთეზში მონაწილეობა შეუძლია 20-ვე ამინომჟავას? შესაძლებელია 5^{20} კომბინაციის მიღება).
 4. დნმ-ის ორჯაჭვიანი მონაკვეთის ერთ-ერთი ჯაჭვი მხოლოდ 10 ადენინისა და 20 გუანინისაგან შედგება. რამდენი წყალბადური ბმაა დნმ-ის მონაკვეთში? (ადენინები კომპლემენტარულ თიმინებთან წარმოქმნიან 2×10 წყალბადურ ბმას. გუანინები კომპლემენტარულ ციტოზინებთან წარმოქმნიან 3×20 წყალბადურ ბმას. სულ მიიღება 60 წყალბადური ბმა).

ცხრილების შევსებული ვარიანტები

ბარათი №1

<p>გაიხსენეთ ამინმჟავების საერთო ფორმულა და უპასუხეთ კითხვებს:</p> <p>ა)რა თვისებებს ამჟღავნებენ ამინომჟავები, თუ გაითვალისწინებ, რომ ამინური ჯგუფი ($-NH_2$) ამიაკის ანალოგიურია, ხოლო კარბოქსილური ჯგუფი ($-COOH$) - კარბონმჟავას?</p> <p>ბ) რაში მდგომარეობს ამინომჟავების მსგავსება და განსხვავება?</p> <p>გ)რა დასკვნას გააკეთებდით, რომელი ჯგუფი განსაზღვრავს ამინომჟავას მოლეკულის უნიკალურობას?</p>	<p>პასუხი:</p> <p>ა) NH_2 – ამინომჟავებს ანიჭებს ფუძეს თვისებებს, ხოლო $COOH$ – მჟავას თვისებებს, აქედან გამომდინარე ამინომჟავები ამფოტერული ბუნების მოლეკულებია.</p> <p>ბ) ამინომჟავები განსხვავდებიან რადიკალებით, ხოლო მსგავსი არიან- ამინური და კარბოქსილური ჯგუფებით, რომელიც ერთმანეთს ნახშირბადის ატომის საშუალებით უკავშირდებიან.</p> <p>გ) ამინმჟავას უნიკალურ თვისებებს განსაზღვრავს რადიკალი, რომელიც სხვადასხვა სახის ამინომჟავას განსხვავებული აქვს.</p>
--	--

ბარათი №2

<p>ამოცანა:</p> <p>ცილა შედგება 1000 ამინომჟავას ნაშთისაგან. განსაზღვრეთ მისი მაკოდირებული გენის სიგრძე.</p>	<p>პასუხი:</p> <p>ერთ ამინომჟავას აკოდირებს ერთი ტრიპლეთი, რომელიც შედგება 3 ნუკლეოტიდისაგან.</p> <p>შესაბამის გენში ნუკლეოტიდების რაოდენობაა $1000 \times 3 = 3000$ ნუკლეოტიდი.</p> <p>დაშორება ნუკლეოტიდებს შორის დაახლოებით 0,34 ნმ ტოლია.</p> <p>გენის სიგრძეა: $0.34 \text{ ნმ} \times 3000 = 1020 \text{ ნმ}$.</p>
---	---

ბარათი №3

<p>ამოცანა:</p> <p>დნმ-ის მოლეკულის უბანი, რომელიც აკოდირებს პოლიპეპტიდის ჟაჭვის ნაწილს შედგება:</p> <p>ც-ა-თ-თ-თ-თ-გ-ა-თ</p> <p>განსაზღვრეთ ამინომჟავების თანმიმდევრობა პოლიპეპტიდურ ჯაჭვში.</p>	<p>პასუხი</p> <p>ვატარებთ ი-რნმ-ას ტრანსკრიპციას კომპლემენტარობის პრინციპით და ვიღებთ</p> <p>გ- უ- ა- ა- ა- ა - ც- უ -ა ---- ი-რნმ</p> <p>ერთ ამინომჟავას შეესაბამება 3 ნუკლეოტიდი. ვაჯგუფებთ ნუკლეოტიდებს ტრიპლეტებად და გენეტიკური კოდის ტაბულის გამოყენებით ვუსადაგებთ თითოეულ ტრიპლეტს სათანადო ამინომჟავას. ვიღებთ:</p> <p>ვალ - ლიზ - ლეი</p>
--	--

ბარათი №4

დააჯგუფეთ თქვენთვის ცნობილი ცილები ფუნქციის მიხედვით და შეიტანეთ მონაცემები ცხრილში:

1. კოლაგენი; 2.ჰემოგლობინი; 3.კერატინი; 4.ტუბულინი; 5.აქტინი; 6.მიოზინი; 7.გლიკოპროტეინი; 8.ინტერფერონი; 9.ანტისხეულები; 10.მიოგლობინი; 11. პეპსინი; 12. ამილაზა; 13. გლუკაგონი; 14.ტრომბინი; 15.ინსულინი; 16. სომატოტროპინი, 17ფიბრინოგენი.

პასუხი:

ფუნქცია	ცილა
სტრუქტურული (საამშენებლო)	1,3.
მომრაობითი	4, 5, 6.
რეცეპტორული:	7.
დამცველობითი:	8, 9, 14, 17

მარეგულირებელი (ჰორმონული)	13,15, 16.
ფერმენტული:	11, 12.
სატრანსპორტო:	2.10

სტუდენტის შესაძლო შეცდომები:

პრობლემას წარმოადგენს უჯრედის შემადგენელი ნაერთების ქიმიური შედგენილობისა და მოლეკულური სტრუქტურის გააზრება–დამახსოვრება. ტრადიციულად ხშირია შეცდომები მატრიცული სინთეზის რეაქციების მოლეკულური მექანიზმების გააზრების თვალსაზრისით, სტუდენტი ვერ ავლენს ცილის ბიოსინთეზის სხვადასხვა ეტაპის დეტალიზებულ ცოდნას.

სასარგებლო ინტერნეტლინკები:

ინტერაქტიული თამაში ტრანსკრიბციაზე, რიბოსომის სტრუქტურასა და ცილის ბიოსინთეზზე

<http://www.dnalc.org/view/15889-RNA-polymerase-game-interactive-2D-animation.html>

ანიმაციები, უჯრედული და მოლეკულური ბიოლოგიის თემაზე

<http://www.alive.com/animations/cell-biology.htm>

<http://bio->

ცილის ბიოსინთეზი – ანიმაციები

<http://www.youtube.com/watch?v=vizbSnTsmTg>

<http://www.youtube.com/watch?v=Ikq9AcBcohA>

<http://www.youtube.com/watch?v=NjxobgkPEAo>

თემატიკა: უჯრედის გამრავლება, მიტოზი.

აქტივობა 11. მიტოზის მოდელი

მიზანი: მიტოზის მოდელის შექმნა

რესურსი: მუყაოს ფირფიტები, პლასტელინი, ასანთის ღერები.

მსვლელობა: მასწავლებელი ყოფს კლასს 4 ჯგუფს, ურიგებს ჯგუფებს მუყაოს ფირფიტებს, წითელი და ლურჯი ფერის პლასტელინს, ასანთის ღერებს და ავალებს თითოეულ ჯგუფს მიტოზის თითო ფაზის მოდელის შექმნას. ჯგუფს მოყავს თავისი მოდელის მართებულების დამადასტურებელი არგუმენტები, ხდება ურთიერთშეფასება - თითოეული ჯგუფი აფასებს დანარჩენი სამის მოდელს, შენიშვნების შესაბამისად ასწორებენ მოდელს და მიტოზის ფაზების მოდელის თანმიმდევრობით დალაგების შედეგად იქმნება მიტოზის ერთიანი მოდელი,

აქტივობა 12. მიტოზური ინდექსი

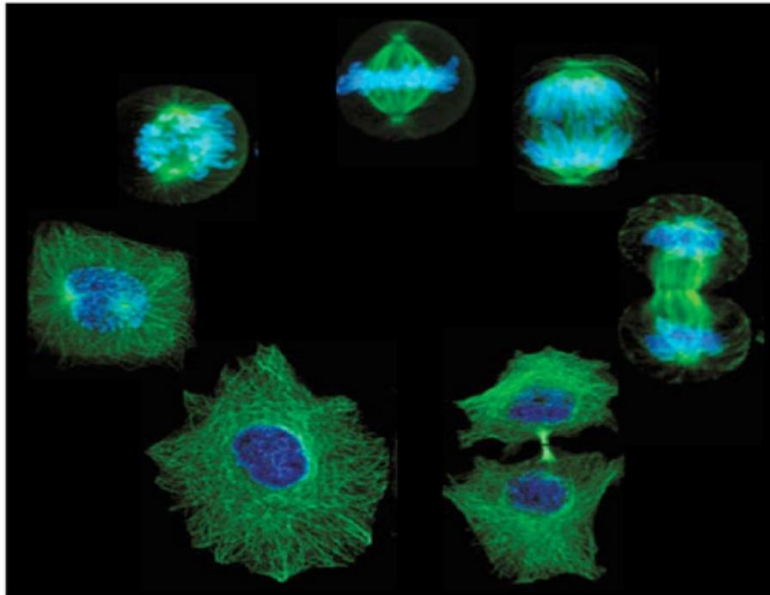
მიზანი: სტუდენტმა მოიპოვოს ინფორმაცია ილუსტრაციიდან, გამოთვალოს მიტოზური ინდექსი და დაასაბუთოს ამ პარამეტრის მნიშვნელობა, დაამუშავოს და წარმოადგინოს დაკვირვების მონაცემები ცხრილის სახით.

რესურსები: ბარათები დავალებით, ან სლაიდი ელ. ფორმატში, რომელზეც მოცემულია ხახვის წვეროს უჯრედების გაყოფის პროცესი და სამუშაო ცხრილი.

მსვლელობა:

1. მასწავლებელი:

1. წარმოიდგინეთ თესლის აღმოცენების პროცესი - როგორ ღივდება თესლი, როგორ მიაპობს ფესვი ნიადაგს, როგორ მიიწევს ყლორტი ზევით და ზევით. საბოლოოდ აღმონაცენი ზრდასრულ მცენარედ გადაიქცევა. რა განაპირობებს მცენარის ზრდას? მისი ორგანოების ზომაში მატებას? (უჯრედების გაყოფა მიტოზური გზით).
2. როგორია მიტოზის ფაზების თანმიმდევრობა? (პროფაზა, მეტაფაზა, ანაფაზა, ტელოფაზა).
3. ამოიცანით სურათზე უჯრედული ციკლის ფაზები.



