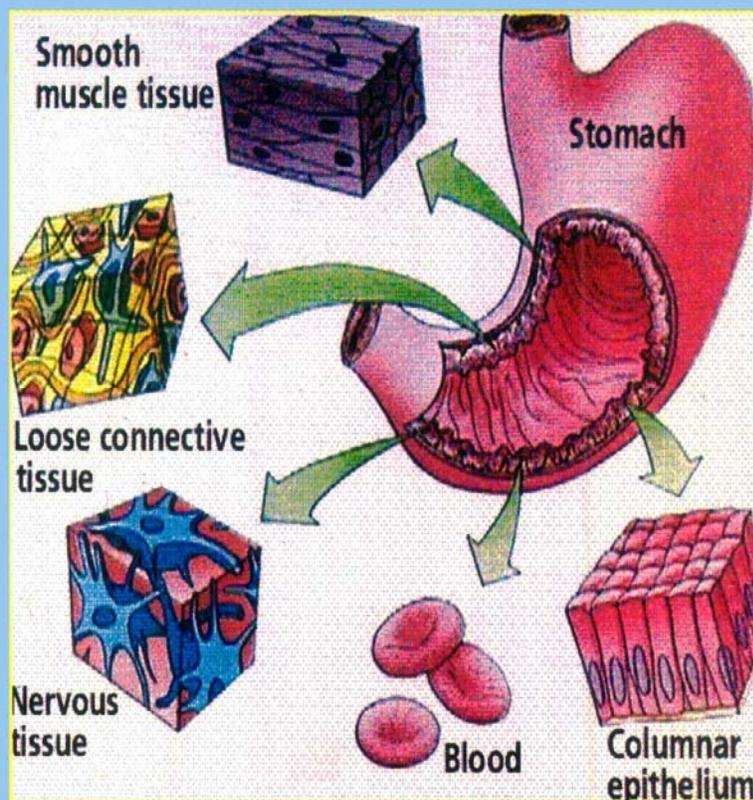




वर्धमान महावीर खुला विश्वविद्यालय, कोटा



युग्मक एवं परिवर्धन जैविकी



युग्मक एवं परिवर्धन जैविकी

इकाई सं.	इकाई	पृष्ठ सं.
1.	भ्रौणिकी का इतिहास एवं प्रकार (History and Types of Embryology)	6-16
2.	युग्मकजनन (Gametogenesis)	17-32
3.	निषेचन (Fertilization)	33-45
4.	अनिषेकजनन (Parthenogenesis)	46-51
5.	विदलन (Cleavage)	52-68
6.	गेस्टुलाभवन (Gastrulation)	69-82
7.	भ्रूणीय प्रेरण, प्राथमिक संगठक, विभेदीकरण, साम्यर्थ (Embryonic Induction, Primary Organization, Differentiation Competence)	83-92
8.	चूजे का परिवर्धन 96 घंटे की अवस्था तक (Development of Chick upto 96 Hours)	93-100
9.	चूजे की अतिरिक्त भ्रूणीय झिल्लियाँ (Extra Embryonic Membranes in Chick)	101-113
10.	स्तनधारियों में अपरा (Placentation in Mammals)	114-131
11.	पुनरुदभवन (Regeneration)	132-149
12.	स्टेम कोशिकाएँ (Stem Cells)	150-166
13.	जंतुओं की क्लोनिंग (Animal Cloning)	167-182
14.	विरूपजनन : प्रारम्भिक ज्ञान (Teratology : Elementary Knowledge)	183-196
15.	जीर्णता जैविकी का संक्षिप्त विवरण (Brief Account of Ageing Biology)	197-212

पाठ्यक्रम अभिकल्प समिति

अध्यक्ष

प्रोफेसर (डॉ.) नरेश दाधीच
कुलपति
वर्धमान कोटा खुला विश्वविद्यालय, कोटा

विषय समन्वयक

प्रो. ए.एल. भाटिया
प्राणी-शास्त्र विभाग
राजस्थान विश्वविद्यालय, जयपुर

सदस्य सचिव / समन्वयक

डॉ. अशोक शर्मा
सह आचार्य, राजनीति विज्ञान
वर्धमान कोटा खुला विश्वविद्यालय, कोटा

सदस्य

1. प्रो. डी.के. भट्ट
पूर्व विभागाध्यक्ष, प्राणी- शास्त्र विभाग
एम.एल. सुखाडिया विश्वविद्यालय, उदयपुर
2. प्रो. ओ.पी. अग्रवाल
विभागाध्यक्ष, प्राणी-शास्त्र विभाग
जीवाजी विश्वविद्यालय, ग्वालियर (म.प्र.)
3. प्रो. प्रदीप भटनागर
पूर्व विभागाध्यक्ष, प्राणी-शास्त्र विभाग
राजस्थान विश्वविद्यालय, जयपुर
4. डॉ. अजय वर्मा
विभागाध्यक्ष, प्राणी-शास्त्र विभाग
राजर्षि शासकीय महाविद्यालय, अलवर (राजस्थान)
5. डॉ. मदन लौरी
प्राणी-शास्त्र विभाग, राजस्थान विश्वविद्यालय, जयपुर
6. डॉ. एस.सी. जोशी
प्राणी-शास्त्र विभाग, राजस्थान विश्वविद्यालय, जयपुर
7. डॉ. प्रीति गुप्ता
प्राणी-शास्त्र विभाग, वैदिक कन्या महाविद्यालय, जयपुर
8. डॉ. एस. तायल
प्राणी-शास्त्र विभाग, अग्रवाल पी.जी. महाविद्यालय, जयपुर

सम्पादन एवं पाठ लेखन

सम्पादक

प्रो. ए.एल. भाटिया
प्राणी -शास्त्र विभाग
राजस्थान विश्वविद्यालय, जयपुर

लेखक

1. डॉ. एस. तायल
प्राणी-शास्त्र विभाग
अग्रवाल पी.जी. महाविद्यालय, जयपुर (राज.)
2. डॉ. के.एस. कोहली
सेवानिवृत्त एथोसियेट प्रोफेसर
प्राणी - शास्त्र विभाग
राजस्थान विश्वविद्यालय, जयपुर (राज.)
3. डॉ. एस.सी. जोशी
प्राणी-शास्त्र विभाग, राजस्थान विश्वविद्यालय, जयपुर (राज.)
4. प्रीति गुप्ता
प्राणी -शास्त्र विभाग, वैदिक कन्या महाविद्यालय, जयपुर
(राज.)
5. डॉ. जी.सी. जैन
प्राणी-शास्त्र विभाग, राजस्थान विश्वविद्यालय, जयपुर (राज.)

पाठ्यक्रम निर्देशन एवं उत्पादन

निदेशक (अकादमिक)

प्रोफेसर (डॉ.) अनाम जेटली
वर्धमान महावीर खुला विश्वविद्यालय, कोटा

निदेशक (सामग्री उत्पादन एवं वितरण)

प्रोफेसर (डॉ.) पी.के. शर्मा
वर्धमान महावीर खुला विश्वविद्यालय, कोटा

सर्वाधिकार सुरक्षित : इस सामग्री के किसी भी अंश को वर्धमान महावीर खुला विश्वविद्यालय, कोटा की लिखित अनुमति के बिना किसी भी रूप में 'मिमियाग्राफी' (चक्रमुद्रण) के द्वारा या अन्यथा पुनः प्रस्तुत करने की अनुमति नहीं है।

प्रस्तावना

प्रस्तुत पुस्तक "युग्मक एवं परिवर्धन जैविकी" वर्धमान महावीर खुला विश्वविद्यालय, कोटा द्वारा प्रस्तावित पाठ्यक्रमानुसार बी.एससी. भाग प्रथम के प्राणी-शास्त्र तृतीय प्रश्न-पत्र के अध्ययन अध्यापन हेतु सृजित की गई है। पुस्तक की भाषा-शैली को सरल, रोचक एवं सुग्राह्य बनाने का अथक प्रयास किया गया है। आवश्यकतानुसार समानार्थी अंग्रेजी शब्द, फ़्लोचार्ट, नामांकित चित्र एवं सारणियाँ भी दी गई हैं। पुस्तक की विभिन्न इकाइयों को विद्वान लेखकों द्वारा लिखा गया है। लेखकों ने पुस्तक को तथ्यपरक बनाने के लिए प्रामाणिक ग्रन्थों की सहायता प्राप्त की है तथा इन रचयिताओं के लिए कृतज्ञतापत्र इन पंक्तियों के माध्यम से प्रस्तुत है। इसकी रचना करते समय यथासंभव यह भी प्रयत्न किया गया है कि यह पुस्तक विद्यार्थियों के लिए प्रतियोगी परीक्षाओं हेतु भी सही मार्गदर्शन प्रदान करने में सहायक हो।

पुस्तक को अधिक उपयोगी एवं प्रामाणिक बनाने हेतु प्रबुद्ध पाठकों एवं जागरूक विद्यार्थियों के रचनात्मक सुझाव सादर आमंत्रित हैं।

इकाई 1 : भ्रौणिकी को इतिहास एवं प्रकार

(History and Types of Embryology)

इकाई की रूपरेखा (Outline of Unit)

- 1.0 उद्देश्य (objective)
- 1.1 प्रस्तावना (introduction)
- 1.2 भ्रूणीय परिवर्धन के आधारभूत विलक्षण (Basic features of embryonic development)
- 1.3 भ्रूणीय परिवर्धन की प्रावस्थाएँ (Phases of embryonic development)
- 1.4 भ्रौणिकी का इतिहास (History of Embryology)
- 1.5 भ्रौणिकी के प्रकार (Types of Embryology)
 - (अ) विवरणात्मक भ्रौणिकी (Descriptive Embryology)
 - (ब) तुलनात्मक भ्रौणिकी (Comparative Embryology)
 - (स) प्रयोगात्मक भ्रौणिकी (Experimental Embryology)
 - (द) रासायनिक भ्रौणिकी (Chemical Embryology)
- 1.6 परिवर्धन जैविकी (भ्रौणिकी) की /अर्थात् विस्तार (Scope of Development Biology/Embryology)
- 1.7 सारांश (Summary)
- 1.8 शब्दावली (Glossary)
- 1.9 संदर्भ ग्रन्थ (Further Readings)
- 1.10 बोध प्रश्नों के उत्तर (Answers to self-assessment Questions)
- 1.11 अभ्यासार्थ प्रश्न (Exercise Question)

1.0 उद्देश्य (Objectives)

इस इकाई का उद्देश्य है कि आप भ्रूणीय विकास के तथ्यों, भ्रूणीय परिवर्धन की विभिन्न प्रावस्थाओं, आधारभूत लक्षण एवं परिवर्धन जैविकी की व्याप्ति (Scope) के बारे में जानकारी प्राप्त कर सकें।

1.1 प्रस्तावना (Introduction)

सभी कोशिकाएँ अपनी पूर्ववर्ती कोशिकाओं से उत्पन्न होती हैं एवं जीवन के सभी प्रक्रम एक चक्रीय प्रतिरूप (pattern) के अंश हैं। एक कोशिका वृद्धि करती है, विभाजित होती है, इसकी पुत्री कोशिकाएँ भी ऐसा ही करती हैं। प्रत्येक पीढ़ी कुछ मुख्य प्रावस्थाओं के द्वारा विशिष्टीकृत होती है, जिसमें जटिलताओं (complexity) के उच्चतम स्तर देखने को मिलते हैं। प्रायः सभी सजीवों में नई पीढ़ी का प्रारम्भ निषेचित अण्डे (Zygote) से होता है। वाइरस, बैक्टीरिया, पादपों एवं प्राणियों की प्रत्येक जाति को अपनी उत्तरजीविता के लिये नये सदस्यों को उत्पन्न करने की क्षमता होती है जिसके फलस्वरूप विपरीत परिस्थितियों अथवा दीर्घायु आदि की वजह से हनन होने वाले प्राणियों की कमी

को पूरा करने में समर्थ होते हैं। प्रजनन (reproduction) का तात्पर्य है जनक के समान प्राणि की उत्पत्ति। अधिकांश प्राणियों में जनन-प्रक्रम में प्रारम्भ से ही जनक जैसे प्राणी की उत्पत्ति नहीं होती है वरन् पहले लगभग बिल्कुल विभिन्न विकासशील प्रारंभिक चरणों का निर्माण होता है जो अंत में जनन सक्षम वंशज में परिवर्धित होते हैं।

प्राणियों के विकास-की-इन घटनाओं एवं परिवर्धनों की सम्पूर्ण श्रृंखला को ही परिवर्धन (development) की संज्ञा दी जाती है।

अपने समान संतति का निर्माण दो प्रकार की प्रजनन विधियों द्वारा होता है। अलैंगिक प्रजनन (asexual reproduction) में संतति का निर्माण विखण्डनों (segmentation) अथवा मुकुलन (budding) के द्वारा होता है जिसमें संतति सभी गणों में अपने पैतृक (parent) के समान होती है। लैंगिक प्रजनन (sexual reproduction) में संतति का निर्माण दो आनुवंशिक रूप से भिन्न युग्मकों (शुक्राणु एवं अण्डाणु) के निषेचन द्वारा होता है। निषेचन के फलस्वरूप निर्मित युग्मनज (Zygote) आनुवंशिक दृष्टि से अपने पैतृक से पूणरूप से भिन्न होता है। अतः इस युग्मनज का परिवर्धन बहुकोशिकीय प्राणी में हो जाता है। इस प्रकार का युग्मनज का वयस्क में रूपान्तरण व्यक्तिवृत्त परिवर्धन (ontogenic development) कहलाता है। यह परिवर्धन जातिवृत्त परिवर्धन (phylogenetic development) से भिन्न होता है क्योंकि जातिवृत्त परिवर्धन एक प्रकार का उद्विकासीय प्रक्रम है जिसमें पूर्वकोशिका (pre-cell) से प्रजाति के विकास का अध्ययन किया जाता है।

व्यक्तिवृत्त परिवर्धन यदि अलैंगिक प्रजनन के द्वारा हुआ हो तो **कोरकोद्भवन** (blastogenesis) राव यदि लैंगिक जनन के द्वारा हुआ तो **भ्रूणोद्भवन** (embryogenesis) कहलाता है।

परिवर्धन संबंधी घटनाओं के उच्च प्राणियों के लैंगिक जनन एवं जीवन-चक्र में सरलता से देखा जा सकता है - **प्रसव पूर्व काल** (pre-natal-period) एवं **जन्मोत्तर** अथवा **प्रसवोत्तर काल** (post-natal-period)। अण्डाणु के निषेचन (fertilization) से शिशु की अण्डजोत्पत्ति (hatching) अथवा जन्म (birth) तक की सभी घटनाओं एवं परिवर्तनों को प्रसवपूर्वकाल तथा इसके पश्चात् की घटनाओं को प्रसवोत्तर काल में सम्मिलित किया जाता है। जीव विज्ञान की वह शाखा जिसके अन्तर्गत प्राणियों में भ्रूणीय काल में होने वाले परिवर्तनों का अध्ययन किया जाता है, **भ्रूणिकी** (embryology) कहलाती है। भ्रूणिकी की तुलना में परिवर्धन जैविकी (development biology) का क्षेत्र अधिक विस्तृत है क्योंकि जहाँ भ्रूणिकी में प्रसव पूर्वकाल में होने वाले परिवर्तनों का अध्ययन होता है, वहाँ परिवर्धन जैविकी में प्रसव-पूर्व एवं प्रसवोत्तर कालों में होने वाले परिवर्तनों का अध्ययन किया जाता है।

1.2 भ्रूणीय परिवर्धन के आधारभूत विलक्षण (Basic feature of embryology development)

बहुकोशिकीय (multicellular) प्राणियों का आकार एवं संरचना उनमें उपस्थित दैहिक कोशिकाओं की संख्या एवं आकार की विभिन्नताओं पर निर्भर करता है। विभिन्नताओं के बावजूद भी समस्त बहुकोशिकीय प्राणियों का भ्रूणीय परिवर्धन एक एकल कोशिका से प्रारम्भ होता है। भ्रूणीय परिवर्धन का प्रक्रम भी समस्त प्राणियों में एक-सा होता है एवं इस प्रक्रम में घटने वाली घटनाओं में भी एकरूपता पाई जाती है।

1.3 भ्रूणीय परिवर्धन की प्रावस्थाएँ (Phases of embryonic development)

बहुकोशिकीय प्राणियों के भ्रूणीय परिवर्धन के दौरान निम्न 9 प्रावस्थाएँ पाई जाती हैं।

(1) **युग्मकजनन (Gametogenesis)** समस्त प्राणियों के भ्रूणीय परिवर्धन के अन्तर्गत युग्मनज (zygote) नामक कोशिका का सन्तति कोशिका में रूपान्तरण होता है एवं युग्मनज का निर्माण भी दो भिन्न जनन कोशिकाओं (gem cells) के संयुग्मन (fusion) से होता है। अतः भ्रूणीय परिवर्धन का प्रारम्भ जननकोशिका अर्थात् युग्मक (gametes) के निर्माण से प्रारम्भ होता है तथा यह क्रिया युग्मकजनन (gametogenesis) कहलाती है। युग्मकों का निर्माण प्राथमिक जनन कोशिकाओं (Primary germ cells) द्वारा होता है। शुक्राणु का निर्माण शुक्रजनन (spermatogenesis) एवं अण्डाणु निर्माण अण्डजनन (oogenesis) कहलाता है। शुक्राणु का निर्माण वृषणों (Testes) में होता है तथा अण्डाणु का निर्माण अण्डाशयों (Ovaries) में होता है। शुक्रजनन एवं अण्डजनन के अन्तर्गत समसूत्री एवं अर्धसूत्री दोनों प्रकार के विभाजन पाये जाते हैं। इस प्रकार अर्धसूत्री विभाजन के फलस्वरूप शुक्राणु एवं अण्डाणु दोनों में गुणसूत्रों का केवल एक समुच्चय उपस्थित होता है। इसलिये ये दोनों अणुगणित (haploid = n) कोशिकाएँ कहलाती हैं। इनका निर्माण द्विगुणित (diploid = 2n) कोशिकाओं से होता है, जिनमें गुणसूत्रों के दो समुच्चय होते हैं।

(2) **निषेचन (Fertilization)** : भ्रूणीय परिवर्धन के द्वितीय चरण में एक अण्डाणु (ovum) का एक शुक्राणु (sperm) से संयुग्मन होता है। यह संयुग्मन **निषेचन (Fertilization)** कहलाता है। इसके परिणामस्वरूप युग्मनज (zygote) का निर्माण होता है। युग्मनज प्रावस्था से ही भ्रूण का निर्माण प्रारम्भ हो जाता है। निषेचन की सर्वाधिक महत्वपूर्ण घटना शुक्राणु एवं अण्डाणु के केन्द्रकों (Nuclei) का संयुग्मन होता है जिसे **उभय मिश्रण (amphimixis)** अथवा **केन्द्रक-संलयन (zygote)** कहते हैं। निषेचन के द्वारा मातृक एवं पैतृक गुणों का एकीकरण होता है तथा द्विगुणित अवस्था पुनः स्थापित हो जाती है। इसे **द्विसूत्रण (diplosis)** कहते हैं।

निषेचन की क्रिया के अन्तर्गत केन्द्रक संलयन (Karyogamy) के साथ-साथ इनकी कोशिका द्रव्य का समेकन (plasmogamy) भी होता है जिसे **द्रव्य-संलयन (cytogamy)** अथवा कोशिका द्रव्य निषेचन (cytogamy) कहते हैं।

(3) **विदलन (Cleavage)** निषेचन के तुरंत पश्चात् युग्मनज (Zygote) समसूत्री विभाजन द्वारा अनेक बार विभाजित होने लगता है। इस विभाजन प्रावस्था को विदलन (cleavage) अथवा **खण्डीभवन (segmentation)** कहते हैं। विदलन में होने वाले समस्त विभाजन समसूत्री प्रकार के होते हैं तथा इनसे निर्मित कोशिकाएँ **कोरक खण्ड** अथवा **ब्लास्टोमीयर्स (Blastomeres)** कहलाती हैं। इन **ब्लास्टोमीयर्स** के गुणक संख्यात्मक, गुणात्मक एवं संरचनात्मक दृष्टि से युग्मनज को गुणसूत्रों के समान ही होते हैं। विदलन से बनी ठोस गेंद के समान निर्मित रचना काक अथवा **मोरूला (morula)** कहलाती है।

(4) **कोरकभवन (Blastulation)** : मोरूला की ब्लास्टोमीयर्स सतत विभाजन क्रिया के फलस्वरूप शीघ्र ही द्रव्य से भरी एक गुहा के चारों ओर व्यवस्थित हो जाते हैं। इस गुहा को **कोरक गुहा** अथवा

ब्लास्टोसील (blastocoel) कहते हैं तथा निर्मित परिवर्धन की इस प्रावस्था को **कोरक** अथवा **ब्लास्टूला**(blastula) कहते हैं । ब्लास्टोमीयर्स के व्यवस्थित हो जाने के फलस्वरूप निर्मित एक स्तरीय अथवा बहु स्तरीय उपकलीय स्तर को **कोरकचर्म** अथवा **ब्लास्टोडर्म** (blastoderm) कहते हैं । मोरूला के बहु कोशिकीयकोरक (Blastula) में परिवर्तित होने की क्रिया को कोरक भवन (Blastulation) कहते हैं ।

(5) **गेस्ट्रूलाभवन** (Gastrulation) परिवर्धन के इस चरण के दौरान कोरकखण्ड में विस्तीर्ण गतियाँ होती हैं जिन्हें **निर्माणी गतियाँ** (formative movement) अथवा संरचना-विकास-गतियाँ (morphogenetic movement) कहते हैं । इन गतियों के परिणामस्वरूप कोरकखण्डों की पुर्नव्यवस्था से तीन प्राथमिक जनन स्तरों (primary germ layers) का निर्माण हो जाता है । ये तीन जनन स्तर क्रमशः **बाह्यचर्म** (Ectoderm), **मध्यचर्म** (mesoderm) तथा अन्तः चर्म (endoderm) कहलाती हैं ।

इस पुनर्व्यवस्था के अन्तर्गत अविभेदित कोरकचर्म (undifferentiated blastoderm) से तीन जनन स्तरों का पृथक्करण होता है तथा ये जनन स्तर भ्रूण में अपनी उपयुक्त स्थिति ग्रहण करे लेते हैं । परिवर्धन की इस अवस्था को **कन्दुक** अथवा **गेस्ट्रूला** (gastrula) कहते हैं । पूर्ण निर्मित गेस्ट्रूला में **आद्यान्त्र** (archenteron) नामक एक केन्द्रीय गुहा पाई जाती है । आद्यान्त्र अन्तःचर्म द्वारा आस्तरित रहती है तथा कोरक रन्ध्र (blastopore) द्वारा बाहर खुलती है । आद्यान्त्र भविष्य में आहारनाल का निर्माण करती है । कोरकरन्ध्र मुखद्वार अथवा मलद्वार में विभेदित होता है । यदि कोरक रन्ध्र द्वारा मुख का निर्माण होता है तो **प्रोटोस्टोमिया** (protostomia) कहा जाता है । **उदाहरण** - एस्कैहेल्मीन्थीज, प्लेटीहेल्मीन्थीज, एनेलिडा, आर्थोपोडा, मौलस्का । यदि कोरकरन्ध्र द्वारा गुदा का निर्माण होता है तो **ड्यूट्रोस्टोमिया** (dentrostomia) कहा जाता है । **उदाहरण** - इकाइनोडर्मेटा, हेमीकॉर्डेटा, कॉर्डेटा ।

(6) **अंग-विकास** (Organogenesis) भ्रूण में प्राथमिक जनन स्तरों से शरीर के विभिन्न अंगों एवं अंगतन्त्रों के निर्माण को **अंग विकास** (Organogenesis) कहते हैं । तीन प्राथमिक जनन स्तरों से छोटे-छोटे कोशिका समूह अलग होकर प्राथमिक मूलांग (Primary organ rudiments) तथा प्रत्येक प्राथमिक मूलांग बाद में प्राणि के विशिष्ट अंग अथवा अंग के अंश का निर्माण करते हैं । प्राथमिक मूलांगों के पुनः विभाजन से द्वितीयक मूलांगों (Secondary organ rudiments) का निर्माण करते हैं । इस प्रकार सरल अंगों, एवं अंशों का निर्माण होता है तथा अंग विकास के द्वारा भ्रूण धीरे-धीरे पूर्ण प्राणी में परिवर्तित हो जाता है ।

(7) **संरचना विकास** (Morphogenesis) अंग विकास के साथ-साथ भ्रूण की बाह्य आकृति एवं आकार प्राणि के समान होता जाता है । इस प्रक्रिया को संरचना विकास (morphogenesis) कहते हैं ।

(8) **विभेदन** (Differentiation) कोशिकाओं का संरचनात्मक व क्रियात्मक विशिष्टीकरण **विभेदन** (differentiation) कहलाता है । कोशिकाओं में विभेदन कोशिका द्रव्य में होता है तथा विभेदन स्थायी तथा अनुक्रमणीय (permanent & irreversible) होता है । विभेदन तीन प्रकार का होता है ।

- (अ) **रासायनिक विभेदन** (Chemical Differentiation) कोशिकाओं का रासायनिक दृष्टि से विशिष्टीकरण रासायनिक विभेदन कहलाता है। यह विशिष्टीकरण विशेष प्रकार के प्रोटीन द्वारा प्राप्त होता है। जैसे - पेशीय कोशिकाओं में एक्टिन एवं मायोसीन का पाया जाना।
- (ब) **संरचनात्मक विभेदन** (Chemical Differentiation) कोशिकाओं में संरचनात्मक दृष्टि से विशिष्टीकरण संरचनात्मक विभेदन कहलाता है। उदाहरण- पेशी कोशिका की संरचना तंत्रिका कोशिका से भिन्न होती है। शलाका (Rods) एवं शंकु (cone) कोशिका की संरचना में भिन्नता।
- (स) **कार्यिकीय विभेदन** (Physiological differentiation). कोशिकाओं में क्रियात्मक विभिन्नताओं को कार्यिकीय विभेदन कहते हैं। उदाहरण- पेशीय कोशिका संकुचन का, तंत्रिका कोशिकाएं आवेग संचरण का, ग्रंथिल कोशिका स्रावण का कार्य करती हैं।
- (9) **वृद्धि (Growth)** कोशिकाओं के निरन्तर विभाजनों द्वारा कोशिकाओं की संख्या बढ़ती रहती है। संतति कोशिकाओं का आयतन भी बढ़ता है, विभिन्न कार्बनिक पदार्थों का निर्माण होता है। इसके फलस्वरूप निरन्तर भ्रूण का आयतन बढ़ता जाता है। इसी घटनाचक्र को वृद्धि (Growth) कहा जाता है। इस प्रकार अंततः भ्रूण निरन्तर वृद्धि द्वारा जनक प्राणी का आकार ले लेता है।

1.4 भ्रौणिकी का इतिहास (History of Embryology)

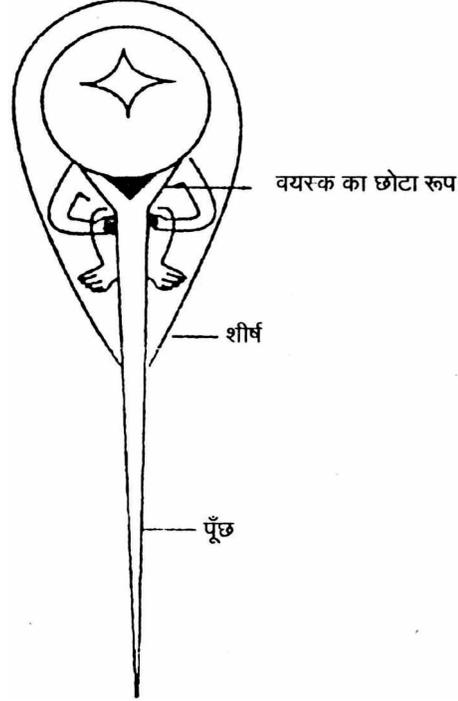
प्रजनन एवं भ्रूणीय विकास के तथ्यों में मनुष्य जाति की रुचि प्राचीनतम काल से ही रही है। इस संदर्भ में प्रारम्भिक विचार प्रायः अनुमानों पर आधारित थे। भ्रूणीय विकास का ज्ञान उन्नीसवीं शताब्दी में **कोशिका सिद्धांत** (Cell Theory) की स्थापना के पश्चात् ही संभव हुआ है। एनोक्समेन्ड्र (Anaximander, 600 BC) पहला दार्शनिक था जिसने बताया कि "सजीवों की उत्पत्ति नम तत्वों द्वारा हुई है।" (Living creatures arose from the moist element)। एम्पीडोक्लस (Empedocles, 500BC) ने बताया कि भ्रूण की उत्पत्ति आशिक रूप से नर तथा आशिक रूप से मादा से होती है। अरस्तु (Aristotle) को भ्रौणिकी का संस्थापक (Founder of Embryology) माना जाता है। इसने मुर्गी एवं अनेक जन्तुओं के प्रवर्धन का अध्ययन किया। इसका विवरण इसने "डीजनरेशन एनिमेलियम" (Degeneration Animalium) नामक पुस्तक में किया।

अरस्तु के अनुसार अण्डा अविभेदित होता है तथा निषेचन के पश्चात् विभेदन आरम्भ करता है व व्यवस्थित रूप से परिवर्धित होकर वयस्क में बदल जाता है। अरस्तु के ये विचार आज के एपिजेनेसिस (Epigenesis) मत को प्रमाणित करते हैं। हिप्पोक्रेटीज (Hippocrates) के अनुसार वायु, अग्नि, जल व मृदा मानव भ्रूण के निर्माण के लिये महत्वपूर्ण हैं। हेरोफाइलस एवं गैलन ने धारणा दी कि मादा प्राणी का अण्डाशय भ्रूणोदभवन के लिये पदार्थ जुटाता है।

परिवर्धन के सम्बन्ध में अनेक वैज्ञानिकों ने अनेक मत प्रस्तुत किये जो निम्न प्रकार से हैं।

(अ) **पूर्व रचना सिद्धान्त** (Preformation Theory) : पूर्व रचना सिद्धान्त के अनुसार भ्रूण एक सुक्ष्म रूप में पहले से ही अण्डाणु या शुक्राणु में विद्यमान रहता है। कुछ वैज्ञानिकों के अनुसार यह सुक्ष्म प्रतिरूप अण्डों में पाया जाता है। इन वैज्ञानिकों को ऑविस्ट (Ovist) कहा गया एवं इनके सिद्धान्त को ऑविस्ट मत कहा गया। इस मत को मानने वाले प्रमुख वैज्ञानिक मैल्पीगी (Malpighi), स्पैल्लेजानी (Spallanzani) बोनेट (Bonnet), हेलर (Haller) तथा स्वामरडेम (Swammerdam) थे।

कुछ वैज्ञानिकों के अनुसार भ्रूण का छोटा प्रतिरूप शुक्राणु के शीर्ष में पाया जाता है। इन वैज्ञानिकों को स्पर्मिस्ट (spermist) या (Animalculist) कहा गया। इस मत का मानने वाले प्रमुख वैज्ञानिक ल्यूवेनहॉक (Leeuwenhoek) तथा हार्ट सोकर (Hartsoeker) हैं। ल्यूवेनहॉक के अनुसार शुक्राणु के शीर्ष में पाये जाने वाला छोटा प्रतिरूप हीमनकूलस (Homunculus) या एनिमलक्यूलक (Animalcule) कहलाता है।



चित्र 1.1 : शुक्राणु में होमनक्यूलस की उपस्थिति

(ब) **अनुजनन सिद्धान्त** (Theory of Epigenesis) : अनुजनन सिद्धान्त अरस्तु के समय ही प्रचलित हो गया था। लेकिन इस मत के प्रतिपादन का श्रेय केस्पर फ्राइडिक वोल्फ (Casper fridrich wolf) को जाता है। इन्होंने प्रयोगों द्वारा प्रमाणित किया कि अण्डाणु या शुक्राणु में प्राणी का सूक्ष्मरूप नहीं पाया जाता है। इस मत के अनुसार भ्रूण के विभिन्न अंगों का विकास उत्तरोत्तर होता है एवं यह एक क्रमबद्ध क्रिया है।

(स) **जनन स्तर संकल्पना** (Germ Layer Theory) 18 वीं शताब्दी के आरम्भ में स्पैलेन्जानी ने मेढक में विदलन को सर्वप्रथम देखा। 19 वीं शताब्दी में वैज्ञानिकों ने विदलन को परिवर्धन की एक नियमित घटना के रूप में स्थापित कर दिया। पॉण्डर ने मुर्गी के भ्रूणीय परिवर्धन में एक्टोडर्म, मीसोडर्स व एण्डोडर्म नामक जनन स्तर के निर्माण का वर्णन प्रस्तुत किया। कोवेलेव्स्की (Kowalevski) ने एम्फीऑक्सस में तीन जनन स्तरों के निर्माण का अध्ययन किया। इसके अनुसार विदलन द्वारा एक स्तरीय ब्लास्टूला का निर्माण होता है जो अन्तर्वलन द्वारा गेस्टूला में परिवर्तित हो जाता है।

(द) **बेयर का सिद्धान्त** (Bayer's Theory) दीन बेयर को आधुनिक भ्रूणिकी का जनक (Father of Modern Embryology) कहा जाता है। इस सिद्धान्त के अनुसार प्राणियों के बड़े समूह के सामान्य लक्षण भ्रूण में अपेक्षाकृत पहले प्रकट होते हैं तथा प्राणी के विशिष्ट लक्षणों का परिवर्धन बाद में होता

हैं। उदाहरणार्थ - कशेरुक जन्तुओं के परिवर्धन के दौरान कशेरुकियों के लक्षण सर्वप्रथम प्रकट होते हैं। इसके पश्चात वर्ग, आर्डर, वंश व जाति के लक्षण प्रकट होते हैं।

जाति आवर्तन का पुनरावर्तन सिद्धांत (Biogenetic Law or Recapitulation theory) : यह सिद्धान्त हैकल (1868) तथा मूलर (1864) ने प्रतिपादित किया था। यह बेयर के सिद्धान्त का रूपान्तरण है। इस सिद्धान्त के अनुसार उच्चस्तर के प्राणी अपने परिवर्धन के दौरान उन अवस्थाओं से गुजरते हैं जो निम्न स्तर के प्राणियों के वयस्क के समान होते हैं जो कि पूर्वज में थे। अर्थात् व्यक्तिवृत्त परिवर्धन जातिवृत्तीय परिवर्धन को दोहराता (ontogeny repeats phylogeny)। उदाहरणार्थ - मेंढक के परिवर्धन में युग्मनज, मोरुला, गेस्ट्रूला, लारवा अवस्थाओं को क्रमशः प्रोटोजोआ, पोरिफेरा तथा मछली के समान मान सकते हैं।

जननद्रव्य सिद्धान्त (Germ plasm Theory) इस सिद्धान्त का प्रतिपादन ऑगस्ट वीजमैन (August Weisman) द्वारा किया गया। इस सिद्धान्त के अनुसार शरीर में दो प्रकार की कोशिकाएँ पायी जाती हैं- कायिक कोशिकाएँ (somatic cells) तथा जनन कोशिकाएँ (germ cell)। जनन कोशिकाओं द्वारा लक्षणों का स्थानान्तरण पीढ़ी दर पीढ़ी होता है तथा कायिक कोशिकाओं द्वारा लक्षणों का स्थानान्तरण पीढ़ी दर पीढ़ी नहीं होता है। वीजमैन ने आनुवांशिकताओं की इकाईयों को इड्स (ids) नाम दिया गया।

मोजेक सिद्धान्त (Mosaic Theory) : मोजेक सिद्धान्त का प्रतिपादन विल्हेल्म रॉडक्स (Wilhelm Roux) द्वारा किया गया। इसके अनुसार अनिषेचित अण्डाणु का पदार्थ समांगी (homogenous) एवं अविभेदित होता है। निषेचन द्वारा विभेदन आरंभ हो जाता है। परिवर्धन के साथ-साथ कोशिकाओं के अधिक विशिष्टीकरण की क्रिया होती है। ब्लास्टूला में विभिन्न उत्तकों एवं अंगों के निर्माण के लिये भिन्न-भिन्न क्षेत्र सीमित हो जाते हैं। दूसरे शब्दों में, अपनी विभिन्न कोशिकीय क्षेत्रों की दृष्टि से ब्लास्टूला एक मोजेक (mosaic) की तरह होता है।

नियमनकारी सिद्धान्त (Regulatory Theory) : इस सिद्धान्त का प्रतिपादन हेन्स ड्राइक्स (Hans Driesch) ने किया था। इस सिद्धान्त के अनुसार प्रारम्भिक भ्रूण की प्रत्येक कोशिका में पूर्ण भ्रूण के निर्माण की सामर्थ्य होती है। इन कोशिकाओं का भविष्य उन की पर निर्भर करता है। ऐसे परिवर्धन को नियमनकारी परिवर्धन कहा गया।

संगठक सिद्धान्त (Organizer Theory) : स्पीमान (Spemann) ने मेंढक के अण्डों पर प्रयोग करके संगठक सिद्धान्त का प्रतिपादन किया। इस सिद्धान्त के अनुसार एक भ्रूणीय उत्तक निकटवर्ती उत्तक को एक विशिष्ट रचना के लिये प्रेरित करता है। प्रेरित करने वाले कारक को प्रेरक अथवा संगठक (induser or organiser) करते हैं। प्रेरक अथवा संगठक द्वारा इवोकेटर (evocater) का स्त्रावण किया जाता है। स्पीमान को इस खोज के लिये 1935 में नोबेल पुरस्कार से सम्मानित किया गया।

प्रणवता सिद्धान्त (Gradient Theory) : बोवेरी (Boveri, 1901) तथा चाइल्ड (Child, 1940) ने यह सिद्धान्त दिया था। इस सिद्धान्त के अनुसार अण्डाणु के सक्रिय ध्रुव (animal pole) एवं अल्पकीय ध्रुव (Vegetal pole) के बीच उपापचयी अक्षीय-प्रवणता (metabolic axial gradient) होती है जो संरचना विकास को नियंत्रित करती है। होस्टैडियस एवं रनस्टोर्म ने दोहरी प्रणवता (double gradient) की उपस्थिति प्रस्तावित की। एक सक्रिय प्रवणता जो सक्रिय ध्रुव से अल्प क्रिय ध्रुव की ओर चलती है। दूसरी अल्प क्रिय प्रवणता जो अल्पक्रिय ध्रुव से सक्रिय ध्रुव की ओर चलती है। प्रवणता

सिद्धान्त के आधार पर विदलन, गेस्टूलाभवन एवं संरचना विकास से संबंधित अनेक समस्याओं का समाधान हो गया है ।

पेनजिनेसिस सिद्धान्त (Theory of Pangenesis) : यह सिद्धान्त चार्ल्स डार्विन द्वारा दिया गया । इसके अनुसार शरीर की प्रत्येक कोशिका में उस जन्तु का एक सूक्ष्मरूप पाया जाता है जिसे जिम्यूल (gemmule) कहते हैं । जिम्यूल रक्त प्रवाह में त्याग दिया जाता है । यह रक्त मनुष्य द्वारा वृषण अथवा अण्डाशय में इकट्ठे कर लिये जाते हैं । इसके पश्चात जिम्यूल युग्मकों में चले जाते हैं ।

1.5 भ्रौणिकी के प्रकार (Types of Embryology)

वैज्ञानिक ज्ञान की वृद्धि के साथ- साथ भ्रौणिकी का भी अनुरूपिक विकास हुआ है तथा यह भी आध्यात्मिक दृष्टि से कई प्रकारों (types) में क्रमशः विशाखित होती गई हैं । इनमें से कुछ प्रकार निम्न है ।

1. **विवरणात्मक भ्रौणिकी** (Descriptive Embryology) : इस शाखा के अर्न्तगत व्यक्तिवृत्त परिवर्धन की विभिन्न अवस्थाओं का प्रत्यक्ष प्रेक्षण एवं वर्णन किया जाता है । प्राचीन काल में भ्रूण विज्ञान के सभी तथ्य प्रत्यक्ष प्रेक्षण पर आधारित थे ।
2. **तुलनात्मक भ्रौणिकी** (Comparative Embryology) : इस शाखा के अर्न्तगत विभिन्न जातियों की भ्रौणिकी का तुलनात्मक अध्ययन किया जाता है । जिसके फलस्वरूप भ्रौणिकी विज्ञान को ठीक से विश्लेषित करने में सहायता मिलती है । ये आधारभूत अध्ययन भ्रौणिकी - विज्ञान में अत्यन्त महत्वपूर्ण माने जाते हैं ।
3. **प्रयोगात्मक भ्रौणिकी** (Experimental Embryology) परिवर्धन की कार्यप्रणाली को समझने के लिये किये गये प्रयोगों से संबंधित शाखा प्रयोगात्मक भ्रौणिकी कहलाती है । राउस (Rous) को इस क्षेत्र का जनक माना जाता है । इस शाखा के फलस्वरूप प्रणवता के सिद्धान्त, निषेचन, विदलन, गेस्टूलाभवन, भ्रूणीय प्रेरण, विभेदन के विभिन्न पहलुओं को समझने में सहायता मिलती है ।
4. **रासायनिक भ्रौणिकी** (Chemical Embryology) इस शाखा में परिवर्धित होते हुए भ्रूण का आण्विक स्तर पर अध्ययन करने के लिये विभिन्न जैव रसायन, जैव भौतिकी तथा कार्यात्मिक तकनीकों का प्रयोग किया जाता है । नीदम (Needham, 1931) को इस शाखा के जनक माना जाता है ।
5. **विश्लेषणात्मक भ्रौणिकी** (Analytical) आधुनिक भ्रौणिकी को ही विश्लेषणात्मक भ्रौणिकी की संज्ञा दी जाती है, जिसके अर्न्तगत भ्रूण विज्ञान के विभिन्न पहलुओं का वितरणात्मक, तुलनात्मक, प्रयोगात्मक भ्रौणिकी आदि का ज्ञान प्राप्त कर उसकी समीक्षा अर्थात् विश्लेषण किया जाता है । इससे फलस्वरूप जटिल ज्ञान के मूल तत्वों को समझने के साथ- 2 स्वयं जैव विज्ञान की भी व्याख्या होती है ।
6. **विकृति विज्ञान** (Teratology) इस शाखा के अर्न्तगत भ्रूणीय परिवर्धन के दौरान होने वाली विकृतियों जैसे - फोकोमेलिया, स्पाइना बाइफिडा, ऐनसिफेली आदि का अध्ययन किया जाता

1.6 परिवर्धन जैविकी (भ्रौणिकी) की व्याप्ति अर्थात् विस्तार (Scope of Development Biology)

1. परिवर्धन जैविकी के अध्ययन से जीव विज्ञान की विभिन्न शाखाओं विशेषकर आनुवंशिकी, कोशिका विज्ञान, कार्यिकी, उद्‌विकास आदि को समझने में सहायता मिलती है ।
2. प्राणियों के विभिन्न समूहों के मध्य जातिवृत्तीय (Phylogenetic) सम्बन्ध को परिवर्धन जैविकी का सहायता से समझा जा सकता है ।
3. परिवर्धन एवं असमानताओं का पता लगाया जा सकता है ।
4. परिवर्धन जैविकी के अध्ययन से नाशक जीवों (pests) एवं रोग वाहकों (vectors) के नियंत्रण में सहायता मिलती है ।
5. भ्रौणिकी विज्ञान के ज्ञान से परिवार नियोजन, वांछित लिंग प्राप्ति, नस्ल सुधार आदि संभव हुआ है ।

बोध प्रश्न

1. किसी जाति के उद्‌विकासीय परिवर्धन (evolutionary development) को कहते (अ) कोरकोद्भव (ब) भ्रूणोद्भव (स) जाति वृत्तीय परिवर्धन (द) व्यक्ति वृत्तीय परिवर्धन ()
2. जाइगोट से लेकर शिशुजन्म तक का अध्ययन कहलाता है । (अ) कोरकोद्भव (ब) भ्रौणिकी (स) परिवर्धन जैविकी (द) उपरोक्त में से कोई नहीं ()
3. जाति आवर्तन का नियम (Biogenetic Law) प्रतिपादित किया । (अ) ल्यूवेनहॉक ने (ब) स्पैलेन्जैनी ने (स) मूलर एवं हैकल ने (द) बेयर ने ()
4. तीन जनन स्तरों का निर्माण होता है । (अ) तूतक में (ब) कोरक में (स) कन्दुक में (द) तंत्रिकाभवन में ()

5. जनन द्रव्य सिद्धान्त के प्रतिपादक है ।

(अ) ल्यूवेनहॉक

(ब) वीजमैन

(स) डार्विन

(द) न्यूपोर्ट

()

1.7 सारांश (Summary)

- सभी - कोशिकाएं अपनी पूर्ववर्ती कोशिकाओं से उत्पन्न होती हैं तथा जीवन के सभी प्रक्रम एक चक्रीय प्रतिरूप (pattern) के अंश हैं ।
- अपने समान संतति का निर्माण दो प्रकार की प्रजनन विधियों से होता है । ये हैं - अलैंगिक प्रजनन एवं लैंगिक प्रजनन।
- निषेचन के फलस्वरूप निर्मित युग्मनज (Zygote) आनुवांशिक दृष्टि से अपने पैतृक से पूर्ण रूपेण भिन्न होता है ।
- युग्मनज का वयस्क में रूपान्तरण व्यक्ति वृत्त परिवर्धन (ontogenetic development) तथा किसी जाति के उद्विकासीय परिवर्धन को जातिवृत्तीय परिवर्धन (Phylogenetic development) कहलाता है।
- अण्डाणु के निषेचन से लेकर शिशु की अण्डोत्पत्ति (hatching) अथवा जन्म तक की सभी घटनाओं को प्रसवपूर्व काल (prenatal period) तथा शिशु के जन्म के बाद होने वाले परिवर्धनों को प्रसवोत्तर काल (postnatal period) में शामिल किया गया है ।
- अरस्तु को भ्रौणिकी का जनक (Father of Embryology) तथा बॉनवेयर को आधुनिक प्रोणिकी का जनक कहा जाता है ।
- भ्रूणीयकाल में होने वाले परिवर्तनों का अध्ययन भ्रौणिकी तथा प्रसव पूर्व एवं प्रसवोत्तर कालों में होने वाले परिवर्तनों के अध्ययन को परिवर्धन जैविकी (Developmental Biology) कहते हैं ।
- भ्रूणीय परिवर्धन में 9 प्रावस्थायें पाई जाती हैं । ये हैं - युग्मक जनन, निषेचन, विदलन, कोरकभवन, गेस्टूलाभवन, अंगविकास, संरचना विकास, विभेदन एवं वृद्धि ।
- परिवर्धन के सम्बद्ध में अनेक वैज्ञानिकों ने अपने - अपने मत प्रस्तुत किये । इनमें प्रमुख हैं - पूर्व रचना सिद्धान्त, अनुजनन सिद्धान्त, जननस्तर संकल्पना, बेयर का सिद्धान्त, पुनरावर्तन का सिद्धान्त, जनन द्रव्य सिद्धान्त, मोजेक सिद्धान्त, नियमनकारी सिद्धान्त, संगठन सिद्धान्त, प्रणवता सिद्धान्त एवं पेनजिनेसिस सिद्धान्त ।
- पुनरावर्तन सिद्धान्त अथवा जाति आर्वतन सिद्धान्त (Recapitulation theory or Biogenetic Law) हैकल तथा मूलर ने प्रस्तुत किया था । इसके अनुसार व्यक्तिवृत्त परिवर्धन, जातिवृत्त परिवर्धन को दोहराता है (ontogeny repeats phylogeny) ।
- भ्रौणिकी की अनेक शाखाएं हैं । जिनमें प्रमुख हैं - विवरणात्मक भ्रौणिकी - तुलनात्मक भ्रौणिकी, प्रयोगात्मक भ्रौणिकी, रासायनिक भ्रौणिकी, विश्लेषणात्मक भ्रौणिकी, एवं विकृति विज्ञान ।

