

სვ. ნაშვარელიძე

# ეგზოლოგიის საფუძვლები

საქმადგანი  
თბილისი  
1957



## წინასიტყვაობა

მიჩურინული ბიოლოგიის ვეისმან-მორგანისტულ მემკვიდრეობის თეორიაზე გამარჯვების შემდეგ საჭირო გახდა ემბრიოლოგიის სწავლების გარდაქმნა ი. ვ. მიჩურინის მოძღვრების საფუძველზე. ამის გამო საჭირო შეიქმნა ახალი სახელმძღვანელოს გამოცემა ემბრიოლოგიაში.

ემბრიოლოგიის საფუძვლების ეს მესამე გამოცემა დიდად განსხვავდება წინანდელი (პირველი და მეორე) გამოცემებისაგან. წინანდელ გამოცემასთან შედარებით, იგი მოკლებულია ფორმალური გენეტიკოსების დრომოკმულ დებულებებს და თითქმის მთლიანად ხელახლაა დაწერილი.

წიგნში მოცემულია ხერხემლიანი ცხოველების და ადამიანის ონტოგენური განვითარების ზოგადი კანონზომიერებანი. გარდა ამისა, მასში აღწერილია ხერხემლიანი ცხოველების სხედასხვა კლასის წარმომადგენლების განვითარების ძირითადი ეტაპები, რაც ნათელყოფს ადამიანის ემბრიონული განვითარების პროცესის შესწავლას, რომელიც ძლიერ რთულად მიმდინარეობს.

ჩვენი აზრით, ეს წიგნი აკმაყოფილებს იმ მოთხოვნილებას, რომელიც წარედგინება თანამედროვე სახელმძღვანელოს ზოგად ემბრიოლოგიაში სამედიცინო ინსტიტუტის სტუდენტებისათვის.

საილუსტრაციო მასალის შერჩევის დროს დიდი დახმარება ჯავგიწია დოკ. გ. გ. სამსონიძემ, რისთვისაც მას მადლობას მოვახსენებ.

ს. ე. საყვარელიძე



## ემბრიოლოგიის საბანი და აქოცანა

ემბრიოლოგია არის მოძღვრება ორგანიზმის (ინდივიდის) განვითარების შესახებ. იგი სწავლობს ფორმათა იმ ცვლილებებს, რომელსაც ორგანიზმი განიცდის კვერცხის სპერმატოზოიდით განაყოფიერების მომენტიდან მთელი მისი სიცოცხლის განმავლობაში.

ემბრიოლოგია (embryo—ჩანასახი, logos—მოძღვრება) სიტუვასიტყვით თარგმნილი ნიშნავს მოძღვრებას ჩანასახის განვითარების შესახებ. მაგრამ ორგანიზმი იმყოფება განვითარების პროცესში როგორც ჩანასახოვანი ცხოვრების დროს (კვერცხის განაყოფიერების მომენტიდან დაწყებული დედის ორგანიზმიდან გამოსვლამდე, ან კვერცხიდან გამოჩეკამდე), ისე ჩანასახოვანი ცხოვრების შემდეგაც, მთელი მისი სიცოცხლის განმავლობაში სიკვდილამდე.

ჩანასახოვანი ცხოვრების პერიოდში, მე უადრე ჩანასახოვანი ცხოვრების ადრეულ სტადიაში, ფორმათა წარმოქმნითი პროცესები ძხოლოდ უფრო ინტენსიურად არის გამოხატული.

ემბრიოლოგიის საბოლოო ამოცანას წარმოადგენს ორგანიზმების ინდივიდური (ონტოგენური) და ისტორიული (ფილოგენური) განვითარების კანონზომიერების შესწავლა.

### მოკლე ისტორიული მიმოხილვა

ადამიანი დიდი ხნიდან ფიქრობდა ორგანიზმის წარმოქმნის შესახებ. მაგრამ მეცნიერულ ნიადაგზე ემბრიოლოგია დადგა ძხოლოდ მე-19 საუკუნეში. ძველად (16—18 საუკუნეში) არამც თუ ფართო მასებში, არამედ ექიმთა და ბუნებისმეტყველთა შორისაც გამეფებული იყო ის აზრი, რომ ზოგიერთი ცხოველი, მაგალითად, მწერები წარმოიქმნება დამპალი ნივთიერებისაგან ერთგვარი დუღილის საშუალებით. ამ შეხედულების სიყალბე პირველად ექსპერიმენტულად დაამტკიცა იტალიელმა რედლმა (Redl) (1688). მან აჩვენა, რომ მური ვითარდება ხორცის დამპალი ნაწილებისაგან კი არა, არამედ იმ კვერცხებისაგან, რომელთაც სხედასხვა მწერი ხორცზე დებს, როგორც კარგ საკვებ მასალაზე.

ამით ჰარვეის (Harvey) ფორმულამ „omne vivum ex ovo“ (1651) ახალი დადასტურება მაიღო.

მაგრამ ჰარვეიმ, ისე როგორც მისი დროის ყველა ფიზიოლოგმა, ვერ შეძლო იმის გამოკვლევა, თუ როგორ წარმოიქმნება კვერცხი ძუძუმწოვრისა და კერძოდ მდედრობითი სქესის ადამიანის სხეულში. ძველი ანატომები საკვერცხეებს მამაკაცის სათესლესთან აიგივებდნენ და მას უწოდებდნენ დედაკაცის სათესლეს (testes muliebres).

ამ საკითხის გადაწყვეტაში დიდი დამსახურება მიუძღვის რ. დე გრააფს (R. de Graaf) (1641—1693). მან მიაქცია ყურადღება საკვერცხის პერიფერიულ ნაწილში (ქერქში) მდებარე ბუშტუკებს. მან დაადგინა, რომ ბუშტუკების თხიერი შიგთავსი დუღილის დროს, ისე როგორც კვერცხის ცილა, შედგებას განიცდის თეთრ მაგარ მასად. ამის გამო ეს ბუშტუკები მან ნამდვილ კვერცხებად ჩათვალა. დედაკაცის სათესლეს (testes muliebres) სტენზონმა (Stenson) საკვერცხე უწოდა. ძუძუმწოვრის საკვერცხის ბუშტუკებს კი გრააფის ბუშტუკები უწოდა.

შინაურ კურდღლებზე ჩატარებულ გამოკვლევების საშუალებით გრააფმა დაამტკიცა, რომ განაყოფიერების შემდეგ რამდენიმე საათსა და დღეში ბუშტუკების განსახლეოვლი რიცხვი სკდება და შიგთავსისაგან იცლება. განაყოფიერებიდან 72 საათის შემდეგ გრააფმა კვერცხსაველში კვერცხები ნახა, რომლებიც ბუშტუკებს წარმოადგენდნენ და რომელთა თხიერი შიგთავსი დუღილის დროს შედგებას განიცდიდა, ისე როგორც კვერცხის ცილა. ვინაიდან კვერცხები თავიანთი თვისებით ძლიერ წააგავდა საკვერცხის ფოლიკულებს (ბუშტუკებს), ამიტომ გრააფმა საკვერცხის ფოლიკულები მთლიანად კვერცხებად მიიჩნია. თუმცა შინაური კურდღლის კვერცხსაველში ნანახი კვერცხების რაოდენობა უდრიდა საკვერცხეში გამსკდარი ფოლიკულების რიცხვს, მაგრამ საკვერცხის მწიფე ფოლიკულების სიდიდე აღემატებოდა როგორც გამსკდარ ფოლიკულებს, ისე საშვილოსნოში ნანახ კვერცხებს. საკვერცხის მწიფე ფოლიკულების უფრო დიდ ოდენობას გრააფი იმით ხსნიდა, რომ ფოლიკული, კვერცხის გარდა, კიდევ მეორე ნივთიერებას შეიცავს, რომლის ხარჯზე შემდეგ ყვითელი სხეული ვითარდება.

გრააფის აღმოჩენა გაზიარებული იყო მისი დროის ანატომთა უმრავლესობის მიერ. მაგრამ გრააფის ახსნა, საკვერცხეში და საშვილოსნოში მყოფ ბუშტუკებს შორის ოდენობითი განსხვავების შესახებ, დამაკმაყოფილებელი არ იყო. მხოლოდ

მე-19 საუკუნეში ბერის (Baer) მიერ იყო დამტკიცებული (1827), რომ ძუძუმწოვრის კვერცი არ წარმოადგენს მთლიანად გრააფის ბუშტუკს. იგი არის ბუშტუკზე ბევრად უფრო პატარა უჯრედი, რომელიც მოთავსებულია გრააფის ბუშტუკის კედლის ფოლიკულურ ეპითელში.

კვერცხის აღმოჩენისა და მისი მნიშვნელობის გაგების გარდა, მეორე დიდი მოვლენა სათესლე ძაფის აღმოჩენა იყო. სათესლე ძაფის აღმოჩენა მოხდა 1677 წ. სტუდენტმა ჰამმა (Ham) გონორიით დაავადებული მამაკაცის სათესლე სითხეში, რომელსაც იგი ლუპით იკვლევდა, პატარა, მოძრავი სხეულაკები დაინახა და ა. ლევენჰუკს (A. Leewenhoek) აჩვენა. ლევენჰუკი დაინტერესდა ამ წარმონაქმნებით და მალე ასეთივე სხეულაკები აგრეთვე შინაური კურდღლისა და ძაღლის სათესლე სითხეში ნახა. თავისი დაკვირვებები მან ლონდონის აკადემიას აცნობა სურათებით დართული წერილით. შემდეგ ლევენჰუკმა სათესლე ძაფები სხვა მრავალი ცხოველის სათესლე სითხეში აღმოაჩინა (ფრინველების, თევზების, ამფიბიების და მწერების თესლში). ლევენჰუკის დაკვირვებები დადასტურებული იყო სხვების მიერ. მაგრამ სათესლე ძაფის მნიშვნელობის შესახებ ანატომთა შორის შეურიგებელი დავა არსებობდა 100 წელზე მეტი ხნის განმავლობაში. თვითონ ლევენჰუკი სათესლე ძაფს თვლიდა ცხოველის პრეფორმულ წარმონაქმნად. სხვა მკვლევარები კი სათესლე ძაფს თვლიდნენ პატარა პარაზიტად, რომელიც სათესლე სითხეში ცხოვრობს. ვალიზნერი (Valisneri) აზრით, სათესლე ძაფების დანიშნულება იმაში ედგონარეობს, რომ ისინი თავისი მოძრაობით აფერხებენ სათესლე სითხის შედედებას.

სათესლე ძაფების მნიშვნელობის საკითხი ღიად დარჩა ლ. სპალანცანის (Spallanzani) ექსპერიმენტების შემდეგაც. დედალი ბაყაყის ორგანიზმიდან ამოღებული კვერცხები მან მამალი ბაყაყის სათესლე ბუშტუკიდან ამოღებული სათესლე სითხით დანამა და წყლიან ქურქელში მოათავსა. ამ ხელოვნურად განაყოფიერებული კვერცხებიდან თავკომბალები გამოიჩეკა. იმ კვერცხებიდან კი, რომლებზედაც ლ. სპალანცანის სათესლე სითხით არ უმოქმედია, თავკომბალა არ გამოიჩეკა. ამის შემდეგ ლ. სპალანცანიმ ძუძუმწოვრებზედაც (ძაღლებზე) აწარმოვა ხელოვნური განაყოფიერება. ამძუნებული ძაღლის ხელოვნური განაყოფიერებიდან 62 დღის შემდეგ, ძაღლმა ლეკვები მოიგო. ლ. სპალანცანის ცდები - თუმცა ამტკიცებდა იმას, რომ განაყოფიერებისათვის საჭიროა სათესლე სითხის მონაწილეობა,

მაგრამ ცნობილი არ იყო, რომ განაყოფიერებისათვის საჭიროა სახელდობრ სათესლე ძაფი. ლ. სპალანცანიმ აიღო სათესლე სითხის წვეთი, ძლიერ გააზავა იგი წყლით და გაფილტრა. განზავებული სათესლე სითხის ფილტრაციის შემდეგ სპალანცანიმ აღმოაჩინა, რომ ფილტრატს აღარ შესწევს განაყოფიერების თვისება, ფილტრზე დარჩენილი ნალექი კი, წყალში განზავების შემდეგ, განაყოფიერებას ახდენდა. ამრიგად, სპალანცანიმ მხოლოდ ის დაამტკიცა, რომ განაყოფიერების უნარი აქვს არა სათესლე სითხეს, არამედ მის მაგარ ნაწილს.

თუმცა მე-16—18 საუკუნეში ცნობილი იყო, რომ ორგანიზმი კვერცხისაგან წარმოიქმნება, მაგრამ მკვლევარების მიერ გადაწყვეტილი არ იყო საკითხი, თუ როგორ ხდება კვერცხისაგან იმავე გვარის რთულად აგებული ორგანიზმის წარმოქმნა, რას წარმოადგენს ჩანასახი თავიდანვე და როგორ ხდება მისი გარდაქმნა სრულყოფილად განვითარებულ ორგანიზმად. ამ საკითხების შესახებ მე-16—18 საუკუნეებში არსებული თეორიებიდან მთავარი ადვილი ეჭირა ორ თეორიას: პრეფორმაციის, ანუ ევოლუციის თეორიას და ეპიგენეზის, ანუ ახლად წარმოშობის თეორიას.

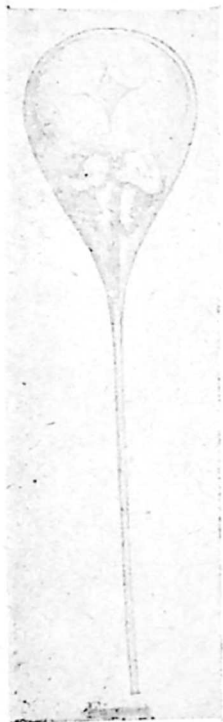
### პრეფორმაციის, ანუ ევოლუციის თეორია

პრეფორმაციის თეორია მეფობდა მე-17—18 საუკუნეში. მას იცავდნენ: სვამმერდამი (Swammerdam), მალპიგი (Malpigli), ლევენჰუკი (Leeuwenhoek), სპალანცანი (Spallanzani), ბონეტი (Bonnet). ჰალერი (Hallier), ლეიბნიცი (Leibniz) და სხვ. პრეფორმისტები ფიქრობდნენ, რომ ორგანიზმები წინასწარ არიან წარმოქმნილი სასქესო უჯრედებში (კვერცხში და სპერმატოზოიდში) ძლიერ მინიატურული სახით და გარსებშია შეხვეული. ეს გარსები თანდათანობით განიცდიან გახვრეტას და მოვარდნას. ჩანასახი თავისი აგებულებით სავსებით შეესაბამება გაზრდილ ორგანიზმს. მას თავიდანვე აქვს ისეთივე ორგანოები, იმავე დალაგებით და დამოკიდებულებით, როგორც მოზრდილ ორგანიზმს. მაგრამ განვითარების დასაწყისში ორგანიზმის ყველა ნაწილი არის არა თუ ძლიერ პატარა, არამედ აკრეთვე სავსებით გამჭვირვალე. ამიტომ ისინი არ ჩანან გამადიდებელი მიწებით. პრეფორმაციის თეორიის თანახმად, განვითარების პროცესი სხვა არაფერია, თუ არა უკვე წინასწარ არსებული ძლიერ პატარა არსების ზრდა, რომელიც ისევე ხდება, როგორც ახალდაბადებული ბავშვის ზრდა უკვე არსებული ორგა-



ნოების მოცულობის გადიდების საშუალებით. სპალანცანი ხედავდა რა, რომ ბაყაყის განვითარების დროს ბაყაყი თავკომბალისაგან ვითარდება, ხოლო თავკომბალა კი კვერცხებისაგან წარმოიქმნება, იმ დასკვნამდე მივიდა, რომ განაყოფიერებული კვერცხი პატარა ბაყაყი უნდა იყოს. გარდა ამისა, ვინაიდან, მისი აზრით, განაყოფიერებული კვერცხი სავსებით ისეთივეა, როგორც გაუანაყოფიერებელი კვერცხი, რომელიც საკვერცხეშია მოთავსებული, ამიტომ „ბაყაყის ემბრიონები უკვე დიდი ხნიდან (განაყოფიერებამდე) არსებობს თავის დედაში“. მოკლედ რომ ითქვას, ევოლუციონისტები უარყოფენ განვითარების მთავარ შინაარსს—წინასწარ არარსებული ორგანოების ახლად წარმოქმნას. ჰალერი ამბობდა, რომ „არ არსებობს ახლად წარმოშობა. სხეულის არც ერთი ნაწილი არ წარმოიქმნება მეორეზე უმაღლეს. ისინი ყველა ერთდროულად წარმოიქმნებიან“. ევოლუციონისტების აზრით, განაყოფიერება მხოლოდ იწვევს კვერცხში ან სპერმატოზოიდში წინასწარ ძლიერ პატარად ჩასახლები ორგანიზმის განვითარების დაწყებას. პრეფორმისტების აზრით, ჩანასახებს, რომლებიც თავისი აგებულებით სავსებით შეესაბამებიან გაზრდილ ორგანიზმს, აქვთ სასქესო ორგანოები. უკანასკნელნი კი შეიცავენ მომავალი თაობის ჩანასახებს. ჩანასახები შეხვეული არიან ერთიმეორეში. ამრიგად, პრეფორმაციის თეორიამ წარმოქმნა ჩართვითი თეორია, ანუ ერთიმეორეში შეხვეული ჩანასახების თეორია. ვინაიდან აბალი ორგანიზმის წარმოქმნაში მონაწილეობას ღებულობს როგორც მდედრობითი, ისე მამრობითი სქესები, ამიტომ პრეფორმისტებს შორის იყო დედა მხოლოდ იმის შესახებ, თუ რომელ სასქესო უჯრედშია პრეფორმული ჩანასახი—კვერცხში, თუ სპერმატოზოიდში. პრეფორმისტთა ერთი რიგი, (სუამერდამი, მალპიგი, ჰალერი, ბონე და სხვ.) ამტკიცებდა, რომ პრეფორმული ჩანასახი კვერცხში იმყოფება. ამიტომ მათ ოვისტები ეწოდათ (ovum—კვერცხი), პრეფორმისტთა მეორე რიგი (ლევენჰუკი, ჰარტსუკერი) თვლიდა, რომ პრეფორმული ჩანასახი სპერმატოზოიდში იმყოფება. სპერმატოზოიდს ლევენჰუკმა ანიმალკულუმი უწოდა (ლათ. animalculum—პატარა მხეცი). ამ მოძღვრების მომხრეებს ანიმალკულისტები ეწოდათ. ოვისტები იქამდეც კი მივიდნენ, რომ მათი გამოანგარიშებით ევას საკვერცხეში („ღმერთის მიერ სამყაროს შექმნის“ დროს) ჩართული იყო 200 000—300 000 მილიონი ადამიანის პრეფორმული ჩანასახი. ანიმალკულისტები (ანდრი და გოტიე) ამტკიცებდნენ, რომ, ადამიანის სპერმატოზოიდებში მათ შესძლეს (მიკროსკოპის საშუალებით)

მინიატურული ადამიანების დანახვა. ვინაიდან სპერმატოზოიდი უფრო მოძრავი და ცხოველისებრია, ვიდრე კვერცხი, ამიტომ დასაბამში ანიმალკულისტებმა გაიმარჯვეს და პრეფორმულ ჩანასახად სპერმატოზოიდი იქნა მიჩნეული. ლევენჰუკის აზრით, საზვილოსნოში სათესლე ძაფი ხელსაყრელ ადგილს ნახულობს შემდგომი განვითარებისათვის. კვერცხისმდებელ ცხოველებში კი კვერცხის მნიშვნელობა გამოიხატება სპერმატოზოიდისათვის (ნამდვილი ჩანასახისათვის) საჭირო მასალის მიწოდებით. ანიმალკულისტების აზრით, ყოველ კვერცხში ერთი სპერმატოზოიდი შედის და იქ ყვითრით იკვებება. ლევენჰუკი და მისი მომხრენი სპერმატოზოიდს თავკომბალას ადარებდნენ და ფიქრობდნენ, რომ სათესლე ძაფის ზრდა და გარდაქმნა ისეთივე თანმიმდევრობით ხდება, როგორც თავკომბალასი. ლევენჰუკის ჰიპოთეზას ჰოლანდიელმა ჰარტსუკერმა (Hartsuiker) დამახასიათებელი ილუსტრაცია მისცა (სურ. 1). იგი ადამიანის სათესლე ძაფის თავში ხატავდა პატარა ადამიანს, რომელსაც ხელები და ფეხებიც დაკრეფილი აქვს და თხელი გარსითაა გარშემოხვეული. დალენპატიუსმა (Dalenpatius) იმდენად გადააჭარბა თავისი ფანტაზიით, რომ მან მიკროსკოპში თითქოს კიდევაც დაინახა სათესლე ძაფის მიერ გარსის მოძრობა. მან დახატა ასეთი გარსმოცილებული პატარა ადამიანის სურათი, რომელზედაც მინიატურულად



სურ. 1. ადამიანის სათესლე ძაფის სქემა (ჰარტსუკერით, ჰერტივიდან).

წარმოიდგინა გულმკერდი, ხელები, ფეხები და ჯერ კიდევ გარსგუმძვრალი თავი (სურ. 2).

მაგრამ მე-18 საუკუნეში ბონეტმა (Bonnet) გაუნაყოფიერებლად განვითარებული (პართენოგენეზური) კვერცხები აღმოაჩინა. ამის შემდეგ ოვისტებსა და ანიმალკულისტებს შორის არსებული დავა, რომელიც მთელი საუკუნის განმავლობაში გრძელდებოდა, ოვისტების სასარგებლოდ გადაწყდა.

ასეთ მდგომარეობაში იყო საკითხი მე-19 საუკუნის მეორე ნახევრამდე, სანამ ო. ჰერტვიგმა (Hertvig), ექინოდერმის (echinoderma) კვერცხებზე არ გამოარკვია განაყოფიერების შინაარსი და არ დაამტკიცა, რომ წარმოქმნის აქტში კვერცხი და სათესლე ძაფი ორივე ლეზულობს მონაწილეობას.

ო. ჰერტვიგის მიერ განაყოფიერების პროცესის ზუსტად შესწავლამ საბოლოოდ გადაწყვიტა ძველი დავა, რომელიც არსებობდა ანიმალკულისტებსა და ოვისტებს შორის. მან დაადასტურა ექინოდერმის კვერცხებზე, რომ სათესლე ძაფი კვერცხის ყვითურში შედის. სათესლე ძაფის ბირთვი (თავი) და კვერცხის ბირთვი ერთმანეთისა-კენ მიიმართებიან და ერთმანეთთან შეერთების შემდეგ ჩანასახოვან ბირთვს ჰქმნიან. მხოლოდ ამის შემდეგ იწყება განვითარების პროცესი.



სურ. 2. აღამიანის სათესლე ძაფი გარსების მოშორების შემდეგ (დალენჰატიუსით, ჰერტვინგიდან).

### ეპიგენეზის თეორია

პრეფორმატიის თეორიის საწინააღმდეგოდ (მე-18 საუკუნეში) არსებობდა ეპიგენეზის, ანუ ახლად წარმოქმნის თეორია. ეპიგენეზის თეორია უარყოფს კვერცხში ორგანიზმისა და მისი ორგანოების არსებობას. ამ თეორიის თანახმად ორგანიზმი ახლად წარმოიქმნება უსტრუქტურო (არაორგანიზებული) კვერცხისაგან.

ეპიგენეზის თეორიას იცავდა მეცნიერი კ. ფ. ვოლფი (K. F. Wolff). სხვადასხვა ცხოველისა და მცენარის განვითარების შესწავლის საფუძველზე მან დაადგინა, რომ განვითარების დროს ადგილი აქვს ჩანასახის ცალკეული ნაწილებისა და ორგანოების ახლად წარმოქმნას მარტივი და თანაბარი ელემენტებისაგან.

წიწილას ჩანასახის განვითარების შესწავლის დროს ვოლფმა დაადგინა, რომ განვითარების დასაწყისში კვერცხში არ არის ჩანასახის ცალკეული ნაწილები. ჩანასახის ცალკეული ნაწილები (ნერვული ლულა, ნაწლავის ლულა) ვითარდებიან უფრო მარტივი ნაწილებისაგან (ჩანასახოვანი ფურცლებისაგან) თანდათანობით, ისე რომ ეპიგენეზის თეორია, რომელიც ამტკიცებდა, რომ კვერცხში არ არის ორგანოები და რომ ისინი ახლად წარმოიქმნებიან

ჩანასახოვანი განვითარების დროს, — უფრო ახლოს იყო სინამდვილესთან.

ამის შემდეგ დაისვა საკითხი იმის შესახებ, თუ რა ძალა მოქმედებს რთულად აგებული (ორგანიზებული) გაზრდილი ორგანიზმის კვერცხისაგან წარმოქმნის დროს.

ორგანიზმის განვითარების მიზეზად ეპიგენეტიკოსები თვლიდნენ განსაკუთრებულ არამატერიალურ სულიერ ფაქტორს, რომელსაც სხვადასხვა სახელი ეწოდებოდა: „სასიცოცხლო ძალა“, „ენტელექია“, „სული“.

ეპიგენეზის თეორიის სუსტი მხარე სწორედ იმაში მდგომარეობს, რომ განვითარების მიზეზად იგი თვლის არამატერიალურ სულიერ ფაქტორს (ენტელექიას), რომელიც თითქმის სონაწილეობას ღებულობს ყოველი ცალკეული ცხოველის განვითარებაში.

ვოლფის ემბრიოლოგიური გამოკვლევები ეხებოდა ზოგიერთი ორგანოს განვითარების ცალკეულ სტადიებს. ცხოველი ინდივიდური განვითარების, ანუ ონტოგენეზის, აღწერა პირველად ჯ. ბერმა (K. Baer) მოგვცა. საკუთარი გამოკვლევების შედეგად მან დაადგინა, რომ განვითარება მდგომარეობს უფრო მარტივი სტრუქტურების თანდათანობით გართულებაში. სხვადასხვა ცხოველის განვითარების ანალოგიური სტადიების შედარების დროს ბერმა დაადგინა მსგავსება ამ ჩანასახოვან სტადიებს შორის. რაც უფრო ადრეული იყო შესაძარებელი სტადიები, მით უფრო მეტი იყო მსგავსება მათ შორის. მიუხედავად ამისა, ბერი უარყოფდა ცხოველთა სახეობის წარმოქმნის და ცვლილების ერთობლიობას და დარვინის ევოლუციურ თეორიას.

ემბრიოლოგიის შენდგომი განვითარების საქმეში დიდი მნიშვნელობა ჰქონდა დარვინის ევოლუციურ თეორიას. დარვინი დიდ მნიშვნელობას აძლევდა სხვადასხვა ცხოველის ჩანასახოვანი სტადიების მსგავსებას. ჩანასახოვანი სტადიების მსგავსებას დარვინი თვლიდა ცხოველთა სამეფოს წარმოქმნის ერთობლიობის დამამტკიცებლად და ცხოველთა სახეობათა შორის ნათესაური კავშირის დამამტკიცებლად.

ამრიგად, აღწერით ემბრიოლოგიასთან ერთად წარმოიქმნა შედარებითი და ევოლუციური ემბრიოლოგია, რომლის ფუძემდებელი იყვნენ რუსი მეცნიერები — ა. ო. კოვალევსკი და ი. ი. მეჩნიკოვი.

ხერხემლიანებისა და უხერხემლოების ემბრიონული სტადიების შესწავლის საფუძველზე კოვალევსკიმ და მეჩნიკოვმა დაადგინეს, რომ ყველა მრავალუჯრედოვანი ორგანიზმი სამი ჩანა-

სახოვანი ფურცლის განვითარების სტადიას გაივლის. მათი გამოკვლევებით დამტკიცებული იყო დარვინის თეორია ცხოველთა სანეთოს ერთობლივი წარმოქმნის შესახებ. ამიტომაც, რომ ა. ო. კოვალევსკი და ი. ი. მეჩნიკოვი ითვლებიან ფუძემდებლად როგორ შედარებით-ალწვრითი, ისე ევოლუციური ემბრიოლოგიისა. გარდა ამისა, დაისვა საკითხი ონტოგენეზსა და ფილოგენეზს შორის ურთიერთდამოკიდებულების შესახებ.

ონტოგენეზისა და ფილოგენეზის ურთიერთდამოკიდებულების პრობლემა, რომელიც დასმული იყო დარვინის მიერ, დამუშავებული იქნა ფ. მიულერისა (F. Müller) და ე. ჰეკელის (E. Hekel) მიერ. მიულერმა წამოაყენა დებულება იმის შესახებ, რომ სახეობის ისტორია ყოველთვის მეორედია ინდივიდის განვითარების ისტორიაში. ეს დებულება მიღებული იყო ჰეკელის მიერ, რომელმაც მას „ძირითადი ბიოგენეზური კანონი“ უწოდა. ეს კანონი ლაპარაკობს, რომ ინდივიდის განვითარების ისტორია, ანუ ონტოგენეზი (ontus—ინდივიდი, genesis—წარმოქმნა) იმეორებს თავის სახეობის ისტორიას, ანუ ფილოგენეზს (phyle—სახეობა, genesis—წარმოქმნა).

ჰეკელის „ძირითადი ბიოგენეზური კანონი“ უკრიტიკოდ იყო მიღებული მორფოლოგების მიერ, მაგრამ შემდგომი ემბრიოლოგიური გამოკვლევებით დადგინდა იქნა, რომ ჰეკელის წარმოდგენა ფილოგენეზისა და ონტოგენეზის ურთიერთშორის კავშირის შესახებ სავსებით სწორი არ არის. იმიტომ რომ ჰეკელის „ბიოგენეზური კანონის“ თანახმად, ნხოლოდ ფილოგენეზი ახდენს გაელენას ონტოგენეზზე, მაგრამ ონტოგენეზის ფილოგენეზზე გაელენის საკითხი კი გაშუქებული არ იყო. არ იყო ცნობილი, რომ ონტოგენეზი, თავის მხრივ, გავლენას ახდენს ფილოგენეზზე, რომ ისინი განსაზღვრავენ ერთიმეორეს და ერთიანი და განუყოფელი არიან. გარდა ამისა, არ გამართლდა ცხოველთა უმაღლესი ფორმების განვითარების დროს დაბალი ცხოველების ფორმების მთლიანი განმეორების შესაძლებლობა. ემბრიოგენეზში აღდგოლი აქვს წინაპრების აგებულების არა მექანიკურ განმეორებას, არამედ, როგორც ა. ნ. სევერცევი ამბობდა, წინაპრების ზოგიერთი ემბრიონული სტადიების განმეორებას.

დარვინმა, დაამტკიცა რა ორგანული ბუნების განუწყვეტელი განვითარება და მისი მულმივი ცვლილება ბუნებრივი კანონების საფუძველზე, ღიად დასტოვა საკითხი მემკვიდრეობითი ცვლილებების მიზეზთა შესახებ.

ამ საკითხთან დაკავშირებით მე-19 საუკუნის დასასრულს და მე-20 საუკუნის დასაწყისში წარმოიშვა სხვადასხვა რეაქციული მოძღვრებანი (ვეისმანიზმი, მორგანიზმი და მენდელიზმი), რომლებიც ცდილობდნენ დარეინიზმის ადგილის დაკავებას. ყველა ეს მოძღვრება ბიოლოგიაში ჩამოყალიბდა ერთ მთლიან მიმართულებად, რომელსაც ნეოდარვინიზმი ეწოდა.

ა. ვეისმანის მოძღვრების თანახმად, ცოცხალი ორგანიზმი შედგება ორი ნაწილისაგან: უკვდავი და უცვლელი „მემკვიდრეობითი პლაზმისაგან“ (ჩანასახოვანი პლაზმა), ანუ იდიოპლაზმისაგან, რომელიც სასქესო უჯრედებში იმყოფება, და მკვდომი და ცვალებადი სხეულისაგან, ანუ სომისაგან, რომელიც წარმოადგენს მემკვიდრეობითი პლაზმის შესანახს (ფუტლიარს) და საკვებს. ვეისმანი თვლიდა, რომ სომა იცვლება ორგანიზმის სასიცოცხლო პირობების ზეგავლენით. მაგრამ „მემკვიდრეობითი ნივთიერება“ (მემკვიდრეობით პლაზმა) არ იცვლება ორგანიზმის სასიცოცხლო პირობების ზეგავლენით და თაობიდან თაობას გადაეცემა. ვეისმანიზმის მომხრეები თვლიდნენ, რომ ცხოველთა და მცენარეთა ახალი ფორმების წარმოქმნა და მათი ახალი თვისებების და ნიშნების განვითარება ხდება მხოლოდ „მემკვიდრეობითი ნივთიერების“ ნაწილების ე. წ. გენების გადაკომბინირების გამო ან გენების იშვიათი და შემთხვევითი ცვლილებების გამო, რომლებიც არ არიან დაკავშირებული სასიცოცხლო პირობების ცვლილებების ზეგავლენასთან.

ისე რომ ნეოდარვინიზმის წარმომადგენლები (ვეისმანი, მორგანი და მენდელი) უარყოფდნენ ორგანიზმის მთლიანობას და სასიცოცხლო პირობებთან მის ერთიანობას. გარდა ამისა, ისინი უარყოფდნენ ორგანიზმების მემკვიდრეობით ცვლილებას იმ სასიცოცხლო პირობების ცვლილებების შესაბამისად, რომლებიც მათზე მოქმედებენ და, ბოლოს, ისინი უარყოფდნენ შექმნილი თვისებების დამკვიდრების შესაძლებლობას.

დარეინიზმის შემდგომ განვითარებაში დიდი დამსახურება მიუძღვის ი. ვ. მიჩურინს, რომელიც საბჭოთა შემოქმედებითი დარეინიზმის ფუძემდებელია.

მიჩურინის მოძღვრება უარყოფს ნეოდარვინიზმის წარმომადგენლების ანტიდარვინისტულ დებულებებს. მიჩურინის მოძღვრება ემყარება ერთადერთ მეცნიერულ მსოფლმხედველობას—დიალექტიკურ მატერიალიზმს. მიჩურინის მოძღვრება ორგანიზმს იხილავს როგორც ერთ მთლიანს, სასიცოცხლო პირობებთან ერთიანობაში. სასიცოცხლო პირობების ცვლი-

ლებებს იგი თვის ორგანიზმების მემკვიდრეობის ცვლილებების ერთადერთ მიზეზად, შექნილი თვისებების დამკვიდრებას კი—შესაძლებლად.

მიჩურინის მოძღვრების ძირითადი დებულებებიდან გამომდინარე (ორგანიზმის მთლიანობისა და სასიცოცხლო პირობებთან მისი ერთიანობის შესახებ), საბჭოთა ბიოლოგებმა დამტკიცეს, რომ ონტოგენეზი წარმოადგენს ორგანიზმის მემკვიდრეობითი საფუძვლის განვითარებას გარეგანი გარემოს კონკრეტულ პირობებში.

ონტოგენეზი ხორციელდება რაოდენობრივი და თვისობრივი ცვლილებების საშუალებით, რომლებიც მკვიდროდ არიან დაკავშირებული ურთიერთშორის. ონტოგენეზის რაოდენობრივი ცვლილებები გამოიხატება ორგანიზმის მასის მომატებით (ზრდით), მისი მორფოლოგიური და ფუნქციური თვისებების თითქმის შეუცვლელად. ონტოგენეზის თვისობრივი ცვლილებები ნდგომარეობს თვისობრივად ახალი უჯრედებისა და ქსოვილების წარმოქმნაში (დიფერენცირებაში).

ონტოგენეზის დასაწყისად განაყოფიერებულ კვერცხი (ზიგოტა) ითვლება. ონტოგენეზში არჩევენ შემდეგ ძირითად სტადიებს: ჩანასახოვან, ანუ ემბრიონულ, პოსტემბრიონულ და მოზრდილი ორგანიზმის განვითარების სტადიებს. ონტოგენეზის თვითეული სტადია, თავისი მსვლელობისა და დამთავრებისათვის, თხოულობს პირობათა განსაზღვრულ კომპლექსს.

თუ ორგანიზმი ვითარდება ისეთივე პირობებში, როგორც პირობებშიც ხდებოდა მისი წინაპრების განვითარება, მაშინ ვითარდება ორგანიზმი, რომელიც ემსგავსება წინამორბედ თაობას. თუ ორგანიზმი იძულებულია განვითარდეს ახლა პირობებში, მაშინ ორგანიზმი განვითარების პროცესში იძენს ახალ თვისებებს, იცვლება მისი მემკვიდრეობა, იცვლება განვითარების ტაპი და წარმოიქმნება ორგანიზმი, რომელიც განსხვავდება წინამორბედ თაობისაგან.

## სასქესო უჯრედები

სასქესო უჯრედების (სპერმატოზოიდისა და კვერცხის) საშუალებით ხორციელდება ორგანიზმების სქესობრივი გამრავლება. მათი შეერთებით წარმოიქმნება განაყოფიერებული კვერცხი, ანუ ზიგოტა, რომელიც ვითარდება ახალ ორგანიზმად. ამიტომ ორგანიზმის ინდივიდუალური განვითარების, ანუ ონტოგენეზის,

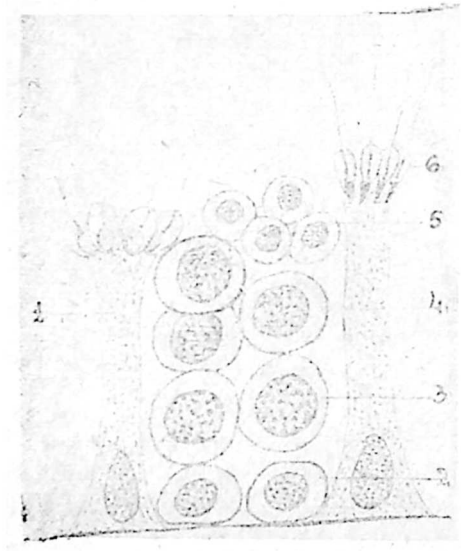
დასაწყისად ზიგოტა ითვლება. მწიფე სასქესო უჯრედები, სხეულის სხვა უჯრედებთან შედარებით, შეიცავს ქრომოსომების ორჯერ ნაკლებ რიცხვს. სხვა მხრივ პრინციპული განსხვავება სასქესო უჯრედებსა და სხეულის უჯრედებს შორის არ არის.

სანამ შევუდგებოდეთ იმ ცვლილებათა აღწერას, რომელთაც ზიგოტა განიცდის ახალ ორგანიზმად გარდაქმნის დროს, წინასწარ საჭიროა სასქესო უჯრედების განვითარებისა და თვისებების და აგრეთვე განაყოფიერების პროცესის შესწავლა.

### სათესლე ძაფი

სათესლე ძაფი, ანუ სპერმატოზოიდი (sperma — თესლი, zoon — ცხოველი), როგორც უკვე ზემოთ აღვნიშნეთ, დიდხანს პარაზიტად იყო მიჩნეული. მისი განვითარების შესწავლამ ნათელჰყო, რომ იგი ფორმაშეცვლილი უჯრედი.

სპერმატოზოიდის განვითარების პროცესს სპერმატოგენეზი (sperma — თესლი, genesis — წარმოქმნა) ეწოდება. სპერმატოგენეზში



არჩევენ ოთხ პერიოდს: 1) გამრავლების პერიოდს, 2) ზრდის პერიოდს, 3) დამწიფების პერიოდს, 4) ფორმირების პერიოდს.

სპერმატოზოიდები სათესლეში ვითარდებიან. სათესლის კლაკნილი მილაკების ამომტენი ეპითელი შედგება ორგვარი უჯრედებისაგან: გრძელი და მრგვალი (სურ. 3). სქესობრივი მომწიფების დროს სპერმატოზოიდებად მხოლოდ მრგვალი უჯრედები გარდაიქმევა. ამიტომ მათ სათესლე უჯრედები ეწოდება. გრძელი, ანუ სერტოლის (Sertol) უჯრედები კი სათესლე უჯრედების მკვებავი ელემენტებია. გარეთა უჯრედებს, რომლებიც ერთ შრედ ალაგია სათესლის

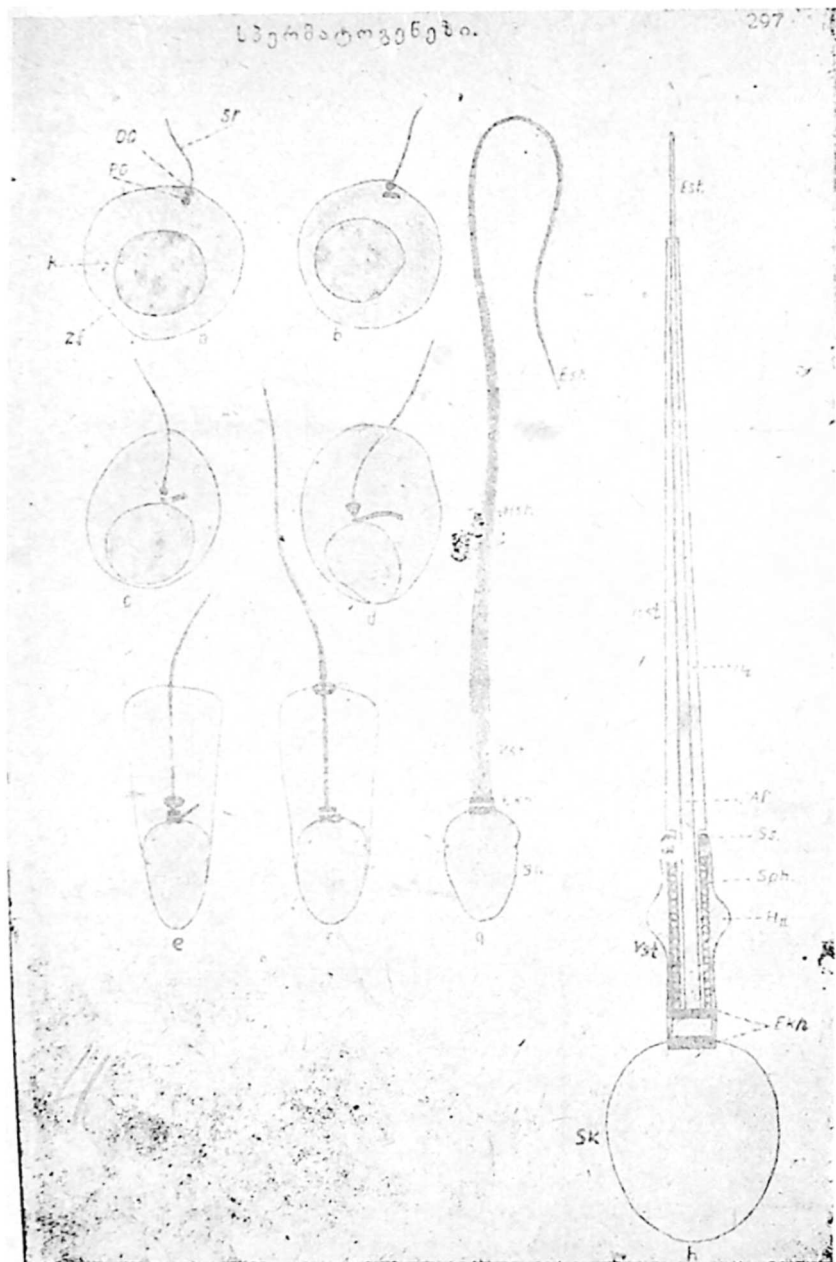
სურ. 3. სპერმატოზოიდების წარმოქმნა (მერკელიდან).  
 1—სერტოლის უჯრედი, 2—სპერმატოგონია, 3—სპერმატოციტი, 4—პრესპერმატიდი, 5—სპერმატიდი, 6—სპერმატოზოიდი.



