

ბიოლოგია

10

მოსწავლის წიგნი

ნაწილი II

2022

ბიოლოგია

10

მოსწავლის წიგნი

ნაწილი II

Don't Copy

სარჩევი

თემა – უჯრედის გამრავლება

1. უჯრედის სასიცოცხლო ციკლი. მიტოზი.....	9
2. მეიოზი.....	17
3. მემკვიდრული ინფორმაციის ორგანიზება პროკარიოტებში	23
4. მემკვიდრული ინფორმაციის ორგანიზება და რეალიზება ეუკარიოტებში.....	29
5. ღეროვანი უჯრედები და მათი პრაქტიკული გამოყენება	36
შეჯამე შენი ცოდნა და გამოცადე შენი უნარები.....	46
პროექტი – ენდოპროთეზირება.....	52
პროექტი – ლაბორატორიული ხორცი – მომხრეები და მონინაალმდეგები.....	55
პროექტი – რევოლუცია სტომატოლოგიაში	58
ლექსიკონი.....	60
საკვანძო სიტყვები	71

Don't copy

პირობითი ნიშნები



– ტექსტში ჩართული კითხვები



– კვლევითი სამუშაო, ექსპერიმენტის დაგეგმვა, ჩატარება, ანალიზი



– ცხრილების, დიაგრამების, ტაბულების, სქემების, ნახატების შედგენა და ანალიზი



– სხვადასხვა სახის კითხვები და ტესტები



– დასკვნითი ნაწილი



– დამატებითი ინფორმაცია და რჩევები



<https://bit.ly/3MRHzdI>

– QR კოდებიდან პირდაპირ ბმულზე გადასვლა შესაძლებელია სმარტ-ფონითა და პლანშეტით (ჩამოტვირთეთ პროგრამა – QR Code reader) ან მითითებული ინტერნეტმისამართით

შენი და შენი თანატოლების ინტერესების გათვალისწინებით, წიგნში მოცემული დავალებები გადაიტანე და შეასრულე რვეულში.

მოუფრთხილდი წიგნს!

თემა – უჯრედის გამრავლება

1. უჯრედის სასიცოცხლო ციკლი. მიტოზი
2. მიოზი
3. მემკვიდრული ინფორმაციის ორგანიზება პროკარიოტაჟში
4. მემკვიდრული ინფორმაციის ორგანიზება და რეალიზება ეუკარიოტაჟში
5. ღეროვანი უჯრედები და მათი პრაქტიკული გამოყენება

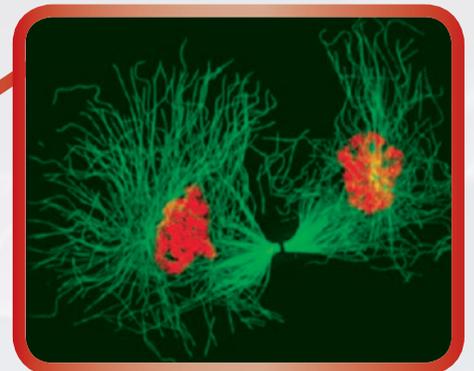
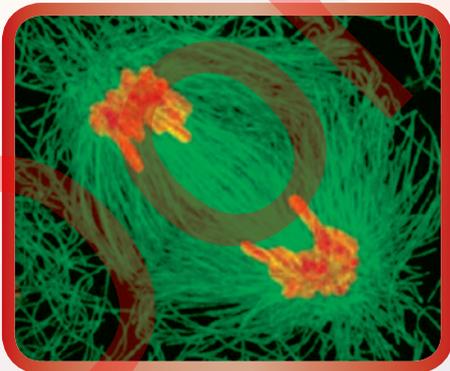
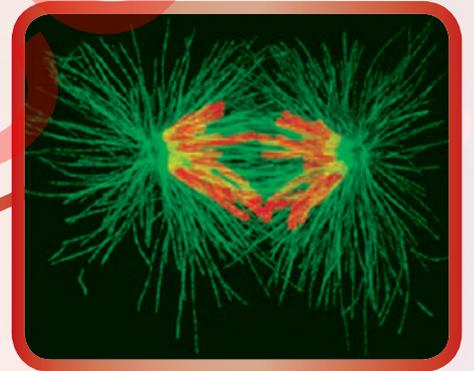
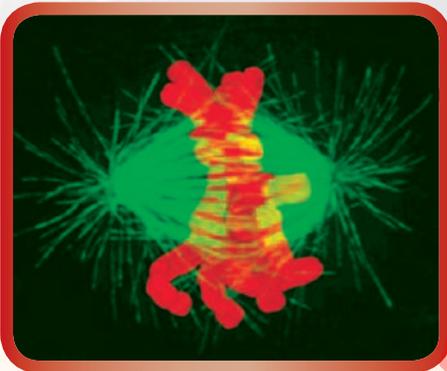
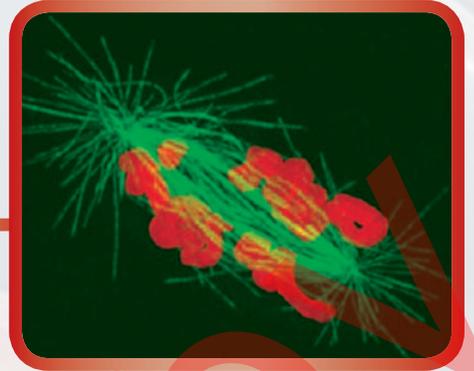
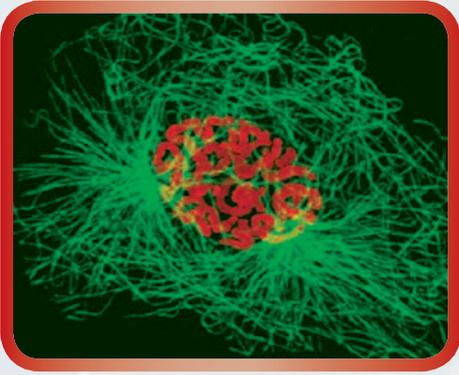
სიცოცხლის აღსაწერად მეცნიერები ყველა ცოცხალისთვის დამახასიათებელ რამდენიმე ძირითად სასიცოცხლო თვისებას შორის გამრავლებას ასახელებენ. რომ არა ეს უნარი, სიცოცხლე დედამიწაზე შეწყდებოდა.

მაგრამ გამრავლება არ ნიშნავს ინდივიდების მხოლოდ რიცხოვნობის ზრდას. გამრავლება თავისივე მსგავსის წარმოქმნის პროცესია. ამ პროცესში, მშობლები შთამომავლებს მემკვიდრული ინფორმაციის მატარებელ მოლეკულებს გადასცემენ.



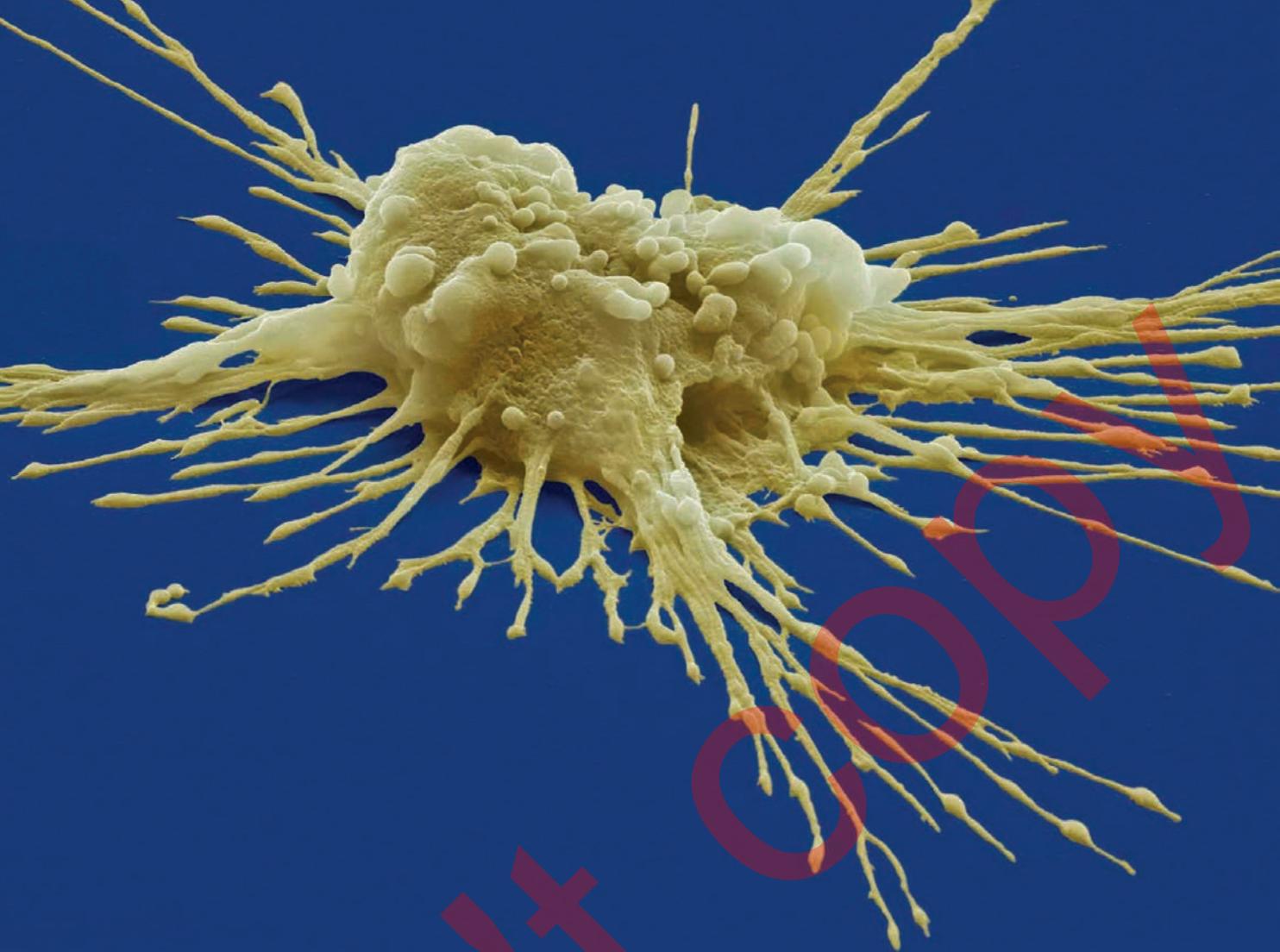
დნმ შეიცავს ყველა გენს, რომლებიც უჯრედს შეიძლება დასჭირდეს საკუთარი სტრუქტურის ასაგებად და სასიცოცხლო პროცესების სხვადასხვა სიტუაციაში წარსამართვად მთელი სიცოცხლის განმავლობაში.

დნმ-ის მოლეკულის ნებისმიერი ცვლილება შეიძლება აღმოჩნდეს ბიომრავალფეროვნების საფუძველი.



გამრავლების ფორმების მრავალფეროვნების მიუხედავად, ყოველ მათგანს უჯრედების გაყოფა უდევს საფუძვლად.

უჯრედებს გაყოფის კონტროლის მკაცრი მექანიზმი აქვს, რომლის დარღვევა დაავადებების სახით ვლინდება.



კანის ლეროვანი უჯრედები

მრავალწლიანი მუშაობის შემდეგ, მეცნიერებმა შეძლეს ლაბორატორიულ პირობებში ქიმიური რეპროგრამირების გზით კანის ლეროვანი უჯრედების სისხლის ლეროვან უჯრედებად გარდაქმნა. ისინი იმედოვნებენ, რომ ეს მიღწევა შესაძლებელს გახდის კანის ლეროვანი უჯრედების გამოყენებას მედიცინაში. ის წარმატებით ჩაანაცვლებს ძვლის ტვინის გადანერგვის მეთოდს.

1

უჯრედის სასიცოცხლო ციკლი. მიტოზი

შენ შეძლებ:

- დაასაბუთო, რომ გამრავლება არის მნიშვნელოვანი სასიცოცხლო თვისება;
- დაასახელო უჯრედის სასიცოცხლო ციკლის ხანგრძლივობა სხვადასხვა ქსოვილსა და ორგანიზმში და ახსნა ასეთი მრავალფეროვნების მიზეზი;
- აღწერო G_1 , S და G_2 ფაზაში მიმდინარე პროცესები. იმსჯელო ინტერფაზის მნიშვნელობაზე უჯრედის სასიცოცხლო ციკლში და დააკავშირო ის უჯრედის სხვა სასიცოცხლო თვისებებთან;
- აღწერო ქრომოსომების სტრუქტურა უჯრედის სასიცოცხლო ციკლის სხვადასხვა ეტაპზე და ახსნა მისი ცვლილებების მიზეზები;
- დეტალურად აღწერო უჯრედის მიტოზური გაყოფის ფაზები და ახსნა შვილეულ უჯრედებში ქრომოსომების განაწილების კანონზომიერებები;
- განასხვავო უჯრედის მიტოზური გაყოფის მნიშვნელობა ერთუჯრედიანი და მრავალუჯრედიანი ორგანიზმებისთვის;
- დაასაბუთო როგორ აისახება ადამიანის ჯანმრთელობაზე უჯრედული ციკლის კონტროლის მექანიზმების მოშლა.

- იმეტყველე როგორც მეცნიერმა
- უჯრედის სასიცოცხლო ციკლი
- კარიოკინეზი
- ციტოკინეზი

ზრდასრული ადამიანის ორგანიზმში ყოველდღე, დაახლოებით, 25 000 000 ახალი უჯრედი წარმოიქმნება, არსებული უჯრედების ორად გაყოფის გზით.

უჯრედის სასიცოცხლო ციკლი უჯრედის სიცოცხლის პერიოდია, მისი წარმოქმნიდან შვილეულ უჯრედებად დაყოფამდე.

უჯრედის სასიცოცხლო ციკლის ხანგრძლივობა უჯრედის ტიპსა და მის საარსებო გარემოზეა დამოკიდებული. მაგალითად, ბაქტერიულ უჯრედებს შეუძლიათ ყოველ 20 წუთში ერთხელ გაყოფა, ნაწლავის ეპითელის უჯრედებს – ყოველ 8-10 საათში, ხახვის ფესვის წვერის უჯრედებს – ყოველ 20 საათში, ხოლო ნერვული სისტემის უჯრედების უმრავლესობა არასდროს იყოფა.

უჯრედის სასიცოცხლო ციკლს ინტერფაზად და მიტოზად ყოფენ.

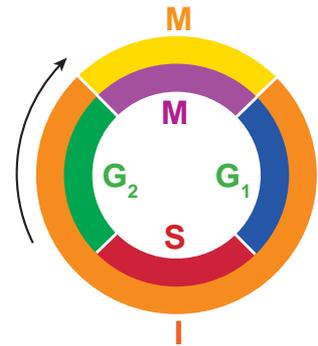
მიტოზი ეუკარიოტული უჯრედის გაყოფის ძირითადი ხერხია. მას უჯრედის არაპირდაპირ გაყოფასაც უწოდებენ. მიტოზური გაყოფისას დედისეული უჯრედი ორ შვილეულ უჯრედად ისე იყოფა, რომ შვილეულ უჯრედებს თავისი სახეობისთვის დამახასიათებელ ქრომოსომულ კომპლექტს გადასცემს. ამის მისაღწევად გაყოფამდე დედისეული უჯრედი დიდხანს ემზადება. მოსამზადებელ ეტაპს ინტერფაზა ჰქვია.

ინტერფაზა

როგორც ილუსტრაციაზე ხედავ, ინტერფაზა უჯრედის სასიცოცხლო ციკლის დიდ ნაწილს იკავებს. უჯრედი თავის სპეციფიკურ ფუნქციებს სწორედ ინტერფაზის პერიოდში ასრულებს.

ყველაზე მნიშვნელოვანი პროცესი, რომელიც ინტერფაზაში ხდება, დნმ-ის სინთეზია. ამიტომ ამ ფაზას S ფაზა უწოდეს (ინგლ. Synthesis). ის ინტერფაზის შუა პერიოდში მიმდინარეობს.

S ფაზამდე ქრომატინი დნმ-ის ერთი მოლეკულისგან შედგება. დნმ-ის გაორმაგების შედეგად, წარმოიქმნება დნმ-ის ორი, აბსოლუტურად იდენტური მოლეკულა – ქრომატიდა. ინტერფაზაში ქრომატიდები აბურდულ ძაფს ჰგვანან.



■ ინტერფაზა ■ მიტოზი
უჯრედის სასიცოცხლო ციკლი

ინტერფაზის პერიოდებს S ფაზამდე და მის შემდეგ სიმბოლურად G₁ და G₂ ასოებით აღნიშნავენ (ინგლ. Gap – ნაპრალი, ინტერვალი, გაჩერება). რაც ყველაზე მნიშვნელოვანია, სიმბოლო G ამ ფაზებში უჯრედის ზრდაზეც მიუთითებს (ინგლ. Growth - ზრდა).

G₁ ფაზაში უჯრედი ზომაში მატულობს. წარმოიქმნება მიტოქონდრიები, ლიზოსომები, რიბოსომები, უჯრედის სხვა ორგანოიდები; სინთეზირდება რ-რნმ, ტ-რნმ, ი-რნმ; ინტენსიურად მიმდინარეობს კონკრეტული უჯრედისთვის დამახასიათებელი ყველა მეტაბოლური პროცესი; ხდება დნმ-ის რეპლიკაციისთვის საჭირო ფერმენტებისა და სხვა სტრუქტურული ცილების სინთეზი.

G₂ ფაზაში უჯრედი ზრდას განაგრძობს. სინთეზირდება მიკრომილაკების შემადგენელი ცილები, ატფ; იყოფა მიტოქონდრიები, ქლოროპლასტები; ორმაგდება ცენტრიოლები; იზრდება უჯრედის ენერგეტიკული რესურსი. ამ ფაზის ბოლოს უჯრედის გასაყოფად მზადდება დამთავრებულია.

ინტერფაზაში სხვადასხვა ნივთიერების სინთეზი, უჯრედული სტრუქტურების წარმოქმნა, უჯრედის ზრდა დამოკიდებულია უჯრედის ისეთ სხვა სასიცოცხლო თვისებებზე, როგორცაა მაგ., კვება, სუნთქვა, მოძრაობა და ა.შ.

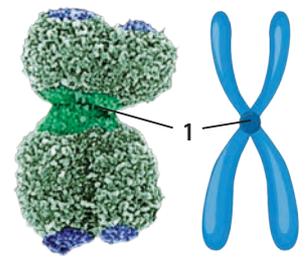
მიტოზი

უჯრედს თუ სასიცოცხლო ციკლის სხვადასხვა ეტაპზე მიკროსკოპით დააკვირდები, იმდენად განსხვავებულ სურათს დაინახავ, ძნელად დაიჯერებ, რომ ერთსა და იმავე უჯრედს ათვალიერებ.

უჯრედის მიტოზური გაყოფა უწყვეტი პროცესია, რომლის ყოველი ფაზა შეუმჩნეველად გადადის შემდგომ ფაზაში, მაგრამ მისი აღწერის მოხერხებულობისთვის მას ოთხ ფაზად ყოფენ.

პროფაზა

მიტოზი პროფაზით იწყება. ის მიტოზის ყველაზე ხანგრძლივი ფაზაა. ამ დროს ცვლილებები ხდება როგორც ბირთვში, ისე ციტოპლაზმაში. ბირთვი მოცულობაში იზრდება, ქრომატიდები იწყებენ სპირალურად დახვევას იმდენად ძლიერად, რომ საწყისი სიგრძის მხოლოდ 4% ხდებიან. S ფაზაში წარმოქმნილი და ერთმანეთთან ცენტრომერებით (1) დაკავშირებული ქრომატიდები, რომლებიც ერთ მთლიან ქრომოსომას ქმნიან, უკვე განსაზღვრულ, სხვებისგან განსხვავებულ ფორმას იძენენ. უჯრედის ბირთვში ქრება ბირთვაკები, ბირთვის მემბრანა იშლება და ბირთვის გარსი ქრება. ინტერფაზაში გაორმაგებული ცენტრიოლები შორდება ერთმანეთს და პოლუსებისკენ მიემართება. ცენტრიოლებიდან გამომავალი მიკრომილაკები იწყებენ გაყოფის თითისტარას წარმოქმნას. ზოგიერთი მიკრომილაკი ბირთვიდან ციტოპლაზმაში გადმოსული ქრომოსომების ცენტრომერებს უკავშირდება და ქრომოსომებს უჯრედის ეკვატორული უბნისკენ უბიძგებს. ზოგი მიკრომილაკი სანინალმდეგო პოლუსიდან გამოსულ მიკრომილაკს უერთდება.



მეტაფაზა

ამ მომენტიდან იწყება მიტოზის მეორე ფაზა – მეტაფაზა, რომელშიც ქრომოსომები ეკვატორულ სიბრტყეში, საბოლოოდ, ერთ მწკრივად ლაგდებიან. მიაქციე ყურადღება, საპირისპირო პოლუსებიდან გამოსული ძაფები თითოეული ქრომოსომის სხვადასხვა ქრომატიდასთანაა დაკავშირებული.

როდესაც სურთ, შეისწავლონ ქრომოსომების სტრუქტურა, რიცხვი, ზომა და ფორმა, დასაკვირვებლად სწორედ მიტოზის ამ ფაზას ირჩევენ, ვინაიდან ქრომოსომები ყველაზე კარგად მეტაფაზაში ჩანს.

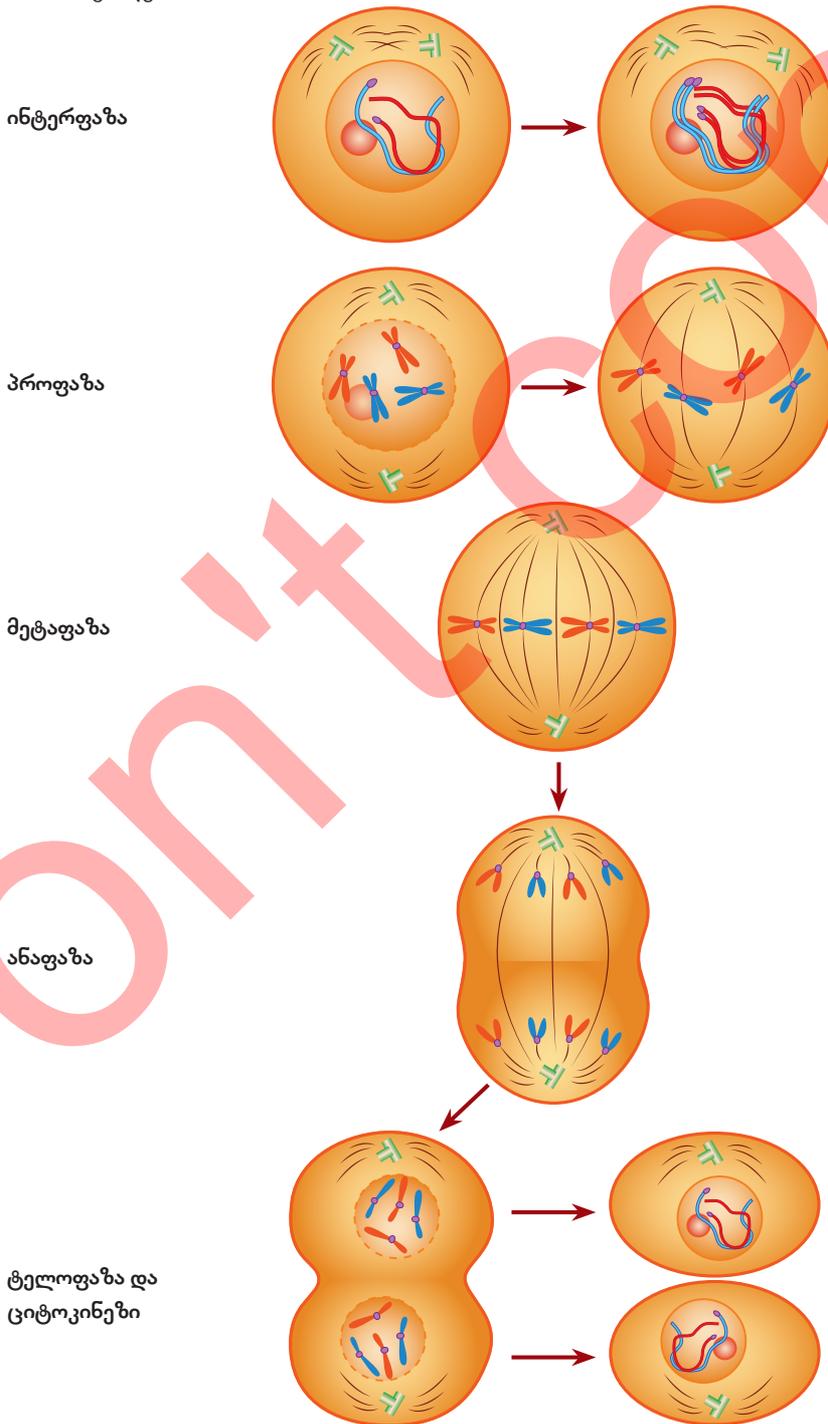
ანაფაზა

მეტაფაზას ანაფაზა მოსდევს. ანაფაზაში ქრომატიდებთან დაკავშირებული მიკრომილაკები მოკლდება. ამის გამო ერთი ქრომოსომის ქრომატიდები ერთმანეთს სცილდება და საბოლოოდ უჯრედის სხვადასხვა პოლუსზე ერთნაირი გენეტიკური ინფორმაციის შემცველი ქრომატიდები, ანუ შვილური ქრომოსომები, აღმოჩნდება.

ის მიკრომილაკები, რომლებიც ქრომოსომებთან არ არის დაკავშირებული, ანაფაზში გრძელდებიან, რასაც უჯრედის ფორმის შეცვლა მოჰყვება – ისიც გრძელდება და ოვალის ფორმას იღებს.

ტელოფაზა

მიტოზის ბოლო ფაზა **ტელოფაზა**. პოლუსებზე მიღწევის შემდეგ, ქრომატიდების ძაფები იწყებენ გაშლას – დესპირალიზაციას. სინათლის მიკროსკოპში კარგად შესამჩნევი სტრუქტურებიდან ისინი ისევ თხელ, ძაფისებრ წარმონაქმნებად გარდაიქმნებიან. თანდათან წარმოიქმნება ბირთვის მემბრანები, ბირთვაკები და ყალიბდება ორი ბირთვი. ამით ბირთვის გაყოფის პროცესი, ანუ **კარიოკინეზი**, მთავრდება.



კარიოკინეზს ციტოკინეზი მოსდევს. ციტოკინეზს ციტოპლაზმის გაყოფას უწოდებენ. ამ დროს ორ მომავალ უჯრედს შორის ორგანოიდებიც გადანაწილდება. ციტოპლაზმა აქტივის ძაფებით უჯრედის შუა ნაწილში ვიწროვდება, გადაიღვედება და ორად იყოფა. საბოლოოდ, ორი ერთნაირი უჯრედი ერთმანეთისგან გამოიყოფა.