- परिवर्धन विज्ञान के अध्ययन से जीव विज्ञान की विभिन्न शाखाओं विशेषकर आनुवांशिकी, कोशिका विज्ञान, कार्यात्मिकी उद्भविकास, आदि को समझने में सहायता मिलती है तथा अनेक रोगों की उत्पत्ति के ज्ञान, रोगवाहकों के निमंत्रण, वांछित लिंग प्राप्ति, नस्ल सुधार आदि में सहायता मिलती हैं ।

1.8 शब्दावली (Glossary)

प्रसव पूर्व काल (pre-natal period)

प्रसवोत्तर काल (phylogenetic development)

जातिवृत्तीय परिवर्धन, व्यक्तिवृत्तीय परिवर्धन (ontogenetic development)

पुनरावर्तन सिद्धान्त (Recapitulation Theory)

1.9 संदर्भ ग्रन्थ (Further Readings)

1. Gilbert, Development Biology, Sinauer Associates, Inc. Sunderland.
 2. Rastogi, V. B. Developmental Biology
-

1.10 बोध प्रश्नों के उत्तर (Answers to self-assessment Questions)

- | | | | | |
|--------|--------|--------|--------|--------|
| 1. (स) | 2. (ब) | 3. (स) | 4. (स) | 5. (ब) |
|--------|--------|--------|--------|--------|
-

1.11 अभ्यास कार्य (Exercise Questions)

I. लघुउत्तरीय प्रश्न (Short answered Questions)

1. कोरकोदभव (Blastogeneses) एवं भ्रूणोद्भव (Embryogenesis) में अन्तर बताइये ।
2. वान बेयर का भ्रूण विज्ञान में क्या योगदान है?
3. भ्रूणिकी की मुख्य शाखाएँ कौन-कौनसी हैं?
4. भ्रूण विज्ञान एवं परिवर्धन विज्ञान के मध्य सम्बन्ध बताइये ।
5. पूर्वरचना सिद्धान्त बताइये ।

II. दीर्घउत्तरीय प्रश्न (Long answered Questions)

1. भ्रूण विज्ञान की ऐतिहासिक पृष्ठभूमि पर प्रकाश डालते हुए परिवर्धन जैविकी की व्युत्पत्ति (scope) को बताइये।

इकाई 2 : युग्मकजनन (Gametogenesis)

इकाई की रूपरेखा (Outline of Unit)

- 2.0 उद्देश्य (Objective)
- 2.1 प्रस्तावना (Introduction)
- 2.2 शुक्राणु-जनन : शुक्राणु का निर्माण (Spermatogenesis)
 - 2.2.1 शुक्राणुपूर्वी या स्पेमेटिड का निर्माण (Spermatocytogenesis)
 - गुणन प्रावस्था (Multiplication Phase)
 - वृद्धि प्रावस्था (Growth Phase)
 - परिपक्वन प्रावस्था (Maturation Phase)
 - 2.2.2 शुक्रजनन : शुक्राणु का विभेदीकरण (Spermiogenesis : Differentiation of Sperm)
 - 2.2.3 शुक्राणु की संरचना (Structure of Sperm)
 - 2.2.4 शुक्राणु के प्रकार (Types of Sperm)
- 2.3 अण्डजनन : अण्डाणु का निर्माण (Oogenesis : Formation of Ovum)
 - 2.3.1 अण्डजनन की प्रावस्थाएँ (Phases of Oogenesis)
 - 2.3.2 अण्डझिलियों का निर्माण (Formation of egg Membrane)
 - 2.3.3 अण्डों के प्रकार (Types of Eggs)
- 2.4 सारांश (Summary)
- 2.5 शब्दावली (Glossary)
- 2.6 संदर्भ ग्रंथ (Further Readings)
- 2.7 बोध प्रश्नों के उत्तर (Answers to Self-assessment Questions)
- 2.8 अभ्यासार्थ प्रश्न (Exercise Question)
- 2.9 अभ्यासार्थ प्रश्नों के उत्तर (Answer of Exercise Questions)

2.0 उद्देश्य (Objective)

इस इकाई का उद्देश्य आप जनपदों (gonads) में प्रारंभिक जनन कोशिकाओं से युग्मकों (gametes) अर्थात् नर युग्मक - शुक्राणु तथा मादा युग्मक - अण्डाणु के निर्माण की क्रियाविधि को समझेंगे।

2.1 प्रस्तावना (Introduction)

जनन (gonads) में प्रारम्भिक जनन कोशिकाओं से (primary germ cell) के द्वारा युग्मकों का निर्माण युग्मक जनन (gametogenesis) कहलाता है। यह क्रिया दो प्रकार की होती है :

1. **शुक्राणुजनन** (Spermatogenesis) इस क्रिया में वृषण की प्रारंभिक जनन कोशिकाओं के द्वारा शुक्राणु का निर्माण होता है।

2. **अण्डाणुजनन (Oogenesis)** इस क्रिया में अण्डाशय की प्रारम्भिक जनन कोशिकाओं से अण्डाणु (ovum) का निर्माण होता है ।

युग्मक कोशिकाओं अर्थात् युग्मकों (gametes) का लैंगिक प्रजनन तथा सन्तानोत्पत्ति में विशेष महत्व है क्योंकि निषेचन क्रिया में नर तथा मादा युग्मक परस्पर समेलित होकर एक द्विगुणित (2n) युग्मनज (Zygote) का निर्माण करते हैं । यह युग्मनज भ्रूणीय विकास कर एक नये जीव में परिवर्तित होता है । इस नये जीव में नर तथा मादा दोनों जनको के आनुवांशिक लक्षण पाये जाते हैं ।

2.2 शुक्राणु जनन (Spermatogenesis)

वृषण में प्रारम्भिक जनन कोशिकाओं के द्वारा शुक्राणु का निर्माण शुक्राणुजनन (Spermatogenesis) कहलाता है । समस्त कशेरुकियों में एक जोड़ी वृषण (testes) देहभित्ति से मीसोकिम (mesorchium) नामक संयोजी उत्तक द्वारा जुड़े रहते हैं । प्रत्येक वृषक अनेकों नलिकाकार शुक्रजनक नलिकाओं (seminiferous tubules) का बना होता है । ये नलिकाएं चारों ओर से ट्यूनिया प्रोपक्रिया (tunica propria) नामक आवरण से ढकी रहती हैं । इस आवरण के उपर जनन उपकला स्तर (germinal epithelium) पाया जाता है । जनन उपकला स्तर में दो प्रकार की कोशिकाएं पाई जाती हैं ।

1. **सरटोली कोशिकाएं (Sertoli cells)** : ये कायिक कोशिकाएं होती हैं। ये शुक्राणु को पोषण तथा आलम्बन प्रदान करते हैं ।

2. **जनन कोशिकाएं (Germ cells)** : ये शुक्राणु का निर्माण करती हैं ।

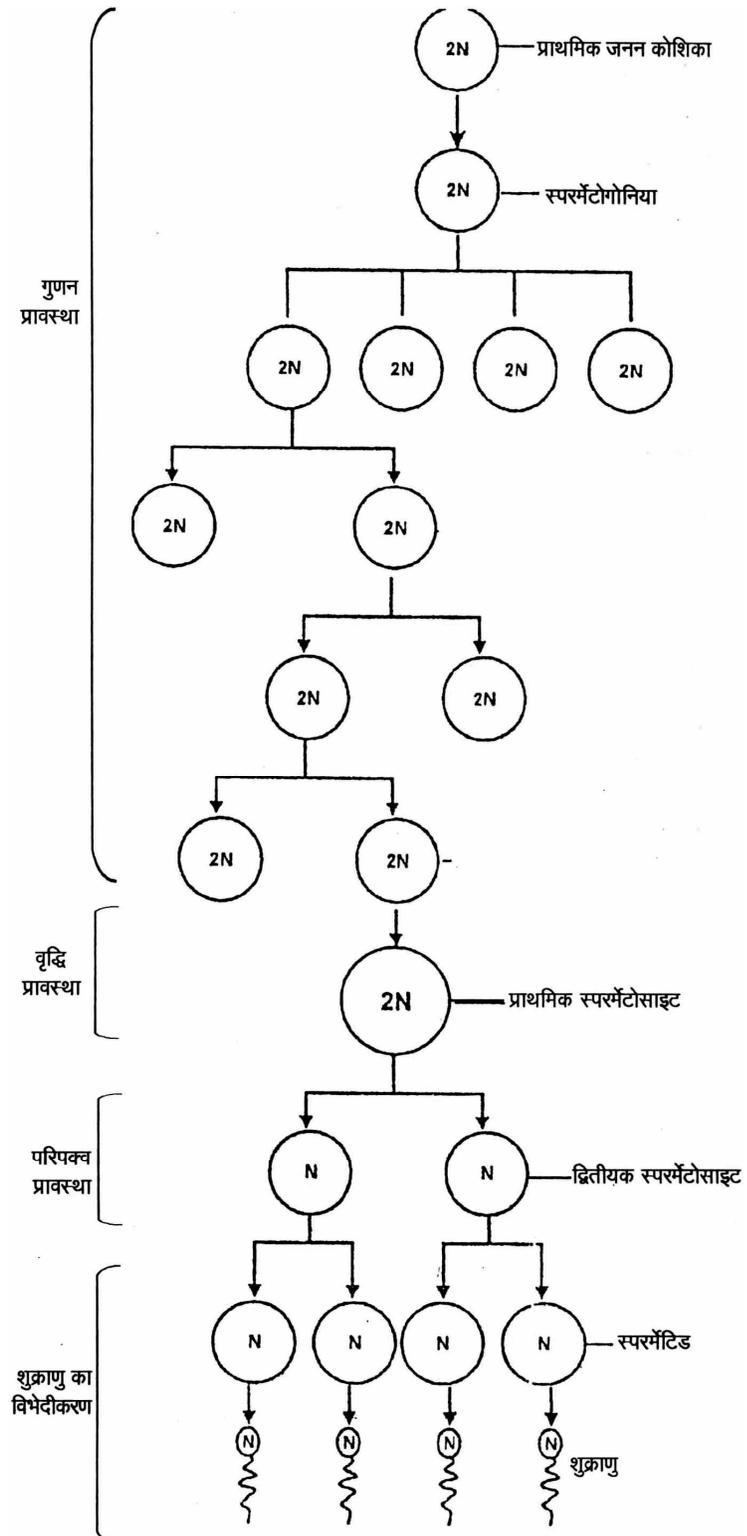
शुक्राणुजनन एक सतत् प्रक्रिया है तथा वृषण में इसके निर्माण की विभिन्न प्रावस्थाओं को देखा जा सकता है । शुक्राणुजनन की क्रिया को दो अवस्थाओं में विभाजित कर सकते हैं । ये हैं- शुक्राणु पूर्वी या स्पर्मेटिड का निर्माण तथा शुक्राणुपूर्वी या स्पेमेटिड का शुक्राणु में रूपान्तरण

2.2.1 शुक्राणुपूर्वी (Spermatid) का निर्माण (Spermatocytogenesis)

इस अवस्था में प्रारम्भिक जनन कोशिकाओं से शुक्राणुपूर्वी अर्थात् स्पेमेटिड्स का निर्माण होता है । इसे तीन प्रावस्थाओं में बांटा जा सकता है ।

i. **गुणन प्रावस्था (Multiplication Phase)** : इस प्रावस्था में अविभेदित प्रारम्भिक जनन कोशिकाएं (Primordial germ cells) साधारण समसूत्री विभाजन के द्वारा अनेक कोशिकाओं का निर्माण करती हैं । इन कोशिकाओं को शुक्राणुजनन (spermatogenesis) कहते हैं । ये स्पर्मेटोगोनिया द्विगुणित (2n) होती है तथा इनमें गुणसूत्रों की संख्या अन्य दैहिक कोशिकाओं के समान ही होती हैं ।

ii. **वृद्धि प्रावस्था (Growth Phase)** : कुछ शुक्राणुजन या स्पेमेटोगोनियां तो जनन उपकला में ही स्थित रह जाती हैं । परन्तु शेष स्पर्मेटोगोनियां ऊपर की ओर खिसककर पोषक पदार्थ ग्रहण करके आकार में वृद्धि करती हैं तथा लगभग अनी हो जाती हैं । अब इन कोशिकाओं को प्राथमिक शुक्रकोशिकाएं या प्राथमिक स्पर्मेटोसाइट्स द्विगुणित (2n) होती हैं । इस प्रावस्था में किसी प्रकार का विभाजन नहीं होता है ।



चित्र 2.1 : शुक्राणुजनन (Spermatogenesis)

- iii. **परिपक्वन प्रावस्था** (Maturation Phases) अब प्राथमिक स्पर्मेटोसाइट में प्रथम अर्धसूत्री विभाजन होता है एवं दो अगुणित (n) द्वितियक स्पर्मेटोसाइट्स (secondary spermatocytes) का निर्माण होता है। दोनों द्वितियक स्पर्मेटोसाइट्स में द्वितियक परिपक्वन विभाजन होता है। यह एक प्रकार का समसूत्री (mitosis) है। इस प्रकार से चार अगुणित (n) स्पर्मेटिड्स (spermatids) अथवा शुक्राणु पूर्वी कोशिका का निर्माण होता है।

2.2.2 शुक्रजनन : शुक्राणु का विभेदीकरण (Spermiogenesis : Differentiation of spermatozoa)

द्वितीय परिपक्वन विभाजन के फलस्वरूप निर्मित शुक्राणु पूर्वी कोशिका अर्थात् स्पर्मेटिड्स गोलाकार कोशिकाएं होती हैं। इसमें सभी कोशिकांग उपस्थित होते हैं। शुक्रकायान्तरण शुक्रजनन की क्रिया द्वारा यह आकारिकी, उपापचयी तथा क्रियात्मक रूप से ये विशिष्ट शुक्राणु (sperm) में विभेदित (differentiation) हो जाती हैं।

स्पर्मेटिड अपने कोशिका द्रव्य से जल को बाहर निकाल देता है। इससे भार में कमी आ जाती है। शुक्रकायान्तरण एक जटिल प्रक्रिया है। इसमें होने वाले परिवर्तन निम्न हैं।

(i) **केन्द्रक में परिवर्तन** (Changes in Nucleus) : केन्द्रकद्रव्य से पानी व अनावश्यक रासायनिक पदार्थों को त्याग दिया जाता है। इसके फलस्वरूप गुणसूत्र अत्याधिक संकुचित हो जाते हैं तथा शुक्राणु के भार में कमी आ जाती है। केन्द्रक से (आरएनए) तथा अन्य पदार्थों को बाहर निकाल दिया जाता है तथा केन्द्रक में केवल आनुवाशिक पदार्थ (डीएनए) ही शेष रह जाता है। केन्द्रक का आकार लम्बा (elongated) हो जाता है। मनुष्य एवं सांड (Bull) में केन्द्रक अण्डाभ हो जाता है। एस्केरिस तथास डेकापोडा के प्राणियों में केन्द्रक झिल्ली भी नष्ट हो जाती है।

(ii) **एक्रोसोम का निर्माण** (Formation of acrosome) : एक्रोसोम का निर्माण गॉल्जीकाय की सिस्टर्नी संकेन्द्रित रूप में केन्द्रक के सिरे पर एकत्रित हो जाती है। इनमें एक छोटी वेसीकल (Vesicle) अर्थात् रिक्तिका का निर्माण होता है। इसे प्रोएक्रोसोमल वेसीकल (Proacrosomal) कहते हैं। प्रोएक्रोसोमल वेसीकल आकार में बड़ी हो जाती है। अब इसे एक्रोसोमल वेसीकल (acrosomal vesicle) कहते हैं। इसमें एक छोटी कणिका का निर्माण हो जाता है। इस प्रोएक्रोसोमल कणिका (proacrosomal granule) कहते हैं। धीरे- धीरे प्रोएक्रोसोमल वेसीकल (Proacrosomal vesicle) आकार में बड़ी हो जाती है। इसे एक्रोसोमल वेसीकल (acrosomal vesicle) कहते हैं। इसमें एक बड़ी कणिका बन जाती है। जिसे एक्रोसोमल कणिका (acrosomal granule) कहते हैं। अब एक्रोसोमल वेसीकल से जल का त्याग हो जाता है तथा एक्रोसोमल कणिका केन्द्रक के अगले सिरे पर पहुँच जाती है। ये एक्रोसोमल कणिका केन्द्रक के आधे भाग को टोपी (Cap) के समान घेर लेती हैं। गॉल्जीकाय का वह भाग जो एक्रोसोम निर्माण में भाग लेता है, एक्रोब्लास्ट (acroblast) कहलाता है। शेष बचे हुए गॉल्जीकाय के अवशेष कोशिका द्रव्य के साथ निष्कासित हो जाते हैं। निषेचन के समय एक्रोसोम शुक्राणु के अण्डाणु भेदन (penetration) में सहायता करता है। इसमें स्पर्म-लाइसिन (sperm lysins) नामक एन्जाइम्स पाये जाते हैं। स्तनधारियों में हायएलूरोनिडेज (hyaluronidase) नामक एन्साइम का स्त्रावण करता है जो अण्डे के भेदने में सहायक होता है।

(iii) **पूँछ का निर्माण** (Formation of tail) : द्वितीय परिपक्वन विभाजन के बाद सेन्ट्रीऑल विभाजित होते हैं। दोनों निर्मित सेन्ट्रीऑल एक दूसरे के लम्बवत् स्थित होते हैं। केन्द्रक के पश्च भाग में एक गढ़ा होता है। जिसमें समीपस्थ सेन्ट्रीऑल (proximal centriole) शुक्राणु की अक्ष के लम्बवत् स्थापित हो जाता है तथा दूरस्थ सेन्ट्रीऑल (distal centriole), समीपस्थ सेन्ट्रीऑल (proximal centriole) के लम्बवत् शुक्राणु के अक्ष के अनुरूप स्थापित हो जाता है। दूरस्थ सेन्ट्रीऑल से शुक्राणु के अक्षीय तन्तु (axial filament) का निर्माण होता है। समीपस्थ सेन्ट्रीऑल निषेचन के समय अंडाणु में प्रवेश कर जाता है एवं विदलन (Cleavage) प्रारम्भ करता है।

(iv) **कोशिका द्रव्य में परिवर्तन** (Change in Cytoplasm) : एक्रोसोम के निर्माण के साथ- साथ कोशिका द्रव्य पीछे की तरफ स्थानान्तरित होता जाता है तथा कोशिका द्रव्य का अधिकांश भाग मध्य खण्ड में इकट्ठा हो जाता है तथा माइटोकॉन्ड्रिया मध्य खण्ड में व्यवस्थित हो जाते हैं। कोशिका द्रव्य मैन्चेटी (Manchett) के रूप में व्यवस्थित हो जाता है तथा शेष कोशिकाद्रव्य निष्कासित हो जाता है।

(v) **माइटोकॉन्ड्रिया तथा मध्य खण्ड** (Mitochondria and Middle Piece) : माइटोकॉन्ड्रिया अक्षीय तंतु (axial filament) के चारों ओर व्यवस्थित हो जाते हैं। माइटोकॉन्ड्रिया आपस में मिलकर एक फीते का रूप ले लेते हैं, जिसे नेबेनकर्न (Nebenkern) कहते हैं।

(vi) **शुक्रजनन का नियंत्रण** (Control of Spermatogenesis) : प्राणियों से शुक्राणु का निर्माण तापक्रम, प्रकाश, हॉर्मोन्स, मानसिक अवस्था तथा पियुष ग्रन्थि के अग्रभाग द्वारा स्त्रावित हार्मोन्स द्वारा होता है।

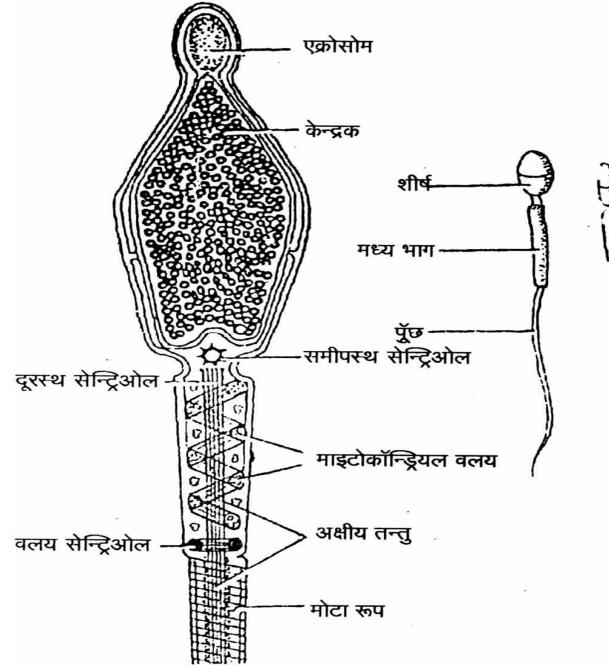
2.2.3 शुक्राणु की रचना (Structure of Sperm)

शुक्राणु की आकृति भिन्न- भिन्न प्राणियों में भिन्न- भिन्न प्रकार की होती है। शुक्राणु एक अत्याधिक विशिष्ट कोशिका है तथा इसका प्रमुख कार्य लैंगिक प्रजनन के समय अण्डों को सक्रिय करना तथा गुणसूत्रों का अयुग्मित जोड़ा प्रदान करता है। एक प्रारूपी शुक्राणु की सम्पूर्ण संरचना एक सक्रिय एवं अत्यन्त सचल (motive) रचना के रूप में होती है। स्तनधारियों के एक प्रारूपी शुक्राणु में तीन भाग होते हैं

- i. शीर्ष (Head)
- ii. मध्य भाग (Middle Piece)
- iii. पूँछ या कशाभ (Tail or Flagellum).

(i) **शीर्ष** (Head) : विभिन्न प्राणियों में शीर्ष की आकृति भिन्न- भिन्न होती है। यह चपटा, अण्डाकार, नुकीला अथवा चम्मच के आकार का हो सकता है। शीर्षभाग में केन्द्रक तथा एक्रोसोम पाया जाता है। शीर्ष का अग्र छोर एग्रोसोम नामक रचना में विभेदित होता है। एक्रोसोम कार्य अण्ड कलाओं (egg membrane) को भेदकर शुक्राणु का अण्डाणु के कोशिकाद्रव्य से सम्पर्क स्थापित करना है। एक्रोसोम एक इकाई झिल्ली द्वारा घिरा रहता है तथा एक्रोसोम में लाइटिक एन्जाइम्स (lytic enzymes) पाये जाते हैं। शीर्ष के शेष अधिकांश भाग में केन्द्रक (nucleus) स्थित होता है केन्द्रक में जीन्स (genes) पाये जाते हैं, जिनके द्वारा नर के आनुवांशिक लक्षणों का संवहन होता है। शीर्ष के पश्च भाग में सेन्ट्रल स्थित होते हैं। एक सेन्ट्रीऑल शुक्राणु के अनुलम्ब अक्ष से समकोण दिशा

में स्थित होता है जो समीपस्थ सेन्ट्रीऑल (proximal centriole) कहलाता है। इसका कार्य निषेचित अण्डे में कोशिका विभाजन अर्थात् विदलन (cleavage) प्रारम्भ करना है। ठीक इसी के पीछे एक अन्य सेन्ट्रीऑल दूरस्थ सेन्ट्रीऑल (distal centriole) पाया जाता है। यह शुक्राणु के लम्ब अक्ष में स्थित होता है तथा इसके शुक्राणु की पुच्छ (tail) कशाभ का अक्षीय तंतु का निर्माण होता है तथा यह अक्षीय तंतु का आधारकण (basal granule) बनाता है।



चित्र 2.2 : स्तनी के शुक्राणु की रचना : अ. इलेक्ट्रॉन सूक्ष्मदर्शी के नीचे; ब.स. शुक्राणु सामान्य दर्शी के नीचे; ब. चपटी दिशा से दृश्य; संकरी दिशा से दृश्य

एक्रोसोम तथा केन्द्रक के मध्य स्थित रिक्त स्थान को परफोरेटोरियम (Perforatorium), अक्षीय काय (axial body), एक्रोकोसीय शंकु (acrosomal cone) अथवा सब-एक्रोसोमल अवकाश (sub-acrosomal space) कहते हैं। निषेचन के समय एक्रोसोम प्रक्रिया के समय परफोरेटोरियम एक दृश्य एक्रोसोमीय तंतु (acrosomal filament) में परिवर्तित हो जाता है। शुक्राणु शीर्ष की प्लाज्मा झिल्ली में एन्टीफर्टीलीजीन (Antifertilizin) पाया जाता है।

(ii) **मध्य भाग (Middle Piece)** : शुक्राणु के मध्यभाग में कशाभ (Flagella) अर्थात् पूँछ का आधार स्थित होता है। शुक्राणु का मध्य भाग शुक्राणु का उर्जाकोष (Energy Chamber) कहलाता है। मध्य भाग के बीच में अक्षीय तंतु (axial filament) गुजरता है। अक्षीय तंतु में 9+2 व्यवस्था पाई जाती है अर्थात् 9 परिधीय दोहरे तंतु को घेरे हुए माइटोकॉन्ड्रियल वलय (Mitochondrial Spiral) अथवा नेबेनकर्न आच्छेद (Nebenkern sheath) पाई जाती है। मध्य भाग के अंत में एक मुद्विका सेन्ट्रीऑल (ring centriole) पाया जाता है, जिसका कार्य अज्ञात है। मध्य भाग का मुख्य कार्य शुक्राणु को गति के लिये ऊर्जा प्रदान करना है।

शीर्ष व मध्यभाग के परिधी पर कोशिका द्रव्य का एक पतला आच्छद मेनचैट (manchelt) पाया जाता है।

(iii) **पुच्छ (Tail) अथवा कशाभ (Flagellum)** : यह शुक्राणु का सबसे लम्बा तंतुमय भाग है जो गति में सहायक होता है। पुच्छ में दो भाग पाये जाते हैं- मुख्य भाग (principal piece) तथा अन्त भाग (end piece)। मुख्य भाग के मध्य में अक्षीय तन्तु (axial filament) पाया जाता है। जिससे तंतुओं की 9 + 2 व्यवस्था पाई जाती है। अक्षीय तंतु के बाहर 2 ठोस तंतु पाये जाते हैं। इस प्रकार मुख्य भाग में 2 + 9 + 2 व्यवस्था पाई जाती है। मुख्य भाग में कुछ कोशिका-द्रव्य भी पाया जाता है तथा इसके बाहर प्लाज्मा झिल्ली पाई जाती है। अन्त भाग में आवरण नहीं पाया जाता है। पूँछ की सहायता से शुक्राणु तरल माध्यम में तैरते हैं।

2.2.4 शुक्राणु के प्रकार (Types of Sperms)

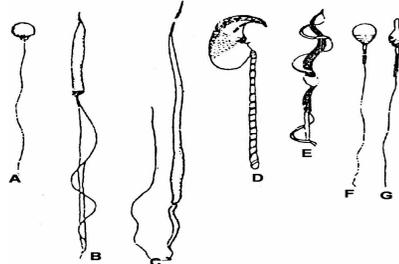
शुक्राणुओं की संरचना के आधार पर इन्हें दो प्रमुख श्रेणियों में बाँटा गया है :

i. कशाभिक शुक्राणु (Flagellated Sperm)

ii. अकशाभिक शुक्राणु (Non- Flagellated Sperm)

i. **कशाभिक शुक्राणु (Flagellated Sperm)** : इस प्रकार के शुक्राणुओं में एक या दो पुच्छ या कशाभ (flagella) पाये जाते हैं। यदि शुक्राणु में केवल एक ही पुच्छ अर्थात् कशाभ हो तो ऐसे शुक्राणु एक कशाभी शुक्राणु (mono flagellated sperm) कहलाते हैं। उदाहरण - कशेरुकियों के शुक्राणु। कुछ जंतुओं के शुक्राणुओं में दो कशाभ पाये जाते हैं तो इन्हें द्विकक्षाभी शुक्राणु (biflagellated sperm) कहते हैं। उदाहरण- टोड फिश (Toad fish) का शुक्राणु। कुछ प्राणियों में दो या अधिक शुक्राणुओं के शीर्ष आपस में जुड़े रहते हैं। इस प्रकार के शुक्राणु संयुग्मी शुक्राणु (conjugated sperm) कहलाते हैं। इस प्रकार शीर्ष के चिपकने से बनी रचना को शुक्राणु नौका (sperm boat) कहते हैं। उदाहरण- टिड्डों (Grass-hopper) व ओपोसम (Opposum)। इस प्रकार के संयुग्मित शुक्राणु मादा जननवाहिनी में पहुँचने पर निषेचन से पूर्व पृथक्-पृथक् हो जाते हैं।

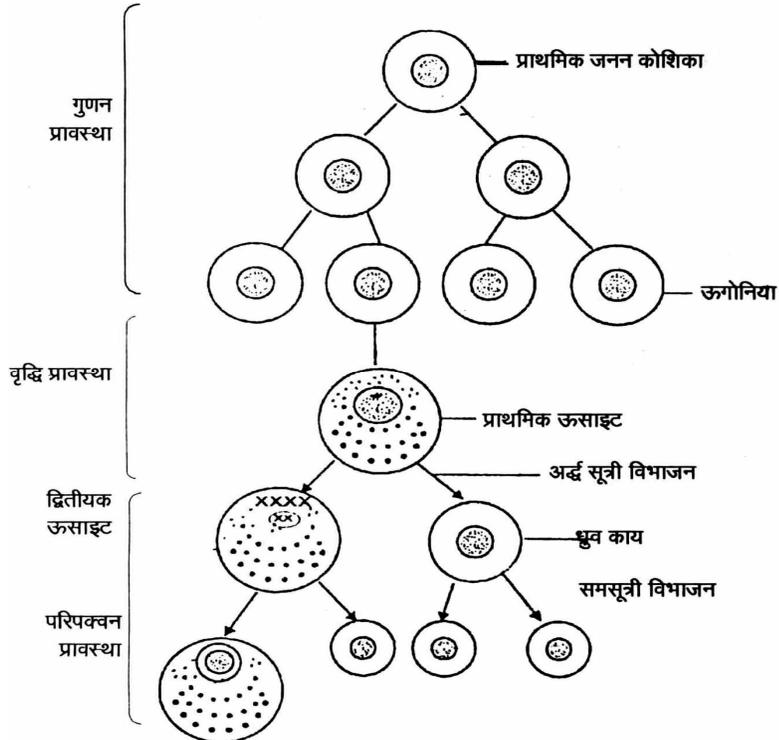
ii. **अकशाभिक शुक्राणु (Non- Flagellated Sperm)** ऐसे शुक्राणु जिनमें पूँछ अर्थात् कशाभ का आभान हो उन्हें अकशाभीक शुक्राणु कहते हैं। ऐसे शुक्राणु अमीबीय गति (amoeboid) करते हैं। उदाहरण - एस्कैरिस, क्रस्टोशियन्स के अम्बवीय शुक्राणु कैंकड़े (Crab) व लोबस्टर (Lobestor) के अकशाभीक शुक्राणु के शीर्ष पर तीन प्रवर्ध पाये जाते हैं। मिरियापोडा के सदस्यों में भी कशाभ रहित शुक्राणु पाये जाते हैं।



चित्र 2.3 : विभिन्न जन्तुओं के कशाभी शुक्राणु : A अस्थिल मछली; B टोड; C मेंढक; D चूहा, E पक्षी; F मनुष्य (चपटा तन्तु); G मनुष्य (पार्श्व दृश्य)

2.3 अण्डजनन : अण्डाणु का निर्माण (Oogenesis: Formation of ovum)

अण्डजनन की प्रक्रिया शुक्राणुजनन की तुलना में अधिक जटिल होती है। ये क्रिया मादा प्राणी के जनदों अर्थात् अण्डाशयों (ovaries) में सम्पन्न होती है। एक प्रारूपिक मादा प्राणी में एक जोड़ी अण्डाशय उदर गुहा में स्थित होते हैं तथा प्रत्येक अण्डाशय एक द्विस्तरीय खोल द्वारा आस्तरित रहता है - बाहरी स्तर पेरिटोनियम जो कि चपटी उपकला कोशिकाओं तथा भीतरी ट्यूनिका एल्म्बूजिनिया (tunica albuginia) जो संयोजी उत्तक का बना होता है। इस द्विस्तरीय खोल को नीचे जनन उपकला (germinal epithelium) का महीन स्तर होता है जो घनाकार कोशिकाओं का बना होता है। अण्डाशय का शेष भाग संयोजी उत्तक का बना होता है। अण्डाणु की जनन कोशिकाओं तथा संयोजी उत्तक को सम्मिलित रूप से स्ट्रोमा (stroma) कहते हैं। संयोजी उत्तक में रक्त कोशिकाएं, तंत्रिका तंतु, लसीका कोशिकाएं (lymph cells) तथा अनेक अण्डाशय पुटिकाये (Ovarian follicle) अथवा ग्राफियन पुटिका (Graafian follicles) कॉर्पस ल्यूटियम, ऊंसाईट (oocyte) इत्यादि।



चित्र 2.4 : अण्डजनन (Oogenesis)

2.3.1 अण्डाणु की प्रावस्थायें (Phases of Oogenesis)

अण्डजनन के समय जनन उपकला से कोशिकाएं पृथक होकर अण्डाशय के वल्कट (cortex) में प्रवेश कर जाती हैं तथा ये कोशिकाएं द्विगुणित ($2n$) होती हैं। ये कोशिकाएं प्रारम्भिक जननिक कोशिकाएं (primordial germ cells) कहलाती हैं। ये कोशिकाएं अण्डजनन द्वारा अण्डाणु का निर्माण करती हैं। अण्डजनन की क्रिया में भी निम्न तीन प्रावस्थाएं होती हैं।

- i. गुणन प्रावस्था (Multiplication Phases)
- ii. वृद्धि प्रावस्था (Growth Phases)
- iii. परिपक्वण प्रावस्था (Maturation phases)

i. **गुणन प्रावस्था** (Multiplication Phase) इस प्रावस्था में अण्डाशय की प्रारंभिक जननिक कोशिकाएं (Primordial germinal cells) अनेक सुत्री विभाजन द्वारा ऊगोनिया (oogonia) का निर्माण करती हैं। ये ऊगोनिया द्विगुणित होती हैं। इनमें से एक ऊगोनिया अण्डजनन में भाग लेती है तथा शेष ऊगोनिया पोषक कोशिकाओं (nurse cells) अथवा पुटिका कोशिकाओं (follicle cells) में परिवर्तित हो जाती हैं।

ii. **वृद्धि प्रावस्था** (Growth phase) : ये प्रावस्था अण्डाणुजनन की एक महत्वपूर्ण प्रावस्था है क्योंकि अण्डाणु में विभेदीकरण (Differentiation) भी वृद्धि के साथ-साथ होता है। अर्थात् विभेदीकरण, परिपक्वण अवस्था (maturation phase) से पहले होता है।

ऊगोनिया का आकार बढ़ता जाता है तथा अब इस कोशिका को प्राथमिक ऊसाईट (primary oocyte) कहते हैं। अण्डजनन की वृद्धि प्रावस्था लम्बे अंतराल की होती है। उदाहरणार्थ - मेंढक में वृद्धि प्रावस्था तीन वर्ष की होती है। मेंढक में प्राथमिक ऊसाईट शुरू में 50 μ व्यास का होता है परन्तु पूर्ण विकसित अण्डाणु (Ovum) का व्यास औसतन 1500 μ होता है। मूर्गी के अण्डे में वृद्धिकाल के अंतिम चरण में 6 से 14 दिन का समय ही लगता है। चूहे में वृद्धिकाल लगभग 16 दिन का होता है। रावेन (Raven) के मतानुसार वृद्धि प्रावस्था को दो चरणों में बांटा जा सकता है।

- a. पीतक जनन पूर्व प्रावस्था अर्थात् पूर्वपीतक भवन (Previtellogenesis)
- b. पीतक जनन प्रावस्था अर्थात् पीतक भवन (Vitellogenesis)

a. **पीतक जनन पूर्व प्रावस्था** (Pre-vitellogenesis) : पीतक निर्माण के पूर्व की प्रावस्था पीतक जनन पूर्व प्रावस्था कहलाती है। इस प्रावस्था में निम्न परिवर्तन होते हैं।

- **केन्द्रक में परिवर्तन** : केन्द्रक के आकार में वृद्धि होती है तथा अब इस केन्द्रक को **जर्मीनल वेसीकल** (germinal vesicle) कहते हैं। इस समय समजात गुणसूत्र युग्म का निर्माण करते हैं। इनमें **डिप्लाटिन** अवस्था के पश्चात् विभाजन रुक जाता है।

गुणसूत्र की लम्बाई में वृद्धि होती है। उभयचरों (amphibians) के ऊसाईट में गुणसूत्र एक विशेष आकार की रचना में रूपान्तरित हो जाते हैं तथा इसे लैम्पब्रुश गुणसूत्र (lamp-brush) कहते हैं। केन्द्रक में निर्मित mRNA ऊसाईट के कोशिका द्रव्य में आ जाते हैं। ये mRNA प्रोटीन संश्लेषण करते हैं तथा mRNA की लगभग 10 प्रतिशत मात्रा इन्फोर्मोसोम्स (infosomes) के रूप में संचित हो जाती है। गुणसूत्रीय DNA से tRNA तथा rRNA का भी संश्लेषण होता है। इस क्रिया में केन्द्रिका (nucleous) की महत्वपूर्ण भूमिका होती है। केन्द्रिका का आकार भी बढ़ जाता है। लैम्पब्रुश गुणसूत्र निर्माण एक प्रकार से जीन प्रवर्धन (gene amplification) है।

- **कोशिका द्रव्य में परिवर्तन** (Changes in cytoplasm) : इस दौरान कोशिका द्रव्य की मात्रा में अत्यधिक वृद्धि होती है। कोशिका द्रव्य में माइटोकॉन्ड्रिया की संख्या में वृद्धि हो जाती है। अतः इस समय बाह्य केन्द्रीय DNA (extranuclear DNA) या माइटोकॉन्ड्रियल परम अथवा कोशिका द्रव्यी परम की मात्रा केन्द्रीय DNA (nuclear DNA) से अधिक हो जाती है। कोशिका द्रव्य में अन्तः प्रद्वयी

जालिका (endoplasmic reticulum) छोटी - 2 वेसीकल अथवा थैलियों के रूप में पाई जाती हैं तथा इनकी संख्या भी अधिक होती हैं। इसमें एन्नुलेटेड लैमेली (annulated lamellae) भी पाई जाती हैं। जिनमें RNA संग्रहित होता है। परिपक्व ऊसाईट में गॉल्जीकाय वल्कुट (cortex) के नीचे जमा हो जाता है तथा कॉर्टिकल कणिकाओं का निर्माण होता है। ये कणिकाएं निषेचन झिल्ली के निर्माण में सहायता करती हैं।

b. **पीतक जनन प्रावस्था अथवा पीतक भवन (Vitellogenesis)** : इस प्रावस्था में पीतक का (yolk) का संश्लेषण तथा संग्रहण होता है तथा ऊसाईट का कोशिका द्रव्य, ग्लाइकोजन, वसा, कार्बोहाइड्रेट तथा प्रोटीन से संगठित हो जाता है। ऊसाईट में स्थित पीतक का अधिकांश भाग अण्डाशय (ovary) के बाहर संश्लेषित होता है। कशेरुकियों में पीतक (yolk) का निर्माण- यकृत में तथा कीटों के वसा पिण्डों (fat bodies) में होता है। घुलनशील अवस्था में रक्त प्रवाह द्वारा पुण्टिका कोशिकाओं से होकर ऊसाईट (oocyte) में प्रवेश कर जाता है। यहाँ यह पीतक पट्टिकाओं (yolk plates) अथवा पीतक कणिकाओं (yolk granules) में रूपान्तरित हो जाता है। पीतक को पीतक पट्टिकाओं में बदलने का कार्य माइटोकोन्ड्रिया द्वारा सम्पन्न किया जाता है। इस क्रिया में प्रोटीन काइनेज (protein kinase) सहायता करता है।

अण्डाणु में उपस्थित पीतक, प्रोटीन, वसा, पानी, खनीज लवण एवं ग्लाइकोजन का बना होता है। विभिन्न प्राणियों में पीतक का संघटन अलग - 2 प्रकार का होता है। परन्तु इनके मुख्य घटक वसा तथा प्रोटीन ही होते हैं। पीतक का रासायनिक संगठन 48.7 प्रतिशत जल, 16.7 प्रतिशत प्रोटीन, 32.6 प्रतिशत फॉस्फोलिपिड्स के रूप में होता है। यदि पीतक में वसा की तुलना में प्रोटीन अधिक पाया जाता है तो इसे प्रोटीन पीतक (Protein yolk) कहते हैं। पीतक दो रूपों में पाया जाता है।

- **कणिकामय पीतक (Granular Yolk)** इनमें पीतक कणिकाओं के रूप में पाया जाता है। उदाहरण - अकशेरुकियों, एम्फीऑक्कस, ट्यूनिकेट्स आदि के अण्डे।
- **पीतक बिम्बाणु (Yolk Platelets)** इस में पीतक बिम्बाणु के रूप में पाया जाता है। उदाहरण - साइक्लोस्टोमेटा, इलास्मोवैकिआई, सरीसृप, पक्षी उभयचरों कि पीतक बिम्बाणु में दो तरह के प्रोटीन अणु फॉस्फोवाइटिन (phosphovitin) तथा लिपोवाइटेलिन (lipovitelin) पाये जाते हैं। फॉस्फोइटिन छोटे तथा लिपोवाइटेलिन बड़े होते हैं। फॉस्फोवाइटिन के दो अणु लिपोवाइटेलिन के एक अणु के साथ मिलकर एक संरचनात्मक इकाई (structural unit) का निर्माण करते हैं। ये इकाई षट्कोणीय जालक (hexagonal net work) में रूप में व्यवस्थित रहती हैं।
- **योक के कार्य (Function net Yolk)** : योक के प्रमुख कार्य हैं -
 1. पीतक संग्रहित खाद्य पदार्थ के रूप में कार्य करता है जो भ्रूणीय परिवर्धन हेतु आवश्यक होता है।
 2. पीतक अण्डद्रव्य (Ooplasm) के विभेदन तथा विदलन की क्रिया को प्रभावित करता है।
 3. गैस्ट्रूलेशन के समय संरचना विकास गतियों को प्रभावित करता है।

- iii. **परिपक्वन प्रावस्था (Maturation Phase)** : प्रारम्भिक अण्डकोशिका अर्थात् प्राथमिक ऊसाईट (Primary Oocyte) में वृद्धिचरण पूर्ण होने में पर परिपक्वन प्रावस्था प्रारम्भ होती हैं । प्राथमिक ऊसाईट द्विगुणिए (2n) होता हैं । परिपक्वन प्रावस्था में दो विभाजन होते हैं
 - a. **प्रथम परिपक्वन विभाजन (First maturation Division)** : यह अर्धसूत्री विभाजन अथवा न्यूनकारी विभाजन होता है । इसके फलस्वरूप दो असमान आकार की कोशिकाओं का निर्माण होता हैं । बड़ी कोशिका को द्वितियक ऊसाईट (secondary oocyte) कहते हैं व छोटी कोशिका को प्रथम पोलर काय (First polar body) कहते हैं।
 - b. **द्वितीय परिपक्वन विभाजन (Second maturation Division)** : द्वितियक ऊसाईट में द्वितीय परिपक्वन विभाजन होता हैं यह अर्धसूत्री 15 समसूत्री के समान होता हैं । इससे भी दो असमान कोशिकाओं का निर्माण होता है । बड़ी कोशिका को अण्डाणु (ovum or Ootid) कहते हैं तथा छोटी कोशिका को द्वितीय पोलर काय (second polar body) कहते हैं । कभी-2 प्रथम पोलर काय भी विभाजित हो जाती हैं तथा इस प्रकार तीन पोलर काय का निर्माण होता हैं । पोलर काय बाद में नष्ट हो जाती हैं ।

अधिकांश प्राणियों में अणजनन भी परिपक्वन प्रावस्था में प्रथम अर्धसूत्री विभाजन होकर रह जाता हैं तथा द्वितीय परिपक्वन विभाजन निषेचन के समय होता हैं । अर्थात् अधिकांशतया द्वितीय ऊसाईट अवस्था में अण्डोत्सर्ग (ovulation) होता हैं तथा द्वितियक परिपक्वन विभाजन निषेचन के समय होता है ।

2.3.2 अण्ड झिल्लियों का निर्माण (Formation of Egg Membranes)

अधिकांश प्राणियों (स्पंज तथा सिलेन्ट्रेट्स) ऊसाईट (Oocyte) का परिपक्वन जब तक पूर्ण नहीं होता हैं जब तक अण्ड झिल्लियों का निर्माण न हों । इनकी उत्पत्ति के आधार पर इन्हें तीन प्रकारों में बाँटा जा सकता हैं ।