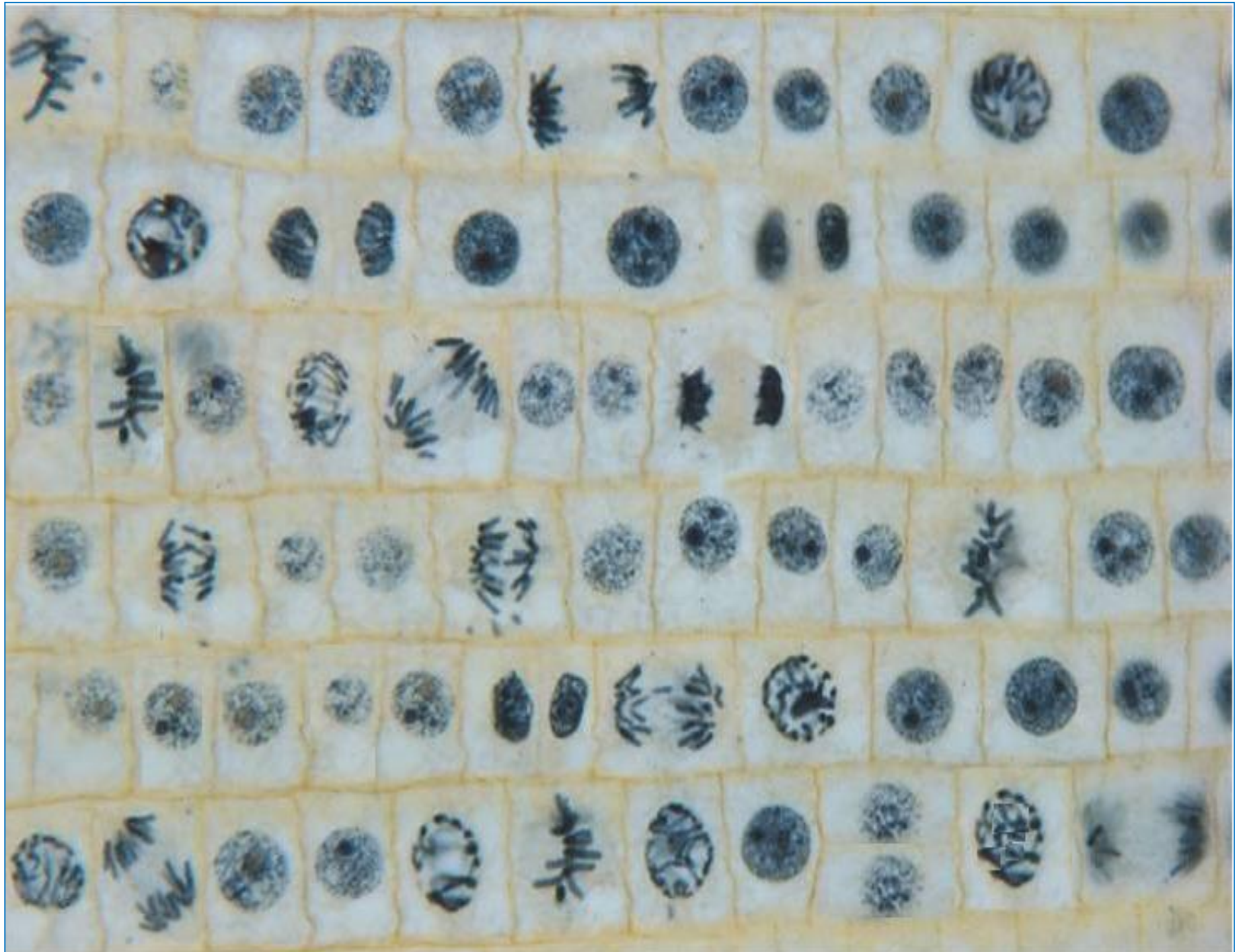
4. რამდენი ქრომატიდისაგან შედგება თითოეული ქრომოსომა მიტოზის პროფაზაში? ანაფაზაში? *(პროფაზაში ქრომოსომა ორი ქრომატიდისაგან შედგება, ხოლო ანაფაზაში, როდესაც ქრომატიდები განცალკევდებიან და საწინააღმდეგო პოლუსებისაკენ მიემართებიან – ქრომოსომა ერთბაგადაა).*
 5. უჯრედული ციკლის რომელი ნაწილია უფრო ხანგრძლივი, ინტერფაზა თუ მიტოზი? რატომ? *(უფრო ხანგრძლივია ინტერფაზა. რადგან ის უჯრედის სასიცოცხლო ციკლის ძალიან საპასუხისმგებლო პერიოდია. უჯრედმა უნდა მიაღწიოს მისი სახეობისათვის დამახასიათებელ ზომას, შეიძინოს მისი სახეობისათვის დამახასიათებელი ყველა ნიშან-თვისება, განახორციელოს მისთვის სპეციფიური სასიცოცხლო ფუნქციები, დაასინთეზოს დნმ და საფუძვლიანად მოემზადოს გაყოფისათვის. ინტერფაზის ნორმალური მიმდინარეობა აუცილებელია იმისათვის, რომ მემკვიდრული ინფორმაცია შვილეულ უჯრედებში ზუსტად და უშეცდომოდ გადასწავილდეს. შეცდომები მემკვიდრული მასალის გაორმაგებაში, ან საჭირო ორგანული ნაერთების სინთეზისა და უჯრედული სტრუქტურების წარმოქმნაში ხელს შეუშლის მიტოზის ნორმალურ მიმდინარეობას და ნორმალური შთამომავლობის მიღებას).*
 6. როგორი ფორმა აქვთ ქრომოსომებს ინტერფაზაში? *(ქრომოსომები წარმოდგენილია წვრილი, ერთმანეთში გადახლართული ძაფების სახით).*
2. მასწავლებელი აცნობს კლასს გაკვეთილის მიზანს: დააკვირდნენ მცენარეული უჯრედების მიტოზს, ამოიცნონ ცალკეული ფაზები და შეაფასონ ფესვის წვეროს მიტოზური ინდექსი. მასწავლებელი ურიგებს კლასს ბარათებს დავალებით, ან იყენებს ელ. ფორმატს, რომელზეც ასახულია ხახვის წვეროს უჯრედების გაყოფის პროცესი; სთხოვს სტუდენტებს იმუშაონ წყვილებში, გაანალიზონ ილუსტრაციაზე მოცემული ინფორმაცია, შეიტანონ დაკვირვების მონაცემები ცხრილში და გამოთვალონ ხახვის ფესვის წვეროს უჯრედების მიტოზური ინდექსი ტექსტში მოცემული ინფორმაციის საფუძველზე.

ხახვის ფესვის წვეროს უჯრედების გაყოფა მიტოზის გზით

მიტოზური გაყოფა მრავალი ორგანიზმის ქსოვილებისა და ორგანოების ზრდის საფუძველია. ილუსტრაციაზე მოცემულია ხახვის ფესვის წვეროს უჯრედების გაყოფა. ზრდის პროცესში ფესვის ეს უბანი ინტენსიურად იყოფა და მატულობს სიგრძეში, როგორც სურათიდან ჩანს, მისი უჯრედები გაყოფის სხვადასხვა ფაზაში იმყოფებიან. მიტოზის ინტენსივობის შესაფასებლად მიმართავენ ე.წ. **მიტოზური ინდექსის** გამოთვლას, რომელიც იძლევა ინფორმაციას უჯრედების გაყოფის სიხშირეზე ანუ ქსოვილის ზრდის ინტენსივობაზე. მიტოზური ინდექსის გამოთვლა ხორციელდება შემდეგი ფორმულის საშუალებით:

$$\text{მიტოზური ინდექსი} = \frac{\text{გაყოფის პროცესში მყოფი უჯრედების რაოდენობა}}{\text{მხედველობის არეში მოქცეული უჯრედების საერთო რაოდენობა}}$$

გაანალიზე ილუსტრაციაზე მოცემული ინფორმაცია, შეავსე ქვემოთ მოცემული ცხრილი და გამოთვალე ხახვის ფესვის წვეროს უჯრედების მიტოზური ინდექსი.



3. წყვილები მუშაობენ. დასრულების შემდეგ ხდება რამოდენიმე პრეზენტაციის განხილვა მონაცემების შედარება. მასწავლებელი აკეთებს შეფასებას.

4. დასასრულს, რეფლექსიის მიზნით მასწავლებელი სვამს შემაჯამებელ კითხვებს:
 1. რას წარმოადგენს მიტოზური ინდექსი? რის შესახებ იძლევა ის ინფორმაციას?
(მიტოზური ინდექსი არის უჯრედების გაყოფის ერთ-ერთი მახასიათებელი, რომელიც იძლევა ინფორმაციას უჯრედების გაყოფის სიხშირეზე ანუ ქსოვილის ზრდის ინტენსივობაზე).
 2. გამრავლების რომელ ფორმას უდევს საფუძვლად მიტოზი? *(უსქესო გამრავლებას).*
 3. რაში მდგომარეობს მიტოზის ბიოლოგიური მნიშვნელობა? *(მიტოზის შედეგად გენეტიკური ინფორმაცია უცვლელად და ზუსტად გადაეცემა თაობიდან თაობას).*
 4. რა განაპირობებს მემკვიდრული ინფორმაციის უცვლელად გადაცემას თაობიდან თაობაში?*(მემკვიდრული ინფორმაციის უცვლელად გადაცემას თაობიდან თაობაში განაპირობებს ერთი მხრივ, ინტერფაზის დროს ქრომოსომების გაორმაგება, ხოლო მეორე მხრივ, ანაფაზაში ქრომატიდების დაშორება და შვილეულ უჯრედებში თანაბარი გადანაწილება).*
 5. რომელ უჯრედებს ახასიათებთ მიტოზი? *(სომატურს).*
 6. რომელი უჯრედები წარმოიქმნებიან მცენარეში მეიოზის გზით? სად ვითარდებიან ისინი? *(მცენარეებში მეიოზი უზრუნველყოფს ქრომოსომათა განახევრებას, ხოლო გამეტების - კვერცხუჯრედისა და სპერმიების, საბოლოო ჩამოყალიბება ხდება მრავალჯერადი მიტოზური გაყოფის შემდეგ).*
 7. რაში მდგომარეობს გამრავლების, როგორც სასიცოცხლო პროცესის ზოგადბიოლოგიური მნიშვნელობა? *(გამრავლება წარმოადგენს უმნიშვნელოვანეს სასიცოცხლო პროცესს, რომელიც უზრუნველყოფს თაობათა მორიგეობასა და სახეობის შენარჩუნებას, რაც საბოლოო ჯამში განაპირობებს სიცოცხლის უწყვეტობას დედამიწაზე).*

სასარგებლო ინტერნეტლინკები:

კითხვები, პრეზენტაციები თამაშები, ვიდეოები თემაზე: „გამრავლება“
მიტოზი

<http://www.neok12.com/Reproductive-System.htm>

<http://www.youtube.com/watch?v=VGV3fv-uZYI>

<http://www.youtube.com/watch?v=ATIUv-AGhEU&feature=related>

<http://www.youtube.com/watch?v=6oAyXeQa1EU&feature=related>

http://www.youtube.com/watch?v=cvlpmmvB_m4&feature=related

უჯრედული ციკლი

<http://www.youtube.com/watch?v=C6hn3sA0ip0&feature=related>

აქტივობა 14: წყლის უნიკალური თვისებები

მიზანი: სტუდენტი გაეცნოს წყლის უნიკალურ ქიმიურ და ფიზიკურ თვისებებს და დააკავშიროს უჯრედის ცხოველქმედებასთან.