რამდენი ქრომოსომა და რამდენი ქრომატიდა იქნება ადამიანის ახლად წარმოქმნილ სომატურ შვილულ უჯრედებში?

ამრიგად, უჯრედის მიტოზური გაყოფა დედისეული უჯრედიდან ისეთი ორი უჯრედის წარმოქმნის პროცესია, რომლებიც, გენეტიკური ინფორმაციის რაოდენობრივი და თვისობრივი შემცველობის თვალსაზრისით, როგორც ერთმანეთის, ისე დედისეული უჯრედის იდენტურია.

უჯრედის მიტოზური გაყოფა ერთუჯრედიანი ეუკარიოტული ორგანიზმებისთვის გამრავლების საშუალებაა. მრავალუჯრედიან ორგანიზმებში კი უჯრედების ინტენსიური გაყოფა აუცილებელია, რათა ერთადერთი უჯრედიდან მილიარდობით უჯრედების შემცველი ორგანიზმი განვითარდეს. ამასთან, უჯრედების მუდმივი გაყოფა აუცილებელია, რათა ახლადწარმოქმნილმა უჯრედებმა დაღუპული უჯრედები შეცვალონ, სხვადასხვა დაზიანების დროს კი ორგანოები და ქსოვილები აღადგინონ.

უჯრედული ციკლის ფაზების მონაცვლეობა რეგულირდება ე.წ. უჯრედული ციკლის საკონტროლო სისტემით, რომელსაც სპეციფიკური ცილები წარმოადგენს. მუტაციები ამ ცილების შესაბამის გენებში იწვევს ცილების სტრუქტურის ცვლილებას, რაც უჯრედის უკონტროლო გამრავლებით, ანუ სხვადასხვაგვარი სიმსივნის სახით შეიძლება გამოვლინდეს. მაგალითად, დადასტურებულია, რომ თამბაქოს კვამლი ძირითადად ფილტვების, ალკოჰოლის ჭარბი მოხმარება – ღვიძლის, ცხიმებით მდიდარი საკვები – მსხვილი ნაწლავისა და წინამდებარე ჯირკვლის, ულტრაიისფერი გამოსხივება კი კანის სიმსივნეს იწვევს.

რას ამბობს ტერმინი

კარიოკინეზი – (ბერძნ. კარიონ – ბირთვი, კინეზის – მოძრაობა);
ციტოკინეზი – (ბერძნ. ციტოს – უჯრედი, კინეზის – მოძრაობა).

! გამრავლება უჯრედის ერთ-ერთი უმნიშვნელოვანესი სასიცოცხლო თვისებაა. უჯრედის ერთი გაყოფიდან მეორე გაყოფამდე პერიოდს უჯრედის სასიცოცხლო ციკლი ჰქვია, რომლის ხანგრძლივობა უჯრედის ტიპსა და მის საარსებო გარემოზე დამოკიდებულია. უჯრედის სასიცოცხლო ციკლი ინტერფაზასა და მიტოზს მოიცავს. მიტოზური გაყოფის შედეგად მიღებულ შვილულ უჯრედებს რაოდენობრივად და თვისობრივად ერთნაირი გენეტიკური ინფორმაცია აქვს და ის ზუსტად ისეთია, როგორც დედისეულ უჯრედს ჰქონდა. უჯრედულ ციკლს სპეციფიკური ცილები წარმართავს. ამ მექანიზმის მოშლა სხვადასხვა ფაქტორით, მაგალითად, თამბაქოსა და ალკოჰოლის ჭარბად მოხმარებით, არასრულფასოვანი კვებით, შეიძლება უჯრედის სიმსივნური გადაგვარების მიზეზი გახდეს.

მიტოზური გაყოფის სხვადასხვა ფაზაში მყოფი უჯრედები შენც შეგიძლია დაინახო ამისთვის:

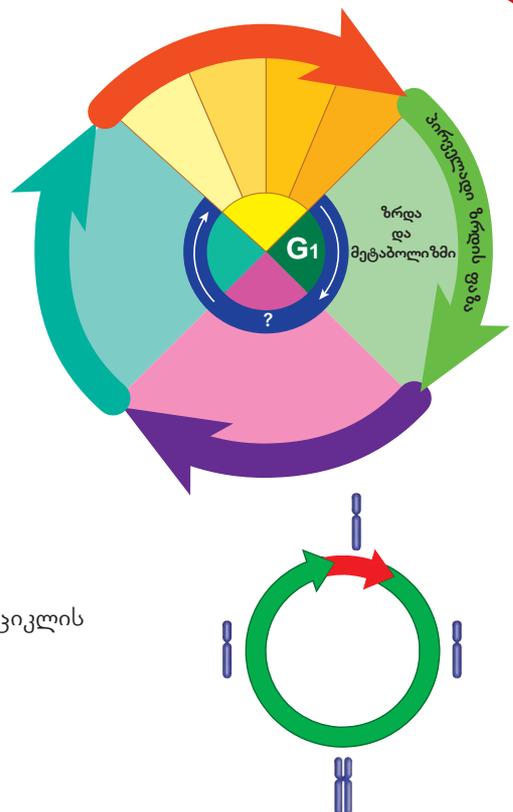
- მოათავსე ნივრის კბილი წყლიან სინჯარაში ისე, რომ მისი ფუძე წყალში იყოს. დატოვე სინჯარა 3-4 დღე.
- ნივრის კბილს რამდენიმე 1-2 სმ სიგრძის ფესვი განუვითარდება. ფრთხილად მოაჭერი ამ ფესვებს წვერები.
- მოათავსე ფესვის მოჭრილი ნაწილები სინჯარაში, რომელშიც ძმარმუჯვა ასხია. დაახურე თავი სინჯარას და დატოვე მთელი ღამე ოთახის ტემპერატურაზე.

- ფრთხილად გადაიტანე პინცეტით ფესვის ნაწილები პეტრის ფინჯანში, რომელშიც გამოხდილი წყალი ასხია. გამოცვალე ფინჯანში წყალი რამდენჯერმე.
- გადაიტანე ფესვის წვერები სინჯარაში, რომელშიც მარილმუყავას ერთმოლური ხსნარი ასხია და გააჩერე 3 წთ 60° C ტემპერატურაზე.
- გადაიტანე ფესვის წვერები სინჯარიდან პეტრის ფინჯანში, რომელშიც გამოხდილი წყალი ასხია. გამოცვალე ფინჯანში წყალი რამდენჯერმე.
- გადაიტანე ფესვის წვერები სინჯარაში, რომელშიც ასხია ფიოლგენის რექტივი და თავი დაახურე. მოათავსე გრილ, ბნელ ადგილას (უმჯობესია მაცივარში) სულ მცირე, 2 საათი.
- ამოიღე ერთი წვერი და მოათავსე სასაგნე მინაზე ერთ წვეთ ძმარმუყავაში.
- მოაჭერი წვერს ბოლო 1-2 მმ.
- დააფარე ანათალს საფარი მინა. პრეპარატი მოათავსე ბრტყელ ზედაპირზე, ზემოდან დააფარე რამდენიმე ფენა ფილტრის ქაღალდი და დაანექი ცერა თითით. ეცადე, რომ საფარი მინა ადგილიდან არ დაიძრას.
- დააკვირდი პრეპარატს მიკროსკოპის მცირე და დიდ გადიდებაზე და იპოვე უჯრედები, რომლებიც მიტოზის სხვადასხვა სტადიაზე იმყოფებიან.
- ჩაიხატე ბირთვები მიტოზის სხვადასხვა ფაზაში და გაუკეთე წარწერები.

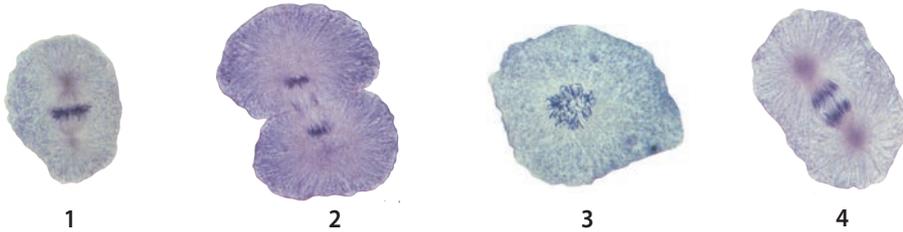


1 შეავსე სქემა ნიმუშის მიხედვით. ჩაწერე დიაგრამის ისრებსა და სეგმენტებში უჯრედის სასიცოცხლო ციკლის ფაზების დასახელება. რამდენიმე სიტყვით აღწერე ინტერფაზის მთავარი მოვლენები.

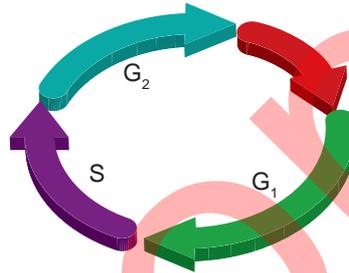
2 იპოვე შეცდომა უჯრედის სასიცოცხლო ციკლის დიაგრამაში.



3 დაალაგე მიტოზის ფაზები სწორი თანმიმდევრობით.



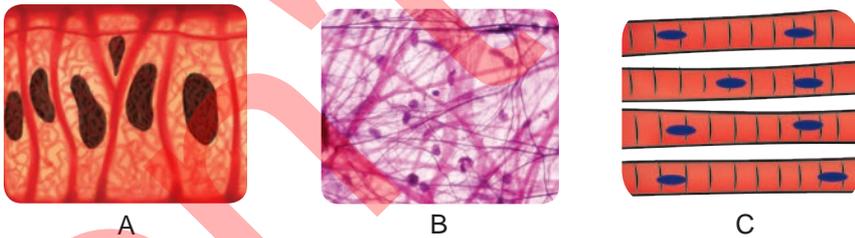
4 სომატურ უჯრედში ქრომოსომების რიცხვს $2n$ -ით აღნიშნავენ, დნმ-ის მოლეკულების რიცხვს კი $2c$ -ით. ამ სიმბოლოების გამოყენებით შეადარე ერთმანეთს G_1 , S და G_2 ფაზაში მყოფი უჯრედები. ჩაწერე ფერად ისრებში შესაბამისი სიმბოლოები.



5 იმის მიხედვით, რომელი უჯრედები არ ექვემდებარებიან უჯრედული ციკლის კონტროლის მექანიზმებს, გამოყოფენ სიმსივნის რამდენიმე ძირითად ტიპს:

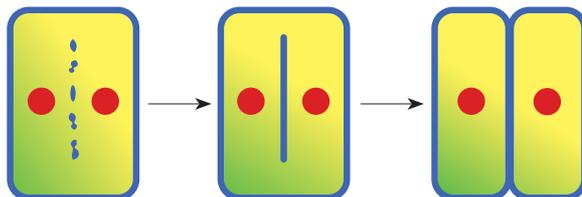
კარცინომა ვითარდება ეპითელიური, **სარკომა** – კუნთოვანი და შემაერთებელი, **ლიმფომა** და **ლეიკემია** – სისხლმბადი ქსოვილებისგან.

წარმოიდგინე ასეთი სიტუაცია: ლაბორატორიაში გამოსაკვლევად შემოსულია A, B და C პაციენტის ქსოვილები. ერთ-ერთ მათგანს კარცინომა დაუდასტურდა. როგორ ფიქრობ, რომელს?



6 ციტოკინეზი მცენარეულ უჯრედში ცხოველური უჯრედისგან განსხვავებულად მიმდინარეობს. ანაფაზის ბოლოსა და ტელოფაზის დასაწყისში, მცენარეული უჯრედის ცენტრალურ ნაწილში თავს იყრიან მიკრომილაკები და ენდოპლაზმურ ბადესა და გოლჯის კომპლექსში ფორმირებული ვეზიკულები. ისინი იწყებენ ე.წ. **უჯრედის ფირფიტის** წარმოქმნას, რომელიც ცენტრიდან პერიფერიისკენ იზრდება, თანდათან პლაზმურ მემბრანამდე აღწევს და დედისეულ უჯრედს ორ შვილეულ ნაწილად მიჯნავს. საბოლოოდ, უჯრედის ფირფიტის ბაზაზე უჯრედის კედელი ყალიბდება და დედისეული უჯრედი ორ შვილეულ უჯრედად გარდაიქმნება.

მოიფიქრე, რა დანიშნულება აქვს მცენარეული უჯრედის ციტოკინეზში ენდოპლაზმური ბადისა და გოლჯის კომპლექსის სხვადასხვა სტრუქტურის უჯრედის ცენტრალურ ნაწილში თავმოყრას.





1 რასთან უნდა იყოს დაკავშირებული ინტერფაზაში განსაკუთრებით დიდი რაოდენობით მიტოქონდრიის წარმოქმნა?

2 მიტოზის რომელ ფაზაში შედგება ქრომოსომა ორი ქრომატიდისგან?

3 ინტერფაზას ადრე უჯრედის ციკლის მოსვენების პერიოდად მოიხსენებდნენ. რას ემყარებოდა ეს მოსაზრება? რომელი მეცნიერების განვითარებამ შეცვალა წარმოდგენა ინტერფაზის შესახებ?

4 უჯრედის ჩონჩხის რომელი კომპონენტი მონაწილეობს ციტოკინეზის პროცესში?

5 ეთანხმები თუ არა გამოთქმას: „ანაფაზაში თითისტარას ძაფები იკუმშება და ქრომოსომები ცენტრიოლებისკენ გადაადგილდება“?

6 უჯრედის სასიცოცხლო ციკლის რომელ ეტაპზე ხდება შუალედური ფილამენტების დესტრუქცია?

7 გადანერე ტექსტი რვეულში და ჩასვი გამოტოვებული სიტყვები:

ტელოფაზას შებრუნებულ პროფაზას უწოდებენ, რადგან მიტოზის ამ ფაზის დროს ხდება გარსის წარმოქმნა. დესპირალიზდებიან, თითისტარას ძაფები

8 დაალაგე ქრონოლოგიურად ქვემოთ ჩამოთვლილი პროცესები უჯრედის მიტოზური გაყოფისას:

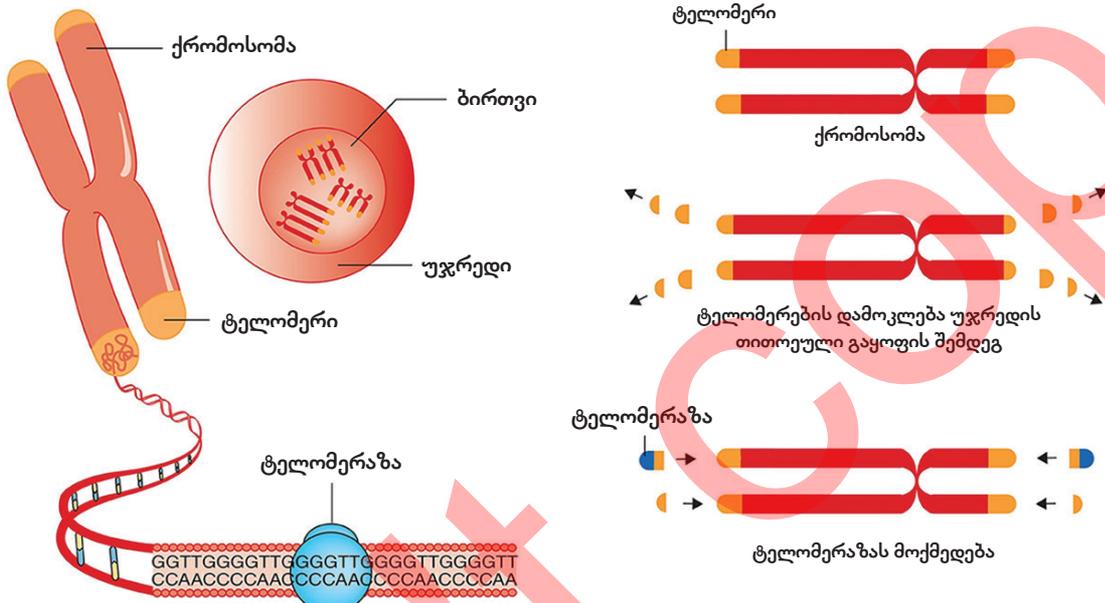
- ა. ბირთვის გარსი ქრება;
- ბ. ქრომოსომები ლაგდება უჯრედის ეკვატორზე;
- გ. ქრომოსომები ორმაგდება;
- დ. ციტოპლაზმა იყოფა;
- ე. წარმოიქმნება გაყოფის თითისტარა;
- ვ. ქრომოსომები მიემართება უჯრედის სანინაალმდეგო პოლუსებისკენ;
- ზ. წარმოქმნება ბირთვის გარსი.



9 ჩამოაყალიბე მიტოზის ბიოლოგიური მნიშვნელობა. რომელ პროცესებს უდევს საფუძვლად უჯრედის მიტოზური გაყოფა ერთუჯრედიან და მრავალუჯრედიან ორგანიზმებში?



➤ ტელომერები ქრომატიდების ბოლოებში არსებული ნუკლეოტიდების სპეციფიკური თანმიმდევრობებია, რომლებიც ხელს უშლის ქრომოსომების ბოლოების ერთმანეთთან შენე-ბებას. უჯრედის ყოველი გაყოფის შემდეგ, ქრომოსომების ბოლოები მოკლდება. ამ უბნებს ფერმენტი ტელომერაზა ალადგენს.



ქრომოსომების ტელომერებითა და ტელომერაზით დაცვის მექანიზმი

ქრომოსომების ტელომერებითა და ტელომერაზით დაცვის მექანიზმის აღმოჩენისთვის, 2009 წლის ნობელის პრემია ფიზიოლოგიისა და მედიცინის დარგში მიენიჭათ ელიზაბეტ ბლეკბერნს, კეროლ გრეიდერს და ჯეკ შოსტაკს.



ელიზაბეტ
ბლეკბერნი



კეროლ
გრეიდერი



ჯეკ
შოსტაკი

შენ შეძლებ:

- აღწერო და შეადარო ერთმანეთს ოვოგენეზისა და სპერმატოგენეზის ფაზები, იმსჯელო მათი განსხვავების მიზეზებზე;
- შეადარო ერთმანეთს მეიოზური და მიტოზური გაყოფის ფაზები, იმსჯელო შეილებულ უჯრედებში ქრომოსომების გადანაწილების კანონზომიერებებზე;
- ახსნა კროსინგოვერის არსი და დააკავშირო ქრომოსომის სტრუქტურული ცვლილება ბიომრავალფეროვნებასთან;
- დაასაბუთო, მეიოზის ბიოლოგიური მნიშვნელობა და ახსნა, როგორ აისახება მისი მსვლელობის დარღვევა ადამიანის ჯანმრთელობაზე.

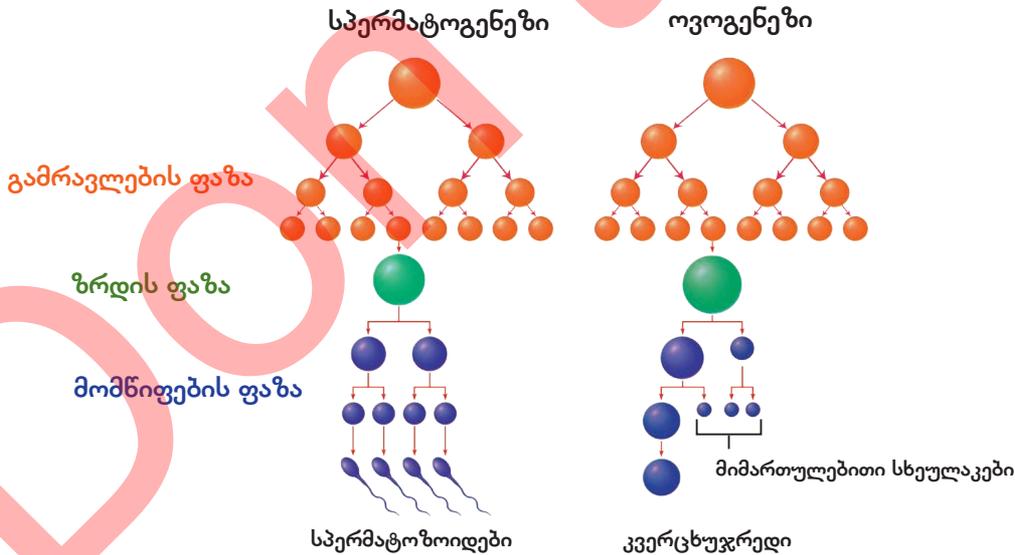
იმეცყველე როგორც მეცნიერმა

- გამეტოგენეზი
- ოვოგენეზი
- სპერმატოგენეზი
- კონიუგაცია
- მიმართულებითი სხეულაკი

ეუკარიოტული უჯრედების გაყოფის მეორე გზა მეიოზია. მეიოზური გაყოფით მრავალუჯრედიან ორგანიზმებში სასქესო უჯრედები – გამეტები ყალიბდება, რომლებიც სახეობისათვის დამახასიათებელ ქრომოსომათა განახევრებულ რაოდენობას, ანუ **ჰაპლოიდურ კომპლექტს** შეიცავენ.

სასქესო უჯრედების წარმოქმნის, განვითარებისა და ფორმირების პროცესს **გამეტოგენეზი** ჰქვია.

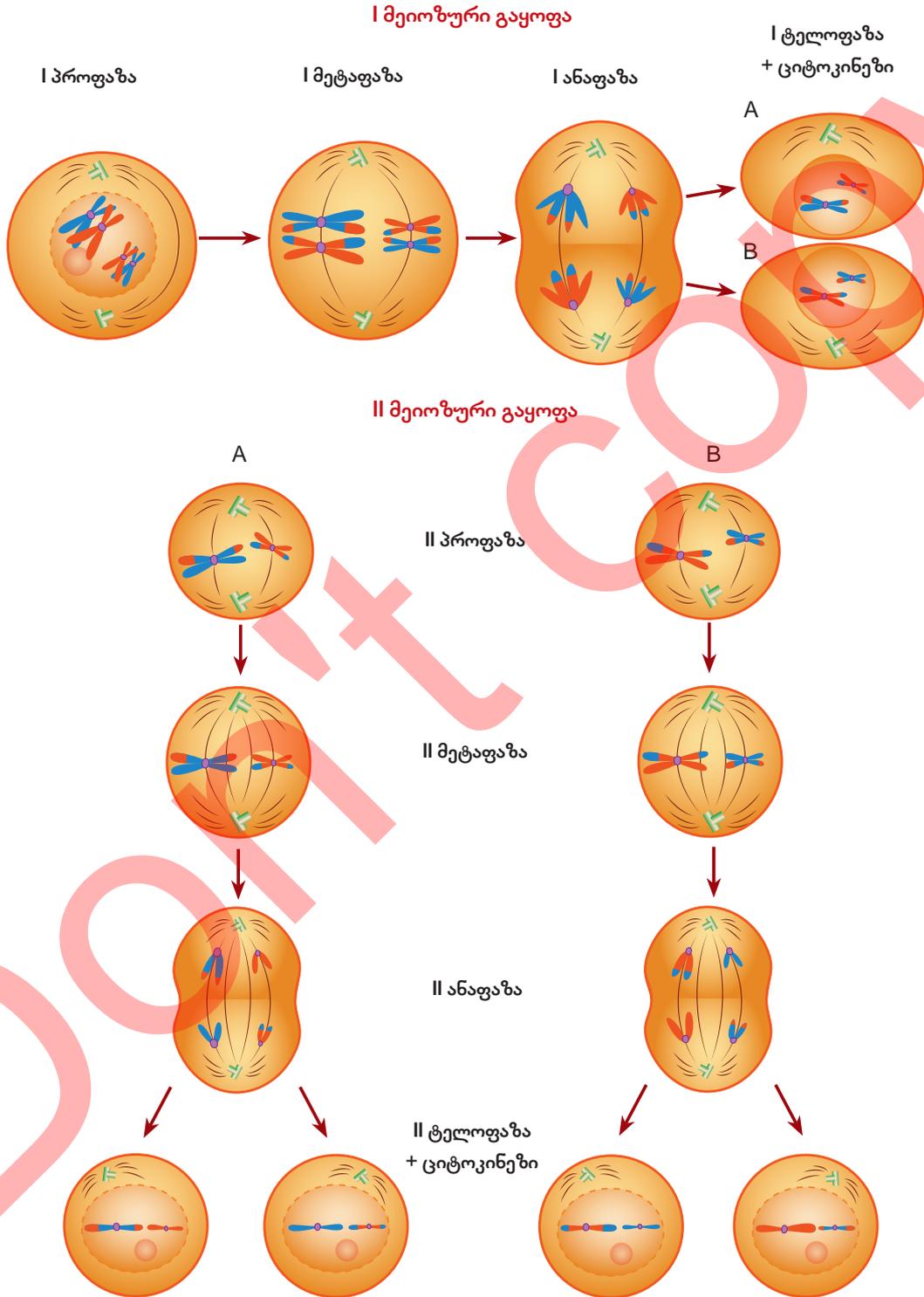
ვნახოთ, როგორ მიმდინარეობს ოვოგენეზი და სპერმატოგენეზი – კვერცხუჯრედებისა და სპერმატოზოიდების წარმოქმნის პროცესები. გამეტოგენეზში 3 ფაზას – **გამრავლების, ზრდისა და მომწიფების** ფაზებს გამოყოფენ.



გამეტოგენეზი **გამრავლების ფაზით** იწყება. ამ ფაზაში სასქესო ჯირკვლების პირველადი სასქესო უჯრედები მიტოზურად მრავალჯერ იყოფა. **ზრდის ფაზაში** პირველადი სასქესო უჯრედები წყვეტენ გაყოფას და ზომაში მატულობენ. ამის შემდეგ, უჯრედები გადადიან **მომწიფების ფაზაში**, სადაც ისინი მეიოზურად იყოფიან.

მეიოზური გაყოფის დანიშნულება გამეტებში ქრომოსომათა რიცხვის განახევრებაა, რათა მათი შერწყმისას კვლავ აღდგეს სახეობისთვის დამახასიათებელი ქრომოსომული კომპლექტი.

მეიოზი ორი, ერთმანეთის მომდევნო გაყოფისგან – **პირველი** და **მეორე მეიოზური გაყოფისგან** შედგება. მეიოზის ორივე გაყოფა იმავე ფაზებს მოიცავს, რომლებსაც მიტოზი.



პირველი მეიოზური გაყოფის წინ, ისევე როგორც მიტოზის დროს, ქრომოსომებში დნმ-ის რაოდენობა ორმაგდება.

I მეიოზური გაყოფა

პროფაზაში სპირალიზებული ქრომოსომები პოულობენ თავიანთ „პარტნიორ“ ჰომოლოგიურ ქრომოსომას და მას მჭიდროდ ჩაეგრებიან. ამ პროცესს **კონიუგაცია** ჰქვია. კონიუგაციის დროს ზოგჯერ ჰომოლოგიურ ქრომოსომებს შორის მონაკვეთების გაცვლა – **კროსინგოვერი** ხდება. ამის შემდეგ ქრომოსომები ერთმანეთს შორდება. კროსინგოვერის შედეგად იქმნება ქრომოსომაში ალელების ახალი კომბინაციები, რომლებიც საფუძვლად უდევს ორგანიზმთა ცვალებადობასა და ბიომრავალფეროვნებას.