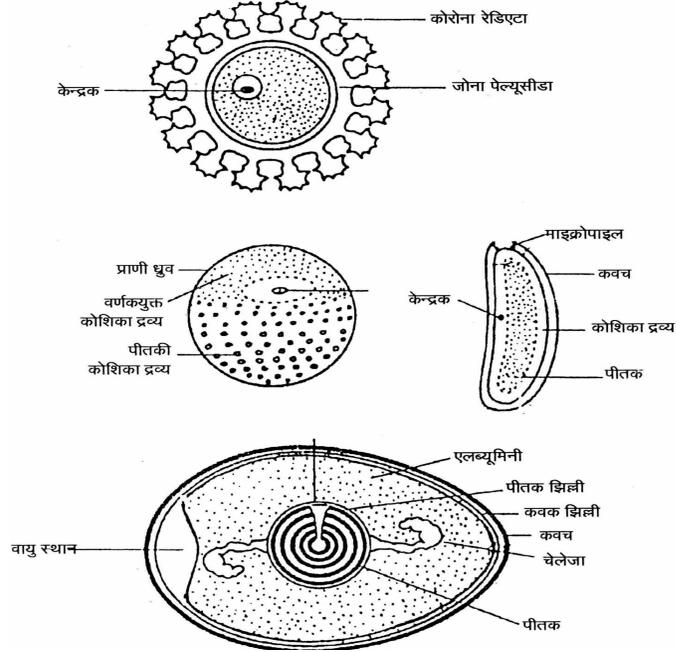
1. **प्राथमिक अण्ड झिल्ली (Primary Egg Membrane)** : इनका निर्माण अण्डाशय में अण्डाणु अथवा पुटिका कोशिकाओं अथवा दोनों के द्वारा संयुक्त रूप से होता है । ये अण्डे में प्लाज्मा झिल्ली तथा पुटिका कोशिकाओं के मध्य में पाई जाती हैं । ये निम्न प्रकार की हैं
 - i. विटेलाइन झिल्लीयाँ उदाहरण - कटि, इकाइर्नोडर्मेटा, मोलस्का. मछलियों, उभयचर, पक्षी तथा स्तनी वर्ग।
 - ii. कोरिऑन - उदाहरण - मछलियाँ, उभयचर एवं सरीसृप वर्ग
 - iii. जोना पेलुसिडा - उदाहरण - स्तनीवर्ग
 - iv. जोना रेडिएटा - उदाहरण - शार्क, अस्थिल मछलियाँ ।

द्वितियक अण्ड झिल्ली (Secondary Egg Membrane) इनका निर्माण अण्डाशय के ऊतक द्वारा अण्डाणु के चारों ओर निर्मित होता हैं । ये निम्न हैं

- i. कोरोना रेडिएटा - उदाहरण - स्तनी वर्ग
- ii. कोरिओन - उदाहरण - कटि, एसिडियन

तृतीयक अण्ड झिल्लियाँ (Tertiary Egg Membrane) : ये अण्डाणु पर अण्डवाहिनी / गर्भाशय के विभिन्न भागों की कोशिकाओं द्वारा सावित की जाती हैं ।

- i. जैली आवरण : उदाहरण - उभयचर
- ii. चेलेजी (Chalazae) : उदाहरण - पक्षी
- iii. एल्ब्यूमीन स्तर - उदाहरण - निमेटोडा एवं पक्षी
- iv. कवच कलाएं - उदाहरण - पक्षी
- v. कवच - शार्क व पक्षी



चित्र 2.5 : अण्डों के प्रकार

3.2.2 अण्डों के प्रकार (Types of Eggs)

अण्डे में पीतक की मात्रा, वितरण एवं परिवर्धन के आधार पर अण्डे चार प्रकार के होते हैं :

1. पीतक की मात्रा के आधार पर

- i. **अपीतकी (Alecithal)** : इन अण्डों में पीतक की मात्रा नगण्य होती है। उदाहरण- यूथिरिया स्तनी।
- ii. **सूक्ष्मपीतकी (Microlecithal or Oligolecithal)** : इन अण्डों में पीतक की सूक्ष्म मात्रा पाई जाती है। उदाहरण- एन्फीऑक्सस।
- iii. **मध्यम पीतकी (Mesolecithal)** : इनमें पीतक की मात्रा मध्यम प्रकार की होती है। उदाहरण- मेंढक, पेट्रोमाइजोन, एनेलिडा।
- iv. **अतिपीतकी (Megalecithal)** : इनमें पीतक की बहुत अधिक मात्रा पाई जाती है। उदाहरण- कटि, सरीसृप, पक्षी, प्रोटोथीरियन स्तनी।

2. पीतक के वितरण के आधार पर (On the basis of distribution of yolk) : पीतक के वितरण के आधार पर अण्डे तीन प्रकार के होते हैं।

- i. **समपीतकी (Isolecithal or Homolecithal)** : इन अण्डों में पीतक का वितरण एक समान होता है। उदाहरण - सूक्ष्म-पीतकी अण्डे।

- ii. **गोलार्ध पीतकी (Telolecithal)** : इन अण्डों में पीतक का वितरण ध्रुवीय प्रकार का होता है । प्राणी गोलार्ध (animal pole) पर पीतक की मात्रा नगण्य तथा वेजीटल ध्रुव (vegetal pole) पर पीतक की मात्रा बहुत अधिक होती है । उदाहरणार्थ मछलियां, उभयचर, सरीसृप, पक्षी
 - iii. **केन्द्रपीतकी (Centrolecithal)** : इन अण्डों के केन्द्र में पीतक पाया जाता है तथा जो चारों ओर से कोशिका द्रव्य द्वारा घिरा रहता है । उदाहरण - कटि
2. **कवच के आधार पर (On the Basis of Shell)** : कवच के आधार पर अण्डे दो प्रकार के होते हैं ।
- i. **सकोशी अण्डे (cleidoic egg)** : इन अण्डों के चारों ओर कवच पाया जाता है तथा पीतक की पर्याप्त मात्रा पाई जाती है । उदाहरण- सरीसृप, पक्षी ।
 - ii. **अकोशी अण्डे (Non- Cleidoic egg)** इन अण्डों के चारों तरफ कवच नहीं पाया जाता है । इनका परिवर्धन जलीय माध्यम अथवा मादा के गर्भाशय में होता है । उदाहरण- एम्फीऑक्सस, मेंढक, स्तनधारी ।
4. **परिवर्धन के आधार पर (On the Basis of Development)** : परिवर्धन के आधार पर ये दो प्रकार के होते हैं ।
- i. **निर्धार्य या मौजेक अण्डे (Determinate or Mosaic eggs)** : ऐसे अण्डे जिनमें विभिन्न भागों का निर्धारण निषेचन के पूर्व अथवा निषेचन के तत्काल बाद हो जाता है तो इन्हें निर्धारित अण्डे कहते हैं । उदाहरण- ऐस्कैल्मीन्थिज, प्लेटीहेल्मीन्थिज, एनेलिडा, आर्थ्रोपोडा, मौलस्का आदि ।
 - ii. **अनिर्धार्य या नियमनकारी अण्डे (Non-determinate or Regulative Eggs)** : ऐसे अण्डे जिनमें विभिन्न भागों का निर्माण तीन विदलन के बाद होता है तो इन्हें अनिर्धार्य अथवा नियमनकारी अण्डे कहते हैं । उदाहरण - इकाइनोडर्मेटा एवं कॉर्डेटा- के अण्डे ।

बोध प्रश्न

1. युग्मकजनन के दौरान विभाजन होते हैं-
 - (a) असूत्री व समसूत्री
 - (b) समसूत्री व अर्धसूत्री
 - (c) असूत्री व अर्धसूत्री
 - (d) केवल अर्धसूत्री ()
2. शुक्राणु में एक्रोसोम का निर्माण होता है-
 - (a) गॉल्ली काय से
 - (b) माइटोकोन्ड्रिया से
 - (c) सेन्ट्रीऑल से
 - (d) राइबोसोम से ()
3. विदलन प्रारम्भ करने वाला सेन्ट्रीऑल है-
 - (a) समीपस्थ सेन्ट्रीऑल

	(b) दूरस्थ सेन्ट्रीऑल	
	(c) वलय सेन्ट्रीऑल	
	(d) सभी	()
4.	पीतक पट्टियों के निर्माण में सहायक एन्जाइम हैं-	
	(a) प्रोटीन काइनेज	
	(b) हेक्सोकाइनेज	
	(c) लाइनेज	
	(d) एन्डोलेज	()
4.	अण्डजनन के दौरान बनने वाला पोलर काय की संख्या है-	
	(a) एक	
	(b) दो	
	(c) तीन	
	(d) चार	()

2.4 सारांश (Summary)

- जनदों (gonads) द्वारा युग्मकों के निर्माण को युग्मक जनन (gametogenesis) कहते हैं।
- युग्मक जनन के समय समसूत्री तथा अर्धसूत्री-दो प्रकार के विभाजन पाये जाते हैं। इस प्रकार से अगुणित युग्मकों का निर्माण होता है।
- वृषण द्वारा शुक्राणु के निर्माण की विधि शुक्राणुजनन तथा अण्डाशय जनन में तीन प्रावस्था-गुणन प्रावस्था, वृद्धि प्रावस्था तथा परिपक्वन प्रावस्था पाई जाती हैं।
- शुक्रजनन में दो चरण पाये जाते हैं ये हैं - शुक्राणु पूर्वी अर्थात् स्पर्मेटिड का निर्माण एवं स्पेटिडा का चलनशील शुक्राणु में कायान्तरण। निर्माण एव प्राथमिक स्पर्मेटोसाइट से 4 स्पर्मेटिड्स का निर्माण होता है।
- शुक्राणु की आकृति भिन्न-2 प्राणियों में भिन्न-2 होती हैं।
- एक प्रारूपिक शुक्राणु में तीन भाग -शीर्ष, मध्य भाग एवं पूच्छ पाई जाती हैं। शीर्ष भाग में केन्द्रक व एक्रोसोम पाये जाते हैं।
- शुक्राणु का एक्रोसोम अण्डाणु की भित्ती भेदन में सहायक होता है।
- अण्डजनन की वृद्धि प्रावस्था काफी लम्बी होती है। इस दौरान पीतक जनन अर्थात् पीतक निर्माण होता है। पीतक में 48.7 प्रतिशत जल 16.7 प्रतिशत प्रोटीन, 32.6 प्रतिशत फॉस्फोलिपिड व उदासीन वसा तथा 1 प्रतिशत कार्बोहाइड्रेट्स पाये जाते हैं। वसा तथा प्रोटीन की मात्रा के आधार पर पीतक दो प्रकार का होता है - प्रोटीन पीतक तथा वसा पीतक।
- पीतक दो रूपों में पाया जाता है - कणिकामय पीतक एव पीतक विम्बाणु। पीतक में दो तरह के प्रोटीन अणु फॉस्फोवाइटिन तथा लिपोवाइटेनिन पाये जाते हैं।
- पीतक भ्रूणीय परिवर्धन हेतु संग्रहित खाद्य पदार्थ प्रदान करता है।

- अण्डजनन के दौरान एक ऊगोनिया से एक ही अण्डाणु तथा 2-3 पोलर बॉडी का निर्माण होता है ।
- अधिकांशतया प्राणियों में द्वितीय ऊसाइट प्रावस्था में अण्डोत्सर्ग होता है ।
- विभिन्न अण्डों पर प्राथमिक, द्वितीयक, तृतीयक अण्ड झिल्लीयाँ पाई जाती हैं ।
- पीतक की मात्रा व वितरण के आधार पर अण्डे अपीतकी, सूक्ष्मपीतकी, अतिपीतकी, समपीतकी, गोलार्धपीतकी केन्द्रपीतकी हो सकते हैं ।
- पक्षियों तथा सरीसृपों के अण्डे सकोशी अण्डे (cleidoic eggs) कहते हैं ।
- एक प्राथमिक स्पर्मेटासाइट से चार शुक्राणु तथा एक प्राथमिक ऊसाइट से एक अण्डाणु का निर्माण होता है ।
- शुक्राणु गतिशील होते हैं तथा अण्डाणु अचल होते हैं ।

2.5 शब्दावली (Glossary)

युग्मक जनन	Gametogenesis
पूर्वपीतकी भवन	Pre-vitellogenesis
शुक्र जनन नलिकाएँ	Seminiferous Tubules
अपीतकी	Alecithal
प्रारम्भिक जनन कोशिकाएँ	Primordial Germcells
समीपस्थ सेंट्रिऑल	Aximal Filament
सूक्ष्मपीतकी	Microlecithal
समीपस्थ सेंट्रिऑल	Proximal Centriole
मध्यमपीतकी	Mesolecithal
अक्षीय तन्तु	Aximal Filament
अतिपीतकी	Macrolecithal
संयुग्मी शुक्राणु	Conjugated Sperm

2.6 संदर्भ ग्रंथ (Further Readings)

1. Gilbert, Development Biology, Sinauer Associates Inc. Sunderland.

2.7 बोध प्रश्नों के उत्तर (Answers to self-assessment questions)

1. (b)
2. (a)
3. (a)
4. (a)
5. (c)

2.8 अभ्यासार्थ प्रश्न (Exercise Questions)

1. शुक्राणुजनन तथा अण्डजनन की परिभाषा दीजिये ।
2. शुक्राणु के एक्रोसोम का निर्माण कैसे होता है ।
3. पीतकजनन प्रावस्था समझाईये ।

4. अण्डजनन की विभिन्न प्रावस्थाओं के नाम लिखिये ।
 5. पीतक की मात्रा तथा वितरण के आधार पर अण्डों के प्रकार व उदाहरण दीजिये ।
 6. शुक्राणुजनन की विभिन्न प्रावस्थाएँ एवं शुक्राणु की रचना समझाइये ।
-

2.9 अभ्यासार्थ प्रश्नों के उत्तर (Answer to Exercise Questions)

1. 2.1 में देखे
2. 2.2 में देखे
3. 2.3.1 में देखे
4. 2.3 में देखे
5. 2.3.2 में देखे

इकाई 3 : निषेचन (Fertilization)

इकाई की संरचना (Out line of Unit)

- 3.0 उद्देश्य (Objectives)
- 3.1 प्रस्तावना (Introduction)
- 3.2 निषेचन के प्रकार (Types of Fertilization)
- 3.3 निषेचन की क्रिया विधि (Mechanism of Fertilization)
 - 3.3.1 शुक्राणु का अण्डाणु की ओर उपगमन एवं प्रवेश, शुक्राणु सक्रियण (Approach of sperm towards egg and its penetration, sperm activation)
 - 3.3.2 अण्डाणु प्रतिक्रिया : अण्डाणु सक्रियण (Reaction of egg : Activation of the Egg)
 - 3.3.3 अण्डाणु के भीतर शुक्राणु की नियति (Fate of sperm inside the Egg)
- 3.4 निषेचन का महत्व (Signification of Fertilization)
- 3.5 सारांश (Summary)
- 3.6 शब्दावली (Glossary)
- 3.7 संदर्भ ग्रंथ (Further Readings)
- 3.8 बोध प्रश्नों के उत्तर (Answers to self-assessment Questions)
- 3.9 अभ्यासार्थ प्रश्न (Exercise Question)
- 3.10 अभ्यासार्थ प्रश्नों के उत्तर (Answers of Exercise Questions)

3.0 उद्देश्य (Objective)

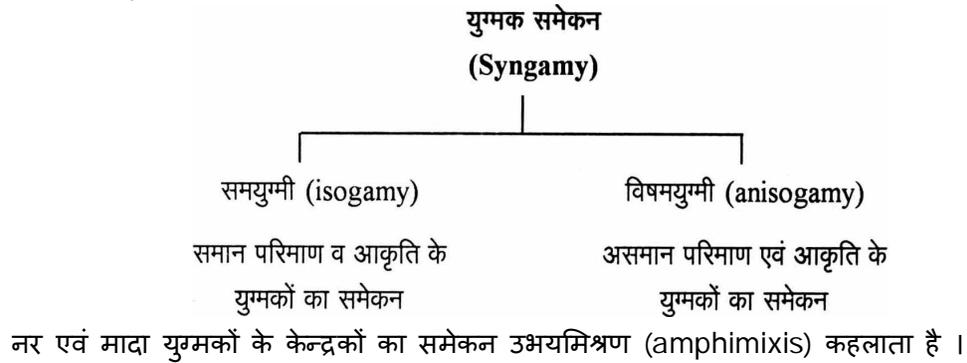
इस इकाई का उद्देश्य आपको दो युग्मकों के संयोजन अथवा निषेचन के बारे में जानकारी देना है जिसके फलस्वरूप एक युग्मनज का निर्माण होता है जो भ्रूणीय विकास कर एक सम्पूर्ण प्राणी विकसित होता है ।

3.1 प्रस्तावना (Introduction)

निषेचन एक जटिल क्रिया है । इस क्रिया के अर्न्तगत नर व मादा युग्मकों (gametes) के पूर्व केन्द्रको (pronuclei) का समेकन होता है । कुछ निम्न जन्तुओं में, नर तथा मादा युग्मक एक ही परिमाण, आकार तथा आचरण के होते हैं, परन्तु अधिकांश जन्तुओं में मादा युग्मक हमेशा परिमाण में बड़ा गोलाकार एवं अगतिशील होता है परन्तु नर युग्मक अपेक्षाकृत सूक्ष्म, अनुलम्बाकार तथा अतिगतिशील होता है । ये युग्मक क्रमशः अण्डाणु (ovum) एवं शुक्राणु (sperm) कहलाते हैं । उच्च संघ (higher phyla) में निषेचन क्रिया के अर्न्तगत केवल केन्द्रकीय समेकन (nuclear) होता है तथा युग्मकों के कोशिका द्रव्यों (cytoplasm) का संयोजन नहीं होता है, क्योंकि इन शुक्राणुओं में कोशिकाद्रव्य नगण्य होता है ।

युग्मकों के परिमाण (Size) व आकृति (Shape) के आधार पर समेकन (fusion) दो प्रकार का होता है ।

1. समयुग्मन (isogamy)
2. विषमयुग्मन (anisogamy)



3.2 निषेचन के प्रकार (Types of Fertilization)

निषेचन स्थल के आधार पर निषेचन दो प्रकार का होता है

1. **बाह्य निषेचन (External Fertilization)** : जब शुक्राणु एवं अण्डाणु शरीर से बाहर जलीय माध्यम में त्याग दिये जाते हैं एवं जलीय माध्यम में निषेचन की क्रिया सम्पन्न होती है तो इस प्रकार के निषेचन को बाह्य निषेचन कहते हैं । उदाहरण- मेंढक, टोड, नीरीस, समुद्री अर्चिन इत्यादि ।
2. **अन्तः निषेचन (Internal Fertilization)** : यदि शुक्राणुओं का त्याग मादा की अण्डवाहिनी में किया जाता है एवं निषेचन मादा की अण्डवाहिनी में होता है तो इसे अन्तः निषेचन कहते हैं । उदाहरण- सरीसृप, पक्षी, स्तनधारी इत्यादि ।

3.3 निषेचन की क्रिया विधि (Mechanism of Fertilization)

निषेचन एक जटिल प्रक्रिया है । अध्ययन की सुविधा हेतु इसे निम्न अवस्थाओं में बांटा गया है ।

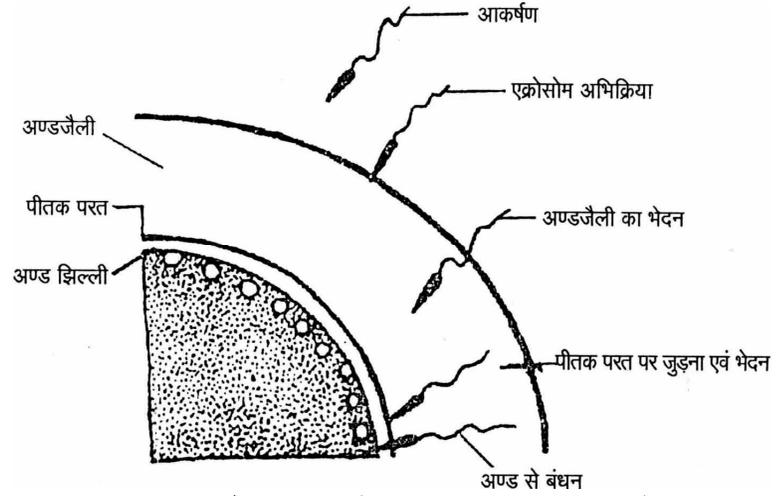
3.3.1 शुक्राणु का अण्डाणु में उपगमन एवं प्रवेश अथवा शुक्राणु प्रतिक्रिया (Approach and Penetration of Egg Reaction of the Sperm)

1. समूहन (Agglutination)

निषेचन का प्रथम चरण शुक्राणु का अण्डाणु से मिलन होता है । बाह्य एवं आंतरिक निषेचन क्रियाओं में यह प्रक्रिया शुक्राणुओं के सक्रिय रूप से तैरने की क्षमता द्वारा पूर्ण होती है । यह प्रक्रिया शुक्राणुओं की गतिशीलता (motility) द्वारा ही संभव होती है । निषेचन का अगला चरण एक अति विशिष्ट रासायनिक कार्यविधि द्वारा पूर्ण होता है । परिपक्व अण्डाणु की उपस्थिति में शुक्राणु चिपचिपे (sticky) हो जाते हैं तथा अण्डाणु की सतह पर अथवा आपस में चिपकना प्रारम्भ कर देते हैं । शुक्राणुओं के आपस में चिपकने से उनके पिण्ड (clump) बन जाते हैं अर्थात् शुक्राणुओं में परस्पर समूहन (agglutination) होना प्रारम्भ हो जाता है ।

शुक्राणुओं में चिपचिपापन (stickiness) या समूहन परिपक्वन अण्डाणुओं अथवा उसे घेरे पुटिका कोशिकाओं (follicle cells) द्वारा फर्टिलीजीन (fertilization) स्त्रावित होता है। फर्टिलीजीन एक प्रकार का ग्लाइकोप्रोटीन रसायन होता है। फर्टिलिजिन (fertilizin) के अमीनोअम्ल तथा शर्करा जाति - विशिष्ट (species-specific) होते हैं। इनका अनुमान 3,00,000 होता है। फर्टिलीजीन के अणु की रासायनिक रचना अलग प्रजातियों में अलग - 2 प्रकार की होती है।

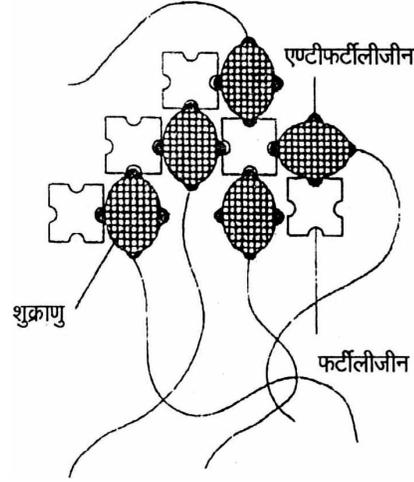
शुक्राणु के शीर्ष में एण्टीफर्टिलीजीन (antifertilizin) नामक रसायन पाया जाता है। इनमें अम्लीय प्रोटीन पाये जाते हैं। इनका अनुसार लगभग 10,000 होता है। फर्टिलीजीन एवं एण्टीफर्टिलीजीन की क्रिया एण्टिजन व एण्टीबाँडी के समान होती है यह तालाकुंजी सिद्धान्त (lock-key Theory) पर कार्य करते हैं।



चित्र 3.1 : समुद्री-आर्चिन में शुक्राणु एवं अण्ड की परस्पर क्रियाओं के विभिन्न चरण फर्टिलीजीन एवं एण्टीफर्टिलीजीन के कार्य (Function of Fertilizin and Antifertilizin)

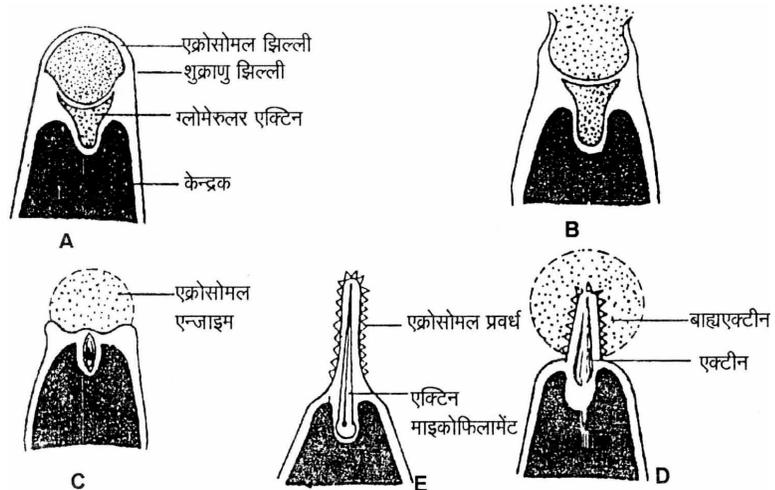
- फर्टिलीजीन एवं एण्टीफर्टिलीजीन द्वारा शुक्राणु अपनी जाति के अण्डाणु की पहचान करता है।
 - इस क्रिया द्वारा शुक्राणु अण्डाणु की सतह से संलग्न होता है।
 - कुछ मात्रा में फर्टिलीजीन जल में घुलकर जलीय माध्यम में चला जाता है, जो अनेक शुक्राणुओं का समूहन (agglutination) कर देता है। इसके फलस्वरूप अण्डाणु की सतह पर शुक्राणुओं की संख्या घट जाती है, जिससे बहुशुक्रता (polyspermy) की संभावना कम हो जाती है।
 - फर्टिलीजीन एवं एण्टीफर्टिलीजीन एक जाति विशिष्ट क्रिया हैं, इस कारण अन्तर्जातीय (interspecific) निषेचन पर रोक लग जाती है।
 - इस क्रिया के फलस्वरूप शुक्राणुओं में समूहन होता है। समूह द्वारा अधिक लाइटिक एन्जाइम्स (lytic enzymes) की स्रावण होता है। जो भेदन (penetration) में सहायक होता है।
 - फर्टिलीजीन शुक्राणुओं को सक्रिय करके एक्रोजोम क्रिया का उद्दीपन करते हैं।
- स्तननियों के शुक्राणु को अण्डाणु तक पहुँचने की क्रिया थोड़ी भिन्न एवं जटिल होती है। इनमें जोना पेलूसिडा (zona pellucida) के अतिरिक्त अण्डाणु पुटिका कोशिका के कोराना रेडिएटा (corona radiata) नामक आवरण से भी घिरा रहता है। अण्डाणु से इस स्तर को हटाने के लिये शुक्राणु

हाएलुरोनिडेज (hyaluronidase) नामक एन्जाइम का स्त्रावण करता है। यह एन्जाइम्स कोरोना रेडिएटा में स्थित पुटिका कोशिकाओं को परस्पर संयोजित रखने वाले पदार्थ म्यूकोपोली सेरेराइड रसायन हाइलुरॉनिक अन्त (hyaluronic) को घोलना होता है।



चित्र 3.2 शुक्राणु समूहन

2. **एक्रोसोम प्रक्रिया (Acrosome Reaction)** : शुक्राणु के शीर्ष में एक्रोसोम पाया जाता है। इसमें विभिन्न प्रकार के लयनकारी एन्जाइम्स (lytic enzymes) पाये जाते हैं। शुक्राणु के भेदन के समय शुक्राणु के शीर्ष अर्थात् एक्रोसोम ने अनेक परिवर्तन होते हैं। इन परिवर्तनों को सम्मिलित रूप से एक्रोसोम प्रक्रिया (acrosome reaction) कहते हैं। एक्रोसोम की अगली झिल्ली टूट जाती है तथा एक्रोसोम कक्षा (acrosome granule) बाहर निकलकर जल में घुलने लगते हैं। इसी समय एक्रोसोम की पश्च झिल्ली लम्बी होकर एक कठोर नलिका (rigid tube) में विभेदित (differentiate) हो जाती है एवं शुक्राणु के शीर्षभाग (sperm head) से एक तंतु के रूप में दिखाई देती है। इस नलिका को एक्रोसोमल तंतु (acrosomal filament) कहते हैं। एक्रोसोम तंतु लम्बा होकर अण्डाणु की प्लाज्मालेमा से जुड़ जाता है। इसके परिणामस्वरूप शुक्राणु एवं अण्डाणु के कोशिका द्रव्य में निस्तरता आ जाती है।



चित्र 3.3 : समुद्री-आर्चिन में एक्रोसोम प्रक्रिया

3. **समर्थता (Capacitation)** : स्तनियों में शुक्राणु में एक्रोसोम तन्तु का निर्माण नहीं होता है। शुक्राणु मादा की योनि (vagina) में पहुँचकर मादा प्रजनन मार्ग द्वारा एकत्रित विशिष्ट तरल के सम्पर्क में आते हैं। तथा अण्डाणु कलाओं (egg membranes) को भेदने तथा अण्डाणु तक पहुँचने की क्षमता रखते हैं। शुक्राणु द्वारा अण्डाणु को निषेचित करने की इस कार्य क्षमता को समर्थता (capacitation) कहते हैं। समर्थता - क्रिया में एक्रोसोम झिल्ली टूट जाती है तथा एक्रोसोम द्वारा शुक्राणु - लाइसिन (Sperm lysin) युक्त पदार्थों का स्रावण होता है, जितनी सहायता से शुक्राणु कोरोना रेडिएटा (corona radiata) के कोशिकीय स्तर तथा जोना पेलुसिडा (zona pellucida) को घोल देता है एवं पार्श्व दिशा (lateral side) से अण्डाणु के सम्पर्क में आता है। शुक्राणु एवं अण्डाणु की झिल्ली घुल जाती है एवं शुक्राणु अण्डाणु में प्रवेश कर जाता है।

3.3.2 अण्डाणु प्रतिक्रिया : अण्डाणु सक्रियण

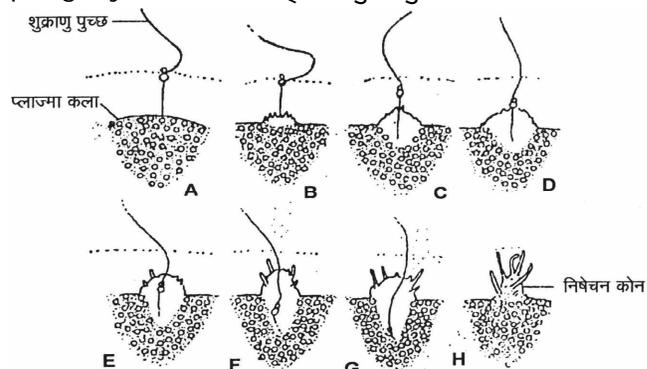
(Reaction of the egg : Activation of the Egg)

शुक्राणु के अण्डाणु के अंदर पूर्णरूप से प्रवेश पाने से पहले ही अण्डाणु में अनेक महत्वपूर्ण परिवर्तन होने प्रारम्भ हो जाते हैं अर्थात् अण्डाणु सक्रियण (activation of ovum) हो जाता है। अण्डाणु में परिवर्धन (development) का प्रारम्भ कर भ्रूणीय विकास (embryonic development) करने की क्षमता आ जाती है।

अण्डाणु के सक्रियण में निम्न तीन चरण पाये जाते हैं।

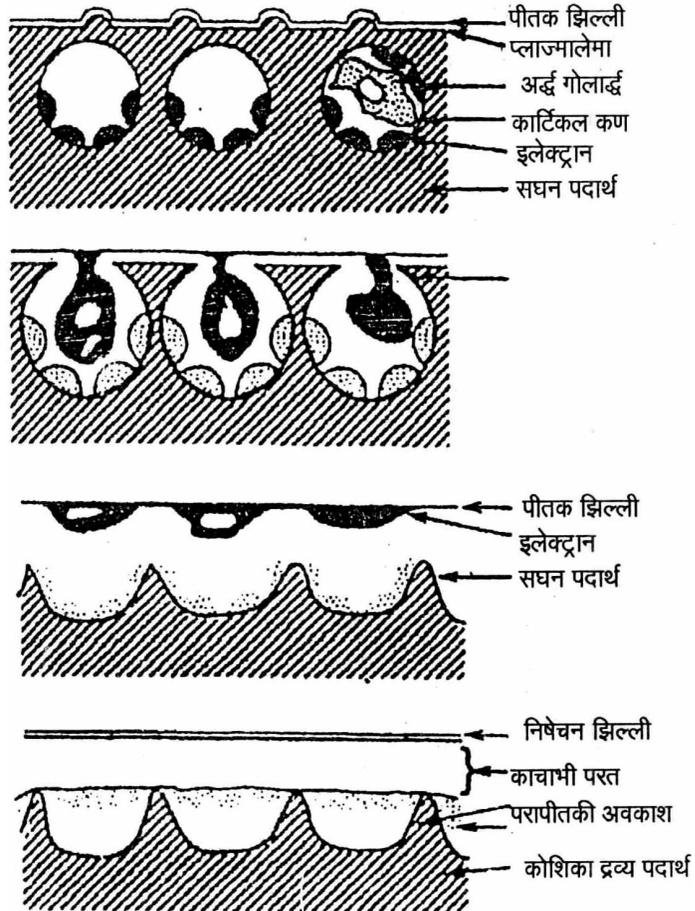
- निषेचन शंकु का निर्माण (Formation of Fertilization Cone)
- कॉर्टिकल क्रिया व निषेचन झिल्ली का निर्माण (Cortical Reaction and Formation of Fertilization Membrane)
- उपापचयी सक्रियण (Metabolic Activation)

i. **निषेचन शंकु का निर्माण** : जब एक्रोसोम तंतु अण्डाणु की प्लाज्मालेमा के सम्पर्क में आता है तो उस स्थान पर एक उभार का निर्माण होता है जिसे निषेचन शंकु (Fertilization cone) कहते हैं। इससे होकर शुक्राणु को ग्रहण किया जाता है। इसे ग्राही शंकु (receptive cone) भी कहते हैं। निषेचन शंकु धीरे-धीरे शुक्राणु केन्द्रक, मध्य भाग एवं पूँछ को अन्दर धंसाता है। इस प्रकार अण्डाणु में फेगोसाइटोसिस (phagocytosis) क्रिया द्वारा शुक्राणु प्रवेश कर जाता है।



चित्र 3.4 : शुक्राणु का अण्डाणु में प्रवेश एवं कोशिका द्रव्य द्वारा निषेचन शंकु का निर्माण

ii. **कार्टिकल क्रिया व निषेचन झिल्ली का निर्माण :** शुक्राणु के सम्पर्क स्थल से ही अण्डाणु के कॉर्टेक्स (cortex) भाग में यह क्रिया प्रारम्भ हो जाती है जो चारों तरफ एक तरंग के रूप में संचकित होती हैं। शुक्राणु के सम्पर्क स्थल पर कोर्टिकल कणिकाएं फट जाती हैं। इनसे एन्जाइम, संरचनात्मक प्रोटीन तथा म्यूकोपोलीसेकेराइड का मिश्रण निर्मुक्त होता है। कॉर्टिकल कणिका की झिल्ली अण्डे की प्लाज्मा झिल्ली के साथ मिल जाती है। कॉर्टिकल कणिका का एक एन्जाइम अण्डाणु की पृष्ठ सतह पर उपस्थित शुक्राणु ग्राही ग्लाइकोप्रोटीन को रूपांतरित कर देता है ताकि दूसरे शुक्राणु अंदर प्रवेश न कर सकें। कॉर्टिकल कणिका के म्यूकोपोलीसेकेराइड पीतक झिल्ली (Vitelline membrane), प्लाज्मा झिल्ली से उपर उठ जाती हैं। इस प्रकार प्लाज्मा झिल्ली तथा पीतक झिल्ली के मध्य एक चौथा अवकाश बन जाता है। इसे परापीतकी अवकाश (Perivitelline space) कहते हैं। कॉर्टिकल कणिका का एक अन्य एन्जाइम परऑक्सीडेज- A पीतक झिल्ली में प्रोटीन के टाइरोसीन सिरों द्वारा क्रोसबंध (Cross bond) बनाते हैं। इससे पीतक झिल्ली मोटी हो जाती है तथा अब इसे पी निषेचन झिल्ली (Fertilization membrane) कहते हैं। अन्त में परापीतकी अवकाश में एक अन्य काचाभ स्तर (hyalm layer) निर्मित हो जाता है। यह परत बहुशुक्राणुता (polye spermy) को रोकती है तथा कोरक खण्डों को आपस में बांधे रहती है। कशेरुकी प्राणियों में कॉर्टिकल क्रिया समुद्री- आर्चीन के समान होती है परन्तु कुछ आंशिक भिन्नताएं पाई जाती है।



चित्र 3.5 : निषेचन झिल्ली का निर्माण

iii. उपापचयी सक्रियण

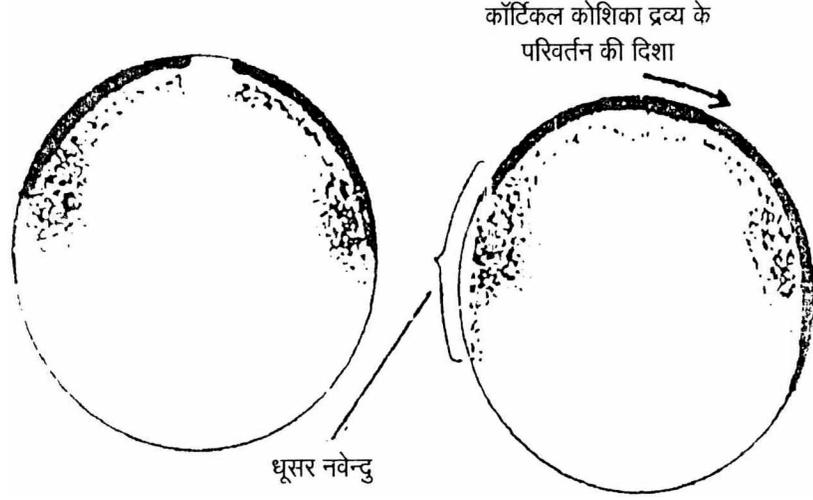
सक्रियण का सार (Essence of Activation) यदि परिपक्व अण्डाणु (mature ovum) की तुलना निषेचन से पूर्व तथा उसके पश्चात् की जाती है तो यह स्पष्ट होता है कि अण्डाणु निषेचन के फलस्वरूप एक अर्धसुप्त दशा (stationary stage) से सक्रिय गतिज दशा (active kinetic stage) में आ जाता है यदि अण्डाणु का निषेचन हो जाता है तो उसमें सक्रियण (activation) हो जाता है जिसके अन्तर्गत अनेक महत्वपूर्ण परिवर्तन होते हैं। इस प्रकार से महत्वपूर्ण परिवर्तनों अर्थात् अण्डाणु के सक्रियण के विभिन्न कार्यात्मक कारकों का ज्ञान ही सक्रियण का सार कहलाता है।

निषेचन झिल्ली, निषेचन शंकु, आयनिक परिवर्तन, झिल्ली विघूर्णन की घटना के अलावा कोशिका द्रव्य में अनेक उपापचयी परिवर्तन होते हैं इनमें प्रमुख है - निषेचित अण्डे में ऑक्सीजन उपभोग की दर में परिवर्तन पोलीसैकराइड का विखण्डन, प्रोटीन संश्लेषण में वृद्धि पारगम्यता में परिवर्तन कोएन्जाइम परिवर्तन ($\text{NAD} + \text{ATP} \xrightarrow{\text{NAD Kinase}} \text{NADP} + \text{ADP}$) हेक्सोज फॉस्फेट की मात्रा में वृद्धि एवं सूत्री विभाजन का आरंभ होना है। शुक्राणु के प्रवेश से अण्डाणु में प्रोटिओलाइसिस (Proteolysis) क्रिया का सक्रियण होता है जिसके फलस्वरूप उपस्थित अवरोधी प्रोटीन का अपघटन हो जाता है तथा राइबोसोम एवं mRNA सक्रिय हो जाते हैं अर्थात् निषेचित अण्डाणु में प्रोटीन संश्लेषण प्रारम्भ हो जाता है।

अण्डाणु के कोशिका द्रव्य में संगठनात्मक परिवर्तन (Changes in the Organization of Egg Cytoplasm) : निषेचन के दौरान कोशिका द्रव्यी घटकों में विस्थापन प्रारंभ हो जाता है तथा अण्डाणु के कोशिका द्रव्य में आकार जननिकी निर्धारक (morphogenetic determination) पाये जाते हैं। ये विदलन (cleavage) के दौरान विशिष्ट कोशिकाओं (Specific cells) में पृथक हो जाते हैं। इन निर्धारकों के कारण बाद में विशिष्ट जीन (Specific genes) या तो सक्रिय हो जाते हैं या संदमित हो जाते हैं।

मेंढक के अण्डाणु में शुक्राणु के प्रवेश के कुछ मिनट पश्चात-अण्डाणु के कोशिका द्रव्य की सतही पर्त जन्तु ध्रुव (animal pole) की दिशा में सिकुडने लगती है। इसमें रंगायुक्त (pigmented) कोशिका द्रव्य जन्तु ध्रुव के उस रंगाविहीन (non-pigmented) स्थान को ढक लेता है जहाँ से प्रथम ध्रुवीय काय (First polar body) का निष्कासन होता है। कॉर्टिकल कोशिका द्रव्य जन्तु ध्रुव की ओर विसरित होता है तथा इसी प्रकार कॉर्टिकल कोशिका द्रव्य अण्डाणु के निष्क्रिय ध्रुव (vegetal pole) की ओर अधर दिशा में प्रसारित होता है। जैसे-जैसे रंगायुक्त कॉर्टिकल कोशिका द्रव्य का छोर पृष्ठ में अण्डाणु की विषुवत-रेखा (equator) से ऊपर जाता है वैसे ही गहराई में उपस्थित मुद्विका सदृश्य (ring like) परिधी कोशिका द्रव्य की पर्त दिखाई देने लगती है। कॉर्टिकल कोशिका द्रव्य की तुलना में परिधीय कोशिका द्रव्य (peripheral cytoplasm) अपेक्षाकृत हल्के रंग का होता है चूंकि इसमें रंगा पदार्थ (pigment) की मात्रा अपेक्षाकृत कम होती है, इसके कारण अण्डाणु की उपविषुवत रेखा (sub-equatorial) पर एक हल्के रंग का क्षेत्र दिखाई देता है जिसे धूसर नवेन्दु (grey crescent) कहते हैं। इस प्रकार के विस्थापन के परिणामस्वरूप मेंढक का अण्डाणु स्पष्ट रूप से द्वि पार्श्व सममिति (bilateral symmetry) दर्शाने लगता है। जिसका मध्य भाग धूसर नवेन्दु से गुजरता है। अब अण्डाणु के कोशिका द्रव्य के पदार्थों के विस्थापन के तुरन्त बाद में अण्डाणु की सतही परत (surface layer) में भी परिवर्तन होते हैं। धूसर नवेन्दु के दृष्टिगत होने से पूर्व पूरे अण्डाणु के सतह की पारगम्यता

समान होती है परन्तु धूसर नवेन्दु बनने के पश्चात् अण्डाणु की पारगम्यता जन्तु ध्रुव एवं अधर सतह पर अपेक्षाकृत घट जाती हैं तथा धूसर नवेन्दु पर अधिक हो जाती है।



चित्र 3.6 : मेंढक में अण्डाणु में निषेचन के पश्चात् कोशिका द्रव्य में विस्थापन तथा धूसर नवेन्दु का निर्माण

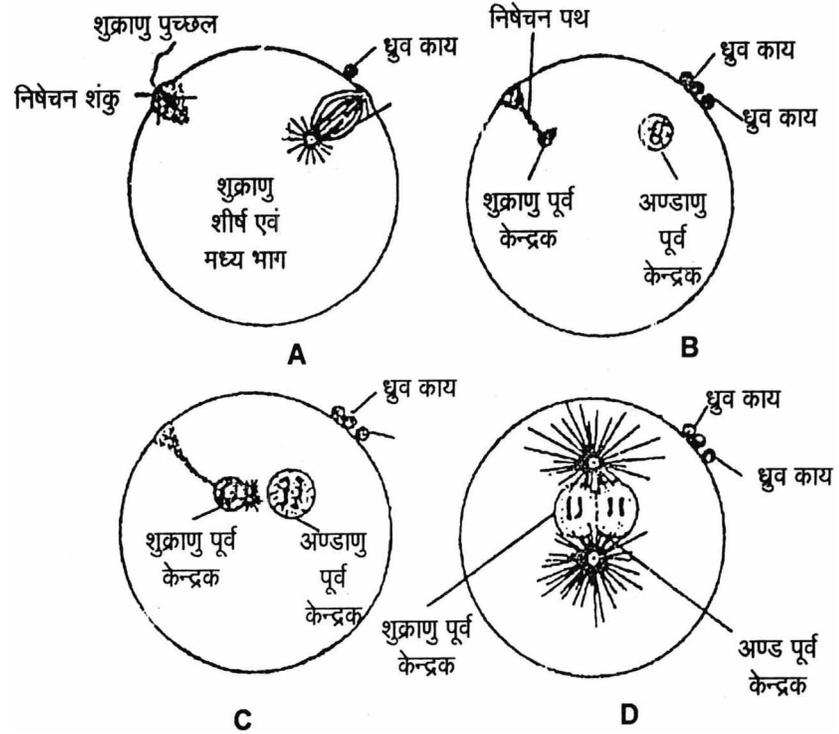
3.3.3 अण्डाणु के भीतर शुक्राणु की नियति (Fate of Sperm inside the Egg)

स्तनियों में सम्पूर्ण शुक्राणु अर्थात् शीर्ष, मध्य भाग तथा पूँछ, अण्डाणु के कोशिका द्रव्य में प्रवेश करता है। इकाईनोडर्मेटा में केवल शीर्ष तथा मध्य भाग ही अण्डाणु के भीतर जाता है। नीरीज में शुक्राणु का केवल शीर्ष भाग ही अण्डाणु में प्रवेश करता है। शुक्राणु की पूँछ का प्रमुख कार्य केवल गमन होता है। अधिकांश जन्तुओं में शुक्राणुओं का मध्यभाग अण्डाणु के कोशिका द्रव्य में प्रवेश करता है तथा शुक्राणु केवल केन्द्रक तथा सेन्द्रोसोम की अनुवर्ती विकास में भाग लेते हैं। शुक्राणु के शीर्ष का अण्डाणु में व्यवहार अण्डाणु की परिपक्वता (maturation) पर निर्भर करता है। कशेरुकियों में अण्डाणु में प्रथम अर्धसूत्री विभाजन तथा दूसरे अर्धसूत्री विभाजन का मेटाफेज (metaphase) चरण अण्डाणु में ही पूर्ण हो जाता है। इसके पश्चात् विभाजन रुक जाता है। अण्डाणु में अर्धसूत्री विभाजन का द्वितीय विभाजन, शुक्राणु द्वारा अण्डाणु के निषेचन के पश्चात् ही पूर्ण होता है तथा तब ही द्वितीय ध्रुव काय (second polar body) का निर्माण होता है।

शुक्राणु के अण्डाणु में प्रवेश करते समय एक्रोसोम अग्रतम होता है तथा उसके पीछे क्रमशः केन्द्रक एवं केन्द्रगोल (centrosome) स्थित होते हैं। इसके पश्चात् शीघ्र ही केन्द्रक तथा केन्द्रगोल 180° दिशा में घूम जाते हैं। इसके फलस्वरूप शीर्ष का केन्द्रगोल युक्त भाग आगे हो जाता है। शुक्राणु का शेष भाग केन्द्र न केन्द्रक गोल से अलग हो जाते हैं। शुक्राणु के केन्द्रक को अब नर-पूर्व केन्द्रक (male pronuclei) कहते हैं। नर पूर्व केन्द्रक फूलने लगता है तथा इसमें उपस्थित क्रोमेटिन पदार्थ सूक्ष्मकणमय हो जाता है। अण्डाणु के कोशिका द्रव्य से तरल लेने के कारण यह पुटिकामय आकृति (vesicular shape) का हो जाना है तथा केन्द्रगोल भी एस्टर (asters) द्वारा घिर जाता है। अब