კლაკნილი მილაკების საკუთარ მემბრანაზე (membrana propria)-  
ეწოდება სპერმატოგონიები (სურ. 3). სპერმატოგონიები მრავლ,  
დება მიტოზური გაყოფის საშუალებით. შემდეგ ეს გაყოფის სტა-  
დია მთავრდება და იწყება ზრდის სტადია. ამ სტადიის დამთავრე-  
ბის შემდეგ იღებულობთ სპერმატოციტებს, რომლებიც სპერ-  
მატოგონიების შიგნით არიან დალაგებულნი და სათესლე კლაკნილი  
მილაკის საკუთარ მემბრანაზე მეორე უჯრედოვან შრეს ქმნიან.  
სპერმატოციტები ორჯერ იყოფა ზედიზედ. პირველი გაყოფის სა-  
შუალებით სპერმატოციტებიდან პრესპერმატიდები წარ-  
მოიქმნება. მეორე გაყოფის საშუალებით პრესპერმატიდები-  
დან სპერმატიდები წარმოიქმნება (რიცხვით ოთხი). პრესპერმატი-  
დების სპერმატიდებად გაყოფის დროს არ ხდება პრესპერმატი-  
დების ქრომოსომების სიგრძივი გახლეჩა. ისე რომ ყოველი სპერ-  
მატიდი შეიცავს სომატური უჯრედის ქრომოსომების ნახევარს  
(იხ. განაყოფიერება). სპერმატიდები პატარა უჯრედებია, რომ-  
ლებიც რამდენიმე შრედ ალაგია სათესლის კლაკნილი მილაკების  
სანათურის ირგვლივ. ისინი თავსდებათ სერტოლის უჯრედების  
თავების მორჩებს შორის (სურ. 3), სადაც იკვებებიან და სპერმა-  
ტოზოიდებად გარდაიქმნიებიან.

სპერმატიდების სათესლე ძაფად გარდაქმნის პროცესს ნათ-  
ლად გვიჩვენებს სურ. 4 a—g. სპერმატიდის ბირთვის ქრომა-  
ტინის ბადე თანდათან მკიდროვდება. გარდა ამისა, ბირთვი  
უჯრედის სხეულის ცენტრიდან თანდათანობით პერიფერიისაკენ  
მიიმართება და იმავე დროს გრძელდება მანამ, სანამ იგი სპერმა-  
ტოზოიდის თავის ფორმას არ მიიღებს.

ციტოპლაზმაში მდებარე ორი ცენტრალური სხეულაკიდან ერთი  
უჯრედის პერიფერიაზე დევს, მას დისტალური ცენტრალური სხეუ-  
ლაკი ეწოდება (სურ. 4 d); მეორე დისტალური ცენტრალური სხეუ-  
ლაკის შიგნით დევს და მას პროქსიმალური ცენტრალური სხეულაკი  
ეწოდება (სურ. 4 e). დისტალური ცენტრალური სხეულაკისაგან  
ძაფი წარიდინება, რომელიც მალე იზრდება, უჯრედის პერიფე-  
რიას აღწევს და ხვრეტს მას. იგი წარმოადგენს სპერმატოზოიდის  
კულის ძაფის ჩანასახს. პროქსიმალურა ცენტრალური სხეულაკი  
ჩხირისებრ ფორმას ღებულობს. ამის შემდეგ ორივე ცენტრალუ-  
რი სხეულაკი ბირთვისაკენ მიიმართება. პროქსიმალური ცენტრა-  
ლური სხეულაკი ბირთვს უმაგრდება. დისტალური სხეულაკი კი  
კავშირს ქმნის კულის ძაფთან, კონუსისებრ ფორმას ღებულობს  
და ორ ნაწილად იყოფა: პროქსიმალურ თავად და დისტალურ  
რგოლად (სურ. 4 e). ამ ორი ნაწილის ერთმანეთისაგან დაშორება



სურ. 4. ადამიანების სპერმატოციტების წარმოქმნა (შიონოლოგიიდან).  
 ა—დან გ—დე სპერმატიდის სპერმატოციტად გარდაქმნა. II—ადამიანის

ომით ხდება, რომ რგოლი დაცურდება კულის ძაფზე უჯრედის პერიფერიისაკენ. პერიფერიაზე მიღწევისას იგი ქმნის შემაერთებელი ნაწილის დამხველ ფირფიტას (სურ. 4f).

ყველა ხერხემლიანი ცხოველის სპერმატოზოიდი შედგება თავისაგან, ყელისაგან, შემაერთებელი ნაწილისაგან და კულისაგან (სურ. 4g).

თავი არის სპერმატიდის შეცვლილი ბირთვი. სხვადასხვა ხერხემლიანი ცხოველის სპერმატოზოიდის თავი სხვადასხვა ფორმისაა: კოლბისებრი, ბურღისებრი, კოვზისებრი ხმლისებრი და სხვ.

ადამიანის სპერმატოზოიდის თავი, ზემოდან დახედვის დროს, ოვალურია. გვერდიდან შეხედვისას კი მსხლისებრია. თავის უკანა მესამედი ძლიერ იღებება ძირითადი საღებავებით, სამაგიეროდ თავის წინა ორი მესამედი სუსტად იღებება ძირითადი საღებავებით და დაფარულია ქუდაკით. ქუდაკის წინა მახვილ კიდეს პერფორატორი უმი ეწოდება (სურ. 5).

შემაერთებელი ნაწილი ისეთივე სიგრძისაა, როგორც თავი, მაგრამ უფრო ვიწროა (1 μ). მის წინა ნაწილს უწოდებენ ყელს. უკანასკნელი ადამიანს არა აქვს მკაფიოდ გამოყოფილი დანარჩენი შემაერთებელი ნაწილისაგან. ყელი შედგება პროქსიმალური ცენტრალური სხეულისაგან და ჰომოგენური შუამდებარე მასისაგან. პროქსიმალური ცენტრალური სხეულაკი უშუალოდ თავზე არის მიდებული და აღინიშნება როგორც წინა საბოლოო კვანძი. შუამდებარე მასა ერთმანეთთან აერთებს წინა საბოლოო კვანძს და დისტალური ცენტრალური სხეულაკის წინა ნაწილს (უკანა საბოლოო კვანძს). უკანა საბოლოო კვანძი მოთავსებულია შემაერთებელი ნაწილის დასაწყისში. შემაერთებელი ნაწილის ბოლოში კი მოთავსებულია დისტალური ცენტრალური სხეულაკის უკანა ნაწილი (დამხველი ფირფიტა) (სურ. 4).

სპერმატოზოიდის აგებულების სქემა. Zs—სპერმატიდის ციტოპლაზმა; k—ბირთვი; pc—პროქსიმალური ცენტრალური სხეულაკი; DC—დისტალური ცენტრალური სხეულაკი; SF—კუდის ძაფი. SK—სათესლე ძაფის თავი; E kn—საბოლოო კვანძები; Ust—შემაერთებელი ნაწილი; Hst—მთავარი ნაწილი; Est—საბოლოო ნაწილი; Af—ცენტრალური ძაფი; HI შიგნითა გარსი; Sph—სპირალური გარსი; II II—გარეთა გარსი; Ss—დამხველი ფირფიტა.

შემაერთებელი ნაწილის ცენტრში არის ცენტრალური  
 ძაფი, რომელიც იწყება უკანა საბოლოო კვანძიდან და განუწყვე-



ტილვ გადადის კუდში (სურ. 4). შემაერთე-  
 ბელი ნაწილის მიდამოში ცენტრალური ძაფი  
 გარშემოხვეულია თხელი გარსით, უკანასკნე-  
 ლის გარეთ კი სპირალური ძაფი არსე-  
 ბობს. სპირალური ძაფი მოთავსებულია ჰო-  
 მოგენურ შუამდებარე მასაში; იგი გარშე-  
 მოხვეულია გარეთა პროტობლაზმური გარ-  
 სით. უკანასკნელი ყელსაც ფარავს, შუაში  
 გამოდრეკილია და უმაგრდება თავის უკა-  
 ნა ბოლოს (სურ. 4 II II).

კუდი შედგება ცენტრალური ძაფისა  
 და გარშემოხვევი გარსისაგან. უკანასკნელი  
 წარმოადგენს შემაერთებელი ნაწილის შიგ-  
 ნითა გარსის გაგრძელებას და გასქელებას  
 (სურ. 4 II I). კუდის ბოლო კი შიშველი  
 (უგარსო) და წვეტიანია (სურ. 4 Est). ამ  
 მოკლე, უგარსო ნაწილს უწოდებენ ტერმი-  
 ნალურ, ანუ საბოლოო ნაწილს, ხოლო კუ-  
 დის დანარჩენ, გარსებიან, ნაწილს აღნიშნა-  
 ვენ როგორც პრინციპალურ, ანუ მთავარ ნა-  
 წილს.

ამრიგად, სპერმატოზოიდის ყველა შე-  
 მადგენელი ნაწილი ვითარდება სპერმატიდის  
 შემადგენელი ნაწილებისაგან. ამიტომ სპერ-  
 მატოზოიდი მხოლოდ ფორმაზეცვლილი  
 უჯრედი.

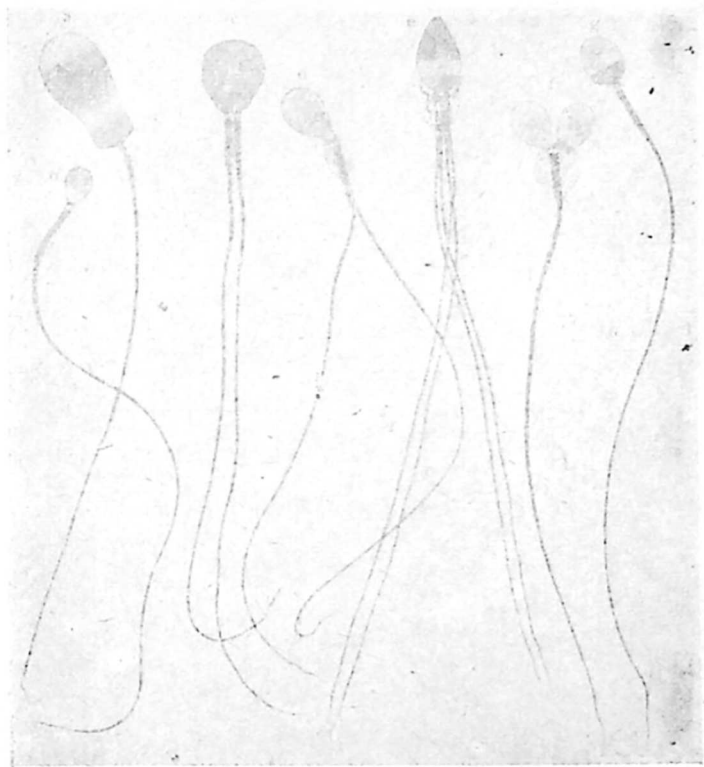
ადამიანსა და შინაურ ცხოველებს  
 სპერმატოზოიდის წარმოშობა სასქესო მომ-  
 წიფებიდან ეწყება და განუწყვეტლივ გრძელ-  
 დება სქესობრივი უნარიანობის მთელ პე-  
 რიოდში. გარეულ ცხოველებში კი სპერმა-  
 ტოზოიდის წარმოშობა მხოლოდ ხურაობის  
 დროს ხდება. სქესობრივად დამშვიდებული  
 მღვგომარეობის დროს სპერმატოზოიდების  
 არსებობას (წარმოშობას) გარეულ ცხოვე-  
 ლებში ადგილი არ აქვს. ამიტომ კლაკნილ

სურ. 5. ადამიანის ტიპიუ-  
 რი სპერმატოზოიდები  
 (რეტციუსით, კაიბელი-  
 დან). a—სპერმატოზოიდის  
 თავი ზემოდან დახედვის  
 დროს; ს—სპერმატოზოი-  
 დის თავით გვერდიდან შე-  
 ხედვის დროს.

შილაკებში არის მხოლოდ სპერმატოგონიები და სერტოლის უჯრედები.

ადამიანის სპერმატოზოიდის სიგრძე 52—62  $\mu$  უდრის, აქედან თავის სიგრძე—4—5 $\mu$ , სიგანე 2—3 $\mu$ , მემაერთებელი ნაწილი—6 $\mu$ , კუდი—41—52 $\mu$ .

ნორმალური ფორმისა და ოდენობის სპერმატოზოიდების გარდა, სპერმატოზოიდების ანომალური ფორმებიც არსებობს როგორც ოდენობის, ისე ფორმის მხრივ (სურ. 6). ბრომანს (Broman) აღწერილი აქვს სპერმატოზოიდების გიგანტური და



სურ. 6. ადამიანის სპერმატოზოიდების ანომალური ფორმები (კაიბელიდან).

გ—ნორმალური სპერმატოზოიდი; ა—გიგანტური სპერმატოზოიდი; ხ—კარლიკური სპერმატოზოიდი; ე და დ—ორკუდანი სპერმატოზოიდები; ე—ოთხკუდანი სპერმატოზოიდი; ფ—ორთავიანი სპერმატოზოიდი.

კარლიკური ფორმები (სურ. 6 ა, ბ). გარდა ამისა, არსებობს აგრეთვე ორკუდიანი (სურ. 6 ც, დ), ოთხკუდიანი (სურ. 6 ე) და ორთავიანი (6 ე) სპერმატოზოიდებიც.

ახლად გამოყოფილი სპერმატოზოიდები გაცხოველებულ ტალღისებრ მოძრაობას აწარმოებენ. სათესლეებში წარმოშობილი ახალგაზრდა სპერმატოზოიდები კი ნელა მოძრაობენ. ისინი მხოლოდ 24—48 საათის შემდეგ აღწევენ სრულყოფილ მომწიფებას და იძენენ მოძრაობის უნარს. თუ რამდენიმე დღის განმავლობაში ეიაკულაცია არ წარმოებს, მაშინ სპერმატოზოიდები კარგავენ მოძრაობის უნარს და კვდებიან. ერთი ეიაკულაციის შემდეგ სათესლეში ხდება სათესლე ძაფების გაცხოველებული წარმოშობა და დანამატში შესვლა. ზედიზედ მომხდარი ეიაკულაციის შემდეგ ეიაკულატი შეიძლება სპერმატოზოიდებს სრულიად არ შეიცავდეს.

მოძრაობის დროს სპერმატოზოიდი თავით წინ მიდის. როგორც ცოცხალი, ისე მკვდარი სპერმატოზოიდი ნაკადის წინააღმდეგ მოძრაობს, რაც აიხსნება მისი ფიზიკური აგებულებით. ნაკადის არსებობა სპერმატოზოიდს მიმართულებას აძლევს. მხოლოდ საკიროა, რომ ნაკადი განსაზღვრული სისწრაფის იყოს. მაგალითად, სექუნდში 3—4  $\mu$  სისწრაფის ნაკადი წარმოადგენს სპერმატოზოიდის მოძრაობისათვის საჭიკეთესო პირობას. უფრო აწრაფი ნაკადის დროს (4—20  $\mu$  სექუნდში) სპერმატოზოიდის მოძრაობა მით უფრო კლებულობს. რაც უფრო მატულობს ნაკადის სისწრაფე, სექუნდში 15  $\mu$  სისწრაფის ნაკადის დროს სპერმატოზოიდები ერთ ადგილას რჩება. უფრო მძლავრი ნაკადი კი აწვევს სპერმატოზოიდების ადგილიდან მოგლეჯას და ნაკადის ჰიმართულებით წაღებას.

სპერმატოზოიდის მოძრაობის აბსოლუტური სისწრაფე სექუნდში 23—26  $\mu$  უდრის. ნაკადის წინააღმდეგ სპერმატოზოიდის მოძრაობის უნარს დიდი მნიშვნელობა აქვს განაყოფიერების პროცესისათვის.

მდებრობით სასქესო გზებში მოხვედრილი სპერმატოზოიდები მიდიან კვერცხსავალისაკენ იმ ქიმიური ნივთიერებების მიმზიდველობითი ზეგავლენით, რომელთაც გამოყოფენ სასქესო ორგანოების ლორწოვანი გარსი და კვერცხუჯრედი. საშვილოსნოს გარეთა პირიდან კვერცხსავლის ძაბრამდე სპერმატოზოიდი აღწევს დაახლოებით 3 საათში.

გარეგან ზეგავლენას სპერმატოზოიდები დიდ წინააღმდეგობას უწევენ. მაგალითად გაყინული თესლის გადნობის შემდეგ სპერმატოზოიდები კვლავ იწყებენ მოძრაობას. მარილების ხსნარები, თუ ისინი მაღალი კონცენტრაციისა არ არიან, არ ავნებენ მათ. ნარკოზულ ნივთიერებათა ხანგრძლივი ზემოქმედება, ანდა მათი მაღალი კონცენტრაცია სპერმატოზოიდებს უძრავს ხდის, მაგრამ არ კლავს. ნარკოზული ნივთიერების ზემოქმედებიდან განთავისუფლების შემდეგ სპერმატოზოიდები კვლავ ცოცხლობენ.

ძლიერ გაზავებულ ტუტე ხსნარებში სპერმატოზოიდები გაცხოველებით მოძრაობენ. სამაგიეროდ მკვებების ძლიერ გაზავებულ ხსნარში კი ისინი იღუპებიან. ამით აიხსნება ის გარემოება, რომ ცხოველების ტუტე რეაქციის მქონე ყველა სითხეში სპერმატოზოიდების მოძრაობა მეტად გაცხოველებულია, ხოლო მკვებ სითხეებში მათი მოძრაობა ისპობა.

ზოგიერთი ცხოველის მდებარეობით სასქესო ორგანოებში შეყვანილი სპერმატოზოიდი რამდენიმე თვე ეოცხოვრებს და განაყოფიერების უნარს არ კარკავს. მაგალითად, ღამურებში კოიტუსი ხდება შემოდგომაზე. ხოლო განაყოფიერება კი მხოლოდ გაზაფხულზე აპრილში (კაიბელი—Keibel). ცნობილია აგრეთვე, რომ დედალი (მამლის მოშორების შემდეგ) დებს განაყოფიერებულ კვერცხებს 18 დღის განმავლობაში.

ადამიანის სპერმატოზოიდის მიერ მოძრაობისა და განაყოფიერების ხანგრძლიობის შენარჩუნების უნარის შესახებ არ არსებობს ზუსტი ცნობები. ადამიანის სათესლეში, რომელიც in toto—პიკრინ—სუბლიმატში იყო ჩადებული, კაიბელმა შესამე დღეს ნახა მოძრავი სპერმატოზოიდი. ცნობილია აგრეთვე ისიც, რომ გვამში სპერმატოზოიდი ინარჩუნებს სიცოცხლეს და მოძრაობას სამი დღის განმავლობაში. ბოსის (Bossi) დაკვირვებით, სპერმატოზოიდს კოიტუსის შემდეგ შეუძლია იცოცხლოს საშოში 12—17 დღე და საშვილოსნოს ყელში 5—7 1/2 დღე. Diirssen-მა პაციენტის დაავადებულ კვერცხსავალში ცოცხალი სპერმატოზოიდი ნახა კლინიკაში მისი მიღებიდან 9-დღის შემდეგ. ავადყოფისაგან მიღებული ცნობებით აღმოჩნდა, რომ ამ შემთხვევაში კოიტუსს ადგილი ჰქონდა 3 1/2 კვირის წინა\*. ალფელდმა (Alfeld) შესძლო სხეულის ტემპერატურაზე სპერმატოზოიდის ცოცხლად შენახვა 8 დღის განმავლობაში. სტერილურად შენახულ ვიაკულატში ცოცხალი სპერმატოზოიდები ნახული იქნა მე-8 დღეზე.

ყველა ამ მოყვანილი ცნობები იმის მაჩვენებელია, რომ ადამიანის სპერმატოზოიდმა დედაკაცის სასქესო ორგანოებში შეიძლება ერთ კვირაზე მეტხანს შეინარჩუნოს განაყოფიერების უნარი. ცხოველებში კი მდებარეობით სასქესო ორგანოებში მოხვედრილი სპერმატოზოიდი თვეობით ინარჩუნებს განაყოფიერების უნარს.

მამაკაცის ვიაკულატის რაოდენობა 3,3—3,5 სმ<sup>3</sup> უდრის, რომელიც 200—400 მილიონ სპერმატოზოიდს შეიცავს. 1 სმ<sup>3</sup> ვიაკულატში 60—120 მილიონი სპერმატოზოიდი.

\* უახლესი ცნობებით (M. Clara), სპერმატოზოიდები საშოში ცოცხლობენ 45—ზნ წუთს; საშოს ყელში—48 საათს, საშვილოსნოში—20—30 საათს. კვერცხსავალში 48 საათის შემდეგ მოძრავი სპერმატოზოიდები აღარ არიან.

## მდედრობითი სასქესო უჯრედი

მდედრობითი სასქესო უჯრედი, კვერცხი, ანუ კვერცხუჯრედი, სპეციალურად დიფერენცირებული უჯრედი. ცხოველთა უმეტესობის კვერცხუჯრედი მრგვალი ფორმისაა. იგი ვითარდება ცხოველთა და ადამიანის საკვერცხეში. კვერცხის განვითარებაში ანუ ოვოგენეზში (ovum—კვერცხი, genesis წარმოქმნა), არჩევენ სამ პერიოდს: გამრავლება, ზრდა და მომწიფება. გამრავლების პერიოდი ჩანასახოვანი ცხოვრების დროს ხდება. მდედრობითი სასქესო უჯრედები მრავლდება მიტოზური გაყოფის გზით (ზოგიერთის აბრით, ამიტოზური გაყოფის გზითაც). განვითარების ამ სტადიაზე მდედრობით სასქესო უჯრედებს ოვოგონიები ეწოდება. შემდეგ გამრავლების სტადია მთავრდება და ზრდის სტადია იწყება, რომელიც პოსტემბრიონულ პერიოდში ხდება. ზრდის სტადიის დამთავრების შემდეგ ვლუბულობთ პირველი ხარისხის ოვოციტებს. ძუძუმწოვრებისა და ადამიანის პირველი ხარისხის ოვოციტს გარს ეხვევა ფოლიკულური ეპითელი. რომელიც შემდეგ გრძელდება ბუტუჯად გარდაიქმნება. ძუძუმწოვრებში დამწიფების პერიოდი სქესობრივად მოწიფებულ ორგანიზმში ხდება საკვერცხის გარეშე—კვერცხის საკვერცხიდან გასვლის შემდეგ, კვერცხაველის ძაბრისაგან მისი მოძორობის დროს, და მთავრდება კვერცხაველში.

მომწიფების პერიოდში პირველი ხარისხის ოვოციტი ზედ-ზედ ორჯერ იყოფა. პირველი გაყოფის შედეგად წარმოიქმნება მეორე ხარისხის ოვოციტი (დიდი უჯრედი) და პატარა უჯრედი, რომელსაც პირველი პოლარული სხეული ეწოდება. მეორე გაყოფის შემდეგ წარმოიქმნება მწიფე კვერცხი და მეორე პოლარული სხეული. მომწიფების პერიოდში ხდება კვერცხუჯრედის ქრომოზომთა რიცხვის განახევრება (ი.ა. განაყოფიერება). გოათის ბუტუჯის მომწიფებისა და გასკდომის შემდეგ კვერცხუჯრედი გამოდის საკვერცხიდან და გადადის კვერცხაველში. კვერცხუჯრედის მოწიფების პერიოდი შეიძლება დამთავრდეს საკვერცხეშიც (ზღვის ზღაობი).

უმეტეს ცხოველთა კვერცხუჯრედი მრგვალი ფორმისაა. იგი, როგორც უკვე ნათქვამი იყო, სპეციალურად დიფერენცირებული უჯრედი. იგი შედგება ისეთივე ნაწილებისაგან, როგორც ყველა სომატური უჯრედი. მაგრამ კვერცხუჯრედის ცალკეულ შემადგენელ ნაწილებს აქვთ განსაკუთრებული სახელები, რომელთაც დღესაც იყენებენ ემბრიოლოგიაში. ციტოპლაზმას ეწოდება ყვითრი (vitellus), ბირთვის—ჩანასახოვანი ბუტუჯი (Vesicula germinativa), ბირთვას—ჩანასახოვანი ხალი (macula germinativa), გარსს—ყვითრის გარსი (membrana vitellina).

კვერცხის ციტოპლაზმა შეიცავს ყვითრს, რომელიც სხვადასხვა ციოველის კვერცხებში დიდი ან მცირე რაოდენობით იმყო-



ფება. სხვადასხვა ცხოველის კვერცხების ოდენობითი განსხვავება აიხსნება ყვითრის სხვადასხვა რაოდენობის არსებობით კვერცხებში.

ყვითრის რაოდენობა განისაზღვრება ჩანასახის მოთხოვნილებით საკვები მასალისადმი. იმ ცხოველების კვერცხუჯრედებში რომლებიც დედის ორგანიზმიდან ლეზულობენ საკვებს (მაგ. ძუძუმწოვრები), ყვითრი შედარებით ცოტაა. იმ ცხოველთა კვერცხები, რომლებიც ორგანიზმის გარეშე ვითარდებიან, ბევრ ყვითრს შეიცავენ.

ყვითრის რაოდენობისა და განაწილების მიხედვით არჩევენ: 1) ჰომოლეციტურ, ანუ იზოლეციტურ კვერცხებს, 2) ტელოლეციტურ კვერცხებს, 3) ცენტროლეციტურ კვერცხებს, 4) ალეციტურ კვერცხებს.

ჰომოლეციტურ, ანუ იზოლეციტურ (ბერძნ. *homos* — თანაბარი, *leitos* — ყვითრი) კვერცხებში ყვითრი მცირე რაოდენობითაა და თანაბრად არის განაწილებული. ხერხემლიან ცხოველებში ჰომოლეციტური კვერცხები აქვს ამფიოქსუსს და ძუძუმწოვრებს.

ტელოლეციტურ (ბერძნ. *telos* — ბოლო; *leitos* — ყვითრი) კვერცხებში ყვითრი დიდი რაოდენობითაა. იგი იმყოფება კვერცხის ქვედა ნახევარში, ანუ ქვედა პოლუსში. კვერცხის ქვედა ნახევარს, ანუ ქვედა პოლუსს, ვეგეტატიური პოლუსი ეწოდება.

კვერცხის ზედა ნახევარში ყვითრი ან მცირე რაოდენობითაა, ან სრულიად არ არის. კვერცხის ზედა ნახევარს, ანუ ზედა პოლუსს, ანიმალური პოლუსი ეწოდება. ამრავად, ტელოლეციტური კვერცხი პოლარულად დიფერენცირებული კვერცხია. ორივე პოლუსის შემაერთებელ ხაზს კვერცხის ლერძი ეწოდება. კვერცხის უძრავად მდებარეობის დროს კვერცხის ლერძს ვერტიკალური მდებარეობა აქვს. კვერცხის ტრიალის დროს კვერცხის ლერძი კვლავ ვერტიკალური მდებარეობის მიღებისაკენ მიისწრაფის. ხერხემლიან ცხოველებში პოლარულად დიფერენცირებული კვერცხები აქვთ თევზებს, რეპტილიებს და ფრინველებს.

ცენტროლეციტურ კვერცხებში ყვითრი კვერცხის ცენტრში იმყოფება.

ალეციტური კვერცხები უყვითროა.

კვერცხი. ანუ კვერცხუჯრედი, გარედან დაფარულია გარსებით (კვერცხის გარსებით). კვერცხის გარსების რაოდენობა სხვადასხვა ცხოველში სხვადასხვაა. წარმოშობის მიხედვით არჩევენ პირველადს, მეორადს და მესამეულ გარსებს. პირველადი გარსი წარმოიქმნება თვით კვერცხის პროტოპლაზმისაგან. მეორადი გარსი წარმოიქმნება საკვერცხეში, ფოლიკულური ეპითელისაგან. მე-

სამეული გარსი წარმოიქმნება საკვერცხის გარეშე (კვერცხსავლის კედლის მიერ) კვერცხსავალში კვერცხის მოძრაობის დროს.

ძუძუმწოვრების კვერცხუჯრედს (საკვერცხიდან გამოსვლის შემდეგ) აქვს პირველადი გარსი, რომელსაც ყვითრის გარსი ეწოდება და მეორადი გარსი, რომელსაც ეწოდება ოვოლემა (ovolemma), ანუ გამჭვირვალე გარსი (zona pellucida). მესამეული გარსები ძუძუმწოვრის კვერცხუჯრედს არ აქვს.

ფრინველების კვერცხს (საკვერცხიდან გამოსვლისას) აქვს პირველადი გარსი—ყვითრის გარსი და მეორადი გარსი—ოვოლემა. ანუ ქორიონი. გარდა ამასა, კვერცხსავალში იგი იმოსება მესამეული გარსებით: ცილოვანი გარსით, ნაქუქის გარსით და ნაქლქით.

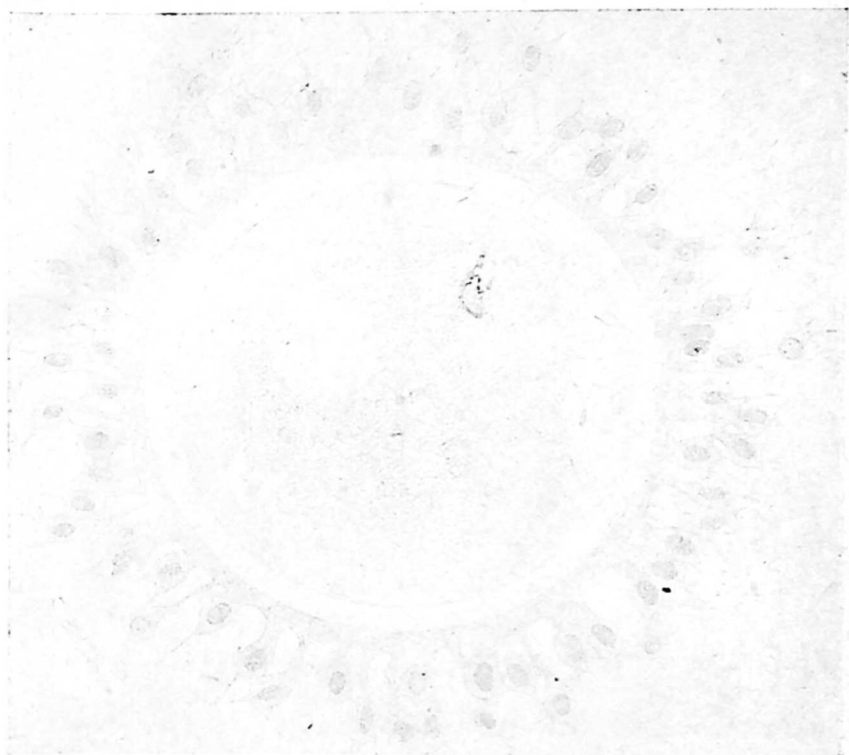
ჰომოლეციტური კვერცხები ხერხემლიანებს შორის, როგორც უკვე ნათქვამი იყო, აქვთ ძუძუმწოვრებსა და ამფიოქსუსს. როგორც ჰომოლეციტური კვერცხების მაგალითს, აქ აღვწერთ ძუძუმწოვრის კვერცხუჯრედს, სახელდობრ, შინაური კურდღლისა და ადამიანის კვერცხუჯრედს.

შინაური კურდღლის კვერცხუჯრედის დიამეტრი 0,2 მმ უდრის. მასში ყვითრი თანაბრადაა განაწილებული მუქი ცხიმისებრი ბურთულაკებისა და მარცვლების სახით, რაც იწვევს კვერცხუჯრედის ყვითრის სიმღვრივესა და გაუმჭვირვალობას.

ჩანასახოვანი ბუშტუკი შედგება ბირთვის ბადისაგან, ერთი დიდი ჩანასახოვანი ხალისაგან, რამდენიმე დამატებითი ჩანასახოვანი ხალისაგან და გარსისაგან. კვერცხუჯრედის გარსს ეწოდება გამჭვირვალე გარსი (zona pellucida). უკანასკნელი მეორადი გარსია, ვინაიდან წარმოიქმნება გრააფის ბუშტუკში ფოლიკულური ეპითელისაგან. დიდი გადიდებით გამოკვლევის დროს გამჭვირვალე გარსი რადიალურ ზოლიანობას იჩენს. ეს რადიალური ზოლიანობა გამოწვეულია იმით, რომ გამჭვირვალე გარსში პატარა ფოროსებრი მილაკები იმყოფება, რომლებშიც მოთავსებულია ფოლიკულური ეპითელის უჯრედების მორჩები. მკვლევარების აზრით, ფოლიკულური უჯრედების მორჩების საშუალებით ხდება კვერცხის შიგთავსის კვება კვერცხის გრააფის ბუშტუკში ყოფნის დროს.

ადამიანის მომწიფებული კვერცხუჯრედის პროტოპლაზმა, ანუ ოვოპლაზმა (სურ. 7), რომელსაც აგრეთვე ყვითრს უწოდებენ, შედგება ორი შრისაგან: შიგნითა და გარეთა. შიგნითა, ანუ ცენტრალურ შრეში ყვითრი უფრო მეტი რაოდენობითაა დაგროვილი. ყვითრი შედგება ნაწილობრივ მატისებრი პრიალა მარცვლე-

ბისაგან, ნაწილობრივ კი ძლიერ შუქმტეხი ნაწილებისაგან. ყვით-  
რის მარცვლები არ არის ისე მკაფიოდ განცალკევებული ერთი-  
ნეორისაგან, როგორც სხვა ძუძუმწოვრებში და დაბალ ხერხემ-  
ლიანებში. უპირატესად ცენტრში ყვითრის დალაგებით აიხსნება



სურ. 7. ადამიანის თითქმის მწიფე კვერცხუჯრედი (გახრდი-  
ლი ოვოციტი, რომელიც ამოღებულია ახალი, ჯერ კიდევ  
თბილი სავერცხიდან) (ვალდერიით, ჰერტივიგიდან).

გარედას სხივოსანი გვირგვინი. მის ქვეშ გამკვირვალე გარსი;  
შემდეგ ციტოპლაზმის ყვითრით ღარიბი (პერიფერიული)  
შრე. ცენტრში—ციტოპლაზმის ყვითრით მდიდარი (ცენტრა-  
ლური) შრე. მარცხნივ და ზემოთ ჩანასახოვანი ბუშტუკი ჩა-  
ნასახოვანი ხალით.

ის, რომ ადამიანის კვერცხუჯრედში ციტოპლაზმის ცენტრალური  
ნაწილი უფრო მუქი და გაუმკვირვალეა, ვიდრე სხვა ძუძუმწოვ-  
რების კვერცხუჯრედში. ოვოპლაზმის გარეთა, ანუ პერიფერიული

შრე არის უფრო წვრილმარცვლოვანი და გამჭვირვალე. ბირთვი მოთავსებულია სწორედ ამ პერიფერიულ შრეში.

გამჭვირვალე გარსი გარშემომხვეულია 3—4 შრედ დალაგებული ეპითელური უჯრედებით. ამათგან გამჭვირვალე გარსის მოსაზღვრე შრე რადიალურად არის დალაგებული. ამიტომ გამჭვირვალე გარსის გარშემომხვევ ეპითელს სხივოსანი გვიგვიანი (*corina radiata*) ეწოდება. სხივოსანი გვირგვინი გრაათის ბუშტუკის კვერცხის შეშცველი გორაკის (*cnemulus anphorus*) უჯრედებია.

გამჭვირვალე გარსი გახიერია და წვრილზოლიანობას იჩენს. ზოლები რადიალურადაა დალაგებული. გამჭვირვალე გარსსა და ყვითრის გარსს შორის ნაპრაღია, რომელსაც პერივიტელინური ნაპრაღი ეწოდება.

ახალდაბადებული ქალიშვილის ორივე საკვერცხენი 500 000 პირველადი კვერცხუჯრედი (ოვოგონია) არის (*M. (Lern)*). ამათგან სქესობრივი ცხოვრების მთელი პერიოდის განმავლობაში მიოლოდ 400 განიცდის სრულ მომწიფებას. კვერცხუჯრედების დანარჩენი მარაგი ილუბება, რაც ფიზიოლოგიურ მოვლენას წარმოადგენს. ოვოგონიის დიამეტრი 10—16  $\mu$  უდრის.

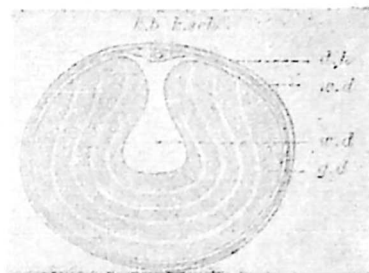
ადამიანის კვერცხუჯრედის (ოვოციტის) დიამეტრი 35—65  $\mu$  უდრის. გასასკდომად მომწიფებულ ფოლიკულში მყოფი კვერცხუჯრედის დიამეტრი 200  $\mu$  უდრის. მწიფე კვერცხუჯრედის დიამეტრი 110—140  $\mu$  უდრის (ფიქსირებულ პრეპარატში, ოვოლემის ჩათვლით).

როგორც ტელოლეციტური კვერცხების მაგალითს აქ ქათმის კვერცხს აღვწერთ. თუ გავარჩევთ ზრდადამთავრებულ, მაგრამ საკვერცხიდან (გრაათის ბუშტუკიდან) გამოუსვლელ ქათმის კვერცხს, მაშინ დავინახავთ, რომ კვერცხის ყვითრი მკაფიოდ არის გაყოფილი საკეებ და წარმომშობ ყვითრებად (სურ. 8). წარმომშობი ყვითრი მოთავსებულია კვერცხის ანიმალურ პოლუსზე პატარა, მოთეთრო ფირფიტის ფორმით, რომელსაც აღნიშნავენ. როგორც ჩანასახოვან ფირფიტას, ანუ დისკოს (*discus proligerus*, *cicatricula* (სურ. 8. K. Sch)). ჩანასახოვანი ფირფიტის დიამეტრი 3—9 მმ უდრის. მასში მოთავსებულია ჩანასახოვანი ბუშტუკი (ბირთვი) (K. b). კვერცხის დანარჩენი მასა შედგება საკეები ყვითრისაგან. თუ გამოვიკვლევთ ყვითრის ანათლებს, რომლებიც ათლილია ჩანასახოვანი ფირფიტის პერპენდიკულარულად, მაშინ დავინახავთ რომ ქათმის კვერცხის ყვითრი მთლიანად ყვითელი არ არის. იგი შედგება თეთრი ყვითრისაგან და ყვითელი ყვითრისაგან. თეთრი ყვითრი (W. d.) შედარებით უფრო მცირე რაოდენობით არის

კვერცხში. იგი მოიპოვება ყვითრის მთელ ზედაპირზე თხელი საფარის სახით და აღინიშნება, როგორც ყვითრის ქერქი. გარდა ამისა, უფრო დიდი რაოდენობით თეთრი ყვითრი დაგროვილია ჩანასახოვანი ფირფიტის ქვეშ. ჩანასახოვანი ფირფიტისათვის იგი ბალიშს ქმნის და აღინიშნება, როგორც პანდერის (Pander) ბირთვი.

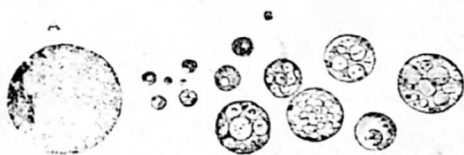
აქედან თეთრი ყვითრი კოლბისებურად გრძელდება ყვითელ ყვითრში და კვერცხის ცენტრამდე აღწევს. თეთრი ყვითრის ეს კოლბისებრი ნაწილი აღინიშნება როგორც latebra (სურ. 8 W. d). მოხარშვის დროს იგი უფრო ნაკლებად განიცდის შედგებას და უფრო რბილი რჩება, ვიდრე ყვითელი ყვითრი. ყვითელი ყვითრი (ფ. d) ანათალზე შრიანობას იჩენს. ყვითრის შრეები ისე არის დალაგებული latebra-ს ირგვლივ, როგორც ხახვის შრეები.