მეტაფაზაში ჰომოლოგიური ქრომოსომები ერთმანეთის პირისპირ უჯრედის ეკვატორულ სიბრტყეში ლაგდება. ეკვატორულ სიბრტყეში ჰომოლოგიური ქრომოსომების შემთხვევითი ურთიერთგანლაგება ცვალებადობისა და ბიომრავალფეროვნების საფუძველია.

ანაფაზაში ჰომოლოგიური ქრომოსომები ერთმანეთს სცილდება და თითისტარას ძაფებს ისინი უჯრედის პოლუსებისკენ გადააქვთ. მიაქცევენ ყურადღებას, მიტოზისგან განსხვავებით, ერთმანეთს ჰომოლოგიური ქრომოსომები სცილდება და არა ერთი ქრომოსომის შვილეული ქრომოსომები.

ანაფაზასა და ტელოფაზას ციტოკინეზი მოსდევს. წარმოიქმნება ორი შვილეული უჯრედი.

დააკვირდი პირველი მეიოზური გაყოფის ილუსტრაციას. ქრომოსომათა როგორ კომპლექტს შეიცავს შვილეული უჯრედები? დნმ-ის რამდენ მოლეკულას შეიცავს თითოეული ქრომოსომა?

II მეიოზური გაყოფა

პირველ მეიოზურ გაყოფას სწრაფადვე მოსდევს მეორე მეიოზური გაყოფა. მას წინ უძღვის ხანმოკლე ინტერფაზა, სადაც დნმ-ის გაორმაგება არ ხდება.

პროფაზაში ირღვევა ორივე უჯრედის ბირთვის გარსი და ქრომოსომები ციტოპლაზმაში გადადის. ქრომოსომების ცენტრომერებს თითისტარას ძაფები უკავშირდებიან.

მეტაფაზაში ორივე უჯრედის ქრომოსომები ეკვატორულ სიბრტყეში ლაგდება.

ანაფაზაში თითისტარას ძაფები მოკლდება და ქრომოსომების ქრომატიდები უჯრედის პოლუსებისკენ გადააქვს. ამ ეტაპზე, ქრომატიდებს უკვე ქრომოსომებს უწოდებენ.

ტელოფაზაში, რომელსაც ციტოკინეზი მოჰყვება, თითოეული უჯრედიდან მიიღება ორ-ორი უჯრედი ქრომოსომათა ჰაპლოიდური რაოდენობით.

საბოლოოდ, მეიოზის დასრულებისთვის, სანყისი, პირველადი სასქესო უჯრედიდან წარმოიქმნება ოთხი ჰაპლოიდური უჯრედი, რომელთაც ქრომოსომათა განახევრებული რაოდენობა აქვს.

მამრების ოთხივე ჰაპლოიდური უჯრედი მომნიშვნის ფაზაში სპერმატოზოიდებად ყალიბდება – წარმოიქმნება **სოლტი** და შეუძლია მოძრაობა. ოთხივე სპერმატოზოიდი სრულფასოვანია და კვერცხუჯრედის განაყოფიერება შეუძლია.

მდედრებში კვერცხუჯრედების მომნიშვნისას მეიოზური გაყოფა განსხვავებულად მიმდინარეობს. ციტოკინეზისას ციტოპლაზმა შვილეულ უჯრედებს შორის არათანაბრად ნაწილდება. განსაკუთრებით დიდი რაოდენობით ციტოპლაზმა მხოლოდ ერთ უჯრედში ხვდება, საიდანაც სიცოცხლისუნარიანი კვერცხუჯრედი ყალიბდება, დანარჩენი სამი უჯრედი, ე.წ. **მიმართულებითი სხეულაკები** კი ილუპება.

სამი გენეტიკურად სრულფასოვანი უჯრედის დალუპვა განპირობებულია მთელი სამარაგო ნივთიერების ერთ კვერცხუჯრედში შენახვის აუცილებლობით. ეს მარაგი ჩანასახის განვითარებას ხმარდება.



მეიოზი უჯრედების გაყოფის განსაკუთრებული ხერხია, რომლის დროს სასქესო ჯირკვლების საწყისი დიპლოიდური უჯრედებიდან ჰაპლოიდური უჯრედები – გამეტები წარმოიქმნება. სუპრმატოზოიდებისა და კვერცხუჯრედების ჩამოყალიბების პროცესს გამეტოგენეზი ჰქვია, რომელიც სამ ეტაპად მიმდინარეობს. მეიოზი ორ გაყოფას მოიცავს. პირველი მეიოზური გაყოფის პროფაზაში კროსინგოვერის შედეგად იქმნება გენთა ახალი კომბინაციები, რაც ორგანიზმთა ცვალებადობისა და ბიომრავალფეროვნების საფუძველია. ცვალებადობისა და ბიომრავალფეროვნების საფუძველს ქმნის ასევე მეტაფაზაში ეკვატორულ სიბრტყეში ჰომოლოგიური ქრომოსომების შემთხვევითი ურთიერთგანლაგება.



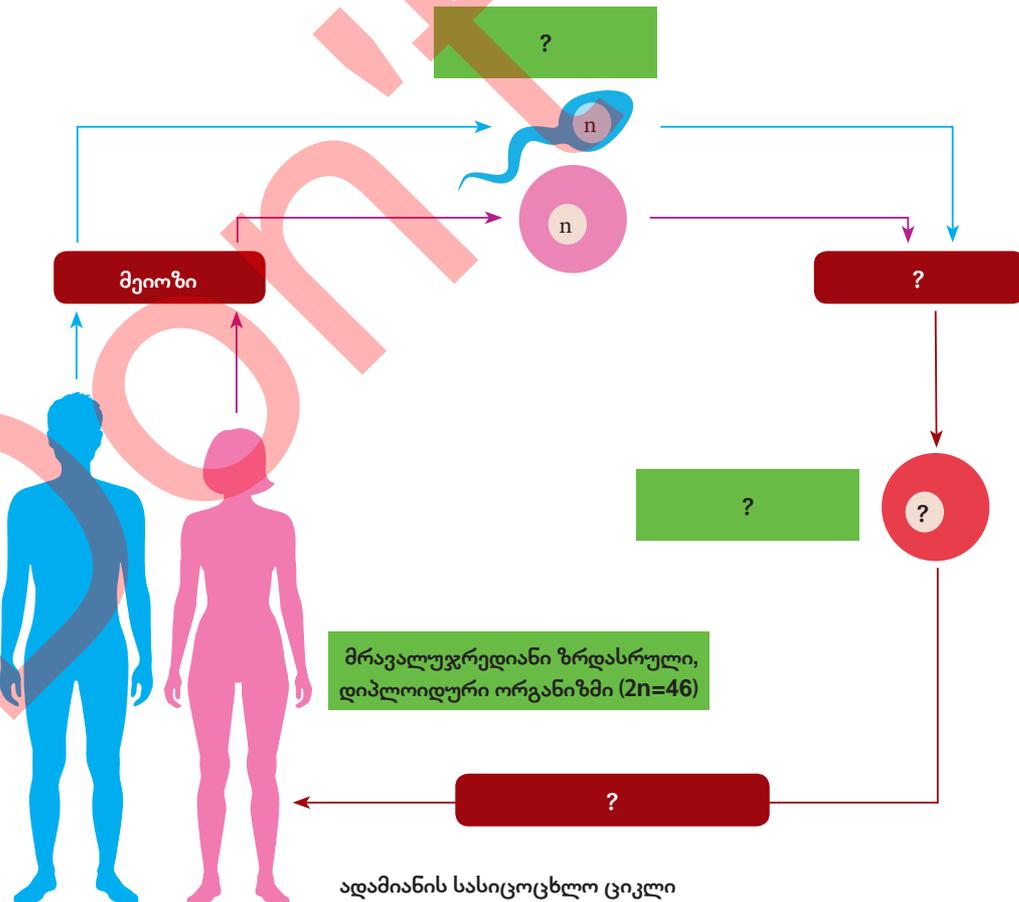
1 იპოვე შესაბამისობები უჯრედის გაყოფის ტიპებსა და ამ დროს მიმდინარე პროცესებს შორის.

- ა. მიტოზი;
- ბ. მეიოზი.

	1	2	3	4	5	6	7	8
ა								
ბ								

1. შედგება უჯრედის ერთი გაყოფისგან;
2. შედგება უჯრედის ორი გაყოფისგან;
3. პროფაზაში ქრომოსომები ერთმანეთს ეგრისება;
4. არ ხდება კონიუგაცია;
5. ქრომოსომათა რიცხვი ნახევრდება;
6. ქრომოსომათა რიცხვი უცვლელია;
7. ქრომატიდების რიცხვი 4-ჯერ მცირდება;
8. ქრომატიდების რიცხვი 2-ჯერ მცირდება.

2 შეავსე სქემის ცარიელი უჯრედი მინიშნებების მიხედვით.





1 რომელ გაყოფას გაგონებს მეორე მეიოზური გაყოფის პროცესი?

2 არის თუ არა ერთი ქრომოსომის ორი ქრომატიდის გენური შედგენილობა ერთნაირი? რატომ მიგაჩნია ასე?

3 რამდენჯერ ნაკლებ დნმ-ის მოლეკულას შეიცავს მომნიფებული სპერმატოზოიდი მომნიფების ფაზის დასაწყისში მყოფ სასქესო უჯრედთან შედარებით?

4 განასხვავე პირველი მეიოზური გაყოფის პროფაზა მიტოზის პროფაზისგან და იმსჯელე ამ განსხვავების შედეგებზე.

5 შეარჩიე სწორი პასუხი:

ჩამოთვლილი პროცესებიდან, როდის შორდება ერთმანეთს ქრომატიდები?

- | | |
|------------------------------------|--------------|
| 1. I მეიოზური გაყოფის ანაფაზაში; | ა. მხოლოდ 1; |
| 2. II მეიოზური გაყოფის ტელოფაზაში; | ბ. მხოლოდ 2; |
| 3. მიტოზური გაყოფის ანაფაზაში; | გ. 1 და 3; |
| 4. II მეიოზური გაყოფის ანაფაზაში. | დ. 3 და 4. |

6 დაუშვათ, ზრდის ზონაში m რაოდენობის კვერცხუჯრედი და სპერმატოზოიდი. რამდენი კვერცხუჯრედი და სპერმატოზოიდი იქნება მომნიფების ზონაში?

- ა. კვერცხუჯრედი m , სპერმატოზოიდი m ;
- ბ. კვერცხუჯრედი $4m$, სპერმატოზოიდი m ;
- გ. კვერცხუჯრედი $2m$, სპერმატოზოიდი $2m$;
- დ. კვერცხუჯრედი m , სპერმატოზოიდი $4m$.

7 ჩასვი გამოტოვებული სიტყვები:

ა. სასქესო უჯრედების გაყოფის პროცესი, რომლის დროსაც ქრომოსომების რაოდენობა ორჯერ მცირდება, არის

ბ. პირველი მეიოზური გაყოფის პროფაზაში ჰომოლოგიური ქრომოსომების მონაკვეთების გაცვლას ჰქვია

გ. უჯრედის მოსამზადებელი პერიოდი გაყოფისთვის არის

დ. ჰომოლოგიური ქრომოსომების გადაჯვარედინებას ეწოდება

ე. ქრომოსომათა ორმაგ ნაკრებს ჰქვია

ვ. ქრომოსომათა ერთმაგ ნაკრებს ჰქვია

8 დაალაგე! მეიოზური გაყოფის მოვლენები სწორი თანმიმდევრობით:

1. ციტოკინეზი; 2. კონიუგაცია; 3. ბირთვის გარსის დაშლა; 4. კროსინგოვერი; 5. მეტაფაზური ფირფიტის წარმოქმნა; 6. ბირთვების გარსის წარმოქმნა; 7. ქრომოსომების გადაადგილება პოლუსებისკენ.



9 იპოვე ზედმეტი ტერმინი:

ზრდის ფაზა, მიმართულებითი სხეულაკი, კროსინგოვერი, კონიუგაცია.

10 ანუუპლოიდია მოვლენაა, როდესაც ორგანიზმის უჯრედები შეიცავს ქრომოსომათა ჰაპლოიდური ნაკრების ჯერადი მნიშვნელობისგან განსხვავებულ ქრომოსომათა რიცხვს. დაასახელე ანუუპლოიდიის შენთვის ცნობილი მაგალითები და ახსენი მათი წარმოქმნის მექანიზმი.



➤ 1983 წლის ნობელის პრემია, ფიზიოლოგიისა და მედიცინის დარგში მიენიჭა ამერიკელ ციტოგენეტიკოსს ბარბარა მაკ-კლინტოკს, გენეტიკური ინფორმაციის რეკომბინაციის ვიზუალიზაციის მეთოდის შემუშავებისთვის.

მაკ-კლინტოკი ციტოგენეტიკაში მრავალი ფუნდამენტური აღმოჩენის ავტორია. ის მიკროსკოპით იკვლევდა სიმინდის უჯრედებში ქრომოსომებისა და ცენტრომერების მორფოლოგიას, კროსინგოვერისას მემკვიდრული ინფორმაციის რეკომბინაციას მეიოზის პროცესში.



ბარბარა მაკ-კლინტოკი



ბარბარა მაკ-კლინტოკის კვლევის ობიექტი

შენ შეძლებ:

- **განმარტო**, როგორ არის ორგანიზებული გენეტიკური მასალა პროკარიოტულ უჯრედში;
- **აღწერო** და **შეადარო** ერთმანეთს ბაქტერიული „ქრომოსომისა“ და პლაზმიდის სტრუქტურა, **იმსჯელო** მათ განსხვავებულ როლზე უჯრედის სასიცოცხლო თვისებების ჩამოყალიბებაში;
- **შეადარო** პროკარიოტული უჯრედის ბინარული გაყოფა ეუკარიოტული უჯრედის მიტოზურ გაყოფას და **ახსნა** ამის მიზეზი;
- **დაასახელო** და **აღწერო** კვლევები, რომლებსაც საეტაპო მნიშვნელობა ჰქონდა პროკარიოტებში მემკვიდრული ინფორმაციის გადაცემის გზების დადგენაში;
- **იმსჯელო** მემკვიდრული ინფორმაციის გადაცემის გზებზე პროკარიოტებში და მის მნიშვნელობაზე პროკარიოტების მრავალფეროვნების ჩამოყალიბებაში;
- **სქემატურად წარმოადგინო** ტრანსფორმაციის, კონიუგაციისა და ტრანსდუქციის პროცესი პროკარიოტებში.

- **იმეტყველე როგორც მეცნიერმა**
- **ნუკლეოიდი**
- **პლაზმიდა**
- **ტრანსფორმაცია**
- **კონიუგაცია**
- **ტრანსდუქცია**

პროკარიოტული ორგანიზმების აგებულების სიმარტივე მათი გენეტიკური მასალის მარტივ ორგანიზებასაც გულისხმობს.

პროკარიოტული უჯრედის თითქმის სრული გენეტიკური მასალა თავმოყრილია მის ერთადერთ „ქრომოსომაში“ (1), რომელიც დნმ-სა და მასთან ასოცირებულ ცილებს შეიცავს. ეს ცილები დნმ-ის სივრცულ ორიენტაციას განაპირობებს. გახსნილ მდგომარეობაში „ქრომოსომის“ სიგრძე 1მმ-ს აღწევს.

ბაქტერიების „ქრომოსომაში“ დაახლოებით 4000-მდე გენია, რომლებიც აუცილებელია მათი ცხოველქმედებისა და გამრავლებისთვის.

ადგილს უჯრედში, სადაც პროკარიოტების „ქრომოსომა“ მოთავსებული, **ნუკლეოიდს** უწოდებენ. ნუკლეოიდი ციტოპლაზმის დაახლოებით 20%-ს იკავებს და არ არის შემოსაზღვრული მემბრანით.

ზოგიერთ ბაქტერიას არაქრომოსომული დნმ-იც გააჩნია. მას **პლაზმიდას (2)** უწოდებენ.



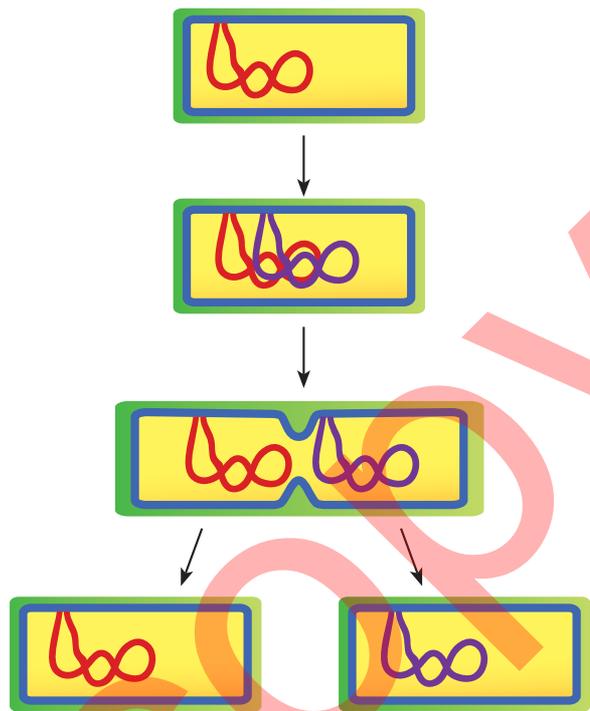
ბაქტერიის გენეტიკური მასალა

პლაზმიდები დნმ-ის მცირე ზომის წრიული მოლეკულებია, რომლებიც ფიზიკურად განცალკევებულია „ქრომოსომისგან“ და შეუძლიათ დამოუკიდებელი რეპლიკაცია. პლაზმიდები მხოლოდ 40-50-მდე გენს შეიცავს, რომლებშიც არ არის კოდირებული ინფორმაცია ბაქტერიის პლასტიკურ და ენერგეტიკულ ცვლაში მონაწილე ფერმენტების შესახებ, თუმცა ისინი მონაწილეობენ მეტად მნიშვნელოვან სხვა პროცესებში. მაგალითად, პლაზმიდები უზრუნველყოფს ბაქტერიების მდგრადობას ანტიბიოტიკების, მადეზინფიცირებელი აგენტებისა და მძიმე მეტალებისადმი; ჩართულია ცილოვანი ეგზოტოქსინების წარმოქმნაში, რომლებიც თრგუნავენ კონკურენტ ბაქტერიებს; ზოგიერთი პლაზმიდა შეიცავს ინფორმაციას იმ ცილების შესახებ, რომლებიც მონაწილეობენ გარემოს დამაბინძურებლების – ტოლუოლისა და ნაფტალინის დეგრადაციაში.

პროკარიოტული უჯრედები უსქესო გამრავლების სპეციფიკური ხერხით – ე.წ. **უჯრედის ბინარული გაყოფით** მრავლდება. უჯრედის გაყოფის ეს ხერხი გაცილებით მარტივია მიტოზურ გაყოფასთან შედარებით.

ამ დროს ბაქტერიული „ქრომოსომა“, რომელიც ჩვეულებრივ ციტოპლაზმაშია მოთავსებული უკავშირდება პლაზმურ მემბრანას და რეპლიკაციის პროცესში წარმოქმნის თავის მსგავს მეორე „ქრომოსომას“. შვილეულ „ქრომოსომებს“ მოტორული ცილები უკავშირდება, რომლებიც ერთმანეთის საწინააღმდეგო მიმართულებით მოძრაობენ. ამის გამო „ქრომოსომები“ ერთმანეთს სცილდება და მანძილი მათ შორის თანდათან იზრდება. უჯრედი ზომაში მატულობს.

ამის შემდეგ პლაზმური მემბრანა ციტოპლაზმაში ჩაიზნის და ორ შვილეულ „ქრომოსომას“ საბოლოოდ გამიჯნავს ერთმანეთისგან. ამავდროულად, პლაზმურ მემბრანაზე უჯრედის კედელიც წარმოქმნება და საბოლოოდ ერთი ბაქტერიული უჯრედიდან ზუსტად ორი ერთმანეთის მსგავსი შვილეული უჯრედი წარმოიშობა.



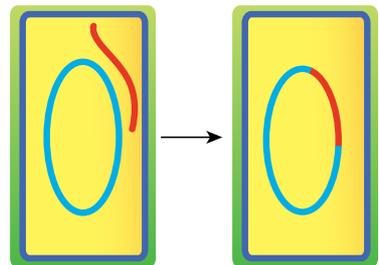
ბაქტერიის უსქესო გამრავლება უჯრედის ბინარული გაყოფით

მემკვიდრული ინფორმაციის გადაცემის გზები პროკარიოტებში

დიდი ხნის განმავლობაში ვერავის წარმოედგინა, რომ ბაქტერიებს, რომლებიც მხოლოდ უსქესოდ – უჯრედის ბინარული გაყოფის გზით მრავლდებიან, შეეძლოთ გენეტიკური მასალის მიმოცვლა ისე, როგორც ეს ეუკარიოტულ ორგანიზმებში სქესობრივი გამრავლების დროს ხდება.

როგორც აღმოჩნდა, ბაქტერიებიც „მრავლდებიან სქესობრივად“. ეუკარიოტებისგან განსხვავებით, ისინი არ წარმოქმნიან გამეტებს, რომლებიც ერთმანეთს ერწყმიან, თუმცა გენეტიკური მასალის მიმოცვლა, რაც ყველაზე მნიშვნელოვანია სქესობრივი გამრავლებისას, ამ შემთხვევაშიც ხდება.

ამ დროს დნმ-ის ნაწილი (იშვიათად მთელი დნმ-იც) დონორი ბაქტერიის უჯრედიდან რეციპიენტის უჯრედში გადაიტანება და მისი დნმ-ის გარკვეულ ფრაგმენტს ჩაენაცვლება. წარმოიქმნება დნმ, რომელიც ორივე „მშობელი“ ბაქტერიის გენებს შეიცავს. ამ პროცესს **გენეტიკური რეკომბინაცია** ეწოდება, ხოლო დნმ-ს – **რეკომბინანტული დნმ**.



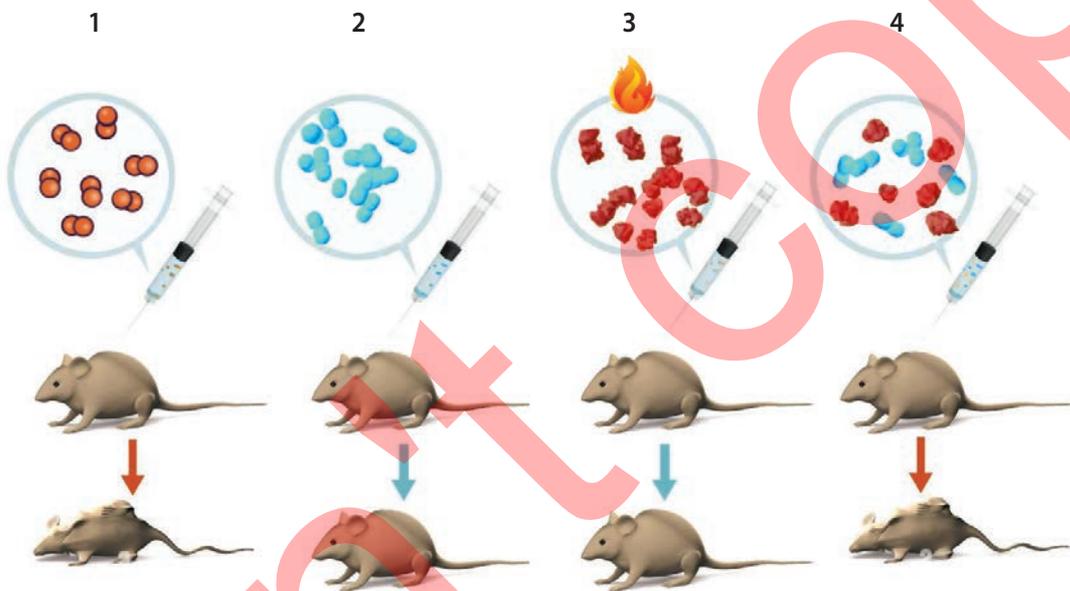
რეკომბინაცია

პროკარიოტებში ცნობილია მემკვიდრული ინფორმაციის გადაცემის 3 მთავარი ხერხი – **ტრანსფორმაცია, კონიუგაცია და ტრანსდუქცია**.

ტრანსფორმაციისას დონორისა და რეციპიენტის უჯრედები ერთმანეთს ფიზიკურად არ ეხება, თუმცა გენეტიკური მასალის მიმოცვლას მაინც ახერხებს. ეს მოვლენა 1928 წელს ბრიტანელმა ექიმმა, ფ. გრიფიტმა აღმოაჩინა პნევმონიის გამომწვევ ბაქტერიებზე – პნევმოკოკებზე დაკვირვებისას.

არსებობს პნევმოკოკების S და R ფორმა. S-პნევმოკოკები (1) პათოგენურები არიან. მათ უჯრედს, უჯრედის კედლის გარდა, კაფსულაც ფარავს. ამის გამო ისინი უკეთ არიან დაცული გარემოს ზემოქმედებისგან. R-პნევმოკოკებს (2) არ აქვთ კაფსულა და არ არიან პათოგენურები.

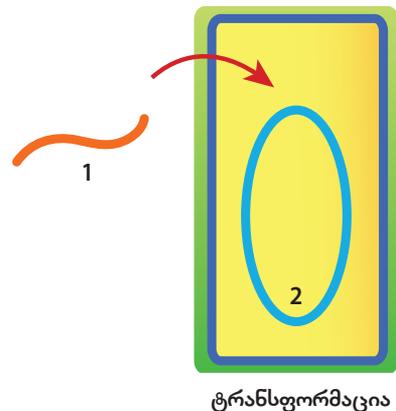
ერთ-ერთ ექსპერიმენტში (3), თავგებში მაღალ ტემპერატურაზე დახოცილი S ბაქტერიები შეჰყავდათ. როგორც მოსალოდნელი იყო, ასეთ პირობებში თავგები არ ავადდებოდნენ. თუმცა, როდესაც თავგებში ცოცხალი R და მკვდარი S ბაქტერიები შეიყვანეს (4), მათ სისხლში რატომ-ღაც ცოცხალი კაპსულირებული ბაქტერიები გაჩნდა და თავგები დაავადდნენ.



ფ. გრიფიტის ცდა

ფ. გრიფიტმა ივარაუდა, რომ მკვდარი S-ბაქტერიებიდან R ბაქტერიებს გადაეცემოდა რაღაც ფაქტორი, რომლის გამო მათ კაპსულის წარმოქმნის უნარი უჩნდებოდათ და პათოგენურები ხდებოდნენ.

ფიქრობდნენ, რომ ეს ფაქტორი ცილა უნდა ყოფილიყო. თუმცა მრავალი კვლევით დადასტურდა, რომ ტრანსფორმაციისას დონორი უჯრედიდან გამოდის დნმ-ის პატარა ფრაგმენტი (1), რომელიც აქტიურად შთაინთქმება რეციპიენტი უჯრედის მიერ და ერთგვარადა მისი დნმ-ის (2) სტრუქტურაში.