नर पूर्व केन्द्रक तथा केन्द्रक मादा पूर्व केन्द्रक (female pronucleus) की ओर समेकन (fusion) पूर्व गमन करते हैं ।

मेंढक के अण्डाणु में रंगाकण (pigment granules) उपस्थित होती हैं । शुक्राणु के अण्डाणु में प्रवेश करते समय शुक्राणु इन रंगा कणों को हटाता हुआ आगे बढ़ता है तथा एक पथसा दृष्टिगोचर होता है । शुक्राणु के इस गमन को प्रवेश पथ (penetration path) कहते हैं । मादा पूर्व केन्द्रक भी संयोजन हेतु कोशिका द्रव्य में गमन करता है । कशेरुकियों में पूर्व केन्द्रकों की केन्द्रक कलाएं लुप्त हो जाती हैं तथा सामान्य सूत्री विभाजन की तरह इनके गुणसूत्र मेटाफेज प्रावस्था की मध्यरेखा



चित्र 3.7 : अण्डे में शुक्राणु का प्रवेश तथा उभय मिश्रण

(equator) पर व्यवस्थित हो जाते हैं तथा अंत में एक द्विसूत्री-केन्द्रक में परिवर्तित हो जाते हैं । नर तथा मादा पूर्वकेन्द्रकों के समेकन को उभयमिश्रण (Amphimixis) कहते हैं । इस प्रकार अन्त में एक द्विगुणित युग्मनज (zygote) का निर्माण होता है जिसमें विदलन की क्रिया प्रारम्भ होती है ।

3.4 निषेचन का महत्व (Significance of Fertilization)

1. निषेचन द्वारा अधिकांश जन्तुओं में द्वितीय विभाजन (Second maturation division) पूर्ण होता है ।
2. निषेचन से द्विगुणित (2n) अवस्था की पूर्णस्थापना होती है । इसे द्विसूत्रण कहते हैं ।
3. निषेचन द्वारा अण्डाणु को निकटस्थ सेन्ट्रीऑल प्राप्त होती है तथा विदलन आरंभ होता है ।
4. निषेचन द्वारा अण्डे में द्विपार्श्व सममिति (bilateral symmetry) का निर्माण होता है, जिससे भ्रूण की अक्ष का निर्माण होता है ।

5. निषेचन द्वारा विभिन्नताएं उत्पन्न होती हैं। इसके फलस्वरूप यह उद्भविकास (evolution) में सहायक है।
6. निषेचन द्वारा झिल्ली का निर्माण होता है जो अन्य शुक्राणु के प्रवेश को रोकती हैं।
7. निषेचन द्वारा लिंग निर्धारण (Sex determination) होता है।
8. शुक्राणु का प्रवेश उपापचयी क्रियाओं को प्रेरित करता है।

बोध प्रश्न

1. निषेचन का मतलब है :
 - (अ) नर युग्मक का स्थानान्तरण मादा युग्मक में
 - (ब) नर व मादा युग्मकों के पूर्व केन्द्रकों का संयोजन
 - (स) जनन अंगों से युग्मकों को मुक्त करना
 - (द) नर व मादा जननांगों का संलयन ()
2. फर्टीलाइजेशन का कार्य है.
 - (अ) शुक्राणु का समूहन करना
 - (ब) शुक्राणु को सक्रिय करना
 - (स) कीमोटेक्सिस द्वारा शुक्राणु को आकर्षित करना
 - (द) उपरोक्त कोई नहीं ()
3. वह कौनसी रचना है जो अन्य शुक्राणु को अण्डे में प्रवेश करने से रोकती है
 - (अ) पीतक
 - (ब) पीतक झिल्ली
 - (स) निषेचन झिल्ली
 - (द) सभी ()
4. उभयमिश्रण (Amphmixis) के दौरान सेन्ट्रीऑल का घूर्णन होता है
 - (अ) 40
 - (ब) 60
 - (स) 120
 - (द) 190 ()
5. अधिकांश स्तनधारियों के अण्डोत्सर्ग (Ovulation) के समय अण्ड किस अवस्था में होता है।
 - (अ) अण्डाणु
 - (ब) प्राथमिक अण्डकोशिकीय
 - (स) द्वितियक अण्डकोशिका
 - (द) उपरोक्त सभी ()

3.5 सारांश (Summary)

- निषेचन क्रिया के अर्न्तगत नर व मादा पूर्व केन्द्र को (pronuclei) का समेकन होता है । नर युग्मक छोटा, अनुलम्बाकार तथा गतिशील (motile) होता है तथा मादा युग्मक बड़ा, गोलाकार तथा अगतिशील होता है ।
- युग्मकों का समेकन (Fusion) दो प्रकार का होता है - समयुग्मन (isogamy) तथा विषमयुग्मन (anisogamy)।
- निषेचन स्थल के आधार पर निषेचन दो प्रकार का होता है- बाह्य निषेचन एवं आंतरिक निषेचन।
- शुक्राणु के शीर्ष भाग में एन्टीफर्टीलीजीन तथा अण्डाणु में फर्टीलीजीन नामक रसायन पाया जाता है।
- फर्टीलीजीन एवं एन्टीफर्टीलीजीन के बीच क्रिया एन्टीजन तथा एण्टी बॉडी क्रिया के समान होती है । तथा यह एक जाति विशिष्ट (species specific) क्रिया है अतः अर्न्तजातीय (inter specific) निषेचन पर रोक लग जाती है ।
- एक्रोसोम के शीर्ष भाग में होने वाले परिवर्तनों को सम्मिलित रूप से एक्रोसोम प्रक्रिया (acrosome reaction) कहते हैं ।
- शुक्राणु के द्वारा अण्डाणु को निषेचित करने की कार्यक्षमता को समर्थता (capacitation) कहते हैं।
- एक्रोसोम द्वारा शुक्राणु लाइसिन (sperm lysin) युक्त पदार्थों का स्त्रावण होता है ।
- शुक्राणु के अण्डाणु में पूर्ण प्रवेश करने से पहले ही अण्डाणु में अनेक महत्वपूर्ण परिवर्तन होने लग जाते हैं अर्थात् अण्डाणु का सक्रियण (Activation of ovum) हो जाता है ।
- अण्डाणु सक्रियण में तीन चरण पाये जाते हैं । ये हैं - निषेचन शंकु का निर्माण, कॉर्टिकल क्रिया व निषेचन झिल्ली का निर्माण तथा उपापचयी सक्रियण ।
- प्लाज्मा झिल्ली तथा पीतक झिल्ली के मध्य एक चौड़ा अवकाश बन जाता है । इसे परापीतकी अवकाश (perivitelline space) कहते हैं ।
- कॉर्टिकल क्रिया के दौरान पीतक झिल्ली उत्थापित हो जाती है एवं निषेचन झिल्ली में परिवर्तित हो जाती है यह निषेचन झिल्ली अन्य शुक्राणुओं के अण्डाणु में प्रवेश को रोकती है।
- परऑक्सीडेज - A एन्जाइम के द्वारा निषेचन झिल्ली के मध्य पेप्पाइड बंध बन जाने से निषेचन झिल्ली मोटी हो जाती है; जिससे अन्य शुक्राणु प्रवेश नहीं कर सकते हैं । अन्त में परापीतकी अवकाश में एक अन्य काचाभ स्तर (hyaline layer) का निर्माण होता है जो बहुशुक्रणुता (polysermy) को रोकती है ।
- स्तनधारियों में निषेचन झिल्ली का निर्माण नहीं होता है । इसमें निर्मुक्त एन्जाइम जोना पेल्सीडा में उपस्थित शुक्राणु ग्राही को रूपान्तरित कर देते हैं, जिससे दूसरे शुक्राणु प्रवेश नहीं कर पाते हैं । यह घटना जोना क्रिया (zona reaction) कहलाती है ।

- कशेरुकियों में अण्डाणु में प्रथम अर्धसूत्री विभाजन तथा दूसरे अर्धसूत्री विभाजन का मेटाफेज चरण अण्डाशय में पूर्ण हो जाता है। इसके बाद अर्धसूत्री विभाजन का द्वितीय विभाजन, शुक्राणु द्वारा अण्डाणु के निषेचन के पश्चात् पूर्ण होता है।
- निषेचन से द्विगुणित अवस्था (2n) की पुनर्स्थापना होती है। इसे द्विसूण (diploisis) कहते हैं।
- निषेचन के द्वारा लिंग निर्धारित होता है तथा विभिन्नताएं उत्पन्न होती हैं जो उद् विकास (evolution) में सहायक है।

3.6 शब्दावली (Glossary)

युग्मक समेकन	syngomy
समर्थता	Capacitation
समूहन	Agglunation
ग्राही शंकु	Receptive cone
पुटिका कोशिका	Follicle cell
परापीतकी अवकाश	Perivitelline space
बहु शुक्रता	Polyspermy

3.7 संदर्भ ग्रंथ (Further Readings)

1. शर्मा, आशा, नन्दचल कुमकुम (2006); भौणिकी के मूल तत्व रमेश बुक डिपो, जयपुर
2. रस्तोगी, वीर बाला, डवलपमेंट 'बॉयलोजी (1997), केदार नाथ रामनाथ, मेरठ
3. शास्त्री, के वी. एवं शुक्ला, वी (2004), डेवलपमेंट बॉयलौजी रस्तोगी पब्लिकेशन्स, मेरठ

3.8 बोध प्रश्नों के उत्तर (Answers to self-assessment Questions)

1. (ब)
2. (अ)
3. (स)
4. (द)
5. (स)

3.9 अभ्यासार्थ प्रश्न (Exercise Question)

लघुउत्तरीय प्रश्न

1. निषेचन किसे कहते हैं?
2. समर्थता (Capacitation) किसे कहते हैं?
3. कार्टिकल प्रतिक्रिया (cortical reachon) क्या हैं?
4. निषेचन का महत्व बताइये।
5. फर्टीलीजीन एवं एन्टीफर्टीलीजीन के क्या कार्य है?

दीर्घउत्तरीय प्रश्न

1. निषेचन की क्रिया विधि समझाइये

3.10 अभ्यासार्थ प्रश्नों के उत्तर (Answers to Exercise Questions)

लघुउत्तरीय प्रश्न

1. 1. में देखें
2. 3.3.1 में देखे ।
3. 3.3.2 में देखे ।
4. 3.4 में देखे
5. 3.3.1 में देखे

दीर्घउत्तरीय प्रश्न:

1. 3.3 में देखे

इकाई 4 : अनिषेकजनन (Parthenogenesis)

इकाई की रूपरेखा (Outline of Unit)

- 4.0 उद्देश्य (Objectives)
 - 4.1 प्रस्तावना (Introduction)
 - 4.2 अनिषेकजनन के प्रकार (Types of Parthenogenesis)
 - 4.2.1 प्राकृतिक अनिषेकजनन (Natural Parthenogenesis)
 - 4.2.2 कृत्रिम या अप्राकृतिक अनिषेकजनन (Artificial Parthenogenesis)
 - 4.3 गाइनोजिनेसिस (Gynogenesis)
 - 4.4 अनिषेकजनन का महत्व (Significance of Parthenogenesis)
 - 4.5 सारांश (Summary)
 - 4.6 शब्दावली (Glossary)
 - 4.7 संदर्भ ग्रंथ (Further Readings)
 - 4.8 बोध प्रश्नों के उत्तर (Answers to self-assessment Questions)
 - 4.9 अभ्यासार्थ प्रश्न (Exercise Questions)
 - 4.10 अभ्यासार्थ प्रश्नों के उत्तर (Answers of Exercise Question)
-

4.0 उद्देश्य (objective)

इस इकाई का उद्देश्य आपको जाति के अस्तित्व को बचाने के लिये एक अलग प्रकार की जनन विधि, जिसमें नर की आवश्यकता नहीं होती है, के बारे में जानकारी प्रदान करना है।

4.1 प्रस्तावना (Introduction)

चार्ल्स-बोनेट ने समुद्री-अर्चीन के अण्डे में अभिषेकजनन को देखा था। यह एक तरह से लैंगिक जनन का परिवर्धित रूप है। निषेचन क्रिया के अभाव में किसी प्राणी के अण्डाणु का सीधे ही भ्रूणीय विकास द्वारा एक नये संतान के परिवर्तन होना अनिषेकजनन कहलाता है अर्थात् बिना निषेचन के परिवर्धन को अनिषेकजनन कहते हैं। अनिषेक जनन द्वारा उत्पन्न संतानों को पार्थेनोट (parthenot) कहते हैं। ऐसे प्राणी जिसमें नर की संख्या कम होती है अथवा नर अनुपस्थित होता है, उनमें अनिषेकजनन द्वारा जाति के अस्तित्व को बचाया जा सकता है।

4.2 अनिषेकजनन के प्रकार (Types of Parthenogenesis)

अनिषेकजनन दो प्रकार का होता है :

4.2.1 प्राकृतिक अनिषेकजनन (Natural Parthenogenesis)

जब प्रकृति में स्वतः अनिषेकजनन पाया जाता है तो इसे प्राकृतिक अनिषेकजनन कहते हैं। प्राकृतिक निषेचन निम्न दो प्रकार का होता है।

- i. **पूर्ण अनिषेकजनन** (Complete Parthenogenesis) कुछ प्राणियों में केवल अनिषेचक जनन द्वारा ही जनन होता है। इन जन्तुओं में नर प्राणियों का पूर्ण अभाव होता है तथा जन्तुओं की

संख्या में सिर्फ मादा ही पायी जाती है। इनके जीवन चक्र में तभी-भी लैंगिक जनन नहीं पाया जाता है। उदाहरण- लेसरटा सैक्सीकोला आर्मेनिका (*Laseria saxicola armanica*) नामक छिपकली व केरेसियस ऑरेटस जिबेलियो (*Carrassius auratus gibelio*) नामक मछली।

- ii. **अपूर्ण अनिषेकजनन** (Incomplete Parthenogenesis) कुछ प्राणियों में लैंगिक एवं अनिषेकजनन द्वारा जनन एकान्तर क्रम में होता है, इसे अपूर्ण अनिषेकजनन कहते हैं। इसे चक्रीय (Cyclic) या अपूर्ण अनिषेकजनन कहते हैं। उदाहरण- गाल फ्लाइज़ (gall flies), एफिड्स (Aphids), डेफनिया (Daphnia) एवं रोटीफर्स (Rotifers)।

प्राकृतिक अनिषेकजनन अण्डाणु में उपस्थित गुणसूत्रों की संख्या को आधार पर दो प्रकार का होता है।

- i. **अगुणित अनिषेकजनन अथवा अनिषेक पुंजनन** (Haploid parthenogenesis or arrhenotoky) : इस प्रकार के अनिषेकजनन में अण्डाणु अगुणित (haploid) होता है। इसमें प्रायः नर सदस्य ही विकसित होते हैं। नर के अगुणित होने के कारण अजनन के कारण दौरान अर्ध की विभाजन नहीं पाया जाता है। मादा में अण्डजनन के समय अर्धसूत्री विभाजन पाया जाता है। उदाहरण - मधुमक्खी, चींटियाँ बर्, टिक एवं माइट्स।

- **कीटों में अगुणित अनिषेकजनन** : कीटों में हाइमेनोप्टेरा, होमोप्टेरा, कोलिओप्टेरा तथा थाइसेनोप्टेरा गणों में अगुणित अनिषेकजनन पाया जाता है। मधुमक्खियों में नर अनिषेक जनन द्वारा ही विकसित होते हैं इसलिये नर की दैहिक कोशिकाओं में भी अगुणित गुणसूत्र पाये जाते हैं। इस प्रकार से परिवर्धित नरों में जनन क्षमता पायी जाती है।

इन प्राणियों में शुक्रजनन के समय अर्धसूत्री विभाजन नहीं होता है, अतः इनके शुक्राणुओं में गुणसूत्रों की संख्या पिता के समान अगुणित (n) रहती है।

जबकि मादाओं में गुणसूत्रों की संख्या द्विगुणित (2n) होती है। इनके अगुणित अण्डाणु अगुणित शुक्राणु द्वारा निषेचित किये जाते हैं। अतः इस प्रकार मादा निषेचित अण्डों से विकसित होती हैं एवं गुणसूत्रों की संख्या द्विगुणित होती है। मधुमक्खियों (Honey bees) में निषेचित अण्डे से मादा विकसित होते हैं परन्तु अनिषेचित अण्डे से अनिषेकजनन द्वारा नर (ड्रोन) विकसित होते हैं। अतः नर अगुणित (n) एवं मादाएं (रानी तथा नौकर) मक्खियाँ द्विगुणित (2n) होती हैं।

- ii. **द्विगुणित अनिषेक जनन अथवा अनिषेकस्त्रीजनन** (Diploid Parthenogenesis or Thelytoky) : कुछ प्राणियों में अण्डाणु बिना निषेचन के ही द्विगुणित होता है। द्विगुणित अण्डाणु में बिना निषेचन के भ्रूणीय परिवर्धन को द्विगुणित अनिषेकजनन या थेलोटोकी (diploid parthenogenesis or Thelytoky) कहते हैं। यह दो प्रकार का होता है

- अर्धसूत्री विभाजन रहित अण्डजनन अथवा एमिओटिक थेलाइटोकी** (Ameiotic thelitoky) : इस प्रकार के अनिषेक जनन में प्रथम अर्धसूत्री विभाजन पूर्णतया अनुपस्थित रहता है। उदाहरण - कटि एवं क्रस्टेशिया।
- अर्धसूत्री विभाजन रहित स्त्रीजनन अथवा मिओटिक थेलाइटोकी** (Meiotic thelytoky) : अर्धसूत्री विभाजन रहित स्त्रीजनन में सामान्य अण्डजनन विधि द्वारा सामान्य अगुणित अण्डाणुओं का निर्माण होता है, परन्तु कभी-कभी किसी अवस्था में गुणसूत्रों का पुनः द्विगुणन हो जाता है। अण्डाणुओं से गुणसूत्रों का द्विगुणन दो प्रकार से होता है।

- (i) **स्वनिषेचन द्वारा** (By Autofertilization) इस प्रकार के अनिषेकजनन से सामान्य परिपक्वण विभाजन (अर्धसूत्री) द्वारा अगुणित अण्डाणु एवं अगुणित ध्रुवकाय (Polar body) से हो जाता है। इस प्रकार अगुणित अण्डाणु में पुनः द्विगुणित गुणसूत्रों की संख्या स्थापित हो जाती है। यह विधि स्वनिषेचन कहलाती है। इस प्रकार का अनिषेकजनन अर्टिमिया सेलाइना (*Artemia salina*) में पाया जाता है। इनमें अगुणित अण्डाणुओं (n) में गुणसूत्रों की द्विगुणित संख्या (2n) द्वितीय ध्रुवकाय (second polar body) के संयोजन से होती है।
- (ii) **प्रत्यार्पण द्वारा** (By Restitution) इस प्रकार के अनिषेकजनन में पहला परिपक्वण विभाजन (First maturation division) अपूर्ण रहता है तथा गुणसूत्र विपरीत ध्रुवों पर तो पहुँच जाते हैं लेकिन पैतृक कोशिकाओं में कोशिका द्रव्यी विभाजन (cytokinesis) नहीं हो पाता है एवं परिणाम स्वरूप पैतृक कोशिकाओं में गुणसूत्रों की संख्या चतुष्क (quadruplicate) हो जाती है। इसके बाद द्वितीय परिपक्वण विभाजन सामान्य रूप से होता है तथा दो पुत्री द्विगुणित (2n) कोशिकाओं का निर्माण होता है एक छोटी ध्रुवकाय (Polar body) तथा एक बड़ी अण्डाणु (0४0111) कोशिका। इस द्विगुणित (2n) अण्डाणु का परिवर्धन भ्रूण में हो जाता है। उदाहरण - कटि वर्ग का लेपिडोप्टेरा (Lepidoptera) गण के सदस्य।
3. **पृष्ठवंशियों में अनिषेकजनन** : पृष्ठवंशियों में प्राकृतिक, अनिषेकजनन बहुत ही कम पाया जाता है। कुछ पृष्ठवंशीय प्राणियों जैसे- केरोसियस ऑरेटस गिबेलियो (*Carassius auratus gibelio*) नामक मछली, लेसर्टा सेक्सिकोला अमेरिकाना (*Lacertasaxicola armenica*) नामक छिपकली एवं घरेलू टर्की (domestic Turkey) नामक पक्षी।

4.2.2 कृत्रिम अनिषेकजनन (Artificial Parthenogenesis)

कृत्रिम साधनों द्वारा अनिषेकजनन को कृत्रिम अनिषेकजनन कहते हैं। कुछ प्राणी समूहों जैसे एनेलिड्स मौलस्का, इकाइनोडर्मस, एन्फिबियन्स, पक्षियों एवं स्तनधारियों में कृत्रिम अनिषेकजनन का अध्ययन किया जा चुका है। कृत्रिम अनिषेकजनन निम्न साधनों द्वारा किया जाता है।

1. **रासायनिक उद्दीपनों द्वारा** (By chemical stimuli) अनिषेचित अण्डों को कृत्रिम रूप से विभिन्न रसायनों द्वारा परिवर्धन के लिये प्रेरित किया जा सकता है
 - तनु व अर्ध सान्द्र समुद्री जल
 - पोटेशियम, सोडियम, कैल्सियम व मैग्निशियम के क्लोराइड्स
 - रक्त सीरम
 - क्लोरोफॉर्म
 - यूरिया
 - स्ट्राइकानिन (Strychine)
 - सुक्रोज
 - वसीय अश्व जैसे - ब्यूटाइरिक अम्ल, लैक्टिक अम्ल

- एल्कोहॉल, बेन्जिन, ईथर, ऐसीटोन, आदि कार्बनिक विलायक ।
- II. **भौतिक उद्दीपन (Physical Stimuli) :**
- तापक्रम प्रघात द्वारा
 - प्रबल प्रकम्पन द्वारा
 - विद्युतीय उद्दीपन द्वारा
 - पराबैंगनी किरणों द्वारा
- III. **यांत्रिक प्रेरण (Mechanical Induction) :** अनिषेचित अण्डों को समुद्री जल में हिलाना (shaking) तथा महीन सुई द्वारा बेधन ।

4.3 गाइनोजेनेसिस (Gynogenic)

जब शुक्राणु भेदन करके परिवर्धन को प्रारंभ कर देता है लेकिन उभयमिश्रण (amphimixis) में योगदान नहीं करता है तो इसे गाइनोजेनेसिस अथवा छदम निषेचन (Pseudo-fertilization) कहते हैं । इस प्रकार का विशिष्ट अनिषेकजनन उभयचारी प्राणियों जैसे टर्बिलेरियन्स, निमेटोड्स एवं केचुए में पाया जाता है ।

4.4 अनिषेकजनन का महत्व (Significance of Parthenogenesis)

1. **जनन की विधि :** अनिषेकजनन, जनन का एक तरीका है । जो लैंगिक जनन द्वारा प्रजनन संभव नहीं होता है तो जाति को बचाये रखने का यह एक तरीका है ।
2. **तीव्र जनन :** अनिषेकजनन द्वारा संतति की संख्या में तीव्र वृद्धि होती है ।
3. **लिंग निर्धारित :** कुछ प्राणियों में इसके द्वारा लिंग का निर्धारण किया जाता है । उदाहरण - एफिड्स में सभी निषेचित अण्डे मादा में तथा अनिषेचित अण्डाणु नर में विकसित होते हैं।
4. **लाभकारी लक्षणों को बनाये रखना :** कभी-कभी उत्परिवर्तन द्वारा उपयोगी लक्षण पार्थोनेट्स में आ जाते हैं । इस प्रकार एक बार लाभकारी जीनी संयोजन स्थापित होने पर ये एक पीढ़ी से दूसरी पीढ़ी में स्थानान्तरित हो जाते हैं ।
5. **ऊर्जा का अपव्यय रोकना :** अनिषेकजनन में मैथुन जैसी क्रिया नहीं होती है अतः मैथुन के दौरान होने वाली ऊर्जा के अपव्यय को बचाया जा सकता है ।
6. **बहु गुणन :** अनिषेकजनन द्वारा बहुगुणन को बढ़ावा मिलता है ।
7. जिन जन्तुओं में नर की संख्या कम अथवा नर अनुपस्थित होते हैं, उनमें अनिषेकजनन द्वारा जाति को विलोपन से बचाया जा सकता है ।
8. अनिषेकजनन द्वारा संतानों में विभिन्नताएं उत्पन्न नहीं होती है ।
9. अनिषेकजनन बन्धयता (sterility) को रोकता है।

बोध प्रश्न

1. मधुमक्खियों में नर का निर्माण होता है
 - (a) निषेचित अण्डों से
 - (b) अनिषेचित अण्डोंसे
 - (c) जाइगोट से
 - (d) लार्वा से

()

2. पार्थेनोट में
- (a) माता व पिता दोनों के लक्षण पाये जाते हैं ।
- (b) केवल माता के लक्षण पाये जाते हैं
- (c) केवल पिता के लक्षण पाये जाते हैं
- (d) माता एवं पिता किसी एक जनक के लक्षण पाये जाते हैं । ()
3. केरेसियस ऑरेटस जिबेलिओं का अनिषेक जनन है -
- (a) पूर्ण अनिषेक जनन
- (b) अपूर्वा अनिषेकजनन
- (c) अनिषेक पुंजनन
- (d) अनिषेक स्त्रीजनन ()

4.5 सारांश (Summary)

- चार्ल्स बोनट (Charles Bonnet) नामक वैज्ञानिक ने अनिषेकजनन की खोज की ।
- यह लैंगिक जनन का परिवर्धित रूप है ।
- बिना निषेचन के जीन के परिवर्धन को अनिषेकजनन कहते हैं ।
- अनिषेकजनन द्वारा उत्पन्न संतानों को पार्थेनोट (Parthnot) कहते हैं ।
- अनिषेक जनन दो प्रकार का होता है - प्राकृतिक अनिषेकजनन तथा कृत्रिम अनिषेकजनन ।
- कीटों में हाइमेनोप्टेरा, होकोप्टेरा, कोलिओप्टेरा तथा थाइसेनोप्टेरा गणों में अनिषेकजनन पाया जाता है ।
- मधु-मक्खियों में नर अनिषेकजनन द्वारा विकसित होते हैं ।
- भौतिक उद्दीपन, यांत्रिक प्रेरण एवं रासायनिक उद्दीपन द्वारा कृत्रिम अभिषेक जनन कराया जा सकता है ।

4.6 शब्दावली (Glossary)

प्राकृतिक अनिषेकजनन	Natural Parthanogenesis
स्व: निषेचन	Auto Fertilization
अनिषेक स्त्रीजनन	Thelytoky
प्रत्यार्पण	Restitution
कोशिका द्रव्यी विभाजन	Cytokinesis

4.7 संदर्भ ग्रंथ (Further Readings)

1. Gilbert, Developmental Biology, Sinauer Associates Inc. Sunderland.

4.8 बोध प्रश्नों के उत्तर (Answers to self-assessment Questions)

1. (ब) 2. (ब) 3. (अ) 4. (अ) 5. (स)

4.9 अभ्यासार्थ प्रश्न (Exercise Question)

लघुउत्तरीय प्रश्न

1. अनिषेक जनन की परिभाषा दीजिये
2. अनिषेक जनन के प्रकार बताईये
3. पृष्ठवंशियों में आनिषेक जनन के उदाहरण बताईये
4. गाइनोजेनेसीस को समझाईये
5. कृत्रिम अनिषेक जनन किन- 2 साधनों से किया जा सकता है

दीर्घउत्तरीय प्रश्न

1. अनिषेकजनन के विभिन्न प्रकारों का वर्णन करते हुए दूसरे महत्व को बताईये ।
-

4.10 अभ्यासार्थ प्रश्नों के उत्तर (Answers to Exercise Questions)

लघुउत्तरीय प्रश्नों के उत्तर

1. 4.1 में देखे
2. 4.2 में देखे
3. 4.2.1 में देखे
4. 4.2.2 में देखे
5. 4.3 में देखे

दीर्घउत्तरीय प्रश्नों के उत्तर

1. 2 एवं 4. 4 में देखे

इकाई 5 : विदलन (Cleavage)

इकाई की रूपरेखा (Outline of Unit)

- 5.0 उद्देश्य (Objective)
 - 5.1 प्रस्तावना (Introduction)
 - 5.2 विदलन : परिचय एवं परिभाषा (Cleavage : Introduction and Definition)
 - 5.2.1 विदलन के अभिलक्षण (Characteristics of Cleavage)
 - 5.2.2 विदलन के विभाजन तल (Planes of Cleavage)
 - 5.2.3 विदलन के प्रतिरूप (Pattern of Cleavage)
 - 5.2.4 विदलन के प्रकार (Types of Cleavage)
 - 5.2.5 विदलन का महत्व (Significance of Cleavage)
 - 5.3 तूतक निर्माण (Morulation)
 - 5.4 कोरक भवन (Blastulation)
 - 5.4.1 कोरकों के प्रकार (Types of Blastula)
 - 5.4.2 कोरक भवन का महत्व (Significance of Blastulation)
 - 5.5 सारांश (Summary)
 - 5.6 शब्दावली (Glossary)
 - 5.7 संदर्भ ग्रंथ (Further Readings)
 - 5.8 बोध प्रश्नों के उत्तर (Answers to self-assessment Questions)
 - 5.9 अभ्यासार्थ प्रश्न (Exercise Question)
-

5.0 उद्देश्य (Objectives)

इस पाठ में लैंगिक प्रजनन करने वाले बहुकोशिकीय प्राणियों में किस प्रकार से सतत् समसूत्री विभाजन द्वारा एक कोशिकीय युग्मज (zygote) बहुकोशिकीय जटिल रचना में परिवर्तित होता है। यह समझाया गया है। यह इकाई पढ़ लेने के बाद आप निम्न बिन्दु जान सकेंगे -

1. विदलन की परिभाषा।
 2. विदलन के विभाजन तल एवं प्रतिरूप।
 3. विदलन का महत्व।
 4. कोरकभवन क्या होता है, तथा इसका निर्माण कैसे होता है।
 5. तूतक निर्माण किस तरह होता है।
-

5.1 प्रस्तावना (Introduction)

इस इकाई में युग्मज में होने वाले परिवर्तन एवं उसके फलस्वरूप बनने वाली संरचनाओं के बारे में विस्तृत रूप से समझाया गया है। इस इकाई में विदलन किस तरह से और कितने प्रकार का होता है, कोरक और रूक निर्माण किस प्रकार से होता है और भ्रूण में इस समय कौन-कौन से परिवर्तन होते हैं, इन्हें विस्तार से चित्रों सहित समझाया गया है।

5.2 विदलन : परिचय एवं परिभाषा (Cleavage :Introduction and Definition)

इस प्रश्न-पत्र की 1 से 4 इकाईयों में आप पढ़ चुके हैं कि किस तरह अण्डजनन (oogenesis) द्वारा अण्डाणु का और शुक्राणुजनन (spermatogenesis) द्वारा शुक्राणु का निर्माण होता है। तत्पश्चात् शुक्राणु एवं अण्डाणु का संयोजन होता है जिसे निषेचन (fertilization) कहते हैं। इसके फलस्वरूप एक कोशिकीय युग्मज (zygote) का निर्माण होता है। निषेचन के पश्चात् भ्रूण में विदलन (cleavage) की क्रिया प्रारम्भ होती है। इस क्रिया में तीव्र विभाजनों की शृंखला का समावेश होता है। अतः युग्मज में होने वाले सतत् सूत्री विभाजन, जिनके कारण एक कोशिकीय युग्मज बहु कोशिकीय जटिल रचना में परिवर्तित हो जाता है, विदलन कहलाते हैं। इस प्रकार परिवर्धन की इस प्रारम्भिक क्रिया में विदलन के द्वारा दो महत्वपूर्ण कार्य सम्पन्न होते हैं -

- i. असंख्य कोशिकाओं का निर्माण
- ii. कोशिकाओं में विभिन्नताओं की नींव डालना ताकि इनमें विभेदन (differentiation) की क्रिया आरम्भ हो जायें।

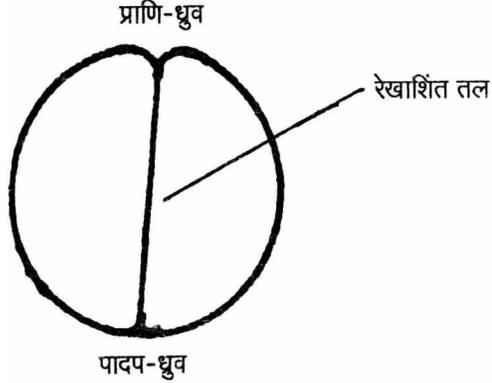
5.2.1 विदलन के अभिलक्षण (Characteristics of Cleavage)

1. विदलन में क्रमिक समसूत्री विभाजनों द्वारा एक-कोशिकीय निषेचित अण्डाणु, बहु कोशिकीय जटिल संरचना में परिवर्तित हो जाता है।
2. विदलन में वृद्धि नहीं होती अर्थात् भ्रूण परिमाण में नहीं बढ़ता केवल गुणात्मक वृद्धि होती है, जैसे DNA, RNA का बनना आदि।
3. केवल आन्तरिक गुहिका के निर्माण के अलावा, आ का सामान्य आकार भी नहीं बदलता।
4. विदलन के आरम्भ में निषेचित अण्डाणु में केन्द्रक का कोशिका द्रव्य से अनुपात बहुत कम होता है किन्तु विदलन के अन्त में यह अनुपात सामान्य दैहिक कोशिकाओं जैसा ही हो जाता है।
5. विदलन क्रिया में निषेचित अण्डाणु समसूत्री विभाजन की तरह ही, दो संतति कोशिकाओं में विभाजित होता है। जिन्हें विदलन कोशिकायें अर्थात् कोरकखण्ड कहते हैं। इन दोनों कोरक खण्डों में पुनः क्रमिक विभाजन होते हैं तथा क्रमशः 4, 9, 16, 3 2..., कोरकखण्ड (blastomeres) बनते हैं।
6. निषेचित अण्डाणु में विदलन क्रिया अत्यन्त नियमित ढंग से होती है। पहला विभाजन नियमानुसार हमेशा खड़ी अनुलम्ब दिशा में, दूसरा विभाजन भी अनुलम्ब दिशा में होता है। तीसरा विभाजन अनुप्रस्थ दिशा में, अण्डाणु की मध्य-रेखा के समानान्तर होता है, फलस्वरूप बने छ कोरक खण्डों में से 4 ऊपरी प्राणि-अर्धांश (animal pole) के तथा 4 निचले पादप-अर्धांश (vegetal pole) के होते हैं।

5.2.2 विदलन के विभाजन तल (Planes of Cleavage) :

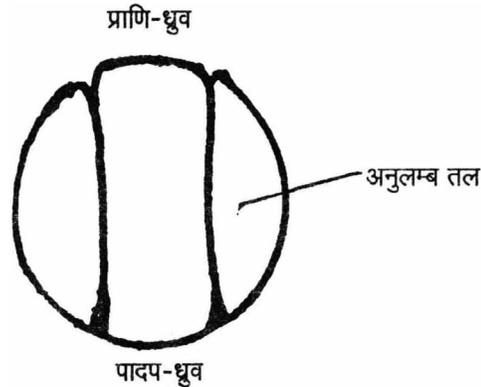
युग्मज में विदलन विभिन्न तलों में होता है। विदलन के तल का निर्धारण विभाजित हो रही कोशिकाओं में तर्कु रेशों (spindle fibres) की स्थिति द्वारा होता है। विदलन के विभाजन तल निम्न प्रकार के होते हैं

1. **रेखांशित तल (Meridional Plane)** : विदलन की खाँच जब युग्मज के ध्रुवीय अक्ष से अनुलम्ब दिशा से गुजरती है तो दोनों ध्रुवों को विभाजित करती है और दो समान परिणाम के संतति कोरकखण्ड निर्मित होते हैं। दोनों कोरकखण्ड एक दूसरे के दर्पण प्रतिरूप होते हैं। **उदाहरण** : मैढक तथा चूजे के प्रथम विदलन।



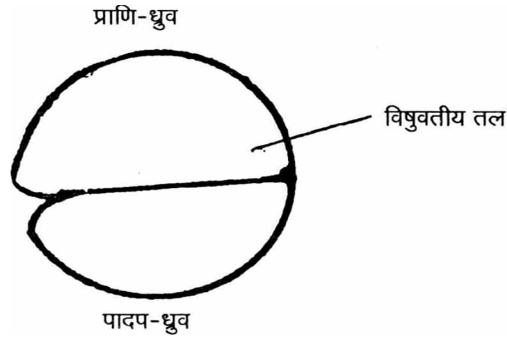
चित्र 5.1 : विदलन का रेखांशित तल

2. **अनुलम्ब तल (Vertical Plane)** : जब विदलन खाँच युग्मज के प्राणि- ध्रुव से प्रसारित तो होता है किन्तु वह ध्रुवीय- अक्ष से नहीं गुजरता है, उससे थोड़ा हटकर बनता है। इसके फलस्वरूप संतति कोरकखण्ड दो असमान परिमाण के बनते हैं। **उदाहरण** : एमिया, लेपिडोस्टियस तथा चूजे का तृतीय विदलन।



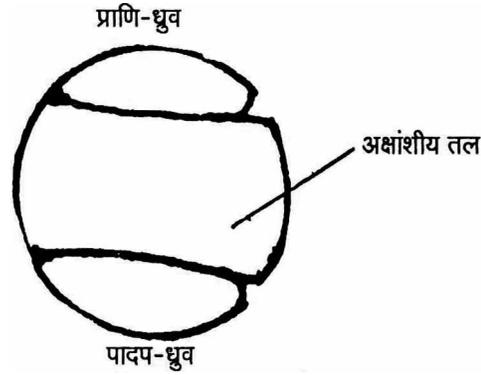
चित्र 5.2 : विदलन का अनुलम्ब तल

3. **विषुवतीय तल (Equatorial Plane)** : जब विदलन खाँच युग्मज के ध्रुवीय-अक्ष से समकोण बनाता हुआ उसकी विषुवत-रेखा से गुजरता है, अर्थात् उसे दो समान कोरक खण्डों में अनुप्रस्थ रूप में विभाजित करता है। **उदाहरण** : एम्बायोस्टोमा के अण्डो का पाँचवा विदलन।



चित्र 5.3 : विदलन का अक्षांशीय तल

4. **अक्षांशीय तल (Latitudinal plane)** : यह विभाजन तल ध्रुवीय अक्ष से समकोण बनता है किन्तु विषुवतीय रेखा से हटकर बनता है जिसके फलस्वरूप दो असमान कोरकखण्ड बनते हैं । **उदाहरण** : मेढक तथा एन्फीओक्सस का तृतीय विदलन ।



चित्र 5.4 : विदलन का अक्षांशीय तल

बोध प्रश्न- 1

नोट : i. प्रत्येक प्रश्न में छोड़ी हुई जगह का इस्तेमाल अपने उत्तर लिखने के लिए करें।

ii. अपने उत्तर इकाई के अंत में दिए गए उत्तरों से मिलाए ।

प्रश्न 1. निम्नलिखित प्रश्नों के उत्तर दो -

i. रिक्त स्थान भरो

i. निषेचन के पश्चात्..... की क्रिया प्रारम्भ होती है।

ii. जायगोट (युग्मज) में होने वाले तीव्र सूत्री विभाजन कहलाते हैं ।

ii विदलन के दौरान होने वाली वृद्धि.....प्रकार की होती है।

iv जब विदलन की खाँच युग्मज की मुख्य अक्ष के केन्द्र बिन्दु से गुजरती है तथा दोनों ध्रुवों को विभाजित करती है, तब विभाजन के इस तल को..... कहते हैं ।

v. विदलन के तल का निर्धारण कोशिका में उपस्थित द्वारा होता है ।

- II. निम्न में से सही उत्तर कोष्ठक में लिखे
- (i) विदलन के दौरान बनने वाली कोशिकाएँ कहलाती हैं
- (a) ब्लास्टुलेशन
(b) कोरकखण्ड
(c) कोरकगुहा
(d) कोरकरंघ
- (ii) विदलन के दौरान कोरक खण्डों में
- (a) तीव्र वृद्धि होती है ।
(b) मंद वृद्धि होती है ।
(c) पहले तीव्र बाद में मंद वृद्धि होती है ।
(d) वृद्धि नहीं होती है ।
- (iii) विदलन के दौरान होने वाला विभाजन है
- (a) समसूत्रीय
(b) अर्धसूत्रीय
(c) असूत्रीय
(D) समसूत्रीय व असूत्रीय
- (iv) निषेचित अण्ड किस क्रिया द्वारा विभाजित होता है
- (a) पुनराद्रभवन
(b) अण्डाणुजनन
(c) विदलन
(d) अंतवर्तन
- (v) मेंढक के अण्डों में विदलन की प्रथम खाँच होती है
- (a) रेखांकित
(b) उदग्र
(c) अंक्षाशीया
(d) विषुवतीय

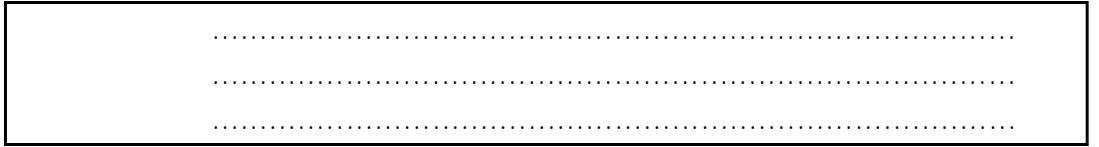
III. निम्नलिखित प्रश्नों का संक्षिप्त में उत्तर दो :

- (i) विदलन किसे कहते हैं?

.....
.....
.....
.....

- (ii) विदलन के मुख्य तल कौन-कौनसे हैं?

.....

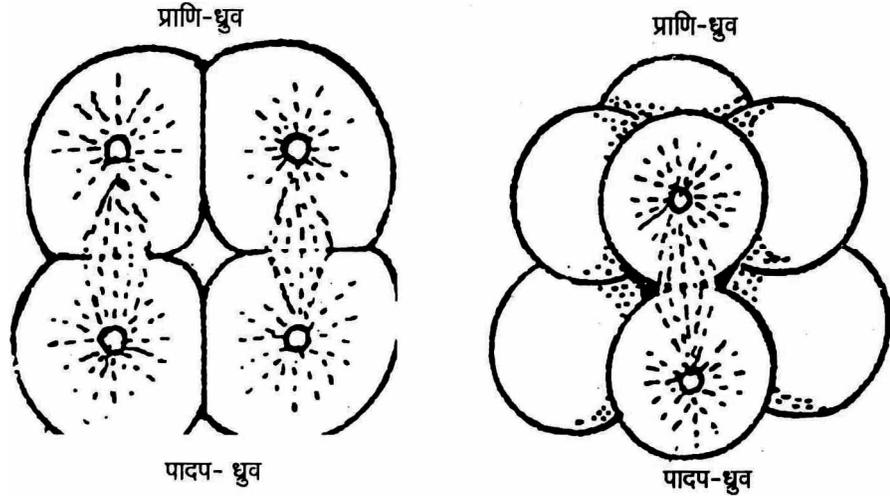


5.2.3 विदलन के प्रतिरूप (Patterns of Cleavage)

विदलन एक सामजस्थित प्रक्रम है जिसका आनुवंशिक नियंत्रण होता है। विदलन के प्रतिरूप दो मुख्य कारकों द्वारा निर्धारित होते हैं।

- थोक प्रोटीन का कोशिका-द्रव्य में मात्रा तथा वितरण।
 - माइटोटिक स्पिण्डल का निर्माण तथा इसके कोण को निर्धारित करने वाले कारक।
- जन्तुओं में विदलन के निम्नलिखित प्रारूप मिलते हैं।

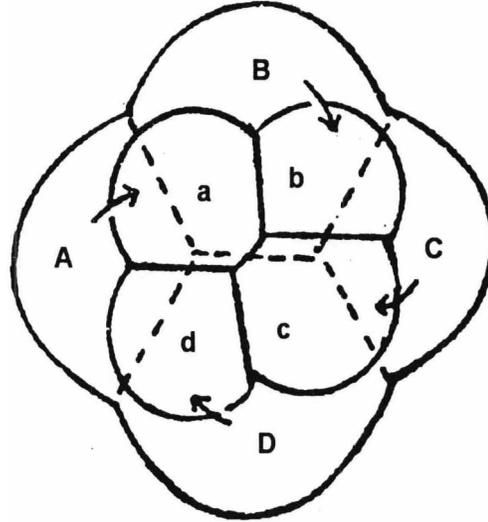
- अरीय विदलन (Radial Cleavage)** : यदि विदलन-क्रिया द्वारा बनी ऊपरी पंक्ति के कोरकखण्ड निचली पंक्ति के कोरकखण्डों के ठीक ऊपर एक ही रेखा पर व्यवस्थित होती हैं। तब इस प्रकार के विदलन को अरीय विदलन कहा जाता है। **उदाहरण** : संघ इकाइनोडर्मेटा-सी कुकुम्बर में तथा काइेटा के अधिकांश सदस्यों में।



चित्र 5.5 : अरीय विदलन : (अ) 4 कोशिका चरण (ब) 8 कोशिका चरण

- सर्पिल या कुण्डलित विदलन (Spiral Cleavage)** : इस क्रिया में उपरी पंक्ति के कोरकखण्ड निचली पंक्ति के कोरकखण्डों के ठीक नीचे स्थित नहीं होकर किसी एक दिशा में सरक कर उपस्थित होते हैं अर्थात् एक रेखा में उपस्थित नहीं होते। इस प्रकार के विदलन में त्रिक रूप में विभाजित होता है। जिससे पुत्री कोरकखण्ड कुण्डलित रूप में व्यवस्थित होते हैं। कोरकखण्डों को ऊपर से देखने पर यदि रचित सर्पिल दक्षिणावर्ती होता है तो उसे डेक्सट्रल सर्पिल विदलन कहते हैं। यदि सर्पिल इसके विपरीत वामावर्ती बनता है तब इसे सिनिस्ट्रल सर्पिल विदलन कहते हैं। **उदाहरण** : हेल्मिन्थीज, एनेलिडा तथा मॉलस्का संघ के सदस्यों में।

प्राणि-ध्रुव

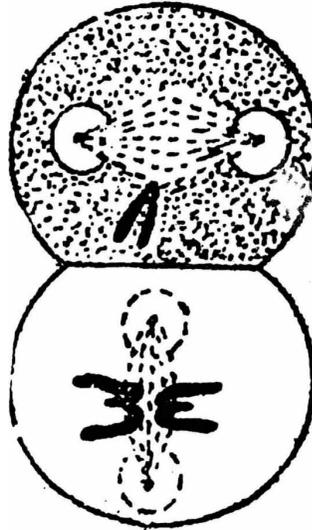


पादप-ध्रुव

चित्र 5.6 : सर्पिल विदलन- 8 कोशिका चरण में

3. **द्विपार्श्व विदलन (Bilateral Cleavage)** : कुछ जन्तुओं में विदलन-क्रिया द्वारा बने पहले चार कोरकखण्डों में से बड़े कोरक खण्ड अग्र कोशिका के रूप में तथा दो छोटे कोरक खण्ड पश्च कोशिका के रूप में निर्मित होते हैं। प्रत्येक अर्धांश में एक कोशिका बड़ी तथा एक कोशिका छोटी होती है। **उदाहरण** : ट्यूनिकेट तथा निमेटोड गुट के सदस्यों में।

प्राणि-ध्रुव



पादप-ध्रुव

चित्र 5.7 : द्विपार्श्व विदलन- 2 कोशिका चरण

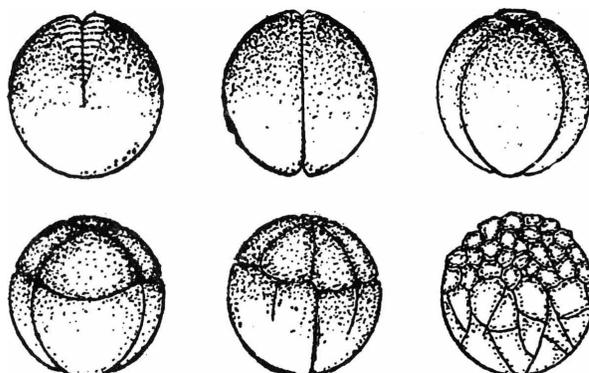
4. **द्विअरीय विदलन (Biradial Cleavage)** : इस प्रकार के विदलन में प्रथम दो विदलन रेखांकित होते हैं किन्तु तृतीय विदलन अनुलम्ब होता है जिसके कारण एक वक्र प्लेट - सदृश्य

8 -कोशिकीय भ्रूण बनता है जिसमें 4 कोरकखण्ड चार- चार की दो पंक्तियों में व्यवस्थित होते हैं । उदाहरण : स्तनधारियों में तथा टीनोफोरा संघ के सदस्यों में ।

5.2.4 विदलन के प्रकार (Types of Cleavage) :

विदलन क्रिया युग्मज में स्थित पीतक (yolk) की मात्रा एवं वितरण पर निर्भर करती हैं । पीतक की मात्रा के अनुसार विदलन -क्रिया को निम्न प्रकारों में वर्गीकृत किया गया है.