რესურსები: კომპიუტერი, ინტერნეტი

მსვლელობა: წინარე ცოდნის შესამოწმებლად მასწავლებელი სხამს კითხვებს:

- როგორია წყლის მოლეკულების ბუნება (დიპოლები);
- რა ფუნქციას ასრულებს წყალი უჯრედში (გამხსნელის; ტემპერატურის შენარჩუნების; მონაწილეობს რეაქციებში და სხვ);
- ახსენით, რა განაპირობებს წყლის ფუნქციებს უჯრედში.
- რა მნიშვნელობა აქვს წყლის აორთქლებას მცენარის ფოთლებიდან? (ფოთლის ზედაპირის გაგრილება, ფესვიდან წყლის შეწოვა);
- გავიხსენოთ წყლის ფიზიკური თვისებები (სითბოტევადობა, სითბოგამტარობა, დუღილის, ლღობის და აორთქლების ტემპერატურა, წყალბადური ბმების მნიშვნელობა და ა.შ.);
- რა ვიცი წყლის ქიმიურ თვისებებზე? (მონაწილეობს ქიმიურ რეაქციებში; ჩანაცვლების, შეერთების, დაშლის).

მასწავლებელი ყოფს კლასს ჯგუფებად (პირველადი ჯგუფები) და თითოეულ ჯგუფს ავალებს გამოიკვირონ წყლის თვისებები:

„წყალი როგორც გამხსნელი“, „წყლის ზედაპირული გაჭიმულობა“ „წყლის გაფართოება“ და „წყლის თბოტევადობა“.

მოსწავლეები მოიძიებენ ინფორმაციას ინტერნეტის დახმარებით. შემდეგ ხდება სტუდენტების გადაჯგუფება ისე რომ ახალ ჯგუფში არის თითო წევრი პირველადი ჯგუფებიდან. შესაბამისად ყველა ახლად შექმნილ ჯგუფში განიხილება წყლის ყველა ის თვისება რომელიც დაავალა მასწავლებელმა პირველად ჯგუფებს.

შემდეგ ჯგუფებს ურიგდებათ სიტუაციური ამოცანები:

1. ყველა ორგანიზმის უჯრედებში არის წყალი. წყლის გაყინვამ შეიძლება გამოიწვიოს უჯრედების გასკდომა და ორგანიზმის დაღუპვა. როგორ ახსნით, რომ ზამთარში არ ილუპებიან მცენარეები, ამფიბიები, მწერები და სხვა ცივისსხლიანი ორგანიზმები, როცა მათი სხეულის ტემპერატურა 0°C-ზე დაბლა ჩამოდის? (მცენარეებში ზამთრის პერიოდში წყალი შემციობულია რაც იწვევს უჯრედებში ხსნარის კონცენტრაციის მომატებას, გროვდება ცხიმოვანი ნივთიერებები, რომლებიც აფერხებს წყლის შესვლას უჯრედებში).
2. არიან ფეხსახსრიანები რომლებიც ისევე თავისუფლად დარბიან წყლის ზედაპირზე, როგორც ხმელეთზე. სხვა სითხეებისაგან განსხვავებით, თუ წყალს ფრთხილად ჩავსახამთ ჭიქაში და გავავსებთ, იგი არ გადმოიღვრება. როგორ შეიძლება აიხსნას ეს ფაქტი? (წყალს ახასიათებს ზედაპირული დაჭიმულობა, წყლის ზედაპირზე წარმოიქმნება „თხელი აპკი“, რომელიც მოლეკულებს შორის წარმოქმნის შეჭიდულობის ძალებით).
3. წყალში თითქმის ყველა ნივთიერება იხსნება. ახსენით რატომ? წყლის რომელ თვისებას იყენებს ადამიანი როცა რეცხავს ჭურჭელს, ბანაობს? რა მნიშვნელობა აქვს წყლის ამ თვისებას უჯრედისათვის.
4. რატომ არ ილუპებიან ზამთარში ყინულის ქვეშ თევზები? რა მნიშვნელობა აქვს წყლის თბოტევადობას უჯრედისათვის? (წყალს აქვს მაღალი თბოტევადობა და თბოგამტარობა, რაც თავის მხრივ წყალს საკმაოდ კომფორტულ გარემოს ქმნის მის მობინადრეებისათვის სიღრმეში წყლის ტემპერატურა შედარებით მაღალია. წყალი იყინება 0°C –ზე, 4°C იგი მაქსიმალურ სიმკვრივეს აღწევს და წყლის ზედა შრე მიემართება ფსკერისაკენ და მიაქვს ჟანგბადი და წყალში გახსნილი საკვები ნივთიერებები მისი მობინადრეებისათვის; წყლის თბოტევადობა ხელს უწყობს უჯრედში მუდმივი ტემპერატურის შენარჩუნებას, ქიმიის კურსიდან - ეგ ზოთერმული და ენდოთერმული რეაქციების გახსენება).

შემდეგ მასწავლებელს შეუძლია დაავალოს სტუდენტებს შეიმუშაონ გეგმა და შეასრულონ პროექტები.

სარეკომენდაციო თემები: 1. „წყლის რესურსების დაცვა საქართველოში“

2. „სასმელი წყლის მიღება“.

აქტივობა 15. ჰამერლინგის ექსპერიმენტი

მიზანი: ტექსტიდან ინფორმაციის ამოკითხვა და გაანალიზება; კვლევის მონაცემების გაანალიზება დასკვნის გამოტანა.

რესურსები: საინფორმაციო ტექსტი, რომელშიც აღწერილია იოაკიმ ჰამერლინგის ექსპერიმენტის ერთ-ერთი ნაწილი (იხ. სამუშაო ფურცელი).

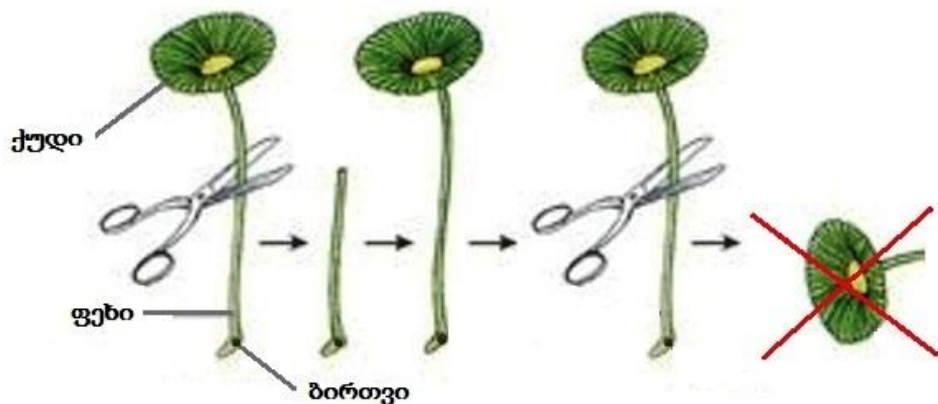
მასწავლებელი

- თხოვს კლასს ინდივიდუალურად წაიკითხონ ტექსტი, რომელშიც აღწერილია ერთ-ერთი ცნობილი ექსპერიმენტის ნაწილი:

სამუშაო ფურცელი

იოაკიმ ჰამერლინგის ექსპერიმენტი

მეცნიერები დიდი ხნის გამავლობაში იკვლევდნენ, თუ რომელი სტრუქტურა იყო პასუხისმგებელი უჯრედის ცხოველქმედებაზე, რომელი კომპონენტი აკონტროლებდა მის სასიცოცხლო ფუნქციებს. ამის დასადგენად 1930 წელს იოაკიმ ჰამერლინგმა ჩაატარა ცდა ერთუჯრედიან წყალმცენარე - აცეტაბულარიაზე. ეს უცნაური ორგანიზმი ფეხისა და ქუდისაგან შედგება. ბირთვი მის ფეხშია მოთავსებული. აცეტაბულარიას რეგენერაციის საოცარი უნარი აღმოაჩნდა. როდესაც ჰამერლინგმა წყალმცენარეს ქუდი მოაჭრა, ცოტა ხანში მას დაკარგული ნაწილი კვლავ განუვითარდა. ხოლო ფეხის მოჭრის შემდეგ უჯრედი მალევე დაილუპა.



- გაანალიზეთ აღწერილი ექსპერიმენტი და უპასუხეთ შემდეგ კითხვებს:

ა) რა იყო იოაკიმ ჰამერლინგის მიერ ჩატარებული ექსპერიმენტის მიზანი? (ჩატარებული ექსპერიმენტის მიზანი იყო გაერკვია, უჯრედის რომელი სტრუქტურაა პასუხისმგებელი უჯრედის ცხოველქმედებაზე);

ბ) გამოთქვი ვარაუდი: რა აკონტროლებს უჯრედის სასიცოცხლო ფუნქციებს? (ძნელი პროგნოზირებადია რამდენად სწორად შეძლებენ ამ ეტაპზე სტუდენტები სწორი ვარაუდის გამოთქმას. მასწავლებელმა უნდა მიიღოს და დააფიქსიროს ყველა მოსაზრება);

გ) ახსენი, რატომ ცოცხლობდა აცეტაბულარია მცირე ხანს ფეხის მოკვეთის შემდეგ? (აცეტაბულარიას ფეხში მოთავსებულია ბირთვი. ფეხის მოკვეთის შემდეგ წყალმცენარე კარგავდა ბირთვს და აღარ მიმდინარეობდა ნორმალური ცხოველქმედება)

დ) რატომ აღდგა წყალმცენარის დაკარგული ნაწილი ქუდის მოჭრის შემდეგ? (ფეხში არსებულმა ბირთვმა განაპირობა წყალმცენარის დაკარგული ნაწილის აღდგენა);

ე) რა დასკვნის გამოტანა შეიძლება აღწერილი ექსპერიმენტის შედეგად? (ბირთვი წარმოადგენს უჯრედულ სტრუქტურას, რომელიც აკონტროლებს უჯრედის სასიცოცხლო ფუნქციებს).