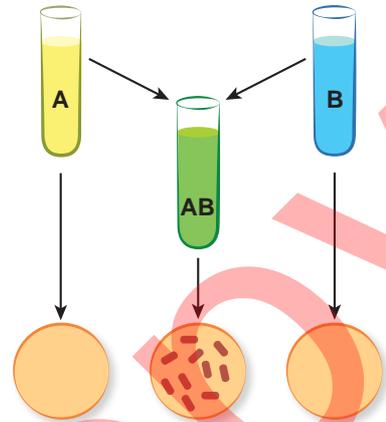
კონიუგაციისას პროკარიოტული უჯრედები ფიზიკურად უკავშირდება და დნმ-ის მნიშვნელოვან ნაწილს უცვლის ერთმანეთს. ეს პროცესი ამერიკელმა მეცნიერებმა ჯ. ლედერბერგმა და ე. ტატუმმა აღმოაჩინეს, რისთვისაც მათ 1958 წელს ნობელის პრემია მიენიჭათ.

ცნობილია, რომ ბაქტერია *E.Coli*, ანუ ნაწლავის ჩხირი, მისთვის აუცილებელ ყველა ამინომჟავას ასინთეზირებს, თუ არე, რომელშიც ის ბინადრობს, გლუკოზას და მინერალურ მარილებს შეიცავს.

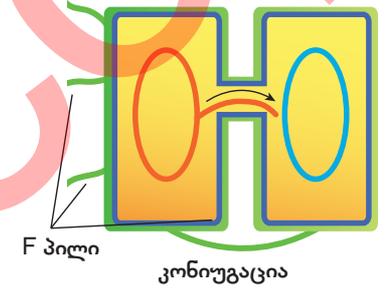
მეცნიერებმა დასხივებით შექმნეს ბაქტერიის ორი მუტანტური ფორმა: ერთი მათგანი (A) ვერ ასინთეზირებდა ვიტამინ B₇-ს, რომელიც აუცილებელია ბაქტერიების ზრდისთვის, და ამინომჟავა მეთიონინს, ხოლო მეორე მუტანტი (B) – ამინომჟავა ტრეონინსა და ლეიცინს.

ორივე მუტანტური ბაქტერია მეცნიერებმა მოათავსეს ერთ არეში, რომელიც არ შეიცავდა ზემოჩამოთვლილ არცერთ ნივთიერებას. თეორიულად უჯრედები ასეთ არეში არ უნდა გამრავლებულიყო, თუმცა მათ საწინააღმდეგო შედეგი მიიღეს. ბაქტერიები გამრავლდა და თითოეულ მათგანს აღმოაჩნდა ყველა გენი ოთხივე ნივთიერების დასამზადებლად.

როგორც ელექტრონული მიკროსკოპით დადგინდა, კონიუგაციისას ბაქტერიის უჯრედები ერთმანეთს ე.წ. F-პილების, ანუ სასქესო პილების საშუალებით ეკონტაქტება. ამ დროს ბაქტერიებს შორის წარმოიქმნება ერთგვარი ხიდაკი, რომლის გავლით დონორი ბაქტერიიდან დნმ-ი რეციპიენტის უჯრედში გადაინაცვლებს და ამის გამო რეციპიენტი დონორის თვისებებს იძენს.

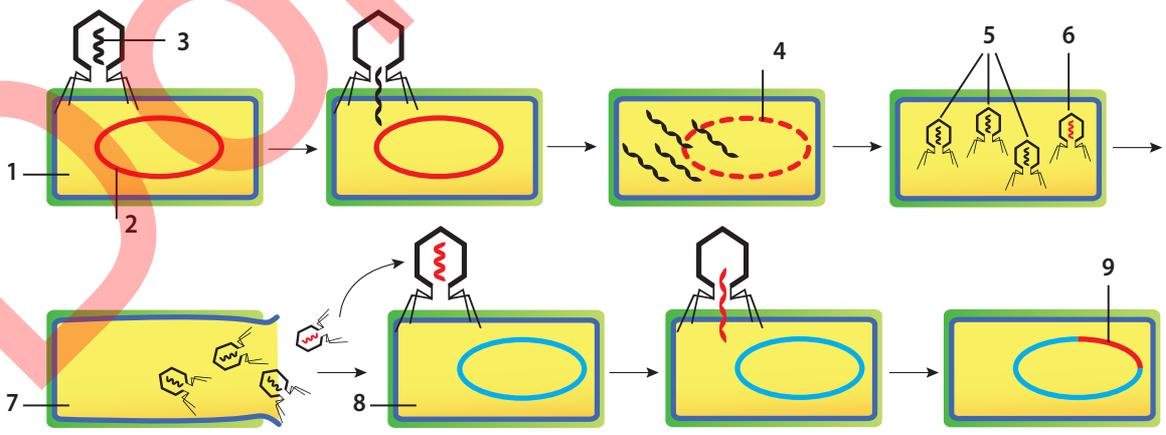


ჯ. ლედერბერგის და ე. ტატუმის ექსპერიმენტი



ტრანსდუქცია ბაქტერიოფაგის მეშვეობით დნმ-ის ჯაჭვის განსაზღვრული მონაკვეთის გადატანა ერთი ბაქტერიიდან მეორეში.

მასპინძლის უჯრედში გამრავლებისას ზოგიერთი ბაქტერიოფაგის დნმ-ში შესაძლოა შემთხვევით ბაქტერიის დნმ-ის გარკვეული ფრაგმენტი აღმოჩნდეს. როდესაც ასეთი ბაქტერიოფაგი დატოვებს მასპინძლის დაზიანებულ უჯრედს და სხვა უჯრედს დააინფიცირებს, ბაქტერიული დნმ-ის ეს მონაკვეთი ახალი მასპინძლის უჯრედში აღმოჩნდება.



ტრანსდუქცია

1. პირველი მასპინძელი; 2. მასპინძლის დნმ; 3. ვირუსის დნმ; 4. მასპინძლის დნმ-ის ფრაგმენტები;
5. „ნორმალური“ ვირუსები; 6. ვირუსი მასპინძლის დნმ-ის ფრაგმენტით;
7. მასპინძლის დაზიანებული უჯრედი; 8. მეორე მასპინძელი; 9. რეკომბინანტული დნმ.

რას ამბობს ტერმინი

ტრანსფორმაცია – (ლათ. ტრანსფორმაცია – გარდაქმნა, გარდასახვა);
 კონიუგაცია – (ლათ. კონიუგაცია – შეერთება);
 ტრანსდუქცია – (ლათ. ტრანსდუქცია – გადაადგილება).



პროკარიოტულ უჯრედში გენების დიდი უმრავლესობა თავმოყრილია ბაქტერიულ „ქრომოსომაში“. პლაზმიდები დნმ-ის მცირე ზომის წრიული მოლეკულებია. ისინი არ შეიცავენ ინფორმაციას უჯრედის სასიცოცხლო თვისებების ჩამოყალიბებაში მონაწილე ფერმენტების შესახებ, თუმცა მონაწილეობენ ბაქტერიებისთვის მნიშვნელოვან სხვა პროცესებში.

პროკარიოტები უსქესოდ – უჯრედის ბინარული გაყოფით მრავლდებიან, თუმცა ისინი ახერხებენ გენეტიკური მასალის მიმოცვლას ტრანსფორმაციის, კონიუგაციისა და ტრანსდუქციის საშუალებით, რაც მათ მრავალფეროვნებას აყალიბებს.

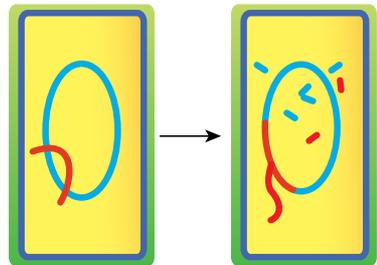


თივის ჩხირი სპორის წარმომქმნელი ბაქტერიაა.

- დაჭერი მაკრატლით თივა, მოათავსე ცეცხლგამძლე ქიმიურ ჭიქაში, დაასხი წყალი და ადუღე 20-30 წთ;
- გაფილტრე ნაყენი;
- გადაიტანე ნაყენის ერთი წვეთი სასაგნე მინაზე და დაათვალიერე სინათლის მიკროსკოპით. მიკროსკოპში შეამჩნევ ოვალურ მბრწყინავ უძრავ წარმონაქმნებს. ეს ბაქტერიის სპორებია;
- დატოვე ნაყენიანი თავდახურული ჭურჭელი 5-6 დღე ოთახის ტემპერატურაზე;
- მოამზადე ფილტრატიდან პრეპარატი და დაათვალიერე მიკროსკოპში;
- რას ხედავ? ახსენი რა მოხდა;
- შეადარე ერთმანეთს ბაქტერიისა და სოკოს სპორები. რა ძირითად განსხვავებას ხედავ მათ შორის?



ბაქტერიის უჯრედში დნმ-ის რეკომბინაციის პროცესი ფერმენტების მონაწილეობით მიმდინარეობს. როგორ ფიქრობ, რა სახის სამუშაოში არიან ისინი ჩართული?





1 ეუკარიოტული ორგანიზმების დაახლოებით 99% სქესობრივად მრავლდება.
 ა. რაში მდგომარეობს სქესობრივი გამრავლების მთავარი უპირატესობა უსქესოსთან შედარებით?
 ბ. რა არის უსქესო გამრავლების ძლიერი მხარეები?

2 რა განასხვავებს ტრანსდუქციას, ტრანსფორმაციასა და კონიუგაციას ტიპური სქესობრივი გამრავლებისგან?

3 მეცნიერები საპროფიტულ ბაქტერიებს რადიოაქტიური გოგირდის შემცველ ხელოვნურ ორგანულ საკვებ არეში ამრავლებდნენ.

ბაქტერიის რომელ ორგანულ ნივთიერებაში და რომელ სტრუქტურულ კომპონენტში იქნებოდა შესაძლებელი გოგირდის აღმოჩენა?

4 სწორი პასუხის შესაბამის უჯრაში ჩაწერე ნიშანი X.
 ჩამოთვლილი სტრუქტურებიდან, რომელი არ მონაწილეობს ბაქტერიის უჯრედის შენებაში?

- ა. უჯრედის კედელი;
- ბ. ენდოპლაზმური ბადე;
- გ. ცენტრალური ვაკუოლი;
- დ. ბირთვი;
- ე. პლაზმური მემბრანა;
- ვ. რიბოსომა.

ა	ბ	გ	დ	ე	ვ

5 შეარჩიე სწორი პასუხი:
 მიტოზურად მრავლდება:
 ა. ადამიანის იმუნოდეფიციტის გამომწვევი;
 ბ. ტეტანუსის გამომწვევი;
 გ. ბოტულიზმის გამომწვევი;
 დ. ოსტეოციტი.



➤ ინფორმაციას იმ „მოლეკულური იარაღის“ შესახებ, რომლითაც ჩვენს ნაწლავში ბინადარი ბაქტერიები პათოგენურ ბაქტერიებს ებრძვიან, პლაზმიდები შეიცავს.

დღეს ცხოველებზე ექსპერიმენტები ეთიკის კომისიის დასკვნის საფუძველზე ტარდება.

შენ შეძლებ:

- შეადარო ერთმანეთს პროკარიოტული და ეუკარიოტული ორგანიზმების გენომის სტრუქტურა;
- განმარტო, როგორ ხსნიდა ქსოვილთა დიფერენცირების მოლეკულურ მექანიზმს ორი სხვადასხვა ჰიპოთეზა;
- სქემატურად წარმოადგინო თ.კინგისა და რ. ბრიგის ექსპერიმენტი და შეაჯამო მისი მნიშვნელობა;
- აღწერო ქრომატინის სტრუქტურა, იმსჯელო ჰისტონების როლზე მის ორგანიზებაში, უჯრედის სასიცოცხლო პროცესებისა და თვისებების მართვაში;
- დეტალურად აღწერო და ჩამოაყალიბო, როგორ კონტროლდება ეუკარიოტულ უჯრედში ტრანსკრიპციისა და ტრანსლაციის პროცესი და დააკავშირო ეს ბიომრავალფეროვნებასთან;
- იმსჯელო ანტიბიოტიკების მოქმედების მექანიზმებზე და მათ როლზე მედიცინაში;
- იმსჯელო, რა გავლენა აქვს მემკვიდრული ინფორმაციის რეალიზების პროცესის დარღვევას ადამიანის ჯანმრთელობაზე.

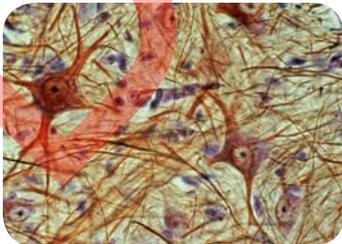
იმეტყველე როგორც მეცნიერმა

- ნუკლეოსომა
- ჰისტონი
- ტრანსკრიპციის ფაქტორი
- ინტრონი
- ეგზონი
- სპლაისინგი

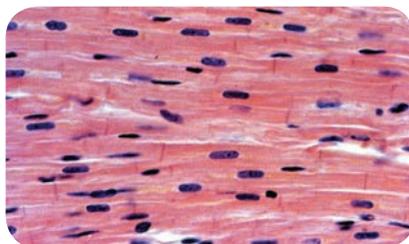
ეუკარიოტული ორგანიზმები რადიკალურად განსხვავდება პროკარიოტებისგან მემკვიდრული ინფორმაციის ორგანიზებითა და მისი რეალიზებით, რაც, უპირველეს ყოვლისა, მათი აგებულების სირთულიდან გამომდინარეობს.

- ეუკარიოტების გენომი ბევრად დიდია პროკარიოტებთან შედარებით.
- ეუკარიოტების გენომი სხვადასხვა ქრომოსომაშია განლაგებული, ბაქტერიული უჯრედის ერთადერთი ქრომოსომისგან განსხვავებით.
- ეუკარიოტების უდიდესი უმრავლესობა მრავალუჯრედიანი ორგანიზმებია, რომლებიც სპეციალიზებული, ანუ დიფერენცირებული უჯრედებისგან შედგება.

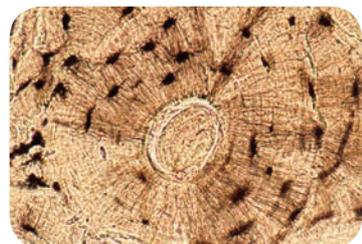
ყოველი მრავალუჯრედიანი ორგანიზმი არსებობს ერთი უჯრედიდან – ზიგოტიდან იწყებს. ზიგოტის დაყოფის პირველ ეტაპზე, უჯრედები ერთმანეთისგან სრულიად არ განსხვავდება. ჩანასახის განვითარებასთან ერთად, უჯრედები განსხვავებულ თვისებებს იძენენ და ზრდასრულ ორგანიზმში უკვე გარკვეული ფუნქციების შესასრულებლად არიან სპეციალიზებული, ანუ **დიფერენცირებული**. მაგალითად, ნერვული უჯრედის ფუნქცია ინფორმაციის მიღება და გადაცემაა. საამისოდ ნეირონს დენდრიტი და აქსონი აქვს; კუნთოვანი უჯრედის ფუნქცია მოძრაობაში მონაწილეობაა, ამიტომ ეს გრძელი უჯრედები შეკუმშვად ცილებს შეიცავენ; ძვლოვანი ქსოვილი ორგანიზმის საყრდენია, ამიტომ მასში მყარი მინერალური ნივთიერებებია ჩართული.



ნერვული ქსოვილი



კუნთოვანი ქსოვილი



ძვლოვანი ქსოვილი

ცხადია, ასეთ ძლიერ თვისებრივ ცვლილებებს უჯრედებში მიმდინარე ქიმიური პროცესების ღრმა და მათთვის სპეციფიკური გარდაქმნები უნდა ედოს საფუძვლად.

ქსოვილთა დიფერენციაციის მოლეკულური მექანიზმის ასახსნელად გასული საუკუნის ორმოც-დაათიან წლებში ორი ჰიპოთეზა იყო წამოყენებული.

პირველი ჰიპოთეზის თანახმად, ზიგოტიდან ჩანასახის განვითარების სხვადასხვა ეტაპზე, ქსოვილთა დიფერენციაციის პროცესში, უჯრედები გენების ნაწილს კარგავენ და მხოლოდ იმ გენებს ინარჩუნებენ, რომლებიც მათი ფუნქციების შენარჩუნებას უზრუნველყოფს. მაგალითად, კუნთოვანი უჯრედები მხოლოდ იმ გენებს შეიცავს, რომლებშიც შეკუმშვადი ცილების სინთეზზეა ბრძანება, სხვა გენები ამ უჯრედებში საერთოდ არ არსებობს.

ეს ჰიპოთეზა მალევე უარყვეს, როგორც კი დაგროვდა მონაცემები, რომ ერთი ორგანიზმის ყველა სომატური უჯრედი ერთი და იმავე რაოდენობის დნმ-ს შეიცავს.

მეორე ჰიპოთეზის თანახმად, ზიგოტიდან განვითარებული მრავალუჯრედიანი ორგანიზმის ნებისმიერ უჯრედში მთლიანადაა შენარჩუნებული ზიგოტის გენების სრული კრებული. დიფერენციაციის პროცესში მოცემული უჯრედისთვის „არასაჭირო გენების“ გამოორთვება და აქტიურ მდგომარეობაში მხოლოდ ის გენები რჩება, რომლებიც უჯრედს მისთვის სპეციფიკური ფუნქციების შესრულებაში ეხმარება.

ამ ჰიპოთეზის სისწორეში დასარწმუნებლად საჭირო იყო ისეთი ექსპერიმენტის მოფიქრება, რომელიც საშუალებას მისცემდა უკვე გარკვეული ფუნქციების შესასრულებლად დასპეციალებულ უჯრედს, გამოევიღა თავისი მთლიანი გენური შესაძლებლობები, ანუ ამოქმედებინა „გამორთული“ გენები, თუკი ისინი მართლა არსებობდნენ დიფერენცირებულ უჯრედში.

ტექნიკურად ეს ამოცანა საკმაოდ რთული შესასრულებელი აღმოჩნდა, თუმცა ამერიკელმა ემბრიოლოგებმა, თომას კინგმა და რობერტ ბრიგმა, შეძლეს მისი გადაწყვეტა. მათ ულტრაიისფერი სხივების ზემოქმედებით დაშალეს ბაყაყის კვერცხუჯრედის ბირთვი, რომელიც შეიცავდა სრულ გენეტიკურ ინსტრუქციას ბაყაყის ორგანიზმის განვითარების შესახებ. უბირთვო უჯრედში, სადაც მხოლოდ ამ ინსტრუქციის გახორციელებისთვის აუცილებელი ნივთიერებები დარჩა, მათ თავკომბალას ნაწლავის დიფერენცირებული უჯრედიდან გამოყოფილი ბირთვი გადაიტანეს. ამით კვერცხუჯრედში ახალი ბრძანება გაჩნდა.

ექსპერიმენტი გასაოცარი შედეგით დასრულდა – ბირთვის ტრანსპლანტაციის შედეგად კვერცხუჯრედიდან თავკომბალა გამოიჩეკა, რომელიც შემდეგ ზრდასრულ ბაყაყად გადაიქცა.

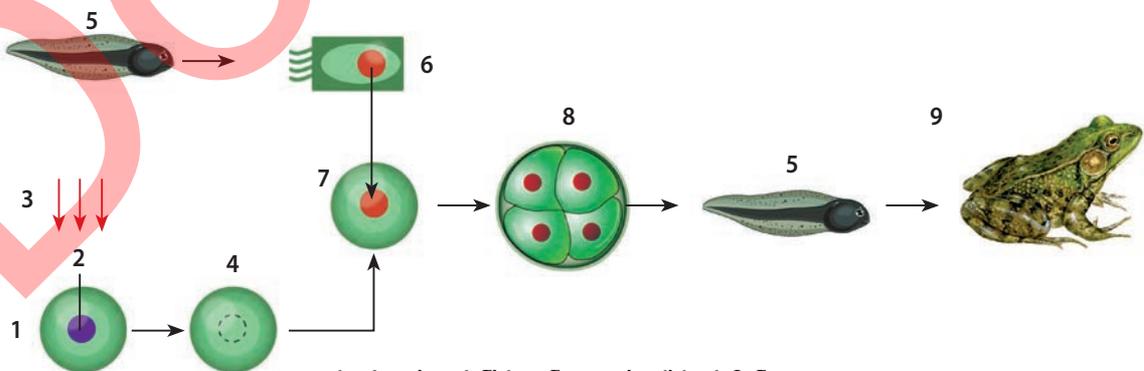
ამ ექსპერიმენტით ერთმნიშვნელოვნად დადასტურდა, რომ ყოველი დიფერენცირებული უჯრედი გენების შემცველობის თვალსაზრისით ერთნაირია და უნდა არსებობდეს მექანიზმი, რომელიც მის სხვადასხვა უჯრედში გენების განსხვავებულ აქტივობას გააკონტროლებს.



თ. კინგი



რ. ბრიგი



ბირთვის ტრანსპლანტაციის ექსპერიმენტი:

1. ბაყაყის კვერცხუჯრედი; 2. ბირთვი; 3. ულტრაიისფერი სხივი; 4. უბირთვო კვერცხუჯრედი; 5. თავკომბალა;
6. ნაწლავის უჯრედი; 7. ბაყაყის კვერცხუჯრედი ნაწლავის უჯრედის ბირთვით; 8. ჩანასახი;
9. ზრდასრული ბაყაყი.

ასეთი მექანიზმი მართლაც არსებობს, რომელიც გენების მოქმედების ყველა ეტაპს ტრანსკრიპციიდან ტრანსლაციის შემდგომი პერიოდის ჩათვლით, აკონტროლებს.

ქრომატინის სტრუქტურა

ეუკარიოტული უჯრედის დნმ ქრომატინის სახითაა ორგანიზებული, რომელიც წარმოადგენს დნმ-ისა და ცილა **ჰისტონების** კომპლექსს. ადამიანის ერთი სომატური უჯრედის გენომი შეიცავს დნმ-ის 6 მილიარდ ნუკლეოტიდურ წყვილს. თითოეული ნუკლეოტიდის ზომა დაახლოებით 0,34 ნანომეტრია. ამიტომ თითოეული დიპლოიდური უჯრედის საერთო დნმ-ის სიგრძე საშუალოდ 3 მეტრამდე აღწევს.

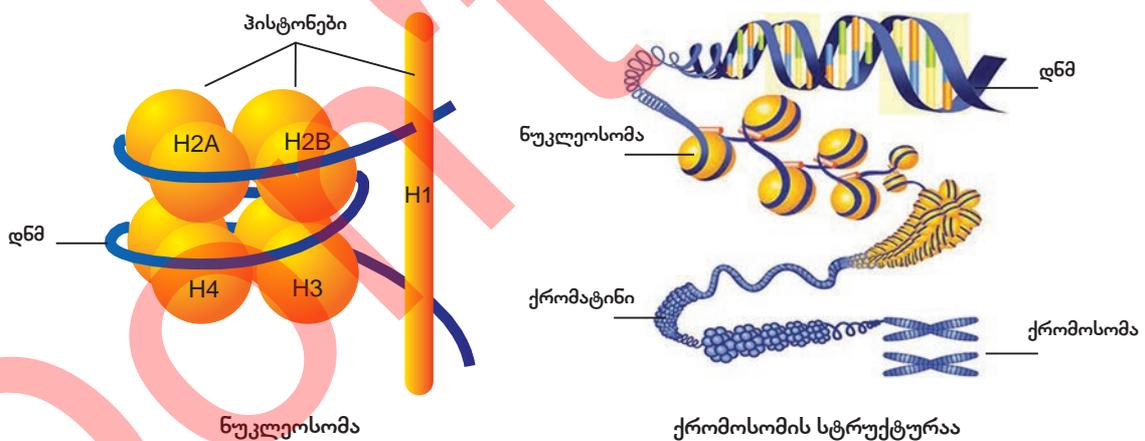
როგორ თავსდება ასეთი ზომის დნმ ადამიანის უჯრედში?

ამ საოცარ სამუშაოს ცილა ჰისტონები ასრულებს.

ჰისტონები დადებითად დამუხტული მცირე ზომის ცილებია, რომლებიც ადვილად უერთდება დნმ-ის მოლეკულას, მასში დიდი რაოდენობით უარყოფითი მუხტის შემცველი ფოსფორმჟავას ნაშთების გამო.

რომელ ამინომჟავებს უნდა შეიცავდეს ჰისტონები განსაკუთრებით დიდი რაოდენობით?

ელექტრონულ მიკროსკოპში ქრომატინი ძაფზე ასხმულ პატარა ბურთულების მიხვეს ჰგავს. ამ ბურთულებს **ნუკლეოსომებს** უწოდებენ. თითოეული ნუკლეოსომა 8 მოლეკულა ჰისტონს შეიცავს. H1 ჰისტონი გარედან არის მიმაგრებული ნუკლეოსომაზე. ის მეზობელ ნუკლეოსომებს ერთმანეთთან აკავშირებს და აახლოებს. დნმ-ი ნუკლეოსომას გარს ეხვევა და მის გარშემო ორ ხვეულს აკეთებს.



ნუკლეოსომები, მათზე შემოხვეული დნმ-ის მოლეკულებით, ქრომატინის სტრუქტურული და ფუნქციური ელემენტებია. თითოეული ქრომოსომა ასობით ათასი ნუკლეოსომისგან შედგება და სწორედ ეს იწვევს დნმ-ის მოლეკულების ასე კომპაქტურად ჩალაგებას უჯრედებში.

იმისთვის რომ გენი ჩაირთოს, ანუ მოხდეს მისი ტრანსკრიპცია, ის როგორმე უნდა გათავისუფლდეს ჰისტონებისგან, რადგან ისინი ხელს უშლიან დნმ-ის ორი ჯაჭვის ერთმანეთისგან დაცილებას და ბარიერს წარმოადგენენ ტრანსკრიპციაში მონაწილე ფერმენტებისთვის, ანუ რნმ-პოლიმერაზას დნმ-ის მატრიცაზე მუშაობის შესაძლებლობა უნდა მიეცეს.

გამოდის, რომ უჯრედს შეუძლია აკონტროლოს გენების აქტივობა ჰისტონებსა და დნმ-ს შორის კავშირის გაძლიერებითა და შესუსტებით.

ტრანსკრიპციის კონტროლი

ინფორმაციას იმის შესახებ, თუ როგორ უნდა წარიმართოს საქმიანობა, უჯრედი სპეციალური ინფორმაციული მოლეკულების საშუალებით იღებს. ისინი მოცემული უჯრედის ცილა-რეცეპტორებზე ზემოქმედებით აგზავნიან სიგნალს დნმ-ისკენ.

ეუკარიოტული გენის ჩართვას აწარმოებენ ცილები, რომლებსაც ტრანსკრიპციის ფაქტორებს უწოდებენ. დღეისთვის აღმოჩენილია რამდენიმე ასეული ასეთი ტიპის ცილა. ერთ გენზე მრავალმა ტრანსკრიპციის ფაქტორმა შეიძლება მოახდინოს გავლენა.