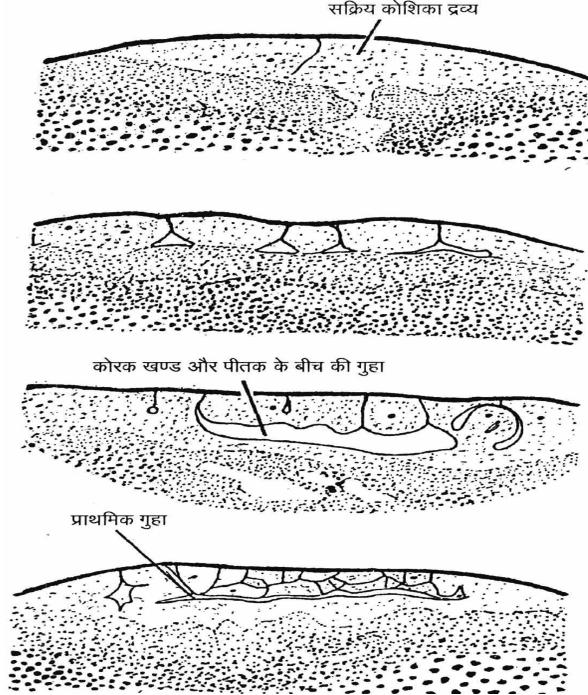
1. **सम्पूर्ण अर्थात् पूर्णभंजी विदलन (Complete or Holoblastic Cleavage) :** जिन अण्डाओं में पीतक की मात्रा कम होती है उनमें विदलन खाँच सम्पूर्ण अण्डे को विभाजित करती हैं । इस प्रकार का विदलन भी दो प्रकार का होता है :
 - a. **पूर्णभंजी तथा समान विदलन (Equal Holoblastic Cleavage) :** इस प्रकार का विदलन समपीतकी अण्डों में पाया जाता है । इन अण्डों में योक की मात्रा अतिअल्प (microlecithal) तथा एक समानरूप से वितरीत (isolecithol) होती है । इस विदलन के अन्तर्गत विभाजन क्रिया सम्पूर्ण होती है तथा समान परिमाण एवं आकार की दो संतति कोरकखण्ड बनते हैं । उदाहरण : एमफीओक्सस ।
 - b. **पूर्णभंजी तथा असमान विदलन (Unequal Holoblastic Cleavage) :** यह विदलन मध्यपीतकी (Mesolecithal) तथा गोलार्धपीतकी (telolecithal) अण्डाणु में पाया जाता है । इस प्रकार के विदलन में निर्मित संतति कोरकखण्ड परिमाण में असमान होते हैं । छोटे परिमाण के ऊपरी कोरकखण्ड लघुखण्ड (micromere) कहलाते हैं तथा निचले अपेक्षाकृत बड़े कोरक खण्ड वृहत् खण्ड (megamere) कहलाते हैं । उदाहरण : मेंढक के चौथे विदलन से ।



चित्र 5.8 : मेंढक के निषेचित अण्डाणु में प्रथम तीन विदलन समान होलोब्लास्टिक तथा शेष असमान होलोब्लास्टिक प्रकार के

2. **अंशभंजी विदलन (Meroblastic Cleavage) :** अति पीतकी अण्डाणुओं में कोशिकाद्रव्य एक छोटे भाग में सीमित होता है तथा शेष भाग में अक्रियाशील पीतक भरा होता है । यदि विदलन के अन्तर्गत विभाजन क्रिया केवल कोशिकाद्रव्य में होती है तथा पीतक अविभाजित रहता है तब इस प्रकार का विदलन अपूर्ण अथवा अंशभंजी विदलन कहलाता है । यह दो प्रकार का होता है-
 - a. **बिम्भाभ अंशभंजी विदलन (Discoidal Meroblastic Cleavage)** जिन अण्डाओं में पीतक की मात्रा अधिक होती है (अतिपीतकी) उनमें कोशिकाद्रव्य एक बिम्ब (disc) के

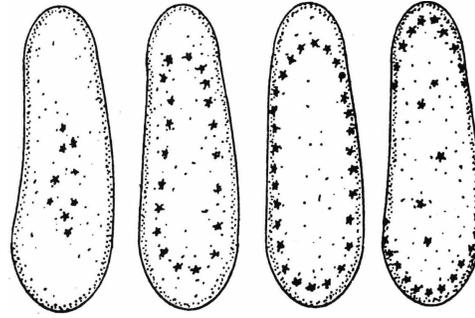
रूप में प्राणि - ध्रुव पर सीमित रहता है । इसमें प्रथम विदलन रेखांकित, द्वितीय विदलन भी रेखांकित तथा प्रथम के लम्बवत् तथा तृतीय विदलन प्रथम के समानांतर होता है । इस प्रकार छोटी केन्द्रीय कोशिकायें (central cells) तथा 8 परिधीय (peripheral cells) कोशिकायें निर्मित होती हैं । इसके बाद होने वाले विदलन अतुल्यकारी होते हैं इसी दौरान केन्द्रीय कोशिका तथा योक के मध्य प्राथमिक गुहा (primary blastocoel) विकसित होती है ।



चित्र 5.9 : बिम्बाभ अंशभंजी विदलन-मृगी के अंडे में

इसके पश्चात् बहु स्तरीय कोशिकायें विस्तारण द्वारा प्राथमिक ब्लास्टोसील के फर्श पर एकत्रित होती हैं । इस प्रकार ऊपरी कोशिकीय स्तर एपीब्लास्ट (epiblast) तथा निचला कोशिकीय स्तर हाइपोब्लास्ट (hypoblast) कहलाता है । एपीब्लास्ट तथा हाइपोब्लास्ट के मध्य का रिक्त स्थान द्वितीयक ब्लास्टोसील (secondary blastocoel) कहलाता है ।

(ब) सतही अंशभंजी विदलन (Superficial Meroblastic Cleavage) : इस प्रकार का विदलन कीटों में पाया जाता है । इनके अण्डों में केन्द्रक अण्डे के केन्द्र में स्थित होता है । केन्द्रक, चारों तरफ परिधि पर स्थित कोशिका द्रव्य के साथ अरिय इच्छाओं के द्वारा जुड़ा रहता है । विदलन के प्रारम्भ में केवल केन्द्रक विभाजन होते हैं इससे असंख्य केन्द्रक निर्मित होते हैं । इनमें से कुछ केन्द्रक परिधि की तरफ गमन करते हैं इन्हें उर्जक (energi) कहते हैं । केन्द्रीय विभाजन परिधि पर भी चलता रहता है । इसमें कुछ केन्द्रक केन्द्र में ही रह जाते हैं जिन्हें प्राथमिक पीतकाशन (primary -Vitellophage) कहते हैं । इस प्रकार बहु केन्द्रीय प्रावस्था-बहु कोशिकीय प्रावस्था में परिवर्तित हो जाती है । अधर सतह की कोशिकाओं का आकार बड़ा हो जाता है । कोशिकाओं का यह समूह जनन् पट्टी (germ band) कहलाता है । शेष भाग- कोरकचर्म (blastoderm) कहलाता है । जनन् पट्टी के द्वारा आगे चलकर भ्रूण का निर्माण होता है जबकि कोरकचर्म बाह्यभ्रूणिय झिल्लियों का निर्माण करता है ।



चित्र 5.10 : कीट में सतही अशभंजी विदलन

विदलन के फलस्वरूप बने कोरकखण्डों की नियति कुछ प्राणि-गुटों में तो निश्चित होती है किन्तु अन्य में अनिश्चित होती है। इस आधार पर विदलन क्रिया को दो श्रेणियों में बाँटा जाता है

1. **निश्चित विदलन** (Determinate or Mosaic Cleavage) : इस प्रकार की विदलन क्रिया के फलस्वरूप बने प्रत्येक कोरकखण्ड से सम्भावी भ्रूण के विशिष्ट भाग उत्पन्न होते हैं। यदि इस प्रकार के विकासशील भ्रूण से किसी विशेष कोरकखण्ड को नष्ट कर दिया जाये तो विकसित भ्रूण में किसी विशेष-भाग का अभाव होगा। उदाहरण : निमेटोड गुट के सदस्य।
2. **अनिश्चित विदलन** (Indeterminate or Regulative Cleavage) : इस प्रकार की विदलन-क्रिया के फलस्वरूप निर्मित कोरकखण्ड सम्भावी भ्रूण के निश्चित भाग के निर्माण के लिए विशिष्ट नहीं होते हैं तथा सभी कोरकखण्ड भ्रूण के विभिन्न भागों के निर्माण में सम्मिलित रूप से उत्तरदायी होते होते हैं। उदाहरण : कशेरुकी गुट के सदस्य।

5.2.5 विदलन का महत्व (Significance of Cleavage) :

- i. विदलन के परिणाम स्वरूप एक कोशिकीय युग्मनज बहुकोशिकीय भ्रूण में रूपान्तरित होता
- ii. विदलन में भ्रूणीय अंगों के निर्माण हेतु पूर्व निर्धारण की क्रिया प्रारम्भ हो जाती है।
- iii. विदलन के दौरान कोरक गुहा का निर्माण होता है।
- iv. विदलन के परिणाम स्वरूप कोरक निर्माण की तैयारी होती है।
- v. कोरक निर्माण से विदलन की दर कम हो जाती है तथा सूत्रीय विभाजन प्रारम्भ हो जाता

बोध प्रश्न - 2

- नोट : 1. हर प्रश्न के नीचे छोड़ी गई जगह का इस्तेमाल अपने उत्तर लिखने के लिए करें।
2. अपने उत्तर इकाई के अंत में दिये गये उत्तरों से मिलाए।

1. रिक्त स्थान भरें :

- (i) यदि उपरी सतह के कोरक खण्ड, निचले स्तर के कोरकखण्डों पर स्थित हो तो विदलन का यह प्रतिरूप कहलाता है।
- (ii) द्विअरीय विदलन में पाया जाता है।
- (iii) सर्पिल विदलन में पाया जाता है।
- (iv) विदलन के दौरान का निर्माण होता है।

- (v) विदलन में भ्रूणीय अंगों के निर्माण हेतु
..... की क्रिया प्रारम्भ होती है ।
- II. दिये गये कोष्ठक में सही उत्तर लिखें :
- (i) सी अर्चिन में विदलन प्रतिरूप है :
(a) अरीय
(b) द्विपार्श्व
(c) द्विअरीय
(d) सर्पिल ()
- (ii) मनुष्य में विदलन प्रतिरूप है
(a) अरीय
(b) द्विपार्श्व
(c) द्विअरीय
(d) सर्पिल ()
- (iii) सर्पिल विदलन पाया जाता है :
(a) केचुए में
(b) कीटों में
(c) तारा मछली में
(d) एम्फिआक्स में ()
- (iv) स्तनधारियों में विदलन प्रतिरूप है.
(a) अरीय
(b) द्विपार्श्व
(c) द्विअरीय
(d) सर्पिल ()
- (v) टयुनिकेटा में विदलन प्रतिरूप है :
(a) अरीय
(b) द्विपार्श्व
(c) द्विअरीय
(d) सर्पिल ()

5.3 तूतक निर्माण (Morulation)

प्राथमिक भ्रूणीय विकास के दौरान तीव्र एवं सतत् विदलन क्रिया के फलस्वरूप कोरकखण्डों की संख्या निरन्तर क्रमशः बढ़ती जाती है । ये कोरकखण्ड एक गोलाकार रचना के रूप में समूहित होते जाते हैं । कोरकखण्डों की वह सतह जो अन्य कोरकखण्डों से सटी रहती है । वे पारस्परिक दबाव के कारण चपटी होती है, किन्तु इनकी स्वतंत्र सतह गोलाकार होती है । इस प्रावस्था में भ्रूण एक शहतूत

(mulberry) के फल के समान लगता है। अतः इसे रूक अर्थात् मारुला (Morula : Latin: Mulberry) कहते हैं।

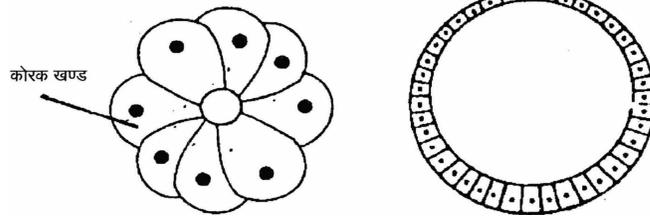
5.4 कोरकभवन (Blastulation)

मॉरूला या रूक में कोरकखण्डों की व्यवस्था भिन्न होती है किन्तु प्रारूपक दशा में विदलन के फलस्वरूप उत्पन्न कोरकखण्ड एक पर्त के रूप में व्यवस्थित होता है। तथा गोलाकार भ्रूण की बाहरी स्तर निर्मित होता है। शीघ्र एक गुहिका भी निर्मित होने लगती है। जो आरम्भ में कोरकखण्डों के मध्य खाँचों के रूप में दिखाई देती है। किन्तु शीघ्र ही सतत् विदलन क्रिया के कारण बढ़कर स्पष्ट हो जाती है। इस गुहा को कोरक गुहा (blastocoel) कहते हैं। इस प्रावस्था में भ्रूण एक खोखला गेंद के समान होता है, जिसे कोरक कहते हैं। कोरक (blastula) की उपकलीय सतही पर्त को कोरकचर्म (blastoderm) कहते हैं। तथा भीतरी गुहा को कोरकगुहा कहते हैं। कोरक निर्माण ही कोरकभवन (blastulation) कहलाता है।

5.4.1 कोरको के प्रकार (Types of Blastulae)

जन्तु जगत के विभिन्न गुटों में विभिन्न प्रकार के कोरक मिलते हैं जैसे अण्डाणु का परिमाण, अण्डाणु-कोशिका द्रव्य में पीतक की मात्रा एवं वितरण विदलन के प्रकार एवं दर आदि। विभिन्न प्राणी समूह में निम्न प्रकार के कोरक पाये जाते हैं

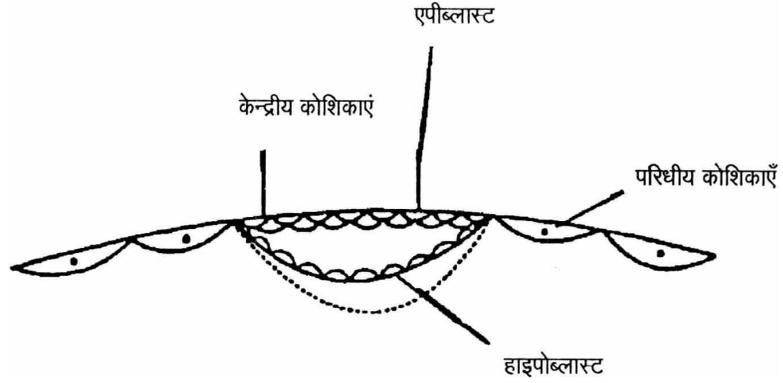
1. **घनकोरक (Sterioblastula)** : इस प्रकार के कोरक में कोरक-खण्डों का परिमाण बड़ा होता है। परन्तु संख्या कम होती है। इनमें कोरकगुहा बहुत छोटी या अनुपस्थित होती है। **उदाहरण** : सीलेन्ट्रेटा, मोलस्का, कुछ प्लेनेरिया।
2. **प्रगुहीकोरक (Coeloblastula)** : इसमें कोरकखण्डों का परिमाण छोटा होता है किन्तु इनकी संख्या अधिक होती है। इनमें कोरकचर्म एक-स्तरीय अथवा बहु-स्तरीय होता है। इसमें उपस्थित कोरकगुहा बड़ी होती है जो म्यूकोपोलीसैकेराइड से भरी होती है। **उदाहरण**: इकाइनोडर्म, एम्फीओक्सस, मेढक।



चित्र 5.11 : घनकोरक चित्र 5.12 : प्रगुही कोरक

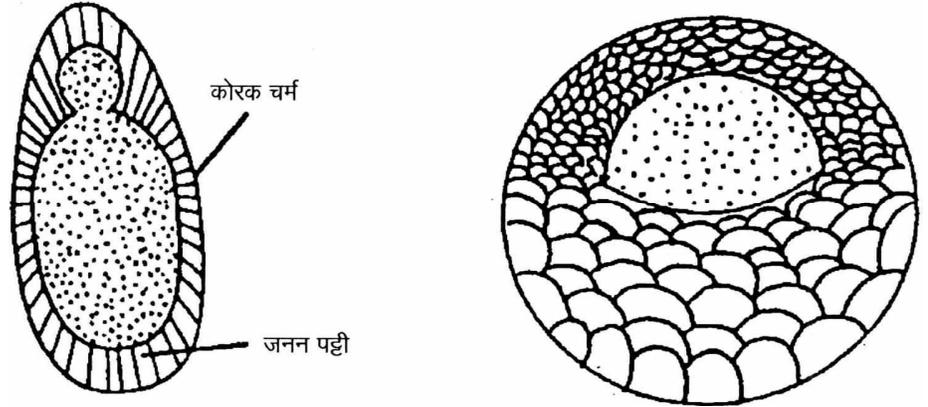
3. **बिम्बकोरक (Discoblastula)** : इस प्रकार के कोरक का विकास बिम्बाभ-विदलन के फलस्वरूप होता है। टीलोलेसीथल अण्डाणुओं में बिम्बाभ-विदलन के फलस्वरूप जन्तु क्षेत्र में एक कोरकबिम्ब या ब्लास्टोडिस्क (blastodisc) उपस्थित पीतक के ठीक ऊपर विकसित होता है। इस कोरक में पृष्ठ सतह पर बहुस्तरीय एपीब्लास्ट (epiblast) तथा अधर सतह पर हाइपोब्लास्ट (hypoblast) स्तर पाया जाता है। इन दोनों स्तरों के मध्य द्वितीयक कोरकगुहा (blastocoel) पाई जाती है। डिस्क का केन्द्रीय भाग-पारदर्शी क्षेत्र (area pellucida) तथा परिधीय भाग

अपारदर्शी क्षेत्र (area opaca) कहलाता है। **उदाहरण** : कुछ पक्षियों, सरिसृपों में तथा मछलियों में।



चित्र 5.13 : बिम्बकोरक

4. **सतही कोरक अथवा परिकोरक (Superficial Blastula or Periblastula)** : अण्डाणु में सतही विदलन के फलस्वरूप बनने वाले कोरक खण्ड परिधि पर व्यवस्थित हो जाते हैं। तथा ब्लास्टोडर्म का निर्माण करते हैं। सतही कोरक में कोरकगुहा का अभाव होता है। **उदाहरण** : आथोपोडा संघ - विशेषकर कीटों में, के सेन्ट्रोलेसीथल अण्डाणुओं में।
5. **उभयीकोरक (Amphiblastula)** : इसमें सरचनात्मक रूप से भिन्न दो प्रकार की कोशिकाएँ पाई जाती हैं। कोरक के प्राणि-गोलार्ध पर छोटे आकार के लघुकोरक खण्ड (micromeres) तथा अल्पक्रिय गोलार्ध पर दीर्घकोरक खण्ड (macromere) पाये जाते हैं। इस प्रकार के कोरक में कोरकगुहा भी एक तरफ विस्थापित होती है तथा केवल आधे भाग में ही पाई जाती है। **उदाहरण** : स्पंज, मेढक।

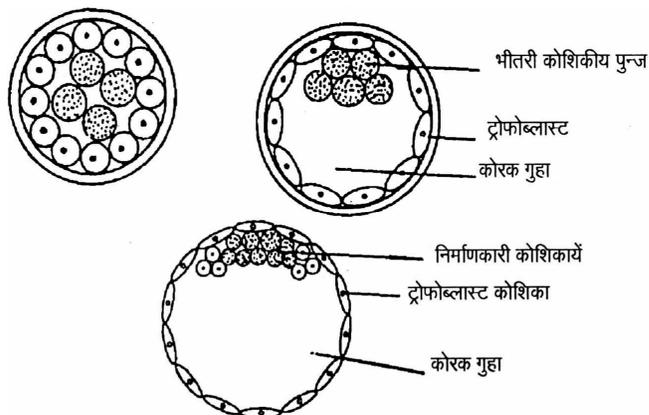


चित्र 5.14 : सतही कोरक चित्र 5.15 : उभयीकोरक

6. **कोरकपुटी अथवा पोषकोरक (Blastocytes)** : इसमें विभाजित कोशिकाओं के भीतरी तरफ कोरकगुहा का निर्माण होता है। कोरकगुहा में आरेखी पर्त को ट्रोफोब्लास्ट कहते हैं। जन्तुध्रुव क्षेत्र में कोरकखण्ड एक कोशिकीय पिण्ड के रूप में व्यवस्थित रहते हैं जिसे भीतरी कोशिकीय पिण्ड (inner cell mass) कहते हैं ये भीतरी कोशिकीय पिण्ड विभाजित होकर दो पृथक समूहों का निर्माण करते हैं

(i) ट्रोफोब्लास्ट पोषक कोशिकाएँ (Nutritive Cell)

(ii) निर्माणकारी कोशिकायें (Formative Cell) उदाहरण : स्तनधारियों में



चित्र 5.16 : पोषकोरक

5.4.2 कोरकभवन का महत्व (Significance of Blastula)

- विकासशील भ्रूण के कोरक भवन के फलस्वरूप कोशिकीय विभेदीकरण (cell differentiation) की आवश्यक तैयारी पूर्ण होती है। इसके कारण अगले चरण में विभिन्न कोशिकीय पुंजों (cell mass) में संरचनात्मक परिवर्तन सम्भव होते हैं।
- कोरकभवन में निर्मित कोरकगुहा (Blastocoel) की उपस्थिति के कारण ही गेस्टुला - चरण में कोशिकाओं की पुनर्व्यस्था अभिगमन द्वारा निर्देशित अंग - निर्माण क्षेत्रों (presumptive) में सम्भव होती है।

बोध प्रश्न - 3

I. रिक्त स्थान भरो :

- वह अवस्था जिसमें भ्रूण एक शहतूत के फल के समान लगता है.....
... .. कहलाती है।
- ब्लास्टुला के निर्माण की प्रक्रिया..... कहलाती है।
- ब्लास्टोडिस्क का परिधीय भाग..... कहलाता है।
- ब्लास्टोडिस्क में उपस्थित पोषक कोशिकाएँ..... कहलाती हैं।
- कीटों का ब्लास्टुला..... कहलाता है।

II. सही उत्तर कोष्ठक के लिखें :

- मेढ़क का ब्लास्टुला (कोरक) होता है.
(a) धनकोरक
(b) प्रगुहीकोरक
(c) उभयीकोरक
(d) बिम्बकोरक

()

- (ii) बिम्बकोरक पाया जाता है.
 (a) रेप्टीलिया में
 (b) पक्षियों में
 (c) प्रोटोथिरिया में
 (d) उपरोक्त सभी ()
- (iii) सतही कोरक पाया जाता है
 (a) मनुष्य
 (b) खत में
 (c) साइकन
 (d) रेपटाइल्स ()
- (iv) किस ब्लास्टूला में कोरकगुहा के स्थान पर योक उपस्थित रहता है.
 (a) पोषकोरक
 (b) बिम्बकोरक
 (c) प्रगुहीकोरक
 (d) परिकोरक ()
- (v) निम्न में से किसमें कोरकगुहा अनुपस्थित होती है.
 (a) धनकोरक
 (b) प्रगुहीकोरक
 (c) उभयीकोरक
 (d) बिम्बकोरक ()

III. निम्न पर टिप्पणियाँ लिखें :

(a) ब्लास्टोसिस्ट

.....

(b) धनकोरक

.....

(c) प्रगुहीकोरक

.....

(d) उभयीकोरक

.....

5.5 सारांश (Summary)

निषेचन के ठीक पश्चात् युग्मज (zygote) बनता है। इसमें सतत्-सूत्री विभाजन द्वारा तीव्र विभाजन क्रिया होती है। और एक कोशिकीय युग्मनज-बहु कोशिकीय भ्रूण में परिवर्तित हो जाता है। इन विभाजनों को विदलन कहते हैं। और विदलन में निर्मित कोशिकाओं को कोरकखण्ड (blastomere) कहते हैं। विदलन के दौरान विभाजन की खाँचे अलग-अलग जीनों में जायगोट को विभिन्न तलों से विभाजित करती है। इसी तरह योक की मात्रा विभिन्न प्रजातियों में विदलन के प्रतिरूपों को भी प्रभावित करता है। विदलन के दौरान निर्मित कोरकखण्ड आपस में जुड़े रहते हैं। तथा भ्रूण एक शहतूत के फल के समान लगता है। इस अवस्था में भ्रूण को रूक कहते हैं। इस तूतक में कोरक गुहा का निर्माण होता है। कोरकखण्ड से बने स्तर को कोरक चर्म कहते हैं। जो कोरकगुहा को चारों ओर से घेरती है। इस प्रकार यह खोखली संरचना कोरक (blastula) कहलाती है। और कोरक निर्माण की क्रिया कोरकभवन कहलाती है।

5.6 शब्दावली (Glossary)

1. **विदलन** (Cleavage) : युग्मज में होने वाले सतत् सूत्री विभाजन।
 2. **निषेचन** (Fertilization) : अण्डाणु और शुक्राणु का संयोजन।
 3. **कोरक** (Blastula) : विदलन के बाद भ्रूण जो खोखला गेंद समान होता है।
 4. **तूतक** (Morula) : कोरकखण्डों का समूह जो शहतूत के फल जैसा दिखता है।
 5. **कोरकखण्ड** (blastomeres) : विदलन के फलस्वरूप बनी पुत्री कोशिकायें।
 6. **कोरकभवन** (Blastulation) : कोरक निर्माण की क्रिया।
-

5.7 संदर्भ ग्रंथ (Further Readings)

1. शर्मा, आशा, नन्दचल कुमकुम (2006); भ्रौणिकी के मूल तत्व रमेश बुक डिपो, जयपुर
 2. रस्तोगी, वीर बाला, डवलपमेंट बायोलोजी (1997), केदार नाथ रामनाथ, मेरठ
 3. शास्त्री, के. वी. एवं शुक्ला, वी (2004), डवलपमेंट बायोलौजी रस्तोगी पब्लिकेशन्स, मेरठ
-

5.8 बोध प्रश्नों के उत्तर (Answers to self-assessment Questions)

बोध प्रश्न - 1

- I. A. (i) विदलन
(ii) विदलन
(iii) गुणात्मक
(iv) रेखांकित
(v) तक्रेशों में स्थित
- II. (i) b (ii) d (iii) a (iv) c (v) a

बोध प्रश्न -2

- I. (i) अरीय
(ii) स्तनधारियों
(iii) हेलमिन्थ मोलस्का
(iv) कोरक गुहा
(v) पूर्व निर्धारण ।
- II. (i) a (ii) b (iii) a (iv) c (v) b

बोध प्रश्न - 3

- I. (i) तूतक
(ii) कोरकभवन
(iii) एरिया आपेका
(iv) ट्रोफोब्लास्ट
(v) सतही कोरक ।
- II. (i) c (ii) d (iii) b (iv) a (v) a

5.9 अभ्यासार्थ प्रश्न (Exercise Question)

1. आपके द्वारा अध्ययन किये गये विभिन्न विदलन प्रतिरूपों का वर्णन करिए ।
2. विदलन किसे कहते हैं? विदलन की मुख्य विशेषताओं का वर्णन करो ।
3. विदलन के मुख्य प्रतिरूपों का वर्णन करो ।
4. कोरक क्या है? विभिन्न प्रकारों के कोरकों का वर्णन करो ।
5. निर्धारी व नियमक विदलन की मुख्य विशेषताएँ बताओ ।

इकाई 6 : गेस्ट्रुलाभवन (Gastrulation)

इकाई की रूपरेखा (Outline of Unit)

- 6.0 उद्देश्य (Objectives)
 - 6.1 प्रस्तावना (Introduction)
 - 6.2 नियति मानचित्र-परिचय (Fate map-introduction)
 - 6.2.1 प्राकृतिक चिन्हों द्वारा सम्भावी रेखाचित्र का निर्माण
(Construction of Fate-map by Natural markings.)
 - 6.2.2 कृत्रिम चिन्हों द्वारा सम्भावी रेखाचित्र का निर्माण
(Construction of fate map by Artificial markings.)
 - 6.2.3 ऊतक रसायन एवं कोशिकाद्रव्यी विधि
(Histochemical and Cytological method)
 - 6.2.4 आनुवंशिक विधि (Genetic Method)
 - 6.2.5 विभिन्न प्राणियों में पाये जाने वाले सम्भावी आरेख
(Fate maps of different Animals)
 - 6.3 गेस्ट्रुलाभवन (Gastrulation)
 - 6.3.1 गेस्ट्रुलाभवन के अभिलक्षण (Characteristics of Gastrulation)
 - 6.3.2 संरचना-विकास गतियां (Morphogenetic Movement)
 - 6.3.3 गेस्ट्रुलाभवन का महत्व (Significance of Gastrulation)
 - 6.4 सारांश (Summary)
 - 6.5 शब्दावली (Glossary)
 - 6.6 संदर्भ ग्रंथ (Further Readings)
 - 6.7 बोध प्रश्नों के उत्तर (Answers to self-assessment Questions)
 - 6.8 अभ्यासार्थ प्रश्न (Exercise Question)
-

6.0 उद्देश्य (Objectives)

इस इकाई में कोरकभवन के बाद भ्रूण में क्या परिवर्तन होते हैं उनका विस्तृत वर्णन किया गया है

। इस इकाई को पढ़ लेने के बाद आप निम्न बिन्दु समझ लेंगे -

1. सम्भावी आरेख क्या होता है तथा इनका निर्माण किस प्रकार से होता है ।
 2. गेस्ट्रुलाभवन को परिभाषित करना ।
 3. गेस्ट्रुलाभवन के अभिलक्षण तथा कार्यिकी।
 4. गेस्ट्रुलाभवन का महत्व।
-

6.1 प्रस्तावना (Introduction)

इस इकाई में भ्रूण में कोरकभवन की क्रिया के बाद होने वाले परिवर्तनों को विस्तार से समझाया गया है । इस इकाई में यह समझाया गया है कि किस प्रकार विकासशील भ्रूण का कोरक, विकास- प्रक्रम के अन्तर्गत अगले चरण में जिसे गेस्ट्रुला कहते हैं, प्रवेश करता है । और किस तरह गेस्ट्रुलाभवन की

क्रिया के फलस्वरूप तीन जननिक स्तर-एक्टोडर्म, मीसोडर्म एवं एन्डोडर्म का निर्माण होता है। इस इकाई में यह भी बताया गया है कि कोरक में सम्भावी जननिक स्तरों की अवस्थिति तथा गेस्टुलाभवन की क्रियाविधि को किस तरह सम्भावित आरेख (fate maps) द्वारा समझा जा सकता है।

6.2 नियति मानचित्र-परिचय (Fate Maps-Introduction)

परिवर्द्धन की क्रिया में गेस्टुलाभवन द्वारा कोरक विकास प्रक्रम में अगले चरण में प्रवेश करता है जिसे गैस्टुला (gastrula) कहते हैं। गैस्टुला निर्माण की क्रिया गेस्टुलाभवन (gastrulation) कहलाता है। किसी विकासशील भ्रूण के प्रत्येक भाग की नियति एक मानचित्र अथवा चार्ट (chart) द्वारा दर्शायी जाती है। इस प्रकार के मानचित्र को नियति मानचित्र या संभावित आरेख (Fate map) कहते हैं। सम्भावी आरेख द्वारा ही कोरक या प्रारम्भिक भ्रूणीय अवस्था में संभावी क्षेत्रों की पहचान एवं उन्हें क्रमबद्ध किया जाता है। किसी कोरक के विभिन्न भागों की नियति के जान के लिये अण्डाणु के विभिन्न भागों के कोशिका द्रव्य के विशिष्ट अभिलक्षणों का उपयोग जैसे रंग कणों आदि का प्रयोग किया जाता है। इन सम्भावी आरेखों के बिना यह पता लगाना असम्भव होता है कि कोरक का कौन सा भाग आगे चलकर गैस्टुला के किस स्तर का निर्माण करेगा।

6.2.1 प्राकृतिक चिन्हों द्वारा सम्भावी रेखाचित्र का निर्माण (Construction of Fate-Map by Natural Marking)

एसीडियन्स, एम्फिओक्सस आदि कुछ जन्तुओं के अण्डों में प्राकृतिक रूप से भिन्न-भिन्न क्षेत्र पाये जाते हैं। इस वर्णक विभेदन के कारण अण्ड कोशिका द्रव में चार क्षेत्र देखे जा सकते हैं।

- i. हल्के रंग का ऊपरी गोलार्ध
- ii. पीत-नवेन्दु युक्त पश्च अधर भाग
- iii. धूसर-नवेन्दु युक्त अग्र पृष्ठ भाग
- iv. गहरे भूरे रंग का पीतकी भाग

इस प्राकृतिक विभेदन के कारण विकासीय अवस्था में इन क्षेत्रों में बनने वाली रचनाओं का पूर्वानुमान लगाया जा सकता है। जैसे हल्के रंग का ऊपरी गोलार्ध-एक्टोडर्म का, पीले नवेन्दु युक्त भाग मीसोडर्म का धूसर नवेन्दु युक्त भाग तंत्रिकीय एक्टोडर्म तथा नोटोकोर्ड का व गहरे भूरे रंग का पीतकी भाग-एण्डोडर्म का निर्माण करते हैं।

6.2.2 कृत्रिम चिन्हों द्वारा सम्भावी रेखाचित्र का निर्माण (Construction of Fate Map by Artificial Marking)

सामान्य अण्डों का प्राकृतिक वर्णक विभेदन स्पष्ट नहीं होता। अतः आरेख बनाने के लिये कृत्रिम चिन्हों का उपयोग किया जाता है। निम्न लिखित कृत्रिम विधियों द्वारा सम्भावी आरेख तैयार किया जाता है :

- i. **जैविक अभिरंजन विधि** (Vital staining method) : इस विधि में जैविक अभिरंजन जैसे जीनस ग्रीन, नील ब्लू सल्फेट, न्यूट्रल रेड आदि का उपयोग किया जाता है। इस विधि की खोज वोग्ट (1925) ने की थी।

इस विधि में आगार के छोटे टुकड़े में जैविक अभिरंजक सोख लिया जाता है। इस टुकड़े को भ्रूण में इच्छित स्थल पर रख देते हैं। अभिरंजक कोरक खण्डों में विसरित हो जाता है लेकिन एक कोशिका से दूसरी कोशिका में विसरित नहीं होता। इस तरह अलग-अलग भागों को अलग-अलग रंगों से अभिरंजित कर देते हैं। और सम्भावी आरेख तैयार कर लेते हैं।

- ii. **कार्बन कण अंकन विधि (Carbon Particle Marking Method)** : इस विधि का उपयोग स्प्रेट (1946) ने किया। इस विधि में विकसित हो रहे भ्रूण के कोरक-खण्डों पर नन्हें-नन्हें कार्बन कण चिपका दिये जाते हैं। इसकी सहायता से भ्रूण में बनने वाले विभिन्न स्तरों का पता लगाकर सम्भावी आरेख बनाया जाता है।
- iii. **रेडियोएक्टिव अंकन विधि (Radioactive labeling method)** : इस विधि में भ्रूणीय कोशिकाओं को रेडियोएक्टिव पदार्थों द्वारा अंकित कर उनसे बनने वाले स्तर या अंगों का पता लगाकर सम्भावी रेखाचित्र बनाया जा सकता है।

6.2.3 ऊतक रसायन एवं कोशिका द्रव्यी विधि (Histological and Cytological Method)

सम्भावित आरेख निर्माण में विभिन्न प्रकार के प्राकृतिक मार्कर जैसे मेलानिन, ग्लाइकोजन आदि का उपयोग किया जाता है। ये मार्कर कोशिका की उपापचयी क्रियाओं को प्रभावित करते हैं। इनका उपयोग सम्भावित आरेख के निर्माण में प्रत्यारोपण तकनीक द्वारा किया जाता है।

कोशिकाद्रव्यी विधि में एक दूसरे के निकट की प्रजातियों की कोशिकाओं को प्रकाश सूक्ष्मदर्शी के द्वारा देख सकते हैं।

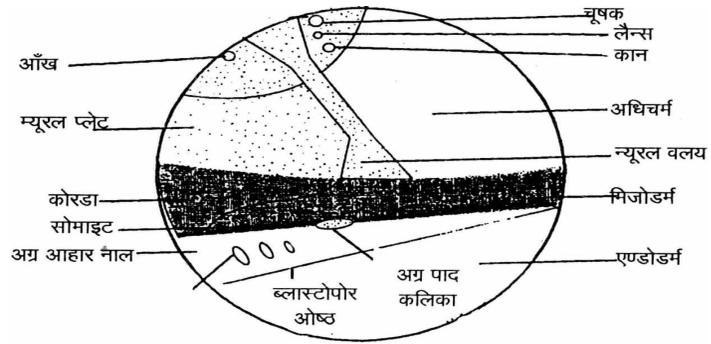
6.2.4 आनुवंशिक विधि (Genetic Method)

इस विधि का उपयोग होट्टा तथा बेन्जर (Hotta and Benzer, 1972) ने ड्रोसोफिला के भ्रूण का संभावित आरेख बनाने के लिये किया। यह पहचानने का प्रयास किया की किसी भी लक्षण को निर्धारित करने वाला जीन अपना प्रभाव प्रभावित अंग पर किस प्रकार दर्शाता है।

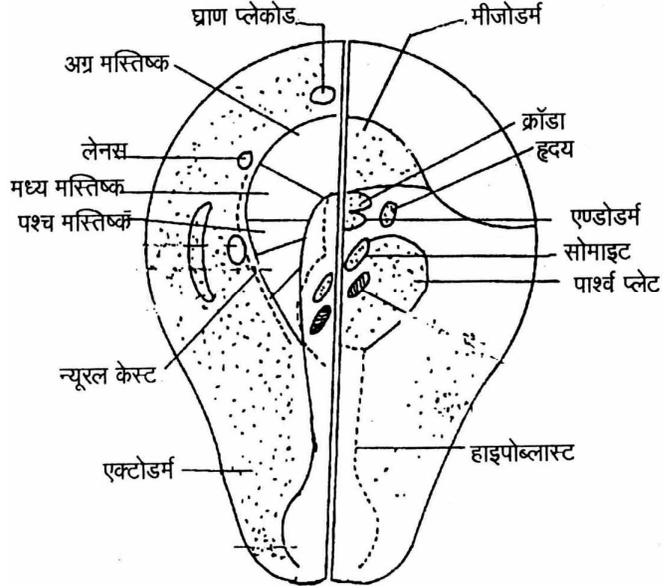
6.2.5 विभिन्न प्राणियों में पाये जाने वाले सम्भावित आरेख (Fate Maps of Different Animals)



चित्र 6.1 एम्फिओक्सस का संभावित आरेख चित्र



चित्र 6.2 उभयचरों का संभावित आरेख



चित्र 6.3 पक्षियों का संभावित आरेख चित्र

बोध प्रश्न - 1

- नोट : 1. हर प्रश्न में छोड़ी गई जगह का इस्तेमाल अपना उत्तर लिखने के लिये करे।
2. अपने उत्तर इकाई के अंत में दिये गये उत्तरों से मिलायें।

1. रिक्त स्थानों की पूर्ति करें :

- i. कोरक या भ्रूणीय अवस्था में संभावी क्षेत्र को पहचान एवं उन्हें क्रमबद्ध करना ... कहलाता है।
- ii. जैविक अभिरंजन विधि को खोज ने की थी।
- iii. कार्बन कण अंकन विधि का प्रयोग ने किया था।
- iv. अल्पक्रिय गोलार्द्ध की कोशिकाओं से ... का निर्माण होता है।
- v. आनुवंशिक विधि द्वारा संभावित आरेख का निर्माण ने किया था।

2. सही उत्तर कोष्ठक में लिखें :

- (i) गेस्ट्रुलाभवन से निर्मित होता है :
(a) मोरुला
(b) ब्लास्टूला
(c) गैस्ट्रुला
(d) न्यूरुला ()
- (ii) संभावित आरेख का अध्ययन किया जाता है :
(a) प्राकृतिक चिन्हों द्वारा
(b) जैविक अभिरंजन विधि
(c) रेडियोएक्टिव विधि
(d) उपरोक्त सभी । ()
- (iii) जैविक अभिरंजनों का प्रयोग किया जाता है :
(a) आगार द्वारा
(b) स्टार्च द्वारा
(c) प्रत्यक्ष अंडे को रंगकर
(d) कोई नहीं ()
- (iv) हाइपोब्लास्ट द्वारा निर्माण होता है.
(a) एक्टोडर्म
(b) मीसोडर्म
(c) एण्डोडर्म
(d) कोर्डामीसोडर्म का ()
- (v) निम्न में से जैविक अभिरंजक है :
(a) जीनस ग्रीन
(b) बीसमार्क ब्राउन
(c) न्यूडल रेड
(d) उपरोक्त सभी ()

3. लघु प्रश्न :

1. संभावित आरेख से आप क्या समझते हैं?

.....
.....

2. निम्न के सम्भावी आरेख चित्र बनाये.