სასარგებლო ინტერნეტლინკები:

ჰამერლინგის ექსპერიმენტის ვიდეო-გარჩევა:

<http://www.youtube.com/watch?v=tl5KkUnH6y0>

თემა: ადამიანი და ჯანმრთელობა

<p>საკითხები 1.ადამიანის ორგანოთა სისტემები; 2.ჰომეოსტაზი; 3.ჯანსაღი ცხოვრების წესი.</p>				
სამიზნე ცნებები და მკვიდრი წარმოდგენები	შედეგი	საკვანძო შეკითხვა	შეფასების კრიტერიუმი	კომლექსური დავალება რეკომენდირებულ ია -სწავლა სწავლების სამივე

				წელს)
<p>ნივთიერება და ენერჯია, სტრუქტურა და ფუნქცია ჯანმრთელობა და გაავადება შეგუებულობა</p> <ul style="list-style-type: none"> • ორგანიზმი წარმოადგენს მთლიან სისტემას რომლის სტრუქტურული ერთეულები ფუნქციონირების პროცესში მოქმედებენ ერთმანეთზე; • ორგანიზმში მიმდინარე სასიცოცხლო პროცესები უზრუნველყოფენ მისი შინაგანი გარემოს მუდმივობას (ჰომეოსტაზს); • ორგანიზმის აგებულება და მისი სტრუქტურული ერთეულების ფუნქციონირება განაპირობებს გარემოსთან შეგუებას; • ადამიანის პრაქტიკულად ყველა დონის სტრუქტურულ ერთეულზე (უჯრედები, ორგანოები, ორგანოთა სისტემები) და მათ ფუნქციებზე უარყოფითად მოქმედებს მავნე ნივთიერებები (მაგ., ალკოჰოლი და სხვა ნარკოტიკი); • ჯანმრთელობის შესანარჩუნებლად მნიშვნელოვანია სხვადასხვა ინფექციური დაავადებების პრევენციული საშუალებების 	<p>ორგანიზაციის სხვადასხვა დონეზე მყოფი ცოცხალი სისტემის სტრუქტურისა და ფუნქციის დახასიათებას;</p> <p>ორგანიზმების საერთო სასიცოცხლო თვისებების დახასიათებას და მათში მიმდინარე ენერჯისა და ნივთიერებების გარდაქმნებში არგუმენტირებული მსჯელობას;</p> <p>ჯანსაღი ცხოვრების წესის მნიშვნელობის გაცნობიერებას</p>	<p>როგორ არის დაკავშირებული ადამიანის ორგანოების ფუნქციები ერთმანეთთან?</p> <p>როგორ ხდება ადამიანის ორგანიზმში ჰომეოსტაზის შენარჩუნება?</p> <p>როგორ ხდება ადამიანის ორგანიზმის ფუნქციონირების რეგულაცია?</p> <p>როგორ ახეხა ადამიანის ორგანიზმის შეგუება გარემოს ცვლად პირობებთან?</p> <p>რა მნიშვნელობა აქვს ჯანსაღი ცხოვრების წესის დაცვას ადამიანის ჯანმრთელობისათვის?</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ორგანიზმის ჰომეოსტაზის შენარჩუნებაში ორგანოთა სისტემების როლის შეფასება; • წესის დაცვით იკვლევს სხვადასხვა მავნე ჩვევების უარყოფით მოქმედებას ადამიანის ორგანიზმზე; • არგუმენტირებულად მსჯელობს სხვადასხვა ინფექციური დაავადების პრევენციის შესახებ; • წესების დაცვით იყენებს კვლევით უნარ-ჩვევებს ბიოლოგიური პროცესების შესწავლისას; • კრიტიკულად აფასებს თანამედროვე მეცნიერების და 	<p>1. ორგანოები და ორგანოთა სისტემები;</p> <p>2. ორგანოების აგებულება და ფუნქციები;</p> <p>3. ოჯახის ექიმი;</p> <p>4. სისხლის მოძრაობის კანონზომიერებები;</p> <p>5. როგორ მოქმედებს ფიზიკური დატვირთვა?;</p> <p>6. რეფლექსური რკალი;</p> <p>7. პირობითი და უპირობო რეფლექსები;</p> <p>8. ჰომეოსტაზის და ერთროციტების ფუნქცია;</p> <p>9. ჰორმონები და ჰომეოსტაზი;</p> <p>10. იმუნიზაცია;</p> <p>11. ჰომეოსტაზი და გამომყოფი სისტემა;</p> <p>12. ორგანოთა სისტემების და მათი ფუნქციები—</p>

<p>ცოდნა და გამოყენება;</p> <ul style="list-style-type: none"> • მეცნიერული მიღწევები ხელს უწყობს ადამიანის დაავადებებთან ბრძოლას, ჯანმრთელობის შენარჩუნებას და სიცოცხლის გახანგრძლივებას; • მეცნიერული მიღწევები ხელს უწყობს ადამიანის დაავადებებთან ბრძოლას, ჯანმრთელობის შენარჩუნებას და სიცოცხლის გახანგრძლივებას; • მეცნიერების განვითარების პროცესში შესაძლოა ადრე მიღებული კონცეპციები იყოს უარყოფილი. 	<p>ას და მისი დაცვას.</p> <p>მეცნიერული კვლევა-ძიების გამოყენებას ბიოლოგიური პროცესების ასახსნელად;</p> <p>ბიოლოგიის მეცნიერების მიღწევების და ტექნოლოგიების შეფასებას.</p>		<p>ტექნოლოგიების მიღწევებს ბიოლოგიაში.</p>	<p>ბიოლოგიური შეჯიბრი; 13.ოვოგენეზი და სპერმატოგენეზი; 14.ჩანასახის განვითარება; 15.პროექტი „ცხოვრების ჯანსაღი წესი“; 16. „სიცოცხლე თუ სიგარეტი?“.</p>
--	---	--	--	--

სწავლა სწავლების პირველი წელი

აქტივობები და რესურსები	კომპლექსური დავალებები
<p>ეტაპი 1. როგორ არის დაკავშირებული ადამიანის ორგანოების ფუნქციები ერთმანეთთან?</p> <p>ეტაპი 2. როგორ ხდება ადამიანის ორგანიზმის ფუნქციონირების რეგულაცია?</p> <p>ეტაპი 3. რა მნიშვნელობა აქვს ჯანსაღი ცხოვრების წესის დაცვას ადამიანის ჯანმრთელობისათვის?</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. ადამიანის ორგანოების მათ სისტემებთან შესაბამისობის დადგენა; 2. ორგანოთა სისტემების და მათი ფუნქციები–ბიოლოგიური შეჯიბრი; 3. კვლევა: როგორ მოქმედებს ფიზიკური დატვირთვა ადამიანის ორგანოთა სისტემებზე; 4. პირობითი და უპირობო რეფლექსებისათვის რეფლექსური რკალის შედგენა; 5. პროექტი „ცხოვრების ჯანსაღი წესი“; 6. როლური თამაშები: ოჯახის ექიმი

სწავლა სწავლების მეორე წელი

აქტივობები და რესურსები	კომპლექსური დავალებები
<p>ეტაპი 1. როგორ ხდება ადამიანის ორგანიზმში ჰომეოსტაზის შენარჩუნება?</p> <p>ეტაპი 2. როგორ ხდება ადამიანის ორგანიზმის ფუნქციონირების რეგულაცია?</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. სისხლის მოძრაობის კანონზომიერებების კვლევა; 2. ერთორციტების ფუნქციის მნიშვნელობის დადგენა ჰომეოსტაზის შენარჩუნებაში; 3. ჰორმონების როლის დამადასტურებელი არგუმენტების შემუშავება ჰომეოსტაზის შენარჩუნებაში; 4. პრობლემის (გამართლებულია თუ არა მოსახლეობის იმუნიზაცია) გადაჭრა;

<p>ეტაპი 3.</p> <p>რა მნიშვნელობა აქვს ჯანსაღი ცხოვრების წესის დაცვას ადამიანის ჯანმრთელობისათვის?</p>	<p>5. პროექტი „ცხოვრების ჯანსაღი წესი - დაბალანსებული დიეტა“;</p>
---	---

სწავლა სწავლების მესამე წელი

აქტივობები და რესურსები	კომპლექსური დავალებები
<p>ეტაპი 1.</p> <p>როგორ ხდება ადამიანის ორგანიზმის ფუნქციონირების რეგულაცია?</p> <p>ეტაპი 2.</p> <p>როგორ ახეზა ადამიანის ორგანიზმის შეგუება გარემოს ცვლად პირობებთან?</p> <p>ეტაპი 3.</p> <p>რა მნიშვნელობა აქვს ჯანსაღი ცხოვრების წესის დაცვას ადამიანის ჯანმრთელობისათვის?</p>	<p>1. ოვოგენეზის და სპერმატოგენეზის შედარება (მსგავსება/განსხვავებების დადგენა);</p> <p>2. ჰომეოსტაზი და გამომყოფი სისტემა;</p> <p>3. ნერვული და ჰუმორული სისტემების მნიშვნელობის კვლევა ადამიანის ორგანიზმის გარემო პირობებთან შეგუების კუთხით;</p> <p>4. პროექტი „ცხოვრების ჯანსაღი წესი: ფიზიკური აქტივობის მნიშვნელობა“;</p>

	<p>5. პროექტი: „ნარკოტიკების მოქმედება ადამიანის ჯანმრთელობაზე“</p>
--	--

სარეკომენდაციო აქტივობები

აქტივობა 1. ორგანოები და ორგანოთა სისტემები

მიზანი: სტუდენტმა ამოიცნოს ცალკეული ორგანოები და ორგანოთა სისტემები თვალსაჩინოებაზე, დაუკავშიროს ცალკეული ორგანო შესაბამის ორგანოთა სისტემას, დაასახელოს მათი ძირითადი ფუნქციები.

რესურსები: ადამიანის ორგანიზმის მაკეტი/ჩონჩხი/ტაბულები/ სხვა თვალსაჩინოებები ადამიანის ცალკეული ორგანოთა სისტემების საჩვენებლად; ცხრილი კონკრეტული ორგანოების და ორგანოთა სისტემების ფუნქციის შესახებ ფლიპჩარტზე ან ელ. ფორმატში, თავისუფალი ფორმატები და ფერადი მარკერები ჯგუფებში სამუშაოდ.

მსვლელობა:

1. მასწავლებელი სთხოვს კლასს ჩამოთვალონ ადამიანის სხვადასხვა ორგანოთა სისტემები; პასუხების მოსმენის შემდეგ სვამს შეკითხვებს:
 1. დაასახელეთ ორგანოთა სისტემა, რომლის ფუნქციონირების შეწყვეტა არ აისახება ორგანიზმის არსებობაზე *(სტუდენტები მიდიან დასკვნამდე, რომ ასეთი სისტემა არ არსებობს).*
 2. დაასახელეთ ორგანოთა სისტემა, რომელიც შეძლებს ფუნქციონირებას სხვა სისტემების მოქმედების გარეშე *(დასკვნა იგივეა).*
 3. რა მნიშვნელობა აქვს იმ ფაქტს, რომ ცალკეული ორგანოთა სისტემები მჭიდრო კავშირშია ერთმანეთთან? მოიყვანეთ მაგალითები. *(ადამიანის მიერ სხვადასხვა ფიზიკური და გონებრივი აქტივობების განხორციელება, აგრეთვე ორგანიზმში სხვადასხვა ფიზიოლოგიური პროცესების მიმდინარეობა მოითხოვს სხვადასხვა ორგანოთა სისტემების*

ურთიერთშეთანხმებულ მოქმედებას. მაგალითად: კუნთოვანი სისტემის ამოქმედებას თან სდევს ნერვული-, გულ-სისხლძარღვთა-, გამომყოფი-, ენდოკრინული სისტემების გააქტივება).