მეცნიერებმა მრავალი ტრანსკრიპციის ფაქტორის სტრუქტურა გაშიფრეს და უკვე ცნობილია მათი დნმ-თან დაკავშირების სხვადასხვა მექანიზმი. გაირკვა, რომ ზოგი მათგანის კონფორმაცია ზუსტად შეესაბამება დნმ-ის გარკვეული მონაკვეთის კონფორმაციას, ზოგი ამოიცნობს ნუკლეოტიდთა სპეციფიკურ თანმიმდევრობებს, ზოგი კი დნმ-თან დასაკავშირებლად დაბალმოლეკულურ ნივთიერებებს, მაგ., თუთიას იყენებს.

დადგინდა, რომ ტრანსკრიპციული ფაქტორების მოქმედება მათ კონცენტრაციაზეა დამოკიდებული. თუ ტრანსკრიპციული ფაქტორის გენი გაძლიერებულად ასინთეზირებს ფაქტორს, ის დიდი რაოდენობით გროვდება ბირთვში და გენის ჩართვას იწვევს. ტრანსკრიპციული ფაქტორის გენის მუტაციას უჯრედი არაკონტროლირებად მდგომარეობაში გადაჰყავს, რასაც შესაძლოა უჯრედის სიმსივნური გადაგვარება მოჰყვეს. ნერვული სისტემის განვითარების დარღვევა – ე.წ. რეტის სინდრომი, დიაბეტის ერთ-ერთი იშვიათი ფორმა, რომელიც აუტოსომურ დომინანტურ დაავადების სახით მიმდინარეობს, მეტყველების სპეციფიკური დარღვევა ასევე ტრანსკრიპციული ფაქტორების გენების მუტაციით გამოწვეული დაავადებებია.

ეუკარიოტული გენი ე.წ. **ეგზონებისა და ინტრონებისგან** შედგება.

ეგზონები (1) გენის ის მონაკვეთებია, რომლებშიც ნუკლეოტიდური თანმიმდევრობების სახით ჩანერილია ინფორმაცია ცილის ამინომჟავური შედგენილობის შესახებ.

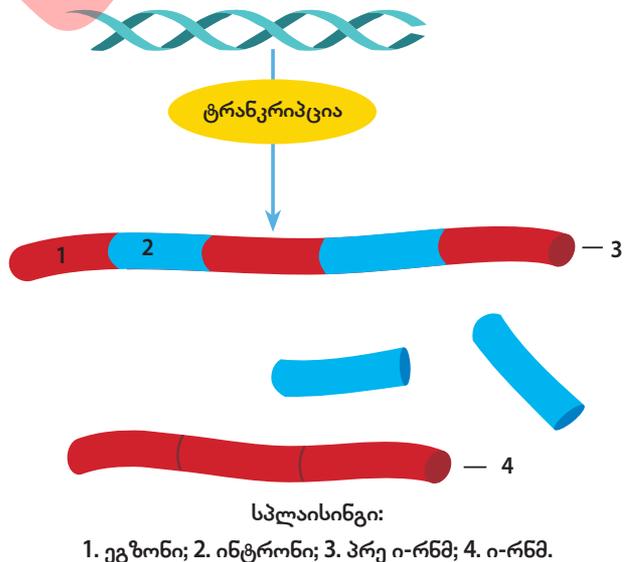
ინტრონებს (2) გენის იმ უბნებს უწოდებენ, რომლებიც არ შეიცავენ ამგვარ ინფორმაციას, თუმცა ზოგჯერ ინტრონების ჯამური სიგრძე მთელი გენის 60-70%-ს აღწევს.

ტრანსკრიპციის პროცესში გენის ორივე უბანი მონაწილეობს.

ტრანსკრიპციის შედეგად მიიღება ე.წ. პრე ი-რნმ, რომელიც **სპლაისინგს** ექვემდებარება.

სპლაისინგის პროცესი გულისხმობს ინტრონების ამოჭრას და დარჩენილი ეგზონების ერთმანეთზე გადაკერებას.

ინტრონების ფუნქცია ბოლომდე არ არის შესწავლილი. ბევრი რამ მათ შესახებ მეცნიერებმა ჯერ კიდევ არ იციან, თუმცა მაგალითად ცნობილია, რომ ისინი მონაწილეობენ სპლაისინგის პროცესში, ასევე იცავენ ეგზონებს დაზიანებისგან.



ტრანსკრიპციის შემდგომი კონტროლი

ამ ეტაპზე კონტროლდება, თუ რა სიჩქარით უნდა დატოვოს წარმოქმნილმა ი-რნმ-მა ბირთვი და გადაადგილდეს ციტოპლაზმაში. ამ პროცესის დაჩქარებით ან შეფერხებით შესაძლებელია ცილების კონცენტრაციის მართვა უჯრედში.

ტრანსლაციის კონტროლი

ამ დროს რეგულირდება ი-რნმ-ის „სიცოცხლის ხანგრძლივობა“ და ასევე რიბოსომებთან მისი დაკავშირების უნარი.

პროკარიოტული ი-რნმ ფერმენტების ზემოქმედებით სულ რამდენიმე წუთში იშლება. სწორედ ამის გამოა, რომ ბაქტერიები სწრაფად უპასუხებენ გარემოს ცვლილებებს ახალი ცილების სინთეზით. ეუკარიოტული ი-რნმ-ის სიცოცხლის ხანგრძლივობა კი შესაძლოა რამდენიმე კვირასაც აღწევდეს.

ცილის სინთეზის ძლიერი ინჰიბიტორები ანტიბიოტიკებია. ისინი სპეციფიკურად ზემოქმედებენ რეპლიკაციის, ტრანსკრიპციისა და ტრანსლაციის პროცესებზე. მაგალითად, ზოგიერთი მათგანი თრგუნავს რნმ-პოლიმერაზას, ზოგი ხელს უშლის რიბოსომებთან ტ-რნმ-ის დაკავშირებას, ზოგი – ი-რნმ-ის გასწვრივ რიბოსომების მოძრაობას და ა.შ.

ტრანსლაციის შემდგომი კონტროლი

სინთეზის შემდეგ ცილის მოლეკულა გარკვეულ ცვლილებებს განიცდის მისთვის სპეციფიკური ფუნქციების შესაძენად. კონტროლის მექანიზმის ბოლო ეტაპი ამ გარდაქმნებს არეგულირებს.



ეუკარიოტული ორგანიზმები რადიკალურად განსხვავდება პროკარიოტებისგან მემკვიდრული ინფორმაციის ორგანიზებითა და მისი რეალიზაციით. ამას მათი აგებულების სირთულე განაპირობებს. ეუკარიოტული უჯრედის ქრომატინი დნმ-ისა და ჰისტონების კომპლექსია. ეუკარიოტული მრავალუჯრედიანი ორგანიზმების დიფერენცირებულ უჯრედებში სრულადაა შენარჩუნებული ორგანიზმისთვის დამახასიათებელი გენების სრული კრებული, თუმცა აქტიური მხოლოდ ის გენებია, რომლებიც მოცემული უჯრედების სპეციფიკური სასიცოცხლო ფუნქციების შესრულებას უზრუნველყოფს. გენების ჩართვას ტრანსკრიპციის ფაქტორები აწარმოებენ. მუტაციები ტრანსკრიპციის ფაქტორების გენებში არღვევს გენთა მოქმედებას, უჯრედი არაკონტროლირებად მდგომარეობაში გადადის, რაც დაავადებების სახით ვლინდება.

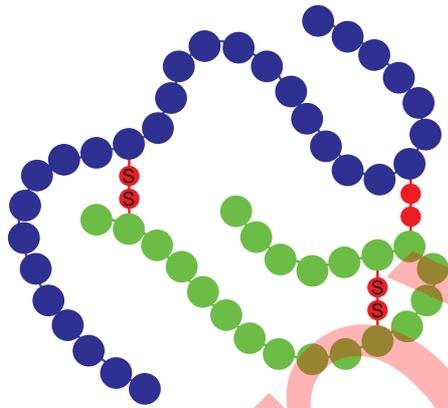


1 მიუთითე, რომელი გენებია აქტიური კუჭქვეშა ჯირკვალში, ჰიპოფიზში, ძვლის ნითელ ტვინში?

	პანკრეასი	ჰიპოფიზი	ძვლის ნითელი ტვინი
ინსულინის გენი			
ზრდის ჰორმონის გენი			
შემოგლობინის გენი			

2 რიბოსომაზე სინთეზირებული ინსულინის მოლეკულა გრძელი პოლიპეპტიდური ჯაჭვია, რომელსაც ჰორმონალური აქტივობა არ გააჩნია. ინსულინის მოლეკულის გასააქტივებლად ერთ-ერთი ფერმენტი მას ორ პოლიპეპტიდურ ჯაჭვად ხლეჩს.

გენების რეგულაციის რომელ ეტაპზე ხდება ეს ცვლილება?



ინსულინი

3 ზოგჯერ ი-რნმ-ის მოლეკულასთან რამდენიმე რიბოსომა დაკავშირებული. ასეთ კომპლექსს **პოლისომა** ეწოდება. როგორ ფიქრობ:

- ა. რა დანიშნულება აქვს პოლისომას?
- ბ. რა შემთხვევაში წარმოიქმნება ის უჯრედში?
- გ. რეგულაციის რომელი ეტაპი აკონტროლებს პოლისომების წარმოქმნას?



პოლისომა



1 რა ეწოდება ეუკარიოტული გენის უბნებს, რომელთა ტრანსკრიპციაც ხდება და ტრანსლაციაც?

2 უჯრედი თავისი საქმიანობის წარმართვის შესახებ ინფორმაციას სასიგნალო მოლეკულების საშუალებით იღებს.

- ა. რომელ ასეთ ინფორმაციულ მოლეკულებს იცნობ?
- ბ. რა ეწოდება, ზოგადად, ასეთ ნივთიერებებს?
- გ. უჯრედის რომელი სტრუქტურები აღიქვამს სასიგნალო მოლეკულების ბრძანებას?
- დ. როგორ ახსნი იმ ფაქტს, რომ ცილოვანი ჰორმონების რეცეპტორები პლაზმურ მემბრანაზე მდებარეობს, სტეროიდული ჰორმონებისა კი – ციტოპლაზმაში?
- ე. რომელ ცილოვან და სტეროიდულ ჰორმონს იცნობ?

3 დაასახელე ადამიანის უჯრედები, რომლებშიც ტრანსკრიპციისა და ტრანსლაციის პროცესი საერთოდ არ მიმდინარეობს. ახსენი, რას ეფუძნება შენი მოსაზრება?

4 სწორი პასუხის შესაბამის უჯრაში ჩაწერე ნიშანი X.

ჰემოგლობინის გენს შეიცავს ზრდასრული:

ა. ერითროციტი;

ბ. ლიმფოციტი;

გ. ფაგოციტი;

დ. თრომბოციტი;

ე. ოსტეოციტი.

ა	ბ	გ	დ	ე

5

ა. გაშიფრე ტერმინი: „პოსტტრანსლაციური მოდიფიკაცია“;

ბ. დაასახელე ამ მოდიფიკაციის შენთვის ცნობილი მაგალითი;

გ. უჯრედის რომელ ორგანოიდებში ხდება ასეთი ცვლილებები?

დ. რაში მდგომარეობს ასეთი ცვლილებების დანიშნულება?

6

რომელი ქსოვილების გენების ტრანსკრიპცია ხდება ანდროგენების ზემოქმედებით?

7

დნმ-ის ზოგიერთ გენს პროტონკოგენს უწოდებენ. გაშიფრე ტერმინი და ივარაუდე რომელმა გენებმა „დაიმსახურეს“ ასეთი შეფასება.

შენ შეძლებ:

- განმარტო, როგორ უჯრედებს უწოდებენ ღეროვან უჯრედებს;
- განასხვავო ერთმანეთისგან სომატური და ემბრიონული ღეროვანი უჯრედები;
- იმსჯელო ღეროვანი უჯრედების პლასტიკურობაზე;
- შეადარო ერთმანეთს ძვლის წითელი ტვინის ჰემატოპოეტური და სტრომალური უჯრედების შესაძლებლობები, გარდაიქმნან სხვა სახის უჯრედებად;
- მოიყვანო არგუმენტები ჭიპლარის ღეროვანი უჯრედების უპირატესობების სასარგებლოდ, მათი სამკურნალოდ გამოყენების თვალსაზრისით;
- შეაჯამო ემბრიონული უჯრედების გამოყენების პერსპექტივები და სიძნელები თერაპიაში.

იმეტყველე როგორც მეცნიერმა

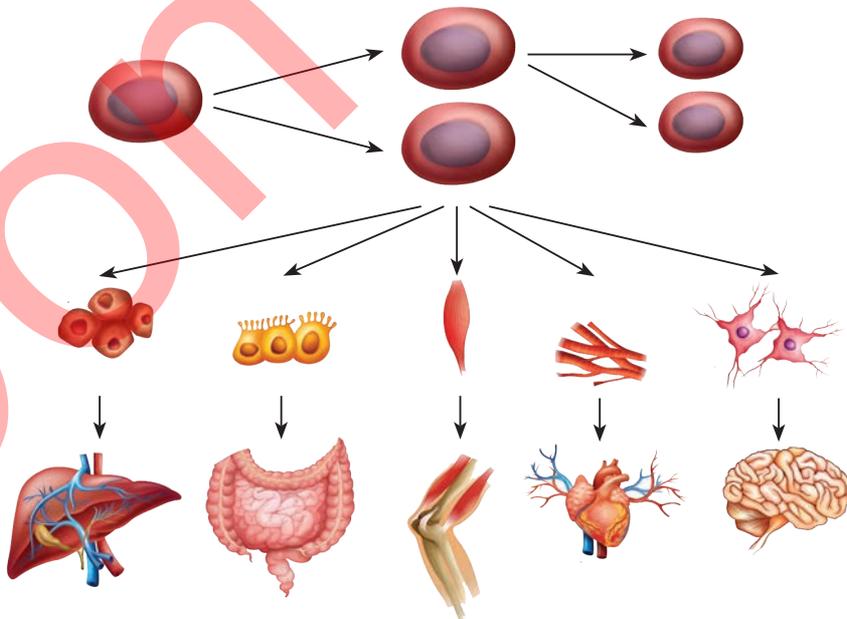
ჰემატოპოეტური უჯრედები

სტრომალური უჯრედები

XXI საუკუნეს ოქროს ხანას უწოდებენ ბიოლოგიაში იმ უდიდესი მიღწევების გამო, რომელიც შეეხო ჩვენი ყოფაცხოვრების ყველა სფეროს – მედიცინას, ფარმაცოლოგიას, კვების მრეწველობას, გარემოს დაცვას და რადიკალურად შეცვალა ის. უდიდესი წვლილი ამ წარმატებებში ღეროვან უჯრედებზე დამყარებულ ტექნოლოგიებს ეკუთვნის.

ღეროვან უჯრედებს ისეთ არადიფერენცირებულ უჯრედებს უწოდებენ, რომლებსაც მუდმივი გამრავლებისა და სხვადასხვა სახის უჯრედებად სპეციალიზაციის უნარი აქვთ.

საინტერესოა, რომ ღეროვანი უჯრედის მიტოზურად გაყოფისას წარმოქმნილი ორი უჯრედიდან, ერთი კვლავ არადიფერენცირებულ მდგომარეობაში რჩება და გამრავლების უნარს ინარჩუნებს, მეორე კი ამა თუ იმ სახის ზრდასრულ, დიფერენცირებულ უჯრედად გარდაიქმნება.



ღეროვანი უჯრედების გამრავლება და დიფერენცირება

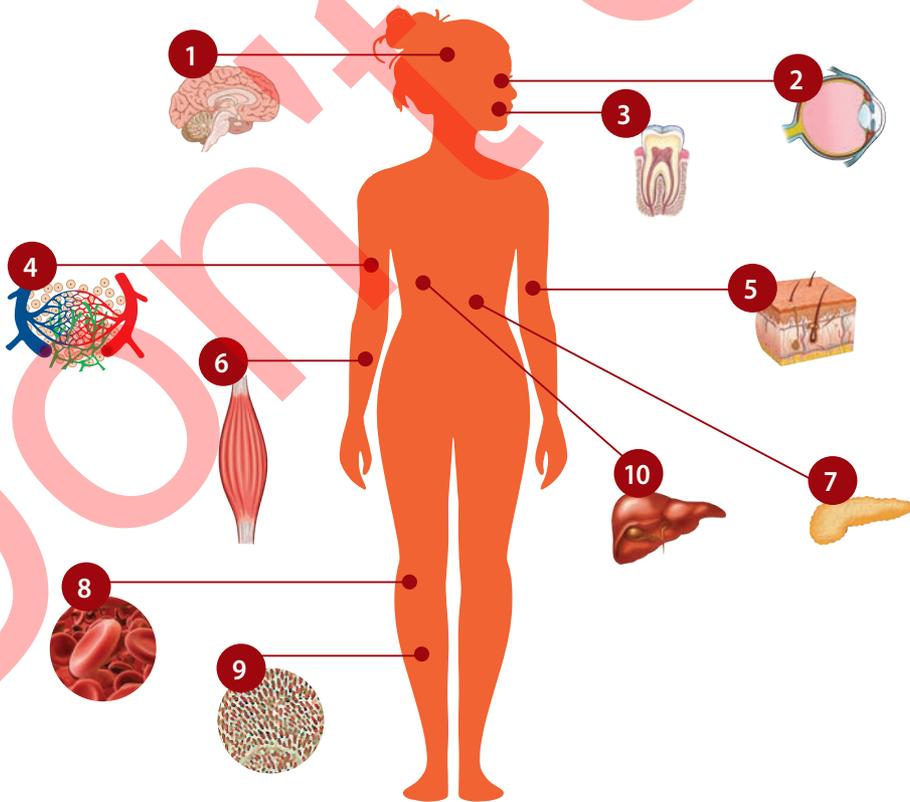
ადამიანის ორგანიზმში არსებობს ღეროვანი უჯრედების ორი ტიპი – სომატური და ემბრიონული.

სომატური ღეროვანი უჯრედები

სომატური ღეროვანი უჯრედები არადიფერენცირებული უჯრედების ძალიან მცირე გროვების სახით არის ჩართული ზრდასრული ორგანიზმის სხვადასხვა ქსოვილების დიფერენცირებულ უჯრედებს შორის. აქ, ისინი ყოველთვის არ არიან აქტიური – დაყოფასა და დიფერენცირებას მხოლოდ მაშინ იწყებენ, როდესაც ქსოვილი ზიანდება. როგორც ჩანს, ორგანიზმში მათი ძირითადი დანიშნულება იმ ქსოვილის აღდგენაა, რომელშიც ისინი მდებარეობენ. ამიტომ გასაკვირი არ უნდა იყოს, რომ სომატურ ღეროვან უჯრედებს შეიცავს საჭმლის მომნელებელი სისტემისა და კანის ეპითელი, რომელთა უჯრედები საკვებისა და გარემოს მექანიკური ზემოქმედების გამო მუდმივად ილუპება.

სომატური ღეროვანი უჯრედები ისეთ ქსოვილებშიც არის ნანახი, სადაც მათ არსებობას მეცნიერები არ მოელოდნენ. სამეცნიერო წრეებში დიდხანს იყო დამკვიდრებული აზრი იმის შესახებ, რომ ნერვულ უჯრედებს გამრავლების უნარი არ შესწევთ. 1960 წელს მკვლევრებმა ვირთაგვას თავის ტვინში აღმოაჩინეს ორი უბანი, რომლებიც გამრავლების უნარის მქონე უჯრედებს შეიცავდა. მაგრამ ისინი დარწმუნებული იყვნენ, რომ ეს უჯრედები ნერვულ უჯრედებად ვერ დიფერენცირდებოდა. დღეისთვის უკვე სადავო აღარაა ის ფაქტი, რომ თავის ტვინი შეიცავს ღეროვან უჯრედებს, რომელთაც გამრავლებისა და ნერვულ ქსოვილად დიფერენცირების უნარი აქვთ.

იმ ქსოვილების რიცხვი, რომლებშიც სომატური ღეროვანი უჯრედებია აღმოჩენილი, სულ უფრო და უფრო იზრდება. ეს უჯრედები ნანახია სისხლძარღვებში მოცირკულირე სისხლში, ზურგის ტვინში, ღვიძლში, პანკრეასში, ჩონჩხის კუნთში, პულპაში, რქოვანაში, ბადურაში და ა.შ.

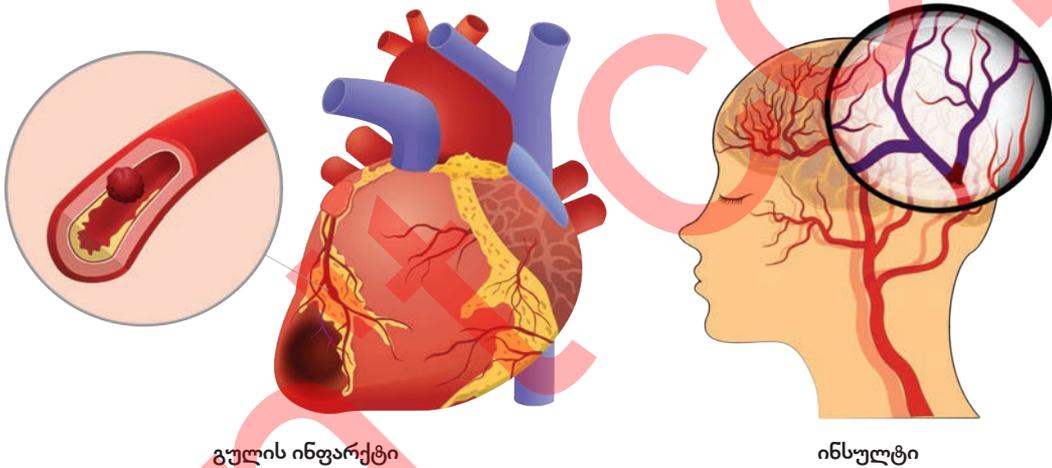


სომატური ღეროვანი უჯრედები

1. თავის ტვინი; 2. ბადურა, რქოვანა; 3. პულპა; 4. სისხლძარღვები; 5. კანი; 6. ჩონჩხის კუნთი; 7. პანკრეასი;
8. სისხლძარღვებში მოცირკულირე სისხლი; 9. ძვლის წითელი ტვინი; 10. ღვიძლი.

როგორც ექსპერიმენტული მონაცემები მოწმობს, ლაბორატორიულ პირობებში ე.წ. ქიმიური რეპროგრამირების გზით, სომატურ ღეროვან უჯრედებს შეუძლიათ გარდაიქმნან არა მხოლოდ იმ ქსოვილის უჯრედებად, რომელშიც იმყოფებიან, არამედ წარმოქმნან სხვა სახის უჯრედებიც. სომატური ღეროვანი უჯრედების ასეთ თვისებას **პლასტიკურობა** შეარქვეს. მაგალითად, თავის ტვინის ღეროვან უჯრედებს შეუძლიათ სისხლისა და კუნთის უჯრედებად გარდაქმნა. ქიმიური რეპროგრამირება გულისხმობს ქსოვილური კულტურის საკვებ არეში სხვადასხვა სახის სასიგნალო ნივთიერებების დამატებას.

მეცნიერები ცდილობენ ღეროვანი უჯრედების ეს უნიკალური უნარი ისეთი დაავადებების სამკურნალოდ გამოიყენონ, რომელთა მიზეზი უჯრედების დეგენერაცია ან ნეკროზია. ასეთი დაავადებების რიცხვი კი საკმაოდ დიდია. მაგალითად, გულის ინფარქტისას ზიანდება და იღუპება გულის კუნთის უჯრედები; ინსულტის, თავისა და ზურგის ტვინის ტრავმების, ასევე ნეიროდეგენერაციული დაავადებების – პარკინსონის, ალცჰაიმერის, გაფანტული სკლეროზისას – ნერვული უჯრედები; ჰეპატიტებისა და ციროზის დროს – ღვიძლის უჯრედები; დიაბეტის დროს – კუჭქვეშა ჯირკვლის უჯრედები და ა.შ. ამიტომ ასეთი დაავადებისას, მკვდარი უჯრედების ჩასანაცვლებლად და დაზიანებული ქსოვილის აღსადგენად, პაციენტის ორგანიზმში ღეროვანი უჯრედების შეყვანა ძალზე პერსპექტიულია.

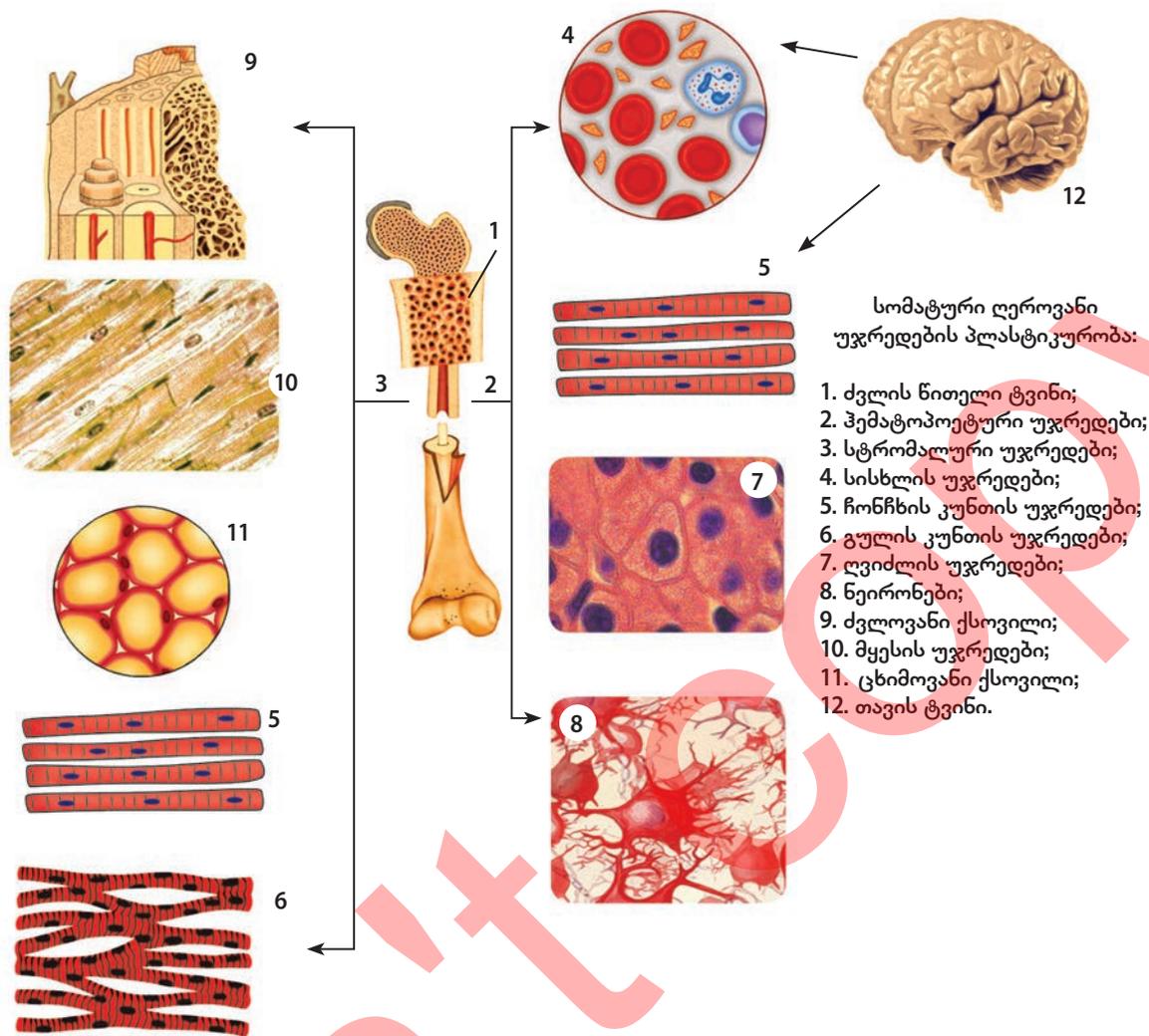


ძვლის წითელი ტვინი განსაკუთრებით მდიდარია სომატური ღეროვანი უჯრედებით. მისი დანიშნულება ხომ სისხლის ფორმიანი ელემენტების – ერითროციტების, ლეიკოციტებისა და თრომბოციტების წარმოქმნაა, რომელთაც სიცოცხლის მცირე ხანგრძლივობა აქვთ.