- (i) मेढक (ii) चूजा

6.3 गेस्ट्रुलाभवन (Gastrulation)

वह विधि जिसके द्वारा गेस्ट्रुला का निर्माण होता है, गेस्ट्रुलाभवन कहलाती है। इस क्रिया के अन्तर्गत कोरक में महत्वपूर्ण परिवर्तन होते हैं। जिससे ब्लास्टुला के संभावित निर्माणकारी क्षेत्र पुनर्व्यवस्थित तथा पुनर्गठित हो जाते हैं। गेस्ट्रुलाभवन द्वारा कोरक की सतही स्तर अर्थात् कोरकचर्म (blastoderm) की कोशिकाओं में विभेदीकरण होता है जिसके फलस्वरूप तीन जननिक स्तर अर्थात् एक्टोडर्म (ectoderm), मीसोडर्म (mesoderm), एवं एण्डोडर्म (endoderm) स्तर बनते हैं। साथ ही साथ गेस्ट्रुलाभवन द्वारा भ्रूण के विभिन्न भागों को स्थानान्तरीकरण भी होता है जिसके फलस्वरूप एण्डोडर्म एवं मीसोडर्म स्तर जो सम्भावी आन्तरिक अंगों का निर्माण करते हैं भ्रूण के भीतर लाये जाते हैं। इस स्थानान्तरीकरण प्रक्रिया को संरचना -विकास गतियाँ (morphogenetic movement) की संज्ञा दी जाती है।

6.3.1 गेस्ट्रुलाभवन के अभिलक्षण (Characteristics of Gastrulation)

गेस्ट्रुलाभवन एक समन्वित प्रक्रम है जिसका नियन्त्रण विभिन्न स्वायत्त कारकों जैसे निर्माणकारी क्षेत्रों की कार्यिकी स्थिति, से नियंत्रित होता है। गेस्ट्रुलाभवन के मुख्य लक्षण हैं :

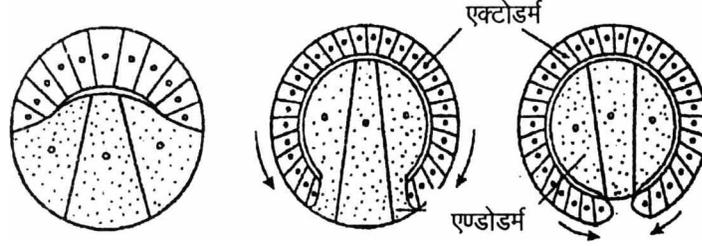
1. विदलन में निर्मित कोरक खण्ड विभिन्न निर्माणकारी गतियों के द्वारा पुनर्व्यवस्थित हो जाते हैं।
2. कोशिका विभाजन की दर धीमी हो जाती है।
3. इस प्रावस्था में वृद्धि नहीं होती है।
4. उपापचयी क्रियाएं परिवर्तित होती हैं तथा ऑक्सीकरण की दर तीव्र हो जाती है।
5. इस समय भ्रूणीय कोशिकाओं के केन्द्रक अधिक सक्रिय हो जाते हैं तथा विभिन्न क्रियाओं को नियंत्रित करते हैं।
6. गेस्ट्रुलाभवन में नये प्रकार के प्रोटीन का संश्लेषण होने के कारण एक प्रकार का रासायनिक विभेदन प्रारम्भ हो जाता है।
7. कोशिकाएँ पुनर्व्यवस्थित होकर तीन प्राथमिक स्तर एक्टोडर्म (ectoderm), एण्डोडर्म (endoderm) एवं मीसोडर्म (mesoderm) का निर्माण करती हैं।

6.3.2 संरचना विकास गतियाँ (Morphogenetic movement)

भ्रूण में कोशिकाओं का एक स्थान से दूसरे स्थान पर गमन गेस्ट्रुलाभवन का सामान्य नियम है। इन कोशिकीय गतियों को संरचना - विकास गतियाँ कहते हैं। ये गतियाँ अनिवर्त्य (irreversible) अर्थात् स्थायी होती हैं। इन गतियों के फलस्वरूप भ्रूण में आमूल संरचनात्मक परिवर्तन होते हैं तथा नवीन संरचनात्मक तत्वों का निर्माण होता है। इसलिये इन्हें संरचना विकास गतियाँ कहा जाता है। गेस्ट्रुलाभवन के दौरान होने वाली इन संरचना - विकास गतियों को दो प्रकारों में बांट सकते हैं।

1. अध्यारोहण (Epiboly)
2. अन्तरोहण (Emboly)
1. **अध्यारोहण (Epiboly)** : एपिबाली शब्द ग्रीक भाषा से लिया गया है जिसका अर्थ है "Throwing on" या "Extending on" इस प्रकार की गति उन कोरकखण्डों (blastomeres)

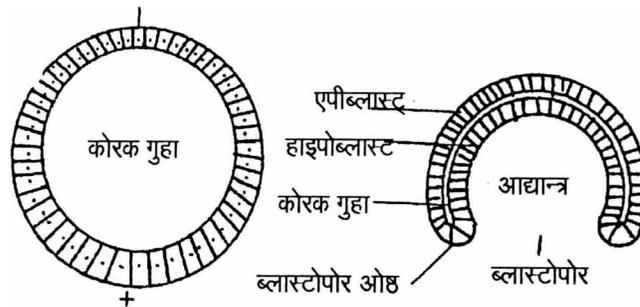
में होती है जो एक्टोडर्म का निर्माण करते हैं। इन छोटे परिमाण के कोरकखण्डों में चपटा होने और तीव्र विभाजन की प्रवृत्ति पाई जाती है। इसके फलस्वरूप ये सम्भावी एक्टोडर्मी कोशिकायें विकासशील भ्रूण की सम्पूर्ण सतह पर प्रसारित हो जाती हैं। केवल एक स्थान को छोड़कर जहाँ कोरक-रन्ध्र (blastopore) बनता है। अतः इस प्रक्रिया द्वारा एक्टोडर्म-निर्माणी कोरकखण्ड बड़े परिमाण के कोरकखण्डों को घेरकर उन्हें भ्रूण के भीतर स्थानान्तरित कर देते हैं। इन्हीं महाकोरक खण्डों से एन्डोडर्म एवं मीसोडर्म स्तरों का विभेदन होता है। उदाहरण : मेंढक के भ्रूण में।



चित्र 6.4 : अध्यारोहण

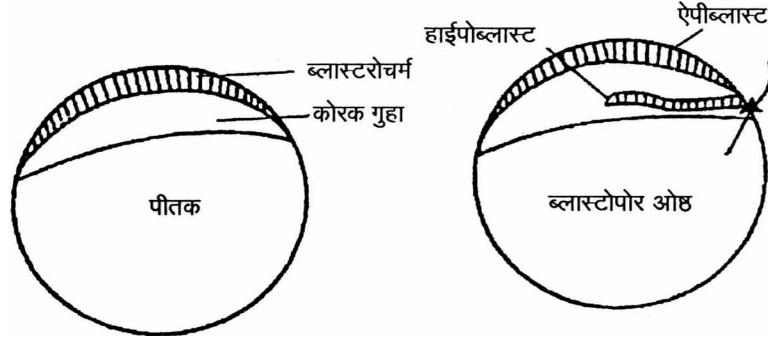
2. **अन्तरारोहण (Emboly)** : इस विकास गति द्वारा सम्भावी मीसोडर्म एवं एण्डोडर्म निर्माणी कोशिकाओं (कोरकखण्डों) का भ्रूण की सतह से भीतर की ओर अभिगमन अर्थात् स्थानान्तरिकरण (migration) होता है। साथ ही इन कोरकखण्डों का भ्रूण के अग्र-पश्च अक्ष में प्रसारण भी होता है। विभिन्न जन्तुओं में एम्बोली भिन्न-भिन्न विधियों द्वारा होता है।

i. **अन्तर्वलन (Invagination)** : यह अन्तरारोहण की सबसे सरल क्रिया होता है। यह क्रिया ऑलिगोलेसीथल अण्डाणु (oligolecithal) जिनमें पीतक की मात्रा लघु होती है, में पाई जाती है। इस विधि में कोरक की कोरकचर्म का एक भाग भ्रूण में धँसता जाता है। इसके फलस्वरूप एकस्तरीय रचना द्विस्तरीय रचना में परिवर्तित हो जाती है। कोरकचर्म का भीतरी स्तर सम्भावी एण्डोडर्म एवं मीसोडर्म को निरूपित करता है। तथा वह भाग जो भ्रूण की बाहरी सतह निर्मित करता है वह सम्भावी एक्टोडर्म होता है। अन्तर्वलन प्रक्रिया के फलस्वरूप परिवर्धित भ्रूण गेस्ट्रुला (Gastrula) कहलाता है। तथा यह प्रक्रिया गेस्ट्रुलाभवन (Gastrulation) कहलाती है। अन्तर्वलन प्रकार की अन्तरारोहण क्रिया में भ्रूण की कोरकगुहा विलुप्त हो जाती है किन्तु इसके स्थान पर एक नवीन द्विस्तरीय भित्तियुक्त गुहिका बनती है जिसे आधांत्र (archenteron) कहते हैं। इस आधांत्र का छिद्र कोरकरन्ध्र (blastopore) कहलाता है तथा कोरकरन्ध्र की परिधि को ओष्ठ (lips) की संज्ञा दी जाती है।



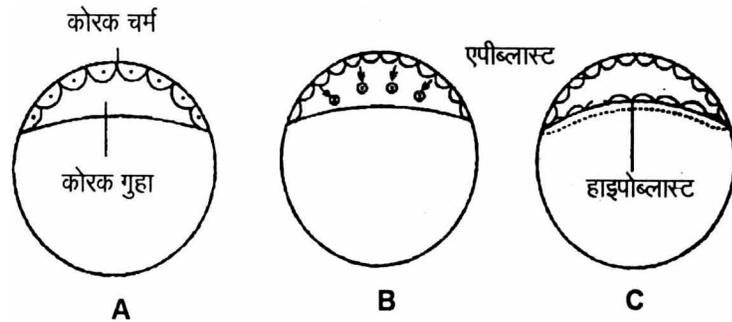
चित्र 6.5 : अन्तर्वलन

- ii. **अन्तर्वलन (Involution)** : यह गति सभी कशेरुकी प्राणियों में पाई जाती है। इस गति में कोशिकाएँ कोरक के छिद्र के पृष्ठ ओष्ठ से, भीतर की तरफ घूर्णित या अन्तर्वेशित होती हैं। कोरक ओष्ठ पर स्थित कोशिकायें विभाजित होती हैं तथा कोरक-गुहा की तरफ प्रवास करती हैं। भीतर की तरफ मुड़ने वाली कोशिकायें हाइपोब्लास्ट का निर्माण करती हैं। बाहर स्थित कोशिकीय स्तर एपिब्लास्ट कहलाता है। **उदाहरण** : एम्फिओक्सस तथा उभयचर प्राणी।



चित्र 6.6 : अन्तर्वलन

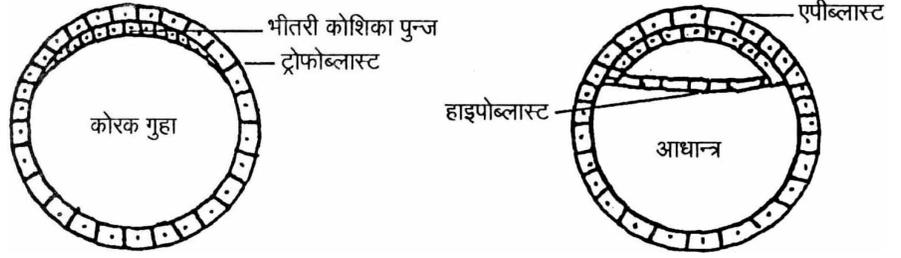
- iii. **अन्तर्छनन (Infiltration)** : इस प्रकार की विधि पक्षियों तथा स्तनधारियों में पाई जाती है। इसमें एरिया पेलिसूडा क्षेत्र में केन्द्रीय कोशिकाओं तथा योक के मध्य प्राथमिक ब्लास्टोसिल पाई जाती हैं। क्यू कोशिकाएँ आकार में भिन्न होती हैं तथा कूट पादाभों द्वारा गति करते हुए प्राथमिक ब्लास्टोसिल के फर्श पर एकत्रित हो जाती हैं। ये इकट्ठी हुई कोशिकाएँ मिलकर हाइपोब्लास्ट का निर्माण करती हैं। ऊपरी पृष्ठ की कोशिकाएँ एपिब्लास्ट कहलाती हैं। एपिब्लास्ट में एकटोडर्म, मीसोडर्म तथा नोटोकोर्ड की कोशिकायें उपस्थित होती हैं।



चित्र 6.7 : अन्तर्छनन

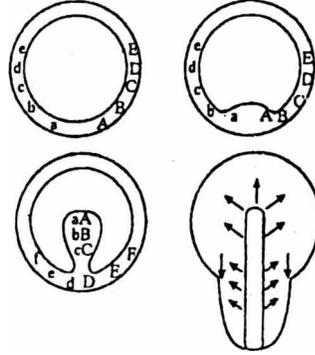
- iv. **विस्तरण (Delamination)** : इस प्रकार की गति स्तनधारियों तथा पक्षियों में पाई जाती है। इस विधि में सम्पूर्ण कोशिकीय पिण्ड अथवा कोशिकीय स्तर विस्तरित हो जाता है। टिलिओस्ट मछलियों तथा उभयचर प्राणियों में नोटोकोर्डल, मीसोडर्मल तथा एण्डोडर्मल कोशिकाओं का पृथक्करण विस्तरण की क्रिया द्वारा होता है। चूजे में हाइपोब्लास्ट का निर्माण इस विधि द्वारा होता है। इनके एरिया पेलिसूडा में केन्द्रीय कोशिकायें कई स्तर

मोटी होती है। यह पृथक हुआ स्तर हाइपोब्लास्ट कहलाता है। ऊपरी स्तर एपीब्लास्ट कहलाता है।



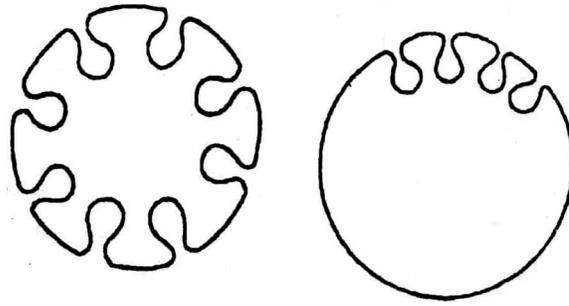
चित्र 6.8 : विस्तरण

- v. **अभिसरण (Convergence)** : अभिसरण में कोशिकाओं का प्रवास कोरक की बाहरी सतह से कोरक ओष्ठ तक होता है। इस क्रिया में सम्पूर्ण भ्रूण की सतह पर फैली हुई कोशिकायें एक सीमित क्षेत्र में एकत्रित होती हैं। इस क्रिया के परिणाम स्वरूप मीसोडर्मल कोशिकायें एपीब्लास्ट तथा हाइपोब्लास्ट के मध्य एकत्र होकर मीसोडर्म का निर्माण करती हैं। अतिपीतकी अण्डों में आदि रेखा (primitive streak) का निर्माण इस विधि द्वारा होता है।



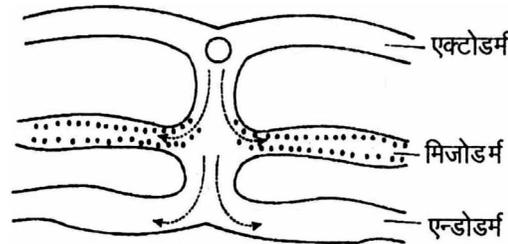
चित्र 6.9 : अभिसरण

- vi. **बहु:अन्तर्वलन (Polyinvagination)** : इस कोशिका अकारिकी गति में एक कोशिका अथवा कोशिकाओं के समूह कोरक या ब्लास्टोडिस्क के बाहरी स्तर से कोरक गुहा में अन्तर्वलित होते हैं। यह गति प्रोटोथिरीयन स्तनधारियों में भी पाई जाती है। यह क्रिया दो प्रकार की होती है।
- बहुध्रुवीय (Multipolar)** : यह एकल कोशिकाओं के कारण नहीं होता बल्कि परास्पर्शीय (paratangential) कोशिकीय विभाजनों के कारण होता है।
 - एक ध्रुवीय (Unipolar)** : इस प्रकार का बहुअन्तर्वलन एक ध्रुवीय क्षेत्र में होता है। यह ध्रुवीय क्षेत्र सदैव अल्पक्रिय गोलार्ध पर पाया जाता है।



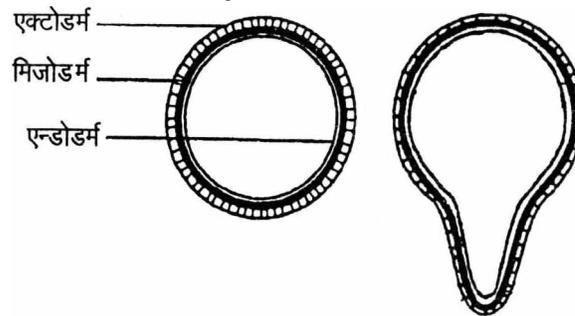
चित्र 6.10 : बहु:अन्तर्वलन

vii. **अपसरण (Divergence)** : इस प्रकार की गति में कोशिकाएँ ब्लास्टोपोर ओष्ठ के उपर से अन्तर्वेशित होकर भीतर की तरफ अपसरित हो जाती हैं। चूजे में मीसोडर्म का निर्माण इस विधि द्वारा होता है।



चित्र 6.11 : अपसरण

viii. **प्रसरण (Extension)** : इस विधि में किसी प्रकार की निर्माणकारी गतियां नहीं होती हैं बल्कि न्यूरल, नोटोकोर्डल तथा मीसोडर्मल क्षेत्र अग्र पश्च (anterio-posterior) दिशा में प्रसरित हो जाते हैं। परिणाम स्वरूप गेस्टुला अग्र पश्च दिशा में लम्बा हो जाता है।



चित्र 6.12 : प्रसरण

6.3.3 गेस्टुलाभवन का महत्व (Significance of Gastrulation)

1. गेस्टुलाभवन की क्रिया रासायनिक विभेदन के कारण होती है।
2. गेस्टुलाभवन के कारण कोरकखण्ड संभावी अंगों के निर्माण स्थल पर जाकर एकत्रित हो जाते हैं।
3. इस प्रावस्था में विदलन की दर कम हो जाती है।
4. भ्रूण के परिमाण में विशेष वृद्धि नहीं होती।
5. केन्द्रक अधिक सक्रिय हो जाता है व विभिन्न प्रकार के प्रोटीन का संश्लेषण प्रारम्भ हो जाता है।

6. उपापचय (metabolism) में विभिन्नता आती है तथा कोशिकीय ऑक्सीकरण बढ़ जाता है।
7. गैस्ट्रुलाभवन के कारण तीन जनन स्तरों का निर्माण होता है ।
8. इस क्रिया के कारण एक नई आधांत्र गुहा का निर्माण होता है जो आगे चलकर आहार नाल में परिवर्तित हो जाती है ।

बोध प्रश्न - 2

- नोट : 1. हर प्रश्न में छोड़ी गई जगह का इस्तेमाल अपना उत्तर लिखने के लिये करे।
2. अपने उत्तर इकाई के अंत में दिये गये उत्तरों से मिलायें ।

1. रिक्त स्थानों की पूर्ति करें :

- (i) वह विधि जिसके द्वारा गैस्ट्रुला का निर्माण होता है. कहलाती है ।
- (ii) गैस्ट्रुलाभवन में होने वाली गतियाँ कहलाती है
..... ।
- (iii) संरचना विकास गतियाँ मुख्य रूप से.. तथा.....
..... प्रकार की होती है।
- (iv) गैस्ट्रुला में उपस्थित गुहा कहलाती है ।
- (v) एपीबोली शब्द भाषा से लिया गया है ।

2. सही उत्तर चुने और दिये गये कोष्ठक में लिखे :

- (i) आर्केन्ट्रोन से निर्मित होती है
 - (a) आहार नाल
 - (b) सक्रिय ध्रुव से
 - (c) कोरक रंध
 - (d) आदि रेखा ()
- (ii) किस प्रावस्था के बाद विदलन क्रिया रुक जाती है ।
 - (a) मोरुला
 - (b) ब्लास्टुला
 - (c) गैस्ट्रुला
 - (d) न्यूरुला ()
- (iii) कोशिकाओं का बाहरी सतह से अंदर की तरफ मुड़ना कहलाता है.
 - (a) अंतर्वर्लन
 - (b) बहुअंतर्वलन
 - (c) इनवोल्यूशन
 - (d) अध्यारोहण
- (iv) कोशिकाओं के समूहों का अनेक स्थानों से अंतर्वलन कहलाता है.

- (a) इन्वोल्यूशन
 - (b) अंतर्वर्लन
 - (c) अध्यारोहण
 - (d) बहुअंतर्वलन
- (v) एक्टोडर्म कोशिकाओं की गति कहलाती है.
- (a) एपिबोली
 - (b) अंतरारोहण
 - (c) अंतर्वर्लन
 - (d) बहुअंतर्वलन

3. लघु प्रश्नों का उत्तर दो :

- (i) गेस्ट्रुलाभवन को परिभाषित करिये ।

.....

.....

.....

- (ii) गेस्ट्रुलाभवन के विभिन्न लगा संक्षिप्त में बताओ ।

.....

.....

.....

- (iv) संरचना विकास गतियाँ क्या होती हैं?

.....

.....

.....

6.4 सारांश (Summary)

भ्रूणीय विकास में कोरक प्रावस्था के पश्चात् भ्रूण में गेस्ट्रुलाभवन-क्रिया होती है जिसके फलस्वरूप गैस्ट्रुला (gastrula) का निर्माण होता है । कोरक में सम्भावी जननिक स्तरों (germinal Layers) की अवस्थिति के पूर्वज्ञान के अभाव में गैस्ट्रुलेशन को समझना कठिन है । विकासशील चूहा के प्रत्येक भाग को एक मानचित्र जिसे नियति मानचित्र या सम्भावित आरेख (fate map) कहते हैं, के द्वारा दर्शाया जा सकता है । नियति मानचित्र बनाने के लिये विशिष्ट अभिलक्षणों का प्रयोग किया जाता है । गेस्ट्रुलाभवन किया के कारण तीन जननिक स्तर एक्टोडर्म, एण्डोडर्म एवं मीसोडर्म का निर्माण होता है । बाहरी स्तर एक्टोडर्म से त्वचा तथा तंत्रिका तंत्र का निर्माण होता है । मध्य के मीसोडर्म स्तर से पेशियों रक्त-परिवहन तन्त्र तथा देहगुहा (coelom) को रेखित करने वाली उपकला तथा प्रजनन अंगों का निर्माण होता है । मीसोडर्म से उत्सर्जन तन्त्र एवं अन्त कंकाल भी निर्मित होते हैं सबसे भीतरी पर्त अर्थात् एण्डोडर्म से आहार-नाल एवं पाचक ग्रन्थियाँ बनती है ।

कोशिकीय जननिक स्तरों का निर्माण कोरकचर्म के एक भाग की भ्रूण की सतह के भीतर लुप्त हो जाने पर तथा साथ ही कोरकचर्म के शेष भाग द्वारा सम्पूर्ण भ्रूण को घेरने पर होता है। वह भाग जो भ्रूण की सतह पर रहता है वह एक्टोडर्म होता है तथा वह भाग जो भ्रूण के भीतर लुप्त होता है वह एण्डोडर्म एवं मीसोडर्म में परिवर्तित हो जाता है।

6.5 शब्दावली (Glossary)

1. **सम्भावित आरेख (Fate map)** : कोरक या प्रारम्भिक भ्रूणीय अवस्था में संभावी क्षेत्रों की पहचान एवं उन्हें क्रमबद्ध करना।
2. **गेस्ट्रुला (Gastrula)** : कोरक के बाद निर्मित भ्रूणीय अवस्था।
3. **आधांत्र (Archenteron)** : कोरकगुहा की जगह निर्मित होने वाली गुहा जो आगे चलकर आहार नाल का निर्माण करती है।
4. **अध्यारोहण (Epiboly)** : वह क्रिया जिसमें एक्टोडर्मल कोशिकायें अग्र पश्च दिशा में प्रसारित हो जाती हैं।
5. **अन्तरारोहण (Emboly)** : एक प्रकार की संरचना विकास गति जिसमें सम्भावी मीसोडर्म एवं एण्डोडर्म निर्माणी कोशिकाओं का भ्रूण की सतह से भीतर की ओर अभिगमन होता है।
6. **अन्तर्वलन (Invagination)** : वह क्रिया जिसमें कोरकचर्म का एक भाग भ्रूण में धँसता जाता है।

6.6 संदर्भ ग्रंथ (Further Readings)

1. शर्मा, आशा, नन्दचल कुमकुम, भौणिकी के मूल तत्व रमेश बुक डिपो, जयपुर
2. सोनी, के. सी., परिवर्धन जैविकी कॉलेज बुक सेन्टर, जयपुर
3. रस्तोगी, डवलपमेंट बायोलोजी केदार नाथ रामनाथ, मेरठ
4. शास्त्री एवं शुक्ला, डेवलपमेंट बायोलोजी रस्तोगी पब्लिकेशन्स, मेरठ

6.7 बोध प्रश्नों के उत्तर (Answers to Self-assessment Questions)

बोध प्रश्न - 1

1. (i) संभावित आरेख (ii) वोग्ट (iii) स्प्रेट
(iv) एक्टोडर्म (v) होट्टा तथा बैजर
2. (i) गैस्ट्रुला (c) (ii) d (iii) a (iv) c (v) d.

बोध प्रश्न - 2

- (i) गैस्ट्रुलाभवन (ii) संरचना विकास गतियाँ
(iii) एपीबोली, एम्बोली (iv) आर्केन्ट्रोन
(v) ग्रीक
- (i) a (ii) c (iii) c (iv) d (v) a

6.8 अभ्यासार्थ प्रश्न (Exercise Question)

1. गेस्ट्रुलाभवन किसे कहते हैं? इसकी मुख्य विशेषताओं का वर्णन करो ।
2. अध्यारोहण से क्या तात्पर्य है? इसकी मुख्य विशेषताएं क्या हैं?
3. अन्तरारोहण गतियों का विस्तार से वर्णन करो ।
4. विभिन्न प्रकार की संरचना विकास गतियाँ का वर्णन करो ।

इकाई 7 : भ्रूणीय प्रेरण, प्राथमिक संगठक, विभेदीकरण, विभेदीकरण, साम्यर्थ (Embryonic Induction, Primary Organization, Differentiation Competence)

इकाई की रूपरेखा (Outline of Unit)

- 7.0 उद्देश्य (Objective)
 - 7.1 प्रस्तावना (Introduction)
 - 7.2 प्राथमिक भ्रूणीय प्रेरण (Embryonic Induction)
 - 7.2.1 प्राथमिक भ्रूणीय प्रेरण (Primary Embryonic Induction)
 - 7.2.2 प्रेरण के प्रकार (Types of Induction)
 - 7.2.3 प्रेरण की प्रकृति (Nature of Induction)
 - 7.2.4 प्रेरण की क्रियाविधि (Mechanism of Induction)
 - 7.3 विभेदन (Differentiation)
 - 7.3.1 विभेदन की विशेषताएँ (Characteristics of Differentiation)
 - 7.3.2 विभेदन के प्रकार (Types of Differentiation)
 - 7.3.3 विभेदन की क्रियाविधि (Mechanism of Differentiation)
 - 7.4 साम्यर्थ (Competence)
 - 7.5 सारांश (Summary)
 - 7.6 शब्दावली (Glossary)
 - 7.7 संदर्भ-ग्रंथ (Further Readings)
 - 7.8 बोध प्रश्नों के उत्तर (Answers to Self-assessment Questions)
 - 7.9 अभ्यासार्थ प्रश्न (Exercise Questions)
-

7.0 उद्देश्य (Objectives)

भ्रूण परिवर्द्धन के दौरान अविभेदित कोशिकाएँ या कोरकखण्ड कालान्तर के बाद विभेदित होने लग जाते हैं। वे कोशिकाएँ जो भावी प्राणी का बाहरी भाग बनाएगी वे ऊपर तथा आन्तरिक भाग बनाने वाली कोशिकाएँ एक साथ अन्दर होती हैं और इनके रूप में विभेदन होता है। इस इकाई को पढ़ लेने के बाद आप निम्न बिन्दु समझ लेंगे :

1. भ्रूणीय प्रेरण की क्रियाविधि।
2. स्पीमेन और उसके साथियों द्वारा किये गये प्रयोग।
3. विभेदन को परिभाषित कर उसकी विशेषताएँ एवं प्रकार बताना।
4. साम्यर्थ क्या है?

7.1 प्रस्तावना (Introduction)

परिवर्द्धन से सम्बन्धित कई पहलियाँ हमारा ध्यान आकृष्ट करती हैं। जैसे की हम जानते हैं कि एक युग्मनज (zygote) में व भ्रूण की हर कोशिका में प्राणी के सभी आनुवंशिक गुणों को नियन्त्रित करने हेतु जीन्स उपस्थित होते हैं, फिर भी किसी विशिष्ट स्थान पर आँख बनती है और पेशियाँ बनती हैं। क्यों नहीं कभी मनुष्य में पीठ में आँख या मक्खी के सिर पर पंख पनपते? क्यों कुछ कोशिकाएँ अपनी विभाजन क्षमता खो बैठती हैं, जबकि कुछ असामान्य रूप से विभाजित होती हैं। हम इस इकाई में इन्हीं प्रश्नों का उत्तर ढूँढने का प्रयास करेंगे और यह समझने का प्रयास करेंगे कि गैस्ट्रुला के बाद भ्रूण में क्या परिवर्द्धन होते हैं और अंग निर्धारण किस प्रकार होता है।

7.2 भ्रूणीय प्रेरण-परिचय (Embryonic Induction - Introduction)

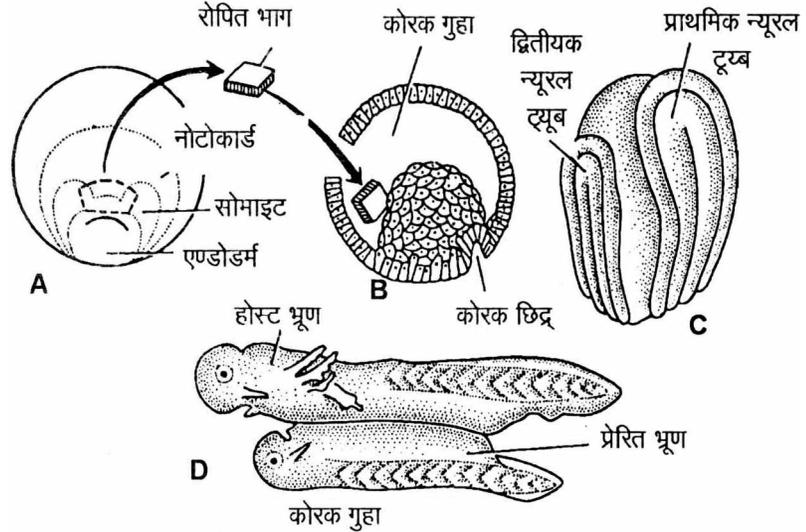
बहुकोशिकीय प्राणियों में भ्रूणोद्भव (embryogenesis) के दौरान अविभेदित कोशिकाएँ विभेदित होना प्रारम्भ हो जाती हैं। विभेदन तथा अंगभवन के दौरान बाहरी तथा आंतरिक कोशिकाएँ मिलकर प्राथमिक आद्याव-शेष बनाती हैं। इस आद्याव-शेष में विभिन्न ऊतकों तथा (half-embryo) कोशिकाओं के मध्य अनेक प्रकार की अंतः क्रियाएँ होती हैं (inter-actions) जिन्हें सामूहिक रूप से भ्रूणीय प्रेरण कहते हैं। इस प्रकार भ्रूणीय प्रेरण एक प्रकार का आकारजाननिकी प्रभाव है जिसमें एक भ्रूणीय ऊतक एक प्रकार के रासायनिक उद्दीपन का प्रेषण करता है जो दूसरे भ्रूणीय ऊतक को किसी विभेदित रचना के रूपान्तरण हेतु प्रभावित करता है। यहाँ पर जो ऊतक रासायनिक उद्दीपन का प्रेषण करता है प्रेरक (inductor) कहलाता है तथा जिस ऊतक पर प्रेरक अपना प्रभाव डालता है उसे प्रभावी ऊतक (responsive tissue) कहते हैं। प्रेरक द्वारा प्रेषित रसायन मोर्फोजन (morphogen) कहलाते हैं।

7.2.1 प्राथमिक भ्रूणीय प्रेरण (Primary Embryonic Induction)

हैंस स्पीमन के कार्य की पृष्ठभूमि - नियमनकारी परिवर्द्धन में हमने पाया की पृथक्कृत कोरक खण्ड में इसके सामान्य भविष्य की तुलना में अधिक पूर्णशक्कता पाई जाती है तथा पुर्नव्यवस्थित कोरकखण्ड अपने नवीन वातावरणयी स्थिति के अनुसार परिवर्द्धित होते हैं। लेकिन ये गुण प्रारम्भिक विदलन प्रावस्थाओं तक ही पाये जाते हैं। बाद में कोरक खण्डों का भविष्य निर्धारित हो जाता है। जर्मनी के हैंस स्पीमन (Hans Spemann, - 1969-1941) ने इसी प्रकार की स्थिति सेलामेण्डर के अण्डों में पाई। इसके अण्डे जल में परिवर्द्धित होते हैं और उन्हें आसानी से देखा जा सकता है। सेलामेण्डर के युग्मनज में ध्रुवता पाई जाती है। इसका एक भाग गहरे रंग का होता है तथा एक भाग हल्के रंग का होता है। निषेचन के तुरन्त बाद ही इन दो भागों में कुछ हलचल होने से एक अर्द्धचन्द्रकार भाग ऐसा बनता है जिसका रंग धूसर (grey) होता है। इस भाग को धूसर नवेन्दु या ग्रे केसेन्ट (grey cescent) कहते हैं (चित्र 7.1)।

विभिन्न प्रयोगों द्वारा स्पीमैन ने यह समझने का प्रयास किया की धूसर नवेन्दु परिवर्द्धन को नियन्त्रित करता है। यह कुछ इस प्रकार का प्रभाव परिवर्द्धित होते भ्रूण पर डालता है कि भ्रूण की विभिन्न कोशिकाएँ ठीक से संगठित होती हैं। इस तथ्य की पुष्टी के लिए स्पीमैन ने प्रतिरोपण (transplantation) प्रयोग किये। ये प्रतिरोपण चार प्रकार के होते हैं

1. **स्वरोपित** (Autoplastic) : जब एक भ्रूण के कुछ अंश काटकर पुनः उसी भ्रूण में प्रतिरोपित कर दिया जाय।
 2. **समरोपित** (Homoplastic) : जब एक ही जाति के भ्रूण का अंश उसी जाति के भ्रूण में प्रतिरोपित कर दिया जाये ।
 3. **विषमरोपित** (Heteroplastic) : जब एक वंश (genus) की दो जातियों के बीच प्रत्यारोपण
 4. **परारोपित** (Xenoplastic) : यदि दो दूर सम्बन्धों वाली प्रजातियों के मध्य प्रत्यारोपण किया जावे।
- स्पीमैन तथा मेनगोल्ड (1924) ने न्यूट की एक जाति-ट्राइटुरस (Triturus taeniatus) (वर्णकयुक्त) तथा ट्रा. क्रिस्टेटस (T. cristatus) (अवर्णकयुक्त) के मध्य प्रतिरोपण प्रयोग किये । उन्होंने ट्रा. क्रिस्टेटस (T. cristatus) के प्रारम्भिक गैस्ट्रुला से कोरकरन्ध्र (blastopore) के पृष्ठ ओष्ठ (dorsal lip) को टिनियेटस (T. taeniatus) के पार्श्व ओष्ठ पर प्रतिरोपित कर दिया । परिवर्द्धन के उपरान्त यह पाया गया कि ग्राही भ्रूण में प्रतिरोपण के स्थान पर लगभग सम्पूर्ण द्वितीयक भ्रूण (secondary embryo) का निर्माण हो गया । इस प्रकार यह स्पष्ट है कि ओष्ठ में सम्पूर्ण भ्रूण के संगठन को प्रेरित करने की क्षमता पाई जाती है । अतः स्पीमैन ने पृष्ठ ओष्ठ को संगठन (organizer) या प्राथमिक संगठन (primary organiser) का नाम दिया । विदलन के प्रारम्भ होने के समय यह संगठन धूसर नवेन्दु में पाया जाता है अतः जिन कोशिकाओं में धूसर नवेन्दु नहीं होता उससे परिवर्धित होने वाली कोशिकाएँ संगठित नहीं हो पाती हैं तथा एक पिण्ड (belly piece) के रूप में विकसित होती हैं । इस संगठक भाग को स्पीमैन के सम्मान में स्पीमैन का प्राथमिक संगठन (Spemann's Primary organiser) भी कहते हैं । इसे न्यूरल प्रेरक (neural inducer) भी कहते हैं । (चित्र 7.1)



चित्र 7.1 : स्पीमैन तथा मेनगोल्ड के प्रतिरोपण प्रयोग का चित्र

7.2.2 प्रेरण के प्रकार (Types of Induction)

लॉवट्रुप (Lovtrup) ने भ्रूणीय प्रेरण को निम्न प्रकारों में बाँटा है :

1. **अन्तर्जात प्रेरण** (Endogenous Induction) : कुछ भ्रूणीय कोशिकाओं में अन्तर्जात रूप से उत्पन्न प्रेरक (inductor) के कारण इनमें स्वयं विभेदन की क्रिया प्रारम्भ हो जाती है ।

2. **बहिर्जात प्रेरण (Exogenous Induction)** : इस प्रकार के प्रेरण में सम्पर्क के द्वारा भ्रूणीय कोशिकाओं में नये प्रकार के विभेदन प्रतिरूप सम्पन्न होते हैं यह प्रेरण भी दो प्रकार का होता है -
- समप्ररूपी प्रेरण (Homotypic Induction)** जब प्रेरण के द्वारा प्रेरक अपने ही समान ऊतकों के निर्माण को प्रेरित करता है ।
 - विषमप्ररूपी प्रेरण (Heterotypic Induction)** जब प्रेरणके द्वारा अपने से भिन्न प्रकार के ऊतकों के निर्माण को प्रेरित करता है ।

7.2.3 प्रेरण की प्रकृति (Nature of Organizer)

एक सजीव में प्रेरण प्रभाव जीवित अवस्था में ही नहीं बल्कि मृत अवस्था में भी होता है । विभिन्न शोधकर्त्ताओं (Bautzmann, Spemann and Mangold) ने कोरक रन्ध्र के ऊध्वोष्ठ को अल्कोहाल या ईथर से, उबाल कर, सुखाकरया ठण्डा करके, अलग-अलग तरीकों से नष्ट किया । परन्तु जब इस मृत उत्तक को प्रारम्भिक गैस्ट्रुला में प्रतिरोपित किया गया तो भी प्रेरण का प्रभाव देखा गया । इसके अतिरिक्त इलैक्ट्रॉन माइक्रोस्कोप के अध्ययन से यह भी पाया गया की प्रेरक ऊतक व अनुक्रिय ऊतक के बीच कोई कोशिकीय सेतु नहीं होता । इनके बीच अन्तः अवकाश (interspace) पाया जाता है । इनसे यह स्पष्ट होता है कि प्रेरक पदार्थ (evocator) कोई रसायन है जिसकी गतिविधि के लिए प्रेरक ऊतक का जीवित होना आवश्यक नहीं है ।

शोध द्वारा वैज्ञानिकों ने यह भी पाया की बहुत भिन्न प्रकार के रसायन व ऊतक प्रेरण दिखाते हैं । प्रयोगों में पाया गया की न्यूरल प्लेट, पृष्ठ रज्जू मध्यजनन स्तर और व्यस्क अंग जैसे वृक्क, यकृत, पेशी आदि कोशिकाएँ भी प्रेरण कर सकती है । इन असामान्य प्रेरकों को 'असामान्य प्रेरक' (abnormal inductor) कहा जाता है । न्यूट के धूप पर व्यस्क के ऊतक ही नहीं वरन् हाइड्रा, कटि मत्स्य, सरीसृप, पक्षियों व स्तनियों के ऊतक भी प्रेरण प्रभाव डालते हैं । शोध से ज्ञात हुआ है कि प्रेरक पदार्थ प्रोटीन या राइबोन्यूक्लियो प्रोटीन हैं जो प्राकृतिक रूप से राइबोन्यूक्लिक अम्लों के साथ या बिना पाये जा सकते हैं ।

7.2.4 प्रेरण की क्रियाविधि (Mechanism of Induction)

विभिन्न प्रयोगों द्वारा वैज्ञानिकों ने यह संकेत दिया है की प्रेरक रसायन ग्राफ्ट से निकलकर ग्राही के अनुक्रिय ऊतक तक जाता है । प्रेरक रसायन प्रोटीन है अतः यह निश्चित है कि ग्राफ्ट की कोशिकाओं में इनका संश्लेषण अनुलेखन (transcription) व अनुवाद (translation) द्वारा होना चाहिए । इसी प्रकार प्रेरक के प्रभाव में अनुक्रिय ऊतक में परिवर्तन होता है अतः इन कोशिकाओं में भी अनुलेखन होना चाहिए । ऐसे ही एक प्रयोग में (Tiedmann, 1967) न्यूट के गैस्ट्रुला को 20 घण्टे तक प्यूरामाइसिन युक्त माध्यम में रखा गया । जब इसके ग्राफ्ट को सामान्य भ्रूण पर प्रतिरोपित किया गया तो सामान्य प्रेरण देखा गया । इससे सिद्ध होता है कि प्रेरक रसायन गैस्ट्रुलाभवन से पहले ही संगठक ऊतक में उपस्थित था ।

दूसरे प्रयोग में ग्राफ्ट सामान्य थी परन्तु अनुक्रिय एक्टोडर्मको एक्टेनोमाइसिन-p माध्यम में संवर्धित किया गया । यह रसायन RNA संश्लेषण को सम्पूर्णतः रोकता है । इस बार कोई प्रेरण नहीं देखा गया । दो से सात दिन तक संवर्धन के बाद देखा गया की कोई तन्त्रिका ऊतक नहीं बना है परन्तु

कुछ हद तक पेशीय व पृष्ठरज्जु का विभेदन हुआ है। इससे प्रतीत होता है की प्रेरक के प्रभाव से mRNA संश्लेषण होकर तंत्रिकीय विभेदन होता है। नोटोकोर्ड व पेशियों के विभेदन के लिए कोशिकाओं में पहले से ही mRNA उपस्थित था अतः इनका विभेदन हो पाया। इन प्रयोगों से स्पष्ट होता है कि प्रेरक पदार्थ अनुक्रिय कोशिकाओं में प्रवेश करता है तथा इनके केन्द्रक में किसी प्रकार RNA संश्लेषण प्रेरित कर प्रेरण प्रभाव दर्शाता है।

बोध प्रश्न - 1

नोट : 1. अपने उत्तर दिये गये स्थान पर ही लिखें।

2. अपने उत्तर इकाई के अन्त में दिये गये उत्तरों से मिलायें।

I. रिक्त स्थानों की पूर्ति करें :

- (i) भ्रूणीय प्रेरण में जो ऊतक रासायनिक उद्दीपन का प्रेरण करता है. कहलाता है।
- (ii) प्राथमिक आघावशेब में विभिन्न ऊतकों तथा कोशिकाओं के मध्य अनेक प्रकार की अंत क्रियाएं होती है जिन्हें सामूहिक रूप से कहते हैं।
- (iii) वह ऊतक जिस पर प्रेरक अपना प्रभाव डालता है. कहलाता है।
- (iv) प्रेरक द्वारा प्रेरिष रसायन कहलाते हैं।
- (v) स्पीमैन ने पृष्ठ ओष्ठ को का नाम दिया।

II. सही उत्तर चुनकर कोष्ठक में लिखें :

- (i) भ्रूणीय प्रेरण को इस नाम से भी जाना जाता है.
 - (a) मोर्फोजन
 - (b) इवोकेशन
 - (c) अंगजनन
 - (d) आकार जनन ()
- (ii) जब एक भ्रूण के कुछ अंश काटकर पुनः उसी भ्रूण में प्रत्यारोपित कर दिया जाये तो इसे कहते हैं :
 - (a) स्वरोपण
 - (b) समारोपण
 - (c) विषमरोपण
 - (d) परारोपण ()
- (iii) जब एक ही जाति के भ्रूण का अंश उसी जाति के भ्रूण में प्रतिरोपित कर दिया जाये तो इसे कहते हैं
 - (a) स्वरोपण
 - (b) समरोपण
 - (c) विषमरोपण
 - (d) परारोपण ()

- (iv) जब एक ही वंश की दो प्रजातियों के मध्य प्रत्यारोपण हो तो इसे कहते हैं
- (a) स्वरोपण
- (b) समरोपण
- (c) विषमरोपण
- (d) परारोपण ()
- (v) यदि दो टूक के सम्बन्ध वाली प्रजातियों के मध्य प्रतिरोपण किया जाये तो इसे कहते हैं :
- (a) स्वरोपण
- (b) समरोपण
- (c) विषमरोपण
- (d) परारोपण ()

7.3 विभेदन (Differentiation)

परिवर्द्धन के दौरान निर्मित कोशिकाएं एक समान नहीं होती हैं बल्कि ये आकारिकि, कार्यािकी, जैव रसायनिकी तथा आनुवंशिकी रूप से पूर्ण रूप से भिन्न होती हैं। इस प्रकार एक सामान्य प्रोजेनिटर कोशिका (progenitor cell) से व्यस्क प्रकार की कोशिका का निर्माण विभेदन कहलाता है। और कोशिकाओं के एक दूसरे से भिन्न हो जाने व अपनी प्रारम्भिक अवस्था से भिन्न हो जाने के प्रक्रम को विभेदन कहते हैं। जिस क्रिया के फलस्वरूप भ्रूण के भाग क्रियाशील या कार्यात्मक हो जाए उसे भी विभेदन कहा जा सकता है।

किसी भी सजीव में विभेदन के द्वारा विभिन्न प्रकार की कोशिकाओं का निर्माण होता है। विभिन्न कोशिकाओं में विभिन्न संरचनात्मक गुण पाये जाते हैं। जैसे की तंत्रिका कोशिका की रचना, पेशीय कोशिका से भिन्न होती है।

7.3.1 विभेदन की विशेषताएं (Characteristics of Differentiation)

1. **प्रगामिता** (Progressiveness) : अगर अण्डे को नियमित अन्तराल से देखें तो प्रगामिता दिखाई देती है जैसे प्रारम्भ में मस्तिष्क के आधावशेष, इसके पश्चात् नाक, अखि तथा कान के आधावशेष प्रदर्शित होते हैं।
2. **अनुक्रमणियता** (Irreversibility) : परिवर्द्धन के दौरान भ्रूणीय अवस्था पुनः अपनी पूर्वावस्था में परिवर्तित नहीं होती है। जैसे गैस्ट्रुला कभी भी मोरुला में रूपान्तरित नहीं होती।
3. विभेदन पूर्व घटनाओं पर निर्भर रहता है।
4. **स्वयं विभेदन** (Differentiation) : परिवर्द्धन की प्रत्येक नवीन अवस्था में नई रचनाओं का निर्माण होता है जो कि पूर्वा अवस्था में निर्मित परिस्थितियों के कारण होती है। लेकिन आगे की प्रावस्था में विभेदन की क्रिया स्वतन्त्र हो जाती है।

7.8.2 विभेदन के प्रकार (Types of Differentiation)

विभेदन को चार प्रकारों में बाँटा गया है

1. **आकारिकी विभेदन (Morphological Differentiation)** : कोशिकाओं में आकृतिक परिवर्तनों होते हैं जिसके कारण कोशिका एक दूसरे से अथवा अपनी पूर्व आकृति से पूर्ण भिन्न हो जाती है। जैसे एक विभेदित तंत्रिका कोशिका में लम्बा एक्सॉन।
2. **कार्यिकीय विभेदन (Physiological Differentiation)** : प्रारम्भिक भ्रूणीय कोशिकाएँ लगभग एक समान होती हैं। लेकिन परिवर्द्धन के साथ-साथ ये कोशिकाएँ विशिष्ट कार्यों को करने हेतु विभेदित हो जाती हैं। जैसे तंत्रिका कोशिकाएँ उद्दीपन के प्रेषण हेतु रूपान्तरित हो जाती हैं।
3. **रासायनिक विभेदन (Chemical Differentiation)** : इस प्रकार के विभेदन में कोशिका का रासायनिक संगठन परिवर्तित हो जाता है ता कोशिकाएँ विशिष्ट हो जाती हैं।
4. **कोशिकीय विभेदन (Cyto-differentiation)** : वह प्रक्रिया जिसमें कोशिका अपनी आकृति व कार्य सम्पादन हेतु विशिष्ट हो जाती है।

7.3.3 विभेदन की क्रियाविधि (Mechanism of Differentiation)

विभेदित कोशिकाओं में विशिष्ट कार्यात्मक सक्षमता उनमें उपस्थित विशिष्ट क्रिया विधियों पर निर्भर करती है। क्रिया-विधियाँ विभिन्न प्रकार की होती हैं जैसे पेशी कोशिकाओं के पेशीय तन्तुक (myofibrils) श्वासनाल की अधिचर्मी कोशिकाओं के रोमाभ (cilia) आदि। कोशिकाओं के ये सभी संरचनात्मक विलक्षण दृष्टिगत् होते हैं तथा इन्हें विभेदीकरण कहते हैं।

विभेदीकरण के फलस्वरूप कोशिकाओं द्वारा अन्तरकोशिकीय रचनाओं (intercellular) का निर्माण होता है। जैसे संयोजी ऊतक में तन्तु उपस्थित एवं अस्थी में आधात्री का निर्माण। इन बाह्य कोशिकीय भागों को भी विभेदीकरण की संज्ञा दी जाती है क्योंकि ये भी कोशिकाओं के ऊतकों के समान ही विभेदीत होते हैं।

उपरोक्त वर्णन से स्पष्ट होता है कि ऊतकीय विभेदीकृत कोशिकाओं की कार्यात्मक क्रियाविधियाँ कोशिका-द्रव्यक (cytoplasmic) प्रकार की होती हैं। विभेदीकरण के अनुरूप DNA एवं प्रोटीन के अनुपात तुलनात्मक अन्दर होते हैं।