გარდა ამისა, თეთრი და ყვითელი საკვები ყვითრები განსხვავდება ერთიმეორისაგან აგრეთვე ელემენტარული ნაწილების თვისებებითაც. ყვითელი ყვითრი შედგება მსხვილი ბურთულები-საგან (სურ. 9 A), რომელთა ოდენობა 25—100  $\mu$  უდრის. ყვითელი ბურთულაკი კი შედგება მრავალრიცხოვანი წვრილი მარცვლებისაგან. თეთრი ყვითრის ბურთულები უფრო პატარა არის. ბურთული შედგება ერთი ან რამდენიმე უფრო დიდი, ძლიერი შუქმტეხი მარცვლები-საგან (სურ. 9 B).



სურ. 8. ქათმის კვერცხი საკვერცხიდან (ჭერტივტიდან).

k. sch.—ჩანასახოვანი დისკო; k. h.—ჩანასახოვანი ბუშტუკი; W. d.—თეთრი ყვითრი; ფ. d.—ყვითელი ყვითრი; dh.—ყვითრის გარსი.



სურ. 9. ქათმის კვერცხის ყვითრის ელემენტები (ჭერტივტიდან).

A—ყვითელი ყვითრის ბურთულები; B—თეთრი ყვითრის ბურთულები.

ყვითრი გარშემოხვეულია თხელი, მაგრამ საკმარისად მაგარი გარსით, რომელიც აღინიშნება როგორც ყვითრის გარსი membrana vitellina (სურ. 8 dh). ყვითრის გარსის გაგლეჯის შემდეგ

კვერცხის შიგთავსი გარეთ გამოდის თხელი, ფაფისებრი მასის სახით.

ზრდადამთავრებული, მაგრამ ჯერ კიდევ საკვერცხის ფოლიკულში მყოფი კვერცხუჯრედი განსხვავდება დადებული კვერცხისაგან (სურ. 10). განსხვავება იმაში გამოიხატება, რომ დადებული კვერცხი მესამეული გარსებით არის დართული. ესენია: 1) ცილა (albumen), 2) ნაქუჯის გარსი (membrana testae) და 3) ნაქუჯი (testa). ამ მესამეულ გარსებს კვერცხი იძენს კვერცხსავალში მისი ყოფნის დროს. ყოველი მესამეული გარსი კვერცხსავალის განსაკუთრებულ ნაწილში წარმოიწეება. ეს ნაწილები ოთხია: 1) ვიწრო, მოციმციმე ეპითელით ამოფენილი დასაწყისი ნაწილი, რომელშიც კვერცხი, საკვერცხიდან გამოსვლის შემდეგ, პირველად ხვდება და განაყოფიერებას განიცდის იქ არსებული სპერმატოზოიდებით; 2) გასწვრივნაოქიანი ჯირკვლოვანი ნაწილი, რომელშიც ხდება ცილას სეცერნაცია. უკანასკნელი სქელ შრედ ეხვევა ყვითრს; 3) ოდნავ გაგანიერებული პატარა ნაწილი, რომელიც ხაოებით არის დაფარული და რომლის უჯრედები კირის მარილებს გამოყოფს და ამით კირის ნაქუჯი წარმოიშვება; 4) მოკლე და ვიწრო ნაწილი, რომელშიც კვერცხი არაერთარ ცვლილებას არ განიცდის და მისი საშუალებით მხოლოდ გარეთ გამოდის.

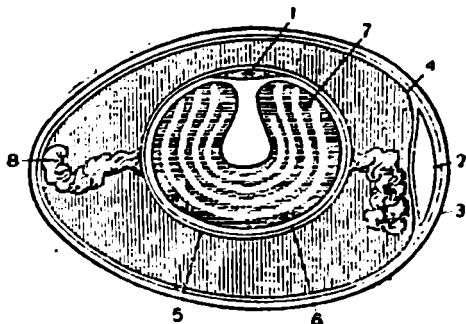
კვერცხის ცილა (IV) შედგება 12% ცილოვანი ნივთიერებისაგან, 0,5% მარილებისაგან (ქლორკალიუმი, ქლორნატრიუმი, სულფატები და ფოსფატები), 1,5% ცხიმისა და სხვა ექსტრაქტული ნივთიერებისაგან, 86% წყლისაგან. ცილა გარსახევეია ყვითრს რამდენიმე, სხვადასხვა კონსისტენციის შრედ. ყვითრის ახლო შრე უფრო მკვრივი არის. გარდა ამისა, ცილისაგან წარიდინება ორი სპირალური ბაგირაკი (სურ. 10, 8). ეს უკანასკნელები შედგება ძლიერ მკვრივი ცილოვანი ნივთიერებისაგან და აღწევს კვერცხის ბლაგვ და მახვილ კუთხეებს.

ცილას გარსახევეია თხელი ბოქკოვანი გარსი—ნაქუჯ-ქვეშა გარსი—membrana testae (სურ. 10,4). უკანასკნელი შედგება ორი ფურცლისაგან; გარეთა და შიგნითა ფურცლისაგან. გარეთა ფურცელი არის მაგარი და სქელი; შიგნითა ფურცელი კი არის უფრო თხელი და სადა. კვერცხის ბლაგვ ბოლოზე აღნიშნული ფურცლები ერთიმეორეს შორდება. ამის გამო წარმოიქმნება ღრუ—ჰაერის კამერა (სურ. 10,2). ჰაერის კამერა თანდათანობით იზრდება დაჯენის დროს და მას დიდი მნიშვნელობა აქვს გასაერთარებელი ემბრიონისათვის.

ნაკუქი—testa (სურ. 10,3) გარედან დევს ნაკუქქვეშა გარსზე. იგი შედგება ორგანული ნივთიერებისაგან (2%) და კირის მარილებისაგან (98%). იგი ფოროზულია, ვინაიდან დართული არის პატარა მილაკებით, რომელთა საშუალებით ატმოსფერული ჰაერი კვერცხის შიგნით შედის. ნაკუქის ფორიანობას დიდი მნიშვნელობა აქვს ჩანასახის ნორმალური განვითარებისათვის. ვინაიდან მხოლოდ ჟანგბადის მუდმივი მიწოდებით შეიძლება სასიცოცხლო პროცესების არსებობა. თუ მოესპობთ ფორიანობას, მაგალითად, იმით, რომ ნაკუქს ზეთით გაველენთავთ, ანდა იმით, რომ ფორებს დაეზავთ, მაშინ ჩანასახი სწრაფად დაილუპება.

დასასრულ საკიროდ მიგვაჩნია ტელოციტური კვერცხების ისეთი ფორმების აღწერა, რომლებშიაც პოლარული დიფერენციაცია ისე სრულყოფილად არ არის გამოხატული, როგორც ქათმის კვერცხში.

ასეთ კვერცხებს ეკუთვნის ამფიბიების, ციკლოსტომებისა და დიბნოების კვერცხები. როგორც მაგალითს აქ ბაჟაყის კვერცხს აღწერთ. ბაჟაყის კვერცხის ციტოპლაზმა ამოვსებულია ყვითრის ბელტებით და ფირფიტებით. პროტოპლაზმა მოთავსებულია ნაწილობრივ კვერცხის ზედაპირზე, როგორც თხელი ქერქოვანი შრე, ნაწილობრივ კი იგი ბადის მსგავსად არის მოთავსებული ყვითრის ფირფიტებს შორის, მაგრამ კარგად დაკვირვების დროს აქაც აღინიშნება პოლარული დიფერენციაცია. ერთ პოლუსზე, რომელსაც შავი ფერი აქვს უჯრედებში პიგმენტების არსებობის გამო, პროტოპლაზმა უფრო მეტი რაოდენობით არის დაგროვილი, ხოლო ყვითრის ფირფიტები კი უფრო პატარა არის. განაყოფიერებული კვერცხის წყალში მოთავსების დროს, კვერცხის პიგმენტური ნახევარი ყოველთვის ზემოთ არის მიმართული. კვერცხის ამ პიგმენტურ ნაწილს აღნიშნავენ, როგორც ანიმალურ



სურ. 10. ქათმის დადებული კვერცხის სიგოქივი ანათალი (მანვილვადან).

- 1 ჩანასახოვანი დისკო ბირთვით;
- 2—ჰაერის კაშვია; 3—ნაკუქი; 4—ნაკუქქვეშა გარსი; 5—ცილა; 6—ყვითრის გარსი; 7—ყვითრი; 8—ცილის სპირალური ბ. გირაკი (chalazae).

პოლუსს. კვერცხის უპიგმენტო ნახევარს კი აღნიშნავენ როგორც ვეგეტატიურ პოლუსს.

ჩანასახოვანი ბუშტუკი მოუმწიფებელ კვერცხში ცენტროში დევს. იგი ძლიერ დიდა და შეიცავს მრავალ ჩანასახოვან ხალს, რომელიც ბირთვის გარსის ქვეშ არის მოთავსებული. გამჭვირვალე გარსის გარდა, ბაყაყის კვერცხს მესამეული გარსი აქვს, რომელიც წარმოიქმნება კვერცხსავალის კედლისაგან. იგი წარმოადგენს სქელ წებოვან, გალერტისებრ შრეს.

## სასქესო უჯრედების მომწიფების პროცესი

უმალესი ცხოველის ორგანიზმი წარმოიშეება განაყოფიერებული კვერცხისაგან გაყოფის საშუალებით. განაყოფიერება გამოიხატება მამრობითი და მდედრობითი სასქესო უჯრედების (სათესლე ძაფი და კვერცხუჯრედი) ერთმანეთთან შეერთებით. პატარა, მოძრავი სათესლე ძაფი უახლოვდება დიდ და უძრავ კვერცხს და მასში შედის.

შემდეგ ხდება ორივე უჯრედის ბირთვების (სათესლე ძაფის ბირთვისა და კვერცხის ბირთვის) შეერთება. სათესლე ძაფის ბირთვისა და კვერცხის ბირთვის შეერთების შედეგად წარმოიშეება განაყოფიერებული კვერცხის ბირთვი (ჩანასახოვანი ბირთვი), რომელიც შეიცავს სათანადო გვარის ცხოველისათვის დამახასიათებელ ქრომოზომების რიცხვს. მაგრამ განაყოფიერებისათვის საჭიროა, რომ კვერცხი, ისე როგორც სათესლე ძაფი, მომწიფებული იყოს. მოუმწიფებელი კვერცხი გაუნაყოფიერებელი რჩება მომწიფებულ სათესლე ძაფთან შეხვედრის დროს. სასქესო უჯრედებში, განაყოფიერების წინ, ხდება ქრომოზომების რედუქცია, რაც გამოიხატება სათესლე ძაფში და კვერცხში ქრომოზომების რიცხვის განახევრებით.

სასქესო უჯრედების მომწიფების პროცესის შესწავლისათვის საუკეთესო ობიექტს წარმოადგენს ნემატოდების სასქესო უჯრედები, ვინაიდან ქრომოზომების რიცხვის სიმციროს გამო მათში ადვილი თვალსადავებელია სასქესო უჯრედების მომწიფება.

როგორც მაგალითს, აქ აღვწერთ ცხენის ასკარიდის (*ascaris megaloccephala bivalens*) სასქესო უჯრედების დამწიფების პროცესს.

*Ascaris megaloccephala bivalens*-ის (ისე როგორც ყველა ნემატოდის) სასქესო ორგანოებს ლულისებრი ფორმა აქვს. სასქესო ლულების ბრმა ბოლოში ახალგაზრდა ჩანასახოვანი უჯრედები არის. აქედან ისინი თანდათანობით გარ-



დაიკმნებიან ნწიფე სასქესო უჯრედებად და სახელდობრ ისე, რომ განვითარების ცალკეული სტადიები ზედიზედ არის წარმოდგენილი ლულის მთელ მანძილზე.

როგორც საკვერცხე ლულაში, ისე სათესლე ლულაში სამ მთავარ ზონას არჩევენ: ჩანასახოვან ზონას, ზოდის ზონას და სიმწიფის ზონას.

სათესლე ლულის ჩანასახოვან ზონაში (ბრმა ბოლოში) მყოფ ახალგაზრდა სასქესო უჯრედებს სპერმატოკონიები ეწოდება. საკვერცხე ლულის ჩანასახოვან ზონაში მყოფ სასქესო უჯრედებს ოვოგონიები ეწოდება. სპერმატოკონიები და ოვოგონიები იმდენად წააგავენ ერთმანეთს, რომ მათი ერთმანეთისაგან გარჩევა თითქმის შეუძლებელია. ისინი მრავლდებიან მიტოზური გაყოფის საშუალებით (სურ. 13. I, II, III).

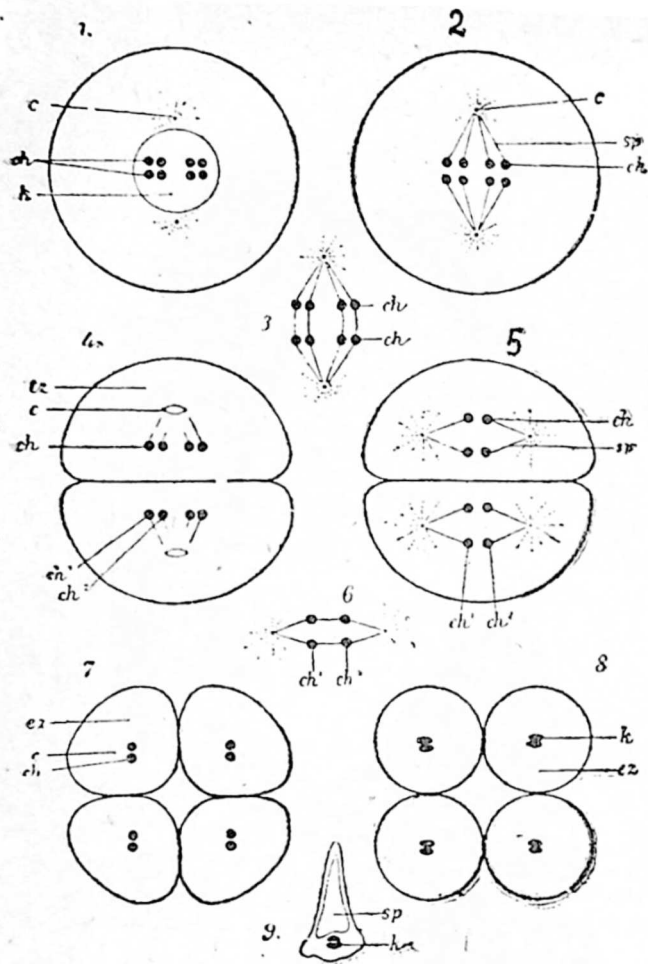
გამრავლების სტადიის დამთავრების შემდეგ სპერმატოკონიები და ოვოგონიები სასქესო ლულის მეორე ზონაში (ზოდის ზონაში) გადადიან. იქ ისინი იზრდებიან, დიდ ბუმბუტკისებრ ბირთვის იუენენ, და აღინიშნებიან როგორც I-ლი ხარისხის სპერმატოციტები და ოვოციტები. სპერმატოციტები და ოვოციტები ერთმეორისაგან განსხვავდებიან ოდენობით. ვინაიდან ოვოციტები ხრდასთან ერთად სათანადო მასალასაც აგროვებენ, ამიტომ ისინი უფრო დიდი ოდენობის არიან. ვიდრე სპერმატოციტები (სურ. 13).

ზოდის დამთავრების შემდეგ I-ლი ხარისხის სპერმატოციტები და ოვოციტები გადადიან ლულის მესამე ნაწილში (სიმწიფის ზონაში) (სურ. 13. I, II, III). აქ კი უკვე იწყება დამწიფების სტადია, ანუ რედუქციული გაყოფა სპერმატოციტებისა და ოვოციტებისა.

ვინაიდან სპერმატოციტებისა და ოვოციტების მომწიფების პროცესებს, ანუ რედუქციულ გაყოფათა, შორის არსებობს განსხვავება, ამიტომ მათი მომწიფების პროცესს ცალ-ცალკე აღვწერთ.

ცხენის ასკარიდის სპერმატოციტის ბირთვში (ბირთვის გარსის გაქრობის წინ) 8 ქრომოსომი წარმოიშვება. ისე რომ ამ სპერმატოციტის ყოველი ოთხი ქრომოსომთაგანი უკვე პროფაზაში განიცდის სიგრძივ გახლეჩას. ყოველი ოთხი ქრომოსომი ერთად ლაგდება და ქმნის ჯგუფს, რომელსაც აღნიშნავენ როგორც ტეტრადას, ანუ ოთხოვან ჯგუფს (სურ. 11). მეტაფაზის დროს ტეტრადები თითისტარას შუაში ისეთნაირად ლაგდება, რომ ტეტრადის ყოველი ორი ქრომოსომი თითისტარის მოპირდაპირე პოლუსისაკენ მიიმართება. ანაფაზის დროს კი ტეტრადის ყოველი ორი ქრომოსომი თითისტარის პოლუსზე მყოფ ცენტრალურ სხეულაკს უახლოვდება და აღინიშნება როგორც დიადა (სურ. 11, 2, 3).

იმავე დროს სპერმატოციტი (გადაზონვრის საშუალებით) იყოფა თანაბარი ოდენობის ორ შვილეულ უჯრედად, რომლებიც აღინიშნებიან, როგორც II ხარისხის სპერმატოციტები, ანუ პრესპერმატიდები. ყოველი პრესპერმატიდი ოთხ ქრომოსომს შეიცავს. მაგრამ სანამ I ხარისხის სპერმატოციტი საბოლოოდ ორ პრესპერმატიდად გაიყოფოდეს, ყოველი ცენტრალური სხეულაკი ორად იყოფა. გაყოფის შედეგად წარმოშობილი ცენტრალური სხეულაკები ერთმანეთს შორდება და მოპირდაპირე მიმართ. 3. ემბრიოლოგიის საფუძვლები



სურ. 11. ცენის ასკარიდის (*Ascaris megaloc. biVal.*) სპერმატოგენეზის სქემა (შიმონოვოჩიდან) 1—სპერმატოციტი ორი ტეტრადაით (ch), ბირთვში (K) და ცენტრალური სხეულაკით (C). 2—სპერმატოციტი გაყოფის თითისტარათი (sp) და ორი ტეტრადაით (ch). 3—გაყოფის თითისტარა, რომელზედაც ყოველი ტეტრადა

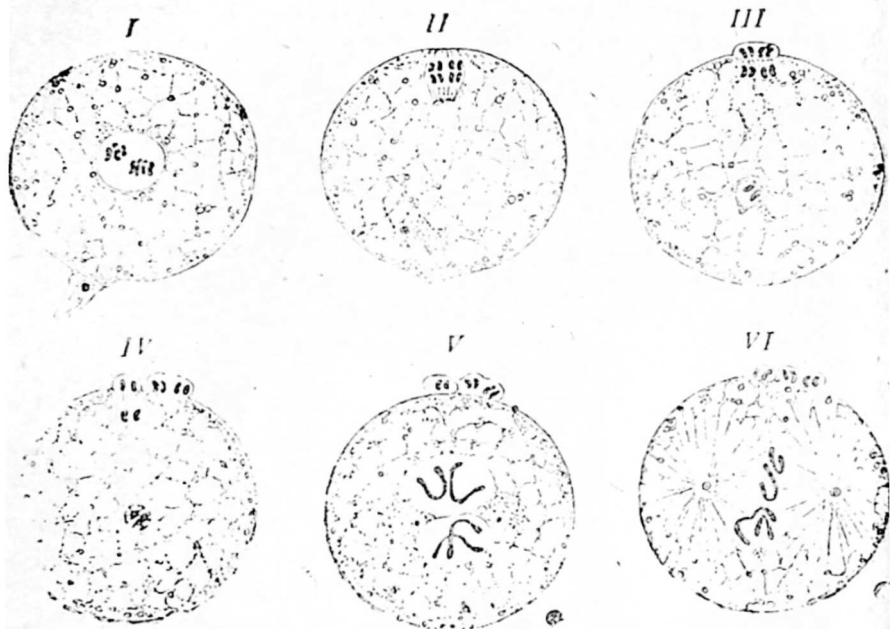
ორ წყვილ დიადადაა გაყოფილი. 4—სპერმატოციტის გაყოფის შედეგად წარმოშობილი ორი შვილეული უჯრედა (tz)—II ხარისხის სპერმატოციტები ორი წყვილი დიადით (ch). 5—II ხარისხის სპერმატოციტები ახალი თითისტარით (sp) და ორი წყვილი ქრომოსომით (ch<sup>1</sup> და ch<sup>2</sup>). 6—თითისტარაზე წყვილი ქრომოსომების (ch<sup>1</sup> და ch<sup>2</sup>) ერთმანეთისაგან გაშორება და თითისტარის პოლუსებთან მიახლოება. 7—ორი II ხარისხის სპერმატოციტების ოთხ შვილეულ უჯრედად, ანუ ოთხ სპერმატიდად (es) გაყოფა. ყოველი სპერმატიდი შეიცავს ორ ქრომოსომს, ე. ი. სომატური უჯრედის ქრომოსომების ტიპური რიცხვის ნახევარს. 8—სპერმატიდის (ez) ორი ქრომოსომის პატარა კომპაქტურ ბირთვად (K) შეერთება. 9—ყოველი სპერმატიდი კონუსისებურ სათესლე სხეულაკად (sp) გარდაიქმნება: K—ბირთვი.

თულებით მიიმართება (სურ. 11,4). როგორც კი დამთავრდება სპერმატოციტის გაყოფა, შეიღეული უჯრედების (პრესპერმატიდები) ქრომოზომების ორივე ღიადა მაშინვე ქმნის მეორე გაყოფის ფიგურას (სურ. 11,5). ისე რომ პირველი გაყოფის შემდეგ არ არსებობს დამშვიდებული სტადია. ახლადწარმოშობილი თითისტარის ცენტრში ორივე ღიადის ქრომოზომები მოპირდაპირე პოლუსებისაკენ არის მიმართული (სურ. 11,6). ისინი ორ ჯგუფად იყოფიან, მაგრამ გასწვრივად არ იხლიჩებიან. ყოველი ჯგუფი მოპირდაპირე პოლუსისაკენ მიიმართება; ამის შემდეგ იწყება პრესპერმატიდის გადაზონვრა. პრესპერმატიდი იყოფა ორ სპერმატიდად (სურ. 11,7). სპერმატიდი მხოლოდ ორ ქრომოზომს შეიცავს. ამრიგად, ყოველი სპერმატიდი, რომელიც შემდეგ მწიფე სათესლე ძაფად უნდა გადაიქცეს. შეიცავს ყოველი სომატური უჯრედის ქრომოზომის ტიპიური რიცხვის ნახევარს.

ახლა განვიხილავთ ოვოციტის მომწიფების პროცესს.

ოვოციტის ბირთვში (ბირთვის გარსის გაქრობის წინ) 8 ქრომოზომი წარმოიშვება. ისე რომ ოვოციტის ოთხივე ქრომოზომი უკვე პროფაზაში განიცდის გასწვრივად გახლეჩას. შემდეგ ქრომოზომები ქმნის ოთხ-ოთხი ქრომოზომისაგან შემდგარ ორ ჯგუფს (სურ. 12, 1). ბირთვის გარსის გაქრობის შემდეგ ისინი ლაგდებიან თითისტარას ცენტრში. ამასთან ერთად თითისტარას ყოველ პოლუსზე წარმოიშვება ერთი ცენტრალური სხეულაკი სხივებით. კვერცხის ცენტრში მდებარე გაყოფის ფიგურა კვერცხის ზედაპირისაკენ მიემართება (სურ. 12, II) და ერთ ადგილას იწვევს ოვოციტის ციტოპლაზმის გამოდრეკას პატარა კვირტის სახით. უკანასკნელში შედის გაყოფის ფიგურის ნახევარი, ე. ი. ქრომოზომების ნახევარი რიცხვი, ცენტრალური სხეულაკი და თითისტარის ბოქვების ნაწილი. კვირტი (ფუძესთან გადაზონვრის საშუალებით) გამოეყოფა ოვოციტის სხეულს. ამის შედეგად წარმოიქმნება ერთი პატარა უჯრედი ე. წ. პირველი პოლარული უჯრედი და ერთი დიდი უჯრედი—II ხარისხის ოვოციტი (სურ. 12, III). მაგრამ მიუხედავად ოდენობითი განსხვავებისა, ყოველი შეიღეული უჯრედთაგანი (პირველი პოლარული სხეული და II ხარისხის ოვოციტი) ქრომოზომების ნახევარს ღებულობს. პირველი პოლარული სხეული შემდეგ ორ რუდიმენტულ უჯრედად იყოფა. ამის შემდეგ იწყება მეორე გაყოფა (რედუქციული გაყოფა), რომელიც ბევრად განსხვავდება პირველი გაყოფისაგან. II ხარისხის ოვოციტში დარჩენილი ქრომოზომები არ იხლიჩება. ისინი ორ ჯგუფად ლაგდება. ყოველი ჯგუფი შეიცავს სომატური უჯრედის

ქრომოზომების მხოლოდ ნახევარ რიცხვს. წარმოშობილი ორგარსკვლევა მიდის კვერცხის ზედაპირისაკენ და იწვევს კვერცხის ციტოპლაზმის გამოდრეკას პატარა კვირტის სახით (სურ. 12, IV). ამ კვირტისებრ გამონადრეკში შედის ქრომოზომების ერთი ნა-



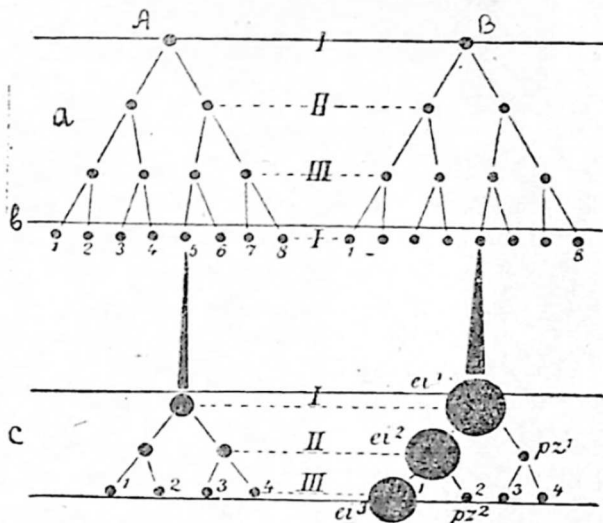
სურ. 12. ცხენის ასკარიდის (*Ascaris megaloc. bival.*) კვერცხის განაყოფიერება და პოლარული უჯრედების წარმოქმნა (ჰერტვიგიდან). I—კვირტის ჩანასახოვანი ბუშტუკით. კვერცხისა ზედაპირზე სათესლე სხეულაკი ზის. II—კვერცხი პირველი თითისტარათი. სათესლე სხეულაკი ყვითრშია შექრილი. III—კვერცხი პირველი პოლარული სხეულაკით. IV—კვერცხი მეორე პოლარული სხეულაკით და სათესლე სხეულაკით ყვითრის ცენტრში. V—კვერცხი ორი პოლარული სხეულაკით, კვერცხის ბირთვით და სპერმის ბირთვით; კვერცხისა და სპერმის ბირთვებში ქრომატინი ოო სეგმენტადაა წარმოდგენილი. VI—კვირტის, რომელშიც წარმოქმნილია ბირთვის თითისტარა ბირთვის ოთხი სეგმენტით; ამ ოთხი სეგმენტიდან ორი კვერცხის ბირთვიდან, ორი სპერმის ბირთვისაგან არის წარმოქმნილი.

ხევარი, მაშინ როდესაც ქრომოზომების მეორე ნახევარი კი, რომელიც სომატური უჯრედის ქრომოზომების ნახევარს უდრის, კვერცხში რჩება.

კვირტი (ფუძესთან გადაზონერის საშუალებით) გამოეყოფა II ხარისხის ოვოციტის სხეულს. ამის შედეგად ვლემულობთ ერთ პატარა უჯრედს ე. წ. მეორე პოლარულ უჯრედს და მწიფე კვერცხს.

როგორც მეორე პოლარული უჯრედი, ისე მწიფე კვერცხი შეიცავს სომატური უჯრედის ქრომოზომების ტიპური რიცხვის ნახევარს.

ამრიგად, დამწიფების პროცესის დასასრულს სპერმატოციტიდან (სურ. 11,1) ოთხი სათესლე უჯრედი (სპერმატიდები)



სურ. 13. სპერმატოგენეზის (A) და ოვოგენეზის (B) სქემა (ბოვერით). ა—ჩანასახოვანი ზონა; ბ—ზრდის ზონა; ც—ციმფიფის ზონა. I—ჩანასახოვანი შრის პირველადი სასქესო უჯრედები, II და III—ჩანასახოვანი შრის სპერმატოგენეზის და ოვოგენეზის გენერაცია.  $ei^1$ —უმწიფარი კვერცხი (I ხარისხის ოვოციტი);  $ei^2$ —II ხარისხის ოვოციტი;  $pz^1$ —I პოლარული სხეულაკი;  $ei^3$ —მწიფე კვერცხი;  $pz^2$ —II პოლარული სხეულაკი; 3 და 4—პირველი პოლარული სხეულაკიდან წარმოქმნილ უჯრედთა გენერაცია.

წარმოიქმნება (სურ. 11,8). ოვოციტიდან კი (სურ. 13,1,  $ei^1$ ) წარმოიშვება განაყოფიერების უნარის მქონე ერთი კვერცხი (სურ. 13, III,  $ei^3$ ) და სამი რუდიმენტული კვერცხი (სურ. 13, III 2, 3, 4).

როგორც უკვე ნათქვამია, მწიფე სასქესო უჯრედები შეიცავს სომატური უჯრედის ქრომოზომების ტიპური რიცხვის ნახევარს.

ხევარს. ქრომოზომების რიცხვის განახევრება ხდება თავისებური გაყოფის პროცესის საშუალებით, რომელსაც ადგილი აქვს მხოლოდ სასქესო უჯრედების განვითარების დასასრულს. ამ თავისებური გაყოფის პროცესს რედუქციული გაყოფა, ანუ მეიოზი (meiosis—შემცირება) ეწოდება.

სასქესო უჯრედების დამწიფების პროცესის აღწერის დასასრულ საჭიროდ მიგვაჩნია ბოვერის (Boveri) გრაფიკული სურათის მოყვანა, რომელიც ნათელპყოს სპერმატოგენეზისა და ოვოგენეზის მთელ პროცესს (სურ. 13):

## ბ ა ნ ა ყ ო ზ ი ე რ ე ბ ა

განაყოფიერება მდგომარეობს ორი სასქესო უჯრედის—სპერმატოზოიდისა და კვერცხუჯრედის შეერთებაში. სასქესო უჯრედების (გამეტების) შეერთების შედეგად წარმოიქმნება განაყოფიერებული კვერცხი (ზიგოტა), რომლისაგანაც ვითარდება ახალი ორგანიზმი. სპერმატოზოიდის ბირთვისა და მწიფე კვერცხის ბირთვის ერთმანეთთან შეერთების საშუალებით, რომლებიც ქრომოზომების განახევრებულ რიცხვს შეიცავენ, განაყოფიერებული კვერცხი ღებულობს ქრომოზომთა იმ რაოდენობას, რომელიც აქვს მოცემულ სახეობას. განაყოფიერების ბიოლოგიური მნიშვნელობა მდგომარეობს იმაში, რომ ახალი ორგანიზმი ღებულობს ღედისა და მამის მემკვიდრეობას (ორმაგ მემკვიდრეობას). საბჭოთა მიჩურინელი ბიოლოგები არ უარყოფენ ქრომოზომების არსებობის ფაქტს და მათ როლს მემკვიდრეობითი თვისებების გადაცემაში. საბჭოთა მიჩურინელი ბიოლოგები უარყოფენ ვეისმან-მორგან-მენდელის მემკვიდრეობის ქრომოზულ თეორიას, რომლის თანახმად ქრომოზომები არის „მემკვიდრეობის ნივთიერების“ ერთადერთი მატარებელი, რომელზედაც გავლენას ვერ ახდენს სასიცოცხლო პირობების ცვლილებები.

სხვადასხვა ცხოველში, მათი აგებულებისა და სასიცოცხლო პირობების განსხვავებასთან დაკავშირებით, განაყოფიერების პროცესი სხვადასხვანაირად ხდება.

თითქმის ყველა ხერხემლიან ცხოველში, თევზებისა და ამფიბიების გამოკლებით, სპერმატოზოიდისა და კვერცხუჯრედის შეერთება კვერცხსაველის დასაწყის ნაწილში ხდება.

თევზები, ამფიბიები და საერთოდ ყველა წყალში მცხოვრები უხერხემლო ცხოველი განაყოფიერების დროს (მამრობითი და მდედრობითი სქესი) სასქესო უჯრედებს უშუალოდ წყალში გა-

მოყოფს და აქ, მდებარეობითი ორგანოების გარეშე, ხდება განა-  
ყოფიერება. განაყოფიერების პროცესი ცხოველების დიდ რიცხვ-  
ზეა შესწავლილი. მაგრამ საუკეთესო ობიექტს წარმოადგენს  
ექინოდერმები, რომლებიც წყალში ცხოვრობენ, და ცხენის  
ასკარიდა; ხერხემლიანი ცხოველებიდან კი—ამფიოქსუსი, თავი  
და შინაური, კურდღელი.

### ექინოდერმის კვერცხის განაყოფიერება

განაყოფიერების პროცესი პირველად ექინოდერმების კვერ-  
ცხებზე იყო შესწავლილი ო. ჰერტვიგის (O. Hertvig) მიერ.  
ეს იმით აიხსნება, რომ ექინოდერმების კვერცხები იმდენად



სურ. 14. *Asteria glacialis*-ის კვერცხის განაყოფი-  
ერების პროცესი (ჰერტვიგიდან).

A—მიმღები გორაკის წარმოქმნა კვერცხთან სპერმა-  
ტოზოიდის მიახლოების ადგილას; B—მიმღები გო-  
რაკისა და სპერმატოზოიდის შეხვედრა; C—სპერმა-  
ტოზოიდის კვერცხში შეჭრა და ყვირის გარსის  
წარმოქმნა.

პატარა და გამჭვირვალეა, რომ მათი გამოკვლევა მიკროსკოპის  
ქვეშ დიდი გადიდებითაც კი შეიძლება.

წყალში დადებული ექინოდერმის კვერცხების ღმრავლესობა  
მწიფე არის. გარედან იგი დაფარულია რთვილისებური გარსით,  
რომელშიაც სპერმატოზოიდი ადვილად შეიჭრება.

თუ ორივე სასქესო უჯრედს ერთად მოვათავსებთ წყალში,  
მაშინ დავინახავთ, რომ კვერცხის რთვილისებურ გარსში რამდენ-  
ნიმე სპერმატოზოიდი შეიჭრება. მაგრამ განაყოფიერებას ახდენს  
მხოლოდ ერთი, და სახელდობრ ის, რომელიც ადრე მიაღწევს  
კვერცხთან (სურ. 14 A—C). იმ ადგილას, სადაც სპერმატოზოი-

დის თავი კვერცხს იხება, კვერცხის პროტოპლაზმა გორაკისებურად გამოიდრეკება. ამ გორაკისებრ გამონადრეკს აღნიშნავენ როგორც მიმღებ გორაკს. შემდეგ სპერმატოზოიდის თავი ყვითრში შედის კულის მოძრაობის საშუალებით.

სათესლე ძაფის თავის ყვითრში შექრის დროს, ყვითრის ზედაპირზე, მიმღები გორაკიდან დაწყებული, თხელი გარსი ჩნდება (სურ. 14 C). ყვითრის გარსის წარმოშობის შემდეგ, კვერცხში სპერმატოზოიდების შექრა მეტად ალარ ხდება. ამიტომ ყვითრის გარსის წარმოშობას დიდი მნიშვნელობა აქვს განაყოფიერების აქტისათვის.

შემდეგ სპერმატოზოიდის კული უძრავი ხდება, მოწყდება და კვერცხის გარეშე რჩება, თავი კი განაგრძობს ყვითრის სილრმეში თანდათანობით შექრას (სურ. 15 K—L). ამასთან ერთად თავი სითხით ივლენთება და პატარა ბუშტუკად იქცევა. მას აღნიშნავენ როგორც სპერმის ბირთვს, ვინაიდან მისი მთავარი შემადგენელი ნაწილი სპერმატოზოიდის თავის ქრომატინია.

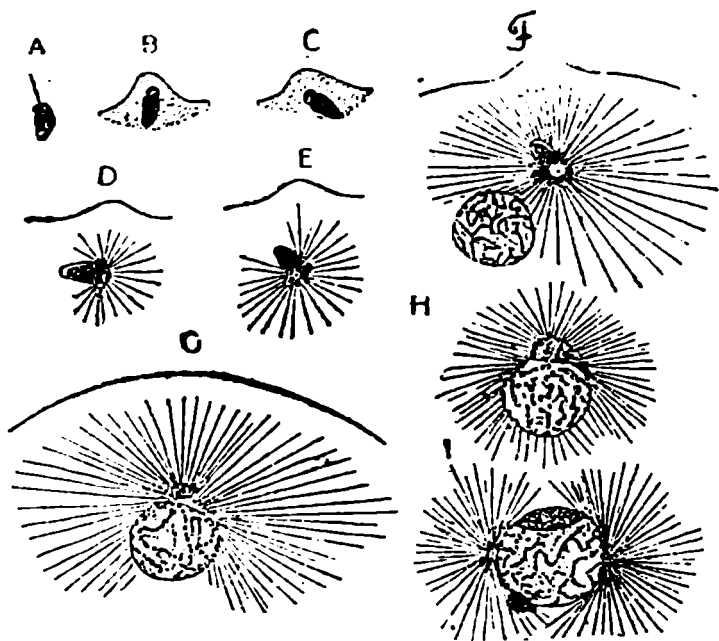
სპერმის ბირთვის წინ, მის იმ მხარეზე, რომელიც მიმართულია კვერცხის ცენტრისაკენ, ბევრად უფრო პატარა სხეულაქი დევს. ამ სხეულაქის ირგვლივ ყვითრი რადიალურად ლაგდება (სურ. 15 I)—F) და ვარსკვლავისებრ სურათს ქმნის. ეს სხეულაქი წარმოიშვება სპერმატოზოიდის ყელისაგან. ბოვერის (Bover) აზრით, სხეულაქის დანიშნულება იმაში მდგომარეობს, რომ იგი ორივე ცენტრალურ სხეულაქს აძლევს კვერცხის პირველი გაყოფის თითისტარას. ამიტომ ამ სხეულაქს უწოდებენ სპერმის ბირთვის ცენტრალურ სხეულაქს, ანუ სპერმაცენტრს.

სპერმის ბირთვი და კვერცხის ბირთვი ერთმანეთს უახლოვდებიან. მაგრამ სპერმის ბირთვი უფრო სწრაფად მოძრაობს, ვიდრე კვერცხის ბირთვი. მალე ორივე ბირთვი კვერცხის ცენტრში (სურ. 15 I, II, I) ერთდება და ამგვარად ერთი ჩანასახოვანი ბირთვი წარმოიშვება. სპერმისა და კვერცხის ბირთვების ჩანასახოვან ბირთვად შეერთება თანდათანობით ხდება. ისინი ჯერ მჭიდროდ ლაგდებიან, შემდეგ მათი ზედაპირები, რომლებითაც ისინი ერთიმეორეს ეხებიან, ბრტყელდება (სურ. 15, I). ბოლოს საზღვარი მათ შორის ისპობა და ერთი საერთო ბირთვი წარმოიქმნება. უკანასკნელში კიდევ დიდხანს შეიძლება სათესლე ძაფისაგან წარმოშობილი ნივთიერების გამოცნობა, რომელიც განცალკევებული, მარცვლოვანი, ინტენსიურად ლებვადი ქრომატინული მასის სახითაა წარმოდგენილი. ორივე ბირთვის შეერთების შემდეგ სპერმაცენტრი გრძელდება და იყოფა ორ ცენ-



ტრალურ სხეულაკად, რომლებიც ერთიმეორეს შორდება და პროტოპლაზმური სხივებითაა გარშემოხვეული. ამით მთავრდება განაყოფიერების პროცესი.

ამრიგად, განაყოფიერების პროცესის დასასრულს წარმოადგენს სასქესო უჯრედების ბირთვების (სპერმის ბირთვისა და კვერცხის ბირთვის) შეერთება.



სურ. 15. ექინოდერმის კვერცხში სპერმატოზოიდის თავის შეკრა და კვერცხის ბირთვთან შეერთება (პერტივიგადა).

B—F—სპერმატოზოიდის თავის ტრიალი და მისი ყელიდან სივოსნობის წარმოქმნა; G, I.—სპერმის პატარა ბირთვის კვერცხის უფრო დიდ ბირთვთან შეერთება.

### ცხენის ასკარიდის კვერცხის განაყოფიერება

ცხენის ასკარიდის (*ascaris megalocephala bivalens*) კვერცხზე აღვილი თვალსაღწევებელია როგორც სპერმატოზოიდის კვერცხში შეკრის პროცესი, ისე ყველა ის ცვლილება, რომელთაც სპერმატოზოიდი განიცდის ყვითრში შეკრის შემდეგ. კვერ-

ცხის დამწიფების პროცესი მხოლოდ მაშინ იწყება, როდესაც სათესლე ძაფი უკვე ყვითრში შეიჭრება.

ასკარიდის სპერმატოზოიდი განირჩევა სხვა ცხოველების სპერმატოზოიდებიდან. მას კონუსისებრი ფორმა აქვს (სურ. 11, 9) ბირთვი (K) კონუსის ფუძეში დევს. ფუძე მარცვლოვანია, ხოლო კონუსის დანარჩენი ნაწილი ჰომოგენურია.