2. მასწავლებელი ყოფს კლასს ოთხ ჯგუფად და უნაწილებს მათ სამუშაოდ ორგანოთა ოთხ სისტემას: საჭმლის მომნელებელ, სუნთქვის, გამომყოფ ორგანოთა სისტემებს, ჩონჩხს (სურვილისამებრ მასწავლებელს შეუძლია შეარჩიოს ნებისმიერი სხვა).

თითოეული ჯგუფის დავალებაა:

- ა) დაასახელონ ორგანოები, რომლებიც შედის მოცემული სისტემის შემადგენლობაში
- ბ) ამოიციონ მოცემული ორგანოთა სისტემა და მისი შემადგენელი ორგანოები თვალსაჩინოებაზე (მაკეტზე/ილუსტრაციებზე/...);
- ბ) აღწერონ ცალკეული ორგანოს მნიშვნელობა ორგანოთა სისტემაში;
- გ) აღწერონ მთლიანად ორგანოთა სისტემის მნიშვნელობა ორგანიზმის ნორმალური ცხოველმყოფელობისათვის.

3. ჯგუფები მუშაობენ და აფორმებენ დავალებას წერილობით, დასრულების შემდეგ წარადგენენ პრეზენტაციებს.

4. რეფლექსიის მიზნით მასწავლებელი სთხოვს სტუდენტებს ინდივიდუალურად

შეავსონ ქვემოთ მოცემული ცხრილი:

ორგანო	ორგანოთა სისტემა	ფუნქცია
ბარძაყის ძვალი		
კუჭი		
თირკმელი		
ტრაქეა		
და ა.შ.		

ცხრილის შევსებული ვარიანტი:

<i>ორგანო</i>	<i>ორგანოთა სისტემა</i>	<i>ფუნქცია</i>
<i>ბარძაყის ძვალი</i>	<i>ჩონჩხი (საყრდენ-მამოძრავებელი)</i>	<i>წარმოადგენს საყრდენს ქვედა კიდურების კუნთების დასამაგრებლად და სამოძრაოდ.</i>
<i>კუჭი</i>	<i>საჭმლის მომნელებელი</i>	<i>მასში დროებით გროვდება მიღებული საკვები. ხდება საკვების მექანიკური და ქიმიური დამუშავება გათხევადება, დეჰინფექცია.</i>
<i>თირკმელი</i>	<i>გამომყოფი</i>	<i>ანხორციელებს სისხლის ფილტრაციას და წარმოქმნის შარდს.</i>
<i>ტრაქეა</i>	<i>სუნთქვის</i>	<i>წარმოადგენს ჰაერგამტარ გზას, ატარებს ჰაერს ცხვირის ღრუდან ფილტვებამდე და პირიქით.</i>

სასარგებლო ინტერნეტლინკები:

ადამიანის სხეული, ორგანოთა სისტემების აგებულება, ანიმაციები

<http://science.nationalgeographic.com/science/health-and-human-body/human-body/>

<http://www.teachers.ash.org.au/jmresources/systems/body.html> <http://www.innerbody.com/htm/body.html>

პრეზენტაცია საყრდენ-მამოძრავებელი სისტემის შესახებ

<http://www.scribd.com/doc/49630286/2-1-A-SUPPORT-LOCOMOTION-IN-HUMANS-ANIMALS>

საჭმლის მომნელებელის სისტემის აგებულების და მოქმედების ამომწურავი დახასიათება

<http://digestive.niddk.nih.gov/ddiseases/pubs/yrdd/>

ანიმაცია საჭმლის მომნელებელი სისტემის აგებულების და მოქმედების შესახებ; ტესტი თვითშეფასებისათვის

http://highered.mcgraw-hill.com/sites/0072495855/student_view0/chapter26/animation_organs_of_digestion.html

სლაიდ-შოუ საჭმლის მომნელებელი სისტემის მოქმედების შესახებ <http://www.mayoclinic.com/health/digestive-system/dg00021>

თამაში სისხლის ჯგუფებზე

<http://www.learningreviews.com/Science/Human-Body->

[Anatomy/Blood-Typing-Game.html](http://www.learningreviews.com/Science/Human-Body-Anatomy/Blood-Typing-Game.html)

თამაშები და ტესტები სისხლის მიმოქცევის თემაზე

<http://www.neok12.com/Circulatory-System.htm>

ანიმაციები, თამაშები, ტესტები სუნთქვის სისტემაზე

<http://www.neok12.com/Respiratory-System.htm>

აქტივობა 2. ორგანოების აგებულება და ფუნქციები

მიზანი: იმსჯელოს კონკრეტული ორგანოს აგებულებისა და ფუნქციის შესახებ; აღწეროს მისი მუშაობის პრინციპი და გამოსახოს ის სათანადო სქემის სახით, დააკავშიროს ორგანოთა მოქმედება ფიზიკურ სხეულებთან და მოვლენებთან.

რესურსები: ცხრილი ადამიანისა და მანქანის ანალოგიის შესახებ, ფლიპჩარტები და ფერადი მარკერები ჯგუფებში სამუშაოდ.

მსვლელობა:

1. მასწავლებელი წერს დაფაზე ავტომანქანის შემადგენელი ზოგიერთი ნაწილის სახელწოდებას: *საბურავები, ძრავა, სიჩქარეების გადამრთველი, ფარები, ფილტრი.*

მასწავლებელი სთხოვს სტუდენტებს:

- იპოვონ ამ ჩამონათვალში ადამიანის ორგანიზმის ცალკეული ორგანოების ანალოგები;
- შეავსონ მათი საშუალებით შესაბამისობის ცხრილი

რით გავს ერთმანეთს ადამიანი და მანქანა?

ადამიანი

მანქანა

გული

თირკმელი

თვალები

ტვინი

კიდურები

შესაძლო პასუხები:

ადამიანი

მანქანა

გული

ძრავა

თირკმელი

ფილტრი

თვალები

ფარები

ტვინი

სიჩქარეების გადამრთველი; ნავიგატორი

2. მასწავლებელი სთავაზობს სტუდენტებს შეარჩიონ მათთვის ცნობილი ერთი რომელიმე ორგანო ან ორგანოთა სისტემა, რომლის მოქმედების შეწყვეტა ორგანიზმს რაიმე ზიანს არ მიაყენებს. ცხადია, სტუდენტები მიდიან დასკვნამდე, რომ ასეთი არ არსებობს. თითოეულ ორგანოს გააჩნია ფუნქცია, რომლის შესრულება გადამწყვეტია მთლიანი ორგანიზმის ნორმალური არსებობისათვის.

3. მასწავლებელი ყოფს კლასს ოთხ ჯგუფად და უნაწილებს მათ დავალებებს ოთხი განსხვავებული ორგანოს შესახებ: გული, თირკმელი, ჩონჩხი, სისხლძარღვი.
თითოეულ ჯგუფს ეძლევა დავალება:
 - 1) იმსჯელოს მოცემული ორგანოს აგებულებისა და ფუნქციის შესახებ;
 - 2) შეადაროს ის მისთვის ცნობილ რაიმე ფიზიკურ სხეულს, მოვლენას ან პროცესს რეალური ცხოვრებიდან (მაგალითად: გული – ძრავა, ტუმბო; თირკმელი – ფილტრი; ჩონჩხი – სამშენებლო კარკასი; სისხლძარღვები – სარწყავი სისტემა, მდინარეთა ქსელი და სხვ); დაასაბუთოს თავისი შედარების სისწორე;
 - 3) აღწეროს მოცემული ორგანოს მუშაობის პრინციპი და გამოსახოს ის სათანადო სქემის სახით.

4. ჯგუფები მუშაობენ დავალების თითოეულ პუნქტზე, ქმნიან სქემას და აფორმებენ პრეზენტაციას; დასრულების შემდეგ წარადგენენ თავიანთ ნამუშევრებს.

სასარგებლო ინტერნეტლინკები:

ფილტვების მუშა მოდელის დამზადება

<http://www.youtube.com/watch?v=CBv2BqqAydE&feature=endscreen>

http://www.youtube.com/watch?v=b_DlbZBEVY&feature=related

აქტივობა 3. ოჯახის ექიმი

მიზანი: სტუდენტმა ჩაატაროს ცდა ორგანიზმის ფიზიკური მდგომარეობის შესაფასებლად; აღრიცხოს მონაცემები, გამოიტანოს დასკვნები და წარმოადგინოს ექსპერიმენტის შედეგები გრაფიკის, ან დიაგრამის სახით; გაანალიზოს მონაცემები და გამოიტანოს დასკვნები.

რესურსები: ცხრილის ნიმუში მონაცემების აღრიცხვისათვის, მანომეტრი, თერმომეტრი, სასწორი.

შენიშვნა: აქტივობა გათვლილია როგორც მცირე ინდივიდუალური პროექტი, რომლის შესრულებაში შეძლებისდაგვარად უნდა ჩაერთოს ყველა მოსწავლე. პროექტის ხანგრძლივობაა ერთი კვირა.

მსვლელობა:

1. მასწავლებელი სთავაზობს სტუდენტებს შეარჩიონ მათი ოჯახის 2-3, ასაკით განსხვავებული წევრი (ან ახლობელი) და აწარმოონ მათზე დაკვირვება ქრონოლოგიურად, შვიდი დღის განმავლობაში სხვადასხვა ფიზიოლოგიური პარამეტრების გაზომვის გზით. გაზომვები უნდა ჩატარდეს დღეში ერთხელ, მეტი სუზუსტისთვის - დღის ერთსა და იმავე დროს. ექსპერიმენტის მონაცემების აღრიცხვისათვის მასწავლებელი აძლევს სტუდენტებს ცხრილის ნიმუშს:

დღეები	I წევრი							II წევრი							III წევრი						
	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
პულსი																					
წნევა																					
ტემპერატურა																					
კანის ფერი																					

2. ექსპერიმენტის დასრულების შემდეგ სტუდენტებმა პასუხი უნდა გასცენ შემდეგ შეკითხვებს:

- ა) რამდენად სტაბილურია თქვენ მიერ გაზომილი ფიზიოლოგიური პარამეტრების რაოდენობრივი მაჩვენებლები?
- ბ) რომელია მათგან ნაკლებად სტაბილური?
- გ) ახსენით, რაზეა დამოკიდებული აღნიშნული პარამეტრების ცვალებადობა ორგანიზმში?
- დ) ჩამოთვალეთ ფაქტორები, რომელმაც შეიძლება განაპირობოს განსხვავება ოჯახის სხვადასხვა წევრის ფიზიოლოგიურ მახასიათებლებს შორის.
- ე) აირჩიეთ პარამეტრი, რომელმაც გამოავლინა ყველაზე ნაკლები სტაბილურობა ერთი კვირის განმავლობაში და გამოსახეთ მისი მერყეობა გრაფიკის, ან დიაგრამის სახით.