7.4 साम्यर्थ (Competence)

भ्रूण के किसी भाग की प्रेरित हो सकने की क्षमता साम्यर्थ कहलाती है। दूसरे शब्दों में साम्यर्थ भ्रूणीय ऊतक की वह कार्यिकीय अवस्था है जो इसे किसी नियंत्रक उद्दीपन (determinative stimulus) के प्रति विशिष्ट प्रकार के संरचना विकास करने की अनुमति करती है।

लोवब्रुप ने (Lovtrup 1974) ने कोशिकाओंकोसाम्यर्थकी दृष्टि से तीन अवस्थाओं में बांटा है -

1. साम्यर्थ पूर्व अवस्था (Precompetence Stage of cell)
2. साम्यर्थ अवस्था (Competence Stage)
3. सामथर्योत्तर अवस्था (Postcompetence Stage)

साम्यर्थ का महत्व : रेडिग्टन ने कहा की समयबद्ध सामथर्य आ का सामान्य रूप से परिवर्धित करने में सहायता करती है। उन्होंने कहा की एक बार प्रेरण प्रभाव से एक कोशिका किसी नीयत रूप को प्राप्त करती ही रहेगी। आगे चलकर मार्ग की कुछ कोशिकाएँ पुनः अलग-अलग मार्गों पर विभेदीत हो सकती

है। तथा इस प्रकार सामान्यतः कम विविधता रखने वाले भ्रूण धीरे-धीरे विविध कोशिकाओं युक्त हो जाता है। वैडिगन ने विभिन्न परिबर्धन मार्गों को क्रिओड (chreod) का नाम दिया। इस प्रकार भावी एक्टन्यूरोडर्म या तो मीजोडर्म या एन्डोडर्म या तन्त्रिकीय कोशिकाओं में विभेदित हो सकती है। प्रेरण के बिना ये अधिचर्मिय (epidermal cell) कोशिका में बदलेगी।

बोध प्रश्न - 2

नोट: 1. अपने उत्तर दिये गये स्थान पर ही लिखें।

2. अपने उत्तर इकाई के अन्त में दिये गये उत्तरों से मिलायें।

I. रिक्त स्थानों की पूर्ति करें :

- (i) एक प्रोजिनेटर कोशिका से वयस्क प्रकार की कोशिका का निर्माण.
..... कहलाता है।
- (ii) कोशिकाओं में होने वाले आकृतिक परिवर्तन..... विभेदन कहलाते हैं।
- (iii) विभेदन कोशिका में ट्रांसक्रिप्सन तथा.....
..... होता है।
- (iv) साम्यर्थ एक प्रकार की..... पर निर्भर परिघटना है।
- (v) किसी विशिष्ट उद्दीपन के प्रति प्रभावी उत्तक द्वारा होने वाली अनुक्रिया.....
..... कहलाती है।

II. सही उत्तर छाँट कर दिये गये कोष्ठक में लिखें.

- (i) लेवट्रप के अनुसार सामर्थ्य के समय कोशिकाओं में प्रवस्था होती है :
 - (a) साम्यर्थ पूर्व प्रावस्था
 - (b) साम्यर्थ अवस्था
 - (c) पश्च साम्यर्थ अवस्था
 - (d) उपरोक्त सभी। ()
- (ii) परिवर्द्धन के अंत में निर्मित कोशिकाएँ एक दूसरे से भिन्न होती हैं.
 - (a) आकारिकी में
 - (b) जैव रासायनिकी में
 - (c) कार्यिकी में
 - (d) उपरोक्त सभी। ()
- (iii) विभेदन की मुख्य विशेषताएँ हैं :
 - (a) प्रगामिता
 - (b) अनुक्रमणीयता
 - (c) विभेदन पूर्व घटनाओं पर निर्भर रहता है।
 - (d) उपरोक्त सभी

- (iv) विभेदित कोशिका में जीन की स्थिति है:
- (a) ट्रांसक्रिप्सन तथा ट्रांसलेशन होता है।
- (b) जीन में ट्रांसक्रिप्सन नहीं होता है।
- (c) जीन आंशिक रूप से अवतरित रहता है।
- (d) जीन पूर्ण रूप से अवतरित रहता है। ()
- (v) सामान्य प्रोजेनिटोर कोशिका से व्यस्क प्रकार की कोशिका का निर्माण कहलाता है:
- (a) विभेदन
- (b) आकाराजनन
- (c) पोलीजन
- (d) ऊतक जनन ()

7.5 सारांश (Summary)

बहुकोशिकीय प्राणियों में भ्रूणोद्भव के दौरान अविभेदित कोशिकाएँ विभेदित होना प्रारम्भ हो जाती हैं। विभेदन तथा अंगभवन के दौरान बाहरी तथा आंतरिक कोशिकाएँ मिलकर प्राथमिक आधावशेष बनाती हैं जिसमें विभिन्न कोशिकाओं व ऊतकों में अनेक क्रियाएँ होती हैं जिन्हें भ्रूणीय प्रेरण कहते हैं। प्राथमिक भ्रूणीय प्रेरण यद्यपि जटिल होते हैं लेकिन इसके द्वारा सम्पूर्ण भ्रूण का निर्माण नहीं होता है। किसी विशिष्ट उद्दीपन के प्रति प्रभावी ऊतक द्वारा होने वाली क्रिया, साम्यर्थ (competence) कहलाती है। परिवर्द्धन के दौरान विर्मित कोशिकाएँ एक समान नहीं होती बल्कि ये आकारकी, कार्यिकी, जैव रासायनिक तथा आनुवंशिकी रूप से भिन्न होती हैं जो एक ही प्रतीत होती हैं। इस अवस्था से व्यस्क का निर्माण (परिवर्द्धन) अत्यन्त जटिल प्रक्रिया है जिसे गहनता से नियंत्रित किया जाता है। कोशिकाओं के एक दूसरे से भिन्न हो जाने व अपनी प्रारम्भिक अवस्था से भिन्न हो जाने के प्रक्रम को ही विभेदन कहते हैं।

7.6 शब्दावली (Glossary)

आधावशेष	Half embryo
प्रेरण	Induction
विभेदन	Differentiation
साम्यर्थ	competence

7.7 संदर्भ ग्रंथ (Further Readings)

1. शर्मा, आशा, नन्दचल; भ्रूणिकी के मूल तत्व रमेश बुक डिपो, जयपुर
2. सोनी, परिवर्द्धन जैविकी कॉलेज बुक सेन्टर, जयपुर
3. रस्तोगी, डवलपमेंट बायोलोजी केदार नाथ रामनाथ, मेरठ
4. शास्त्री एवं शुक्ला, डवलपमेंट बायोलोजी रस्तोगी पब्लिकेशन्स, मेरठ

7.8 बोध प्रश्नों का उत्तर (answers of Self-assessment Questions)

बोध प्रश्न - 1

- I. (i) प्रेरक (ii) भूणीय प्रेरण
(iii) प्रभावी कोरक (iv) मोर्फोजन
(v) प्राथमिक संगठन
(i) b (ii) a (iii) b (iv) c (v) d

बोध प्रश्न - 2

- (i) विभेदन (ii) आकारिकी (iii) ट्रांसलेशन (iv) समय (v) साम्यर्थ
(i) d (ii) d (iii) d (iv) a (v) a.
-

7.9 अभ्यासार्थ प्रश्न (Exercise Questions)

1. प्रेरण क्या है? कशेरुकियों में तंत्रिकीय प्रेरण की खोज, संरचना तथा कार्य का वर्णन करें ।
2. संगठक की प्रकृति पर निबंध लिखो ।
3. साम्यर्थ पर लघु निबंध लिखो ।
4. साम्यर्थ से आप क्या समझते हैं?
5. विभेदन क्या है? विभेदन पर निबन्ध लिखो ।
6. विभेदन की मुख्य विशेषताओं का वर्णन करें ।
7. विभेदन कितने प्रकार के होते हैं? समझाइये ।

इकाई 8 : चूजे का परिवर्द्धन 96 घंटे की अवस्था तक (Development of Chick upto 96 Hours)

इकाई की रूपरेखा (Outline of Unit)

- 8.0 उद्देश्य (Objectives)
 - 8.1 प्रस्तावना (Introduction)
 - 8.2 चूजे की भ्रौणिकी का परिचय ()
 - 8.3 पश्च-गैस्ट्रुलाभवन विकास (Post-gastrular Development)
 - 8.4 चूजे का उष्मायन के घंटों के अनुसार परिवर्द्धन
 - 8.5 सारांश (Summary)
 - 8.6 शब्दावली (Glossary)
 - 8.7 संदर्भ ग्रंथ (Further Readings)
 - 8.8 बोध प्रश्नों के उत्तर (Answers to self-assessment Questions)
 - 8.9 अभ्यासार्थ प्रश्न (Exercise Questions)
-

8.0 उद्देश्य (Objectives)

इस इकाई में चूजे की भ्रौणिकी को विस्तृत रूप से समझाया गया है। मुर्गी में आन्तरिक निषेचन होता है। ये भूमि पर अंडे देती हैं। इस इकाई को पढ़ लेने के बाद आप निम्न बिन्दु समझ सकेंगे

1. मुर्गी के अण्डे की संरचना कैसी होती है तथा इसमें निषेचन किस प्रकार से होता है।
 2. मुर्गी के अण्डे में विदलन, कोरक भवन, व गैस्ट्रुलाभवन किस तरह होता है।
 3. मुर्गी में तंत्रिका नलिका का तथा नोलोकोड का निर्माण कैसे होता है।
 4. मुर्गी के अण्ड सेहने के आधार पर चूजे का विकास कैसे होता है।
-

8.1 प्रस्तावना (Introduction)

इस इकाई में चूजे के भ्रूण में होने वाले विकास को विस्तार से समझाया गया है। मुर्गी का अण्डा सामान्यतः आसानी से उपलब्ध होता है। मुर्गीपालन करना और उनका प्रजनन कराना आसान होता है तथा इसकी उष्मायन- अवधि सिर्फ इक्कीस दिन की होती है। हम अण्डे का इक्यूवेटर में तापमान नियंत्रित कर आसानी से इसके भ्रूणीय विकास का अध्ययन कर सकते हैं। इसलिये मुर्गी के अण्डे के विकास का विस्तार से अध्ययन सम्भव हो सका है।

8.2 चूजे की भ्रौणिकी का परिचय

एम्ब्रियोटा समूह के सदस्य भूमि पर अण्डे देते हैं। इनमें विकासशील भ्रूण के चारों ओर चार झिल्लियाँ ऐन्डोमियोन, कोरियोन, ऐलेण्टॉइस तथा पीतक -कोष कहते हैं, पायी जाती है। इनको अतिरिक्त झिल्लियाँ (extra embryonic membranes) कहते हैं। इस तरह के अण्ड को सकोश अण्ड (cleidoic-eggs) कहते हैं।

मुर्गियों में लिंग पृथक् होते हैं। मुर्गे के जनद एक जोड़ी अंडाकार वृषण होते हैं जो पेरीटोनियम कला के वलन (mesorchium) द्वारा पृष्ठ देह भित्ति में संलग्न होते हैं। मुर्गी के प्रजनन तंत्र में केवल

बायाँ अंडाशय (ovary) तथा बायीं अण्ड वाहिनी (oviduct) ही पाये जाते हैं। इनमें आन्तरिक निषेचन होता है। निषेचन के समय अनेक शुक्राणु अण्ड में प्रवेश कर जाते हैं परन्तु केवल एक शुक्राणु का केन्द्रक अण्ड के केन्द्रक से संयुग्मित होता है।

मुर्गी का अण्ड पेलीलेसीथल प्रकार का होता है जिसमें अत्याधिक मात्रा में योक पाया जाता है। इकाई 5 में ज्ञात हुआ है कि विदलन की क्रिया सक्रिय गोलार्द्ध पर स्थित कोरक बिम्ब (blastodisc) में ही होती है। इस प्रकार का विदलन अंशभंजी तथा बिम्बाभ (meroblastic and discoidal) प्रकार का होता है। प्रत्येक विदलन खाँच कोरक बिम्ब तक ही सीमित रहती है। प्रत्येक विदलन में केन्द्रक तो विभाजित हो जाता है। लेकिन जीवद्रव्य केवल विदलन खाँच के द्वारा पृथक् क्षेत्रों में उपस्थित रहता है। विदलन की क्रिया निषेचन के तुरन्त पश्चात् प्रारम्भ हो जाती है। जिस समय अण्डलयन (egg laying) होता है, भ्रूण कोरक (blastula) अवस्था में पहुँच जाता है। इसके बाद मुर्गी में गैस्ट्रालाभवन क्रिया होती है जिसमें चार महत्वपूर्ण क्रियाएँ सम्पन्न होती हैं (1) एण्डोडर्म का निर्माण (2) आदिम रेखा (Primitive Streak) का निर्माण (3) मीसोडर्म का निर्माण (4) भ्रूणीय अक्ष तथा पराअक्षीय रचनाओं का निर्माण।

उपरोक्त चारों क्रियाओं में कोशिकीय गमन तथा कोशिकीय विभाजन की घटनाएँ भी सम्पन्न होती हैं। गैस्ट्रालाभवन के अन्त में आदि रेखा विलुप्त हो जाती है तथा तंत्रिकाभवन (neurulation) प्रारम्भ हो जाता है। पूर्ण विकसित गैस्ट्रुला में तीन जनन स्तर बाह्याचर्म (ectoderm), (endoderm) एवं मीसोडर्म (mesoderm) पाये जाते हैं।

8.3 पशु - गैस्ट्रुलाभवन विकास (Post-gastrular Development)

गैस्ट्रुलाभवन के पश्चात् विभिन्न ऊतकों के विकास और विभेदन द्वारा विभिन्न भ्रूणीय संरचनाओं का तथा भ्रूण- बाह्या - झिल्लियों का निर्माण होता है।

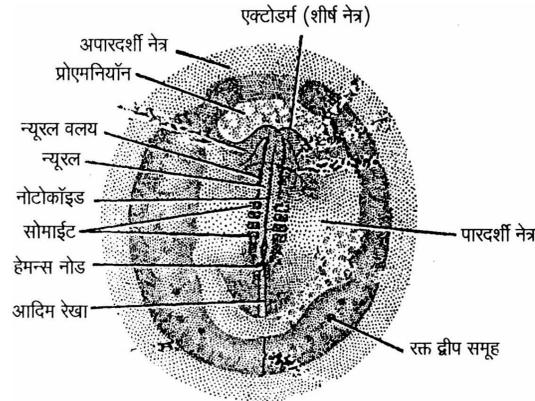
1. तंत्रिकाभवन (Neurulation) तंत्रिका - नाल का निर्माण (Neural tube formation)
 2. पृष्ठरज्जु का निर्माण (Notogenesis)
 3. मध्यजनस्तर का निर्माण (Mesogenesis)
 4. आंत्र का निर्माण (Enterogenesis)
-

8.4 चूजे का उष्मायन के घंटों के अनुसार परिवर्धन (Development of Chick According to the Hours of Incubation)

चूजे का भ्रूणीय विकास अत्याधिक विशिष्ट होता है क्योंकि इसका अध्ययन अण्डे के सेहने के घण्टे एवं सोमाइट की संख्या के आधार पर किया जाता है। चूजे के परिवर्धन में सहने के 20 घण्टे की अवधि के पश्चात् एक जोड़ी सोमाइट प्रति घंटा की दर से विकसित होता है इस विशेषता के आधार पर चूजे की भ्रूणिकी को निम्न प्रावस्थाओं में बाँटा जा सकता है

- (1) **24 घण्टे अथवा 4 -सोमाइट अवस्था:** उष्मायन के प्रथम दिन निम्न घटनाएँ सम्पन्न होती हैं.
 - i. भ्रूणीय तथा भ्रूण-बाह्य क्षेत्र स्पष्ट हो जाते हैं।
 - ii. आदि रेखा का निर्माण हो जाता है।

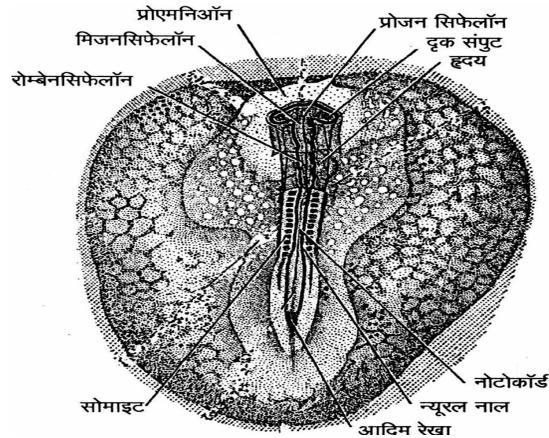
- iii. एरिया ओपेका में मीजोडर्म द्वारा कोशिकाओं के झुण्ड का निर्माण होता है जिन्हें रक्त द्विप समूह (blood island) कहते हैं । जिनमें रक्त-कोशिकाएँ तथा रक्त- वाहिनियाँ विकसित होती हैं ।
- iv. तंत्रिका तंत्र के निर्माण के समय क्रमशः तंत्रिका पट्टी (neural plate) तंत्रिकीय वलन (neural fold) तथा तंत्रिकीय खाँच (neural groove) निर्मित होती हैं ।
- v. लगभग 20 घण्टे पर भ्रूण का अग्र भाग थोड़ा मोटा हो जाता है । यह अग्र भाग शीर्ष वलन (head fold) कहलाता है ।
- vi. नोटोकोर्ड एक छड़ के रूप में विकसित हो जाती है ।
- vii. चार जोड़ी सोमाइट नोटोकोर्ड के पार्श्व में दिखाई देते हैं ।



चित्र 8.1 : चूजा : 24 घंटे का भ्रूण

(2) 33 -घण्टे का भ्रूण - 13 सोमाइट अवस्था इस अवस्था में ।

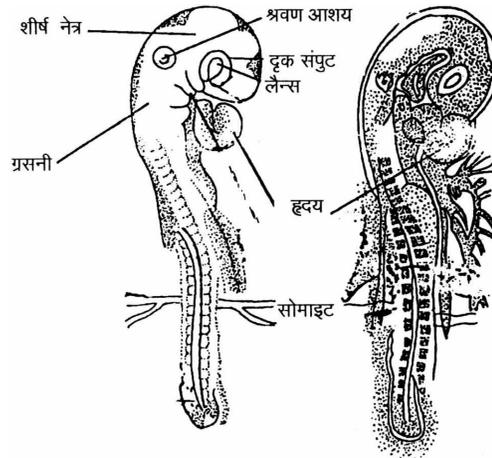
- i. शीर्ष क्षेत्र (Head Region) विकसित होकर लम्बा हो जाता है ।
- ii. शीर्ष में व्यस्क के मस्तिष्क के आग तथा दृक-संपुट (Optic vesicles) स्पष्ट दिखाई देते हैं ।
- iii. शीर्ष के साथ अग्रान्त्र (Fore gut) भी लम्बाई में बढ़ता है ।
- iv. हृदय तथा धमनियों का निर्माण प्रारम्भ हो जाता है ।
- v. 13 जोड़ी सोमाइट निर्मित हो जाते हैं ।



चित्र 8.2 : मुर्गी के भ्रूण की 33 घण्टे की अवस्था

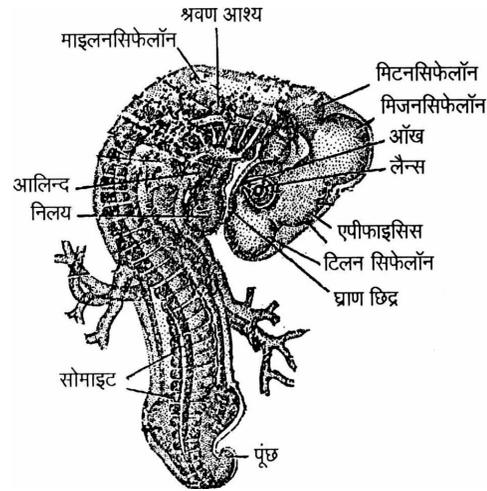
3. 48 घण्टे का भ्रूण अथवा अथवा 25 सोमाइट अवस्था-

- 48 घण्टे का भ्रूण उलटे J के समान होता है ।
- भ्रूण लम्बा हो जाता है ।
- आदि रेखा सिकुड़ कर छोटी हो जाती है ।
- तंत्रिका नाल का अग्र बंद हो जाता है तथा मस्तिष्क के तीनों क्षेत्रों अग्र भाग (Prosencephalon), मध्य भाग (mesencephalon) तथा पश्च भाग (rhombencephalon) का निर्माण होता है ।
- हृदय निर्मित होता है जिसमें धड़कन प्रारम्भ हो जाती हैं ।
- पश्च मस्तिष्क के दोनों ओर एक-एक श्रवण आशय (auditory vessicle) का निर्माण होता है ।
- आहार नाल भी मुखपूर्व आहारनाल (preoral alimentary canal) ग्रसनी (pharynx) तथा ग्रसिका (oesophagus) में विभेदित हो जाती है ।
- सोमाइट की संख्या बढ़कर 25-27 तक हो जाती है ।
- नेफ्रोटोम से प्राब्यूक्कीय (pronephenic) तथा मध्यवृक्कीय (mesonephric) नलिकाएं विकसित हो जाती हैं।



चित्र 8.3 : मुर्गी के भ्रूण की 48 घंटे की अवस्था

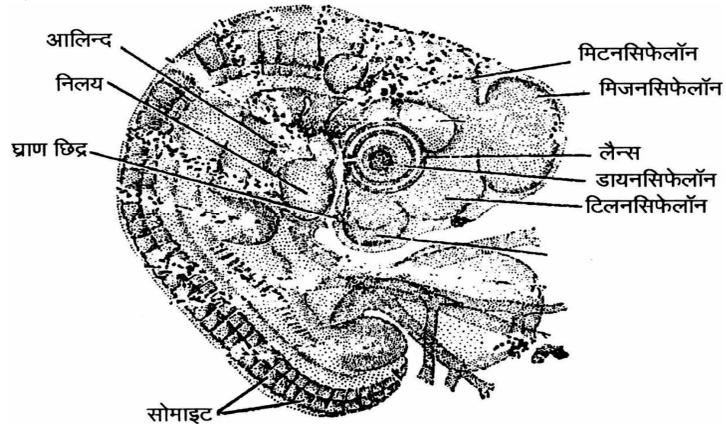
- 72 -घंटे का भ्रूण- 35 सोमाइट अवस्था - 72 घंटे के भ्रूण में अनेक परिवर्धन परिवर्तन स्पष्ट दिखाई देते हैं।
 - सोमाइट की संख्या 38 जोड़ी हो जाती है ।
 - इस समय भ्रूण में दो और नये आनमन (Flexure) दिखाई देते हैं । कटि आनमन (Lumber flexure) तथा पुच्छ आनमन (Caudal flexure) कहते हैं ।
 - भ्रूण का आकार प्रश्न चिन्ह "?" के समान हो जाता है ।
 - आँखें पूर्ण रूप से विकसित हो जाती हैं ।
 - श्वसन तंत्र की दो फेफड़े कलिकाओं का विकास होता है ।
 - अतिरिक्त भ्रूणीय झिल्लियाँ विकसित हो जाती हैं ।



चित्र 8.4 : मुर्गी के भ्रूण की 96 घण्टे की अवस्था

5. 96 घण्टे का भ्रूण -

- भ्रूणीय ऐंठन अवस्था पूरी हो जाती है तथा भ्रूण 900 से घूम जाता है। देह स्पष्ट दीर्घा, धड़ एवं पुच्छ में बंटी होती है।
- हृदय में आलिन्द तथा निलय विकसित हो जाते हैं।
- नेत्र स्पष्ट हो जाते हैं इनमें लैन्स तथा रेटिना का विकास प्रारम्भ हो जाता है।
- मूत्र-जनन तंत्र में मीजोनफ्रिक नलिकाओं का विकास प्रारम्भ हो जाता है।
- पाचन तंत्र तथा श्वसन तंत्र विकसित हो जाते हैं।
- सोमाइट का विभेदन मायोटोम डमेटोम तथा स्केलेरोटोम में हो जाता है।
- बाह्य भ्रूणीय झिल्लियाँ विकसित हो जाती हैं।



चित्र 8.5 : मुर्गी के भ्रूण की 96 घंटे की अवस्था

नोट - 96 घण्टे यानि बार दिन के बाद पाँचवे दिन भ्रूण में चार कक्षों वाला हृदय निर्मित हो जाता है छठे दिन चोंच निर्मित हो जाती है 1 आठवे दिन तक भ्रूण में आँखों में गीत प्रारम्भ हो जाती है 1 बीसवें दिन ह्रूण में श्वसन प्रारम्भ हो जाता है। और कवच टूट जाता है तथा इक्कीसवें दिन अण्डे में स्फोटन (hatching) होती हैं तथा चूजा बाहर भ्रूण जाता है।

बोध प्रश्न

नोट : 1. अपने उत्तर दिये गये स्थान पर ही लिखें ।

2. अपने उत्तर इकाई के अन्त में दिये गये उत्तरों से मिलायें ।

निम्नलिखित प्रश्नों के उत्तर दो -

I. रिक्त स्थान भरो :

- i. मुर्गी का अण्ड..... परिवर्द्धन का उपयुक्त उदाहरण है ।
- ii. मुर्गी के अण्डे में होने वाला विदलन..... प्रकार का होता है ।
- iii. तत्रिका नलिका विकास की क्रिया..... कहलाती है ।
- iv. मुर्गी में कायखण्डों के निर्माण की क्रिया का अध्ययन.....ने किया था।
- v. 48 घण्टे में..... सोमाइटों का निर्माण होता है ।

II. सही उत्तर दिये गये कोष्ठक में लिखें ।

- i. आदि रेखा का अग्र फूला हुआ भाग कहलाता है :
 - (i) शीर्ष वलन
 - (ii) हैन्सन नोड
 - (iii) ब्लास्टोडर्म
 - (iv) एपिब्लास्ट
- ii. नोटोकार्ड स्पष्ट दिखाई देती है :
 - (i) 24 घण्टे में
 - (ii) 33 घण्टे में
 - (iii) 48 घण्टे में
 - (iv) 72 घण्टे में
- iii. पूर्ण रूप से परिपक्व अण्डे का स्फोटन होता है :
 - (i) 10 दिन पश्चात्
 - (ii) 20 दिन पश्चात्
 - (iii) 14 दिन पश्चात्
 - (iv) 21 दिन पश्चात्
- iv. कवच झिल्ली बनी होती है :
 - (i) की
 - (ii) किरेटिन की
 - (iii) कोलेजन की
 - (iv) एक्टिन की

- v. पक्षियों का ब्लास्टुला कहलाता है :
- (i) डिस्कोब्लास्टुला
 - (ii) एम्फब्लास्टुला
 - (iii) मीसोब्लास्टुला
 - (iv) पेरीब्लास्टुला

III. लघु प्रश्नों का उत्तर दें :

- (i) अण्ड झिल्ली (Egg membrane)

.....

- (ii) 72 घण्टे की प्रावस्था

.....

- (iii) बिम्बकोरक (Discoblastula)

.....

- (iv) काय खण्डों का निर्माण किस प्रकार होता है?

.....

8.5 सारांश (Summary)

मुर्गी का अण्डा क्लीडोइक प्रकार का होता है। इस प्रकार का अण्ड अपनी सभी आवश्यकताओं की पूर्ति करने में सक्षम होते हैं। इस तरह के अण्डे रेप्टाइल्स, एवीज तथा अण्डे देने वाले स्तनधारियों में पाये जाते हैं। मुर्गी का अण्डा बहु पीतकी होता है तथा इसमें विदलन अंशभंजी प्रकार का होता है। इसमें चार अतिरिक्त भ्रूणीय झिल्लियाँ जैसे एम्निऑन, कारिओन पीतक कोष (yolk sac) तथा एलेन्टोइस पायी जाती है। मुर्गी के अण्डे में कोरकभवन फिर गेस्टुलाभवन की क्रियाएँ होती हैं और तीनों जनन स्तरों का निर्माण होता है। अण्डे देने के 6 - 7 घंटे पश्चात् भ्रूणों में आदि रेखा का निर्माण होता है। आदि रेखा के शीर्ष भाग में हेन्सन की गाँठ पाई जाती है जो आगे चलकर शीर्ष प्रवर्ध (head process) बनाती हैं।

इसके पश्चात् तंत्रिका प्लेट तंत्रिका नली, नोटोर्काड और अत्रि का निर्माण होता है। मुर्गी के अण्डे सेहने के आधार पर 24 घण्टे, 33 घण्टे, 48 घण्टे, 72 घण्टे, 98 घण्टे की प्रावस्थाओं का अध्ययन किया गया है। इसमें 96 घण्टे तक मस्तिष्क का विकास हो जाते हैं। नेत्र स्पष्ट हो जाते हैं, पाचन तंत्र तथा श्वसन तंत्र विकसित हो जाते हैं, सोमका विभेदन मायोटोम, डर्मेटोम तथा स्कलेरोटोन में हो जाता

हैं। पाँचवें दिन हृदय के चार कक्षोंका निर्माण हो जाता है। छठे दिन चोंच बन जाती है। इस तरह से 21 दिन के बाद अण्डे स्ट्रूफन हो जाता है।

8.6 शब्दावली (Glossary)

तंत्रिका भवन	Neurulation
पृष्ठरज्जु का निर्माण	Notogenesis
आंत्र का निर्माण	Enterogenesis

8.7 संदर्भ ग्रंथ (Further Readings)

1. शर्मा, नन्दचल, भ्रौणिकी के मूल तत्व रमेश बुक डिपो, जयपुर
 2. सोनी, परिवर्धन जैविकी कॉलेज बुक सेन्टर, जयपुर
 3. रस्तोगी, डवलपमेंट बायोलोजी केदार नाथ रामनाथ, मेरठ
 4. शास्त्री एवं शुक्ला, डवलपमेंट बायोलौजी रस्तोगी पब्लिकेशन्स, मेरठ
-

8.8 बोध प्रश्नों के उत्तर (Answers to Self-assessment Questions)

- I. (i) क्लीडोइक (ii) अंशभंजी एवं बिम्बाभ
(iii) तंत्रिका भवन (iv) लिप्टन तथा जैकबसन
(v) 27 जोड़ी।
- II. (i) ii, (ii) iii (iii) iv (iv) ii (v) i
-

8.9 अभ्यासार्थ प्रश्न (Exercise Questions)

1. चूजे में तीन जनन् स्तरों तक के निर्माण का वर्णन करो।
2. सेहन के आधार पर चूजे के विकास का वर्णन करो।

इकाई 9 : चूजे की अतिरिक्त भ्रूणीय झिल्लियाँ

(Extra Embryonic Membranes in Chick)

इकाई की रूपरेखा (Outline of Unit)

- 9.0 उद्देश्य (Objectives)
 - 9.1 प्रस्तावना (Introduction)
 - 9.2 अतिरिक्त भ्रूणीय झिल्लियों का अर्थ
(Meaning of Extra Embryonic Membranes)
 - 9.3 चूजे में अतिरिक्त भ्रूणीय झिल्लियों के प्रकार
(Types of Extra Embryonic Membranes in Chick)
 - 9.4 चूजे में अतिरिक्त भ्रूणीय झिल्लियों का सामान्य परिवर्धन
(General development of Extra Embryonic Membranes in Chick)
 - 9.5 योक सेक की उत्पत्ति, संरचना, विकास व कार्य
(origin Structure Development of function of Yolk Sac)
 - 9.6 कोरिओन तथा एलेन्टायस की उत्पत्ति, संरचना, विकास व कार्य
(Development and Functions of Chorion and Amnion)
 - 9.7 एलेन्टायस की उत्पत्ति, संरचना, विकास व कार्य
(Origin, Structure, Development and Functions of Allantois)
 - 9.8 सारांश (Summary)
 - 9.9 शब्दावली (Glossary)
 - 9.10 संदर्भ ग्रन्थ (Further Readings)
 - 9.11 बोध प्रश्नों के उत्तर (Answers to Self-assessment Questions)
 - 9.12 अभ्यासार्थ प्रश्न (Exercise Question)
-

9.0 उद्देश्य (Objective)

इस इकाई को पढ़ने के पश्चात आप निम्न बिन्दु जानने योग्य हो जाएंगे ।

1. स्थलीय कशेरुकों में भ्रूण अपने परिवर्धन के दौरान अनुकूलन के लिए क्या उपाय करता है?
2. अनुकूलन के लिए कितने प्रकार की अतिरिक्त भ्रूणीय झिल्लियाँ बनती हैं व इन्हें अतिरिक्त भ्रूणीय झिल्लियाँ क्यों कहते हैं?
3. चूजे के परिवर्धन में अतिरिक्त भ्रूणीय झिल्लियों का निर्माण कैसे होता है?
4. चूजे में अतिरिक्त भ्रूणीय झिल्लियों की संरचना क्या होती है?
5. चूजे के परिवर्धन के दौरान इन झिल्लियों का विकास कैसे होता है?
6. चूजे में प्रत्येक अतिरिक्त धरणी झिल्ली क्या कार्य सम्पादित कर, भ्रूणीय अनुकूलन में सहायक होती है?

9.1 प्रस्तावना (Introduction)

उद्विकास के दौरान जब समुद्र में अनेक अकशेरुक व कशेरुक जिनमें विभिन्न प्रकार की मछलियां सम्मिलित थी, जलीय वातावरण में अपनी जगह बनाये रखने के लिए व अपनी जाति की निरंतरता के लिए संघर्षरत थे, ऐसे में कुछ प्राणी जल को त्यागकर थल की ओर भ्रमण करने लगे तथा भ्रूण पर अण्डक्षेपण करना आरम्भ कर दिया था। थल पर उस समय अण्ड या भ्रूण के लिए परभक्षी का अभाव था तथा उनको जल की तीव्र धारा का सामना भी नहीं करना पड़ा, उन ऑक्सीजन की भी कमी नहीं थी।

इतने लाभ होते हुए भी थलीय अनुकूलन के लिए कुछ अण्डों की संरचना में निम्न परिवर्तन देखे गये

1. **सुरक्षा (Defense)** : स्थलीय अण्डों में शुष्क वातावरण में सुरक्षा के लिए एल्यूमीन स्तर, कवच कलाएं व कठोर कवच का निर्माण हुआ।
2. **पोषण (Nutrition)** : क्योंकि ऐसे अण्डों में परिवर्धन लम्बे समय तक होता है जिससे ऐसे युवा उत्पन्न हो जो अपने आपको शत्रुओं से बचाव कर सके। अतः ऐसी अवस्था में अण्ड में पोषक पदार्थ अधिक योक के रूप में उपस्थित होता है।

ऐसे अण्डों में वातावरणीय अनुकूलन के लिए परिवर्धन के दौरान चार प्रकार की अतिरिक्त भ्रूणीय खिल्लियां निर्मित होती हैं- **योक सेक, कोरिओन, एम्निओन व एलेन्टॉयस**। जिन कशेरुक जन्तुओं में ये खिल्लियां बनती हैं, एम्निओट्स (amniotes) कहलाते हैं। ऐसे प्राणी हैं-सरीसृप, पक्षी व स्तनी।

नोट :

1. ऐसे कशेरुक जिनमें अतिरिक्त भ्रूणीय खिल्लियां नहीं बनती एनएम्निओट्स (Anamniotes) कहलाते हैं। जैसे- साइक्लोस्टोम्स मीन व उभयचर।
2. यूथीरियन स्तनी के अण्डे सूक्ष्मपीतकी (microlecithal) होते हैं। अतः संग्रहित योक की मात्रा परिवर्धनशील भ्रूण की आवश्यकताओं को पूरी नहीं कर पाती। इनमें भ्रूण मातृ गर्भाशय में धंसकर मातृरक्त से प्लेसेन्टा के माध्यम से आवश्यक पदार्थ प्राप्त करता है। इसका अध्ययन इकाई 10 में करेंगे। प्लेसेन्टा निर्माण में अतिरिक्त भ्रूणीय खिल्लियां भाग लेती हैं।

ये खिल्लियां भ्रूण को सूखने से बचाने, पोषण, श्वसन, उत्सर्जन इत्यादि क्रियाएं सम्पादित कराने में भ्रूणीय अनुकूलन प्रदान करती हैं। इस इकाई में आप चूजे में अतिरिक्त भ्रूणीय खिल्लियों की उत्पत्ति, संरचना, विकास व कार्य का विस्तृत अध्ययन करेंगे।

9.2 अतिरिक्त भ्रूणीय खिल्ली का अर्थ (Meaning of extra embryonic membrane)

जैसा आप इकाई 8 में अध्ययन कर चुके हैं कि चूजे में ब्लास्टोडर्म एक छोटी बिम्ब के रूप में बनती है, जो धीरे-धीरे परिधि पर फैलते हुए अण्ड को घेर लेती है। बिम्ब का केन्द्रीय भाग पारदर्शी होता है, वह **ऐरिया पेल्सिडा (Area Pellucida)** कहलाता है तथा परिधीय भाग अपारदर्शी होने के कारण **ऐरिया ओपेका (Area opaque)** कहलाता है। केन्द्रीय भाग से भ्रूण का निर्माण होता है जबकि ऐरिया ओपेका से अतिरिक्त भ्रूणीय भाग बनाता है।

इनको अतिरिक्त भ्रूणीय खिल्लियां इसलिए कहते हैं क्योंकि ये भ्रूण के निर्माण में सीधे भाग नहीं लेती, यद्यपि भ्रूणीय परिवर्धन में इनका महत्वपूर्ण योगदान होता है।

9.3 चूजे में अतिरिक्त भ्रूणीय झिल्लियों के प्रकार (Types of Extra Embryonic Membranes in Chick)

चूजे में चार प्रकार की अतिरिक्त भ्रूणीय झिल्लियां पायी जाती हैं

1. योक सेक (Yolk Sac)
2. कोरिओन (Chorion) या सिरॉसा (Serosa)
3. ऐम्नियोन (Amnion)
4. एलेन्टायस (allantois)

बोध प्रश्न - 1

1. चूजे में ब्लास्टोडर्म के किस भाग से अतिरिक्त भ्रूणीय झिल्लियों का निर्माण होता है ।
2. इन्हें अतिरिक्त भ्रूणीय झिल्लियां क्यों कहते हैं?
3. क्या अतिरिक्त भ्रूणीय झिल्लियां भ्रूणीय परिवर्धन में सहायक होती है?

9.4 चूजे में अतिरिक्त भ्रूणीय झिल्लियों का सामान्य परिवर्धन (General Development of Extra Embryonic Membranes in Chick)

चूजे में तन्त्रिका भवन या न्यूरुलेशन के समय पार्श्व प्लेट मीसोडर्म विपाटन के फलस्वरूप दो स्तर बनाती है- बाह्य **कायिक मीसोडर्म** व आन्तरिक **स्पेलेक्वियक मीसोडर्म** । इन दोनों मिसोडर्म के मध्य देहगुहीय अवकाश (Coelomic cavity) बन जाता है ।

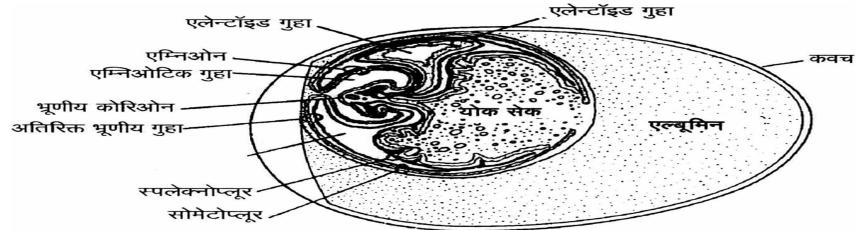
एक्डोडर्म व कायिक मीसोडर्म **सोमेटोप्लर** (somatopleure) बनाती हैं । स्पेलेक्विन मीसोडर्म व एण्डोडर्म मिलकर स्पलेक्नोप्लर (Splanchnopleure) बनाती है । चारों प्रकार की अतिरिक्त भ्रूणीय झिल्लियां दो जनिज स्तरों (germinal layer) की बनी होती हैं ।

बोध प्रश्न - 2

1. सभी प्रकार की अतिरिक्त भ्रूणीय झिल्लियों में कौनसा जननिक स्तर अवश्य होता है?
.....
2. सोमेटोप्लर किन दो स्तरों की बनी होती है?
(i)..... (ii).....
3. स्पलेक्नोप्लर किन दो स्तरों की बनी होती है ।
(i)..... (ii).....

9.5 योक सेक की उत्पत्ति, संरचना, विकास व कार्य (Origin, Structure, Development and Function of Yolk Sac)

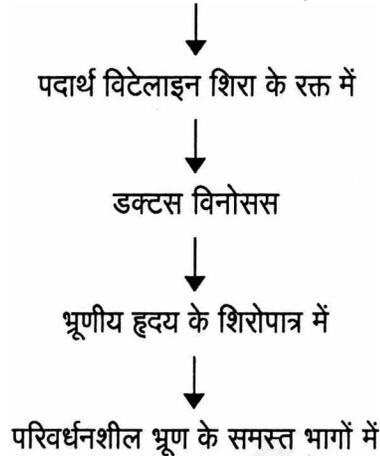
1. चारो अतिरिक्त भ्रूणीय झिल्लियों में प्रकट होने वाली यह पहली झिल्ली होती है। स्पलेक्नोप्लूर योक के ऊपर फैलता हुआ पूरे पीतक को घेर लेता है। इस प्रकार कोशनुमा संरचना बनती है जिसे योक सेक (yolk Sac) कहते हैं।
2. योक सेक की संरचना में बाह्य स्पलेक्निक मीसोडर्म व आन्तरिक एण्डोडर्म होती है।



चित्र 9.1 : चूजे के आरम्भिक परिवर्धन के दौरान अतिरिक्त भ्रूणीय झिल्लियां-कवचयुक्त अण्ड में भ्रूण का अनुप्रस्थ काट योक सेक भ्रूणीय आहार नाल के मध्यांत्र भाग से जुड़ा रहता है। योक वृन्त (Yolk Stalk) द्वारा योक सेक अब भी भ्रूणीय आत्र की भित्ति के सम्पर्क में रहता है। इस समय भ्रूणीय आहार नाल की गुहा व योक सेक की गुहा प्रत्यक्ष रूप से एक-दूसरे से जुड़ी रहती हैं परन्तु योक का अभिगमन इस पथ द्वारा नहीं होता। योक की एण्डोडर्म योक में धंसकर अनेक वलन (folds) बनाती है। इन वलनों को योक सेक पट (yolk sac septa) कहते हैं।

योक सेक में ओम्फेलोमिसेन्ट्रीक (वीटेलाइन) वाहिनिया फैलने लगती है। योक वृन्त के संकरे होने के कारण ओम्फेलोमिसेन्ट्रीक धमनी व ओम्फेलोमिसेन्ट्रीक शिरा एक-दूसरे के पास भ्रूण जाती है तथा वलयों में उपस्थित होती हैं।

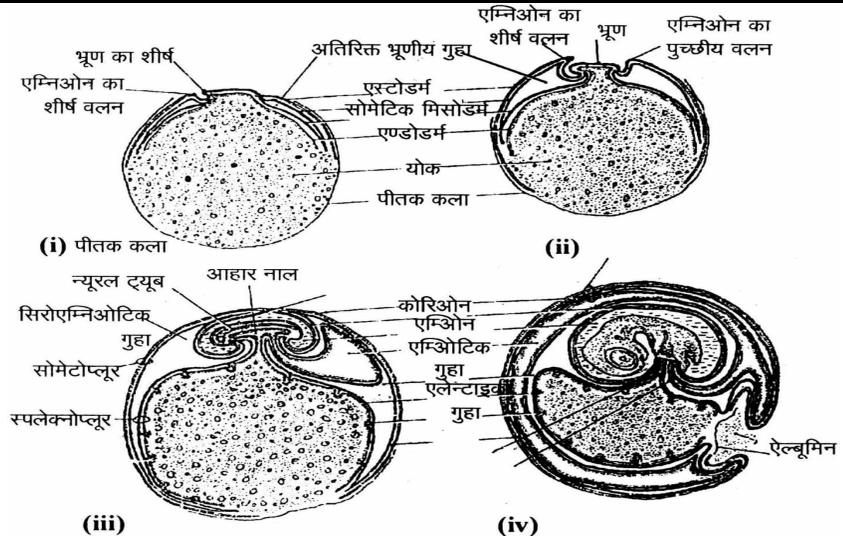
3. योक सेक निम्न कार्य सम्पादित करता है-
 - योक वृन्त से भ्रूणीय आहार नाल में सीधे योक नहीं पहुंचाता।
 - योक सेक की एण्डोडर्मल कोशिकाएं पाचक एन्जाइम्स का स्राव कर योक का पाचन करती हैं।
 - पचित भोजन निम्न प्रकार भ्रूणीय शरीर में पहुंचता है।



4. उष्मायन के 19वें दिन योक सेक भ्रूण की देह भित्ति में बंद हो जाता है। तत्पश्चायत योक सेक की भित्ति व योक तीव्रता से अदृश्य हो जाते हैं। प्रायोगिक तौर पर योक सेक का अवशोषण अण्डोद्गमन के पश्चात छः दिनों में पूर्ण होता है।
5. परिवर्धन के दौरान ऐल्बूमिन जल का हास कर अधिक गाढ़ा हो जाता है तथा आयतन में कम हो जाता है। उधर ऐलेन्टायस के निरंतर वृद्धि के कारण (जैसा आगे के पृष्ठों में जानेंगे) ऐल्बूमिन योक सेक में धंस जाता है तथा बाह्य भ्रूणीय परिसंचरण के माध्यम से- भ्रूण में अवशोषित होता है।

बोध प्रश्न - 3

1. एम्निओट्स में परिवर्धन के दौरान कौनसी अतिरिक्त भ्रूणीय झिल्ली सबसे पहले प्रकट होती है?
2. किस संरचना के द्वारा योक सेक भ्रूणीय आहार नाल से जुड़ा रहता है?
3. भ्रूण की आहार नाल के किस भाग से योक सेक जुड़ा रहता है?
4. योक के अवयव किसके द्वारा भ्रूण में पहुँचते हैं?
5. चूजे के परिवर्धन में योक का पाचन किसके द्वारा होता है?
6. चूजे के परिवर्धन में उष्मायन के किस दिन योक भ्रूणीय भित्ति में बंद हो जाता है?