ძვლის წითელი ტვინი ორი ტიპის ღეროვან უჯრედებს შეიცავს – **ჰემატოპოეტურსა** და **სტრომალურს**.

ჰემატოპოეტური ღეროვანი უჯრედები წარმოქმნიან სისხლის ყველა სახის უჯრედს და ასევე შეუძლიათ დიფერენცირება ნერვულ, ჩონჩხის, კუნთისა და ღვიძლის უჯრედებად.

სტრომალური ემბრიონული უჯრედები კი წარმოქმნიან ძვალს, მყესებს, ცხიმოვან ქსოვილს, გულის კუნთისა და ჩონჩხის კუნთის უჯრედებს.



ძვლის წითელი ტვინის უჯრედების გამოყენებას ლეიკემიის სამკურნალოდ უკვე დიდი ხნის ისტორია აქვს.

ლეიკემია სიმსივნური დაავადებაა, რომლის დროს ლეიკოციტები კარგავენ მთავარ ფუნქციას – ებრძოლნ ორგანიზმში შეჭრილ მიკრობებს. დაავადებას ქიმიოთერაპიით მკურნალობენ. ამ დროს ორგანიზმში ძლიერი ქიმიური პრეპარატები შეჰყავთ, რომლებიც გადაგვარებულ ლეიკოციტებზე დამლუპველად მოქმედებენ. თუ ეს საკმარისი არ აღმოჩნდა მათ საბოლოოდ გასანადგურებლად, მაშინ საჭირო ხდება ძვლის ტვინსა და ლეიკოციტებზე რადიაციითა და ქიმიური პრეპარატებით ერთდროული ზემოქმედება. ამის შემდეგ პაციენტის სისხლში ჯანმრთელი ადამიანის ძვლის წითელი ტვინის უჯრედები შეჰყავთ. ლეროვანი უჯრედები მიგრირებენ პაციენტის ძვლის წითელი ტვინისკენ, იკავებენ განადგურებული უჯრედების ადგილს და იწყებენ ნორმალურ ფუნქციონირებას.

მაგრამ ძვლის წითელი ტვინის გადანერგვას თან გარკვეული სიძნელეები ახლავს. ძვლის ტვინის აღება არასასიამოვნო პროცედურაა, რის გამოც ადამიანები ხშირად უარს ამბობენ დონორობაზე, გარდა ამისა, ზოგჯერ პაციენტები წლების განმავლობაში ელოდებიან ისეთი დონორის შერჩევას, რომლის ძვლის ტვინის გადანერგვა მათში ძლიერ იმუნურ პასუხს არ გამოიწვევს, რაც შესაძლოა ახლად გადანერგილი ორგანოს მოცილებით დამთავრდეს.

ჭიპლარის ღეროვანი უჯრედების ტრანსპლანტაცია ასეთ პრობლემებს არ ქმნის, ამიტომ ექიმები მას მკურნალობის ერთ-ერთ ყველაზე პერსპექტიულ მიმართულებად მიიჩნევენ.

ბავშვის დაბადების შემდეგ ჭიპლარსა და პლაცენტაში მცირე რაოდენობით სისხლი რჩება, რომელიც ახალშობილს აღარ ესაჭიროება. გაირკვა, რომ ის შეიცავს სისხლის შემადგენელ ყველა ნორმალურ ელემენტს და, ამასთანავე, ძალიან მდიდარია ღეროვანი უჯრედებით.

აღმოჩნდა, რომ ჭიპლარის ღეროვან უჯრედებს არა მხოლოდ სისხლის ყველა უჯრედის წარმოქმნის უნარი აქვთ, არამედ პლასტიკურობითაც გამოირჩევიან და სხვა სახის უჯრედებად დიფერენცირების უნარიც შესწევთ.

ჭიპლარის ღეროვანი უჯრედების ასეთი უნიკალური თვისებების გამო იქმნება ამ უჯრედების ბანკები: დაბადების შემდეგ ექიმები ცდილობენ ჭიპლარიდან და პლაცენტიდან დანაკარგების გარეშე ამოიღონ სისხლი. ეს არის მარტივი და უმტკივნეულო პროცედურა, რომელიც რამდენიმე წუთს გრძელდება. მიღებულ სისხლს ეტიკეტს უკეთებენ და თხევად აზოტში ყინავენ. ასეთ მდგომარეობაში ღეროვანი უჯრედების შენახვა დიდი ხნის განმავლობაში შეიძლება. ეს უჯრედები შესაძლოა გამოყენებულ იქნეს ბავშვის, მისი მშობლების, და-ძმების, ნათესავებისა და სრულიად უცხო ადამიანებისთვის სხვადასხვა დაავადების სამკურნალოდ. ჭიპლარის უჯრედების ტრანსპლანტაციისას პაციენტებში ალერგიული რეაქციები პრაქტიკულად არ აღინიშნება. ჭიპლარის ღეროვან უჯრედებს „ახალშობილის ყველა ადამიანისთვის მიძღვნილ პირველ საჩუქარს“ უწოდებენ.



ჭიპლარის ღეროვანი უჯრედების მიღებისა და შენახვის პროცედურა

მეცნიერებმა ჯერ კიდევ ბევრი რამ არ იციან სომატური ღეროვანი უჯრედების შესახებ. არსებობს კითხვები, რომლებზეც ზუსტი და ამომწურავი საბოლოო პასუხი მეცნიერებს ჯერჯერობით არ აქვთ. მაგალითად:

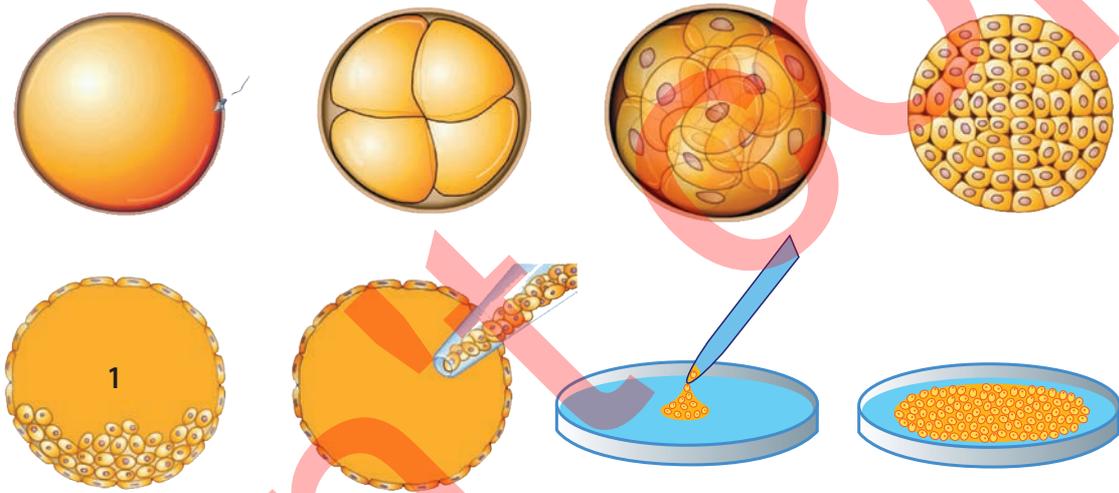
- რამდენი სახის სომატური ღეროვანი უჯრედი არსებობს ადამიანის ორგანიზმში და რომელ ქსოვილებში არიან ისინი მოთავსებული?
- საიდან წარმოიქმნა სომატური ღეროვანი უჯრედები – ემბრიონული უჯრედებიდან, თუ ორგანიზმში არსებობს მათი წარმოქმნის სხვა გზებიც?
- როგორ რჩებიან ისინი არადიფერენცირებულ მდგომარეობაში, როდესაც მათ გარშემო ყველა უჯრედი სპეციალიზებულია გარკვეული ფუნქციის შესასრულებლად?
- ორგანიზმშიც ინარჩუნებენ ისინი პლასტიკურობას, თუ ამ უნარს მხოლოდ ლაბორატორიულ პირობებში ავლენენ?
- რომელი სასიგნალო მოლეკულები ჰკარნახობს და არეგულირებს სომატური ღეროვანი უჯრედების გამრავლებასა და სპეციალიზაციას?

ემბრიონული ღეროვანი უჯრედები

ემბრიონულ ღეროვან უჯრედებს ჩანასახი განვითარების ძალიან ადრეულ ეტაპებზე შეიცავს. მათ პრაქტიკულად ყველა სახის უჯრედად გარდაქმნის უნარი აქვთ. სწორედ ამ არადიფერენცირებული უჯრედების გამრავლებითა და სპეციალიზაციით წარმოიქმნება ზრდასრულ ორგანიზმში არსებული სხვადასხვა სახის უჯრედები. ამიტომ მეცნიერები დაავადებების სამკურნალოდ ემბრიონული უჯრედების გამოყენებასაც ცდილობენ. ამ მიზნით ემბრიონულ ღეროვან უჯრედებს ლაბორატორიულ პირობებში ამრავლებენ, ანუ ქმნიან ემბრიონული ღეროვანი უჯრედების ქსოვილურ კულტურას.

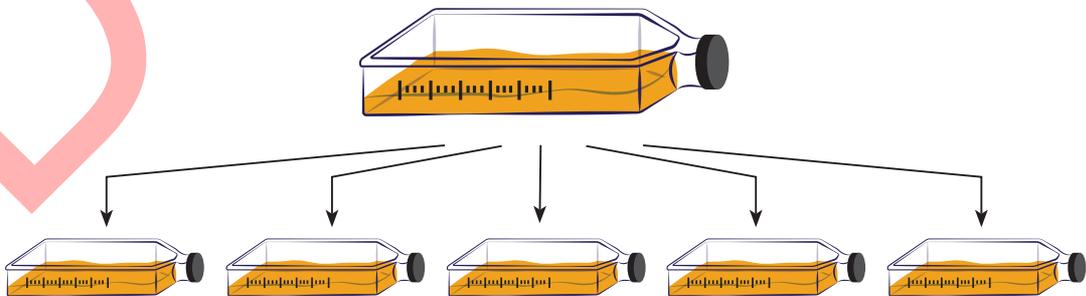
ეს სამუშაო შემდეგ ეტაპებს მოიცავს:

ადამიანის კვერცხუჯრედს ხელოვნურად ანაყოფიერებენ. ზოგოცა ჩვენი ორგანიზმის პირველი ღეროვანი უჯრედი. ის დაყოფას იწყებს და განაყოფიერებიდან 4-5 დღის შემდეგ ჩანასახი უჯრედებისგან აშენებული სითხით სავსე მიკროსკოპული სფეროა, რომელსაც **ბლასტოცისტი (1)** ჰქვია. ბლასტოცისტის სიღრუეში ოცდაათამდე ჩანასახოვანი უჯრედი. ეს უჯრედები პიპეტით გადააქვთ საკვები არის შემცველ პეტრის ფინჯანზე, სადაც ისინი ინტენსიურ დაყოფას იწყებენ.



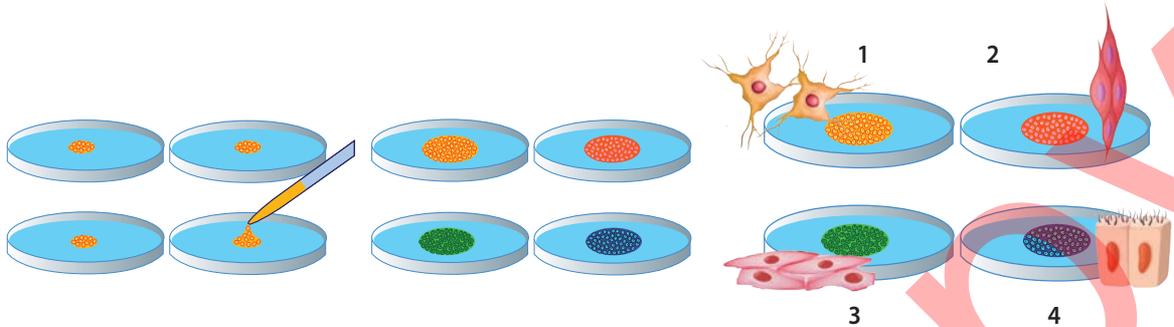
ემბრიონული ღეროვანი უჯრედების ქსოვილური კულტურის მიღება

ღეროვანი უჯრედები შემდგომი გამრავლების მიზნით, დიდი ზომის ჭურჭლებში გადააქვთ და სტანდარტულ პირობებში ამყოფებენ. ამ გზით არადიფერენცირებული ღეროვანი უჯრედების დიდი რაოდენობით მიღებაა შესაძლებელი.



ემბრიონული ღეროვანი უჯრედების გამრავლება

თუ ამ უჯრედების სხვადასხვა ქსოვილებად დიფერენცირება სურთ, ისინი სხვადასხვა საკვები არისა და სასიგნალო ნივთიერებების შემცველ პეტრის ფინჯნებზე გადააქვთ. ამ მეთოდით, ემბრიონული ღეროვანი უჯრედებიდან ქიმიური რეპროგრამირების გზით, შესაძლოა ნერვული (1), კუნთოვანი (2), შემაერთებელი (3) და ეპითელური (4) ქსოვილების მიღება.



ემბრიონული ღეროვანი უჯრედების დიფერენცირება სხვადასხვა სახის ქსოვილად

ამ გზით მიღებული ქსოვილების ტრანსპლანტაციით პაციენტის ორგანიზმში შესაძლოა აღდგეს სხვადასხვა დაზიანებული ქსოვილისა და ორგანოს ფუნქციები.

ექსპერიმენტულ ცხოველებზე ჩატარებული ცდებით დადასტურდა, რომ ემბრიონული ღეროვანი უჯრედების შეყვანა გულის კუნთის დაზიანებულ ქსოვილს აღადგენს. თუმცა ასეთი ექსპერიმენტები ზოგჯერ სხვადასხვა სახის სიმსივნურ დაავადებას იწვევდა.

ასე რომ, მეცნიერებს ჯერ კიდევ ბევრი რამ აქვთ დასაზუსტებელი. მათ არ იციან, რა არის ის ნივთიერება, რომელიც ემბრიონულ ღეროვან უჯრედებს აიძულებს გადაადგილდნენ დაზიანებული ქსოვილისკენ. ასევე არ არიან დარწმუნებული, რომ უჯრედები ყოველთვის შეძლებენ სასურველ, და არა ნებისმიერ სხვა ქსოვილად დიფერენცირებას. ყოველივე ამის გამო, ემბრიონულ უჯრედებზე ექსპერიმენტები ბევრ ქვეყანაში კანონით იკრძალება.

რას ამბობს ტერმინი

- ბლასტოცისტი** – (ბერძნ. ბლასტოს – ყლორტი, ცისტოს – ბუშტი);
- სტრომა** – (ბერძნ. – ფუძე, ნოხი, საფენი);
- ჰემატოპოეტური** – (ბერძნ. ჰემატოს – სისხლი, პოეზის – შემონაქმედი, წარმოქმნა).



ღეროვანი უჯრედები არადიფერენცირებული უჯრედებია, რომლებსაც მუდმივი გამრავლებისა და სხვადასხვა სახის უჯრედებად დიფერენცირების უნარი აქვთ. სომატური ღეროვანი უჯრედები ჩართულია სხვადასხვა ქსოვილის დიფერენცირებულ უჯრედებს შორის. მათი დანიშნულება ამ ქსოვილის დაზიანებული უჯრედების ჩანაცვლებაა.

ემბრიონულ ღეროვან უჯრედებს ჩანასახი შეიცავს განვითარების ადრეულ ეტაპებზე. მათ ყველა სახის უჯრედად გარდაქმნის უნარი აქვთ.

ჩვენი ორგანიზმის პირველი ღეროვანი უჯრედი ზიგოტაა.

მეცნიერები ცდილობენ ღეროვანი უჯრედების გამოყენებას მედიცინაში მრავალი დაავადების სამკურნალოდ.



ღეროვანი უჯრედებისთვის დამახასიათებელ თვისებებს ზოგჯერ ასეთი ილუსტრაციით წარმოადგენენ.

ა. როგორ ფიქრობ, რას აღნიშნავს ილუსტრაციაზე სხვადასხვა ფერის ბურთები? სწორად ასახავს სახელწოდება ამ უჯრედების ფუნქციას?

ბ. ქართული ტერმინი „ღეროვანი უჯრედები“ წარმოდგა ინგლისური ტერმინისგან „stem cells“. მოძებნე ლექსიკონში სიტყვა „stem“-ის სხვა ქართული შესატყვისები. იქნებ ამ უჯრედებისთვის უფრო მართებული ტერმინიც შეარჩიო.



1 დაასახელე ღეროვანი უჯრედების სამი ძირითადი თვისება.

2 ამა თუ იმ ორგანოს სერიოზული დაზიანებისა და ფუნქციის დაკარგვის შემთხვევაში ექიმები ორგანოთა ტრანსპლანტაციის მეთოდს მიმართავენ. დღეისთვის შესაძლებელია გულის, ნაწლავის, ღვიძლის, პანკრეასის, ფილტვის, თირკმლის ტრანსპლანტაცია.

რომელ მეთოდს შეუძლია გაუწიოს მას კონკურენცია მომავალში და რა უპირატესობის გამო?

3 ემბრიონულ ღეროვან უჯრედებზე ჩატარებულ ცდებს ცხარე კამათი ახლავს. ბევრი ადამიანი მიიჩნევს, რომ ეს არა მარტო ამორალური, არამედ მკვლევლობის ტოლფასიცაა. იფიქრე, რამდენად ღირებულია კვლევის მიზანი? გადაწონის ის თუ არა ასეთ შეხედულებებს?

4 სომატური ღეროვანი უჯრედების რიცხვი ასაკთან ერთად მცირდება. როგორ ფიქრობ, რა შეიძლება იყოს ამის მიზეზი?

5 სწორი პასუხის შესაბამის უჯრაში ჩანწერე ნიშანი X.

თეორიულად, რომელი დაავადებები შეძლება დაექვემდებაროს ღეროვანი უჯრედებით მკურნალობას?

- ა. პარკინსონის დაავადება;
- ბ. ჰიპერთირეოზი;
- გ. დამწვრობა;
- დ. ართროზი;
- ე. ნითელა;
- ვ. ათეროსკლეროზი;
- ზ. ანემია;
- თ. შარდ-კენჭოვანი დაავადება.

ა	ბ	გ	დ	ე	ვ	ზ	თ

6 ილუსტრაციაზე საყრდენ-მამოძრავებელი

სისტემის მკურნალობის ერთ-ერთი მეთოდია:

- ა. რა ეწოდება მკურნალობის ამ მეთოდს?
- ბ. რომელი დაავადებების დროს მიმართავენ მას?
- გ. დაასახელე ამ დაავადებების გამომწვევი მიზეზები.
- დ. რომელი სახსარია ილუსტრაციაზე?
- ე. რატომ ზიანდება ეს სახსარი ყველაზე ხშირად?
- ვ. რატომ ითვლება მკურნალობის ეს მეთოდი ყველაზე რადიკალურ მეთოდად?
- ზ. მკურნალობის რომელი მეთოდი შეიძლება აღმოჩნდეს ნაკლებად ტრავმული მომავალში ამ დაავადების წინააღმდეგ?



➤ გერმანელმა მეცნიერებმა ლაბორატორიაში ადამიანის სომატური ღეროვანი უჯრედებიდან ე.წ. „მინი ტვინები“ გამოზარდეს, რომლებზეც სინათლის მიმართ მგრძნობიარე პრიმიტიული თვალის მსგავსი სტრუქტურები წარმოიქმნა.

„მინი ტვინები“ უჯრედთა ჯგუფებია, რომლებიც ორგანოების სტრუქტურებსა და ფუნქციებს იმეორებენ. მეცნიერებს სჯერათ, რომ ეს კვლევა გარღვევის მომასწავებელია ოფთალმოლოგიაში, რადგან ის შესაძლებელს ხდის გადანერგვისთვის გამოსადეგი თვალის ბადურების ლაბორატორიაში შექმნას.



➤ შვედეთში მოღვაწე ქართველი მეცნიერები, ლუნდის უნივერსიტეტის ნეირომეცნიერების ცენტრის დირექტორი მერაბ კოკაია და ლუნდის უნივერსიტეტის ლეროვანი უჯრედების ცენტრის დირექტორი ზაალ კოკაია, აწარმოებენ კვლევებს ნეიროდეგენერაციული დაავადებების მკურნალობის ახალი სტრატეგიების შემუშავებაზე ლეროვანი უჯრედების გამოყენებით.



მერაბ კოკაია



ზაალ კოკაია

➤ მკვლევარებმა ადამიანის თმის ძირიდან შეძლეს ემბიონული უჯრედების მსგავსი უჯრედების მიღება.

უჯრედის გამრავლება

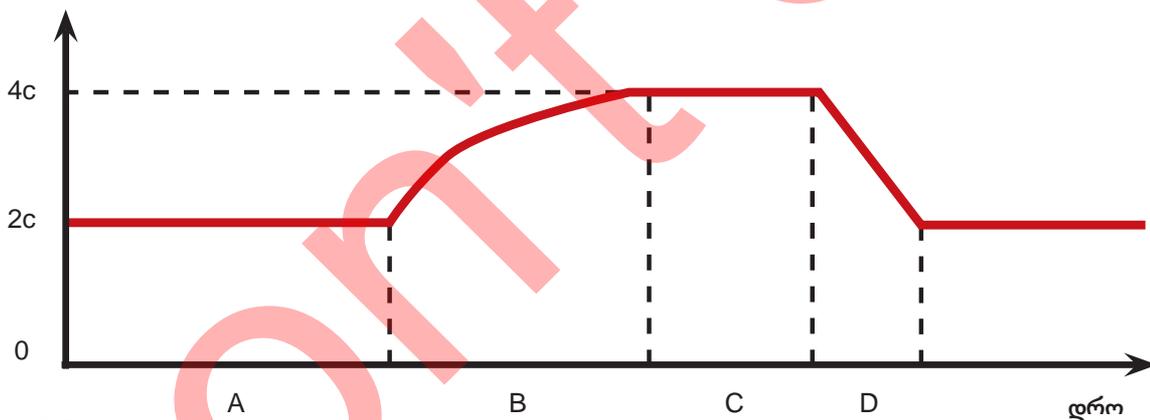
1. დნმ-ის რამდენ მოლეკულას შეიცავს სომატური უჯრედის თითოეული ქრომოსომა პროფაზისა და ტელოფაზის სტადიებზე?

- ა) პროფაზაში -1, ტელოფაზაში - 1;
- ბ) პროფაზაში -1, ტელოფაზაში - 2;
- გ) პროფაზაში -2, ტელოფაზაში - 1;
- დ) პროფაზაში -2, ტელოფაზაში - 2.

2. გრაფიკი გამოხატავს დნმ-ის რაოდენობის ცვლილებას უჯრედული ციკლის სხვადასხვა ეტაპზე.

ამოიცანი უჯრედული ციკლის რომელ ფაზებს შეესაბამება გრაფიკზე A, B, C და D სეგმენტები?

დნმ-ის შემცველობა



3. ინტერფაზაში მემკვიდრული მასალა ქრომატინის სახით ამორფულ მდგომარეობაში გრძელი ძაფების სახით არსებობს. უჯრედის გაყოფის წინ, პროფაზაში ქრომატინი სპირალიზაციას იწყებს და კომპაქტურ სტრუქტურას – ქრომოსომას წარმოქმნის. უჯრედის გაყოფის დამთავრების შემდეგ ქრომოსომა ისევ საწყის, ქრომატინის მდგომარეობას უბრუნდება.

როგორ ფიქრობ, რისთვის სჭირდება უჯრედს მისი მემკვიდრული მასალის ასეთი სახეცვლილება?

4. სიმსივნის სანინალმდეგო ქიმიოთერაპიაში გამოყენებული პრეპარატი A ხელს უშლის ცილა ტუბულინის პოლიმერიზაციას, მეორე პრეპარატი B კი – მის დეპოლიმერიზაციას. ახსენი:

- ა. რატომ აქვთ მათ სიმსივნის სანინალმდეგო მოქმედება?
- ბ. როგორ აფერხებს პრეპარატი A უჯრედის გაყოფას?
- გ. მიტოზის რომელ ფაზაზე მოქმედებს ის?
- დ. როგორ აფერხებს პრეპარატი B უჯრედის გაყოფას?
- ე. მიტოზის რომელ ფაზაზე მოქმედებს ის?

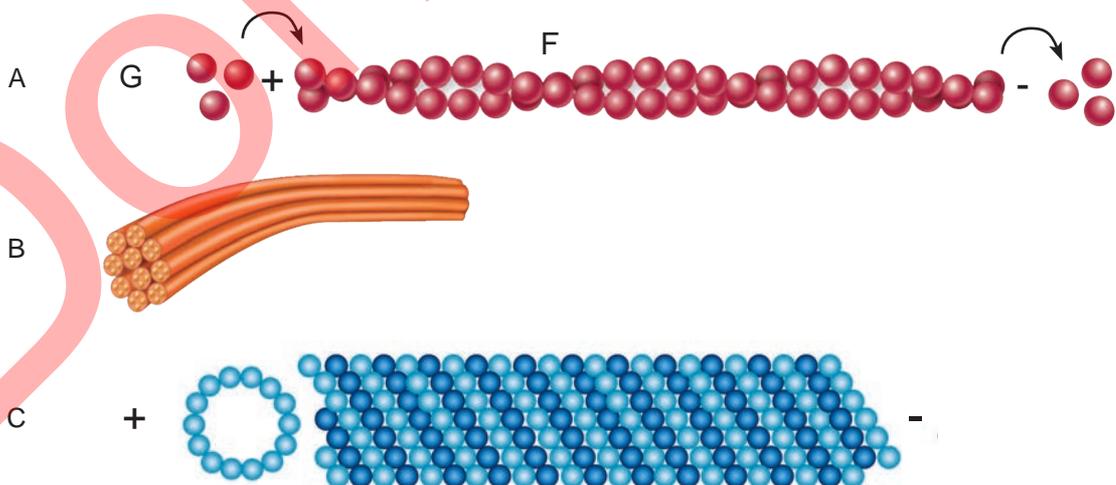
5. პირველადი სასქესო უჯრედები, რომლებიც მომნიფების ფაზაში ერთვებიან, შეიცავენ ქრომოსომების დიპლოიდურ კომპლექტს – $2n$ -ს და დნმ-ის გაორმაგებულ რაოდენობას – $4C$ -ს. აღწერე ამ სიმბოლოებით მომნიფებული სპერმატოზოიდი.