განაყოფიერება იმით იწყება, რომ კვერცხის ზედაპირზე სპერმატოზოიდი ფუძით თავსდება (სურ. 12, I). კვერცხისა და სათესლე უჯრედის შეხების ადგილას, ისე როგორც ექინოდერმებში, მიმღები გორაკი წარმოიშვება. ამ ადგილას შესული სათესლე უჯრედი, ფორმის შეუცვლელად, თანდათანობით შედის ყვითრის სიღრმეში მანამ, სანამ მთლიანად არ შევა ყვითრში. ამ დროს კვერცხი ჯერ კიდევ არაა მწიფე; კვერცხი იწყებს დამწიფებას ყვითრში სათესლე უჯრედის შესვლის შემდეგ, რაც გამოიხატება კვერცხის მიერ პოლარული სხეულაკების წარმოშობით.

კვერცხში შესვლის ადგილიდან სპერმატოზოიდი თანდათანობით კვერცხის ცენტრისაკენ მიემართება (სურ. 12, I—III). ამასთან ერთად იგი იცვლის ფორმას და აგრეთვე კარგავს მკაფიო საზღვარს ყვითრის მიმართ. აქ სპერმატოზოიდის ბირთვი ბუშტუკისებრ ფორმას ღებულობს (სურ. 12, V) და ისეთივე ოდენობის ხდება, როგორც კვერცხის ბირთვი.

ამის შემდეგ ასკარიდის კვერცხი დამშვიდებულ მდგომარეობაში გადადის. მაგრამ განაყოფიერება ჯერ კიდევ არ არის დამთავრებული, ვინაიდან კვერცხის ბირთვი და სპერმატოზოიდის ბირთვი ჯერ კიდევ არ არიან შეერთებული ერთ მთლიან ჩანასახოვან ბირთვად. კვერცხისა და სპერმატოზოიდის ბირთვების ერთ ჩანასახოვან ბირთვად შეერთება მხოლოდ იმის შემდეგ ხდება, როდესაც კვერცხში იწყება დაყოფის პროცესი და როდესაც პირველი დაყოფის თითისტარა წარმოიშვება. კვერცხის დაყოფის პროცესი კი ასე იწყება: კვერცხის და სპერმატოზოიდის ბირთვებში, რომლებიც ჯერ კიდევ განცალკევებული არიან, ქრომატინისაგან გორგალა წარმოიშვება საესებით ისე როგორც სომატური უჯრედის მიტოზური დაყოფის პროფაზის დროს. შემდეგ გორგლები განცალკევებულ ქრომოზომებად იყოფა (სურ. 12, V). წყვილი ბირთვის ორივე მხარეზე წარმოიქმნება ორი ცენტრალური სხეულაკი (სურ. 12, V), რომლებიც, ბოვერის აზრით, სპერმის ბირთვის ცენტრალური სხეულაკიდან ვითარდებიან. შემდეგ ბირთვები კარგავს გარსს, რის გამოც ისპობა საზღვარი როგორც ბირთვებს შორის, ისე ბირთვებსა და ყვითრს შორის.

ორივე ცენტრალურ სხეულაკს შორის თითისტარის ბოქკოები წარმოიქმნება (სურ. 12, VI). ორივე ბირთვის ქრომოზომები, რომელთა რიცხვი (წინასწარი რედუქციული დაყოფის გამო) სომატური უჯრედის ქრომოზომების რიცხვს უდრის, დედულ ვარსკლავად ლაგდება. დედული ვარსკლავას ქრომოზომები გასწვრივად იხლიჩება. შვილეული ქრომოზომები ერთმანეთს სცილდება და ორივე ცენტრალური სხეულაკისაკენ მიეშურება. ამის გამო წარმოიქმნება ოთხი ქრომოზომისაგან შემდგარი შვილეულ ქროზომოზომა ორი ჯგუფი. ამ ოთხი შვილეული ქრომოზომიდან ორი მამრობითი და ორი მდედრობითი ჩამომავლობის არის. კვერცხუჯრედის სხეულის გაყოფის შემდეგ, შვილეული ქრომოზომების ყოველი ჯგუფი შვილეული უჯრედის დამშვიდებულ ბირთვად გადაიქცევა.

ამრიგად, განაყოფიერებული კვერცხუჯრედის დაყოფის შემდეგ წარმოშობილი ორი შვილეული უჯრედის ყოველი ბირთვის ერთი ნახევარი შედგება კვერცხის ბირთვის ქრომატინისაგან, მეორე ნახევარი კი თესლის ბირთვის ქრომატინისაგან.

### მეოთხედიანი კვერცხის ბანაუროვიერება

გრააფის ბუშტუკიდან გამოსული და კვერცხსავალში გადნოსული კვერცხუჯრედი, რომელსაც სპერმატოზოიდი ჯერ კიდევ არ შეხვედრია, გარშემოხვეულია სხივოსანი გვირგვინით—*corona radiata* (სურ. 7). სხივოსანი გვირგვინი, როგორც უკვე ნათქვამი იყო. წარმოადგენს გრააფის ბუშტუკის კვერცხის შემცველი გორაკის ფოლიკულურ უჯრედებს, რომელთა მორჩები გამქვირვალე გარსში იწყობება. სპერმატოზოიდთან შეხვედრის დროს კვერცხუჯრედი თავისუფლდება სხივოსანი გვირგვინისაგან. ამის შემდეგ სპერმატოზოიდები აღწევენ გამქვირვალე გარსს, გადიან მასში ყველგან და გროვდებიან პერივიტელინურ ნაპრალში, რომელიც არსებობს გამქვირვალე გარსსა და ყვითრის გარსს შორის. ფოლიკულური ეპითელისაგან კვერცხუჯრედის განთავისუფლება ხდება სპერმატოზოიდების მიერ გამომუშავებული ნივთიერების (ფერმენტ ჰიალურონიდაზის) ზეგავლენით, რომელიც იწვევს ფოლიკულური უჯრედების დაშლასა და ჩამოცვენას.

პერივიტელინურ ნაპრალში დაგროვილი სპერმატოზოიდებიდან ზოგიერთი შეიქრება კვერცხის ყვითრში. სპერმატოზოიდების მოძრაობა კვერცხუჯრედის პროტოპლაზმაში (ყვითრში) იწყე-

ბა სპერმატოზოიდების მიერ გამოყოფილ ფერმენტ ჰიალურონიდაზის დახმარებით, რომელიც ახდენს კვერცხის პროტოპლაზმის გათხიერებას.

კვერცხში შესული სპერმატოზოიდებიდან კვერცხის ბირთვის თანაბარი ოდენობის მხოლოდ ერთი სპერმატოზოიდის ბირთვი ხდება (კვერცხის ნივთიერების ასიმილაციის გამო). კვერცხი, თავის მხრივ, ახდენს სპერმატოზოიდის პროტოპლაზმური ნაწილების ასიმილაციას. სპერმატოზოიდისა და კვერცხუჯრედის მოცულობით გათანაბრებული ბირთვები ერთმანეთს უახლოვდებიან და ერთდებიან. ამის შემდეგ წარმოიქმნება განაყოფიერებული კვერცხი, ანუ ზიგოტა; რომლისაგან ვითარდება ახალი ორგანიზმი.

### კვერცხის დაყოფა

განაყოფიერების შემდეგ კვერცხი მაშინვე იწყებს დაყოფას (სეგმენტაციას). განაყოფიერებული კვერცხის დაყოფა სორციელდება მისი მრავალჯერი (განმეორებით) გაყოფის საშუალებით, რომლის შედეგადაც ხდება განაყოფიერებული კვერცხის უფრო და უფრო პატარა უჯრედებად, ანუ ბლასტომერებად (ბერძნ. blasto—ჩანასახი; meros—ნაწილი) დაყოფა. ბლასტომერების რაოდენობა თანდათანობით მატულობს, მაგრამ მათი ოდენობა, პირიქით, თანდათანობით კლებულობს, ვინაიდან დაყოფის დროს ზრდა არ ხდება. ამის გამო დაყოფის პერიოდში ჩანასახი ინარჩუნებს კვერცხის საწყის ოდენობას.

იმ ლარებს, რომლებითაც უჯრედები (ბლასტომები) გაყოფილია ერთმანეთისაგან, დაყოფის ლარები ეწოდება. მიმართულების მიხედვით არჩევენ მერიდიანულ ლარებს, რომლებიც მიიმართებიან ზიგოტის ანიმალური პოლუსიდან ვეგეტატურ პოლუსამდე; ეკვატორულ ლარებს, რომლებიც მიიმართებიან ზიგოტას განივი მიმართულებით, და ტანგენციურ ლარებს, რომლებიც მიიმართებიან ზიგოტის ზედაპირის პარალელურად.

არჩევენ დაყოფის ორ ძირითად ფორმას: მთლიანს, ანუ ტოტალურ დაყოფას და ნაწილობრივ, ანუ პარციალურ დაყოფას.

იმ კვერცხებს, რომლებიც მთლიანად იყოფა, ჰოლობლასტური კვერცხები ეწოდება (ბერძნ. holos მთლიანი; blasto—ჩანასახი). იმ კვერცხებს, რომლებიც ნაწილობრივ იყოფა, მე-

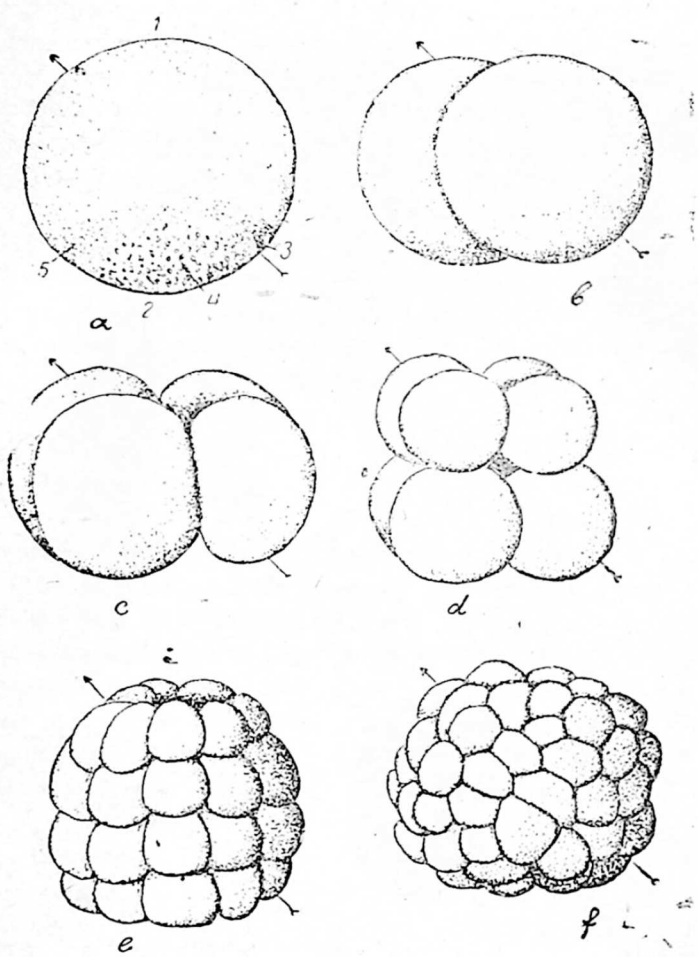
რობლასტური კვერცხები ეწოდება (ბერძ. meros—ნაწილი, blaste ჩანასახი).

მთლიანად იყოფა ის კვერცხები, რომლებიც შეიცავენ ცოტა და თანაბრად განაწილებულ ყვითრს (ჰომოლეციტური, ანუ იზოლეციტური კვერცხები). ნაწილობრივ იყოფა ყვითრის დიდი რაოდენობით შემცველი კვერცხები (ტელოლეციტური კვერცხები).

მთლიანსა და თანაბარ დაყოფას განიცდის ამფიოქსუსის კვერცხი. ამფიოქსუსას კვერცხი ჰომოლეციტური ტიპის კვერცხია—იგი შეიცავს ცოტა და თანაბრად განაწილებულ ყვითრს. მაგრამ განაყოფიერების შემდეგ კვერცხის შემადგენლობა იცვლება. ზიგოტის ყვითრის მთავარი მასა ევგეტატურ პოლუსზე გროვდება. ზიგოტის ანიმალური ნახევარი უფრო თანაბარი და ნათელი არის (სურ. 16 ა,1). კვერცხის უკანა ბოლოში. ყვითრის გროვის უკან, მარცვლოვანი პროტოპლაზმის კონცენტრაცია ხდება, რომელიც ზემოდან დახედვისას ნამგლისებრი ფორმისაა. მას უკანა რუხი ნამგალი ეწოდება (სულ. 16ა,3). უკანა რუხი ნამგალი სპერმატოზოიდის კვერცხში შექრის ადგილს შეესაბამება. ყვითრის გროვის წინ იმყოფება წინა რუხი ნამგალი (სურ. 16ა,5).

ამფიოქსუსის განაყოფიერებული კვერცხი იყოფა გეომეტრიული პროგრესიის მიხედვით—2, 4, 8, 16, 32, 64 და 128 ბლასტომერად (სურ. 16). ბლასტომერები თითქმის თანაბარი ოდენობისაა. ყველა ბლასტომერი ერთდროულად იყოფა უფრო პატარა ოდენობის ბლასტომერებად. ისე რომ მე-7 გაყოფის შემდეგ წარმოიქმნება ამფიოქსუსის ჩანასახი, რომელიც შედგება 128 უჯრედისაგან, ანუ ბლასტომერისაგან (სურ. 16.f). ჩანასახი მსხლისებრი ფორმისაა, ვინაიდან მის ზედა, ანუ ანიმალურ ნახევარში უჯრედები ოდნავ უფრო პატარაა, ვიდრე ქვედა, ანუ ევგეტატურ ნახევარში. ასეთი ჩანასახის ცენტრში არის ღრუ, რომელიც ავსებულია სითხით. ამრიგად 128 ბლასტომერის სტადიაზე ამფიოქსუსის ჩანასახი ბუშტუკს წარმოადგენს, რომელსაც ბლასტულა ეწოდება. იგი შედგება კედლისაგან, რომელსაც ბლასტოდერმი ეწოდება და ღრუსაგან, რომელსაც ბლასტოცელი (ბერძ. coilon—ღრუ) ეწოდება. ღრუ ბლასტულის ცენტრში იმყოფება. ასეთ ბლასტულას ცელობლასტულა ეწოდება. ბლასტოდერმი შედგება ერთ შრედ დალაგებული უჯრედებისაგან. ბლასტოცელი ავსებულია სითხით. ბლასტულის სტადიის წარმოქმნით მთავრდება დაყოფის პერიოდი.

128 ბლასტომერის, ანუ მე-8 გაყოფის შემდეგ ამფიოქსუსის კვერცხის დაყოფა უთანაბროდ ხდება. ამის გამო წარმოიქმნება არათანაბარი ოდენობის უჯრედები და ბლასტულის კედელი შე-



სურ. 16. ამფიოქსუსის ჩანასახის დაყოფის სხვადასხვა სტადია (მჩელკუნოვიდან). ა—ზიგოტა.  
 1—ანიმალური პოლუსი; 2—ვეგეტატიური პოლუსი; 3—უჯანა რუბი ნამგალი; 4—ყვითრის გროვა; 5—წინა რუბი ნამგალი. ხ—ჩანასახი 2—ბლასტომერის სტადიაზე; ე—ჩანასახი 4 ბლასტომერის სტადიაზე; დ—ჩანასახი 8 ბლასტომერის სტადიაზე; ე—ჩანასახი 32 ბლასტომერის სტადიაზე f—ჩანასახი 128 ბლასტომერის სტადიაზე.

დგება ალავ უფრო პატარა უჯრედებისაგან, ალავ კი, პირიქით, უფრო დიდი უჯრედებისაგან. გარდა ამისა, ბლასტულის ვეგეტატიური ნაწილი შებრტყელებას განიცდის. შებრტყელებულ ვეგეტატიურ ნაწილს ბლასტულის ფუძე ეწოდება, ზედა ანიმილურ ნაწილს—ბლასტულის სახურავი. ფუძესა და სახურავს შორის უჯრედების პატარა ზონას კიდურული ზონა ეწოდება (სურ. 19,ა).

ბლასტულის სტადიის წინ არჩევენ ჩანასახის განვითარების ადრეულ სტადიას, რომელსაც მორულა ეწოდება (ლათ. marula—თუთის მარცვალი). ამ სტადიაზე ჩანასახი წარმოადგენს მრავალრიცხოვან უჯრედების გროვას და გარეგნულად თუთის მარცვალს წააგავს. მაგრამ მის შიგნით მკაფიოდ გამოცალკეებული ღრუ არ არის.

მთლიან და უთანაბრო დაყოფას განიცდის ამფიბიების ტელოლეციტული კვერცხები. ამფიბიების კვერცხები შეიცავს ყვითრს საშუალო რაოდენობით. ყვითრის კონცენტრაცია მატულობს ანიმალური პოლუსიდან ვეგეტატიური პოლუსისაკენ. ამ კვერცხების ანიმალური ნაწილი უფრო სწრაფად განიცდის დაყოფას, ვიდრე ვეგეტატიური ნაწილი. ამის გამო ზედა (ანიმალური ნაწილის) ბლასტომერების ოდენობა უფრო პატარაა, რაოდენობა კი უფრო მეტია, ვიდრე ქვედა (ვეგეტატიური ნაწილის) ბლასტომერებისა. პატარა ბლასტომერებს მიკრომერები ეწოდება, საშუალოს—მეზომერები, დიდს—მაკრომერები.

ამფიბიების კვერცხის დაყოფა ამფიბლასტულის წარმოქმნით მთავრდება. ამფიოქსუსის ბლასტულისაგან იგი განსხვავდება იმით, რომ მისი კედელი მრავალშრიანი და ბლასტოცელი ცენტრში კი არ იმყოფება, არამედ ანიმალური პოლუსის მახლობლად (სურ. 20,ა).

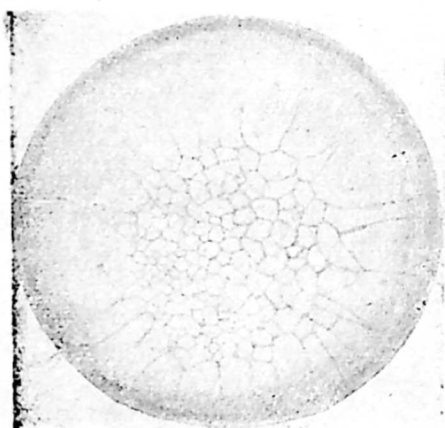
ნაწილობრივ დაყოფას განიცდის ყვითრით მდიდარი კვერცხები. არსებობს ნაწილობრივი დაყოფის ორი სახე: დისკოიდური და სუპერფიციალური.

დისკოიდურ დაყოფას განიცდის ტელოლეციტური კვერცხები, რომელთაც ეკუთვნის ფრინველების, რეპტილიებისა და თევზების (ტელეოსტიებისა და სელახიების) კვერცხები. ტელოლეციტურ კვერცხებში (მაგალითად, ქათმის კვერცხში) დაყოფას განიცდის კვერცხის მხოლოდ უყვითრო ანიმალური ნაწილი, რომელსაც ჩანასახოვანი დისკო, ანუ ფირფიტა, ეწოდება (სურ. 8, K, Sch, და სურ. 10, 1).

ჩანასახოვანი დისკო იყოფა მრავალ ბლასტომერად. ბლასტომერები რამდენიმე შრედ არის დალაგებული. უჯრედებად დაყოფილი დისკო დაუყოფელ ყვითრის ზედაპირზეა მოთავსებული. დისკოსა და ყვითრს შორის იმყოფება პატარა ნაპრალოვანი ღრუ (ბლასტოცელი). დისკოიდური დაყოფის შედეგად წარმოიქმნება დისკობლასტულა. მისი ზედა კედელი შედგება უჯრედებისაგან, რომელსაც ბლასტოდერმა ეწოდება, ქვედა კედელი კი—დაუყოფელი ყვითრისაგან (სურ. 17).

სუპერფიციალურ, ანუ ზედაპირულ დაყოფას განიცდის ზოგიერთი უხერხემლოს (ფეხსახსრიანების) ცენტროლეციტური კვერცხები.

უმალესი ძუძუმწოვრების კვერცხები განიცდის მთლიან და უთანაბრო დაყოფას. მათი კვერცხები, ისე როგორც ამფიოქსუსისა, ღარიბია ყვითრით. უმარტივესი (კვერცხისმდებელი) ძუძუმწოვრების კვერცხები ტელოლეციტური ტიპის კვერცხებია და,



სურ. 17. ქათმის კვერცხის ჩანასახოვანი დისკო მრავალი სეგმენტით (ჰერტვიგიდან).

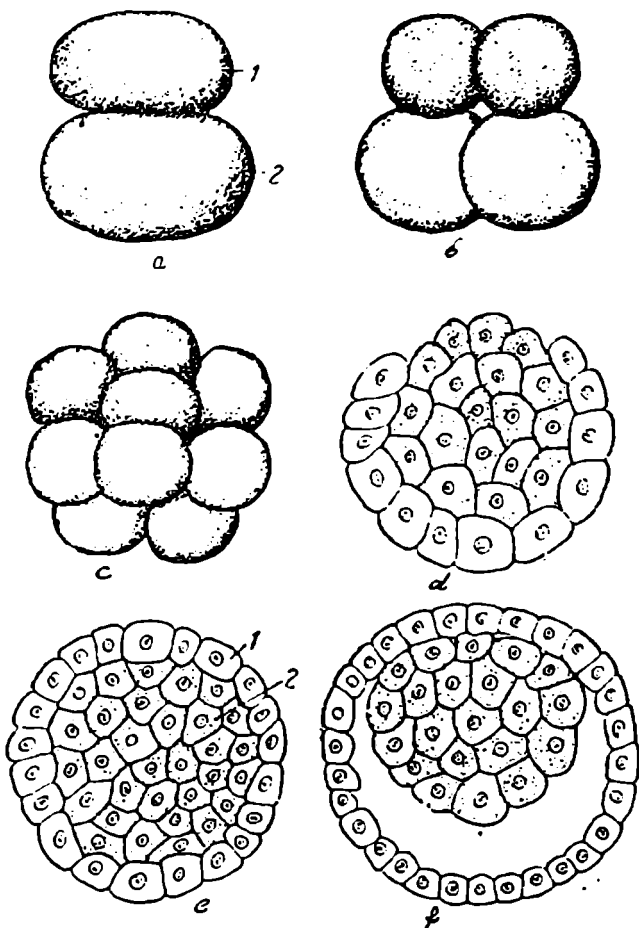
ისე როგორც ფრინველების კვერცხები, დისკოიდურ დაყოფას განიცდის.

ძუძუმწოვრების კვერცხის დაყოფის პროცესი ყველაზე კარგად შინაური კურდღლის კვერცხზეა შესწავლილი. შინაური კურდღლის კვერცხი იყოფა მთლიანად, მაგრამ უთანაბროდ. პირველი ბლასტომერების რიცხვი არ შეესაბამება ამფიოქსუსის ბლასტომერების რიცხვს. თუ ამფიოქსუსის კვერცხი 2, 4, 8, 16, 32, 64 და 128

ბლასტომერად იყოფა, შინაური კურდღლის ბლასტომერების რიცხვის მატება გამოიხატება შემდეგ რიცხვებში: 1, 2, 3, 6, 12 ან 1, 2, 4, 7, 10 და ა. შ.

განაყოფიერებული კვერცხი (ზიგოტა) პირველად ორ ბლასტომერად იყოფა. მაგრამ ერთი არის უფრო მუქი და პატარა, მეორე უფრო ნათელი და დიდი (სურ. 18,ა). შემდეგში ნათელი ბლასტომერები უფრო სწრაფად იყოფა, ვიდრე მუქი ბლასტომერე-





სურ. 18. შინაური კურდღლის ჩანასახის დაყოფის სხვადასხვა სტადია (შჩელკუნოვიდან).

ა—ჩანასახი 2 ბლასტომერის სტადიაზე 1—მუქი ბლასტომერი; 2—ნათელი ბლასტომერი ს—ჩანასახი 4 ბლასტომერის სტადიაზე. ე, დ—ჩანასახის განვითარების შემდგომი სტადიები; ე—მკვრივი სფეროს (სტერობლასტულა) სტადია; 1—ტროფობლასტი; 2—ემბრიობლასტი; ე—ჩანასახოვანი ბუშტის სტადია.

ბი. ასეთი დაყოფის შედეგად წარმოიქმნება მკვრივი (უღრუო) სფერო, რომელსაც სტერობლასტულა\* ეწოდება (სურ. 18, e). სტერობლასტულაში ნათელი უჯრედები გარეთა შრეს ქმნის, რომელსაც ტროფობლასტი ეწოდება. მუქი ბლასტომერები შიგნით იმყოფება. მათ ემბრიონული კვანძი, ანუ ემბრიობლასტი ეწოდება.

შემდეგ სტერობლასტულა ჩანასახოვან ბუშტად გარდაიქმნება (სურ. 18, f). მისი გარეთა კედელი ტროფობლასტისაგან შედგება. მისი ღრუ, რომელიც თანდათანობით იზრდება, ავსებულია ცილოვანი სითხით, რომლის შეწოვა საშვილოსნოს ლორწოვანი გარსიდან ხდება ტროფობლასტის მეშვეობით. ემბრიონული კვანძი, ანუ ემბრიობლასტი, ტროფობლასტთანაა დაკავშირებული ერთ პატარა ადგილას და გორაკისებურად არის შემადგენელი ჩანასახოვანი ბუშტის ღრუში (სურ. 18, f). შემდეგ ემბრიონული კვანძი ოდნავ ბრტყელდება და ჩანასახოვან დისკოდ გარდაიქმნება (სურ. 27, a), რომელიც მკიდროდაა მიკრული ტროფობლასტის შიგნითა ზედაპირთან პატარა ადგილას. შემდეგ ამ ადგილას ტროფობლასტი ისპობა. ამის გამო ჩანასახოვანი დისკო შიშვლდება და თავისი კიდით ტროფობლასტის კიდეს უერთდება. ამის გამო იგი მთლიანად შედის ჩანასახოვანი ბუშტის კედლის შემადგენლობაში (სურ. 27, b). ამით მთავრდება ზიგოტის დაყოფის პერიოდი.

მაიმუნის (macacus) ზიგოტის დაყოფა თითქმის ისე ხდება, როგორც შინაური კურდღლის ზიგოტისა. ადამიანის ზიგოტის პირველი სტადიები შესწავლილი არ არის. უნდა ვიფიქროთ, რომ ადამიანის ზიგოტის დაყოფა მაიმუნის და შინაური კურდღლის ზიგოტის დაყოფის ანალოგიურად მიმდინარეობს.

## ჩანასახოვანი ფურცლების წარმოქმნა

როგორც უკვე იყო ნათქვამი, ზიგოტის დაყოფის პერიოდი ბლასტულის წარმოქმნით მთავრდება. ბლასტულის სტადიის შემდეგ იწყება განვითარების პროცესი, რის შედეგადაც წარმოიქმნება ჩანასახი, რომლის სხეულის კედელი შედგება ორი შრისაგან. ორშრიან ჩანასახს გასტრულა ეწოდება (gaster—კუჭი), ვინაიდან

\* სტერობლასტულის სტადია არ შეესაბამება სხვა ხერხემლიანი ცხოველების ბლასტულას და დისკობლასტულას. იგი კვერცხის დაყოფის ერთ-ერთი შუალედური სტადიაა. ამ სტადიაზე კვერცხის დაყოფა ჯერ კიდევ არაა დამთავრებული.

მთელი ჩანასახი კუჭს წარმოადგენს. პროცესს, რომელიც იწვევს ორშრიანი ჩანასახის წარმოქმნას გასტრულაცია ეწოდება.

გასტრულაციის დროს წარმოქმნილ შრეებს ჩანასახოვანი ფურცლები ეწოდება.

გარეთა შრეს გარეთა ჩანასახოვანი ფურცელი, ანუ ექტოდერმა (ectoderm—გარეთა, derma—კანი) ეწოდება. შიგნითა შრეს შიგნითა ჩანასახოვანი ფურცელი, ანუ ენტოდერმა (entoderm—შიგნითა) ეწოდება. გასტრულის სტადიის გავლა აუცილებელია ყველა ცხოველისათვის. ზოგიერთი ცხოველის განვითარება გასტრულის სტადიით მთავრდება, მაგალითად, ნაწლავდრუიანების. ცხოველთა უმრავლესობაში გასტრულაციის დროს ხდება მესამე ჩანასახოვანი ფურცლის წარმოქმნა, რომელსაც შუა ჩანასახოვანი ფურცელი, ანუ მეზოდერმა (mesoderm—შუა) ეწოდება.

თავდაპირველად ჩანასახოვან ფურცლებს პრიმიტულ ორგანობად თვლიდნენ, მაგრამ ემბრიონული პროცესების თანამედროვე მეთოდებით შესწავლამ გამოავლინა, რომ ჩანასახოვან ფურცლებში არ არის ისეთი ნაწილები, რომლებიც შეესაბამება მომავალ ორგანოებს. ისინი შედგებიან თანაბარი ინდიფერენტული მასალისაგან. მაგრამ გასტრულაციის შემდეგ მალე ყოველ ჩანასახოვან ფურცელში ხდება სხვადასხვა ორგანოს მასალის გამოცალკევება: ექტოდერმაში გამოცალკევდება კანის ეპითელის მასალა, მომავალი ხერვული სისტემისა და გრძობათა ორგანოების მასალა. ენტოდერმაში ხდება საყლაპავი მილის, კუჭის, ნაწლავის, საკმლის შონელებელი ჯირკვლების, მასალის გამოცალკევება. მეზოდერმაში ხდება ჩონჩხის მუსკულატურის, ჩონჩხის ცალკეული ნაწილების, სეროზული გარსების, საშარდე სისტემის, სასქესო სისტემის მასალის გამოცალკევება. ყოველი ორგანოს მასალა თავდაპირველად უჯრედოვან მასას წარმოადგენს, რომელიც მეტად ან ნაკლებად არის გამოყოფილი დანარჩენი უჯრედოვანი მასებისაგან. შემდეგ ამ უჯრედოვან მასებში იწყება ცალკეული ქსოვილებისა და უჯრედების დიფერენცირება, რის გამოც ორგანო ლეზულობს ისეთ აგებულებას, რომელიც შეესაბამება იმ ფუნქციას, რომელსაც ასრულებს ორგანოებში გაზრდილ ორგანიზმში. ჩანასახოვანი ფურცლებიდან ცალკეული ორგანოების განვითარების პროცესს ორგანოგენეზი ეწოდება. ამით აიხსნება ის, რომ სპეციალურ ემბრიოლოგიაში, რომელიც სწავლობს ორგანოების განვითარებას, შენარჩუნებულია ორგანოთა სისტემების კლასიფიკაცია ჩანასახოვანი ფურცლების მიხედვით.

სხვადასხვა კლასის ცხოველთა ბლასტულების სხვადასხვა აგებულების შესაბამისად არსებობს გასტრულაციის სხვადასხვა ტიპი. სხვანაირად რომ ითქვას, ბლასტულის გადასვლა გასტრულაში სხვადასხვა ცხოველში სხვადასხვანაირად ხდება.

ამფიოქსუსის გასტრულაცია. ამფიოქსუსის ბლასტულა, ანუ ცელობლასტულა, შედგება სახურავისაგან, რომელიც შეესაბამება ზიგოტის ანიმალურ პოლუსს; ფუძისაგან, რომელიც შეესაბამება ზიგოტის ვეგეტატიურ პოლუსს; და კიდურული ზონისაგან, რომელიც იმყოფება ბლასტულაში სახურავსა და ფუძეს შორის (სურ. 19,ა). ბლასტულის კედელი, რომელსაც ბლასტოდერმა ეწოდება, შედგება ერთშირიანი უჯრედებისაგან. ბლასტულის ღრუ (ბლასტოცელი) ავსებულია სითხით. ფუძე წარმოადგენს ნაწლავის მომავალი ენტოდერმის მასალას; სახურავი—მომავალი კანის ექტოდერმის მასალას; კიდურული ზონა—მეზოდერმის ქორდისა და ნერვული ლულის მასალის ჩანასახს.

გასტრულაცია იწყება იმით, რომ ბლასტულის ფუძე შეიძრიკება ბლასტოცელში. ეს შედრეკა თანდათანობით ღრმავდება. ბლასტოცელი კი, პირიქით, თანდათან პატარავდება. დასასრულ შედრეკილი ფუძე მკიდროდ მიედება სახურავის შიგნითა ზედაპირს. ამის გამო ბლასტოცელი ისპობა და ჩანასახი ღებულობს ორკედლიანი ფიალის ფორმას, რომელსაც გასტრულა ეწოდება. (სურ 19,ბ).

შედრეკის საშუალებით ახლად წარმოშობილ ღრუს პირველადი ნაწლავის ღრუ, ანუ გასტროცელი ეწოდება (სურ. 19,ბ). გასტროცელი უკავშირდება გარეგან გარემოს ხვრელის საშუალებით, რომელსაც ეწოდება პირველადი პირი, ანუ ბლასტოპორი (blastoporus) (ბერძნ. blastē—ჩანასახი; porus—ხვრელი). ბლასტოპორის კედებს ტუჩები ეწოდება. არჩევენ დორზალურ, ვენტრალურ და ორ გვერდით ტუჩებს. გასტრულის კედელი შედგება ორი შრისაგან: გარეთა და შიგნითა. გარეთა შრეს ეწოდება გარეთა ჩანასახოვანი ფურცელი, ანუ ექტოდერმა; შიგნითა შრეს ეწოდება შიგნითა ჩანასახოვანი ფურცელი, ანუ ენტოდერმა.

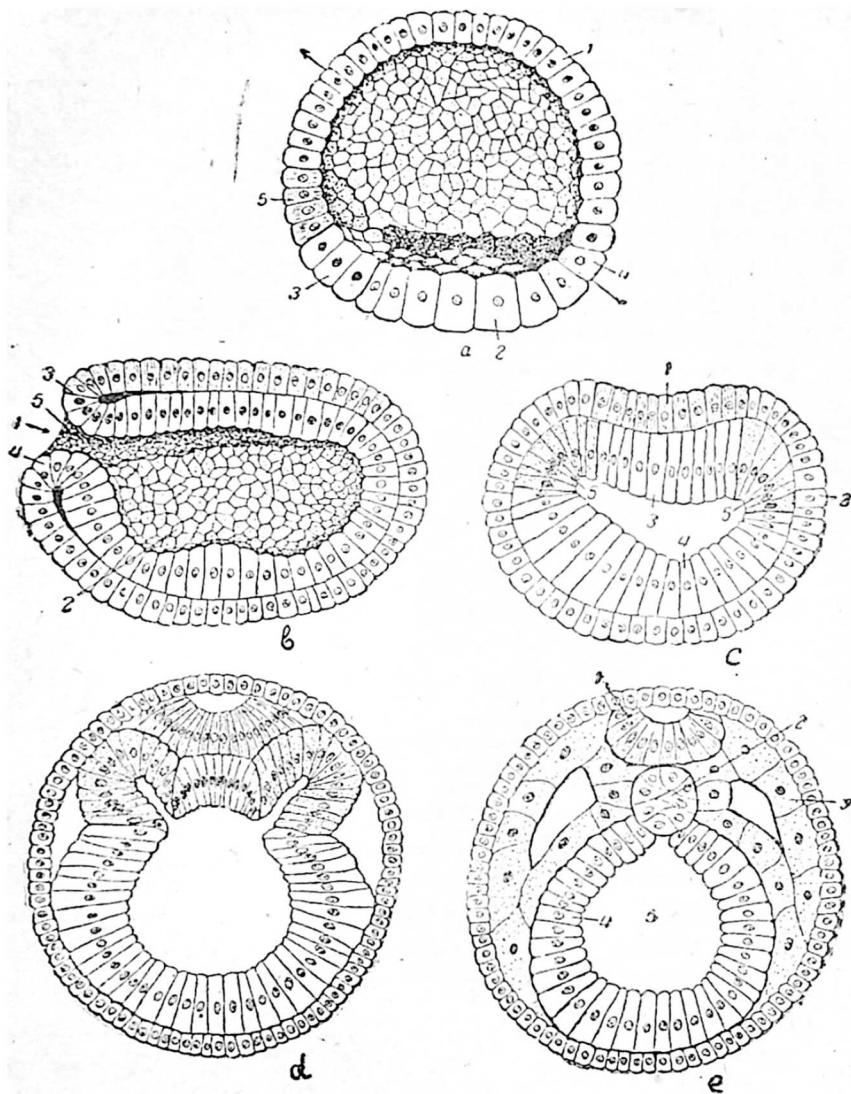
ბლასტოპორის საშუალებით საკვები შედის პირველადი ნაწლავის ღრუში, მაგრამ ერთდროულად იგი ანალური ხვრელის როლსაც ასრულებს, რამდენადაც მისი საშუალებით ხდება მოუნელებელი საკვების გამოყოფა. შემდეგ ბლასტოპორზე ვიწროვდება, გასტრულა სიგრძეზე იზრდება მისი წინა ბოლოს ზრდის გამო. სიღრმეზე ზრდის შედეგად ბლასტულა ცილინდრულ ფორმას ღებულობს. მის უკანა ბოლოზე (ზურგის მხარეზე) შევიწროებული ბლასტოპორის ხვრელი იმყოფება, რომელიც ანალური ხვრელის

დანიშნულებას ასრულებს. გაზრდილი ცხოველის პირი ხელახლა წარმოიქმნება სხეულის წინა ბოლოზე. ასეთ დაგრძელებულ ორშრიან ჩანასახს გვიანი გასტრულა ეწოდება. იგი წარმოადგენს გასტრულაციის პროცესის დასასრულს. მისი შიგნითა და გარეთა ფურცლების აგებულება სხვადასხვანაირია. ასეთი ჩანასახის განივ ანათალზე (სურ. 19, c) ჩანს, რომ გარეთა ჩანასახოვანი ფურცლის (ექტოდერმის) დორზალური ნაწილი შედგება მაღალი ცილინდრული უჯრედებისაგან (1). მას მედულური, ანუ ნერვული ფირფიტა ეწოდება. იგი ბლასტულის ნერვული ფირფიტისაგან წარმოიქმნა. ექტოდერმის დანარჩენი ნაწილი (2) შედგება უფრო პატარა უჯრედებისაგან და კანის ექტოდერმა, ანუ რქოვანი ფირფიტა ეწოდება.

შიგნითა ჩანასახოვანი ფურცლის (ენტოდერმის) დორზალური ნაწილი შედგება ვიწრო უჯრედებისაგან (3), რომლებიც უშუალოდ ნერვული ფირფიტის ქვეშ იმყოფება. მას ზურგის სიმის (ქორდის) ფირფიტა ეწოდება. იგი ბლასტულის ქორდის ფირფიტისაგან წარმოიქმნება. ქორდის ჩანასახის ორივე მხარეზე იმყოფება უჯრედთა ჯგუფი (5). ისინი წარმოადგენენ მეზოდერმის მასალას და წარმოიქმნებიან ბლასტულის მეზოდერმული მასალიდან. ენტოდერმის ვენტრალური (ქვედა) ნაწილი შედგება დიდი უჯრედებისაგან (4). იგი წარმოადგენს ნაწლავის ენტოდერმის მასალას.

ნერვული ფირფიტის, კანის ექტოდერმის, ქორდის ფირფიტის და ნაწლავის ენტოდერმის წარმოქმნის შემდეგ გასტრულა მატლად გარდაიქმნება. ეს ხდება იმით, რომ გასტრულის სტადიაზე წარმოქმნილი ემბრიონული ჩანასახები მატლის ორგანოებად გარდაიქმნება.

ღერძული ორგანოების განვითარება. ღერძული ორგანოების (ნერვული ლულის, ქორდისა და ღერძული მუსკულატურის) წარმოქმნა იწყება იმით, რომ ექტოდერმის კიდეები ნერვული ფირფიტის საზღვარზე ამალდება, ერთიმეორესაკენ წაიზრდება და ნერვული ფირფიტის ზემოთ ერთმანეთს უერთდება. ნერვული ფირფიტა კი შიგნით ჩაიდრიკება, რის გამოც იგი ნერვულ ღარად გარდაიქმნება. შემდეგ ნერვული ღარის კიდეები ზევით შებრუნდება, ერთიმეორისაკენ იზრდება და ერთმანეთს უერთდება. ამის გამო ნერვული ღარი ნერვულ ლულად გარდაიქმნება (სურ. 19, e, 1). ნერვული ფირფიტის ნერვულ ლულად გარდაიქმნის პროცესს ნერვულაცია ეწოდება.



სურ 19. ამფიოქსუსის ჩანასახი ბლასტულის, გასტრულის და ორგანოგენების პერიოდის დასაწყისში (შჩელკუნოვიდან).

a—ბლასტულის საგიტალური განაკვეთი; 1—ანიმალური პოლუსი, ანუ სახურავი (კანის ექტოდერმა); 2—ვეგეტატიური პოლუსი, ანუ ფუძე (ნაწლავის ენტოდერმა); 3, 4, 5—კიდურული ზონა (3—ქორდა, 4—მეზოფერმა, 5—ნერვული ფირფიტა). b—გასტრულის საგიტალური განაკვეთი; 1—ბლასტოპორი; 2—გასტროცელი; 3—დორზალური ტუჩი; 4—ვენტრალური ტუჩი; 5—გვერდითი

ბა. ნერვული ლულა წინა ბოლოთი გარეგან გარემოს უერთდება ზერელის საშუალებით, რომელსაც ნევროპორი ეწოდება.