სავარაუდო პასუხები:

- ა) ადამიანის ორგანიზმის ყველა ფიზიოლოგიური მახასიათებელი მეტ-ნაკლებად ინარჩუნებს სტაბილურობას.
- ბ) პულსი, წნევა.
- გ) ორგანიზმის ფიზიკურ დატვირთვაზე, დღე-ღამის პერიოდზე, ჯანმრთელობის ზოგად მდგომარეობაზე და სხვ.
- დ) ასაკი, ჯანმრთელობის ზოგადი მდგომარეობა, ფიზიკური დატვირთვა.

3. მასწავლებელს შეუძლია მოაწყოს პროექტის შედეგების განხილვა კლასში, ან შეაფასოს თითოეული ნამუშევარი (დაკვირვების ცხრილი და კითხვებზე პასუხი) ინდივიდუალურად.

აქტივობა 4. სისხლის მოძრაობის კანონზომიერებები (ინტეგრირება ფიზიკასთან)

მიზანი: სტუდენტმა შეძლოს სისხლძარღვებში სისხლის მოძრაობის კანონზომიერებების დადგენა, გაანალიზოს დაკვირვების შედეგები და გამოიტანოს დასკვნები;

რესურსები: ძირითადი თეზისების ჩამონათვალი სითხის მოძრაობის შესახებ ფლიპჩარტზე, ან ელ. ფორმატში, სისხლის მიმოქცევაში წნევის შემცირების ამსახველი ილუსტრაცია, ბარათები დავალებებით ჯგუფებში სამუშაოდ.

მსვლელობა:

1. მასწავლებელი სვამს კითხვას:

- შეგიძლიათ მოიყვანოთ მაგალითები სითხის მოძრაობის შესახებ სხვადასხვა სახის მილებში? *(წყლის მოძრაობა მცენარეების ჭურჭლებში, სისხლის მოძრაობა სისხლძარღვებში, წყლის მოძრაობა სარწყავ სისტემაში, მდინარის კალაპოტში და ა.შ).*

მასწავლებელი უხსნის კლასს, რომ სითხის მოძრაობის ერთ–ერთი მაგალითია სისხლის მოძრაობა სისხლძარღვებში, რაც ცნობილია ჰემოდინამიკის სახელწოდებით. სისხლის მოძრაობა ისევე ექვემდებარება ფიზიკურ კანონზომიერებებს, როგორც ნებისმიერი სხვა სითხის მოძრაობა.

2. მასწავლებელს მომზადებული აქვს ძირითადი თეზისების ჩამონათვალი სითხის მოძრაობის შესახებ ფიზიკის კურსიდან, რომელსაც აცნობს მოსწავლეებს:

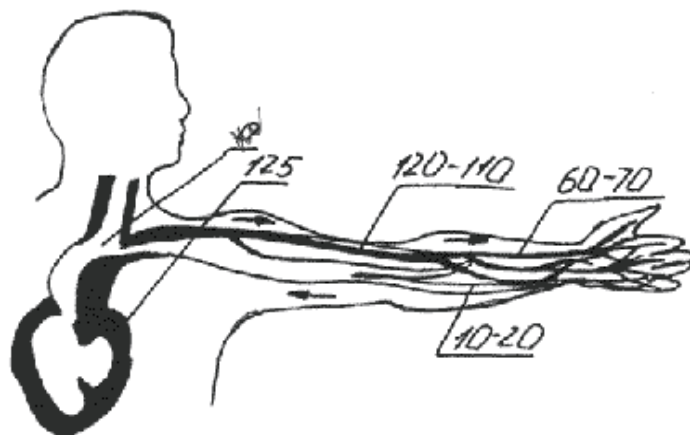
1. მილებში სითხის მოძრაობისათვის აუცილებელია ენერგია, რომელიც წარმოქმნის წნევას;
2. სითხე მოძრაობს მაღალი წნევის არედან დაბალი წნევის არესაკენ;
3. სითხის მოძრაობის სიჩქარე დამოკიდებულია მილების ჯამურ განივკვეთზე;
4. რაც ნაკლებია მილების ჯამური განივკვეთი მით მეტია სითხის სიჩქარე;
5. სითხის ერთი და იგივე მოცულობა უფრო მაღალი სიჩქარით მოძრაობს ვიწრო მილში, ვიდრე განიერში.

3. იმართება დისკუსია თეზისების გასაანალიზებლად. მასწავლებელი სთხოვს მოსწავლეებს იმუშაონ წყვილებში და მოიფიქრონ პასუხები შემდეგ კითხვებზე:

- 1) სად და როგორ შეიძლება წარმოიქმნას ენერგია ცოცხალ ორგანიზმში და რაზე იხარჯება ის? *(ენერგია წარმოიქმნება თითოეულ უჯრედში და ხმარდება უჯრედის სასიცოცხლო პროცესების განხორციელებას, როგორცაა კვება, გამოყოფა, ზრდა, აგზნების გატარება, შეკუმშვა, გაყოფა და სხვ. ცალკეული უჯრედის ენერგია ხმარდება მთლიანი ორგანიზმის ფუნქციონირებას,*

მაგალითად გულის შეკუმშვას სჭირდება ენერგია, რომელიც გამოიმუშავდება გულის კუნთის უჯრედებში. ამ ენერგიის საფუძველზე გული – კუნთოვანი ორგანო იკუმშება და გადაისვრის სისხლის ნაკადს სისხლძარღვებში).

- 2) შეისწავლეთ ნახატი. თქვენი აზრით, რას აღნიშნავენ, სურათზე დატანილი ციფრები და რა კანონზომიერებაზე მიუთითებს რიცხვების ცვლილება?



(გულის შეკუმშვისას წარმოქმნება წნევა, რომლითაც სისხლის ნაკადი გადაიტყორცნება სისხლის მიმოქცევის სისტემაში. წნევა მით უფრო მცირდება, რაც უფრო შორს არის სისხლძარღვი გულიდან. აღნიშნული ფაქტი განპირობებულია იმით, რომ სისხლის შემადგენელი ელემენტების ხახუნით ერთმანეთთან და სისხლძარღვის კედელთან ეწინააღმდეგება სისხლის გადაადგილებას სისხლძარღვებში. შედეგად თავდაპირველი წნევა თანდათანობით მცირდება. რაც უფრო დაცილებულია სისხლძარღვი გულიდან, მით უფრო მეტი ენერგია იხარჯება ხახუნის ძალის გადალახვაზე და შესაბამისად, წნევაც უფრო კლებულობს).

- 3) რა აიძულებს სისხლს იმოძრაოს გულიდან კაპილარებისკენ? (წნევის თანდათანობითი შემცირება აიძულებს სისხლს იმოძრაოს გულიდან კაპილარებისაკენ, რადგან სისხლი, ისევე, როგორც ნებისმიერი სითხე მიემართება მაღალი წნევის არედან დაბალი წნევის მიმართულებით).

4. მასწავლებელი სვამს კითხვას:

- როგორ ფიქრობთ, შეგვიძლია თუ არა გავზომოთ რომელიმე სისხლძარღვში სისხლის მოძრაობის სიჩქარე? როგორ? *(მოსწავლეები გამოთქვამენ ვარაუდებს).*

გამოთქმული ვარაუდების შესამოწმებლად მასწავლებელი სთავაზობს კლასს მცირე ექსპერიმენტის ჩატარებას და აძლევს ინსტრუქციას:

- ძლიერად დააჭირეთ დიდი თითის ფრჩხილს საჩვენებელი თითი. შემდეგ მოაშორეთ და ნახავთ, რომ დიდი თითის ფრჩხილი გათეთრდება. რამდენიმე ხანში ფრჩხილი კვლავ გავარდისფრდება. ახსენით, რატომ მოხდა ასეთი ცვლილებები? *(ფრჩხილზე თითის დაჭერის შემდეგ ფრჩხილის ქვეშ არსებული კაპილარებიდან გამოიდევენა სისხლი, ხოლო თითის მოშორების შემდეგ კაპილარებში სისხლი კვლავ ამოდრავდა).*

- როგორ ფიქრობთ, რა გაზომვები უნდა გაკეთდეს, რომ შევძლოთ მსჯელობა ფრჩხილის ქვეშ მდებარე კაპილარებში სისხლის მოძრაობის სიჩქარეზე?
(სტუდენტებმა უნდა გაიხსენონ ფიზიკის კურსიდან სიჩქარის ფორმულა: $V=S/T$ და ამოხსნან ამოცანა შემდეგნაირად:

1. გაიზომოს ფრჩხილს მონაკვეთი (ფრჩხილის ფესვიდან ვარდისფერი შეფერილობის ზღვრამდე);

2. გაიზომოს რამდენ წამში გავარდისფერდება ფრჩხილი ცდის დროს;

3. პირველი (S) და მეორე (T) სიდიდის შეფარდება მოგვცემს სისხლის მოძრაობის მიახლოებულ სიჩქარეს კაპილარებში.

სტუდენტები აფიქსირებენ ცდის შედეგებს (0,5 სმ/წ.)

მასწავლებელი უხსნის სტუდენტებს, რომ სინამდვილეში ფრჩხილის ქვეშ არა მხოლოდ კაპილარები, არამედ მცირე არტერიებიც (არტერიოლები) არის მოთავსებული, ამიტომ ცდის შედეგად მიღებული ციფრი რეალურთან შედარებით მაღალია. ფაქტობრივად, ცდის შედეგად დადგენილ იქნა სისხლის მოძრაობის საშუალო სიჩქარე არტერიოლებში და კაპილარებში.

5. მასწავლებელი ყოფს კლასს ჯგუფებად და ურიგებს ბარათებს, სადაც ჩამოთვლილია თუ რა სიჩქარით მოძრაობს სისხლი სხვადასხვა სისხლძარღვში. მასწავლებელი სთხოვს ჯგუფებს შეისწავლონ ციფრები და გასცენ პასუხები ბარათებში დასმულ შეკითხვებს:

- აორტა – 500-600 მმ/წ;
- არტერიები – 150-200 მმ/წ,
- არტერიოლები – 5 მმ/წ,
- კაპილარები – 0,5 მმ/წ,
- საშუალო ვენები – 60-140 მმ/წ,
- ღრუ ვენები - 200 მმ/წ.

გააანალიზეთ სხვაობა სისხლის სიჩქარეებს შორის სხვადასხვა სისხლძარღვებში და უპასუხეთ კითხვებს:

1. რომელ სისხლძარღვშია სისხლის მოძრაობის სიჩქარე ყველაზე მაღალი? ყველაზე დაბალი?
2. ფიზიკის კანონებზე დაყრდნობით რა შეგიძლიათ თქვათ ამ სისხლძარღვების მაქსიმალურ და მინიმალურ ჯამურ განივკვეთზე: როგორ იცვლება სისხლძარღვების ჯამური განივკვეთი აორტიდან სხვა სახის სისხლძარღვების მიმართულებით?
3. რა მნიშვნელობა აქვს, კაპილარებში სისხლის მოძრაობას მინიმალური სიჩქარით?