6. შეარჩიე სწორი პასუხი:

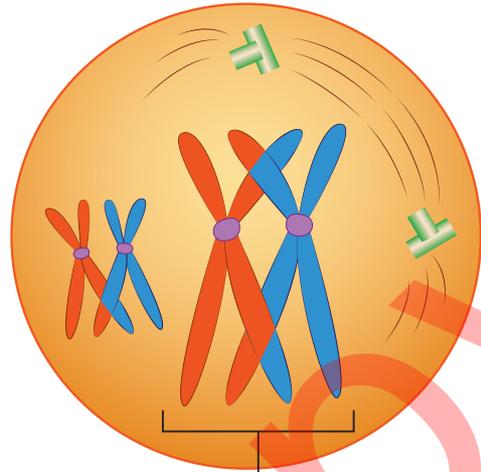
რამდენ ქრომატიდას შეიცავს ადამიანის პირველადი სასქესო უჯრედი მომნიფების ფაზაში და მისგან წარმოქმნილი სამი მიმართულებითი სხეულაკი?

- ა. 92 და 23;
- ბ. 46 და 23;
- გ. 92 და 46;
- დ. 46 და 46.

7. შეაფასე ციტოჩინინის თითოეული კომპონენტის როლი მიტოზისა და მეიოზის სხვადასხვა ფაზაში.



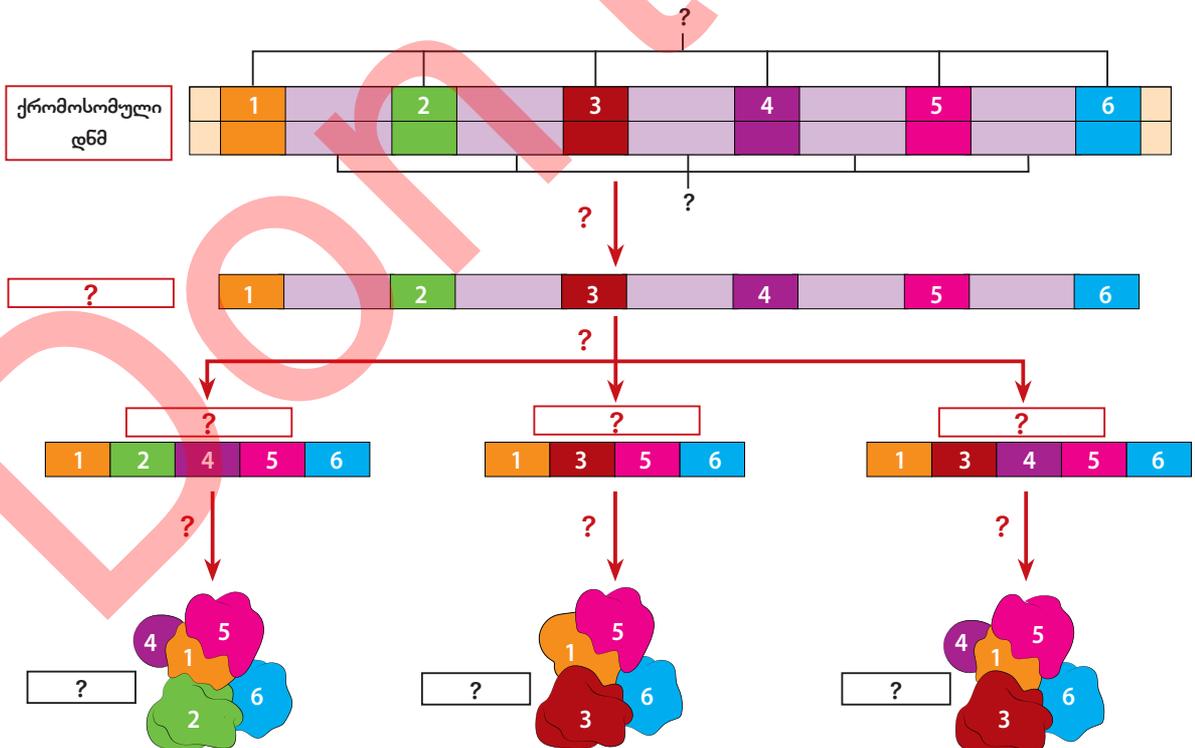
8. ჰომოლოგიური ქრომოსომების წყვილს პირველი მეიოზური გაყოფის პროფაზაში ტეტრადას უწოდებენ. როგორ ფიქრობ, საიდან წარმოდგა ეს სახელწოდება?



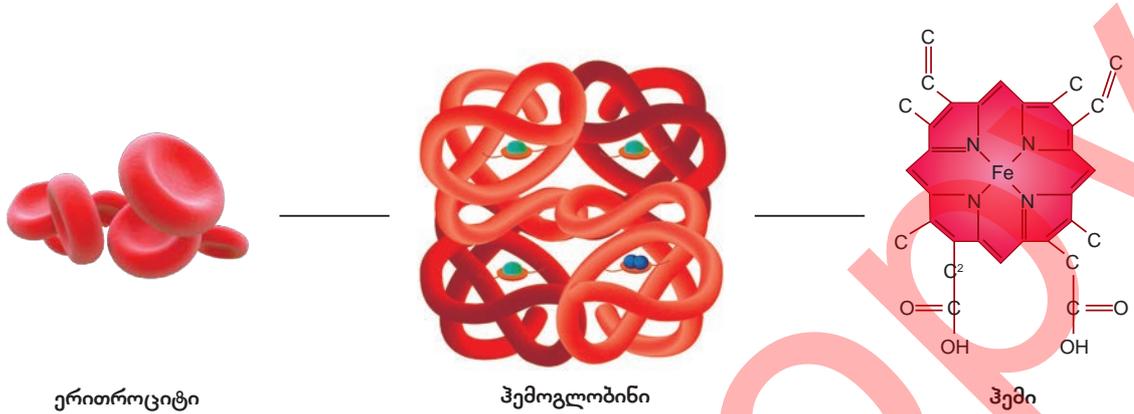
ტეტრადა

9. დაასახელე მეიოზის პროცესში ორი მოვლენა, რომლებიც გენეტიკური ბიომრავალფეროვნების მიზეზია.

10. სქემა აღწერს ეუკარიოტული უჯრედის დნმ-ში ჩანერილი ინფორმაციის რეალიზაციის პროცესს. ამოიცანი პროცესის ეტაპები და მასში მონაწილე სტრუქტურები. ახსენი, რას უნდა ნიშნავდეს ტერმინი „ალტერნატიული სპლაისინგი“.



11. ჩვენი ორგანიზმის სხვა ცილებს შორის განსაკუთრებით მაღალი სიცოცხლის ხანგრძლივობით ჰემოგლობინი გამოირჩევა. როგორ ფიქრობ, რა არის ამის მიზეზი? დაახლოებით რამდენ ხანს ცოცხლობს ჰემოგლობინი?



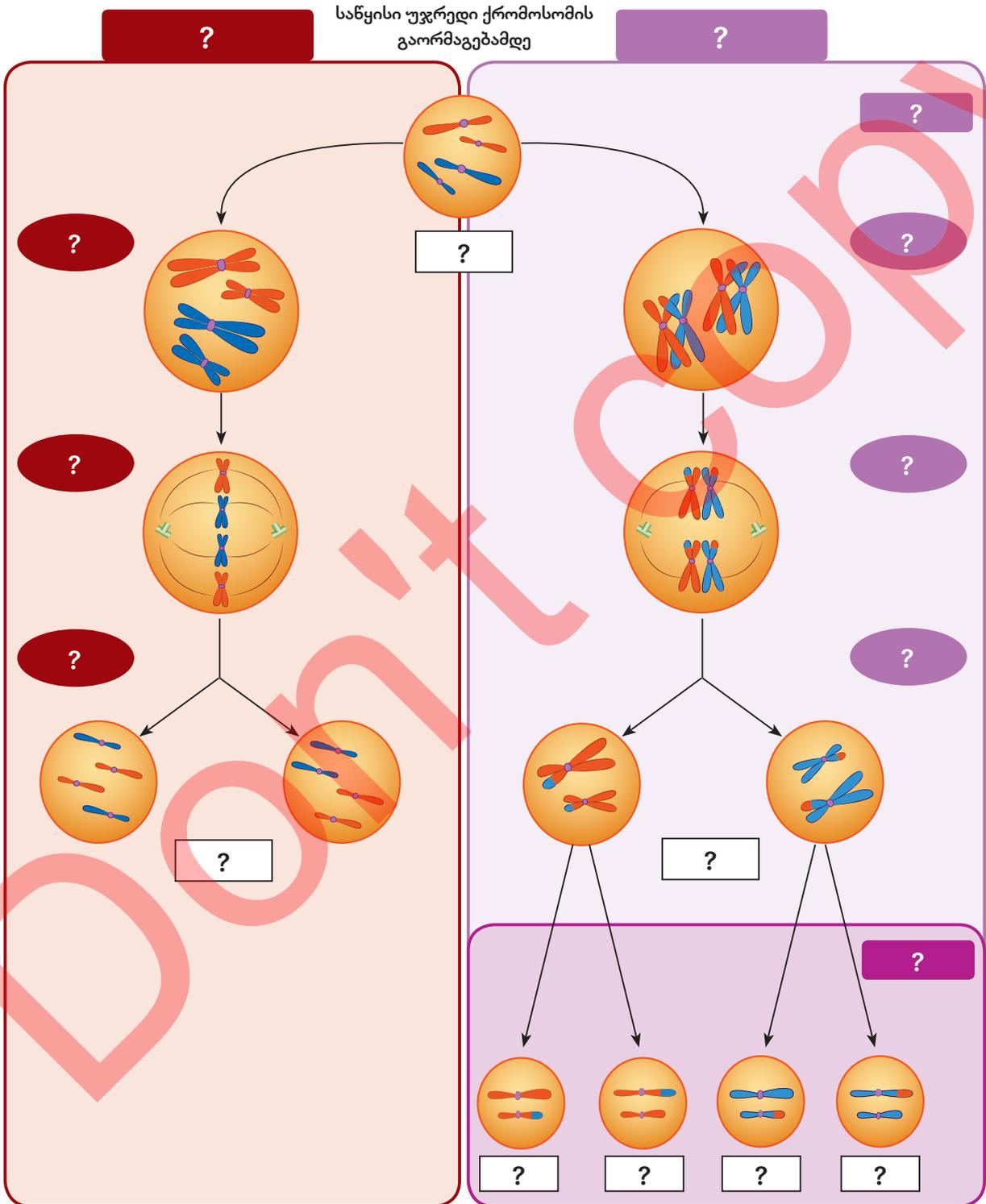
12. გამრავლება ყველა ორგანიზმის უნარია, წარმოქმნას თავისივე მსგავსი. ბუნებაში მისი მრავალი ფორმა არსებობს, თუმცა მათგან ორ ძირითადს გამოყოფენ – უსქესოსა და სქესობრივს. ორივე მათგანს საფუძვლად ეუკარიოტული უჯრედების გაყოფის ორი მთავარი ტიპი – მიტოზი და მეიოზი უდევს.

შეადარე ერთმანეთს უჯრედის გაყოფის ეს ორი განსხვავებული გზა. შეარჩიე შედარების შედეგად გამოკვეთილი ნიშნები და შექმენი ცხრილი, რომელიც გამოსატყვევებს შენ მიერ აღმოჩენილ განსხვავებებს.

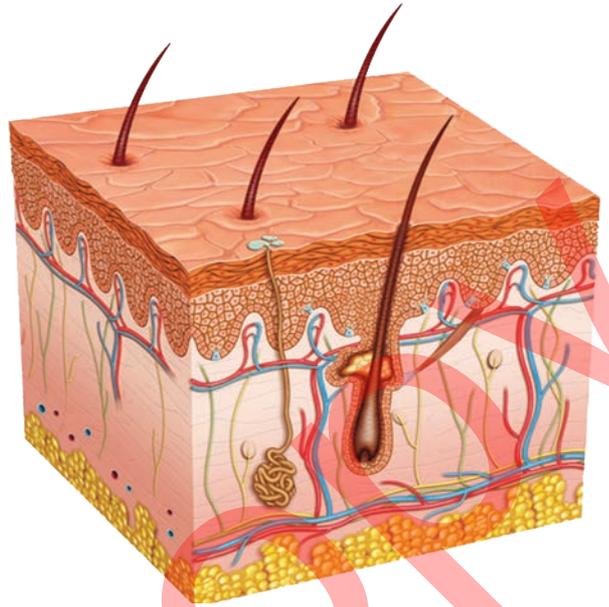
ცხრილის პრეზენტაციისას საზგასმით წარმოაჩინე:

1. ადამიანის ორგანიზმის რომელი უჯრედები მრავლდებიან მიტოზურად;
2. რაში მდგომარეობს უჯრედების მიტოზურად დაყოფის ბიოლოგიური დანიშნულება;
3. როგორ ახერხებს დედისეული უჯრედი მასში არსებული ინფორმაციის სრულად გადაცემას შვილეულ უჯრედებზე;
4. ადამიანის რომელი უჯრედები მიმართავენ მეიოზურ გაყოფას;
5. რა ბიოლოგიური დანიშნულება აქვს უჯრედის მეიოზურ გაყოფას;
6. როგორ მიიღწევა მეიოზური გაყოფით სახეობისთვის დამახასიათებელი ქრომოსომათა რიცხვის შენარჩუნება;
7. როდის და რომელ უჯრედში აღდგება სახეობისთვის დამახასიათებელი ქრომოსომათა დიპლოიდური კომპლექტი.

13. ილუსტრაციაზე ეუკარიოტული უჯრედების გაყოფის ორი მთავარი ხერხია. შეადარე ისინი ერთმანეთს, ჩანერე ცარიელ უჯრედში გაყოფის ტიპი , მისი ფაზები და ქრომოსომათა რიცხვი .



14. მოიფიქრე, რატომ ასინთეზირებენ თმის ძირის უჯრედები განსაკუთრებით დიდი რაოდენობით შუალედურ ფილამენტებს? გენების აქტივობის რომელი ეტაპით რეგულირდება მისი რაოდენობა?



15. უპასუხე კითხვებს, ჩანერე ტერმინები, ამოიცანი დაშიფრული სიტყვა და განმარტე მისი შინაარსი:

- პროკარიოტულ უჯრედში სტრუქტურა, რომელსაც ეუკარიოტული უჯრედის ბირთვის მსგავსი ფუნქცია აქვს
- პროკარიოტებში მემკვიდრული ინფორმაციის გადაცემის გზა, რომელიც მათი ბიომრავალფეროვნების ერთ-ერთი მიზეზია
- ეუკარიოტულ უჯრედში სასიცოცხლო პროცესი, რომელიც საფუძვლად უდევს მის სასიცოცხლო თვისებას – გამრავლებას
- მეიოზის პროფაზაში პროცესი, რომელიც ბიომრავალფეროვნების წარმოქმნის ერთ-ერთი ფაქტორია
- დაავადება, რომელიც უჯრედის არაკონტროლირებადი გაყოფის შედეგია

1	2	3	4	5	6	7	8	9	

10	11	12	13	14	15	16	17	18	19

20	21	22	23	24	25

26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37

38	39	40	41	42	43	44	45

3	19	27	39	23	10	39	31	45	24	18

დაშიფრული სიტყვა

პროექტი

ენდოპროთეზირება

მენჯ-ბარძაყის სახსრის დაზიანება მრავალ ადამიანს უქმნიდა და დღესაც უქმნის პრობლემას. ამ დაავადების დროს ადამიანის ცხოვრების ხარისხი მნიშვნელოვნად უარესდება, ის სხვაზე დამოკიდებული ხდება და ამიტომ ბევრ საქმიანობაზე უნევს უარის თქმა.

მენჯ-ბარძაყის დაზიანებული სახსრის შეცვლა პირველად გერმანელმა ექიმმა, თ. გლუკმა მეცხრამეტე საუკუნის მიწურულს სცადა. დღეს მენჯ-ბარძაყის სახსარს მეტალისა და პლასტმასისგან დამზადებული კონსტრუქციით ცვლიან, რომლის აგებულება მაქსიმალურადაა მიახლოებული ბუნებრივთან.

ადამიანების გარკვეული ჯგუფი სკეპტიკურად არის განწყობილი ოპერაციის მიმართ.

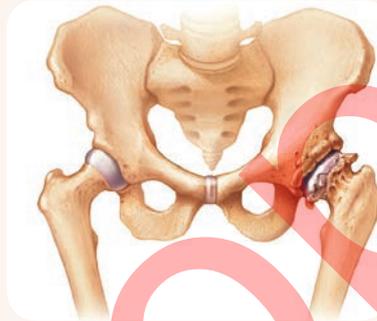
ჯგუფის წევრებთან ერთად დაამზადე საინფორმაციო ხასიათის პოსტერი ენდოპროთეზირების შესახებ.

დავლების პრეზენტაციისას ნათლად წარმოაჩინე:

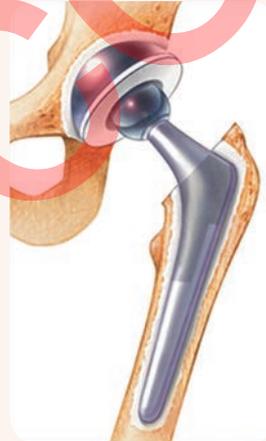
- რატომ უნდა მიმართოს პაციენტმა მკურნალობის ამ მეთოდს, მიუხედავად მისი ტრავმულობისა;
- რა პერსპექტივა აქვს ღეროვანი უჯრედებით ამ დაავადების მკურნალობას.

პოსტერი უნდა შეიცავდეს შემდეგ ინფორმაციას:

- დავადების გამომწვევი იმ მიზეზების შესახებ, რომელთა სამკურნალოდაც გამოიყენება ენდოპროთეზირება;
- რატომ ზიანდება უპირატესად მენჯ-ბარძაყის სახსარი;
- რატომ ექმნებათ ამ მხრივ პრობლემები უფრო ხშირად ქალებს მამაკაცებთან შედარებით?
- რატომ ითვლება მკურნალობის ეს მეთოდი რადიკალურ მეთოდად;
- რა შემთხვევაში მიმართავენ მკურნალობის აღნიშნულ მეთოდს;
- რა უნდა იცოდეს პაციენტმა ენდოპროთეზირების შესახებ;
- რაში მდგომარეობს ღეროვანი უჯრედების გამოყენების უპირატესობა ამ დაავადების სამკურნალოდ.



დაზიანებული სახსარი



ენდოპროთეზი

პროექტის მიმდინარეობის ეტაპები:

აქტივობა 1: პროექტის წარდგენის შემდეგ გაერთიანდი რომელიმე ჯგუფში;

აქტივობა 2: ჯგუფის წევრებთან ერთად გაიხსენე მერვე კლასში გავლილი მასალა და მოიძიე დამატებითი ინფორმაცია აუტოიმიუნური დაავადებების შესახებ, ასევე ინფორმაცია თუ რატომ ზიანდება სახსარი უპირატესად ქალებში;

აქტივობა 3: ჯგუფის წევრებთან ერთად, აქტიური კითხვის მეთოდის გამოყენებით დაამუშავე სამეცნიერო სამედიცინო სტატიები.

აქტივობა 4: ჯგუფის წევრებთან ერთად შექმენი კითხვარი დაავადებისა და მკურნალობის ამ მეთოდთან დაკავშირებით ექიმისთვის და პაციენტისთვის, რომელმაც ეს ოპერაცია გადაიტანა;

აქტივობა 5: ჯგუფის წევრებთან ერთად, შედგენილი კითხვარის მიხედვით აიღე ინტერვიუ ექიმთან და ენდოპროთეზირებით ნამკურნალებ ადამიანთან;

(გაითვალისწინე, რომ ინტერვიუს ჩანერას ნებართვა სჭირდება).

აქტივობა 6: ჯგუფის წევრებთან ერთად შექმენი პოსტერი. შეგიძლია გამოიყენო ბმულებზე მოცემული მასალა:

<https://bit.ly/3MRHzdl> – პოსტერის შექმნის ინსტრუქცია Canva.com -ზე.

<https://bit.ly/3JhxS68> – პოსტერის შექმნის ინსტრუქცია – easel.ly -ზე.



აქტივობა 7: ჯგუფების მიერ შექმნილი პოსტერები განათავსეთ კედლებზე.

(სასურველია პრეზენტაციაში ყველა მოსწავლემ მიიღოს მონაწილეობა).

პოსტერები განათავსეთ ისეთ ადგილას, სადაც ხელი მიუწვდება ყველა დაინტერესებულ ადამიანს სკოლის თემიდან;

აქტივობა 8: პროექტის შეჯამება.

ამ ეტაპზე უპასუხე მნიშვნელოვან შეკითხვებს, რომლებიც სამომავლოდ ახალი პროექტის დაგეგმვასა და შესრულებაში დაგეხმარება:

- რა ცოდნა და გამოცდილება მიიღე დავალებაზე მუშაობის პროცესში?
- რა სირთულეებს წააწყდი პროექტზე მუშაობისას?
- რამდენად კომფორტული იყო ჯგუფის წევრებთან ერთად მუშაობა?
- რაში დაგეხმარათ ჯგუფში ფუნქციების გადანაწილება?
- რას შეცვლიდი თავიდან რომ იწყებდე პროექტზე მუშაობას?
- რას ურჩევდი შენს თანატოლებს პროექტზე მუშაობის საინტერესოდ წარსამართავად?

პროექტის აქტივობების დროში განაწილების სქემა

	შეხვედრა 1	შეხვედრა 2	შეხვედრა 3	შეხვედრა 4	შეხვედრა 5	შეხვედრა 6	შეხვედრა 7
აქტივობა 1							
აქტივობა 2							
აქტივობა 3							
აქტივობა 4							
აქტივობა 5							
აქტივობა 6							
აქტივობა 7							
აქტივობა 8							

პროექტი

ლაბორატორიული ხორცი – მოხსრები და მონინალმდეგები

„აბსურდულია მთელი ქათამი გაზარდო, თუ მხოლოდ ფილე და ფრთა უნდა გამოიყენო საქმელად“ - უინსტონ ჩერჩილი, 1931 წ.

საკვების ინდუსტრიაში ბოლო წლებია დიდი ცვლილებები ხდება. მსოფლიოში უკვე ასამდე კომპანიაა, რომლებიც ცდილობენ ლაბორატორიული ხორცის წარმოებას. ხორცის წარმოების ეს მეთოდი გულისხმობს ცხოველის კუნთის ღეროვანი უჯრედების გამრავლებას დიდი მოცულობის ავზებში – ბიორეაქტორებში. მწარმოებლებს იმედი აქვთ, რომ ასეთი ხორცი მომავალში, სრულად თუ არა, ნაწილობრივ მაინც ჩაანაცვლებს ბუნებრივ ხორცს, რომლის წარმოება, მათი გათვლებით, ეკონომიურად და გარემოზე ზემოქმედების თვალსაზრისით, ბევრად მომგებიანია.



შენი მიზანია, მოამზადო საინფორმაციო ხასიათის სქემა (T სქემა), რომელზეც ასახავ საკუთარ მოსაზრებებს ლაბორატორიული ხორცის წარმოებასთან დაკავშირებით და შემდეგ მონაწილეობას მიიღებ საკლასო დისკუსიაში.

T სქემის პრეზენტაციისას ხაზგასმით წარმოაჩინე:

- რა გავლენას ახდენს მესაქონლეობის განვითარება გარემოსა და ადამიანის ჯანმრთელობაზე;
- რა სარგებელი შეიძლება ჰქონდეს ხორცის ლაბორატორიულ წარმოებას მდგრადი განვითარებისთვის;
- რა პერსპექტივა აქვს ღეროვანი უჯრედების გამოყენებაზე დაფუძნებულ ხორცის წარმოებას.

პროექტის მიმდინარეობის ეტაპები:

აქტივობა 1: პროექტის წარდგენის შემდეგ შექმენი სამუშაო გეგმა, რომლის მიხედვითაც წარმართავ სამუშაოს;

აქტივობა 2: მასწავლებლის მიერ მონოდებული ვიდეო განიხილეთ კლასში ან მცირე ჯგუფებში:

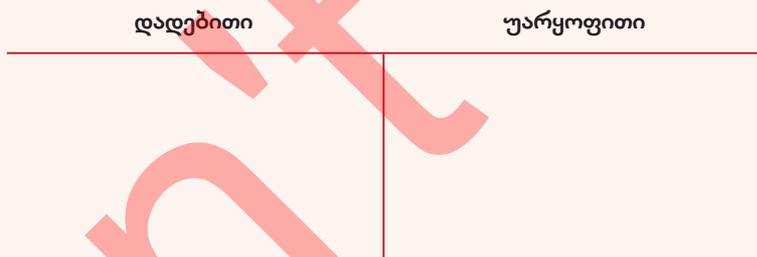
აქტივობა 3: მოიძიეთ ლაბორატორიული ხორცის წარმოებასთან დაკავშირებული ინფორმაცია:

- რატომ გაუჩნდათ მეცნიერებს იდეა, რომ ასეთი ხორცის დამზადება დაეწყოს;
- რატომ ითვლება ლაბორატორიული ხორცის წარმოება უფრო მეტად ბიოეთიკურად, ვიდრე საქონლის ან ფრინველისგან ხორცის მიღება;

აქტივობა 4: აირჩიეთ მეწყვილე და მასთან ერთად დაამუშავეთ ინფორმაცია საქართველოში მესაქონლეობის განვითარებასთან დაკავშირებით:

- რომელი რესურსების გამოყენებას მოითხოვს მესაქონლეობის განვითარება;
- როგორ ცვლის მესაქონლეობა ატმოსფეროს ქიმიურ შედგენილობას;
- რომელ გლობალურ ეკოლოგიურ პრობლემებთან არის დაკავშირებული ეს ცვლილება;
- რა მდგომარეობაა მსოფლიოში წყლის რესურსებთან დაკავშირებით;

აქტივობა 5: შექმენი T სქემა.



აქტივობა 6: მონაწილეობა მიიღეთ დისკუსიაში.