უკანა ნაწილში ექტოდერმა ბლასტოპორზე გადადის და ხურავს მას. ამის გამო ნერვული ლულა უერთდება პირველადი ნაწლავის ღრუს ბლასტოპორის საშუალებით. იმ არხს, რომელიც ბლასტოპორიდან წარმოიქმნა და ნერვულ ლულას ნაწლავთან აერთებს ნერვულ-ნაწლავის არხი (*canalis neuroentericus*) ეწოდება. ნერვულ-ნაწლავის არხის წარმოქმნის შემდეგ ნაწლავის ქავშირი გარეგან გარემოსთან წყდება. ნერვული ლულის კედელი სქელდება, რის შემდეგაც ნერვული ლულა ზურგის ტვინად გარდაიქმნება.

ნევრულაციასთან ერთად ცვლილებები პირველადი ნაწლავის კედელში ხდება: ქორდის ფირფიტა გარეთ (ნერვული ფირფიტისაკენ) შეიდრიკება, პირველად ნაწლავს გამოეყოფა და მკვირვ ბაგირაკად—ზურგის სიმად (*chorda dorsalis*) გარდაიქმნება, რომელიც ნერვული ლულის ქვეშ თავსდება (სურ. 19, e. 2). მეზოდერმის მასალა გამოეყოფა პირველადი ნაწლავის კედელს ჯობისებრი გამოდრეკის სახით. ისინი თავსდებიან ექტოდერმასა და ნაწლავის ენტოდერმას შორის არსებულ ნაპრალში, რომელიც წარმოადგენს ბლასტოცელეს ნაშთს. ქორდისა და მეზოდერმის გამოცალკევების შემდეგ ენტოდერმის კიდეები თანდათანობით ერთმანეთს უახლოვდება ზურგის მხარეზე და ერთდება შუა ხახზე. ამის გამო მუდმივი ნაწლავი წარმოიქმნება, რომლის წინა და უკანა ბოლოები ბრმა არის.

მეზოდერმა, გამოცალკევებასთან ერთად, სეგმენტაციას განიცდის; მეზოდერმის ყოველი ბაგირაკი განივად იყოფა პირველად სეგმენტებად, ანუ სომიტებად, რომლებიც წყვილ-წყვილად დალაგებული ქორდის, ნერვული ლულას და ნაწლავის მარჯვნივ და მარცხნივ (სურ. 19,3). პირველადი სეგმენტები იყოფა ზურგის ნაწილად, რომელსაც მიოტომი ეწოდება და მუცლის ნაწილად, რომელსაც სპლანქნოტომი ეწოდება. მიოტომები ერთიმეორისაგან განცალკევებული ოჩება. სპლანქნოტომები კი ერთმანეთს უერთდება ყოველ მხარეზე. ისინი ქმნიან მარჯვენა და მარცხენა ღრუებს, რომლებიც შემდეგ სხეულის მთლიან მეორად ღრულდ ერთდება.

ჩანასახის უკანა ბოლოზე, ყოფილი ბლასტოპორის მიდამოში, კუდის კვირტი წარმოიქმნება, რომლისაგანაც კუდი ვი-

ტუნი. e—გასტრულის საგიტალური განაკვეთი. 1—ნერვული ფირფიტის ჩანასახი; 2—კანის ექტოდერმის ჩანასახი; 3—ქორდის ჩანასახი; 4—ნაწლავის ენტოდერმის ჩანასახი; 5—მეზოდერმის ჩანასახი; d—ჩანასახის განივი ანათალი ორგანოგენეზის დასაწყისში; e—ჩანასახის განივი განაკვეთი; 1—ნერვული ლულა; 2—ქორდა; მეზოდერმა; 4—ნაწლავის ენტოდერმა; 5—მეორადი ნაწლავი.

თარდება. ნერვულ-ნაწლავის არხი (canalis neuroentericus) ატროფიას განიცდის და ისპობა.

სხეულის წინა ბოლოზე ექტოდერმა ენტოდერმას შეეზრდება. შემდეგ ეს ადგილი გაიზრდება და პირის ხვრელი წარმოიქმნება. სხეულის უკანა ბოლოზე, კულის ქვეშ, ასეთივე სახით ანალური ხვრელი წარმოიქმნება. პირისა და ანალური ხვრელების წარმოქმნის შემდეგ ჩანასახი გარდაიქმნება მატლად, რომელსაც შეწევს დამოუკიდებელი კვების უნარი.

ამ ფიზიოლოგიის გასტრულაცია. როგორც უკვე ნათქვამი იყო. ამფიბიების ბლასტულა (ამფიბლასტულა) განსხვავდება ამფიოქსუსის ბლასტულისაგან (ცელობლასტულისაგან) იმით, რომ მისი კედელი მრავალშრიანია და ბლასტოცელი ცენტრში კი არაა, არამედ ანიმალური პოლუსის მახლობლად აოის (სურ. 20, a).

ამფიბიების ბლასტულის კედელში არჩევენ სახურავს, ფუძეს, და კიდურულ ზონას. გასტრულაციის პროცესი, ანუ ბლასტულის გასტრულაში გადასვლა, ბლასტულის — კედლის ნაწილის შედრეკით იწყება ბლასტოცელში. მაგრამ ბლასტულის ფუძის (ქვედა ვეგეტატიური ნახევრის) უჯრედების ყვითრით ძლიერი გადატვირთვის გამო ქვედა კედელი მოკლებულია ბლასტოცელში შედრეკის უნარს. შედრეკის პროცესი კიდურული ზონის მიდამოში იწყება. ეს შედრეკა აღინიშნება კვერცხის ზედაპირზე როგორც ნამგლისებრი ღარი. ნამგლისებრი ღარი შემდეგ იზრდება და ნალისებრ ფორმას ლებულობს. ამ ღარის ერთი მხარე მოსაზღვრულია პატარა უჯრედებით, მეორე მხარე — დიდი, ყვითრით მდიდარი, უჯრედებით. ეს ღარი შეესაბამება პირველად პირს, ანუ ბლასტოპორს. ამ პირველადი პირის დორზალური ტუჩიდან ბლასტოცელში პატარა (ანიმალური) უჯრედები შეიდრიკება. პირველადი პირის ვენტრალური ტუჩიდან ბლასტოცელში დიდი (ვეგეტატიური) უჯრედები შეიდრიკება. შედრეკის პროცესის დასასრულს წარმოიქმნება პირველადი ნაწლავი, რომლის სახურავს ანიმალური უჯრედები ქმნის, ფუძეს — ვეგეტატიური (სურ. 20, b). შედრეკის პროცესის პირველ სტადიაში პირველად ნაწლავს ვიწრო ნაპრალის ფორმა აქვს, მაშინ როდესაც ბლასტოცელი ფართოა. შემდეგ პირველადი ნაწლავი ფუძის მიდამოში ფართოვდება და პარკისებრ სახეს ლებულობს, პირველადი პირისაქენ კი ვიწრო და ნაპრალოვანი რჩება.

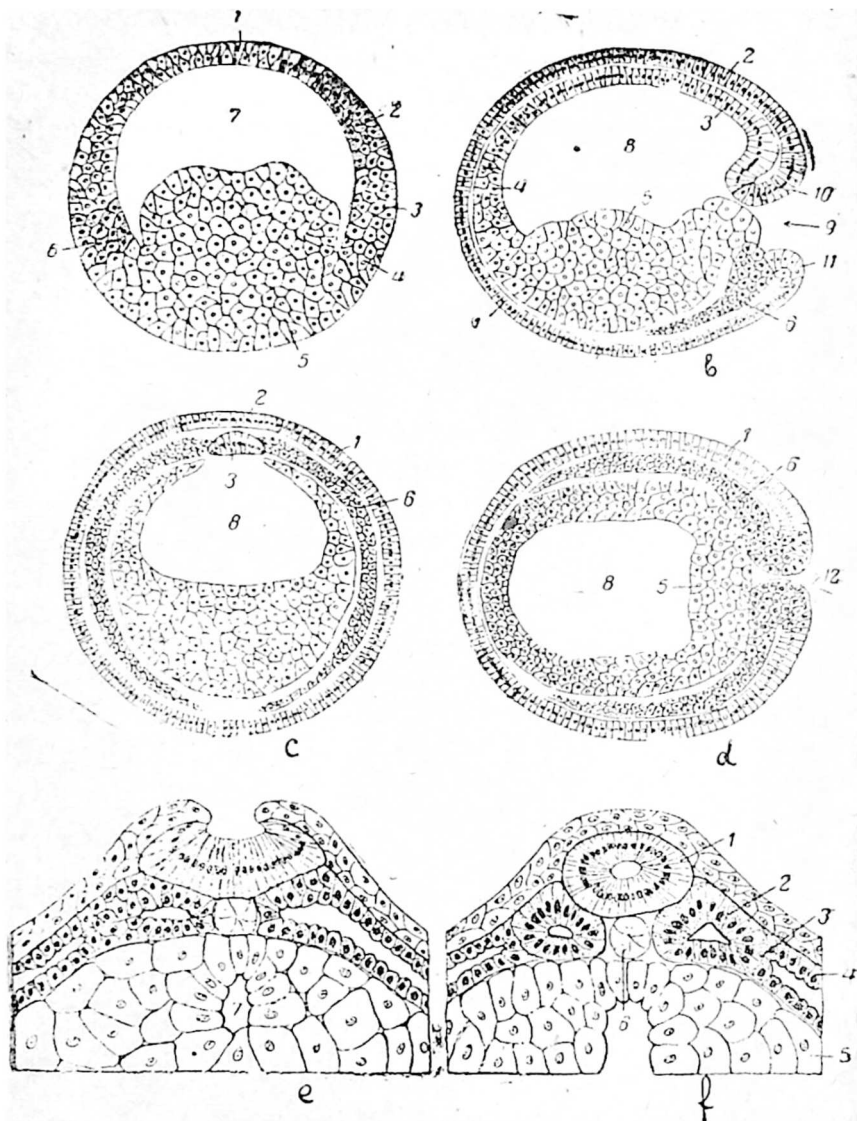
შედრეკის პროცესის დასასრულს ბლასტოცელს სავსებით ისპობა პირველადი ნაწლავის გადიდების ხარჯზე. გარდა ამისა, ბლასტულის მთელი ყვითროვანი მასა (ვეგეტატიური ნახევარი) შიგნით ექცევა და ქმნის პირველადი ნაწლავის ფუძეს, ანუ პირველადი ნაწლავის ვენტრალურ კედელს. ყვითროვანი



უჯრედები საცობისებურად არის შესული ბლასტოპორის ხვრელში და აღინიშნება, როგორც ყვითრის საცობი, ანუ რუსკონის (Rusconi) საცობი (სურ. 20, b). პირველადი ნაწლავის ფუძიდან, ანუ ვენტრალური კედლიდან, ზევით (დორზალურად) წარიდინება უფრო თხელი კედლები, რომლებიც ერთმანეთისაკენ მიიმართება და ერთმანეთთან შეერთებას იწყებს. მაგრამ სანამ ისინი ერთმანეთს შეუერთდებოდნენ, მათ შორის ნაპრალი რჩება, რომელიც დაფარულია ქორდო-მეზოდერმული ფირფიტით (სურ. 20, c).

როგორც უკვე ნათქვამი იყო, გასტრულაცია შედრეკის პროცესით იწყება კიდურული ზონის მიდამოში. ეს შედრეკა კვერცხის ზედაპირზე ნამგლისებრი ღარის ფორმისაა. ეს ღარი შეესაბამება პირველად პირს, ანუ ბლასტოპორს. შემდეგ პირველადი ღარი გვერდითი მიმართულებით ვრცელდება და ღებულობს ჯერ ნალისებრ ფორმას და შემდეგ რგოლად იხშვება. ამის გამო პირველადი პირი, ანუ ბლასტოპორი წარმოიქმნება. პირველად პირს აქვს ზედა, ქვედა და გვერდითი ტუჩები შემდეგ ბლასტოპორის ტუჩები ერთმანეთს უახლოვდება, ბლასტოპორის ხვრელი პატარავდება და, ყვითრის საცობის შიგნით შესვლის გამო, ვიწრო ნაპრალის ფორმას ღებულობს.

ჯერ კიდევ მხოლოდ ნამგლისებური ღარის არსებობის დროს (რგოლისებრი ბლასტოპორის წარმოქმნამდე) იწყება ქორდისა და მეზოდერმის მასალის ჩანასახის ზედაპირიდან შიგნით გადაადგილება. ქორდის მასალის შიგნით გადაადგილება ხდება ბლასტოპორის ზედა, ანუ დორზალური ტუჩიდან. მეზოდერმის მასალის გადაადგილება კი იწყება ბლასტოპორის გვერდითი ტუჩებიდან და შემდეგ ხდება ქვედა, ანუ ვენტრალური ტუჩიდან. ამასთანავე ენტოდერმა მიიმართება ჩანასახის ვენტრალურ მხარეზე, მეზოდერმა კი—ჩანასახის დორზალურ მხარეზე. ამის გამო ხდება მეზოდერმის ენტოდერმისაგან გამოყოფა. მეზოდერმა ნისი თავისუფალი კილით იზრდება ექტოდერმასა და ენტოდერმას შორის (სურ. 20, c, d). მიიმართება რა წინ და ზევით, მეზოდერმა უერთდება ქორდას ორივე მხარედან (სურ. 20, e). ამის გამო წარმოიქმნება მთლიანი ქორდო-მეზოდერმული ჩანასახი, რომელიც თანდათანობით იზრდება ჩანასახის წინა ბოლოსკენ. ქორდისა და მეზოდერმის ჩანასახების ენტოდერმიდან გამომდინარე გამო ჩანასახის ნაწლავს არ აქვს ზედა კედელი. იგი წარმოადგენს ღია ღარს, რომელსაც აქვს სქელი ფუძე და ამალღებული კიდეები. ზევიდან კი ეს ღარი დაფარულია ქორდო-მეზოდერმული ფირფიტით (სურ. 20, e, 3). ისე რომ პირველადი ნაწლავის სახურავს



სურ. 20. ამფიბიის ჩანასახის განვითარების სხვადასხვა სტადია (შჩელკუნოვიდან).

a—ბლასტულის საგიტალური განაკვეთი მომავალი ემბრიონული ჩანასახებით. 1—კანის ექტოდერმის ჩანასახი; 2—ნერვული ფირფიტის ჩანასახი 3—ქორდის ჩანასახი; 4—პრეკორდალური ფირფიტის ჩანასახი; 5—წაწლის ენტოდერმის ჩანასახი; 6—მეზოდერმის ჩანასახი; 7—ბლასტოცელი. b—გასტრუ-

ქნის ქორდო-მეზოდერმული ფირფიტა, ფუძეს კი—ენტოდერმული მასალა. ამ სტადიაზე ექტოდერმაში შკაფიოდ ჩანს ნერვული ფირფიტაც, რომელიც შედგება მაღალი ცილინდრული უჯრედებისაგან.

ნერვული ფირფიტის, ქორდის ფირფიტის, მეზოდერმისა და ენტოდერმის წარმოქმნის შემდეგ გასტრულაცია მთავრდება.

ღერძული ორგანოების განვითარება. ამფიბიების ნერვული ფირფიტის უჯრედები, კანის ექტოდერმის უჯრედებთან შედარებით, უფრო მაღალია. ნერვულაცია იწყება იმით, რომ ნერვული ფირფიტის კიდეები ამაღლდება, თვით ნერვული ფირფიტა კი ჩაიდრიკება და ნერვულ ღარად გარდაიქმნება (სურ. 20, e). ამაღლებული კიდეები ერთიმეორესაკენ წაიზრდება და ერთდება. ამის გამო ნერვული ფირფიტა გარდაიქმნება ნერვულ ლულად, რომელიც კანის ექტოდერმის ქვეშ თავსდება (სურ. 20, f). უკულო ამფიბიებში (ბაყაყი) ნერვული ფირფიტის ამაღლებული კიდეები, სხეულის უკანა ბოლოზე შეერთების დროს, ბლასტოპორის ზედა ნაწილს გადაეფარება და ხურავს ბლასტოპორს. ამის გამო ნერვული ლულა უერთდება ნაწლავს ნერვულ-ნაწლავის არხის (canalis neuroentericus)) საშუალებით. კუდიან ამფიბიებს ნერვულ-ნაწლავის არხი არ უვითარდება. ნერვული ლულის წარმოქმნის შემდეგ ჩანასახი სივრცეზე იზრდება და მის წინა, ანუ თავის ნაწილი და უკანა, ანუ კულის ნაწილი მკაფიოდ გამოვლინდება.

ქორდის ფირფიტა, რომელიც ქორდო-მეზოდერმულ ჩანასახში აქსიალურად იმყოფება, მკვირვ ბაგირაკად (ქორდად) გარდაიქმნება (სურ. 20, f, 6).

მეზოდერმული ფრთები, რომლებიც ქორდის მარჯვნივ და მარცხნივ ალაგია, მკვირივი (უღრუო) ფირფიტებია (სურ. 20, e, 6). შემდეგ მეზოდერმული ფრთები იყოფა ორ მიდამოდ: ზედა, ანუ ზურგის, და ქვედა, ანუ მუცლის. მეზოდერმის ზედა, ანუ ზურგის ნაწილი; რომელიც ქორდას ემიჯნება, უფრო კომპაქტურია. იგი ზურგის სეგმენტებად, ანუ სომიტებად იყოფა. მეზოდერმის ქვე-

---

ლის საგიტალური განაკვეთი. 1—ექტოდერმა; 2—ნერვული ფირფიტა; 3—ქორდა; 4—პრექორდალური ფირფიტა; 5—ენტოდერმა; 6—მეზოდერმა; 7—ბლასტოცელი; 8—პირველადი ნაწლავის ღრუ; 9—ბლასტოპორი; 10—ბლასტოპორის დორზალური ტუჩი; 11—ბლასტოპორის ვენტრალური ტუჩი. e—გასტრულის განივი განაკვეთი; d—ფრონტალური განაკვეთი. 1—ექტოდერმა 2—ნერვული ფირფიტა. 3—ქორდა, 5—ენტოდერმა, 6—მეზოდერმა, 8—პირველადი ნაწლავის ღრუ, 12—ბლასტოპორის გვერდითი ტუჩები. o, f—ჩანასახების განივი განაკვეთები ნერვულაციის სხვადასხვა სტადიაზე. 1—ნერვული ლულა, 2—ზურგის სეგმენტი, 3—სეგმენტის ფეხი, 4—სპლანქნოტომი, 5—ნაწლავის ენტოდერმა, 6—ქორდა, 7—მეორადი ნაწლავის ღრუ.

და, ახუ ძუცლის ხაწილი, რომელსაც აგრეთვე გვერდითი ფირფიტა, ანუ სპლანქნოტომი (ბერძნ. splanchne—შიგნეული) ეწოდება, სეგმენტებად არ იყოფა. იგი ნაწლავზეა ორივე მხრივ მიკრული.

ზურგის სეგმენტები შეერთებულია სპლანქნოტომებთან პატარა ბაგირაკებით, რომელთაც სეგმენტების ფეხები ეწოდება. ზურგის სეგმენტებიდან შემდეგში ვითარდება სხეულის იუსკულატურა, ღერძული ჩონჩხი და შემაერთებული ქსოვილი.

სეგმენტების ფეხებიდან ვითარდება თირკმლები. ამიტომ მათ ნეფროტომები (ბერძნ. nephros—თირკმელი; tome—ეჭრი) ეწოდება.

სპლანქნოტომები დასაბამში, როგორც უკვე ნათქვამი იყო, მკვრივი (ულრუო) ფირფიტებია. შემდეგ მათში ნაპრალოვანი ღრუ ჩნდება (სურ. 20.ე). ამის გამო სპლანქნოტომი ბრტყელ პარკად გარდაიქმნება. მის შიგნითა კედელს ორგანოს ცთარავი, ანუ ვისცერალური ფურცელი ეწოდება. იგი ნაწლავთანაა შეზრდილი. პარკის გარეთა კედელს კედლის ამყოლი, ანუ პარიეტალური ფურცელი ეწოდება, რომელიც შეზრდილია სხეულის კედელთან შიგნიდან. სპლანქნოტომის ფურცლებს შორის წარმოქმნილ ღრუს სხეულის მეორადი ღრუ, ანუ ცელომი, ეწოდება. თვით სპლანქნოტომის პარკებს ცელომის პარკები ეწოდება.

შემდეგ სპლანქნოტომების მარჯვენა და მარცხენა ღრუები, სპლანქნოტომების ზრდის გამო, ერთმანეთს უერთდება. რის შედეგადაც ერთი მთლიანი ცელომის ღრუ წარმოიქმნება. ცელომის ღრუ მთლიანი იმით ხდება, რომ მარჯვენა და მარცხენა სპლანქნოტომის კიდეები ერთდება მუცლის ნაწილში და სახელდობრ ისე, რომ პარიეტალური ფურცელი პარიეტალურს უერთდება, ვისცერალური კი ვისცერალურს. ზურგის ნაწილში სპლანქნოტომები ერთმანეთს უახლოვდება ნაწლავის ზევით, მაგრამ არ ერთდება. ამის გამო წარმოიქმნება ორმაგი ტიხარი, რომელსაც ზურგის მეზენტერიუმში ეწოდება. ზურგის მეზენტერიუმით ნაწლავი სხეულის უკანა კედელზე ჰკიდია.

მეზოდერმის დიფერენცირებასთან ერთად ნაწლავის განვითარებაც ხდება. პირველადი ნაწლავის გვერდითი კედლების კიდეები ერთდება ზურგის ნაწილში, რის გამოც ღია ენდოთერმული ღარი ნაწლავის ლულად გარდაიქმნება (სურ. 20.ე, 7).

პირი წარმოიქმნება სხეულის წინა ბოლოზე, წინა ნაწლავის გარღვევის ადგილას. ანალური ხვრელი უკუდო ამფიბიებში წარმოიქმნება ბლასტოპორის დახურვის ადგილის ქვემოთ (კუდიან ამფიბიებში, ნერველ-ნაწლავის არხის აარსებობის გამო, ანალურ ხვრელად ბლასტოპორი გარდაიქმნება).

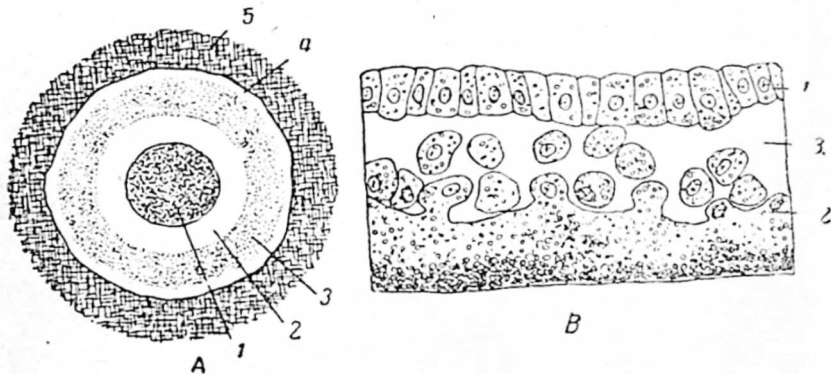
სხეულის უკანა ბოლოზე, ბლასტოპორის მიდამოში ვითარდება კუდის კვირტი, რომელიც სწრაფად იზრდება და კუდად გარდაიქმნება. კუდის ზრდასთან ერთად ჩანასახის სხეული ძლიერ გრძელდება.

ფრინველების გასტრულაცია. ფრინველების კვერცხებში, რომლებიც ტელოლეიტულ კვერცხებს წარმოადგენენ, დაყოფას განიცდის მხოლოდ ჩანასახოვანი დისკო (სურ. 17), ჩანასახოვანი დისკოს ბლასტომერებად დაყოფის დასასრულს წარმოიქმნება ბლასტულა, რომელსაც დისკობლასტულა ეწოდება. დისკობლასტულის ზედა კედელი, რომელიც წარმოადგენს ბლასტომერებად დაყოფილ ჩანასახოვან დისკოს, შედგება რამდენიმე შრედ დალაგებული ბლასტომერებისაგან. მას ბლასტოდერმა ეწოდება. დისკობლასტულის ქვედა კედელი შედგება ბლასტომერებად დაუყოფელი ყვითრისაგან. ბლასტოდერმასა და ყვითრს შორის იმყოფება პატარა ნაპრალოვანი ღრუ-ბლასტოციელი. ფრინველის კვერციის დაყოფის პროცესი კვერცხის კვერცხსაველში მსვლელობის დროს მთავრდება. კვერცხის დადგინის შემდეგ ჩანასახის განვითარება შეწყდება კვერცხის გაცივების გამო. კვერცხებზე ფრინველის დაჯდომის ან კვერცხების ინკუბატორში მოთავსების შემდეგ (37<sup>o</sup>-ტემპერატურაზე) ჩანასახის განვითარება კვლავ აღდგება. დადებულ კვერცხში ჩანასახოვანი დისკო უკვე ორი შრისაგან შედგება: გარეთა და შიგნითა (სურ. 21,1). გარეთა შრე წარმოადგენს ექტოდერმას, შიგნითა კი—ენტოდერმას. ექტოდერმა შედგება მალალი უჯრედებისაგან, რომლებიც მკიდროდაა დალაგებული (სურ. 21,1). ენტოდერმა შედგება უთანაბრო ფორმის უჯრედებისაგან, რომლებიც ფაშარად ალაგია ყვითრზე (სურ. 21,2). ქათმის ენტოდერმის წარმოქმნა იწყება კვერცხსაველში კვერცხის მსვლელობის დროს და ამიტომ მისი წარმოქმნის პროცესი სრულყოფით შესწავლილი არ არის. მისი წარმოქმნა, როგორც ჩანს, უნდა ხდებოდეს ჩანასახოვანი დისკოს შიგნითა შრის გამოცალკეევებით დანარჩენი ჩანასახოვანი უჯრედებისაგან. ჩანასახოვანი დისკოს შიგნითა შრის გამოცალკეეებული უჯრედები ერთ მთლიან შრედ ერთდება და ენტოდერმას ქმნის. დანარჩენი უჯრედები ექტოდერმას ქმნის. ენტოდერმას უფრო პატარა ფართობი უქირავს, ვიდრე ექტოდერმას. ამის გამო ექტოდერმის კიდე უფრო შორს ვრცელდება ყვითრზე, ვიდრე ენტოდერმისა. ჩანასახოვანი დისკოს ექტოდერმისა და ენტოდერმის კიდეებს გარშემოზრდის კიდე ეწოდება. ამ კიდით ჩანასახოვანი დისკო ყვითრის ზედაპირზე ვრცელდება და ამ უკანასკნელს გარს ეხვევა.

გარეთა ზედაპირიდან შეხედვის დროს ჩანასახოვანი დისკო მომრგვალო ფორმისაა (სურ. 21, A). მასში არჩევენ ცენტრალურ

ნაწილს, რომელსაც ჩანასახოვანი საფარი ეწოდება. მის ირგვლივ იმყოფება ჩანასახოვანი დისკოს ნაწილი, რომელიც ყვითრის ზედაპირის ზემოთ არის აწეული და ამიტომ უფრო ნათლად ჩანს. ამ ნაწილს ნათელი არე (areae pellucida) ეწოდება. ნათელი არეს ირგვლივ იმყოფება ჩანასახოვანი დისკოს ნაწილი, რომელიც მკიდროდაა მიღებული ყვითრზე და ამიტომ უფრო მუქად ჩანს. ამ ნაწილს მუქი არე (areae opaca) ეწოდება. მუქი არე გრძელდება გარშემოზრდის კიდეში.

ჩანასახოვანი საფარის მასალიდან ჩანასახის სხეული ვითარდება. ჩანასახოვანი საფარის დანარჩენი ნაწილიდან (ნათელი და მუქი არეებიდან და გარშემოზრდის კიდედან) ვითარდება დამატებითი ემბრიონული, ანუ პროვიზორული ორგანოები. მოკლედ რომ ითქვას, ჩანასახოვანი დისკო შედგება ემბრიონული და ემბრიონგარეშე, ანუ ექსოემბრიონული მიდამოებისაგან. კვერ-



სურ. 21. ქათმის ჩანასახის განვითარება (შეკლუნოვიდან).

A—დისკობლასტულა გარეთა ზედაპირიდან შეხვედრის დროს. 1—ჩანასახოვანი საფარი; 2—ნათელი არე; 3—მუქი არე; 4—გარშემოზრდის კიდე; 5—ყვითრი. B—დისკობლასტულის შუა ნაწილის ვერტიკალური ანათალი. 1—დისკობლასტულის გარეთა შრე (ექტოდერმა); 2—დისკობლასტულის შიგნითა შრე (ენტოდერმა); 3—დისკობლასტულის ღრუ.

ცხების ინკუბატორში მოთავსებიდან 12 საათის შემდეგ ჩანასახოვანი საფარის უკანა ნაწილში გასწვრივი ზოლი წარმოიქმნება. მას პირველადი ზოლი ეწოდება (სურ. 22, p1<sup>1</sup>). იგი ვითარდება უჯრედების შემკიდროვების გამო. უჯრედების შემკიდროვება ხდება ინკუბაციის დაწყებისთანავე და გამოწვეულია უჯრედთა აქტიური გადაადგილებით ჩანასახოვან საფარში. უჯრედები მი-

დის ნათელი არეს უკანა კიდის ორივე ნხარედან შუა ხაზისაკენ და შემდეგ წინ, შუა ხაზზე. ამის გამო ჩანასახოვანი საფარის უკანა ნახევრის შუაში ხდება უჯრედების შემჭიდროება პირველადი ზოლის სახით. შემდეგ პირველადი ზოლი გრძელდება. ამავე დროს მთელი ჩანასახოვანი საფარი სიგრძივად იზოდება და მრგვალი ფორმის ნაცვლად იგი მსხლისებრ ფორმას ღებულობს. პირველადი ზოლის წინა ბოლოზე წარმოიქმნება შესქელება რომელსაც ჰენზენის (Hensen) კვანძი ეწოდება (სურ. 22, hk). პირველადი ზოლისა და ჰენზენის კვანძის უჯრედების ნაწილი შიგნით გადაადგილდება. უჯრედების შიგნით გადაადგილების გამო ჰენზენის კვანძის ფუძიდან წარმოიქმნება მკვრივი ბაგირაკი, რომელსაც თავის მორჩი, ანუ ქორდის მორჩი ეწოდება (სურ. 22, kf).

თავის მორჩიდან ზურგის სიმი (chorda dorsalis) ვითარდება. იგი მიიმართება ჩანასახის წინა ბოლოსაკენ ექტოდერმას და ენტოდერმას შოლის. ერთდროულად პირველადი ზოლის\* ფუძიდან (მარჯვნივ და მარცხნივ) წარმოიქმნება ორი ფრთა, რომლებიც ენტოდერმასა და ექტოდერმას შორის შეიკრება. ისინი მეზოდერმას წარმოადგენენ. მეზოდერმული ფრთების წინა მიდამოები, რომლებიც ჰენზენის კვანძის მიდამოში იმყოფება, აგრეთვე ჩანასახის წინა ბოლოსაკენ გადაადგილდება და ხორხის მორჩის მარჯვნივ და მარცხნივ თავსდება. ისე რომ მეზოდერმული მასალა პირველადი ზოლიდან ქორდის მორჩის წინა ბოლომდე ვრცელდება. ქორდის მორჩის ზემოთ ექტოდერმა ზოლის სახით გრძელდება შუა ხაზზე (ქორდის მორჩის პარალელურად). მას ნერვული ფირფიტა ეწოდება. ექტოდერმის დანარჩენი ნაწილისაგან გასარჩევად, იგი შედგება უფრო მაღალი უჯრედე-



ურ. 22 ქათმის ემბრიონის ჩანასახოვანი ფირფიტა (ჰეუტევიგიდან)  
 pr<sup>1</sup>—პირველადი ზოლი; hk—ჰენზენის კვანძი; kf—თავის მორჩი.

\* პირველადი ზოლი შეესაბამება ამფიოქსუსისა და ამფიბიების პირველად პირს (ბლასტოპორს).

ბისაგან. ყველაზე ღრმად იმყოფება ნაწლავის ენტოდერმის ჩანასახი, რომელიც უშუალოდ ყვითრის ზედაპირზეა მიდებული.

თავის, ანუ ქორდის მორჩი, რომელიც წარმოიქმნება პირველადი ზოლის მასალისაგან, ენტოდერმას ეხება მხოლოდ მის უკანა ნაწილში, ჰენზენის კვანძის წინ; წინა ნაწილში იგი განცალკევებულია ენტოდერმისაგან. გარდა ამისა, ხდება ქორდის შორჩისა და მეზოდერმის ერთიმეორისაგან განცალკევება. ამით მთავრდება გასტრულაცია.

ამრიგად, გასტრულაციის დასასრულს ჩანასახის სხეულში გამოვლინებულია ნაწლავის ენტოდერმა, ქორდა, მეზოდერმა და ნერვული ფირფიტა, რომლებიც დალაგებული არიან ხერხემლიანების ლერძოვანი აგებულების პრინციპის შესაბამისად. მაგრამ, დაბალ ხერხემლიან ცხოველებთან შედარებით, ურინელებში ემბრიონული წარმონაქმნების ურთიერთდამოკიდებულება თავისებურებას იჩენს. მაგალითად, ფრინველებში ექტოდერმა სხვაგვარად ვითარდება, ვიდრე ამფიოქსუსსა და ამფიბიებში. მაშინ როდესაც ამფიოქსუსსა და ამფიბიებში ენტოდერმა ვითარდება ცელობლასტულის და ამფიბლასტულის ფუძის შედრეკის საშუალებით, ფრინველების ენტოდერმა ვითარდება ჩანასახოვანი დისკოს დანარჩენი უჯრედებისაგან გამოცალკევების საშუალებით. ვინაიდან ენტოდერმის გამოცალკევება ჩანასახოვანი დისკოს დანარჩენი უჯრედებისაგან ძლიერ ადრე ხდება, ამიტომ ქორდა და მეზოდერმა კარგავს კავშირს პირველადი ხაწლავის კედელთან. ისინი დაკავშირებული არიან ექტოდერმასთან.

ჩანასახის განვითარების წინსვლასთან ერთად პირველადი ზოლის მასალის რაოდენობა განუწყვეტლივ იხარჯება წარმოქმნითი პროცესებისათვის. ამის გამო პირველადი ზოლი მოკლდება და ჰენზენის კვანძი სულ უკან და უკან იხევს.

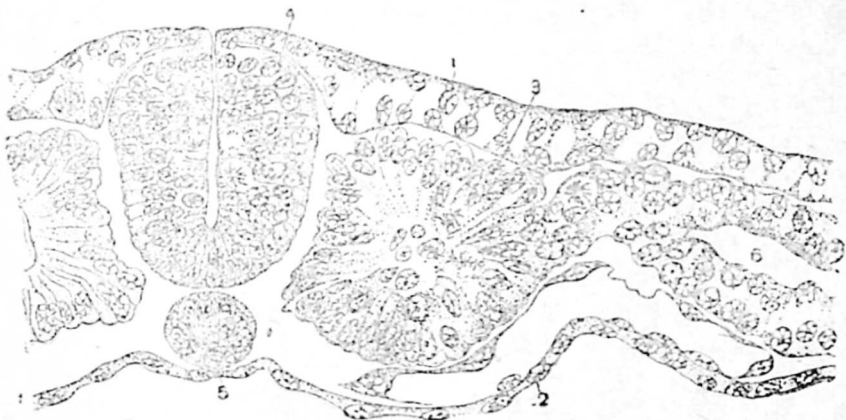
ღერძული ორგანოების განვითარება. გასტრულაციის დასასრულს ნერვული ფირფიტა იმყოფება ქორდის ზემოთ, ჩანასახის ზურგის გასწვრივ. დანარჩენ ექტოდერმასთან შედარებით, იგი უფრო სქელია და მაღალი უჯრედებისაგან შედგება. ნერვული ფირფიტა, კიდების ამაღლების გამო, ისე როგორც ამფიბიებში, ნერვულ ღარად გარდაიქმნება. ნერვული ღარის კიდებები (ნერვული ნაოქები) ერთიმეორესაკენ წაიზრდება და ერთმანეთს უერთდება. ამის გამო ნერვული ფირფიტა გარდაიქმნება ნერვულ ლულად, რომელიც თავსდება ექტოდერმის ქვეშ, ქორდის ზემოთ (სურ. 23).



თავის, ანუ ქორდის, მორჩი გარდაიქმნება ზურგის სიმაღ, რომელიც ნერვული ლულის ქვეშ თავსდება ჩანასახის სხეულის გასწვრივ.

მეზოდერმული ფრთები, რომლებიც ქორდის მარჯვნივ და მარცხნივ იმყოფება, ექტოდერმასა და ენტოდერმას შორის ვრცელდება. ფრინველებში ისინი, ისე როგორც ამფიბიებში, იყოფა ზურგის სეგმენტებად, სეგმენტების ფეხებად და გვერდით ფირფიტებად, ანუ სპლანქნოტომებად.

სპლანქნოტომები დასაბაზში მკვირივ (ულრუო) ფირფიტებია. შემდეგ მათში ჩნდება ღრუ, რომელსაც სხეულის მეორადი ღრუ, ანუ ცელომი ეწოდება. ამის გამო სპლანქნოტომები ბრტყელ პარკად გარდაიქმნება. მის გარეთა კედელს პარიეტალუ-



სურ. 23. ქათმის ჩანასახის ვანივი ანათალი ნერვული ლულის წარმოქმნის სტადიაზე (მანუილოვადან).

1—ექტოდერმა; 2—ნოტოდერმა; 3—სომიტი; 4—ნერვული ლულა; 5—ქორდა; 6—ცელომი.

რი ფურცელი ეწოდება, შიგნითა კედელს ვისცერალური ფურცელი ეწოდება.

ნაწლავის ლულის წარმოქმნა ფრინველებში, ამფიბიებთან შედარებით, სხვანაირად ხდება. ნაწლავის ლულის წარმოქმნა ხდება ჩანასახის ყვითრიდან განცალკევების დროს (იხ. ქვემოთ).

ნერვული ლულის, ქორდისა და მეზოდერმის წარმოქმნა კი მაშინ ხდება, როდესაც ჩანასახი ჯერ კიდევ ყვითრზეა მოთავსებული.

დამატებითი ემბრიონული, ანუ პროვიზორული ორგანოების განვითარება. როგორც უკვე ნათქვამი იყო, ჩანასახოვანი დისკო შედგება ემბრიონული და ემბრიონგარეშე, ანუ ექსოემბრიონული მიდამოებისაგან. ემბრიონული მიდამოსაგან ვითარდება ჩანასახის სხეული (ორგანოები). ექსოემბრიონული მიდამოდან ვითარდება შემდეგი დამატებითი ემბრიონული, ანუ პროვიზორული ორგანოები: ყვითრის პარკი, ამნიონი, სეროზული გარსი და ალანტოისი.

ამ პროვიზორული ორგანოების დახიშნულება ემბრიონის კვების და სუნთქვის უზრუნველყოფა და მექანიკური ინსულტების ზეგავლენისაგან დაცვა. ჩანასახოვანი ცხოვრების დამთავრების შემდეგ ისინი საჭირონი აღარ არიან. ამიტომ კერძებიდან ჩანასახის გამოჩევის დროს ისინი მოვარდნას განიცდიან.

ნირვული ლულისა, ქორდისა და ზურგის სეგენტების განვითარების დროს, როდელიც ჩანასახოვანი დისკოს ემბრიონულ მიდამოში (ჩანასახოვან საფარში) ხდება, ჩანასახოვანი დისკოს ექსოემბრიონული მიდამოც იზრდება და თანდათანობით ირგვლივ შემოვზრდება ყვითრს. ყვითრის გარშემო ექსოემბრიონული მიდამოს ზრდის დამთავრების შემდეგ, ყვითრის ირგვლივ (ჩანასახოვანი ფურცლის ექსოემბრიონული მიდამოს ხარჯზე) წარმოიქმნება დახშული პარკი, რომელსაც ყვითრის პარკი ეწოდება (სურ. 24, ds).

ჩანასახოვანი დისკოს ექსოემბრიონული მიდამო შედგება ექტოდერმისა, ენტოდერმისა და მეზოდერმისაგან. ისინი წარმოადგენენ ჩანასახის ექტოდერმის, ენტოდერმისა და მეზოდერმის უშუალო გაგრძელებას. ექსოემბრიონულ მიდამოშიც მეზოდერმა, რომელიც ექტოდერმასა და ენტოდერმას შორის იმყოფება, შედგება პარიეტალური და ვისცერალური ფურცლებისაგან. მათ შორის არის ნაპრალოვანი ღრუ (ექსოემბრიონული ცელომი), რომელიც წარმოადგენს ჩანასახის ცელომის უშუალო გაგრძელებას.

განვითარების დასაწყისში ჩანასახოვანი დისკო ყვითრზე მოთავსებული. მისი ემბრიონული და ექსოემბრიონული მიდამოები განუწყვეტლივ გრძელდება ერთიმეორეში. შემდეგ ჩანასახოვანი დისკოს ემბრიონული და ექსოემბრიონული მიდამოების საზღვარზე ღარი წარმოიქმნება. ეს ღარი თავის მიდამოსაკენ ვრცელდება. როდესაც ღარით კუდის მიდამოც მოისაზღვრება, მაშინ ერთი მთლიანი საზღვროვანი ღარი შეიქმნება. იგი

შედგება თავის ნაწილისა, ორი გვერდითი ნაწილისა და კუდის ნაწილისაგან.

ექტოდერმასა და მასზე მიდებულ პარიეტალურ მეზოდერმას სხეულის ფირფიტა (somatopleura) ეწოდება. ენტოდერმასა და ვისცერალურ მეზოდერმას ნაწლავის ფირფიტა (splanchnopleura) ეწოდება.