სავარაუდო პასუხები:

1. სიჩქარე ყველაზე მაღალია აორტაში, ხოლო ყველაზე დაბალ მაჩვენებელს აღწევს კაპილარებში.
2. სისხლძარღვების ჯამური განივკვეთი მატულობს აორტიდან კაპილარების მიმართულებით, ვინაიდან იგივე მიმართულებით ხდება სისხლის მოძრაობის სიჩქარის შემცირება.
3. კაპილარებში მიმდინარეობს ნივთიერებათა ცვლა ქსოვილებსა და სისხლს შორის დიფუზიის გზით, რაც საკმაოდ ნელი პროცესია. კაპილარებში სისხლის ნელი მოძრაობა მნიშვნელოვანია იმდენად, რამდენადაც უნდა „მოესწროს“ ნივთიერებათა ცვლა სისხლსა და ქსოვილებს შორის.

6. მასწავლებელი საუბრობს სისხლის წნევის, სისტოლური და დიასტოლური წნევის შესახებ. ის ამცნობს მოსწავლეებს, რომ მეცნიერებმა რთული გამოთვლების შედეგად დაადგინეს ფორმულა, რომელიც ასახავს სისტოლური და დიასტოლური წნევის დამოკიდებულებას ასაკზე. 7–დან 20 წლამდე სისტოლური და დიასტოლური წნევა გამოითვლება შემდეგი ფორმულებით:

$$\text{ა.წ. სისტ.} = 1,7 \times \text{ასაკი} + 83$$

$$\text{ა.წ. დიასტ.} = 1,6 \times \text{ასაკი} + 42$$

შემდეგ სთხოვს მოსწავლეებს ამ ფორმულების გამოყენებით გამოთვალონ საკუთარი სისტოლური და დიასტოლური წნევა.

სავარაუდოდ მოსწავლეები მიიღებენ შედარებით დაბალ ციფრებს, ვიდრე მოცემულია სახელმძღვანელოში ნორმის სახით.

მასწავლებელი უხსნის მოსწავლეებს სხვაობის მიზეზს: ბავშვების სისხლძარღვების კედლები უფრო ელასტიურია, ვიდრე ზრდასრულების, ამიტომ მათი სისხლის წნევა შედარებით დაბალია. ხანდაზმულ ასაკში სისხლძარღვების კედლები ნაკლებად ელასტიური ხდება, ამიტომ ხშირია წნევის მატებაც.

ტიპური შეცდომები

ჰემოდინამიკაზე საუბრისას, სტუდენტებმა არ იციან ვენებში სისხლის მოძრაობის მიმართულება, აგრეთვე ფაქტორები, რომლებიც აიძულებს სისხლს გადაადგილდეს მიზიდულობის ძალის საწინააღმდეგოდ. ხშირად ჰგონიათ, რომ როგორც სიჩქარე, ასევე წნევა ყველაზე დაბალია კაპილარებში. მოსწავლეებმა არ იციან კავშირი ქსოვილურ სითხესა და ლიმფას შორის.

სასარგებლო ინტერნეტლინკები;

გულის მუშაობა და სისხლის მიმოქცევა ორგანიზმში

<http://www.youtube.com/watch?v=JA0Wb3gc4mE>

<http://www.youtube.com/watch?v=NF68qhyfcoM&feature=related>

<http://www.youtube.com/watch?v=84PrHxJri9Q&feature=related>
<http://www.youtube.com/watch?v=waOSUpEHPQs&feature=related>
<http://www.youtube.com/watch?v=Pgl80Ue-AMo>

აქტივობა 5. როგორ მოქმედებს ფიზიკური დატვირთვა?

მიზანი: უშუალოდ დააკვირდეს ორგანიზმში განვითარებულ პროცესებს, აღრიცხოს მონაცემები, გამოიტანოს დასკვნა და იმსჯელოს ნერვული და ენდოკრინული სისტემის მარეგულირებელი მოქმედების შესახებ.

რესურსები: ფლიპჩარტები ჯგუფებში სამუშაოდ, ფერადი მარკერები.

მსვლელობა:

1. მასწავლებელი ყოფს კლასს ჯგუფებად და თითოეულ ჯგუფში გამოყოფს სტუდენტს – „პაციენტს“, რომელზეც ჯგუფის წევრები ჩაატარებენ დაკვირვებას.
მასწავლებელი აძლევს ჯგუფებს დავალებას:
 - 1) დააკვირდნენ პაციენტის ზოგიერთ მაჩვენებელს - სუნთქვის სიხშირეს, პულსაციას, კანის ფერს, ოფლის გამოყოფის ინტენსივობას ექსპერიმენტის საწყის ეტაპზე და დატვირთვის შემდეგ. დროის განსაზღვრულ შუალედებში, ექსპერიმენტის დაწყებამდე, ანუ საწყის მდგომარეობაში და დატვირთვის შემდეგ.

- 2) აღრიცხონ მონაცემები ორივე შემთხვევაში - დატვირთვამდე და დატვირთვის შემდეგ;
- 3) მოიფიქრონ ცხრილის ფორმა, სადაც სრულყოფილად შეძლებენ წარმოადგინონ დაკვირვების შედეგები;
- 4) გასცენ პასუხები შემდეგ კითხვებს:

- 1. როგორ შეიცვალა ფიზიკური დატვირთვის შედეგად პულსაცია? სუნთქვის სიხშირე?
- 2. კიდეც რომელი მაჩვენებლების ცვლილება შენიშნეთ?
- 3. რომელი ორგანოთა სისტემების მოქმედება შეიცვალა ფიზიკური დატვირთვის შედეგად?
- 4. რომელი ორგანოთა სისტემების მოქმედებამ განაპირობა სუნთქვისა და სისხლის მიმოქცევის შეთანხმებული ცვლილება ფიზიკური დატვირთვის პროცესში?
- 5. იმსჯელე, რაში გამოიხატება ნერვული და ენდოკრინული სისტემების შეგუებითი მნიშვნელობა ორგანიზმისათვის?

სავარაუდო პასუხები:

დაკვირვების მარტივი ცხრილის ფორმა, რომელიც შეიძლება წარმოადგინონ ჯგუფებმა დაკვირვების შედეგების აღსარიცხად:

	პულსაცია				სუნთქვის სიხშირე	კანის ფერი	ოფლიანობა
<i>ექსპერიმენტის დაწყებამდე (მოსვენებული მდგომარეობა)</i>							
<i>ფიზიკური დატვირთვის შემდეგ (ფიზიკური აქტივობის)</i>							

მდგომარეობა)				
--------------	--	--	--	--

1. პულსაცია და სუნთქვის სიხშირე გაიზარდა.
 2. კანი გავარდისფერდა–გაწითლდა, ოფლიანობამ მოიმატა.
 3. გულ–სისხლძარღვთა, სუნთქვის, გამომყოფი და სხვ.
 4. ნერვული და ენდოკრინული ორგანოთა სისტემების მოქმედებამ.
 5. ფიზიკური დატვირთვის შედეგად ორგანიზმს დასჭირდა მეტი ენერგია, ამიტომ მისი მოთხოვნილება ჟანგბადზე გაიზარდა. შესაბამისად, ნერვულმა და ენდოკრინულმა სისტემამ გააძლიერა სუნთქვისა და გულ–სისხლძარღვთა სისტემის მუშაობა. შედეგად ორგანიზმა მიიღო მეტი ჟანგბადი, რომელიც სისხლის მეშვეობით მიეწოდება კუნთის უჯრედებს, უჯრედში ხდება ორგანული ნივთიერებების დაჟანგვა და საჭირო ენერგიის გამონთავისუფლება.
2. ჯგუფები მუშაობენ და დასრულების შემდეგ წარადგენენ თავიანთ ნამუშევრებს; ხდება სხვადასხვა ჯგუფის შედეგების შედარება, საერთო ტენდენციების დაფიქსირება და ანალიზი.

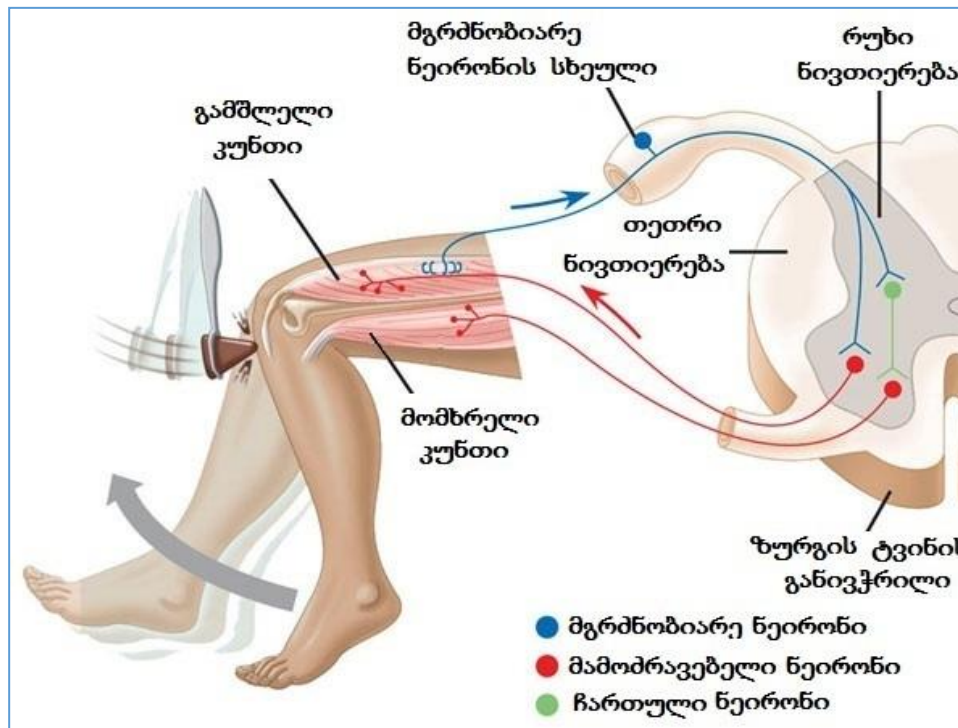
აქტივობა 6. რეფლექსური რკალი

მიზანი: სტუდენტმა აღწეროს მარტივი რეფლექსური რკალი და შეადგინოს მისი სქემატური გამოსახულება.

რესურსები: მუხლის რეფლექსის ამსახველი თვალსაჩინოება, ფურცელზე დაბეჭდილი ტექსტი თავისუფალი ადგილებით.