(გაითვალისწინეთ, რომ, თუ მომხრეების ჯგუფში აღმოჩნდები, შენი პირადი მოსაზრებების მიუხედავად, უნდა მოიყვანო არგუმენტები ლაბორატორიული ხორცის წარმოების სასარგებლოდ, თუ მონინალმდეგეების ჯგუფში – შენი არგუმენტები მიმართული უნდა იყოს ლაბორატორიული ხორცის წარმოების საწინააღმდეგოდ);

აქტივობა 7: პროექტის შეჯამება.

ამ ეტაპზე უპასუხე მნიშვნელოვან შეკითხვებს, რომლებიც სამომავლოდ ახალი პროექტის დაგეგმვასა და შესრულებაში დაგეხმარება:

- რა ცოდნა და გამოცდილება მიიღეთ დავალებაზე მუშაობის პროცესში?
- რა სირთულეებს წააწყდი პროექტზე მუშაობისას?
- რამდენად კომფორტული იყო ჯგუფის წევრებთან ერთად მუშაობა?

- რაში დაგეხმარათ ჯგუფში ფუნქციების გადანაწილება?
- რას შეცვლიდი, თავიდან რომ იწყებდე პროექტზე მუშაობას?
- რას ურჩევდი შენს თანატოლებს, პროექტზე მუშაობის საინტერესოდ წარსამართავად?

პროექტის აქტივობების დროში განაწილების სქემა

	შეხვედრა 1	შეხვედრა 2	შეხვედრა 3	შეხვედრა 4	შეხვედრა 5	შეხვედრა 6
აქტივობა 1						
აქტივობა 2						
აქტივობა 3						
აქტივობა 4						
აქტივობა 5						
აქტივობა 6						
აქტივობა 7						

პროექტი

რევოლუცია სტომატოლოგიაში

კოლუმბიელმა მეცნიერებმა სტომატოლოგიაში ნამდვილი რევოლუცია დააანონსეს. მათ შეიმუშავეს მეთოდი, რომელიც შესაძლებელს გახდის დაზიანებული კბილის ნაცვლად, ადამიანის ნებისმიერ ასაკში, სასურველი ფორმის ახალი კბილის წარმოქმნას და ფორმირებას ყბის ძვლის ფოსოში. მეცნიერებმა დაამზადეს კბილის ფორმის, 200 მკმ დიამეტრის ფორების მქონე კარკასი, რომელიც ლაბორატორიული ცხოველის ყბის ძვალში მოათავსეს. შემდეგ, კარკასი უჯრედის ზრდის სტიმულატორების შემცველი სითხით ამოავსეს. 9 კვირის განმავლობაში გაიზარდა და ფორმირდა სასურველი ფორმის კბილი, რომელიც იდეალურად დაფიქსირდა ყბის ძვლის ფოსოში.



შენი მიზანია, მოამზადო საინფორმაციო ხასიათის პოსტერი სტომატოლოგიაში ამ ინოვაციური მიმართულების პერსპექტივის შესახებ.

პოსტერის პრეზენტაციისას ხაზგასმით წარმოჩინე:

- რა მნიშვნელობა აქვს ღეროვანი უჯრედების გამრავლებისა და სხვა უჯრედებად დიფერენცირების სპეციფიკურ უნარს ახალი კბილის ჩამოყალიბების პროცესში;
- როგორი შედეგნილობა უნდა ჰქონდეს ზრდის სტიმულატორების შემცველ სითხეს;
- რატომ ითვლება მკურნალობის ეს მეთოდი „რევოლუციურ მეთოდად“.

პოსტერზე დაიტანე ინფორმაცია:

- კბილების მკურნალობის დღეს გავრცელებულ მეთოდებთან დაკავშირებით;
- ღეროვანი უჯრედების შესახებ;
- როგორ იქცევიან ღეროვანი უჯრედები ახალი კბილის ფორმირების პროცესში.

პროექტის მიმდინარეობის ეტაპები:

აქტივობა 1: პროექტის წარდგენის შემდეგ გაერთიანდი რომელიმე ჯგუფში;

აქტივობა 2: მასწავლებლის მონაწილეობით, კლასელებთან ერთად გაიხსენე მიტოზის მიმდინარეობის ეტაპები, ინტერფაზის როლი უჯრედების გაყოფის პროცესის სწორად წარმართვაში და შექმენით სქემა; დაასახელე ის ნივთიერებები, რომლებსაც უნდა შეიცავდეს კბილის კარკასში შესაყვანი სითხე.

აქტივობა 3: ჯგუფის წევრებთან ერთად შექმენი კოგნიტიური სქემა ღეროვან უჯრედებთან დაკავშირებით და წარადგინეთ კლასში;

აქტივობა 4: კლასში შეაფასეთ კბილის კარკასის აგებულების შესაბამისობა მის ფუნქციასთან და ყბის ძვლის უჯრედების როლი ახალი კბილის ფორმირებაში;

აქტივობა 5: ჯგუფის წევრებთან ერთად დაამზადე საინფორმაციო ხასიათის პოსტერი და წარადგინე კლასში;

აქტივობა 6: პროექტის შეჯამება.

ამ ეტაპზე უპასუხე მნიშვნელოვან შეკითხვებს, რომლებიც სამომავლოდ ახალი პროექტის დაგეგმვასა და შესრულებაში დაგეხმარება:

- რა ცოდნა და გამოცდილება მიიღე დავალებაზე მუშაობის პროცესში?
- რა სირთულეებს წააწყდი პროექტზე მუშაობისას?
- რამდენად კომფორტული იყო ჯგუფის წევრებთან ერთად მუშაობა?
- რაში დაგეხმარათ ჯგუფში ფუნქციების გადანაწილება?
- რას შეცვლიდი, თავიდან რომ იწყებდე პროექტზე მუშაობას?
- რას ურჩევდი შენს თანატოლებს, პროექტზე მუშაობის საინტერესოდ წარსამართავად?

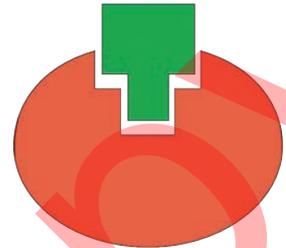
პროექტის აქტივობების დროში განაწილების სქემა

	შეხვედრა 1	შეხვედრა 2	შეხვედრა 3	შეხვედრა 4	შეხვედრა 5
აქტივობა 1					
აქტივობა 2					
აქტივობა 3					
აქტივობა 4					
აქტივობა 5					
აქტივობა 6					

ა

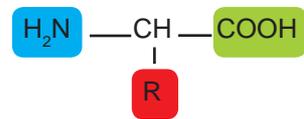
ანთოციანები – პიგმენტები, რომლებიც მცენარეების ნაყოფს, ყვავილებსა და ფოთლებს ლურჯ, წითელ და იასამნისფერ შეფერილობას ანიჭებენ.

აქტიური ცენტრი – ფერმენტის მოლეკულაში უბანი, რომელსაც სუბსტრატი უკავშირდება.

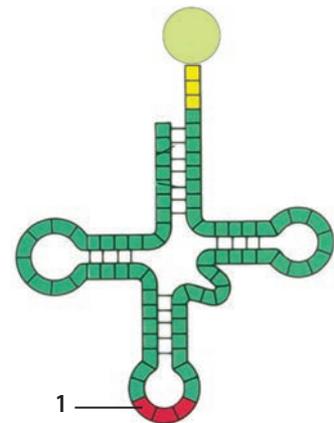


აქტიური ტრანსპორტი – მემბრანაში კონცენტრაციული გრადიენტის საწინააღმდეგო მიმართულებით ქიმიური ნივთიერებების გადაადგილება, რომელიც ენერჯის ხარჯვით მიმდინარეობს.

ამინომჟავა – ორგანული ნივთიერება, რომელიც შეიცავს ამინო და კარბოქსილის ჯგუფს. ცილის მონომერი.

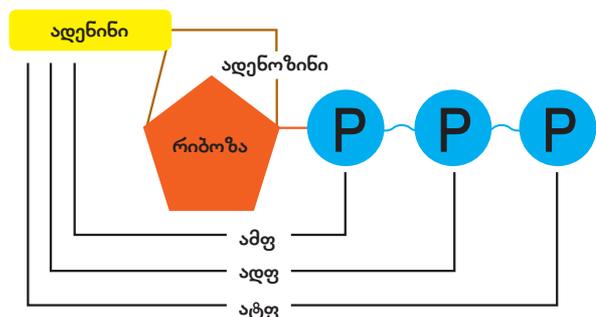


ანტიკოდონი – ტრანსპორტული რნმ-ის უბანი, რომელიც ინფორმაციული რნმ-ის კოდონის კომპლემენტარულია.

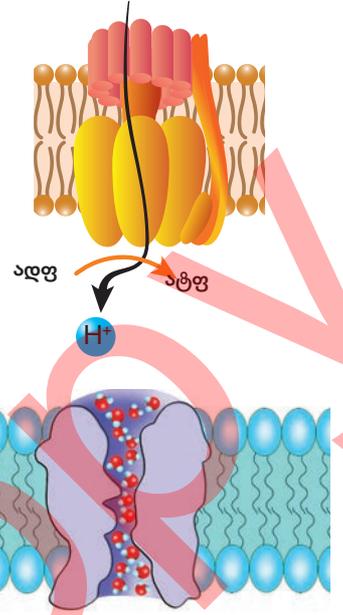


1. ანტიკოდონი

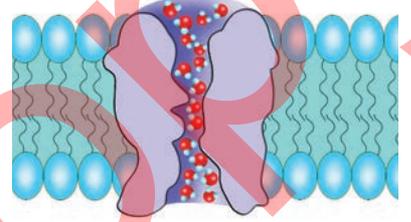
ატფ – ადენოზინტრიფოსფორმჟავა – ორგანული ნივთიერება, რომელიც შედგება აზოტოვანი ფუძის, ნახშირწყლისა და ფოსფორმჟავას ნაშთისგან. შეიცავს მაკრორგულ ბმებს. წარმოადგენს უჯრედის ენერჯის მთავარ წყაროს.



ატფ-სინთაზა – ფერმენტების კომპლექსი, რომელიც მდებარეობს მიტოქონდრიის შიგნითა მემბრანასა და ქლოროპლასტის თილაკოიდის მემბრანაში და ასინთეზირებს ატფ-ს წყალბადის იონების მოძრაობის ხარჯზე.



აქვაპორინი – წყლის გამტარი ცილოვანი არხი მემბრანაში.



ალფა სპირალი – ცილის მეორეული სტრუქტურა, რომელიც წყალბადური ბმებით ფიქსირდება.



ბ

ბაზალური სხეული – ეუკარიოტული უჯრედის ორგანოიდი – ცენტრიოლების სტრუქტურული ანალოგი, რომელიც შედგება მიკრომილაკების ცხრა ტრიპლეტისგან. მონაწილეობს წამწამებისა და შოლტების ფორმირებაში.

ბუფერი – ქიმიური ნივთიერება, რომელიც ეწინააღმდეგება გარემოს pH-ის ცვლილებას, გარემოში წყალბადის იონების მიტაცების ან გამოთავისუფლების გზით.

ბინარული გაყოფა – პროკარიოტული უჯრედის გაყოფის მარტივი ხერხი.

ბ

გაადვილებული დიფუზია – ნივთიერებათა ტრანსპორტირება მემბრანის გავლით, გადამტანი ცილების მონაწილეობით, კონცენტრაციული გრადიენტის მიმართულებით. პასიური ტრანსპორტი.

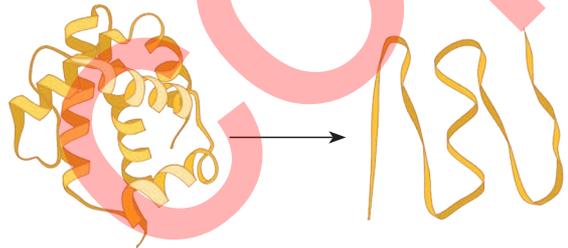
ზ

დისაქარიდი – შაქარი, რომელიც შედგება ორი მონოსაქარიდისგან.



დნმ-პოლიმერაზა – ფერმენტი, რომელიც მონაწილეობს დნმ-ის მოლეკულის სინთეზში.

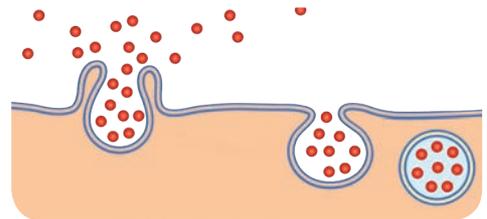
დენატურაცია – ცილის მეოთხეული, მესამეული და მეორეული სტრუქტურის რღვევა პირველად სტრუქტურამდე.



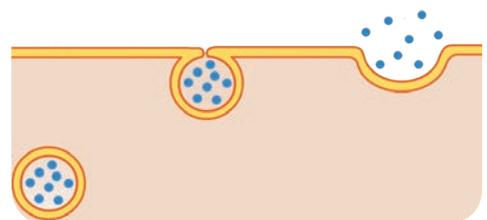
ე

ელექტრონების გადამტანი ჯაჭვი – მოლეკულები მიტოქონდრიის შიდა მემბრანასა და ქლოროპლასტის თილაკოიდების მემბრანებზე, რომლებსაც გადააქვთ ელექტრონები და ამით ხელს უწყობენ პროტონებისა და ელექტრონების გადანაწილებას მემბრანის სხვადასხვა მხარეს.

ენდოციტოზი – მემბრანაში შეფუთული ნივთიერებების გარემოდან უჯრედში შეღწევა.



ეგზოციტოზი – მემბრანაში შეფუთული ნივთიერებების უჯრედიდან მემბრანების შერწყმის გზით გამოყოფა.



ეგზონი – ეუკარიოტული უჯრედის გენის უბანი, რომლის ტრანსკრიპციაც ხდება და ტრანსლაციაც.

ენდოპლაზმური ბადე – ეუკარიოტული უჯრედის ციტოპლაზმაში მემბრანების ქსელი, რომელიც მონაწილეობს ცილების, ლიპიდებისა და ნახშირწყლების სინთეზსა და ტრანსპორტირებაში.

ელექტროფორეზი – მეთოდი, რომელიც გამოიყენება განსხვავებული ზომისა და მუხტის მქონე ნივთიერებების, მაგალითად, ცილების ერთმანეთისაგან დასაცლებლად.

თ

თილაკოიდი – ქლოროპლასტის მემბრანული სტრუქტურა, რომელიც შეიცავს ქლოროფილსა და ფოტოსინთეზის სინათლის ფაზის ფერმენტებს.

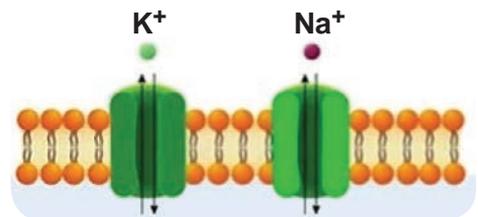


ი

ინტერფაზა – პერიოდი უჯრედის ორ მიტოზურ ან მეიოზურ გაყოფას შორის, რომლის დროსაც უჯრედი ზომაში იზრდება, მასში სინთეზირდება ცილები და დნმ.

ინტრონი – ეუკარიოტებში სტრუქტურული გენის სეგმენტი, რომლის ტრანსკრიპცია ხდება, მაგრამ არ ტრანსლირდება.

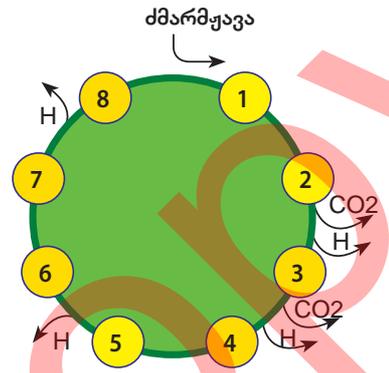
იონური არხი – მემბრანაში ცილების კომპლექსი, რომლის გავლით იონები გადაადგილდებიან.



3

კერატინი – ფიბრილარული სტრუქტურული ცილა, რომელიც შედის თმის, ფრჩხილის, ბუმბულისა და რქების შედგენილობაში.

კრებსის ციკლი – მიტოქონდრიის მატრიქსში რეაქციების ერთობლიობა, რომელიც ძმარმუავას გარდაქმნის ნახშირორჟანგად და წყალბადებად. ნივთიერებათა დაჟანგვის მთავარი გზა ეუკარიოტულ უჯრედებში. ანვდის წყალბადის ატომებს ელექტრონების გადამტან ჯაჭვს.

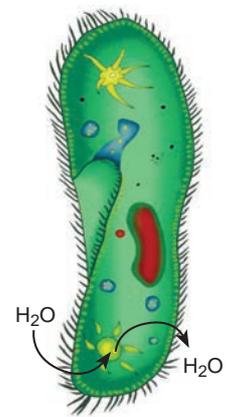


კონცენტრაციული გრადიენტი – სხვაობა ნივთიერებათა კონცენტრაციებში გარკვეულ დისტანციაზე.

კალვინის ციკლი – ქლოროპლასტის სტრომაში მიმდინარე ფოტოსინთეზის სიბნელის ფაზა, რომელიც იყენებს ფოტოსინთეზის სინათლის ფაზაში წარმოქმნილ ატფ-სა და წყალბადს, ასევე ატმოსფერულ ნახშირორჟანგს ნახშირწყლის წარმოსაქმნელად.

მ

მფეთქავი ვაკუოლი – პროტისტის უჯრედში ორგანოიდი, რომელშიც გროვდება და პერიოდულად გარეთ იღევენება წყალი. არეგულირებს უჯრედის ოსმოსურ წნევას.



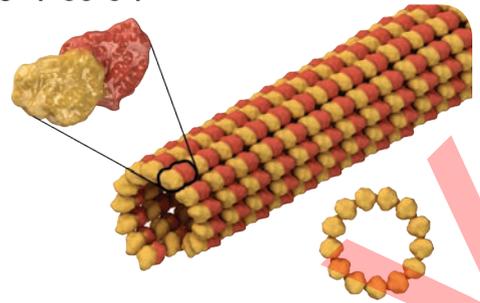
მფეთქავი ვაკუოლი

მეტაბოლიზმი – ქიმიური რეაქციების ერთობლიობა უჯრედსა და ორგანიზმში.

მიკროფილამენტები – უჯრედში ციტოჩონჩხის შემადგენელი ცილები (მაგ.აქტინი), რომლებიც ძირითადად მონაწილეობენ უჯრედის ფორმის ცვლილებასა და მოძრაობაში.

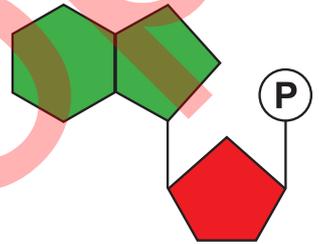
მიკრომილაკი – ციტოჩონჩხის შემადგენელი კომპონენტი. შედგება ცილა ტუბულინისგან. აყალიბებს უჯრედის სტრუქტურას, მონაწილეობს ნივთიერებათა და ორგანოიდების გადაადგილებაში.

ცილა ტუბულინი



6

ნუკლეოტიდი – ნუკლეინის მყავას მონომერი. შედგება აზოტოვანი ფუძის, ნახშირწყლისა და ფოსფორმყავას ნაშთისაგან.



ნუკლეოიდი – პროკარიოტულ უჯრედში რეგიონი, რომელიც შეიცავს ქრომოსომას.

ნუკლეოსომა – ეუკარიოტული უჯრედის დნმ-ის მძივის ბურთულის მსგავსი ერთეული, რომელიც შედგება ცილა ჰისტონების გარშემო დახვეული დნმ-ის ძაფისგან.

მ

ობლიგატური ანაერობი – ორგანიზმი, რომელიც სასიცოცხლოდ უყანგბადო არეს მოითხოვს.

ოსმოსი – წყლის დიფუზია მემბრანის გავლით.

პ

პასიური ტრანსპორტი – ნივთიერებათა გადაადგილება მემბრანაში ენერჯის ხარჯვის გარეშე.

რ

რეკომბინანტური დნმ – დნმ, რომელიც შექმნილია სხვადასხვა ორგანიზმის დნმ-ისაგან.

რნმ-პოლიმერაზა – ფერმენტი, რომელიც აკატალიზებს რნმ-ის ჯაჭვის წარმოქმნას დნმ-ის მოლეკულაზე.

ს

სპერმატოგენეზი – სპერმატოზოიდების წარმოქმნის პროცესი.

სტოპ კოდონი – ი.რნმ-ის ტრიპლეტი (უაზ, უაა, უგა), რომელიც ბლოკავს ტრანსლაციის პროცესს.

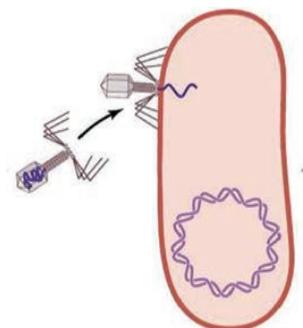
სტარტ კოდონი – ი.რნმ-ის ტრიპლეტი (აუზ), რომელის შეიცავს ბრძანებას ტრანსლაციის დაწყების შესახებ.

სტრომა – ქლოროპლასტის უელესმაგვარი შიგთავსი, რომელშიც მიმდინარეობს კალვინის ციკლი.

ტ

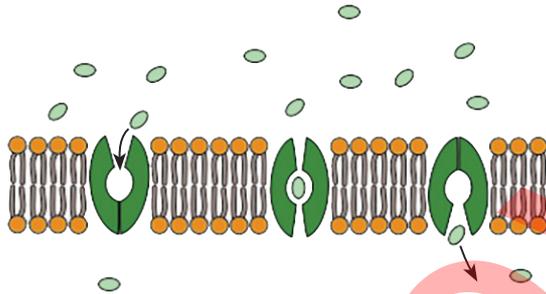
ტრანსკრიპციული ფაქტორები – რეგულატორული ცილები, რომლებიც უკავშირდებიან დნმ-ს და ინვევენ გარკვეული გენების ტრანსკრიპციას.

ტრანსდუქცია – ბაქტერიული გენის გადატანა ერთი ბაქტერიიდან მეორეში ბაქტერიოფაგის საშუალებით.



ტრანსფორმაცია – დნმ-ის ფრაგმენტის გადატანა ერთი ბაქტერიიდან მეორეში.

ტრანსპორტერი – მემბრანული ცილა, რომელსაც გადააქვს ნივთიერებები მემბრანის გავლით.



უ

უჯრედული დიფერენცირება – ორგანიზმის განვითარების პროცესში უჯრედების სტრუქტურისა და ფუნქციის სპეციალიზაცია, რომელსაც საფუძვლად უდევს გენების შერჩევითი აქტივაცია.

უჯრედული სუნთქვა – გლუკოზის აერობული დაშლა, რომელიც სამ ეტაპს მოიცავს – გლიკოლიზს, კრებსის ციკლსა და ელექტრონების გადამტან ჯაჭვს.

ფ

ფაკულტატური ანაერობი – ორგანიზმი, რომელსაც აქვს ცხოველქმედების უნარი როგორც აერობულ, ასევე ანაერობულ გარემოში.

ქ

ქიტინი – ნახშირწყალი, რომელიც მონაწილეობს ფეხსახსრიანებისა და მოლუსკების გარეგანი ჩონჩხის შენებაში, შედის სოკოსა და ზოგიერთი ბაქტერიის უჯრედის კედლის შედგენილობაში.

ქრომატინი – დნმ-ისა და ცილის კომპლექსი, ქრომოსომის ქიმიური ბაზისი.

შ

შუალედური ფილამენტები – ციტოჩონჩხის შემადგენელი ცილოვანი ძაფები, რომლებიც უზრუნველყოფენ უჯრედის სიმტკიცესა და ფორმის შენარჩუნებას.

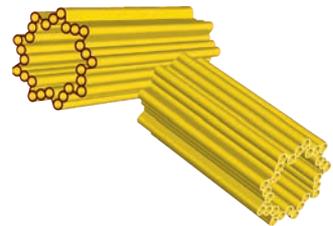
ც

ციტოკინეზი – ციტოპლაზმის გაყოფა მიტოზისა და მეიოზის პროცესში.

ცენტრალური ვაკუოლი (1) – სოკოსა და მცენარის უჯრედში სითხით სავსე ორგანოიდი, რომელიც შეიცავს წყალს, მარილებს, ფერმენტებს, პიგმენტებს, მეტაბოლიზმის პროდუქტებს.



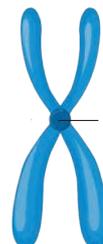
ცენტრიოლი – ცხოველური უჯრედის ორგანოიდი, რომელიც შედგება ერთმანეთის მიმართ პერპენდიკულარულად განლაგებული მოკლე მიკრომილაკებისაგან. მონაწილეობს მიტოზსა და მეიოზში.



ციტოჩონჩხი – ციტოპლაზმაში ცილების ქსელი, რომელიც უზრუნველყოფს უჯრედის ფორმის შენარჩუნებას, მის მოძრაობას და გაყოფას.

ციტოზოლი – ციტოპლაზმის თხევადი ნაწილი.

ცენტრომერა – ქრომოსომაში უბანი, რომელიც ერთმანეთთან აკავშირებს ქრომატიდებს.



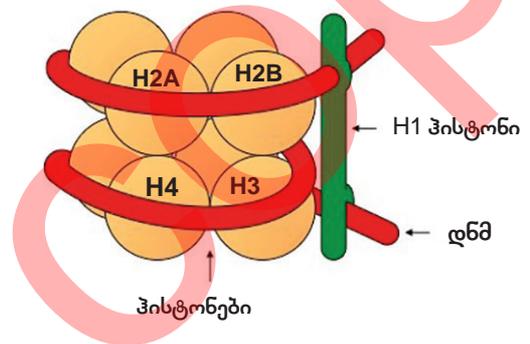
ცენტრომერა

სა

ჰიდროფობური ნივთიერებები – არაპოლარული მოლეკულები, რომლებიც არ იხსნებიან წყალში.

ჰიდროფილური ნივთიერებები – პოლარული ან დამუხტული ნივთიერებები, რომლებიც იხსნებიან წყალში.

ჰისტონები – ცილები, რომლებიც შედიან ეუკარიოტული უჯრედების ქრომოსომების შედგენილობაში. პროკარიოტული უჯრედები მათ არ შეიცავენ.



საკვანძო სიტყვები

უჯრედის სასიცოცხლო ციკლი	Life cycle of cell
მიტოზი	Mitosis
ინტერფაზა	Interphase
ქრომატიდი	Chromatid
პროფაზა	Prophase
მეტაფაზა	Metaphase
ანაფაზა	Anaphase
ტელოფაზა	Telophase
სქესობრივი გამრავლება	Sexual reproduction
მეიოზი	Meiosis
კონიუგაცია	Conjugation
კროსინგოვერი	Crossing over
გამეტოგენეზი	Gametogenesis
განაყოფიერება	Fertilization
ონტოგენეზი	Ontogenesis
მეტამორფოზი	Metamorphosis
ლეროვანი უჯრედები	Stem cells
ჭიპლარის ლეროვანი უჯრედები	Umbilical stem cells

Don't copy