საზღვროვანი ღარის წარმოშობა ხდება სახელდობრ სხეულის ფირფიტის ჩანაოქების საშუალებით. სხეულის ფირფიტის ნაოქის კიდე ქვევით არის მიმართული. ისე რომ საზღვროვანი ღარის მიდამოების შესაბამისად, სხეულის ფირფიტის ნაოქშიაც არჩევენ თავის, კუდის და 2 გვერდით ნაოქებს. ეს ნაოქები მხოლოდ წარმოშობის დასაწყისში არიან ერთიმეორესაგან დროებით განცალკევებული შემდეგ კი ისინი მალე ერთ განუწყვეტლივ ნაოქად ერთდებიან. სხეულის ფირფიტის გვერდითი ნაოქები დასაბამში დაახლოებით პერპენდიკულარულად დგას და მიმართულია ზემოდან ქვევით. ამით შეიქმნება სხეულის გვერდითი კედელი. შემდეგ კი ისინი თავისი ქედებით შუა ხაზისაკენ მოიხრებიან, ერთიმეორეს უახლოვდებიან და თანდათანობით ლულად გარდაქმნებიან. ამგვარად შეიქმნება ემბრიონის ვენტრალური კედელი. ამავე დროს თავისა და კუდის ნაოქები თავის ქედებით ერთიმეორესაკენ მიიმართება, ე. ი. თავის ნაოქის ქვედა კიდე კაუდალურად მიიმართება და კუდის ნაოქის ქვედა კიდე კი კრანიალურად მიიმართება. ამის გამო ხდება ემბრიონის თავისა და კუდის გამოყოფა ყვითრისაგან.

მოკლედ რომ ვთქვათ, სხეულის ფირფიტის ნაოქის განცალკევებული ნაწილები, ზრდასთან ერთად, თავის ქედებით ყველა მხარედან (წინიდან, უკანიდან, და გვერდებიდან) ერთიმეორესაკენ იზრდება და ემბრიონის მუცლის მხარეზე, შუა ხაზზე. ერთდება პატარა ადგილას. ნაოქების წვერთების ადგილი ანათალზე რგოლისებრი ხაზით აღინიშნება (სურ. 24, 111).

აღწერილი პროცესების გამო ხდება ჩანასახის სხეულის გამოყოფა ექსოემბრიონული მიდამოდან (სურ. 24). მაგრამ ემბრიონის გამოყოფა ექსოემბრიონული მიდამოსაგან მთლიანად არ ხდება. ემბრიონი შეერთებული რჩება ექსოემბრიონულ მიდამოსთან ღრუს ფეხის (კანის ფეხის) საშუალებით.

ანალოგიურ ჩადრეკას განიცდის აგრეთვე ნაწლავის ფირფიტაც (splanchnopleura). ნაწლავის ფირფიტისა და სხეულის ფირფიტის განცალკევებული დანაოქება გამოწვეულია სახელდობრ იმით, რომ მათ შორის ცელომი არსებობს.

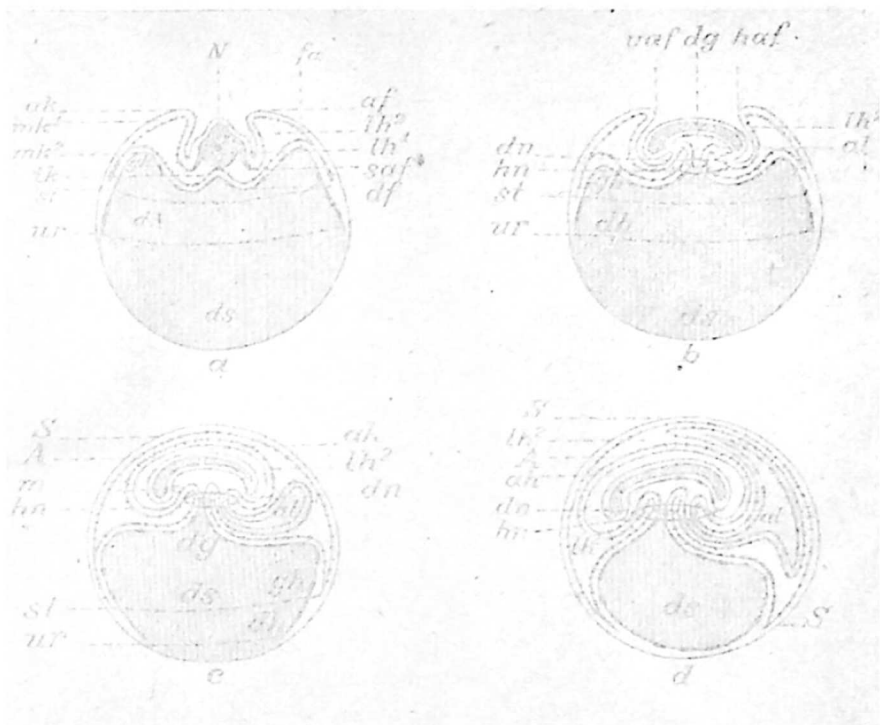
ნაწლავის ფირფიტის ქვევით ჩაღრევის გამო წარმოიშვება ნაწლავის ფირფიტის წინა 2 გვერდითი და უკანა ნაოქები. აღნიშნული ნაოქების წარმოშობის გამო დასაბამში ნაწლავის ღარი წარმოიშვება. გვერდითი ნაოქების ზრდასთან ერთად ნაწლავის ღარი ღრმავდება. შემდეგ, როდესაც ნაწლავის ფირფიტის ნაოქების კედლები (წინიდან, უკნიდან და 2 გვერდიდან) ერთმანეთს მიუახლოვდება და შეერთდება, მაშინ ნაწლავის ღარი ნაწლავის ლულად გარდაიქმნება. მხოლოდ ერთ პატარა ადგილას ნაწლავის ღარი დაუხშველი რჩება. ამ ადგილს აღნიშნავენ როგორც ნაწლავის კიპს (სურ. 24, du). ნაწლავის ლულა შეერთებულია ყვითრის პარკთან ღრუ ფეხის საშუალებით, რომელსაც ნაწლავის ფეხი, ანუ ყვითრის სადინარი (ductus omphalo-entericus) ეწოდება (სურ. 24, du).

ამის შემდეგ ემბრიონი გამოიყოფა ყვითრისაგან. ამავე დროს ემბრიონს შეუძლია განუწყვეტლივ მიიღოს საკვები მასალა ყვითრიდან ductus omphalo-entericus-ის საშუალებით, ან, უფრო ზუსტად რომ ვთქვათ, ყვითრის პარკის სისხლის ძარღვების საშუალებით.

ყვითრის პარკის გარდა, ფრინველებს ჩანასახოვანი ფურცლების ემბრიონის გარეშე მიდამოდან უვითარდება სამი პროვზორული ორგანო—ამნიონი, სეროზული გარსი და ალანტოისი. ამნიონსა და სეროზულ გარსს კვერცხის გარსები ეწოდება. მათი დანიშნულება გამოიხატება უმთავრესად ემბრიონის დაცვაში მექანიკური ზეგავლენისაგან. ფრინველების გარდა, ისინი ვითარდებიან რეპტილიებსა და ძუძუმწოვრებში.

ფრინველების კვერცხის გარსების განვითარება. მაგალითისათვის აქ აღვწერთ ქათმის კვერცხის გარსების პროცესს.

ჩანასახოვანი ფურცლების ემბრიონის გარეშე მიდამოში, საზღვროვანი ღარის გარეთ, ემბრიონის ირგვლივ (წინ. გვერდებზე და უკან) წარმოიშვება ნაოქი, რომელიც აღინიშნება როგორც ამნიონის ნაოქი (სურ. 24, fu). მაშინ როდესაც სხეულის ნაოქის ქედები ქვემოთ არის მიმართული, ამნიონის ნაოქის ქედები, პირიქით, ზევითაა მიმართული. ისე რომ ამნიონის ნაოქი სხეულის ნაოქისაგან განისაზღვრება საზღვროვანი ღარით. ამნიონის ნაოქი ერთდროულად არ ვითარდება მთლიანად. პირველად იგი ვითარდება ემბრიონის თავის ბორცვის წინ ნახევარმთვარისებრი ნაოქის სახით. იგი აღინიშნება როგორც პროამნიონი. იგი ვითარდება იმ ადგილას, სადაც მეზოდერმა არ არის გავ-



სურ. 24. ქათმის ჩანასახის სქემატური განივი და სიგრძივი ანათლე-  
ბი ინკუბაციის სხვადასხვა სტადიაზე (ჰეოტეგიდან).

a და b—განივი და გასწვრივი ანათლები კარგად განვითარებული ამნიონის ნაოჭებით ინკუბაციის მესამე დღეზე. c—გასწვრივი ანათალი დაბშული ამნიონის გარსით (al), სეროზული გარსით (s) ალანტოისით (al) და ყვიარის პარკით (ds) ინკუბაციის მეხუთე დღის დასაწყისში. d—სიგრძივი ანათალი ინკუბაციის მეშვიდე დღეზე. ak—ექტოდერმა; ik—ენტოდერმა; mk—მეზოდერმა; mk,<sup>1</sup> mk<sup>2</sup>—პარიეტალური და ცისტერალური ნეზოდერმა; lh—სხეულის ღრუ; lh<sup>1</sup>—ემბრიონული ნაწილი; lh<sup>2</sup>—სხეულის ღრუს ექსოზომბრიონალური ნაწილი (ჩანასახოვანი ბუშტის ცელომი). A—ამნიონი; al—ამნიონის ღრუ; af—ამნიონის ნაოჭი; vaf—წინა, saf—გვერდითი, haf—უკანა ამნიონის ნაოჭები. fa—ყალბი ამნიონი; s—სეროზული გარსი; al—ალანტოისი; df—ნაწლავის ნაოჭი; dg—ყვიარის სადინარი; dn—ნაწლავის კიბი; hn—კანის კიბი; ds—ყვიარის პარკი; gh—სისხლძარღვოვანი არე. st—კიდურული ღვწა (sinus terminalis); dlh—ყვიართოვანი არე; ur—გარწმუნობრდის კიდე; N—ნერვული ღულა.

რცელებული. ისე რომ აქ ექტოდერმა და ენტოდერმა მკიდროდ არიან ერთმანეთზე მიღებული. ამიტომ პროამნიონი შედგება ექტოდერმისა და ენტოდერმისაგან. პროამნიონი ქედით უკან მიიმართება, ამავე დროს მასში შედის როგორც მეზოდერმა, ისე ცელომიც. შემდეგ ენტოდერმა და ვისცერალური მეზოდერმა გამოდიან პროამნიონიდან. ამის შემდეგ ნაოქი შედგება მხოლოდ ექტოდერმისა და პარიეტალური მეზოდერმისაგან და აღინიშნება როგორც ამნიონის წინა ნაოქი (სურ. 24, val).

ამნიონის წინა ნაოქი ქედით უკან მიიმართება და უკვე ინკუბაციის მეორე დღეზე ქულაკისებურად გადაეფარება თავის წინა ბოლოს. ამ დროს იგი აღინიშნება, როგორც თავის გარსი.

შემდეგ წარმოიშვება ამნიონის გვერდითი ნაოქები (სურ. 24, n, sal). ისინი წარმოიშვებიან იმ ადგილას, სადაც მეზოდერმა უკვე არსებობს და გაყოფილიც არის პარიეტალურ და ვისცერალურ ფურცლებად. ამიტომ ამნიონის გვერდითი ნაოქები უკვე თავიდანვე შედგება ექტოდერმისა და პარიეტალური მეზოდერმისაგან.

სხეანაირად რომ ვთქვათ, ამნიონის გვერდითი ნაოქები სხვა არაფერია, თუ არა სხეულის ფირფიტის ნაოქები. ამნიონის გვერდითი ნაოქები თანდათანობით შორდება ნაწლავის ფირფიტას, რომელიც ყვითრზე რჩება გაშლილი. ამის გამო ცელომის ექსოემბრიონული მიდამო (ექსოცელომი) (სურ. 24, ll<sup>2</sup>) თანდათანობით განივრდება ემბრიონის ირგვლივ. როდესაც გვერდითი ნაოქები ემბრიონის ზურგის მხარეს დონემდე გაიზრდება, მაშინ ისინი შუა ხაზისაკენ მოიხრებიან თავისი ქედებით და ემბრიონის სხეულის ირგვლივ შექმნიან გვერდით გარსებს.

დასასრულ წარმოიშვება ამნიონის უკანა ნაოქი. იგი წარმოიშვება, ისე როგორც გვერდითი ნაოქები, სხეულის ფირფიტისაგან. წარმოშობის შემდეგ ამნიონის უკანა ნაოქი ქედით წინ მიიმართება და ქულაკისებურად გადაეფარება კულის ბოლოს (სურ. 24, llaf).

ამნიონის წინა, ორი გვერდითი და უკანა ნაოქები მხოლოდ წარმოშობის დასაბამში არის ერთიმეორისაგან განცალკევებული. შემდეგ ისინი მალე ერთ განუწყვეტლივ რგოლისებრ ნაოქად ერთდებიან ემბრიონის ირგვლივ. ამნიონის ყველა ნაოქი ერთიმეორისაკენ იზრდება; ზურგის მხარეზე ერთმანეთს ხვდება და ქედებით ერთდება. ამნიონია ნაოქების ქედების შეერთება წინიდან უკან ხდება. ის ხაზი კი, რომლის გასწვრივაც ქედების დახშვა ხდება, აღინიშნება როგორც ამნიონის ნაწიბური. დახშვა

შედარებით უფრო გვიან ხდება მხოლოდ კულის ახლოს, რის გამო პატარა ხერელი რჩება. უკანასკნელი აღინიშნება, როგორც ამნიონის ხერელი. ანუ ამნიონის ქიპი. იჩუბაციის დაწყებიდან 75—85 საათის გავლის შემდეგ ამნიონის ხერელიც იხლება.

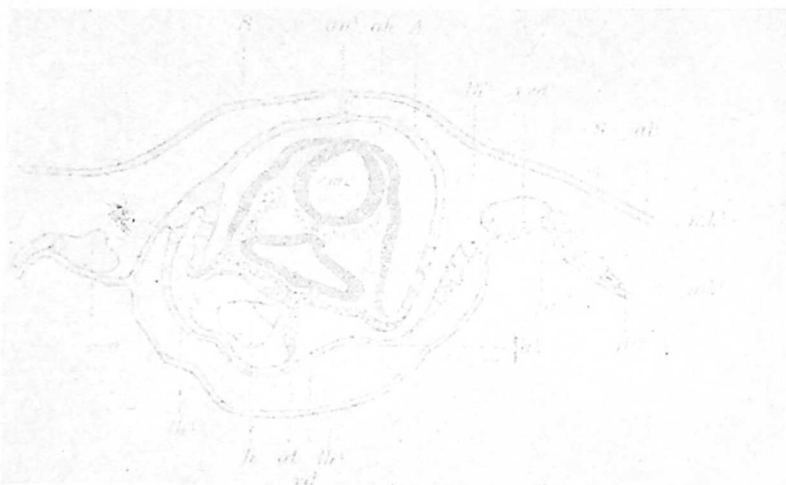
ამნიონის ყოველი ნაოკი შედგება ორი ფურცლისაგან: შიგნითა ფურცლისა და გარეთა ფურცლისაგან. მათ შორის კი ექსოცელომის ნაწილი (III<sup>2</sup>) არის მოთავსებული. ქედების მიდამოში ეს ორი ფურცელი განუწყვეტლივ გადადის ერთიმეორეში (სურ. 24 II და I). ამნიონის ნაოკის როგორც შიგნითა, ისე გარეთა ფურცელი შედგება ექტოდერმისაგან და პარიეტალური მეზოდერმისაგან. ამიტომ ამნიონის ნაწიბურის წარმოშობის დროს ჯერ ქედების ექტოდერმული ზედაპირები შეერთდება. ისე რომ დასაწყისში ექტოდერმული ამნიონის ნაწიბური წარმოიშვება.

ექტოდერმული ამნიონის ნაწიბურის წარმოშობის გამო, ექტოდერმა იყოფა შიგნითა და გარეთა ექტოდერმად. შემდეგ ექტოდერმული ამნიონის ნაწიბურის მიდამოში შიგნითა და გარეთა ექტოდერმა ერთიმეორეს გაშორდება. ამის შემდეგ კი ხდება პარიეტალური მეზოდერმის ქედების ერთიმეორესთან მიახლოება და შეერთება. ამის გამო წარმოიშვება მეზოდერმული ნაწიბური (სურ. 25. III<sup>1</sup>). შემდეგ მეზოდერმული ნაწიბურის მიდამოში, ისე როგორც ექტოდერმული ამნიონის ნაწიბურის მიდამოში, შიგნითა და გარეთა მეზოდერმა ერთიმეორეს შორდება.

ზემოაღწერილი პროცესების დასასრულ ემბრიონის ირგვლივ წარმოიქმნება ორი გარსი: შიგნითა გარსი, ანუ ამნიონი (სურ. 24 და 25, A) და გარეთა გარსი, ანუ სეროზული გარსი (სურ. 24 და 25, S).

ამნიონი წარმოიშვება ამნიონის ნაოკის შიგნითა ფურცლისაგან, სეროზული გარსი კი—ამნიონის გარეთა ფურცლისაგან. მაგრამ ვინაიდან ამნიონის ნაოკის ორივე ფურცელი შედგება ექტოდერმისაგან და პარიეტალური მეზოდერმისაგან, ამიტომ როგორც ამნიონი, ისე სეროზული გარსიც ექტოდერმისა და პარიეტალური მეზოდერმისაგან შედგება. ექტოდერმა სეროზულ გარსში ქმნის გარეთა კედელს, ამნიონში კი—შიგნითა კედელს. სამაგიეროდ პარიეტალური მეზოდერმა სეროზულ გარსში ქმნის შიგნითა კედელს, ამნიონში კი—გარეთა კედელს (სურ. 24 და 25).

ამნიონი დასაწყისში მკიდროდ არის მიდებული ემბრიონის სხეულის ზედაპირზე. მაგრამ შემდეგ იგი უფრო სწრაფად იზრდება, ვიდრე ემბრიონი. ამავე დროს ამნიონში გროვდება სითხე, რომელიც აღინიშნება როგორც ამნიონის სითხე (liquor amnii). მასში ნაყოფი ცურავს. ამნიონის სითხე არის სისხლის ტრანსუდატი. იგი შეიცავს მარილებს და ცილას.



სურ. 25. Albatros-ის ემბრიონის განივი ანათალი (პერტვიგადან).  
 A—ამნიონი; ah—ამნიონის ღრუ. S—სეროზული გარსი; H1—სხეულის ღრუ; H2—ემბრიონის გარეშე სხეულის ღრუ; +—ცელომის ექსოცელომში გადასვლის ადგილი; vva და vv1—მარტხენა და მარჯვენა vena vitallina anterior; h—გული (ენდოთელური პარკი); an1—მეზოდერმული ნაწიბური; ak—ექტოდერმა; ik—ენტოდერმა; mk1, mk2—მეზოდერმა; mc—ნერვული არხი; vd—ნაწლავი; at—ამნიონის ჯიბე.

მათელი ემბრიონული ცხოვრების განმავლობაში ამნიონი შეერთებულია ემბრიონის სხეულთან ემბრიონის მუცლის მხარეზე არსებული კანის კიბის საშუალებით (სურ. 24, III). ისე რომ ემბრიონის სხეულის კედელი უშუალოდ გრძელდება ამნიონის კედელში.

სეროზული გარსი გარს ეხვევა ჩანასახს, ამნიონს, ყვითრის პარკს და ცილას. ამნიონი კი გარს ეხვევა მხოლოდ ჩანასახს.

ამნიონისა და სეროზული გარსის დანიშნულება, როგორც უკვე ნათქვამი იყო, იმით გამოიხატება, რომ ისინი ემბრიონს გა-



რეგანი ზეგავლენისაგან იცავენ. ამ მხრივ უმთავრესი როლი ამნიონს ეკუთვნის და სახელდობრ იმიტომ, რომ ემბრიონი თავისუფლად ცურავს ამნიონის სითხეში, როგორც თევზი წყალში. გარდა ამისა, ამნიონის სითხეში ემბრიონის თავისუფლად ცურვას დიდი მნიშვნელობა აქვს აგრეთვე ემბრიონის ფორმის განვითარებისათვის—სითხეში თავისუფლად მოძრაობის გამო ემბრიონს შეუძლია ისეთი წონასწორობის მდგომარეობა მიიღოს, როგორც საკიროა ცხოველის ნორმალური ფორმის გასავითარებლად.

ალანტოისის განვითარება. ალანტოისის (ბერძ. allantois—ძებვისებრი) ფუნქციას შეადგენს შარდის დაგროვება. გარდა ამისა, ჩანსახოვანი ცხოვრების დროს იგი სუნთქვის ორგანოსაც წარმოადგენს.

ქათმის ემბრიონს ალანტოისის განვითარება ეწყება ინკუბაციის დაწყების მეორე დღეზე. მისი განვითარება იწყება უკანა ნაწლავის ზოლოზე პარკისებრი გამოდრეკია გაჩენით (სურ. 24, 21). ალანტოისის კედელი შედგება შიკნიდან ენტოდერმისაგან და გარედან—ვისცერალური მეზოდერმისაგან. ალანტოისის პარკი სწრაფად იზრდება და ბუშტუკის ფორმას ღებულობს. იგი ცელომში შეიზრდება, მაგრამ მალე ცელომში ველარ ეტევა და ამიტომ ექსოცელომში გამოდის კანის ფეხსა და ნაწლავის ფეხს შორის (სურ. 24, 21). ექსოცელომში ალანტოისი თანდათანობით იზრდება ამნიონის, სეროზულ გარსსა და ყვითლის პარკს შორის. ამავე დროს იგი შეერთებული რჩება ზოლო ნაწლავთან - ღრუ ფეხის, შარდის სადინარის (urachus) საშუალებით. აღნიშნულ ორგანოებს ალანტოისი ჯერ მიედება, ხოლო შემდეგ მჭიდროდ შეუერთდება. ალანტოისის ის კედელი, რომელიც სეროზულ გარსს უერთდება, აღინიშნება როგორც გარეთა ფურცელი. ის კედელი კი, რომლითაც ალანტოისი ამნიონსა და ყვითლის პარკს უერთდება, აღინიშნება როგორც შიგნითა ფურცელი.

ხსენებულ ორგანოებთან შეერთების შემდეგ ალანტოისი იმდენად იზრდება, რომ თითქმის სავსებით ფარავს როგორც ამნიონს, ისე ყვითლის პარკს. ამავე დროს იგი ბრტყელდება და მის შიგნითა და გარეთა ფურცლებს შორის რჩება მხოლოდ პატარა ღრუ, რომელიც ამოვსებულია შარდით.

გარდა ამისა, ალანტოისში დიდი რაოდენობით ვითარდება სისხლის ძარღვები, რომელთა საშუალებით ხორციელდება სუნთქვის პროცესი ემბრიონული ცხოვრების დროს. ვინაიდან სისხლის ძარღვები უფრო მეტად ვითარდება გარეთა ფურცელში, რომელიც მოთავსებულია კვერცხის ზედაპირის ახლოს, ამიტომ

აქ არსებულ სისხლის ძარღვებში მოძრავი სისხლი ღებულობს ჟანგბადს როგორც კვერცხის ნაკუჭიდან უშუალოდ, ისე ჰაერის კამერიდან, როგელიც კვერცხის ბლაგვ ბოლოში არის და რომელზედაც მიდებულა ალანტოისი.



სურ. 26. ქათმის ჩანასახის გარსების სქემა (ჰერტიგიდან).

E—ემბრიონი; ah—ალანტოისი; D—ყვითრის პარკი; Eil—ცილის პარკი; A—ამნიონი. ah—ამნიონის ღრუ; Ale, Ali—ალანტოისის გარეთა და შიგნითა ფურცლები. S—სეროზული გარსი; A+Ali—ამნიონი (ალანტოისის შიგნითა ფურცელთან შეზრდილი); S+Ale—სეროზული გარსი (ალანტოისის გარეთა ფურცელთან შეზრდილი); Al<sup>1</sup> და Al<sup>2</sup> შიგნითა და გარეთა კიდურული ნაოჭები ცილის პარკზე. Eil—ცილის პარკის ხვრელი; lh<sup>1</sup>—სხეულის ღრუ; lh<sup>2</sup>—სხეულის ექსთემბრიონული ღრუ. B—შემაერთესოვილთვანი რგოლის ცენტრალური ხვრელი, ანუ ყვითრის არხის ხვრელი. d—ნაწლავის გრებილი.

შიეწოვება ჩანასახის მიერ. ყვითრის გათხიერებისა და შეწოვის გამო ყვითრის პარკი იკუმუქნება. ინკუბაციის დასასრულს ყვითრის პარკი მუცლის ღრუში შედის კანის ქიპის საშუალებით. მუცლის კედლებში შესვლის დროს იგი სილის საათისებრ ფორმას ღებულობს. ბოლოს, ყვითრის სავსებით დახარჯვის შემდეგ,

რესპირატორული ფუნქციის გარდა, ალანტოისის ახასიათებს აგრეთვე ცილის რეზორბციის ფუნქციაც. ცილა, თანდათანობით შესქელდება და ბელტისებრ გროვას ქმნის კვერცხის მახვილ ბოლოში. ალანტოისი გარშემოებზრდება ცილის ამ ბელტს და მისთვის პარკს ქმნის (სურ. 26, Eil). ცილის პარკის შიგნითა ზედაპირზე წარმოიშეება საოები, რომლებიც მდიდარია სისხლის ძარღვებით და ცილაში შეიქრებიან.

ინკუბაციის პერიოდში ცილისა და ყვითრის რაოდენობა თანდათანობით მცირდება. გათხიერებული ცილა ნაწილობრივ აორთქლებას განიცდის, ნაწილობრივ კი

ყვითრის პარკი ნაწლავის კიბს ხურავს. ინკუბაციის მეორე ნახევრიდან დაწყებული ამნიონის სითხე თანდათანობით მცირდება და ბოლოს სავსებით ისპობა. ისე რომ გამოჩეკის წინ ამნიონი კვლავ მკიდროდ მიედება ემბრიონის სხეულს. ამ ხნის განმავლობაში ალანტოისი იმდენად იზრდება და სეროზული გარსის მთელი შიგნითა ზედაპირის ირგვლივ მისი შემოზრდა იმდენად სავსებით ხდება, რომ ალანტოისის კედლები ერთმანეთს ეხება და ერთდება. ამის გამო წარმოიშვება ალანტოისის პარკი, რომელიც შეიცავს როგორც ემბრიონს. ისე ამბრიონს. ამავე დროს ალანტოისისა და სეროზული გარსის ურთიერთშორის შეზრდა იმდენად ძლიერია, რომ მათი დაშორება შეუძლებელი ხდება. ინკუბაციის დასასრულს შარდი ალანტოისში სავსებით ისპობა.

გამოჩეკის წინ წიწილა ნისკარტით ხერეტს მასზე გარშემოხვეულ გარსებს და იწყებს სუნთქვას გადიდებულ ჰაერის კამერაში არსებული ჰაერით. ამის შემდეგ ალანტოისის სისხლის ძარღვებში სისხლის მიმოქცევა წყდება. მომტანი კიბის სისხლის ძარღვები ობლიტერაციას განიცდის. ამნიონი და ალანტოისი კედლებიან და. კანის კიბის დახზვის შემდეგ, რომელიც გამოჩეკის წინა დღით ხდება, კანის კიბიდან მოვარდება.

ძუძუმწოვრების გასტრულაცია. როგორც უკვე ნათქვამი იყო, ძუძუმწოვრის (მინაური კურდელი) ზიგოტის დაყოფის შედეგად წარმოიქმნება მკარივი სფერო, რომელსაც სტერობლასტულა ეწოდება. (სურ. 18.e). მასში არჩევენ გარეთა შრეს, რომელიც შედგება ნათელი უჯრედებისაგან და ცენტრალურ მასას, რომელიც შედგება მუქი უჯრედებისაგან. გარეთა შრეს ტროფობლასტი (ბერძ. trophie—საკვები) ეწოდება, ვინაიდან მისი უჯრედების მეშვეობით ხდება ჩანასახის კვება. ცენტრალურად მდებარე მუქ უჯრედებს, ემბრიონული კვანძი, ანუ ემბრიობლასტი ეწოდება. ემბრიონული კვანძიდან ჩანასახი ვითარდება. სტერობლასტულა არ წარმოადგენს სხვა ცხოველების ბლასტულისა და მორფულის ანალოგიურ სტადიას. იგი არის ზიგოტის დაყოფის ერთ-ერთი შუალედური სტადია. სტერობლასტულა საშვილოსნოს ლორწოვან გარსში შეიქრება და მას უმაგრდება. საშვილოსნოს ლორწოვან გარსში შექრის, ანუ იმპლანტაციის შემდეგ სტერობლასტულა ჩანასახოვან ბუშტუკად გარდაიქმნება (სურ. 18,f). ჩანასახოვანი ბუშტუკის გარეთა კედელი ტროფობლასტისაგან შედგება. მისი ღრუ აგებულია ცილოვანი სითხით, რომლის შეწოვა საშვილოსნოს ლორწოვანი გარსიდან ტროფობლასტის მეშვეობით ხდება. ემბრიონული კვანძი, ანუ ემბრიობლასტი დაკავშირებულია ტრო-

ფობლასტთან ერთ პატარა ადგილას და გორაკისებურად არის შემალღებული ჩანასახოვანი ბუშტუკის ღრუში. ჩანასახოვანი ბუშტუკის ზრდასთან ერთად ემბრიონული კვანძი ბრტყელდება და გარდაიქმნება ჩანასახოვან ფირფიტად, ანუ დისკოდ, რომელიც მიდებულა ტროფობლასტის შიგნითა ზედაპირზე პატარა ადგილას (სურ. 27,ა,2). შემდეგ ტროფობლასტი ისპოცა ამ ადგილას. რის გამოც ჩანასახოვანი დისკო შიშვლდება და თავის კიდით ტროფობლასტის კიდეს უერთდება. ამის გამო ჩანასახოვანი დისკო მთლიანად შედის ჩანასახოვანი ბუშტუკის კედლის შემადგენლობაში (სურ. 27, ს,1). ეს ჩანასახოვანი დისკო ფრინველების ჩანასახოვან დისკოს შეესაბამება.

ჩანასახოვანი დისკოს შუა ნაწილში გამოვლინდება ჩანასაიოვანი საფარი, რომელიც შეესაბამება ფრინველების ჩანასახოვან საფარს. ჩანასახოვანი დისკოს დანარჩენი ნაწილი ეესოებრიონულ მასალას წარმოადგენს. განვითარების განსაზღვრულ სტადიაზე ჩანასახოვანი საფარი ორშრიანი ხდება. გარეთა შრე შედგება უფრო მალალი უჯრედებისაგან და ექტოდერმას წარმოადგენს. შიგნითა შრე შედგება ბრტყელი უჯრედებისაგან და ენტოდერმას წარმოადგენს. ენტოდერმა წარმოიქმნება ჩანასახოვანი საფარის შიგნითა შრის გამოცალკევებით. ჩანასახოვანი საფარის დანარჩენი უჯრედებისაგან წარმოიქმნილი ენტოდერმა თავისი კიდით გარშემოვხრდება ჩანასახოვანი ბუშტუკის ღრუს, რომელიც ავსებულია ცილოვანი სითხით. ენტოდერმა მჭიდროდაა მიდებული ტროფობლასტის შიგნითა ზედაპირზე, რის გამოც ჩანასაიოვანი ბუშტუკის კედელი ორშრიანი ხდება. ამრიგად, ენტოდერმის წარმოქმნა ძუძუმწოვრებში (შინაურ კურდღელში) სავსებით ისევე ხდება, როგორც ფრინველებში (ქათამი). ჩანასახოვან ბუშტუკში არსებული ცილოვანი სითხე, რომელიც ტროფობლასტის მიერ საშვილოსნოს ლორწოვანი გარსიდანაა შეუპოვილი, ყვითრის მაგივრობას ასრულებს, იგი საკვები მასალაა.

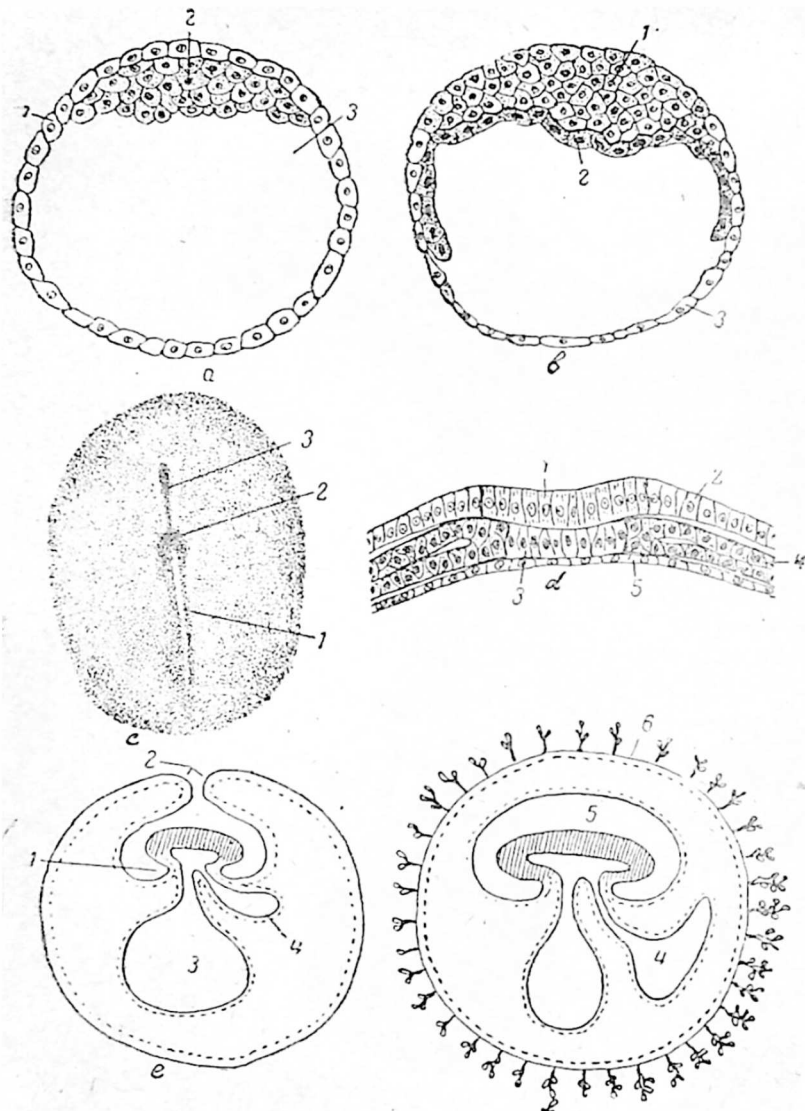
წუძუმწოვრების ჩანასახოვანი საფარი სავსებით შეესაბამება ფრინველების ჩანასახოვან საფარს. ჩანასახოვანი საფარის შუა ნაწილში, ისე როგორც ფრინველებში, წარმოიქმნება პირველადი ზოლი ჰენზენის კვანძით (სურ. 27,ბ). პირველადი ზოლისა და ჰენზენის კვანძის მიდამოში ისეთივე პროცესებს აქვს ადგილი, როგორც ფრინველებში: ჰენზენის კვანძიდან კრანიალურად წარმოიქმნება თავის, ანუ ქორდის მორჩი, რომელიც შეიზრდება ექტოდერმას და ენტოდერმას შორის არსებულ შუალედში. პირველადი ზოლის უჯრედების შიგნით ჩანასახლებით წარმოიქმნება მე-

ზოდერმა, რომელიც ორი ფრთის სახით ვრცელდება ექტოდერმა-სა და ენტოდერმის შორის. გარდა ამისა, მეზოდერმა თავსდება ქორდის მორჩის მარჯვნივ და მარცხნივ. ქორდის ზემოთ ექტოდერმაში წარმოიქმნება ნერვული ფირფიტა გრძელი ზოლის სახით. ქორდის ვენტრალურად იმყოფება ნაწლავის ენტოდერმის მასალა (სურ. 27, (1). მიუხედავად იმისა, რომ ძუძუმწოვრის კვერცხი იზოლაციტურია (ისე როგორც ამფიოქსუსის კვერცხი) და ზიგოტა იყოფა (ისე როგორც ამფიბიების კვერცხი) მთლიანად და უთანაბროდ, ჩანასახოვანი ფურცლების წარმოქმნა ძუძუმწოვრებში ხდება არა ისე, როგორც ამფიოქსუსსა და ამფიბიებში, არამედ ისე, როგორც ფრინველებში, რომელთაც აქვთ ყვითრით ნდიდარი (ტელოლეციტურა) კვერცხები. ეს გარემოება აიხსნება იმით რომ ძუძუმწოვრები განვითარდნენ დიდი და ყვითრით მდიდარი კვერცხების. მქონე ცხოველებისაგან, რომლებიც კვერცხებს გარეთ (მიწაზე) დებდნენ. ძუძუმწოვრების კვერცხის მიერ ყვითრის დიდი ნაწილის დაკარგვა აიხსნება იმით, რომ მათი განვითარების პირობები შეიცვალა. განვითარების პირობების შეცვლა გამოიხატება იმით, რომ ძუძუმწოვრის კვერცხი საწვილოსნოში ვითარდება. ამით აიხსნება ის, რომ ძუძუმწოვრების ენტოდერმის წარმოქმნა ხდება ისე, თითქოს, ცილოვანი სითხით ავსებული ჩანასახოვანი ბუშტუკის მაგიერ. მათ ყვითრის წემცვლელი ბუშტუკი ჰქონდეთ.

ძუძუმწოვრების ღერძული ორგანოების განვითარება. ნერვული ფირფიტა ნერვულ ლულად გარდაიქმნება. თავისი მორჩი ქორდად გარდაიქმნება. მეზოდერმა იყოფა ზურგის სეგმენტებად (სომიტებად), ზურგის სეგმენტების ფესვებად და გვერდით ფირფიტებად, ანუ სპლანქნოტომებად. ამავე დროს ხდება ნერვული ლულის, ქორდისა და მეზოდერმის ერთიმეორესაგან განცალკევება.

ვინაიდან აქ ჩამოთვლილი პროცესები საკვებით ისე მიმდინარეობს. როგორც ფრინველებში, ამიტომ, განმეორების თავიდან ასაცილებლად, მათ აქ აღარ აღვწერთ.

ძუძუმწოვრების დამატებითი ემბრიონული. ანუ პროვიზორული ორგანოების განვითარება. ძუძუმწოვრებს უვითარდება ისეთივე პროვიზორული ორგანოები, როგორც ფრინველებს: ყვითრის პარკი, ამნიონი, ქორიონი (რომელიც შეესაბამება ფრინველების სეროზულ გარსს) და ალანტოისი. ამ პროვიზორული ორგანოების განვითარებასთან ერთად ხდება ჩანასახის სხეულის ფორმირება. პროვიზორული ორგანოების განვითარება და ჩანასახის სხეულის ფორმირება განვითარების



სურ. 27. შინაური კერძლის ჩანასახის განვითარება (შჩელკუნოვიდან).  
 ა—ჩანასახი ჩანასახოვანი ბუშტის სტადიაზე. 1—ტროფობლასტი; 2—ემბრიონული კვანძი (ემბრიობლასტი); 3—ჩანასახოვანი ბუშტის ღრუ. ს—ჩანასახი დაყოფის ბოლო პერიოდში. 1—ჩანასახოვანი დიაკო; 2—ენტოდერმა; 3—ტროფობლასტი. ე—ჩანასახი გასტრულაციის პერიოდში (ხემოდან დახედვის დროს). 1—პირველადი ზოლი; 2—ჰენზენის კვანძი; 3—ქორდის მორჩი (თავის მორჩი);

ადრეულ სტადიაზე ისევე მიმდინარეობს, როგორც ფრინველებში. მაგრამ შემდეგ ძუძუმწოვრების პროვიზორული ორგანოები ცვლილებებს განიცდის. პროვიზორული ორგანოების განვითარება იწყება ორი ნაოქის—სხეულისა და ამნიონის ნაოქების წარმოქმნით (სურ. 27, e, 1, 2).

ჩანასახის სხეული, რომელიც ყვითრის ბუშტზე დევს, სხეულის ნაოქის ჩადრმავების გამო. ყვითრის ბუშტის ზემოთ აიწვევს და გამოეყოფა მას. ამავე დროს ჩანასახის ქვეშ მდებარე ენტოდერმა ჩანასახის შიგნით შეიწვევს და ნაწლავის ლულად გარდაქმნება. ნაწლავის ლულა უერთდება ყვითრის პარკს ყვითრის სადინარის საშუალებით (სურ. 27, e და f).

ამნიონის ნაოქის კიდებრის ჩანასახის ზემოთ შეერთების შემდეგ, ისე როგორც ფრინველებში. წარმოიქმნება ამნიონი და ქორიონი (ბერძ. chorion—კანი) (სურ. 27, f, 5, 6). ქორიონი შეესაბამება ფრინველების სეროზულ გარსს.

ამნიონის წარმოქმნის შემდეგ იქმნება ამნიონის ღრუ, რომელიც შეიცავს ჩანასახს და ამნიონის სითხეს.

ალანტოისი ვითარდება ნაწლავის ლუკანა მიდამოს ვენტრალური კედლის გამოდრეკის საშუალებით. იგი ძუძუმწოვრებში არ იზრდება ისე ძლიერ, როგორც ფრინველებში. ნაწლავიდან გამოზრდის შემდეგ იგი თავსდება ყვითრის ბუშტსა, ამნიონსა და ქორიონს შორის (სურ. 27, e, f, 4) და ერთი კედლით ქორიონს მიეზრდება. ამის შენდევ ჩანასახის ნივთიერებათა ცვლა კიპის სისხლის ძარღვების საშუალებით წარმოებს. ისე რომ ძუძუმწოვრების ალანტოისის დანიშნულება კიპის ძარღვების გამტარებლობაში გამოიხატება, მაშინ როდესაც ფრინველებში იგი ჩანასახის სუნთქვის ორგანოს წარმოადგენს. ამნიონი ძლიერ იზრდება. იგი მჭიდროდ ძიეკვრება ქორიონს და გარს ეხვევა კიპლარს. ამნიონი ჩანასახოვანი ცხოვრების ბოლომდე ასრულებს თავის ფუნქციას—ჩანასახის დაცვას მექანიკური დაზიანებისაგან.