მსვლელობა:

- ერთ-ერთი სტუდენტის დახმარებით მასწავლებელი აკეთებს მუხლის რეფლექსის დემონსტრირებას. მასწავლებელი სთხოვს სტუდენტებს დააკვირდნენ ორგანიზმის საპასუხო რეაქციას და მოიფიქრონ, სხეულის რომელი სტრუქტურები მონაწილეობენ ამ პროცესში.
- პასუხების მოსმენის შემდეგ მასწავლებელი იყენებს მუხლის რეფლექსური რკალის ამსახველ თვალსაჩინოებას და აკეთებს მინი-ლექციას ზურგის ტვინის რეფლექსური მოქმედების, რეფლექსური რკალისა და მისი კომპონენტების შესახებ.



3. მასწავლებელს გამოაქვს ეკრანზე, ან წერს დაფაზე რეფლექსური რკალის ხუთი ძირითადი კომპონენტის სახელწოდებას არასწორი თანმიმდევრობით:
ჩართული ნეირონი, მგრძნობიარე ნეირონი, მუშა ორგანო, რეცეპტორი, მამოძრავებელი ნეირონი;
აწყვილებს სტუდენტებს და სთხოვს მათ დააღაგონ ტერმინები თანმიმდევრობით, რომლითაც აგზნება გაივლის რეფლექსურ რკალს.

4. მასწავლებელი ყოფს კლასს ოთხ ჯგუფად და თითოეულს სამუშაოდ აძლევს ოთხი დასახელებული რეფლექსიდან ერთ-ერთს: *ნერწყვის გამოყოფის, მუხლის, კანის მექანიკური გაღიზიანების, კუჭის წველის გამოყოფის.*
თითოეულ ჯგუფს ევალება დაადგინოს მოცემული რეფლექსის რეფლექსური რკალის ხუთი კომპონენტი და გამოსახოს აგზნების გატარება სქემატურად.

5. ჯგუფები მუშაობენ და დასრულების შემდეგ წარადგენენ თავიანთ ნამუშევრებს. პრეზენტაციების წარდგენის პროცესში მასწავლებელი რთავს მთელ კლასს, აკეთებს კომენტარებს და აფასებს პრეზენტაციებს.

6. დასასრულს რეფლექსიის მიზნით, მასწავლებელს გამოაქვს ეკრანზე ან ურიგებს კლასს ნაბეჭდ ტექსტს გამოტოვებული ადგილებით რეფლექსური რკალისა და მისი კომპონენტების შესახებ, სთხოვს მოსწავლეებს იმუშაონ ინდივიდუალურად და შეავსონ ტექსტში გამოტოვებული ადგილები სათანადო ტერმინებით.

რეფლექსური რკალი და მისი კომპონენტები

ორგანიზმის სწრაფ საპასუხო რეაქციას რაიმე სახის გამღიზიანებლის მოქმედებაზე —
———— ეწოდება. გზას, რომელსაც გაივლის ნერვული იმპულსი გამღიზიანებლის
ზემოქმედების ადგილიდან მოპასუხე ორგანომდე კი —————. ეს უკანასკნელი —
———— ძირითადი კომპონენტისაგან შედგება. პირველად გაღიზიანებას აღიქვამს —
————, სადაც სხვადასხვა სახის ზემოქმედება ნერვულ ————— გარდაიქმნება.
რეფლექსური რკალის შემდეგი კომპონენტია ————— ნეირონი. მისი საშუალებით აგზნება
გადაეცემა ————— ნეირონს, რომელიც ცენტრალურ ნერვულ სისტემაშია
მოთავსებული. აქედან კი ნერვული იმპულსი მიემართება ————— ნეირონისაკენ,
რომელიც საბოლოოდ ————— უკავშირდება. ეს უკანასკნელი უშუალოდ რეაგირებს
გარემოს ზემოქმედებაზე, მაგალითად, ————— იკუმშება, ხოლო ————— გამოყოფს
სეკრეტს.

ტექსტის შევსებული ვარიანტი:

რეფლექსური რკალი და მისი კომპონენტები

ორგანიზმის სწრაფ საპასუხო რეაქციას რაიმე სახის გამღიზიანებლის მოქმედებაზე **რეფლექსი** ეწოდება. გზას, რომელსაც გაივლის ნერვული იმპულსი გამღიზიანებლის ზემოქმედების ადგილიდან მოპასუხე ორგანომდე კი – **რეფლექსური რკალი**. ეს უკანასკნელი **ხუთი** ძირითადი კომპონენტისაგან შედგება. პირველად გაღიზიანებას აღიქვამს **რეცეპტორი**, სადაც სხვადასხვა სახის ზემოქმედება ნერვულ **იმპულსად** გარდაიქმნება. რეფლექსური რკალის შემდეგი კომპონენტია **მგრძნობიარე** ნეირონი. მისი საშუალებით აგზნება გადაეცემა

ჩართულ ნეირონს, რომელიც ცენტრალურ ნერვულ სისტემაშია მოთავსებული. აქედან კი ნერვული იმპულსი მიემართება **მამოძრავებელი** ნეირონისაკენ, რომელიც საბოლოოდ **მუშა ორგანოს** უკავშირდება. ეს უკანასკნელი უშუალოდ რეაგირებს გარემოს ზემოქმედებაზე, მაგალითად, **კუნთი** იკუმშება, ხოლო **ჯირკვალი** გამოყოფს სეკრეტს.

აქტივობა 7. პირობითი და უპირობო რეფლექსები

მიზანი: გაარჩიოს ერთმანეთისაგან პირობითი და უპირობო რეფლექსები, შეადაროს ისინი ერთმანეთს, წარმოადგინოს შედეგები ცხრილის სახით, დაასახელოს ნერვული სტრუქტურები, რომლებიც ჩართულია პირობითი და უპირობო რეფლექსების განხორციელებაში.

რესურსები: საინფორმაციო ტექსტი/სახელმძღვანელო პირობითი და უპირობო რეფლექსების შესახებ, მათ შორის განსხვავების შესახებ; ტექსტი უპირობო და პირობითი რეფლექსების ამოსაცნობად.

მსვლელობა:

1. მასწავლებელი სვამს კითხვებს:

- გამოგიცდიათ თუ არა, როგორ ძლიერდება ნერწყვის გამოყოფა, როდესაც ხედავთ სასურველ საკვებს, გრძნობთ სასიამოვნო სუნს ან უბრალოდ ფიქრობთ საკვებზე?
- რომელი კომპონენტები მონაწილეობენ ნერწყვის გამოყოფის რეფლექსურ რკალში?
- შედიან თუ არა ამ რკალში თვალის რეცეპტორები ან ყნოსვის რეცეპტორები?
- თქვენი აზრით, რატომ იწვევს ნერწყვის გამოყოფას საკვების დანახვა ან მისი სუნის შეგრძნება?

2. პასუხების მოსმენის შემდეგ მასწავლებელი ურიგებს კლასს საინფორმაციო შინაარსის ტექსტს პირობითი და უპირობო რეფლექსების, მათ შორის მსგავსება–განსხვავების შესახებ, ან იყენებს სახელმძღვანელოში მოცემულ მასალას. მასწავლებელი ავალებს კლასს ინდივიდუალურად წაიკითხონ და გაიაზრონ მოცემული ინფორმაცია.

3. მასწავლებელი ყოფს კლასს ჯგუფებად და ავალებს თითოეულს:

ა) შეადარონ უპირობო და პირობითი რეფლექსები შემდეგი კრიტერიუმების მიხედვით:

- თანდაყოლილია, თუ შეძენილი;
- ახასიათებს თუ არა ერთი სახეობის ყველა ინდივიდს;
- რჩება სიცოცხლის ბოლომდე, თუ იცვლება ახალი პირობების შესაბამისად.
- ნერვული სისტემის რომელი სტრუქტურები მონაწილეობენ მის განხორციელებაში.

ბ) წარმოადგინონ შედარების შედეგები ცხრილის სახით:

უპირობო რეფლექსები	პირობითი რეფლექსები

გ) მოიყვანონ უპირობო და პირობითი რეფლექსების 2-2 მაგალითი.

ცხრილის შევსებული ვარიანტი:

უპირობო რეფლექსი	პირობითი რეფლექსი
თანდაყოლილია	შემენილია
ერთნაირად ახასიათებს ერთი სახეობის ყველა ინდივიდს	ერთი სახეობის სხვადასხვა ინდივიდს გააჩნია სხვადასხვა სახის
რჩება უცვლელი სიცოცხლის ბოლომდე	დროთა განმავლობაში შეიძლება გაქრეს და წარმოიქმნას ახალი, რაც ხელს უწყობს ორგანიზმის შეგუებას გარემოს ცვლად პირობებთან
ხორციელდება ზურგის ტვინისა და თავის ტვინის ღეროს მიერ	მისი განხორციელებისათვის აუცილებელია თავის ტვინის ქერქის მონაწილეობა

4. რეფლექსიის მიზნით მასწავლებელი ურიგებს კლასს მცირე ზომის ტექსტს; სთხოვს სტუდენტებს იმუშაონ წყვილებში; წაიკითხონ, გამოყონ მოქმედებები, რომელიც ასახავს რეფლექსს და დააჯგუფონ ისინი უპირობო და პირობით რეფლექსებად.

გათენებულიყო. დილის მზის სხივებმა გააღვიძა. თვალები გაახილა, მაგრამ ძლიერი სინათლისგან მაშინვე მოჭუტა. იგრძნო, შიმშილისაგან როგორ ეწვოდა კუჭი. გონებაში ცხელი, გემრიელი საუზმე წარმოიდგინა. ცხვირს თითქოს მადის აღმძვრელი სურნელიც კი

მიწვდა და პირი ნერწყვით აევისო. საწოლიდან სწრაფად წამოდგა და მაცივრისკენ გაემართა. თუმცა გაახსენდა, ორი დღის წინ მაცივარს თავად შეუცვალა ადგილი. სწრაფი მოძრაობისაგან თავბრუ დაეხვა და შეტორტმანდა, უცბადვე აღიდგინა წონასწორობა. მოტრიალდა და მაცივრის ძეგნაში ოთახი მოათვალიერა. ამასობაში ზარის ხმა გაისმა. შეკრთა, თვალები კარს მიაპყრო და ზარის განმეორებას დაელოდა.

5. დასასრულს მასწავლებელს გამოაქვს დავალების სწორი ვერსია და სთხოვს ბავშვებს საკუთარი ნამუშევრის შემოწმებას.

უპირობო რეფლექსები	პირობითი რეფლექსები
თვალების მოჭუტვა ძლიერი შუქისაგან დაზიანების ასარიდებლად (თავდაცვის რეფლექსი)	ნერწყვის გამოყოფა საკვების წარმოდგენის შედეგად
კუჭის წვა – კუჭის წვენის გამოყოფა შიმშილის დროს (კვებითი რეფლექსი)	მაცივრისკენ გახედვა – პირობითი რეფლექსი მაცივრის ადრინდელ მდებარეობაზე
წონასწორობის აღდგენა სწრაფი და უხერხული მოძრაობის შედეგად (თავდაცვის რეფლექსი)	
რეაგირება ზარის ხმაზე – უცნობ გამღიზიანებელზე (საორიენტაციო რეფლექსი)	

სასარგებლო ინტერნეტლინკები;