ყვითრის პარკი რედუქციას განიცდის მასში მყოფი ცილოვანი სითხის ჩანასახის მიერ შეწოვის შემდეგ.

ქორიონი, რომელიც გარედან დაფარულია ტროფობლასტით, უკავშირდება საშვილოსნოს ლორწოვან გარსს. ქორიონსა და საშვილოსნოს ლორწოვან გარსს შორის კავშირს პლაცენტა ეწოდება. პლაცენტის საშუალებით ხდება ნივთიერებათა ცვლა ჩანასახსა და დედის ორგანიზმს შორის.

d—ჩანასახი ვასტრულაციის დასასრულს. 1—ნერვული ფირფიტის მასალა; 2—კანის ექტოდერმის მასალა; 3—ქორდის მასალა; 4—მეზოდერმის მასალა; 5—ნაწლავის ენტოდერმის მასალა. e f.—შინაური კუროვლის პროვიზორული ორგანოების წარმოქმნის სქემა. 1—სხეული ნაოქი; 2—ამნიონის ნაოქი; 3—ყვითრის პარკი; 4—ალანტოისი; 5—ამნიონი. 6—ქორიონი ხაოვებით

## ადამიანის ჩანასახის განვითარება

ადამიანის ჩანასახის განვითარების პირველი სტადია (პირველი 6—7 დღის განმავლობაში), როდესაც იგი იმყოფება კვერცხსავალში ან საშვილოსნოს ღრუში, შესწავლილი არ არის. მაგრამ მაიმუნის (მაკაკის) ჩანასახის განვითარების ადრეული სტადიის შესწავლის საფუძველზე შეიძლება ვიფიქროთ, რომ ჩანასახი, როდესაც იგი კვერცხსავალიდან საშვილოსნოს ღრუში ჩამოდის, ალბათ, სტრობლასტულის სტადიაში იმყოფება და თავისუფლად დევს სეკრეტორული სითხის შრეში, რომელიც მოთავსებულია საშვილოსნოს ლორწოვანი გარსის ზედაპირზე და წარმოადგენს საშვილოსნოს ჯირკვლების სეკრეციის პროდუქტს. საშვილოსნოს ღრუში ყოფნის დროს (3—4 დღეს) ჩანასახი ამთავრებს დაყოფის პროცესს და ჩანასახოვან ბუშტად (ბლასტოციტად) გადაიქცევა. შემდეგ ჩანასახი კარგავს გამჭვირვალე გარსს (*zona pellucida*) და ტროფობლასტი უშუალოდ ეხება საშვილოსნოს ლორწოვან გარსს. იმავე დროს საშვილოსნოს ლორწოვანი გარსიც მზადაა ჩანასახის მისაღებად.



სურ. 28. ადამიანის 7 1/2 დღის ასაკის ჩანასახის სქემატური ანათალი (ჩანასახი ნაწილობრივია ინპლანტირებული) (მ: კლარათი).

- 1—ტროფობლასტის შესქელებული ნაწილი;
- 2—ამნიონის ბუშტუკი; 3—ენტოდერმა;
- 4—ჩანასახოვანი ბუშტის ღრუ; 5—ტროფობლასტის თხელი ნაწილი; 6—საშვილოსნოს ლორწოვანი გარსის ეპითელი;
- 7—საშვილოსნოს ლორწოვანი გარსის შემავრთქსოვილოვანი ნაწილი.

7 1/2 დღის ჩანასახია.\* ამ პერიოდში

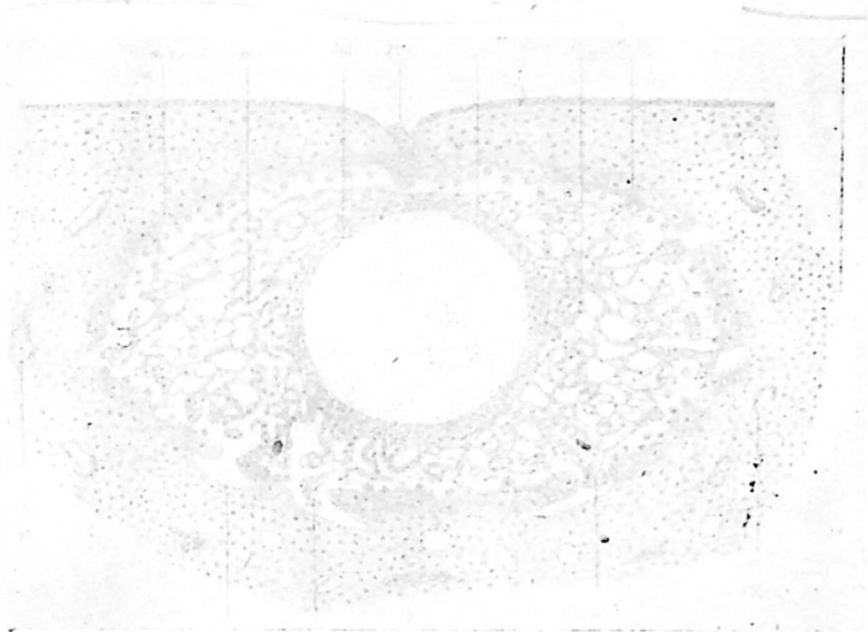
მაკაკის ჩანასახის იმპლანტაციის დასაწყისი სტადიის შესწავლის საფუძველზე შეიძლება მივიღოთ, რომ ადამიანის ბლასტოციტი მიედება საშვილოსნოს ლორწოვანი გარსის ეპითელს მე-6 დღის ბოლოს ან მე-7 დღის დასაწყისში.

ადამიანის ყველაზე ადრეული სტადია, რომელიც შესწავლილია ამჟამად, ჩანასახი იმყოფება საშვი-

\* უკანასკნელ წლებში ნანახია ადამიანის ჩანასახის ერთი 2-ჯგერედიანი სტადია. ერთი ადრეული მორფოლის სტადია და ერთი ბლასტოციტი, რომლებიც არ განსხვავდებიან პრიმატების შესაბამისი სტადიებისაგან (რომლებიც შესწავლილი არიან *in vitro*). დღემდე ადამიანის მხოლოდ ერთი ჩანასახია აღწერილი, რომელიც ხელოვნური განაყოფიერების შედეგ 3-ჯგერედოვან სტადიამდე განვითარდა (*in vitro*) (M. Clara).



ლოსნოს ლორწოვან გარსში შეჭრის, ანუ იმპლანტაციის პროცესში (სურ. 28). ტროფობლასტის ნაწილი, რომელიც უკვე საშვილოსნოს ლორწოვან გარსშია შეჭრილი, წარმოადგენს სქელ შრეს, რომლის ზედაპირი უთანაბროა (სურ. 28,1). ტროფობლას-



სურ. 29, 14 დღის ადამიანის ჩანასახი, რომელიც იმპლანტირებული საშვილოსნოს ლორწოვან გარსში. ბრაისით (Bryce) ჰერტივიდან.

cyt—უჯრედოვანი ტროფობლასტი (ციტოტროფობლასტი);

pl—ტროფობლასტური სინციტიუმი; pl<sup>1</sup>—ვაკუოლიზური სინციტიუმი, რომლებიც კაპილარებშია შეჭრილი; cap—კაპილარი; pe—იმპლანტაციის ადგილი; nz—ნეკროზული დეციდუალური ზონა; gl—საშვილოსნოს ჯირკვლები.

ტის ის ნაწილი, რომელიც საშვილოსნოს ღრუსკენაა მიმართული, შედგება ბრტყელი უჯრედების ერთი შრისაგან.

ტროფობლასტის შიგნითა მხარეზე ემბრიონული კვანძი, ანუ ემბრიობლასტი იმყოფება. ემბრიობლასტში, ტროფობლასტის მახლობლად, ნაპრალოვანი ღრუა, რომელიც წარმოადგენს ამნიო-

ნის ღრუს წარმოქმნის ადრეულ სტადიას (სურ. 28,2). მას და მის ირგვლივ მყოფ უჯრედებს ამნიონის ბუშტუკი ეწოდება. ამნიონის ბუშტუკის-შიგნითა კედლის მხარეზე მდებარე უჯრედები ენტოდერმის მასალაა, რომლისგანაც წარმოიქმნება ნაწლავის ენტოდერმა და ყვითრის ბუშტუკის ეპითელი (სურ. № 28,3).

დაახლოებით 9 დღის ასაკის ემბრიონი უკვე სავსებით იმპლანტირებულია და (ტროფობლასტის სწრაფი ზრდის გამო) გარშემოხვეულია ტროფობლასტის სქელი შრით.

14—15 დღის ემბრიონი, რომელიც სავსებით იმპლანტირებულია, წარმოადგენს დაახლოებით 4.5 მმ დიამეტრის მქონე ბუშტს, რომლის კედელი შედგება ტროფობლასტისაგან (სურ. 29, სურ. pl). ტროფობლასტზე შიგნიდან მიღებულია კომპაქტური უჯრედოვანი მასა, რომლისგანაც ჩანასახოვანი ბუშტის ღრუში წარიღინება უჯრედოვანი ბაგირაკები, რომლებიც ერთმანეთს უერთდება. გარდა ამისა, ჩანასახოვანი ბუშტის ღრუ შეიცავს სეროზულ სითხეს და ორ პატარა ბუშტუკს. ტროფობლასტისადმი პროქსიმალურად მდებარე ბუშტუკი წარმოადგენს ამნიონს, დისტალურად მდებარე ბუშტუკი—ყვითრის პარკს (სურ. 29).

ჩანასახოვანი ბუშტის ღრუში მოთავსებული უჯრედთა ბაგირაკები წარმოადგენს ექსოემბრიონალურ მეზოდერმს.

ამრიგად, დაახლოებით 15 დღის ასაკის ემბრიონი შედგება მხოლოდ ექსოემბრიონული ნაწილებისაგან: ტროფობლასტისაგან (ქორიონისაგან), ამნიონის ბუშტუკისაგან, ყვითრის ბუშტუკისაგან და ექსოემბრიონალური მეზოდერმისაგან. უკანასკნელი მოთავსებულია ტროფობლასტის ქვეშ და გარს ახვევია ამნიონის ბუშტუკს და ყვითრის ბუშტუკს.

ამნიონის ბუშტუკის ფუძეზე, რომელიც მიღებულია ყვითრის ბუშტზე, არსებობს ჩანასახოვანი დისკო პირველადი ზოლით და ჰენზენის კვანძით.

ამნიონის ბუშტუკი შეერთებულია ტროფობლასტთან მეზოდერმული ბაგირაკის საშუალებით, რომელსაც ამნიონის ფეხი ეწოდება.

მუცლის ფეხში, ემბრიონის უკანა ბოლოს ქვეშ, ხდება ალანტოისის შეზრდა, რომელიც წარმოადგენს ყვითრის ბუშტის ენტოდერმის გამოდრეკას. შემდეგ ალანტოისი ვიწრო არხად გარდაიქცევა და მუცლის ფეხის საშუალებით ქორიონს აღწევს.

ალანტოისის არხთან ერთად, მუცლის ფეხის მეზოდერმული ნაწილის საშუალებით, ქორიონთან ნაყოფიდან მიდის კიპის სისხლის ძარღვები. ადამიანის ალანტოისის ფუნქცია მდგომარეობს ქორიონთან ამ სისხლის ძარღვების მიყვანაში. სხვა ფუნქცია მას არ აქვს და შემდგომ რედუქციას განიცდის.

ამიტომ მუცლის ფეხი წინასწარ მომზადებული გზაა, რომლის საშუალებით ალანტოისი და კიპის სისხლის ძარღვები აღწევენ პლაცენტას.

ზენოაღნიშნულას გამო უნდა მივიღოთ, რომ ადამიანის ჩანასახის აღრეული სტადიის განვითარების თავისებურება მდგომარეობს იმაში, რომ ჯერ წარმოიქმნება ნაყოფის გარსები. შემდეგ ჩანასახოვანი საფარი, ანუ ჩანასახოვანი დისკო.

ჩანასახოვან საფარად გადაიქცევა ამნიონის ბუშტუკის ფუძე. ამნიონის ბუშტუკის დანარჩენი ნაწილი კი ამნიონად გარდაიქმნება.

ჩანასახს წარმოქმნამდე ნაყოფის გარსების სწრაფი განვითარების გამო მყარდება ნაადრევი კავშირი ემბრიონსა და საშვილოსნოს შორის. ადამიანის კვერცხი ღარიბია საკვები მასალით. ამის გამო ემბრიონი ვერ იღებს საკმარისი რაოდენობის საკვებ მასალას.

ნაადრევი კავშირი ემბრიონსა და საშვილოსნოს შორის უზრუნველყოფს ემბრიონის მომარაგებას შისტვის საკმარის რაოდენობის საკვები მასალით. როგორც ნათქვამია, ადამიანის ემბრიონის განვითარება იწყება იმით, რომ ადამიანის ბუშტუკის ფუძე ემბრიონულ საფარად გარდაიქმნება. ემბრიონულ საფარზე ჩნდება პირველადი ზოლი. პირველადი ზოლის წინა ბოლოზე ვითარდება ჰენზენის კვანძი. ჰენზენის კვანძიდან ვითარდება თავის მორჩი. თავის მორჩი განიცდის დიფერენციაციას ზურგის სიმაღ და მეზოდერმულ ფრთებად.

ამნიონის დახშულ ღრუში წარმოქმნილი ემბრიონი შეორე კვირის ბოლოს იწყებს გამოყოფას ექსოემბრიონული ნაწილებიდან.

ექსოემბრიონული მიდაშოსაგან ემბრიონის გამოყოფა იწყება სხეულის ირგვლივ ნაოკის წარმოქმნით.

სხეულის ნაოკის წარმოქმნის შემდეგ ემბრიონის სხეული გამოეყოფა ექსოემბრიონულ მიდამოს. ამავე დროს ყვითლის პარკის ღორზალური ნაწილი, რომელიც მიღებულია ჩანასახზე, გა-

მოყვება ყვითრის პარკის დანარჩენ ნაწილს და გარდაიქმნება ემბრიონის ნაწლავად, რომელიც ფართოდ რჩება შეერთებულ ყვითრის პარკთან. სხეულის ნაოქის გაღრმავების გამო, ფართო კავშირი ყვითრის პარკსა და ემბრიონის ნაწლავს შორის ვიწროვდება და გადაიქცევა ყვითრის სადინრად, რომელზედაც კიდია ყვითრის პარკი. ყვითრის პარკის ამ სახით გამოყოფა მთავრდება პირველი თვის დასასრულს. შემდეგ ყვითრის სადინარი ძლიერ იზრდება და შედის კიპლარის შემადგენლობაში. ყვითრის პარკი კი პატარავდება და თავსდება ქორიონსა და ამნიონს შორის პატარა ბუშტუკის სახით. მეორე თვის შემდეგ ყვითრის პარკი თანდათანობით განიცდის რედუქციას. ისე რომ ადამიანის განვითარების დროს ყვითრის პარკი დიდ როლს არ თამაშობს.

ექსოემბრიონული მიდამოსაგან სხეულის გამოყოფასთან და ყვითრის პარკის ნაწლავიდან მოცილებასთან ერთად ჩანასახის სხეულში ხდება სხვა პროცესებიც—ნერვული ლულისა და მეზოდერმის სეგმენტების წარმოშობა.

პირველი თვის ემბრიონი ძლიერ იზრდება სიგრძეზე, რის გამოც იგი ოდნავ სპირალურად არის გადახრილი; მის უკანა ბოლოზე წარმოიქმნება კუდი; მეზოდერმული სეგმენტების რიცხვი მთლიანად არის განვითარებული. ნერვული ლულა მთლიანად არის დახშული. ნერვული ლულის კრანიალურ ბოლოზე ვითარდება ტვინოვანი ბუშტები. უკანასკნელების გაზრდის გამო ძლიერ იზრდება თავის მოცულობა. ამავე დროს თავის ბოლოს ვენტრალურ მხარეზე აღინიშნება პირის ორმო; იგი გარშემოხვეულია ხუთი მორგვით, რომლებსგანაც შემდეგში ვითარდება სახის ნაწილები. კისრის მიდამოს წინა კედელში აღინიშნება გამოდრეკა, რომელიც შეიცავს გულისა და ღვიძლის ჩანასახებს.

ამნიონი იმდენად იზრდება, რომ იგი სავსებით იკერს ჩანასახოვანი ბუშტის ღრუს. ამნიონის კედელი მჭიდროდ მიედება ქორიონს და ამავე დროს გარსებზევა კიპლარსაც (სურ. 37).

კიპლარი კი შეიცავს ყვითრის სადინარს, ალანტოისის არხს და კიპლარის სისხლის ძარღვებს. კიპლარიდან ამნიონი, კიპის ხვრელის ადგილას, გადადის ემბრიონის კანში. ამ გადასვლის ად-

გილს აღნიშნავენ. როგორც კანის ქიბს. სამაგიეროდ ყვით-  
რის საჯინარის ნაწლავის კედელში გასვლის ადგილს აღნიშნავენ.  
როგორც ნაწლავის ქიბს.

მეორე თვეში ემბრიონი ლებულობს ადამიანის ფორმას  
(სურ. 30. z(25). ყველაზე დიდ ცვლილებას ამ დროს განიცდის  
თავის ბოლო. თავის კონფიგურაცია, თავის ტვინის განვითარების  
გამო. სავსებით იცვლება: მასზე წარმოიშვება კეფისა და თხემის  
სიმრუდეები, რომლებიც გამოწვეულია ტვინის ჰემისფეროების  
ძლიერი ზრდით. თავის ოდენობა დაახლოებით მთელი სხეულის  
ოდენობას უდრის.

ამავე დროს ხდება სახის ფორმირება, წარმოიქმნება თვა-  
ლის ორმოები თვალებით: ვითარდება ცხვირი: იხშვება ლაყუჩის  
ნაპრალები. რის შედეგადაც ვითარდება კისერი. პირველი ლა-  
ყუჩის ნაპრალის გარეთა ხერელი გარეთა სასძენ ხერელად გარ-  
დაიქმნება. გარეთა სასმენი ხერელის ირგვლივ ყურის ნიჟარა  
ვითარდება. გულისა და ღვიძლის შემცველი გამოდრეკა გადაად-  
გილდება გულმკერდისა და მუცლის მიდამოში და იყოფა გუ-  
ლისა და ღვიძლის მიდამოებად. მეორე თვის ბოლოს გულის ბორც-  
ვი მხოლოდ ოდნავ ემჩნევა. მუცლის კედელი, პირიქით, ძლიერ  
გამოდრეკილია ღვიძლის ძლიერი გაზრდის გამო. ამავე დროს  
ხდება კიდურების განვითარება, ხელები ვითარდება ფეხებზე უმაღლ,  
ბრტყელი ბორცვების სახით. შემდეგ კიდურების ჩანასახი დიფე-  
რენციაციას განიცდის მთავარ შენადგენელ ნაწილებად. ვითარ-  
დება თითები. უკანასკნელები უფრო ადრე ხელებზე ვითარდება,  
ვიდრე ფეხებზე. კუდი ნათლად არის გამოხატული მეორე თვის  
განმავლობაში. შემდეგ იგი რედუქციას განიცდის.

ორი თვის შემდეგ ხდება თავის, სახის, კიდურებისა და  
სხეულის საბოლოოდ ჩამოყალიბება. იმავე დროს თავის შედა-  
რებითი ზომა კლებულობს, სხეულისა კი მატულობს.

ამრიგად, მეორე თვის დასასრულს ადამიანის ემბრიონი იმ-  
დენად არის განვითარებული, რომ გარეგნული ფორმით იგი სავ-  
სებით ემსგავსება გაზრდილ ადამიანს. (სურ. 30, z(25).

ადამიანის განვითარების პერიოდს მეორე კვირის ბოლოდან  
მეორე თვის ბოლომდე ემბრიონული პერიოდი ეწოდება. განვითარ-  
ების პერიოდს მეორე თვის ბოლოდან ნაყოფის დაბადებამდე  
ფეტალური პერიოდი ეწოდება.





ბოლოდან 2 თვის ბოლომდე (ჰერტვიგის).

სურ. 30 ახსნა

a(1)—z(25) სურათებით ნაჩვენებია ადამიანის სხეულის გარეგნული ფორმის განვითარება.

სურ. a	(1)	—	ემბრიონი სიგრძით 2,1 მმ	ასაკით 12—15 დღე
სურ. b	(2)	—	„ „ 2,2 „ „	„ „
სურ. c	(3)	—	„ „ 2,15 „ „	„ „
სურ. d	(4)	—	„ „ 2,2 „ „	„ „
სურ. e	(5)	—	„ „ 2,6 „ „	18—21 „
სურ. f	(6)	—	„ „ 4,2 „ „	„ „
სურ. g	(7)	—	„ „ 4 „ „	23 „
სურ. h	(8)	—	„ „ 5,5 „ „	24 - 25 „
სურ. i	(9)	—	„ „ 7,5 „ „	27—3 „
სურ. k	(10)	—	„ „ 10 „ „	„ „
სურ. l	(11)	—	„ „ 9,1 „ „	„ „
სურ. m	(12)	—	„ „ 9,1 „ „	„ „
სურ. n	(13)	—	„ „ 10,5 „ „	31—34 „
სურ. o	(14)	—	„ „ 11 „ „	„ „
სურ. p	(15)	—	„ „ 11,5 „ „	„ „
სურ. q	(16)	—	„ „ 12,5 „ „	„ „
სურ. r	(17)	—	„ „ 13,7 „ „	„ „
სურ. s	(18)	—	„ „ 13,8 „ „	35 „
სურ. t	(19)	—	„ „ 13,6 „ „	„ „
სურ. u	(20)	—	„ „ 14,5 „ „	37—38 „
სურ. v	(21)	—	„ „ 15,5 „ „	39—40 „
სურ. w	(22)	—	„ „ 16 „ „	42—45 „
სურ. x	(23)	—	„ „ 17,5 „ „	47—45 „
სურ. y	(24)	—	„ „ 18,5 „ „	52--54 „
სურ. z	(25)	—	„ „ 23 „ „	„ 2 თვე



## აღამიანის ჩანასახის ასაკის განსაზღვრა

აღამიანის ჩანასახის ასაკის განსაზღვრას ახდენენ ჩანასახის ოდენობის მიხედვით. ასაკის გამოანგარიშებას უკანასკნელი მენსტრუაციიდან აწაოშობებენ. ამ დროს ჩანასახი დაახლოებით 2 კვირისაა. ვინაიდან ოვულაცია (უკანასკნელი მენსტრუაციის შემდეგ) მე-13 და მე-16 დღეებს შორის ხდება.

ჩანასახის ოდენობის განსაზღვრას გაზომვის საშუალებით ახდენენ. ჩანასახს ზომავენ ან თხემიდან კუდუსუნამდე—თხემ-კუდუსუნის სიგრძე, ანუ დამჯდარი სიმაღლე; ან თხემიდან ქუსლამდე—თხემ-ქუსლის სიგრძე, ანუ ამდგარი სიმაღლე. ანუ საერთო სიგრძე.

აღამიანის ჩანასახის დიდ მასალაზე ჩატარებული გაზომვების საფუძველზე მიღებულია როგორც წესი, რომ ჩანასახის საერთო სიგრძე მე-5 თვის ბოლომდე თვის რაოდენობის კვადრატს უდრის სანტიმეტრებში. შემდეგ თვეებში (მე-6 თვიდან დაწყებული) ჩანასახის საერთო სიგრძე უდრის თვის რაოდენობას ხუთჯერ გამრავლებულს.

1 თვის ბოლო	$1 \times 1 = 1$ სმ	6 თვის ბოლო	$6 \times 5 = 30$ სმ
2 " "	$2 \times 2 = 4$ სმ	7 " "	$7 \times 5 = 35$ სმ
3 " "	$3 \times 3 = 9$ სმ	8 " "	$8 \times 5 = 40$ სმ
4 " "	$4 \times 4 = 16$ სმ	9 " "	$9 \times 5 = 45$ სმ
5 " "	$5 \times 5 = 25$ სმ	10 " "	$10 \times 5 = 50$ სმ

### პ ლ ა ც ე ნ ტ ა

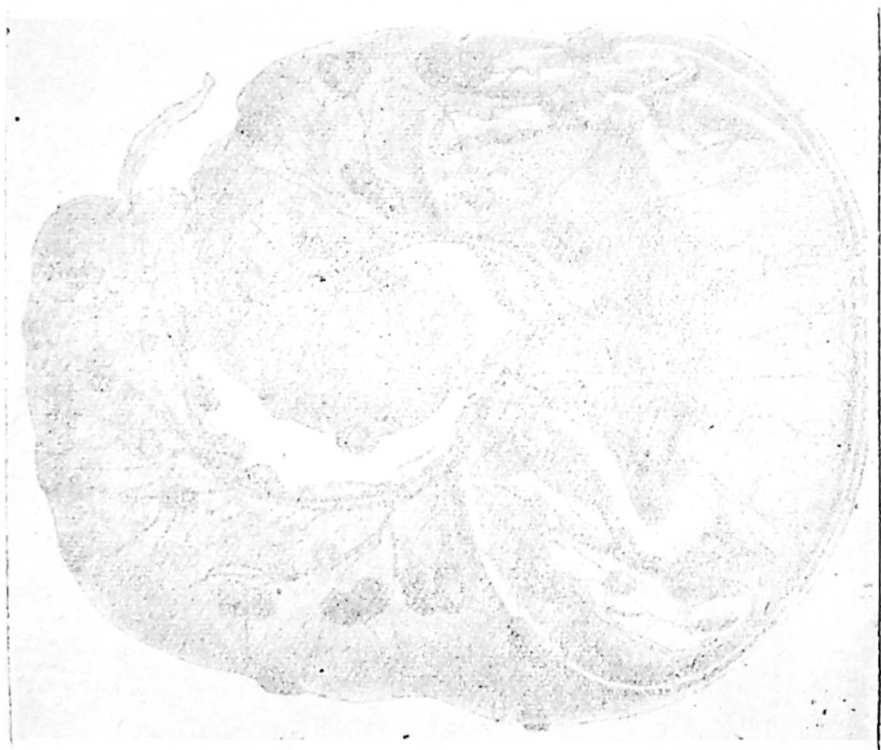
პლაცენტა (placenta). ანუ მომყოლი, არის ორგანო. რომელიც აერთებს ჩანასახს დედის სხეულთან. პლაცენტის საშუალებით ხდება ნივთიერებათა ცვლა დედის ორგანიზმსა და ჩანასახს შორის. პლაცენტის მეშვეობით ჩანასახი დედის სისხლიდან ღებულობს ჟანგბადს, საკვებ ნივთიერებებს და, თავის მხრივ, დედის სისხლში გამოყოფს ნახშირორჟანგს და დაშლით პროდუქტებს.

ძუძუმწოვრებსა და აღამიანებში პლაცენტა წარმოიქმნება ქორიონის შეერთებით საშვილოსნოს ლორწოვან გარსთან.

ჩანასახის განვითარების ძლიერ აღრეულ სტადიაზე, ქორიონის ზედაპირზე წარმოიქმნება შემალღებანი, ანუ ხაოები, რომელთაც პირველადი ხაოები ეწოდება. შემდეგ ამ პირველად ხაოებში სისხლის ძარღვები შეიზრდება. სისხლის ძარღვების შემცველ ხაოებს ეწოდება მეორადი ხაოები, რომლებიც საშვილოსნოს ლორწოვან გარსში შეიქრება.

თავდაპირველად მეორადი ხაოები ქორიონის მთელ ზედაპირზე იყოფება. მაგრამ ჩანასახოვანი ცხოვრების მთელ პერიოდ-

ში ქორიონის მთელ ზედაპირზე ხაოები მხოლოდ ზოგიერთ ცხოველს შერჩება, მაგალითად, ღორს, ცხენს, აქლემს და ზოგიერთ სხვა ძუძუმწოვარს. ამ ცხოველებში ქორიონის ხაოები შედის საშვილოსნოს ლორწოვანი გარსის შესაბამის ჩაღრმავებებში (საშვილოსნოს ჯირკვლების ხვრელებში). მაგრამ ხაოების შეზრდა საშვილოსნოს ლორწოვან გარსთან არ ხდება. ისე რომ კავშირი ხაოებსა და საშვილოსნოს ლორწოვან გარსს შორის ფაშარია. მომშობიარების დროს ხაოები ისე ადვილად ძვრება ლორწოვანი გარსის ჩაღრმავებებს, როგორც თითები ხელთათმანის სათითებებს და ამ დროს საშვილოსნოს ლორწოვანი გარსი არ ზიანდება. ასეა თი ტიპის პლაცენტას ეწოდება არასრული პლაცენტა (semiplacenta), ანუ დიფუზური პლაცენტა (ვინაიდან ხაოე-



სურ. 31. ცხვრის ნაყოფის პარკი (ჰერტივიგიდან).

ნაყოფი მოთავსებულია ამნიონში და ქორიონში. ქორიონის კედელში ჩანს სისხლის ძარღვები და კოტილედოები.

ბი ქორიონის მთელ ზედაპირზე), ანუ ეპითელიოქორიონული პლაცენტა (ვინაიდან ქორიონი ეხება საშვილოსნოს ეპითელს),

ანუ ემბრიოტროფული პლაცენტა (ვინაიდან საშვილოსნოს ჯირკვლების ხვრელებიდან, რომლებშიც ხაოები იმყოფება, გამოიყოფა საკვები სითხე—ემბრიოტროფი, რომელიც ხაოებით შეიწოვება).

მცოხნავეების ქორიონის ზედაპირზე ხაოები მხოლოდ განცალკევებულ ადგილას არის განვითარებული. ხაოები გრძელია, ძლიერ დატოტილია ბუჩქისებურად. განცალკევებული ხაოების ყოველ ბუჩქს კოტილედო (cotyledo—წილაკი) ეწოდება (სურ. 31). კოტილედოები განცალკევებულია ერთიმეორისაგან ჟხაო (სადა) ქორიონის ნაწილებით. კოტილედოების საშუალებით ქორიონი უერთდება საშვილოსნოს ლორწოვან გარსს. საშვილოსნოს ლორწოვანი გარსი იმ ადგილას, სადაც მას კოტილედო ეხება, შესქელებულია (შემალღებული) და მდიდარია სისხლის ძარღვებით. ამ შესქელებულ ადგილს კარუნკულა (caruncula—წილაკი) ეწოდება. კარუნკულა შეიცავს მრავალრიცხოვან პატარა და დიდ ღრუს, რომლებშიც ხაოები იმყოფება. კოტილედოების ერთობლიობას ნაყოფის პლაცენტა (placenta foetalis) ეწოდება. კარუნკულების ერთობლიობას კი დედის, ანუ საშვილოსნოს, პლაცენტა (placenta materna. ანუ uterina) ეწოდება. კარუნკულსა და კოტილედოს (ორივეს ერთად) სემიპლაცენტომი (semiplacentam) ეწოდება. სემიპლაცენტომების ერთობლიობას კი ეწოდება placenta multiplex (multiplex—რთული).

კოტილედოების რიცხვი ქორიონზე მერყეობს ცხოველის გვარის მიხედვით. მაგალითად, ცხვრისა და ძროხის კოტილედოების რიცხვი 60—100 უდრის. თხას 5—6 კოტილედო აქვს. კოტილედოები ფაშარად არის შეერთებული საშვილოსნოს ლორწოვანი გარსის კარუნკულებთან. საკმარისია ნელი გამოწვევა, რომ კოტილედო კარუნკულას მოშორდეს. ხაოები ისე ადვილად ამოძვრება კარუნკულების ორმოებიდან (ღრუებიდან), როგორც თითები ხელთათმანის საფითეებიდან.

საშვილოსნოს ლორწოვანი გარსის ეპითელი, ქორიონის ხაოსთან შეხების ადგილას, ირღვევა და ქორიონის ხაოები უშუალოდ შედის შემეაერთქსოვილოვან შრეში, რომელიც სისხლის ძარღვებს შეიცავს. ვინაიდან მცოხნავეების პლაცენტაში ქორიონის ხაოები ეხება საშვილოსნოს ლორწოვანი გარსის შემეაერთებელ ქსოვილს, ამიტომ ასეთ პლაცენტას დესმოქორიული, ანუ სინდესმოქორიული პლაცენტა ეწოდება.

მხეცებში ქორიონის ხაოები სარტყლისებურად ეკვრის ქორიონის შუა ნაწილს. ამიტომ ასეთ პლაცენტას სარტყლისებრი პლაცენტა (placenta zonaria) ეწოდება. მხეცებში ქორიონის ხაოები ღრმად შედის საშვილოსნოს ლორწოვან გარსში. ხაოსთან შეხების ადგილას ირღვევა საშვილოსნოს ლორწოვანი

გარსის როგორც ეპითელი. ისე შემაერთქსოვილოვანი შრე ამიტომ ხაოები უშუალოდ სისხლის ძარღვების ენდოთელს ეხება. ასეთ პლაცენტას ენდოთელოქორიული, ანუ ვაზოქორიული პლაცენტა ეწოდება.

ადამიანის. პრიმატების, მღრღნელების და მწერიკანიების ქორიონის ზედაპირი, რომლისგანაც ხაოები წარიდინება, პატარაა. ძლიერ დატოტილი ხაოები დისკოსებრ შესქელებას ქმნის. ამის გამო ასეთ პლაცენტას დისკოსებრი პლაცენტა (placenta discoida) ეწოდება (სურ. 33).

ქორიონის ხაოებთან შეხების ადგილას იშლება საშვილოსნოს ლორწოვანი გარსის როგორც ეპითელი და შემაერთებელი ქსოვილი, ისე ჯირკვლებიც და სისხლის ძარღვების ენდოთელიც. დაშლილი ქსოვილის ადგილას საშვილოსნოს ლორწოვან გასში წარმოიქმნება ღრუები, რომლებიც დედის სისხლით არიან ამოვსებული. ამგვარად, ქორიონის ხაოები უშუალოდ დედას სისხლში არის მოთავსებული. ამიტომ ასეთ პლაცენტას ჰემოქორიული პლაცენტა ეწოდება.

ვაზოქორულ და ჰემოქორიულ პლაცენტებში ნაყოფისა და დედის პლაცენტები მჭიდროდაა დაკავშირებული ერთმანეთთან. მოშობიარების დროს ხდება საშვილოსნოს ლორწოვანი გარსის დიდი ნაწილის მოვარდნა და ძლიერი სისხლდენა. ამის გამო ასეთ პლაცენტებს სრული, ანუ ნამდვილი პლაცენტა (placenta vera). ანუ მოსაეარდნელი პლაცენტა ეწოდება.

პლაცენტების სხვადასხვა სახეობის აღწერის შემდეგ ჩვენ შევუდგებით ადამიანის პლაცენტის განვითარების აღწერას. მაგრამ ვინაიდან პლაცენტის წარმოქმნაში მონაწილეობას ლებულობს როგორც ქორიონი, ისე საშვილოსნოს ლორწოვანი გარსი, ამიტომ, ხანამ პლაცენტის განვითარების აღწერას შევუდგებოდეთ, საჭიროა ქორიონისა და საშვილოსნოს ლორწოვანი გარსის აგებულების აღწერა, პლაცენტად მათ შეერთებამდე.

საშვილოსნოს ლორწოვანი გარსის ციკლური ცვლილებები. სქესობრივად მომწიფებული დედაკაცის საშვილოსნოს ლორწოვანი გარსი არასოდეს არ იმყოფება სავესებით დამშვიდებულ მდგომარეობაში. იგი განიცდის ცვლილებებს, რომლებიც მეორდება ზუსტად განსაზღვრულ ინტერვალებში და ქმნის მენსტრუალურ ციკლს. საშვილოსნოს ლორწოვანი გარსის ციკლური ცვლილებები 28 დღეს გრძელდება. მენსტრუალური ციკლი ოთხი პერიოდისაგან (ფაზისაგან) შედგება: 1) მშვიდი, 2) პრემენსტრუალური, 3) მენსტრუალური და 4) პოსტმენსტრუალური (სურ. 32).

მწვიდ, ანუ პროლიფერაციულ პერიოდში ლორწოვანი გარსი (ენდომეტრიუმი) შედგება ეპითელისაკან და შემაერთქსოვილოვანი პროპრიისაკან. მისი სისქე 1—2 მმ უღრის. ლორწოვანი გარ-



სურ. 32. საწვილოსნოს ლორწოვანი გარსის მენსტრუალური ციკლი სხვადასხვა პერიოდიში (შეგლუწოვიდან).

ა—დანშვიდებულ პერიოდში, ანუ პროლიფერაციულ პერიოდში. ს და c—პრემენსტრუალურ, ანუ სეკრეციულ პერიოდში. d—მენსტრუალურ პერიოდში. 1—ეპითელი; 2—კრიპტები; 3—ლორწოვანი გარსის საკუთარი შრე; 4—კუნთოვანი გარსი; 5—ზედაპირული, ანუ ფუნქციური შრე; 6—ბაზალური შრე.

სის ეპითელი ერთშრიანი ცილინდრული მოციმციმეა. ეპითელი განისაზღვრება პროპრიისაკან ბაზალური ფირფიტის საშუალებით. ენდომეტრიუმში იმყოფება საწვილოსნოს ჯირკვლები, ანუ კრიპტები, რომლებიც უმეტესად მარტივი დაუტოტავი ან, უფრო იშ-

ვითად, დატოვილი ლულისებრი ჯირკვლებია. ღრმა ნაწილში ისინი დაკლავნილი არიან და კუნთოვან გარსში შედიან. ამ ჯირკვლების ამომღვენი ეპითელი, ისე როგორც ლორწოვანი გარსის ზედაპირის ეპითელი. ერთშირიანი ცილინდრული მოციმციმეა.

მშვიდი, ანუ პროლიფერაციული პერიოდი 14 დღეს გრძელდება. უკვე ამ პერიოდის დასასრულს ლორწოვანი გარსი შეშუპებას და გაფუჭარებას იწყებს (სურ. 32, b). ამ პერიოდში საშვილოსნოს ლორწოვანში ორ შრეს არჩევენ: ზედაპირულს, ანუ ფუნქციურს (ა), და ღრმას, ანუ ბაზალურს (ბ).

პრემენსტრუალურ, ანუ სეკრეციულ პერიოდში ლორწოვანი გარსი სქელდება, მისი სისქე 6—7 მმ აღწევს (სურ. 32, c). ლორწოვანის გასქელება ხდება როგორც შეშუპების, ისე მისი შემადგენელი ნაწილების გადიდებისა და გამრავლების ხარჯზე. ჯირკვლები იზრდება, ოდნავ იკლავება და განივრდება სეკრეციის გაძლიერებისა და სანათურში სეკრეტის დიდი რაოდენობით დაგროვების გამო. გაგანიერებული ჯირკვლების კედლები ერთიმეორეს უახლოვდება, შემაერთებელი ქსოვილი მათ შორის, პირიქით, მცირდება. ჯირკვლების ცვლილებები უფრო მეტად გამოხატულია ფუნქციური შრის ღრმა ნაწილში. გარდა ამისა, ფუნქციურ შრეში განსაკუთრებით მის ზედაპირულ ნაწილებში, ხდება შემაერთ-ქსოვილოვანი სტრომის უჯრედების რაოდენობისა და ოდენობის მომატება. ისინი მომრგვალო ან პოლიგონურ ფორმას ღებულობენ. გლიკოგენით ივსებიან და დეციდუალურ უჯრედებს ენსგავსებიან. ჯირკვლებისა და სტრომის ცვლილებების შედეგად საშვილოსნოს ლორწოვანი გარსის ფუნქციურ შრეში წარმოიქმნება ორი ზონა: ღრმა და ზედაპირული. ღრმა ზონა, ჯირკვლების ძლიერი გაგანიერების გამო ღრუბლისებრ აგებულებას ღებულობს. ამიტომ მას ღრუბლისებრი ზონა (zona spongiosa) ეწოდება. ზედაპირული ზონა, რომელიც შეიცავს ერთმანეთთან მჭიდროდ მდებარე სტრომის უჯრედებს და ჯირკვლების უფრო სწორ მიდამოებს, უფრო კომპაქტურია. ამიტომ მას კომპაქტური ზონა (zona compacta) ეწოდება. პრემენსტრუალური პერიოდის დასასრულს ლორწოვან გარსში ადგილი აქვს სისხლის ძარღვების დაგრძელებას და სისხლით ძლიერ გავსებას.

პრემენსტრუალურ პერიოდში საშვილოსნოს ლორწოვანი გარსი მზადაა განაყოფიერებული კვერცხის მისაღებად. ამიტომ პრემენსტრუალური პერიოდი მიჩნეულია როგორც წინასწარი ნომზადება განაყოფიერებული კვერცხის მისაღებად. პრემენსტრუალური პერიოდი 6—7 დღეს გრძელდება.

კვერცხი თუ არ განაყოფიერდა და საშვილოსნოს ლორწოვან გარსს არ მიემაგრა, მაშინ სისხლით სავსე გაგანიერებული კაპილარები სკდება და სისხლი სუბეპითელურ შრეში ჩაიქცევა. კომპაქტური შრე ალაგ-ალაგ ნაწილობრივ დაიშლება (სურ. 32 (1) და ლორწოვანი გარსიდან სისხლი საშვილოსნოს ღრუში ხვდება, ხოლო აქედან გარეთ გამოდის.

საშვილოსნოს ღრუდან სისხლის გარეთ გამოსვლას მენსტრუაცია ანუ მენზესი ეწოდება. მენატრუაცია, ანუ მენსტრუალური პერიოდი, 3—5 დღეს გრძელდება და ყოველი 28 დღის შემდეგ მეორდება. პირველი მენსტრუაცია იწყება მე-14 წელს და სქესობრივი მომწიფების დაწყების მაჩვენებელია. მისი გაქრობა (menopausae) 45—50 წლის ასაკში ხდება და დედაკაცის დაორსულების უნარის მოსპობას ნიშნავს.

მენსტრუაციულ პერიოდში ლორწოვანი გარსის ჯირკვლები სეკრეტისაგან იცლება, რის შედეგადაც მათი სანათური ვიწროვდება და ისინი თითქმის სწორ ფორმას ღებულობენ. ჯირკვლოვანი უჯრედები დაბლდება და ვიწროვდება. სტრომის უჯრედები პატარავდება. ზოგი მათგანი თხიერდება, ან ლეიკოციტების მიერ შთაინთქმება.

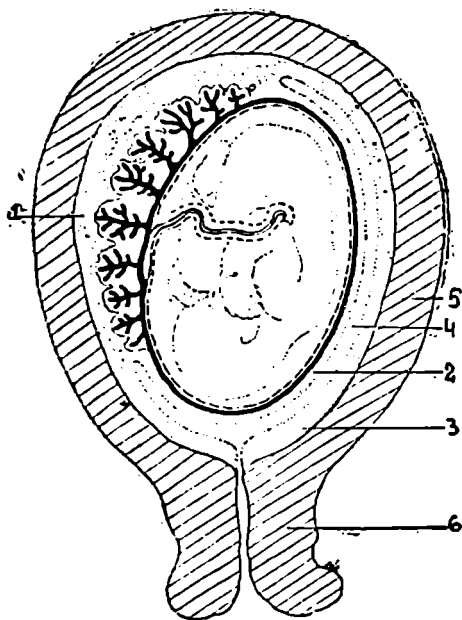
პოსტმენსტრუალური პერიოდი 4—5 დღე გრძელდება. ამ პერიოდში ხდება ლორწოვანი გარსის დაშლილი და ჩამოცეცილი ნაწილების (ზედაპირული ეპითელის, ჯირკვლებისა და პროპრიას დეფექტების) კვლავ აღდგენა (სურ. 32, a) ბაზალური შრის ხარჯზე, რომელიც თითქმის უცვლელი რჩება მენსტრუალური პერიოდის ბოლომდე. პოსტმენსტრუალურ პერიოდში ლორწოვანი გარსი ნორმას უბრუნდება. იგი 1 მმ სისქისაა, ჯირკვლები სწორია. სტრომის უჯრედები თითისტარისებრი ფორმისაა. ამის შემდეგ ლორწოვანი გარსი კვლავ გადადის დამშვიდებულ პერიოდში, რითაც ახალი მენსტრუალური ციკლი იწყება.

საშვილოსნოს ყელი მენსტრუაციაში არ ღებულობს მონაწილეობას. იგი მხოლოდ მეტ ლორწოს გამოყოფს.

მშობიარობის დროს ადამიანის საშვილოსნოს ლორწოვანი გარსი მთლიანად მოვარდება. სხვა ძუძუმწოვრებში მოვარდება საშვილოსნოს ლორწოვანი გარსის მხოლოდ ის ნაწილი, რომელიც პლაცენტას ქმნის. ამიტომ ადამიანის საშვილოსნოს ლორწოვან გარსს, კვერცხის იმპლანტაციის შემდეგ, აღნიშნავენ როგორც მოსავარდნელ გარსს (decidua).

Decidua-ში არჩევენ სამ ნაწილს: decidua basalis, decidua reflexa, decidua parietalis (სურ. 33).

Decidua basalis, ანუ serotina, არის ორსული საშვილოსნოს ლორწოვანი გარსის ის ნაწილი, რომელზედაც განაყოფიერებული კვერცხი არის მიმაგრებული და რომელიც შემდეგ საშვილოსნოს



სურ. 33. ადამიანის ფირფიტისებრი პლაცენტის (placenta discoida) და საშვილოსნოს ლორწოვანი გარსის (მოსავარდნი გარსის) ნაწილების სქემა (მ. კლარათი). 1—decidua basalis; 2—decidua reflexa; 3—decidua vera; 4—საშვილოსნოს ღრუ; 5—საშვილოსნოს მუსკულატურა; 6—საშვილოსნოს ყელი.

და ღრმა, ანუ ბაზალური, ანუ კამბიური შრისაგან; ფუნქციური შრე, თავის შხრივ, შედგება გარეთა კომპაქტური და შიგნითა სპონგიოზური შრეებისაგან. კომპაქტური და სპონგიოზური შრეები მომშობიარების დროს მოვარდება. ბაზალური

პლაცენტას ქმნის. ამიტომ მას აღნიშნავენ აგრეთვე, როგორც decidua placentalis.

Decidua reflexa, ანუ decidua capsularis არის ორსული საშვილოსნოს ლორწოვანი გარსის ის ნაწილი, რომელიც გარსეხვევა კვერცხს.

Decidua parietalis, ანუ decidua vera არის ორსული საშვილოსნოს ლორწოვანი გარსის დანარჩენი ნაწილი.

საშვილოსნოს ლორწოვანი გარსი ორსულობის დასაბამში ისეთივე აგებულებისაა, როგორც მენსტრუაციისათვის მომზადების დროს, ანუ პრემენსტრუალურ სტადიაში. იგი შედგება ზედაპირული, ანუ ფუნქციური შრისაგან,



შრე რჩება და მის ხარჯზე ლორწოვანი გარსის აღდგენა ხდება.

*Decidua vera*-სა და *decidua capsularis*-ის გარეთა კომპაქტურ შრეში (*decidua compacta*) წარმოიქმნება დეციდუალური უჯრედები პროპრიის შემაერთქსოვილოვანი უჯრედების გამრავლების ხარჯზე. დეციდუალური უჯრედების ოდენობა 30—110  $\mu$  უდრის. მათ აქვთ მომრგვალო ან პოლიედრული ფორმა და ძლიერ ემსგავსებიან ეპითელურ უჯრედებს. მათ აქვთ ერთი ბირთვი, ან, იშვიათად, რამდენიმე ბირთვი. ზოგჯერ ბირთვების რაოდენობა 40-მდე აღწევს. დეციდუალური უჯრედები კომპაქტურ შრეში ჯგუფურად არის დალაგებული. ჯირკვლებს კომპაქტურ შრეში სწორი მსვლელობა აქვს და ისინი დაშორებული არიან ერთიმეორისაგან ძლიერ გამრავლებული შენაერთებელი ქსოვილია საშუალებით.

მიგნითა სპონგიოზურ შრეში ჯირკვლები დაკლანკილი და ძლიერ გაგანიერებული არიან. ჯირკვლებშორისი შენაერთებელი ქსოვილი ვიწრო ძგიდეებით არის წარმოდგენილი. დეციდუალური უჯრედები მხოლოდ ამ შენაერთქსოვილოვან ძგიდეებზე არის მოთავსებული.

*Decidua vera* ს ზედაპირული ეპითელი სავესებით ისპობა. სამაგიეროდ ჯირკვლოვანი ეპითელის უჯრედები მრავლდება და ბრტყელდება. *Decidua vera*-სა და *decidua capsularis* შორის დასაბამში არსებობს ღრუ, რომელიც ლორწოთი არის ამოვსებული. მაგრამ ემბრიონის ზრდასთან ერთად ეს ღრუ თანდათანობით ვიწროვდება და მესამე თვის დასასრულს ისპობა. ისე რომ ახლა *decidua vera* და *decidua capsularis* მკიდროდ არიან ერთმანეთზე მიდებული.

ორსულობის მეორე ნახევრიდან (მეექვსე თვის დასაწყისიდან) *decidua vera* თანდათანობით თხელდება; მის გათხლებას იწვევს ის წნევა, რომელსაც მასზე მზარდი ნაყოფი ახდენს. ისე რომ ორსულობის დასასრულ *decidua vera*-ს სისქე მხოლოდ 2 მმ უდრის. ამასთან ერთად დეციდუალური უჯრედები პატარავდება და თითისტარისებური ხდება. ფუნქციური შრის ჯირკვლოვანი ეპითელი განიცდის დეგენერაციას. დეგენერაციას არ განიცდის მხოლოდ ბაზალურ შრეში მდებარე ჯირკვლების ეპითელი. მშობიარობის შემდეგ ჯირკვლოვანი ეპითელის რეგენერაცია ხდება ბაზალურ შრეში მდებარე ჯირკვლების ეპითელის ხარჯზე. ეპითელის დეგენერაციის შემდეგ ფუნქციური შრის ჯირკვლების სანათური ობლიტერაციას განიცდის. ისე, რომ

უკვე ორსულობის შუა პერიოდში ჯირკვლების სანათურები ისპობა. სპონგიოზურ შრეში ჯირკვლოვანი ღრუები ვიწროვდება და ნაპრალეზად იქცევა.

*Decidua capsularis* 0,5 მმ-მდე თხელდება და ორსულობის წინ სავსებით ისპობა.

*Decidua basalis* დასაბამში ისეთივე აგებულებისაა, როგორც *Decidua vera*. მაგრამ იმის შემდეგ, რაც მას ქორიონის ხაოები უერთდება, იგი *placenta uterina*-ლ გარდაიქმნება.

### ქორიონის ბანვიტარება

როგორც უკვე ნათქვამი იყო, ადამიანის ჩანასახი, საშვილოსნოს ლორწოვან გარსში მთლიანად იმპლანტაციის შემდეგ, გარშემოხვეულია ტროფობლასტის სქელი შრით (იხ. გვ. 82 და სურ. 29, ცქ. 11).

საშვილოსნოს ლორწოვან გარსში ჩანასახის შექრის ადგილი (სურ. 29 pe) დასაბამში დაფარულია შედედებული მასით. შემდეგ კვერცხის შექრის ადგილი საშვილოსნოს ლორწოვანი გარსით იფარება: კვერცხის შექრის ადგილის ირგვლივ ცუოფი ლორწოვანი გარსის კიდეები, რომლებიც ეპითელითაა დაფარული. სქელდება და ერთმანეთს უერთდება ჩანასახის ზემოთ. ამის გამო ჩანასახის ირგვლივ, საშვილოსნოს ლორწოვანი გარსის ხარჯზე, კაფსულა წარმოიქმნება.

ტროფობლასტი შედგება ორი ნაწილისაგან: შიგნითა—უჯრედოვანი და გარეთა—სიმპლასტური. შიგნითა, ანუ ბაზალური შრე შედგება დაბალი კუბური უჯრედების ერთი შრისაგან. იგი წარმოადგენს პროტოლიზური ფერმენტების წყაროს, რომლებიც იწვევენ საშვილოსნოს ლორწოვანი გარსის დაშლას.

გარეთა სიმპლასტური ნაწილი უფრო სქელია, ვიდრე ბაზალური. მასში მალე ვაკუოლები წარმოიქმნება, რომლებიც უთანაბრო ოდენობის ღრუებად ერთდება (სურ. 29, pl<sup>1</sup>). ისე რომ ტროფობლასტის გარეთა სიმპლასტური ნაწილი ღრუბლისებრი ხასიათს ღებულობს. ამ ღრუბლისებრი ტროფობლასტის ლაკუნებში შემოდის საშვილოსნოს ლორწოვანი გარსის გახსნილი სისხლის ძარღვებიდან გამომავალი სისხლი, რომელიც შეიწოვება ტროფობლასტის მიერ.

ტროფობლასტის ეს გარეთა სინციტიალური (საიმპლანტაციო) შრე მალე დეგენერაციას განიცდის და თანდათანობით ქრე-

ბა. მაგრამ ერთდროულად ხდება ტროფობლასტის ბაზალური უჯრედოვანი შრის უჯრედების გაცხოველებული გამრავლება, რის შედეგადაც წარმოიქმნება სოლიდური უჯრედოვანი ბაგირაკები, რომლებიც დატოტანდება და ერთმანეთს უერთდებიან. ამ დატოტის და ერთმანეთთან შეერთებულ სოლიდურ ბაგირაკებს პირველადი ხაოები ეწოდება. მათ შორის არსებული სისხლის ლაკუნები მომავალი ხაოთაშორისო სივრცეების წინასაფხურია.

15—16 დღის შემდეგ ჩანასახს პირველადი ხაოების ნაცვლად, რომლებიც შედგება მხოლოდ ტროფობლასტისაგან, უვითარდება მეორადი ხაოები. პირველადი ხაოებისაგან გასარჩევად, მეორადი ხაოები შედგება მეზენქიმისაგან და ტროფობლასტისაგან. ტროფობლასტის შრეს ქორიალური ეპითელი ეწოდება. ქორიალური ეპითელის ქვეშ ექსოემბრიონული მეზენქიმაა. მეზენქიმა და ქორიალური ეპითელი ერთად ქმნის ჩანასახის პროვიზორულ ორგანოს—ქორიონს.

18 დღის ასაკის ჩანასახის მეორადი ხაოების სტრომაში წარმოიქმნება სისხლის კუხძულები და სისხლის ძარღვები, რომლებიც უერთდებიან ჩანასახის სხეულში წარმოქმნილ სისხლის ძარღვებს მუცლის, ანუ კიბის, ფეხში წარმოქმნილი სისხლის ძარღვების საშუალებით. ამის შემდეგ მეორადი ხაოები მესამეულ ხაოებად იქცევა, რომლებიც ქორიონის მუდმივ ხაოებს (villi choriales) წარმოადგენენ.

იმპლანტაციის დაწყებიდან 14 დღის შემდეგ პრიმიტიული სისხლის მიმოქცევის სისტემა განვითარებულია იმდენად, რომ დაახლოებით 20 დღის ასაკის ჩანასახის ქორიონის ხაოებში შესაძლოა ემბრიონული სისხლის შესვლა.

თავდაპირველად ქორიონის ხაოები არსებობს ქორიონის მთელ ზედაპირზე.

მესამე თვის დასაწყისიდან ქორიონის იმ ზედაპირზე, რომელიც decidua capsularis-ისაკენ არის მიმართული, ხაოების ზრდა ჩერდება. მესამე თვის დასასრულს კი ხაოები სავსებით ისპობა (სურ., 33). მხოლოდ ალაგ-ალაგ რჩება რამდენიმე ხაო. ისინი შეიზრდებიან decidua capsularis-ში და შეიქმნება კავშირი ქორიონსა და decidua capsularis-ის შორის.

ქორიონის ამ უხაო ნაწილს აღნიშნავენ, როგორც სადა ქორიონს (*chorion laevae*). სამაგიეროდ *decidua basalis*-კენ მიმართული ქორიონის ზედაპირზე ხაოები რჩება, იზრდება და ძლიერ ტოტდება (სურ. 33.). ქორიონის ამ ნაწილს აღნიშნავენ, როგორც *chorion frondosum* (*frondosum*-დატოტილი), ანუ *chorion villosum*. დატოტილი ხაოების მწვერვალები უმაგრდება *decidua basalis*-ის ზედაპირს უჯრედოვანი ბაგირაკების საშუალებით. ეს უჯრედოვანი ბაგირაკები სხვა არაფერია, თუ არა პრიმარიული ხაოების ნაშთი. ვინაიდან ისინი არ შეიცავენ შემაერთებელ ქსოვილს, ამიტომ კვერციხი დასაბამში ძლიერ ფაშარად არის მიმაგრებული და აბორტის დროს კვერციხი (ჩანასახი) ადვილად ძვრება მთლიანად კვერციხის კაფსულას.

*Chorion frondosum* და *decidua basalis* ერთად ქმნიან პლაცენტას, ანუ მომყოლს. *Chorion frondosum* წარმოადგენს *placenta foetalis*-ს. *Decidua basalis* კი—*placenta uterina*-ს, ანუ *materna*.

*Placenta foetalis* შედგება ქორიონის ფირფიტისაგან (*membrana chorii*) და მისგან წაზრდილი ხაოებისაგან (სურ. 34.) ხაოები ბუჩქისებურად არის დატოტილი. ხაოების ბუჩქს კოტილედო ეწოდება. ქორიონის ფირფიტა შიგნით (ნაყოფისაკენ) უმაგრდება ამნიონს.

ქორიონის ფირფიტაში კიპლარიდან ორი არტერია შედის, რომლებიც ძლიერ ტოტდებიან და ნაყოფიდან სისხლი მიაქვთ პლაცენტაში. ყოველ კოტილედოში ერთი არტერიული ტოტი შედის და წვრილ ტოტებად იყოფა. ყოველი წვრილი ტოტი კი ცალკეულ ხაოში შედის და ქმნის კაპილარულ ბადეს, რომელიც ზედაპირულად დევს ხაოს ეპითელის ქვეშ. ამ კაპილარული ბადიდან სისხლი გროვდება გამტარ სისხლის ძარღვებში. უკანასკნელების შეერთების ხარჯზე წარმოიშვება ერთი გამტარი სისხლის ძარღვი (ვენა), რომელსაც სისხლი კოტილედოდან მიაქვს. ამრიგად *placenta foetalis*-ის სისხლძარღვთა სისტემა სავსებით დახშულია.

როგორც ქორიონის ფირფიტა, ისე ხაო შედგება შემაერთებული ქსოვილისა და ეპითელისაგან. შემაერთებული ქსოვილი დასაბამში წარმოადგენილია ემბრიონული შემაერთებული ქსოვილით.

ნაგრამ შემდეგ იგი ფიზიოლოგიურ შემაერთებელ ქსოვილად გადაიქცევა.

ემბრიონული ქსოვილის გარდაქმნა ფიზიოლოგიურ შემაერთებელ ქსოვილად არ ხდება მხოლოდ პატარა ხაოებში.

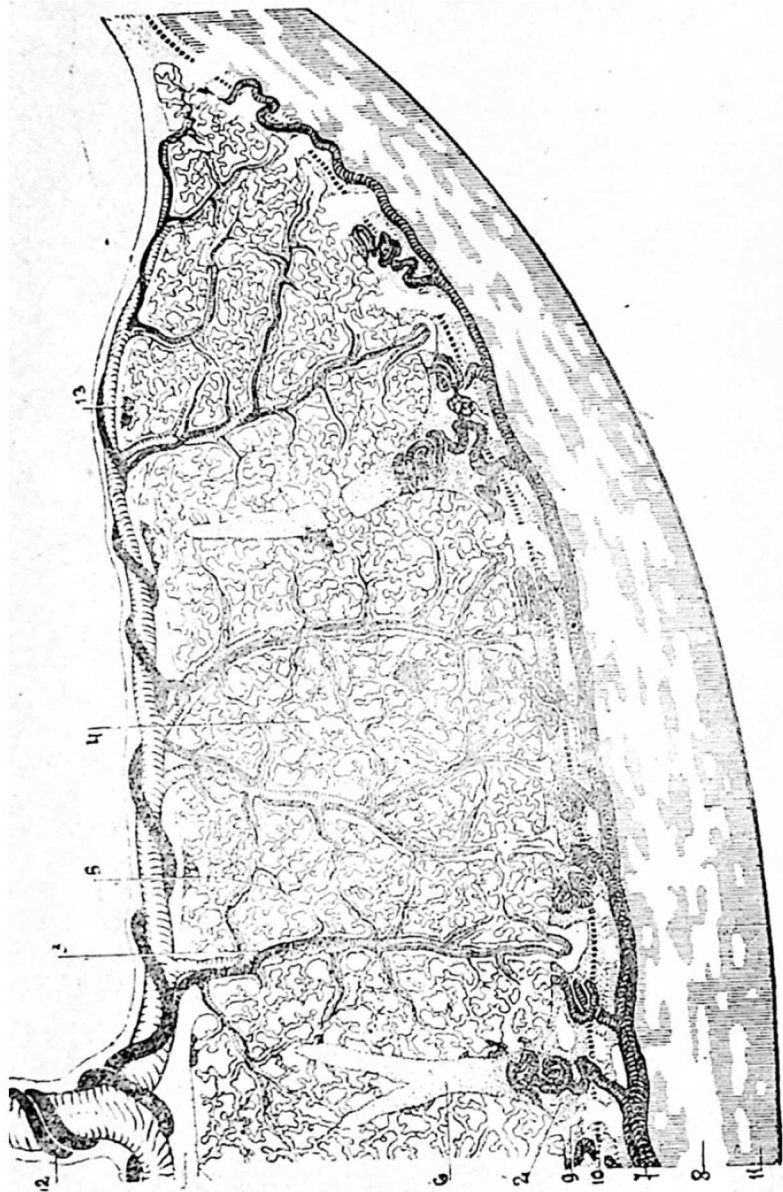
ქორიონის ფირფიტისა და ხაოს ეპითელი, ორსულობის პირველ თვეებში, შედგება ორი შრისაგან: შიგნითა და გარეთა. შიგნითა შრეში, რომელიც შემაერთებელ ქსოვილზე დევს, უჯრედების საზღვრები მკაფიოდ არის გამოხატული. ამ შრეს აღნიშნავენ როგორც ქორიონის, ანუ ხაოს ექტოდერმას. სხვანაირად ამ შრეს აღნიშნავენ, როგორც ლანგჰანის (Langhans) შრეს.

გარეთა შრეში განცალკევებული უჯრედების საზღვრები აღარ ემჩნევა. იგი წარმოადგენს მთლიან პროტოპლაზმურ შრეს, რომელშიც არსებობს მრავალრიცხოვანი ბირთვები. ამ გარეთა შრეს ქორიონის, ანუ ხაოს სინციტიუმი ეწოდება.

ორსულობის მეხუთე თვიდან დაწყებული ხაოს ექტოდერმა უკუგანვითარებას განიცდის და ისპობა. ისე რომ ხაოები მხოლოდ სინციტიუმით არის დაფარული. მხოლოდ განცალკევებულ ადგილებზე რჩება ხაოს ექტოდერმა. რომლებიც შესქელებებს ქმნის როგორც ქორიონის ფირფიტაზე. ისე ხაოებზე. ხაოების მწვერვლებზე ამ შესქელებებს აღნიშნავენ, როგორც ხაოების კვანძებს, ანუ ხაოების სვეტებს. გარდა ამისა, ალაგ-ალაგ სინციტიუმშიც ქმნის გასქელებებს. სინციტიუმის ამ გასქელებებს აღნიშნავენ როგორც პროლიფერაციულ კუნძულებს.

ორსულობის დასასრულს სინციტიუმშიც ისპობა. მის ადგილს იკვრს კომოგენური მასა, რომლებშიც არსებობს ნაპრალეები და პატარა ღრუები. ამიტომ მას აღნიშნავენ როგორც მილაკოვან ფიბრინს, ანუ ჰიალინს.

ხაოების მწვერვლებზე ეპითელის მოსპობის შემდეგ ხაოები უერთდება decidua basalis-ის შემაერთებელ ქსოვილს. ისე რომ შეერთების შემდეგ ისპობა საზღვარი დედისა და ნაყოფის ქსოვილებს შორის. შეერთება იმდენად მაგარი არის, რომ უკვე ორსულობის შუა პერიოდში შეუძლებელი ხდება ნაყოფისა და დედის პლაცენტის ერთიმეორისაგან დაშორება. მაგრამ ყველა ხაო არ უერთდება decidua basalis-ს. ხაოების ერთი ნაწილი თავისუფლად არის მოთავსებული ხაოთაშორის სივრცეში. მათ აღნიშნავენ, როგორც თავისუფალ ხაოებს. იმ ხაოებს, რომლებიც უერთდებიან placenta uterina-ს, აღნიშნავენ, როგორც მიმმაგრებელ ხაოებს.



სუ. 34. ადამიანის კლაკენტის სქემა (მ. კლარადენ).

1—ქორიონის ფირფიტა; 2—ბაზალური ფირფიტა (რედუცირებული *decidua basalis*); 3—ხალს ძირი; 4—ხალსა-  
 შორისი სფერცი; 5—ხალს ბაღე; 6—კლაკენტის ხაოიზი; 7—საშეილოსნის არტერიი; 8—საშეილოსნის ვენა;  
 9—კენა სარქველი; 10—მოსაგარდნი ხაზი; 11—საშეილოსნის მუსკულატურა; 12—კიბლარი; 13—ჰიპოქორიული  
 ფიბრინული ბოლი.

პლაცენტის საშვილოსნოს ნაწილი (placenta uterina) წარმოიქმნება decidua basalis-იდან. ნაყოფის პლაცენტისაკენ (placenta foetalis) ნიშნული მისი ზედაპირიდან წარედინება ხარისხები (სურ. 34,10), რომლებიც თავსდება ხაოებს შორის, მაგრამ ქორიონის ფირფიტამდე არ აღწევს. პლაცენტის ხარისხების წარმოქმნის გამო placenta uterina-ზე ღრუები შეიქმნება. ამ ღრუებში კი ხაოს ბუჩქები, ანუ კოტილედოები არის მოთავსებული. ყოველ ღრუში თითო კოტილედო იმყოფება. ამიტომ ღრუების რიცხვი კოტილედოების რიცხვს შეესაბამება. ამ ღრუებს აღნიშნავენ, როგორც ხაოთაშორის, ანუ პლაცენტშიღა ღრუებს (სურ. 34.3),

საშვილოსნოს პლაცენტაში (placenta uterina) მყოფი სისხლის ძარღვები ირღვევა მათზე ტროფობლასტის მონელებითი მოქმედების გამო. დარღვეული სისხლის ძარღვებიდან გამოსული სისხლი ხაოებშორის სივრცეში შედის. ვინაიდან ამ სივრცეში ხაოები არის მოთავსებული, ამიტომ შეიძლება ითქვას, რომ ხაოები დედის სისხლში არის ჩადებული.

როგორც ნათქვამი იყო, პლაცენტის ცენტრში პლაცენტის ხარისხები თავიანთი კიდეებით არ აღწევს ქორიონის ფირფიტას. სამაგიეროდ პლაცენტის პერიფერიაზე პლაცენტის ხარისხები აღწევს ქორიონის ფირფიტას და მას უერთდება. ამის გამო პლაცენტის კიდურულ ნაწილში წარმოიქმნება თხელი რგოლისებრი ფირფიტა, რომელსაც ეწოდება სუბქორიული დამხშველი რგოლი, ანუ დამხშველი ფირფიტა.

Placenta uterina სისხლს ღებულობს დედის ძარღვებიდან. მრავალი არტერიული ტოტი ჯერ საშვილოსნოს კუნთოვან გარსს გაივლის, შემდეგ შედის ბაზალურ და სპონგიოზურ შრეებში და, ბოლოს, კომპაქტურ შრეს აღწევს. უკანასკნელში არტერიები კარგავს როგორც კუნთოვან ვარსს, ისე ელასტიკურ ქსოვილს. ისე რომ მათი კედელი შედგება მხოლოდ ენდოთელისაგან და კოლაგენური ბოქვოების მცირე რაოდენობისაგან. ეს ენდოთელური-ლულა მიდებულა უშუალოდ დეციდუალურ უჯრედებზე. მცირე-ოდენი დატოტვის შემდეგ არტერიები შედის პლაცენტის ხარისხებში (septa placentae) და იხსნება ხაოთაშორის ღრუებში ხვრელებით, რომლებიც პლაცენტის ხარისხებში იმყოფებიან (სურ. 34,7).

ზოგიერთი ავტორის (კაიბელი, ვალდეიერი და სხვ.) აზრით, ხაოთაშორისი ორუები საშვილოსნოს ლორწოვანი გარსის ძლიერ გაგანივრებული კაპილარებია.

იმავე ხაოთაშორისი ღრუებიდან იწყება გაგანიერებული ვენები, რომელთა კედელი აგრეთვე მხოლოდ ენდოთელისაგან შედგება. ამ ვენების დასაწყისი ხერელები მოთავსებულია ხარხებზე შორის, სახელდობრ ხაოთაშორისი ღრუების ფუძეების, ანუ წილაკების, ცენტრში. პლაცენტის პერიფერიაზე ეს ვენები ერთმანეთს უერთდება, რის გამოც წარმოიქმნება ერთი ვენა, რომელსაც ეწოდება პლაცენტის კიდურული, ანუ რგოლისებრი სინუსი (sinus circularis). ეს უკანასკნელი კი მოთავსებულია სუბქორიულ დამიშველ რგოლში (იხ. გვ. 103).

ვინაიდან არტერიული ხერელები ხარხებში იმყოფება, ხოლო ვენური ხერელები კი ხაოთაშორის ღრუების ფუძეშია მოთავსებული, ამიტომ ხაოთაშორის სივრცეებში სისხლის ნაკადი პერიფერიიდან ცენტრში მიიმართება; სოლო უკანასკნელიდან ვენებში მიდის. ამის გამო ყოველი წილაკი წარმოადგენს დედის სისხლის განსაკუთრებულ ცირკულაციურ მიდამოს. მაგრამ ამავე დროს ეს ცირკულაციური მიდამოები სავსებით არ არის განცალკევებული ერთიმეორისაგან, ვინაიდან პლაცენტის ხარხები, პლაცენტის ცენტრში ქორიონის ფირფიტას ვერ აღწევს. ამიტომ ქორიონის ფირფიტის ქვეშ ყველა ცირკულაციური მიდამო ერთ ცირკულარულ მიდამოდ (სუბქორიონულ სივრცედ) ერთდება.

როგორც ნათქვამი იყო, ხაოთაშორისი სივრცეები შეიცავს დედის სისხლს. ხაოები კი შეიცავს ნაყოფის სისხლს. დედისა და ნაყოფის სისხლი განცალკევებულია ერთიმეორისაგან საოს ეპითელით და კაპილარის ენდოთელით.

ამიტომ არ ხდება დედისა და ნაყოფის სისხლის უშუალოდ ერთიმეორეში შერევა. სამაგეროდ ეპითელი არ აფერხებს დედისა და ნაყოფის სისხლის თხიერი ნაწილებისა და გაზების ცვლას.

ორსულობის დასასრულს ხაოს ეპითელი (ხაოს ექტოდერმა და სინციტიუმი) ისპობა. მის ადგილს იჭერს ფიბრინოგენური მასა (დაცხრილული, ანუ მილაკოვანი ფიბრინი, ანუ ჰიალინი). ფიბრინოგენურ გარდაქმნას განიცდის აგრეთვე დედოლი ქსოვილიც. აღნიშნული დეგენერაციული პროცესების გამო ძნელდება ნაყოფის კვება. ნაყოფი მოქმედებს საშვილოსნოზე, როგორც უცხო სხეული. საშვილოსნო ცდილობს ნაყოფისაგან განთავისუფლდეს. ამისათვის იგი იწყებს ენერგიულ შეკუმშვას. საშვილოსნოს შეკუმშვა კი იწვევს ნაყოფის ბუშტის საშვილოსნოს ხერელებში ჯერ გამოსვლას და შემდეგ გასკდომას. ნაყოფის ბუშტის გასკდომას მოყვება ამნიონის სითხის გარეთ დაღვრა. უკანასკნელის შემდეგ,



საშვილოსნოს შეკუმშვის გამო, ხდება ნაყოფის გარეთ გამოსვლა—  
ბავშვის დაბადება.

ბავშვის დაბადებას მოყვება ნაყოფის გარსებისა და პლაცენ-  
ტის დაბადება.

ბავშვის დაბადების შემდეგ საშვილოსნოს შეკუმშვა მოკლე  
ხნით ჩერდება, მაგრამ მალე კიდევ იწყება. ახლა შეკუმშვა იწვევს  
საშვილოსნოს მთელი სხეულის მოსაფარდნი გარსის მოფარდნას.



სურ. 34. დაბადებული ბავშვის პლაცენტა ნაყოფისაკენ მიმარ-  
თული ზედაპირით. (ჭერტიფიდან). ახსნა ტექსტშია.

მოფარდნა ხდება სპონგიოზური შრის მიდამოში. ამის შემდეგ ხდებ-  
ბა ნაყოფის გარსებისა და პლაცენტის გარეთ გამოსვლა—დაბა-  
დება.

დაბადებული პლაცენტა, ანუ მომყოლი ფირფი-  
ტისებრი ფორმის არის. მისი დიამეტრი 19—20 სმ უდრის. სისქე  
2—3 სმ. მისი წონა დაახლოებით 500 გ არის. პლაცენტაში არ-  
ჩევენ შიგნითა და გარეთა ზედაპირებს.

შიგნითა, ანუ ფეტალურ ზედაპირზე კიპლარი არის  
მიმაგრებული. კიპლარი და ფეტალური ზედაპირი ამნიონით არის  
დაფარული. ამნიონის მოშორების შემდეგ ფეტალურ ზედაპირ-  
ზე ჩანს დატოტილი ფეტალური სისხლის ძარღვები (სურ. 35).

გარეთა, ანუ დედული ზედაპირი წილაკებით არის  
დაფარული. წილაკები კი ერთიანეორისაგან განსაზღვრული არის  
ღარების საშუალებით (სურ. 36). ღარები შეესაბამება პლაცენტის

ხარხების საწყისს. უკანასკნელი კი ხაოთაშორისი ღრუების გვერდით კედლებს ქმნიან.

პლაცენტის დედულ ზედაპირზე წილაკების (კოტილედობის) რიცხვი 15—20 უდრის. ისინი ქმნიან ხაოთაშორისი ღრუების ფუძეს.



სურ. 36. დაბადებული ბავშვის პლაცენტა საშვილოსნოსაკენ მიმართული ზედაპირით (ჭერტივიდან). ახსნა ტექსტშია.

ვინაიდან ყოველ ხაოთაშორის ღრუში ერთი ხაოს ბუჩქი შედის, ამიტომ პლაცენტის დედულ ზედაპირზე არსებობს იმდენი წილაკი, რამდენიც არის ხაოს ბუჩქი.

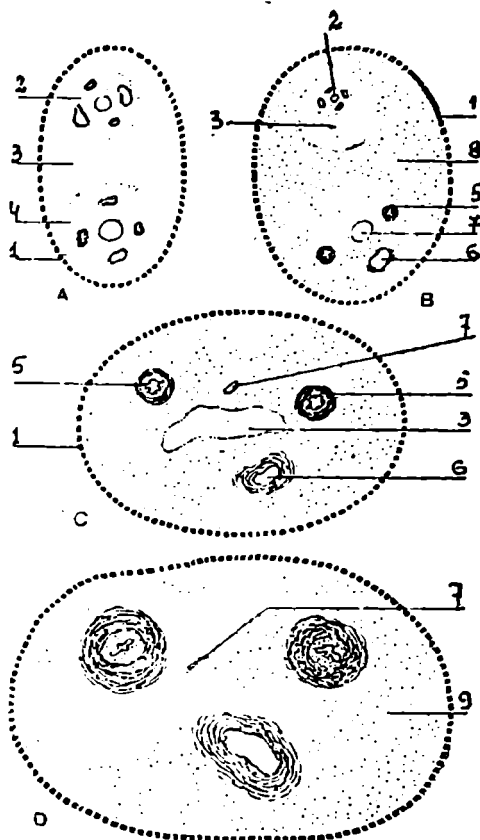
### კიპლარი

კიპლარი funiculus umbilicalis არის ის ორგანო, რომლის საშუალებითაც ნაყოფი უერთდება პლაცენტას. იგი წარმოადგენს ბაგირაკს, რომლის სიგრძე 50—60 სმ აღწევს და სიგანე—11—13 სმ.

დასაბამში კიბლარი მოკლე არის. მისი სიგრძე უდრის ემბრიონის კიპსა და პლაცენტას შორის არსებული მანძილის სიგრძეს. ორსულობის უკანასკნელ თვეებში კიბლარის სიგრძე უფრო მეტი ხდება, ვიდრე მანძილი ემბრიონის კიპსა და პლაცენტას შორის. ამიტომ კიბლარი მარყუებვად ლაგდება ამნიონის სითხეში.

კიბლარი შეიცავს ორ კიპის არტერიას (*aa. umbilicales*), ერთ კიპის ვენას (*v. umbilicalis*), ალანტოისის არხს. ყვითრის სადინარს და *vasa omphalo-mesenterica*-ს (სურ. 37).

ალანტოისის არხი, ყვითრის სადინარი და *vasa omphalo-mesenterica* ორსულობის დასაბამში კიბლარის მნიშვნელოვანი შემადგენელი ნაწილებია (სურ. 37, A). შემდეგ კიბლარის სისხლის ძარღვების უფრო მეტ განვითარებასთან ერთად *vasa omphalo-mesenterica*, ყვითრის სადინარი და ალან-



სურ. 37. კიბლარის განივი ანათლები განვითარების სხვადასხვა სტადიაზე (მ. კლარადან).

A - ყვითრის ფეხი (2) და მუცლის ფეხი (4) განვითარებული არიან ერთმანეთისაგან სხეულის ექსოემბრიონული ღრუთი (3).

B - ყვითრის ფეხი (2) და სხეულის ექსოემბრიონული ღრუ (3); ძლიერ ატროფირებულია.

C - 3 თვის ასაკის ჩანასახის კიბლარის განივი ანათალი.

D - ახალდაბადებულის კიბლარის განივი ანათალი.

1 - ამნიონი; 2 - ყვითრის ფეხი (ყვითრის სადინარი და *vasa omphalo-mesenterica*) 3 - სხეულის ექსოემბრიონული ღრუ. 4 - მუცლის ფეხი (ალანტოისი და *vena umbilicalis*); 5 - *a. umbilicalis*; 6 - *vena umbilicalis*; 7 - ალანტოისი; 8 - მებოდერმა; 9 - ვარტონის რთვილი.

ტოისი ატროფიას განიცდიან (სურ. 37, 13). ისე რომ ორსულობის დასასრულს ხსენებული წარმონაქმნები კიპლარში მოიპოვე-  
ზიან მხოლოდ ძაფისებრი ნაშთის სახით (სურ. 37.).

კიპლარის შემადგენელი ნაწილები აღრეულ სტადიაში ემბ-  
რიონულ შემაერთებელ ქსოვილში არის მოთავსებული. ამ ემბრიო-  
ნულ ქსოვილს აღნიშნავენ, როგორც ვარტონის (Wharton)  
რთვილს. კიპლარის ზედაპირი დაფარულია ამნიონით (სურ. 37, 1).

კიპლარზე ზოგჯერ კვანძები მოიპოვება. არჩევენ ცრუ და  
ნამდვილ კვანძებს. ცრუ კვანძები წარმოიქმნება კიპლარის სისხლის  
ძარღვების ადგილობრივი დაგორგელის ან პარკისებრი გაგანიე-  
რების გამო. ნამდვილი კვანძები კი იმის გამო წარმოიშვება, რომ  
ნაყოფი შემთხვევით გაძვრება (გაცურდება) კიპლარის მარყუქებში,  
რის შემდეგაც კვანძი კეთდება. ნამდვილი კვანძის გასკვნა საში-  
შია ნაყოფისათვის.

კიპლარის მიმაგრება ჩვეულებრივ პლაცენტის შუაში ხდება  
(*insertio centralis*), მაგრამ მისი მიმაგრება შეიძლება მოხდეს პლა-  
ცენტის კიდეზე (*insertio marginalis*). კიპლარის მიმაგრება პლა-  
ცენტის გარეშეც ხდება. მაგალითად, კვერცხის გარსებზე (*inser-  
tio velamentosa*).

### ყვითრის პარკი

ყვითრის პარკი, ანუ კიპის ბუშტი (*vesicula  
umbilicalis*) დასაბამში წარმოადგენს ოვალურ ბუშტს, რომელიც  
შეერთებულია ნაწლავის ლულასთან მოკლე და მსხვილი ფეხის  
(ყვითრის სადინარის) საშუალებით. შემდეგ ყვითრის სადინარი  
გრძელდება და წერილდება. მისი სანათური ობლიტერაციას გა-  
ნიცდის. ამის გამო იგი ეპითელურ ბაგირაკებად იქცევა. ამავ  
დროს ყვითრის პარკიც თანდათანობით პატარავდება და კიდია  
ძაფისებურად ატროფიული ყვითრის სადინარზე, როგორც კვერ-  
ცხისებრი წარმოქმნა. როდესაც ამნიონი მიედება ქორიონს, მაშინ  
ყვითრის პარკი მათ შორის მოჰყვება.

---

## შ ი ნ ა ა რ ს ი

წინასიტყვაობა . . . . .	3
ემბრიოლოგიის საგანი და ამოცანა . . . . .	5
ნოკლე ისტორიული მიმოხილვა . . . . .	5
პრეფორმაციის, ანუ ქვოლუციის თეორია . . . . .	8
ეპიგენეზის თეორია . . . . .	11
სასქესო უჯრედები . . . . .	15
სათესლე ძაფი . . . . .	16
მღედრობითი სასქესო უჯრედი . . . . .	24
სასქესო უჯრედების მომწიფების პროცესი . . . . .	32
განაყოფიერება . . . . .	38
ეკინოლერმის კვერცხის განაყოფიერება . . . . .	39
ცხენის ასკარიდის კვერცხის განაყოფიერება . . . . .	41
ძუძუმწოვრების კვერცხის განაყოფიერება . . . . .	43
კვერცხის დაყოფა . . . . .	44
ჩანასახოვანი ფურცლების წარმოქმნა . . . . .	50
ადამიანის ჩანასახის განვითარება . . . . .	80
ადამიანის ჩანასახის ასაკის განსაზღვრა . . . . .	89
პლაცენტა . . . . .	89
ქორიონის განვითარება . . . . .	98
კიპლარი . . . . .	106

რედაქტორი კ. გიგლაშვილი  
ტექრედაქტორი ვ. ხუციშვილი

ხელმოწერილია დასაბეჭდად 20/IX-57 წ ანაწილის  
ზომა 6×10. ქალღმრთის ზომა 60×92<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. სააღრ.-აა-  
გამომც. თაბახი 5,86. სააუტორო თაბახი 5.5. ქალღ-  
ღმრთის თაბახი 3,5. ნაბეჭდი თაბახი 7.0