चित्र 9.2 : चूजे में अतिरिक्त भ्रूणीय झिल्लियां

- (i) भ्रूण उष्मायन के दूसरे दिन; (ii) भ्रूण उष्मायन के तीसरे दिन : (iii) पांच दिन का भ्रूण : (iv) नौ दिन का भ्रूण (ऐल्बूमिन, कवच कलाओं व कवच को नहीं दिखाया गया है)

9.6 कोरिओन व एम्निओन की उत्पत्ति, संरचना, विकास व कार्य (Origin, Structure, Development and Function of Chorion and Amnion)

1. इन अतिरिक्त भ्रूणीय झिल्लियों की उत्पत्ति एक साथ होती है। दोनों का निर्माण भ्रूणीय सोमेटोप्लूर से होता है।
2. उष्मायन के 30 घंटे पश्चात सोमेटोप्लूर भ्रूण के पार्श्व (दायें व बाएं) से सिर के पृष्ठ तल की ओर दोहरे वलन के रूप में वृद्धि करता है (चित्र 9.1)। वृद्धि अग्र से पश्च सिरे की ओर होती है। इस प्रकार दोहरा सोमेटोप्लूरिक हुड बनता है जिसे एम्निओटिक शीर्ष वलन (amniotic head fold) कहते हैं (चित्र 9. 2(i))। इन दोनों वलन प्रवृद्धों के सम्पर्क में आ जाने से भ्रूणीय शीर्ष अतिरिक्त भ्रूणीय सोमेटोप्लूर से बनी एक दोहरी भित्ति के पाकेट से ढक जाता है।
3. उष्मायन के तीसरे दिन भ्रूण के पुच्छीय सिरे से भी उपरोक्त की भांति दो वलन विकसित होते हैं जो शीर्ष वलन के विपरीत अग्र सिरे की ओर बढ़ते जाते हैं। इन्हें एम्निओटिक पुच्छीय वलन (amniotic tail fold) कहते हैं (चित्र 9. 2(ii))।
4. सभी वलन भ्रूण के पृष्ठ पर आकर एक-दूसरे से समेकित हो जाते हैं, इसे सीरो एम्निओटिक संयोजक (sero amniotic connection) कहते हैं। इसी स्थान पर एक गहरा निशान बन जाता है। जिसे सिरो-एम्निओटिक रेफे (sero amniotic raphe) कहते हैं। चित्र 9.2 (iii) संयोजक स्थल गल जाते हैं। सोमेटोप्लूर से दो अतिरिक्त भ्रूणीय झिल्लियां बनती हैं। (चित्र 9.2(iv))
 - i. **बाह्य कोरिऑन** : जिसके सोमेटोप्लूर में निम्न स्तर होते हैं-
 - बाह्य अतिरिक्त भ्रूणीय एक्टोडर्म
 - आन्तरिक अतिरिक्त भ्रूणीय सोमेटिक मीसोडर्म
 - ii. **आन्तरिक एम्निओन** : जिसके सोमेटोप्लूर में निम्न स्तर होते हैं-
 - बाह्य अतिरिक्त भ्रूणीय सोमेटिक मीसोडर्म
 - आंतरिक अतिरिक्त भ्रूणीय एक्टोडर्म
5. कोरिओन फैलती जाती है तथा योक सेक व ऐल्बूमिन के सम्पर्क में भ्रूण जाती है। (चित्र 9.2(iv))
6. एम्निओन भ्रूण को पूरी तरह ढके रहती है परन्तु शीघ्र ही दोनों के मध्य गुहा उत्पन्न हो जाती है, जिसे एम्निओटिक गुहा (amniotic cavity) कहते हैं। गुहा एम्निओटिक द्रव या लिकर एम्निओनाई (liquor amnioni) से भरी रहती है। द्रव का निर्माण एम्निओन स्पीथीलियम द्वारा होता है।
7. एम्निओन व कोरिओन के मध्य सीरो-एम्निओटिक गुहा (sero-amniotic cavity) बनती है जो अतिरिक्त भ्रूणीय देहगुहा (extra embryonic coelom) कहलाती है।
8. आप आगे जानेंगे कि ऐलेनटॉयस भी विकसित होकर कोरिओन व एम्निओन के सम्पर्क में आती है।

9. इस प्रकार कोरिओन सभी भ्रूणीय कलाओं के सम्पर्क में आती है।
10. **कोरिओन के कार्य** (Function of chorion) : भ्रूणीय परिवर्धन की बाद की अवस्थाओं में एलेन्टायस के कोरिओन के साथ मिलने से बनी एलेन्टोकोरियोनिक झिल्ली रक्त से संचरित रहती है। यह स्तर अण्डे के छिद्रयुक्त कवच से सम्पर्क करती है तथा गैसों के आदान-प्रदान अर्थात् श्वसन में सहायक होती है जब तक चूजा अपनी चोंच से कवच को तोड़ कर श्वास नहीं लेता ।
11. **एम्निओन के कार्य** (Function of amnion)
- भ्रूण की सुरक्षा
 - सूखने से बचाना
 - एम्निओन की मिसोडर्म विभेदीकृत होकर पेशियाँ बनाती है। इस प्रकार एम्निओटिक पेशियाँ व एम्निओटिक द्रव भ्रूण के लिए आघातों से भ्रूण को सुरक्षा प्रदान करते हैं, जो उष्मायन के लिए मुर्गी के अण्ड पर बैठने से पहुंचते हैं ।
 - यह स्तर भ्रूण व कवच कलाओं को परस्पर चिपकने से बचाता है तथा भ्रूणीय संकुचन के समय घर्षण से सुरक्षा प्रदान करती है।
 - एम्निओटिक द्रव भ्रूण को लवणीय तरल माध्यम या समुद्री माध्यम प्रदान करता है, यद्यपि अण्ड शुष्क स्थल पर रहता है ।
 - द्रव भ्रूण को गुरुत्वाकर्षण के विपरीत तैरने में सहायता करता है ।

बोध प्रश्न - 4

- चूजे के परिवर्धन में किन दो झिल्लियों का परिवर्धन एक साथ होता है?
 -
 -
- कौन से दो प्रकार के सोमेटोप्लूरिक वलन प्रवर्द्धों द्वारा एम्निओन व कोरिओन का निर्माण होता है?
 -
 -
- चूजे के परिवर्धन में शीर्ष वलन का निर्माण उष्मायन के आरम्भ से कितने समय बाद होता है?

.....

.....
- चूजे के परिवर्धन में सिरो-एम्निओटिक संयोजक का निर्माण कैसे होता है?
 -
 -
- एम्निओटिक गुहा में उपस्थित द्रव किसके द्वारा बनता है?
- चूजे के परिवर्धन के दौरान अतिरिक्त भ्रूणीय देहगुहा किन दो अतिरिक्त भ्रूणीय झिल्लियों के मध्य बनती है?

- (i) (ii)
7. भ्रूणीय परिवर्धन की बाद की अवस्था में कौन-सी भ्रूणीय झिल्ली कोरिओन के सम्पर्क में आती है व क्या कार्य करती है ।
.....
.....
8. चूजे के परिवर्धन में भ्रूण को सूखने से बचाने के लिए कौन सी अतिरिक्त भ्रूणीय झिल्ली प्रमुख योगदान देती है?
.....
.....
9. चूजे के परिवर्धन में भ्रूणीय गतियों के समय कौन भ्रूण को यांत्रिक आघातों से सुरक्षा प्रदान करता है?
.....
.....

9.7 एलेन्टायस की उत्पत्ति, संरचना, विकास व कार्य (Origin, Structure, Development and Function of Allantois)

1. यह झिल्ली अण्ड उष्मायन के तीसरे दिन (28 सोमाइट अवस्था) भ्रूणीय पश्चांत्र की अधर भित्ति की स्पेलेन्क्नोप्लूर से अन्धवर्द्ध (Diverticulum) के रूप में प्रकट होती है ।
2. एलेन्टायस की संरचना में बाह्य स्पेलेन्निक मीसोडर्म व आन्तरिक अतिरिक्त भ्रूणीय एण्डोडर्म होते हैं।
3. इसका समीपस्थ संकरा भाग योक वृन्त के ठीक पश्च में स्थित होता है इसे एलेन्टाइकवृन्त (Allantoic stalk) कहते हैं तथा दूरस्थ चौड़ा भाग एलेन्टाइक आशय (allantoic vesicle) कहलाता है ।
4. उष्मायन काल बढ़ने के साथ एलेन्टॉयस अतिरिक्त भ्रूणीय देहगुहा (योक सेक व कोरिओन के मध्य व एम्निओन व कोरिओन के मध्य) में निम्न प्रकार फैलता है ।
 - (i) पांचवे दिन आधे से अधिक भ्रूणीय भाग घिर जाता है ।
 - (ii) छठे दिन यह भ्रूण के अग्र भाग को ढकेलता है ।
 - (iii) आठवें दिन यह आधे योक सेक को घेर लेता है ।
 - (iv) दसवें दिन यह पूर्ण भ्रूण को घेर लेता है ।
 - (v) एलेन्टायस की मीसोडर्म सोमेटिक मीसोडर्म से सम्पर्क करती न स्तरीय एलेन्टोकोरिऑनिक झिल्ली बनाती है जो रक्त से अधिक संचारित रहती है । यह झिल्ली छिद्रयुक्त कठोर अण्डकवच से चिपक जाती है ।

नोट- योक सेक वृन्त व एलेन्टाइक वृन्त संयुक्त अप से नाभि रज्जु बनाते हैं यह रज्जु अण्डादगमन के समय टूट जाती है तथा एलेन्टाइक आशय कवच कला से एक झुर्रीदार कला के छप में जुड़ी रहती

है। रज्जु के भ्रूण से जुड़ने के स्थल पर घाव भर जाता है तथा चिन्ह नाभि (umbilicus) बन जाता है।

5. ऐलेन्टायस का कार्य-

- (i) यह मूत्राशय के रूप में कार्य करता है ।
- (ii) नाइट्रोजन उत्सर्जी पदार्थों को यूरिया व यूरिक अस्त के रूप में संग्रहित करता है । भ्रूण के आरम्भ में यूरिया बाद में यूरिक अम्ल बनता है । संग्रहण के अधिक मात्रा में बढ़ते रहने के कारण ऐलेन्टायस का आकार बढ़ता जाता है तथा भ्रूण को विषैले प्रभाव से सुरक्षा प्रदान करता है ।
- (iii) ऐलेन्टायस भ्रूणीय फुफ्फुस के रूप में कार्य करता है ।
- (iv) अण्ड कवच से कैल्सियम ऐलेन्टायस के रक्त में अवशोषित होकर भ्रूण को पहुँचाया जाता है, जिससे भ्रूण की अस्थियों की वृद्धि होती है।
- (v) कोरिओन के साथ ऐलेन्टायस एल्बूमिन को घेर कर पोषण के लिए अवशोषित करता है ।

बोध प्रश्न - 5

1. चूजे के परिवर्धन में ऐलेन्टायस का निर्माण उष्मायन प्रारम्भ से कब गरः होता है?
.....
.....
2. चूजे के ऐलेन्टायस की उत्पत्ति भ्रूण के किस अंग से होती है?
.....
.....
3. चूजे के ऐलेन्टायस की संरचना में कौन से दो स्तर भाग होते हैं?
.....
.....
4. चूजे में नाभि रज्जु की संरचना किन दो अतिरिक्त भ्रूणीय झिल्लियों के वृन्त से होती है?
.....
.....
5. चूजे के परिवर्धन में भ्रूणीय फुफ्फुस किसे कहते हैं?
.....
.....
6. चूजे के परिवर्धन के दौरान उत्सर्जन में कौन सी झिल्ली सहायक होती है?
.....
.....

9.9 सारांश (Summary)

स्थलीय कशेरुकों में अण्डक्षेपण तल पर होने के कारण भ्रूण को अनेक प्रकार की समस्याओं का सामना करना पड़ सकता है। भ्रूणीय विकास के दौरान सुरक्षा के लिए व अनेक क्रियाकलापों को जारी रखने के लिए भ्रूण के चारों ओर कुछ कलाओं का निर्माण होता है। जिन्हें **अतिरिक्त भ्रूणीय झिल्लियां** कहते हैं। यह झिल्लियां चार प्रकार की होती हैं- **योक सेक, कोरिऑन, एम्ब्रिओन व ऐलेन्टायस**। एम्ब्रिओन की उपस्थिति के कारण सरीसृप, पक्षी व स्तनी जैसे जन्तु **एम्ब्रिओट्स** कहलाते हैं। ये झिल्लियां परिवर्धन के आरम्भ में प्रकट होती हैं तथा भ्रूणीय वृद्धि के अनुसार लगातार बड़ी होती रहती हैं। **योक सेक** स्लेपेग्नोप्लूर के योक समूह पर फैलने से विकसित होता है। यह भ्रूणीय मध्यांत्र से जुड़ा रहता है। इसकी एण्डोडर्म से स्त्रावित एन्जाइम योक का पाचन कर पोषण भ्रूण को पहुंचाते रहते हैं। **कोरिऑन** व **एम्ब्रिओन** की उत्पत्ति सोमेटोप्लूर से एक साथ ही होती है। इनके निर्माण में शीर्ष व पुच्छ भाग की ओर एक-एक जोड़ी वलन बनते हैं, जो भ्रूण के मध्य पृष्ठ तल पर मिलकर इन झिल्लियों का निर्माण करते हैं। कोरिऑन ऐलेन्टायस के मिलकर भ्रूणीय श्वसन में सहायक होते हैं। एम्ब्रिओन भ्रूण को पृष्ठ तल पर घेर कर एम्ब्रिओटिक द्रव से घिरे सम्पुट का निर्माण करता है। द्रव को लवणीय तरल वातावरण प्रदान करता है जिसमें भ्रूण गुरुत्वाकर्षण के विरुद्ध तैरता रहता है। द्रव भ्रूण को सूखने, आघातों व घर्ष से सुरक्षा तथा भ्रूण व कवच कलाओं के परस्पर चिपकने से बचाता है। **ऐलेन्टायस** भ्रूणीय पश्चांत्र से अंधवर्द्ध के रूप में प्रकट होता है। ये स्पेलेन्क्नोप्लूर से निर्मित होता है। इसमें भ्रूणीय उत्सर्जी पदार्थ संग्रहित होते हैं। भ्रूण की आयु बढ़ने के साथ यह भी वृद्धि कर कोरिऑन व एम्ब्रिओन के मध्य वृद्धि करता हुआ योक सेक तक बढ़ जाता है। कोरिओन के साथ सम्पर्क कर बनी कोरियोऐलेन्टायस कला अण्ड कवच से चिपककर श्वसन में सहायक होती है।

9.10 शब्दावली (Glossary)

अतिरिक्त भ्रूणीय झिल्ली	Extra embryonic membrane
कशेरुक	Vertebrate
परभक्षी	Predators
सूक्ष्मपीतकी	Microlecithal
धमनी	Artery
शिरा	Vein
शिरोपात्र	Sinus venosus
उष्मायन	Incubation
अण्डक्षेपण	Oviposition
अण्डोद्गमन	Hatching
कवच	Shell
अंधवर्द्ध	Diverticulum
फुफ्फुस	Lung

9.11 संदर्भ ग्रंथ (Further Readings)

1. वेलिंस्की, एन इन्ट्रोडक्शन टू एम्ब्रियोलॉजी।, डब्ल्यू. वी. सान्डर्स कम्पनी (पांचवा भारतीय संस्करण)
 2. केम्पबेल एवं रीस, बायोलॉजी - बेन्जामिन क्यूमिंग पब्लिशिंग कम्पनी (सातवां संस्करण)
 3. कार्डेग, वटीब्रेट - कम्पेरेटिव एनाटोमी, फंशग, इवोल्यूशन, मैकग्रा - हील हायर एजुकेशन (तीसरा संस्करण)
 4. रस्तोगी एवं जयराज, डब्लेपमेंट बायोलॉजी, केदारनाथ रामनाथ मेरठ (चौथा संस्करण)
 5. शास्त्री एवं शुक्ला, डब्लेपमेंट बायोलॉजी, रस्तोगी पब्लिकेशन मेरठ
 6. टेलर व सहयोगी, बायोलॉजिकल साइंस, केम्ब्रिज यूनीवर्सिटी यू.के. (तीसरा संस्करण)
-

9.12 बोध प्रश्नों के उत्तर (Answers to self-assessment Questions)

बोध प्रश्न - 1

1. एरिया ओपेका
2. क्योंकि भ्रूण की संरचना में इसका योगदान नहीं होता ।
3. हां

बोध प्रश्न - 2

1. मीसोडर्म
2. (i) सोमेटिक मीसोडर्म (ii) एक्टोडर्म
3. (i) स्पलेक्नोप्लूर मीसोडर्म (ii) एण्डोडर्म

बोध प्रश्न- 3

1. योक सेक
2. योक वृन्त
3. मध्यांत्र
4. ओम्फेलोसिट्रिक शिरा जो योक सेक को भ्रूणीय हृदय से जोड़ती है ।
5. चूजे के परिवर्धन में योक का पाचन योक की एण्डोडर्मल कोशिकाओं द्वारा स्त्रावित एन्जमाइम्स की उपस्थिति में होती है ।
6. 19 वें दिन

बोध प्रश्न- 4

1. (i) एम्ओन (ii) कोरिओन
2. (i) शीर्ष वलन (ii) पुच्छीय वलन
3. 30 घंटे
4. चूजे के परिवर्धन में अतिरिक्त बाह्य सोमेटोप्लूर से बने सभी वलन - शीर्ष वलन, पुच्छीय वलन व पार्श्ववलन भ्रूण के पृष्ठ तल पर परस्पर समेकित हो जाते हैं । इस समेकन स्थल को सिराएम्निओटिक संयोजक कहते हैं ।
5. एम्निओटिक एपीथिलियम द्वारा

6. एम्निओन व कोरिऑन
7. भ्रूणीय परिवर्धन के बाद की अवस्था में एलेन्टायस कोरिओन के सम्पर्क में आकर वेलेन्टोकोरिऑन बनाती है तथा श्वसन में सहायक होती है ।
8. एम्निओन
9. एम्निओटिक द्रव

बोध प्रश्न-5

1. तीसरे दिन
2. पश्चांत्र
3. बाह्य स्पेलेम्निक मिसोडर्म + आन्तरिक अतिरिक्त भ्रूणीय एण्डोडर्म
4. योक सेक (i) एलेन्टायस
5. एलेन्टायस
6. एलेन्टायस

9.13 अभ्यासार्थ प्रश्न (Exercise Question)

1. रिक्त स्थान भरो-
1. चूजे के भ्रूण के पश्च सिरे से उत्पत्तित होने वाली अतिरिक्त भ्रूणीय झिल्ली..... होती हैं ।
2. चूजे के भ्रूण के श्वसन में सहायक होती है ।
3. योक सेक का निर्माण के योक पर फैलने के कारण होता है ।
4. योक सेक की भित्ति में वाहिनियां फैली रहती हैं ।
5. चूजे में बाह्य..... व आन्तरिक योक सेक के निर्माण में भाग लेते हैं।
6. चूजे में व अतिरिक्त भ्रूणीय झिल्लियां एक साथ प्रकट होती है ।
7. एम्निओट्स में सोमेटिक मिसोडर्म व एम्टोडर्म संयुक्त रूप से कहलाती
8. एम्निओट्स में स्पलेक्निक मीसोडर्म व एण्डोडर्म कहलाती है ।
9. चूजे के भ्रूण व छातेनुमा सोमेटोप्लूर के मध्य उपस्थित गुहा कहलाती है ।
10. चूजे के भ्रूण की आन्तरिक आघातों से सुरक्षा झिल्ली करती है ।
11. चूजे के भ्रूण में उत्सर्जी पदार्थों को हटाकर संग्रहित करने वाली झिल्ली... कहलाती है ।
12. चूजे के परिवर्धन के दौरान सोमेटिक मिसोडर्म व स्पलेक्निक मीसोडर्म के समीप आने से बनी कला.. कहलाती है ।
13. चूजे में नाभि रज्जु के निर्माण में..... व..... भाग लेती है ।
14. एम्निओट्स के परिवर्धन के समय..... द्रव भ्रूण को घर्षण से बचाता है ।
15. एम्निोटिक परिवर्धन में एम्निओन व कोरिऑन के मध्य स्थित गुहा कहलाती है ।
16. चूजे के परिवर्धन की अन्तिम अवस्था में..... व..... झिल्ली ऐल्बूमिन का अवशोषण करने में समक्ष होती है ।
17. चूजे के भ्रूण को समुद्री माध्यम प्रदान करने वाला द्रव..... से बनता है ।

2. निम्न का लघु उत्तर दीजिए-

1. एलेन्टायस की उत्पत्ति कैसे होती है?
2. एम्निओन की संरचना का वर्णन कीजिए?
3. एलेन्टोकोरियोनिक झिल्ली के निर्माण का वर्णन कीजिए ।
4. एम्निओटस के भ्रूण की अस्थियों की वृद्धि में एलेन्टायस की भूमिका का वर्णन कीजिए ।
5. चूजे की सुरक्षा में एम्निओन की भूमिका का वर्णन कीजिए ।
6. चूजे के श्वसन में कोरिऑन व एलेन्टायस की संयुक्त रूप से क्या भूमिका होती है ।
7. चूजे में योक सेक की उत्पत्ति का वर्णन कीजिए ।
8. परिवर्धनशील चूजे को पोषण प्रदान में योक सेक की क्या भूमिका होती है ।
9. चूजे के परिवर्धन में भ्रूण के बाहर बनने वाली एम्निओन / योक सेक / एलेन्टायस / कोरिऑन अतिरिक्त भ्रूणीय झिल्लियां क्यों कहलाती हैं?
10. एम्निओटिक द्रव के कार्य का वर्णन कीजिए ।

3. विस्तार से उत्तर दीजिए-

1. अतिरिक्त भ्रूणीय कलाएं क्या हैं? कोरिऑन व एलेन्टायस की उत्पत्ति, संचरना, विकास व कार्य का वर्णन कीजिए ।
2. एलेन्टायस की उत्पत्ति व संरचना का वर्णन कीजिए । समझाइए की यह किस प्रकार भ्रूणीय मूत्राशय के रूप में कार्य करती है ।
3. योक सेक की उत्पत्ति, संरचना व विकास का वर्णन करें तथा इसकी भ्रूण को पोषण प्रदान करने की भूमिका पर टिप्पणी लिखिए ।
4. अतिरिक्त भ्रूणीय झिल्लियों के भ्रूणीय अनुकूलन पर प्रकाश डालिए ।

इकाई 10: स्तनधारियों में अपरा (Placentation in Mammals)

इकाई की रूपरेखा (Outline of Unit)

- 10.0 उद्देश्य (Objectives)
 - 10.1 प्रस्तावना (Introduction)
 - 10.2 प्लैसेन्टा का अर्थ (Meaning of Placenta)
 - 10.3 प्लैसेन्टा की परिभाषा (Definition of Placenta)
 - 10.4 प्लैसेन्टा के प्राप्ति स्थल (Occurance of Placenta)
 - 10.5 प्लैसेन्टा का परिवर्धन (Development of Placenta)
 - 10.6 प्लैसेन्टा की संरचना (Structure of Placenta)
 - 10.7 प्लैसेन्टा का वर्गीकरण (Classification of Placenta)
 - 10.8 प्लैसेन्टा का कार्य (Function of Placenta)
 - 10.9 सारांश (Summary)
 - 10.10 शब्दावली (Glossary)
 - 10.11 संदर्भ ग्रंथ (Further Readings)
 - 10.12 बोध प्रश्नों के उत्तर (Answers to self-assessment Questions)
 - 10.13 अभ्यासार्थ प्रश्न (Exercice Questions)
-

10.0 उद्देश्य (Objectives)

इस इकाई को पढ़ने के पश्चात आप निम्न बिन्दु जानने योग्य हो जायेंगे-

1. स्तनधानियों में गर्भाशय में रहते हुए भ्रूण को पोषण किस संरचना अर्थात प्लैसेन्टा द्वारा प्राप्त होता है?
 2. प्लैसेन्टा का परिवर्धन कैसे होता है।
 3. प्लैसेन्टा की संरचना क्या होती है?
 4. स्तनधारियों में विभिन्न आधारों पर प्लैसेन्टा कितने प्रकार के होते हैं?
 5. प्लैसेन्टा का क्या कार्य सम्पादित करना है?
-

10.1 प्रस्तावना (Introduction)

पूर्व की इकाईयों 7, 8, 9 में आपको ज्ञात हो चुका है कि भ्रूणीय परिवर्धन में कोशिका विभाजन, कोशिकीय वृद्धि तथा कोशिकीय विभेदन होता है। इन कार्यों के लिए प्रोटोप्लाज्म व ऊर्जा की आवश्यकता होती है। अतः परिवर्धनशील भ्रूण को पोषण जैसे कार्बोहाइड्रेट्स, अमीनोअम्ल, कुछ मिनरल्स व ऑक्सीजन की सतत सप्लाई आवश्यक होती है।

थेरियन स्तनधारियों में अल्पपीतकी (Microlecihal) अण्ड उपस्थित होते हैं। पीतक अर्थात योक की अल्पमात्रा के कारण भ्रूण को परिवर्धन हेतु पर्याप्त मात्रा में पोषण प्राप्त नहीं हो पाता। इस कारण भ्रूण परिवर्धन की आरम्भिक अवस्था में गर्भाशय द्रव से पोषण प्राप्त करता हुआ धीरे धीरे माता के

गर्भाशय में रोपित हो जाता है तथा अपरा या प्लैसेन्टा नामक संरचना भ्रूण व मातृ शरीर में पोषणी सम्बन्ध स्थापित कराती है व गर्भकाल के दौरान अन्य सम्बन्धित कार्य सम्पन्न करवाती है । इस इकाई में प्लैसेन्टा का अर्थ, परिभाषा, उत्पत्ति व परिवर्धन, संरचना, प्रकार व कार्य का अध्ययन करेंगे ।

10.2 प्लैसेन्टा का अर्थ (Meaning of Placenta)

प्लैसेन्टा (Placenta) शब्द लेटिन भाषा से लिया गया है जिसका अर्थ (Flacake) (चपटा केक) या Bun बन क्योंकि यह संरचना खाने वाले केक या बन की भांति होती है ।

10.3 प्लैसेन्टा की परिभाषा (Definition of Placenta)

- प्लैसेन्टा को निम्न विभिन्न प्रकारों से परिभाषित किया गया है-
- हार्वे के अनुसार प्लैसेन्टा मातृ रक्त के विस्तार से बनता है ।
- मेथ्यू के अनुसार प्लैसेन्टा भ्रूणीय फुफुस (foetal lung) होता है ।
- जेक्सन के अनुसार प्लैसेन्टा चूहा व मातृ शरीर में कार्यकीय सेतु (physiological bridge) की तरह कार्य करता है ।
- ओहोग्रासर के अनुसार प्लैसेन्टा वह संरचना है जो भ्रूण व मातृ शरीर के मध्य परस्पर कार्बनिक सम्बन्ध (organic connection) स्थापित करता है ।

बोध प्रश्न - 1

1. किसके अनुसार प्लैसेन्टा भ्रूणीय फुफुस होता है?
.....
2. कौन सी संरचना भ्रूण व मातृ शरीर में कार्यकीय सेतु के रूप में कार्य करती है?
.....
3. कौन सी संरचना भ्रूण व मातृ शरीर के मध्य कार्बनिक सम्बन्ध स्थापित कराती है?
.....

10.4 प्लैसेन्टा के प्राप्ति स्थल (Occurance of Placenta)

स्तनधारियों के अतिरिक्त प्लैसेन्टा का निर्माण कुछ अन्य जन्तुओं में भी होता है। उदाहरण- परिपेट्स (Paripatus), साल्पा (Salpa), शार्क मछली मस्टेलस लेविस (Mustelus laevis), कुछ छिपकली व सर्प ।

10.5 प्लैसेन्टा का परिवर्धन (Development of Placenta)

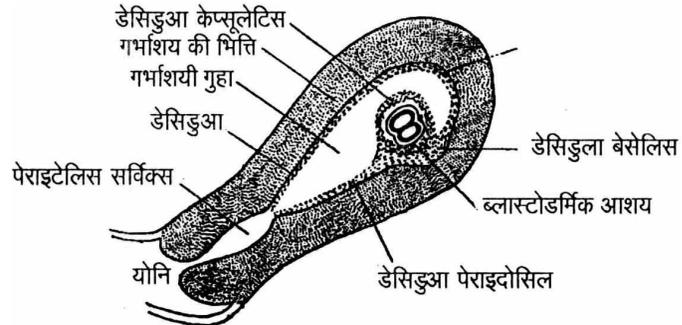
1. प्लैसेन्टा की उत्पत्ति दोहरी होती है- मातृ गर्भाशय से व अतिरिक्त भ्रूणीय झिल्लियों- कोरिआन एलेन्टायस व योक कोश से।
2. प्लैसेन्टा एक अस्थाई संरचना है जो गर्भावस्था के आरम्भ में बनती है तथा गर्भावस्था की समाप्ति के साथ समाप्त हो जाती है।

बोध प्रश्न - 2

1. प्लैसेन्टा कैसी संरचना है?

-
2. प्लैसेन्टा कब बनता है?
.....
3. प्लैसेन्टा कब समाप्त हो जाता है?
.....
4. ब्लास्टोसिस्ट अवस्था में भ्रूण के रोपण के पश्चात गर्भाशय की भित्ति की एन्डोमेट्रियम मोटी होकर डेसिडुआ (decidua) कहलाती है । इसके तीन प्रकार होते हैं ।
.....

- i. डेसिडुआ बेसेलिस (decidua basalis) : जिसमें प्लेसेन्टा का निर्माण होता है ।
- ii. डेसिडुआ केप्सुलेरिस (decidua capsularis) जो भ्रूण को गर्भाशय गुहा से पृथक करता है।
- iii. डेसिडुआ पैरीटेलिस (decidua parietalis) गर्भाशयी गुहा अस्तरित करता है ।



चित्र 10.1 : स्तनी में द्विआशयी ब्लास्टोसिस्ट का गर्भाशयी डेसिडुआ में रोपण

बोध प्रश्न - 3

1. डेसिडुआ क्या है?
.....
2. डेसिडुआ में कितने स्तर होते हैं?
.....
3. डेसिडुआ में उपस्थित स्तरों के नाम बताएं ।
.....
4. डेसिडुआ के उस स्तर का नाम क्या है जो भ्रूण को गर्भाशय गुहा से पृथक करता है।
.....
5. प्लेसेन्टा निर्माण में भाग लेने वाले डेसिडुआ का नाम बताइये ।
.....
6. डेसिडुआ का कौन सा स्तर गर्भाशयी गुहा को अस्तरित करता है ।
.....

4. अतिरिक्त भ्रूणीय भाग के कोरिओन से कोरिऑनिक विलाई का निर्माण निम्न चरणों में होता है:

10.6 प्लेसेन्टा की संरचना (Structure of Placenta)

10.6.1 प्लेसेन्टा की संरचना में दो भाग होते हैं जो एक - दूसरे से नजदीकी सम्बन्ध रखते हैं

- i. **मातृ भाग** (Maternal part) गर्भाशयी एन्डोमेट्रियम से बनता है ।
- ii. **भ्रौणिक भाग** (Foetal part) यह अतिरिक्त भ्रूणीय झिल्लियों से बनता है (जिनका विस्तृत वर्णन इकाई 9 में किया गया था) । कोरिऑन के विलाई गर्भाशयी एन्डोमेट्रियम से सम्बन्ध बनाते हैं । कोरिऑन की संरचना में निम्न भाग होते हैं ।

सिन्सीशियल ट्रोफोब्लास्ट + साइटोट्रोकोब्लास्ट + बाह्य भ्रूणीय मिसोडर्म

कोरिऑनिक विलाई को भ्रूणीय रक्त सप्लाई योक सेक के पीतक परिवहन से या एलेन्टायस के परिवहन से होती है । इस प्रकार भ्रूण को केवल भ्रूणीय रक्त की सप्लाई होती है ।

10.6.1 प्लेसेन्टा की औतिकीय संरचना (Histological structure of placenta) में छः निम्न स्तर होते हैं .

- i. **मातृ भाग में (Maternal part)**
 - रक्त कोशिका एण्डोथीलियम
 - गर्भाशयी संयोजी ऊतक
 - गर्भाशयी एपीथीलियम
- ii. **भ्रौणिक भाग (Foetal part) : कोरिऑनिक विलाई**
 - भ्रूणीय संयोजी ऊतक
 - भ्रूणीय रक्त कोशिका एण्डोथीलियम

बोध प्रश्न - 5

1. स्तनी प्लैसेन्टा के कौन से दो मुख्य भाग होते हैं-
(1).....
(2).....
2. स्तनी प्लैसेन्टा की भौतिकी संरचना में भाग लेने वाले स्तरों के नाम बताइये?
.....
3. स्तनी प्लैसेन्टा में कोरिऑनिक विलाई किन दो भ्रूणीय झिल्लियों से रक्त की सप्लाई प्राप्त करते हैं?
.....

10.7 प्लैसेन्टा का वर्गीकरण (Classification)

प्लैसेन्टा का वर्गीकरण अनेक आधारों पर किया गया है-

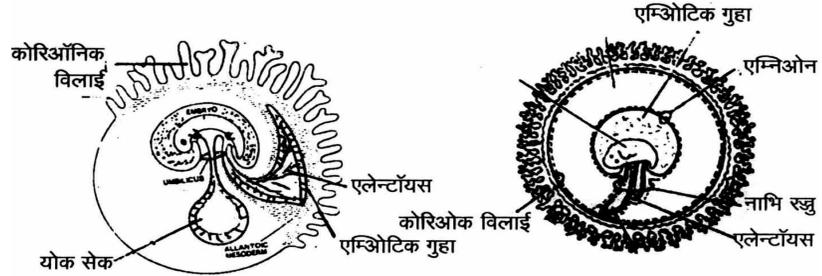
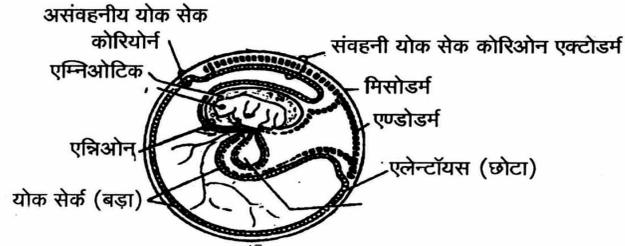
10.7.1 प्लैसेन्टा निर्माण में भाग लेने वाली अतिरिक्त भ्रूणीय ।साल्क्स के आधार पर या उत्पत्ति के आधार पर तीन प्रकार के होते हैं-

- i. **कोरियोवितेलाइन या योक सेक प्लेसेन्टा** (chorio-vitelline or Yolk sac placenta)
 - a. यह आदिम प्रकार का प्लेसेन्टा अल्पविकसित होता है।

- b. योक सेक बड़ा होकर व विलाई बनाकर कोरिओन के सम्पर्क में आ जाता है।
- c. एलेन्टायस छोटा रह जाता है तथा कोरिओन से सम्पर्क नहीं बना पाता।
- d. उदाहरण- मार्सूपियलस में जैसे मेक्रोपस (कंगारु) व डाइडेल्फिस (आपोसम)।
(नोट- एर्नेसिअस (झाऊ चूहा))

ii. कोरियो-एलेन्टाइक प्लेसेन्टा (Chorio-allantoic placenta)

- a. एलेन्टायस बड़ा होकर व विलाई बनाकर कोरिओन से सम्पर्क स्थापित करता है। सम्पर्क क्षेत्र रक्त से अधिक संचरित रहता है।
- b. अधिक कोरिओनिक विलाई का निर्माण होता है।
- c. योक सेक छोटा रह जाता है तथा कोरिओन से सम्पर्क नहीं करता।
- d. उदाहरण- मार्सूपियलस जैसे पैरामोलिस डेसीयरस व यूथीरियन स्तनी



चित्र 10.3 : अतिरिक्त भ्रूणीय झिल्लियों या उत्पत्ति के आधार पर प्लेसेन्टा के प्रकार

iii. कोरिओनिक प्लेसेन्टा (Chorionic placenta)

- (a) इसमें प्रमुख रूप से कोरिओनिक ट्रोफोब्लास्ट मोटी हो जाती है ।
- (b) एलेटोयस छोटी रह जाती है परन्तु इसकी मिसोडर्म तथा रक्तवाहिनीयाँ कोरियान के सम्पर्क में आ जाते हैं।

उदाहरण- मानव, ऐप्स

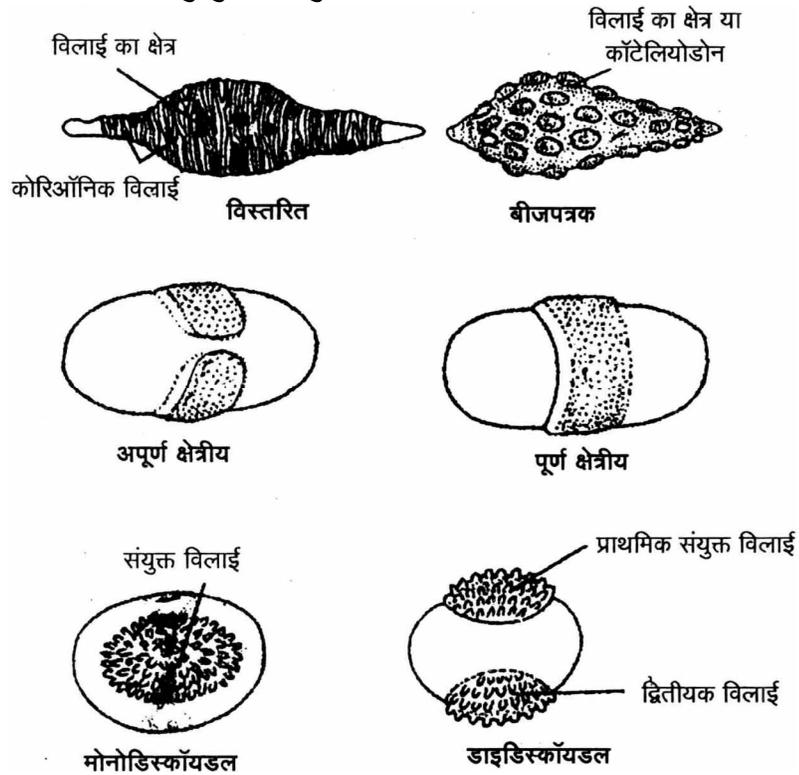
10.7.2 मातृ भाग व भ्रूणीय भाग में घनिष्ठता के आधार पर

प्लेसेन्टा निम्न तीन प्रकार के होते हैं

- i. अर्द्ध प्लेसेन्टा या नानडेसी ड्यूए प्लेसेन्टा : सम्बन्ध अधिक घनिष्ठ नहीं होता तथा प्रसव के समय भ्रूणीय विलाई गर्भाशयी भित्ति को बिना नष्ट किए पृथक हो जाते हैं ।

उदाहरण- मार्सूपियल्स, अंगुलेदस जैसे- घोड़े, सूअर, गधा

- ii. **डेसीड्यूए प्लेसेन्टा (Deciduate placenta)** : सम्बंध अधिक घनिष्ठ होता है जिस कारण प्रसव के समय भ्रूणीय भाग के साथ गर्भाशयी भित्ति का भाग भी बाहर आ जाता है। उदाहरण- उच्च यूथीरियन स्तनी-कुत्ता, खरगोश, मानव आदि।
- iii. **कान्ट्राडेसी ड्यूए प्लेसेन्टा (Contra deciduate placenta)** : सम्बद्ध अधिक घनिष्ठ होता है। प्रसव के समय प्लेसेन्टा का कोई भाग बाहर नहीं आता। प्लेसेन्टा का भ्रूणीय भाग गर्भाशय में ही रह जाता है। मातृ ल्यूकोसाइट्स भ्रूणीय भाग को भक्षण द्वारा नष्ट कर देती हैं। नष्ट हुआ भाग अवशोषित हो जाता है। उदाहरण- पेरामेलिस (बेन्डीकूट) व टाल्पा (मोल)
- कोरिऑनिक विलाई के वितरण के आधार पर प्लेसेन्टा चार प्रकार के होते हैं।
- i. **विसरित प्लेसेन्टा (Diffused placenta)** : विलाई कोरिऑन की पूर्ण सतह पर फैले रहते हैं। उदाहरण - खुरयुक्त जन्तु- सुअर, घोड़े, प्राइमेट्स में लीमर, व्हेल।
- ii. **बीज पत्रक प्लेसेन्टा या कॉअलिडनरी प्लेसेन्टा (Cotyledonary placenta)** : विलाई स्पष्ट समूहों में वितरित होते हैं। शेष सतह चिकनी रहती है। उदाहरण- भैंस, गाय, भेड़, बकनी, हिरन जैसे खुरयुक्त जन्तु।



चित्र 10.4 : कोरिऑनिक विलाई के वितरण के आधार पर प्लेसेन्टा के प्रकार

- iii. **क्षेत्रीय प्लेसेन्टा (Zonary placenta)** : विलाई एक निश्चित बैंड या करधनी (बैल्ट) के रूप में व्यवस्थित होते हैं तथा ब्लास्टोसिस्ट के मध्यम भाग को घेरते हैं। यह दो प्रकार की होती है।
- a. **अपूर्ण ज़ोनरी-बैण्ड** अपूर्ण होता है। उदाहरण-रेकून
- b. **पूर्ण ज़ोनरी-बैण्ड** पूर्ण होता है। उदाहरण-बिल्ली, कुत्ते, हाथी व सील।

- iii. **बिम्बा प्लेसेन्टा (Discoidal placenta)** : विलाई बिम्ब के रूप में ही व्यवस्थित होते हैं। आरम्भ में विलाई पूर्ण कोरिओन पर उपस्थित होते हैं परन्तु एक ओर के विलाई विकसित होकर बिम्ब बनाते हैं। शेष भाग के विलाई छोटे रह जाते हैं। यह दो प्रकार के होते हैं :
- मोनोडिस्कायडल** : विलाई एक डिस्क में वितरित होते हैं। **उदाहरण-** मनुष्य व खरगोश
 - डाईडिस्कायडल**: विलाई दो डिस्क में वितरित होते हैं। **उदाहरण-** वानर

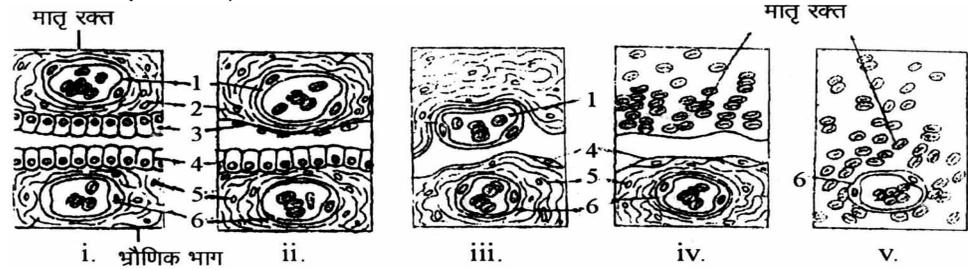
बोध प्रश्न-6

- स्तनियों में आदिम प्रकार के प्लैसेन्टा का क्या नाम है?
.....
- उत्पत्ति के आधार पर यूथीरियनस में किस प्रकार का प्लैसेन्टा पाया जाता है?
.....
- कोरिऑनिक प्लैसेन्टा किस प्रकार बनता है?
.....
- उत्पत्ति के आधार पर पेरमेलिस में किस प्रकार का प्लैसेन्टा बनता है?
.....
- उत्पत्ति के आधार पर मानव व ऐप्स में किस प्रकार प्लैसेन्टा बनता है?
.....
- उत्पत्ति के आधार पर मार्सूपियल्स में किस प्रकार का प्लैसेन्टा बनता है?
.....
- कॉन्ट्राडेसीड्यूए प्लैसेन्टा किन स्तनियों में पाया जाता है, दो उदाहरण बताइए ।
.....
- उच्च द्येरियन स्तनियों में बनने वाले प्लैसेन्टा का नाम बताइये ।
.....
- डेसीड्यूए प्लैसेन्टा किसे कहते हैं?
.....
- घोड़े में कोरिऑनिक विलाई के वितरण के आधार पर कौन सा प्लैसेन्टा बनता है??
वितरित या डिक्क्यूस्ट प्लैसेन्टा की विशेषताएं बताएं ।
.....
- बीजपत्रक या कॉटीलेडनरी प्लैसेन्टा की विशेषताएं बताइए ।
.....
- ऐसा प्लैसेन्टा जिसके विलाई का वितरण करधनी के रूप में होता है, कहलाता है ।
.....
- मनुष्य में विलाई के वितरण के 'आधार पर कैसा प्लैसेन्टा पाया जाता है?
.....
- वानर में विलाई के वितरण के आधार पर बनने वाले प्लैसेन्टा का नाम बताइये ।
.....

10.7.4 भौतिकी के आधार पर प्लेसेन्टा (Placenta on the basis of histology)

भौतिकी के आधार पर प्लेसेन्टा पांच प्रकार के होते हैं: - जैसा पीछे पृष्ठों में बिन्दु 10.6.2 में आपने समझा कि प्लेसेन्टा में छः स्तर होते हैं। विभिन्न पदार्थों का विनियम इन छः स्तरों के माध्यम से अभिगमन क्रिया द्वारा होता है। स्तर अवरोधक का कार्य करते हैं। ईवसरण को सुगम बनाने के लिए आवश्यक है कि इन स्तरों का अपर्दन हो। विभिन्न स्तनधारियों में अलग-अलग स्तरों का अपर्दन होता है।

नोट- प्रत्येक प्रकार के प्लेसेन्टा के नाम में दो भाग हैं जिनका सम्पर्क होता है- प्रथम मातृ भाग के आधार पर व द्वितीय भ्रूणीय भाग के आधार पर।



चित्र 10. 5 : भौतिकी के आधार पर प्लेसेन्टा के प्रकार

i. एपिथीलियोकोरियल ii. सिनडस्मोकोरियल iii. एण्डोथीलियोकोरियल iv. हीमो कोरियल v. हीमोएण्डोथीलियल

1. मातृ रक्त कोशिका एण्डोथीलियम 2. मातृगर्भाशयी संयोजी ऊतक 3. गर्भाशयी एपिथीलियम 4. कोरिआनिक बिलाई 5. भ्रूणीय संयोजी ऊतक 6. भ्रूणीय रक्त कोशिका एण्डोथीलियम

1. एपिथीलियोकोरियल प्लेसेन्टा (Epitheliochorial placenta)

- यह आदिम व सरलतम प्रकार का प्लेसेन्टा है।
- इसमें छः स्तरों में से किसी का भी अपर्दन नहीं होता।
- अन्तराविलस अवकाश रक्त से भरा रहता है
- जैसा नाम से विदित है गर्भाशयी एपिथीलियम कोरिऑन के सीधे सम्पर्क में रहती है।
- उदाहरण** - मार्सुपियल्स, खुरयुक्त जन्तु जैसे सुअर, घोड़ा, प्राइमेट्स में लीमर।

ii. सिनडस्मोकोरियल प्लेसेन्टा (Syndesmochorial placenta) [Syn= with, demos=band]

- गर्भाशयी एपिथीलियम के अपर्दित होने के कारण गर्भाशयी संयोजी ऊतक कोरिऑन के सीधे सम्पर्क में आ जाता है।
- इस प्रकार पांच स्तर शेष रह जाते हैं।
- उदाहरण** - जुगाली करने वाले खुरयुक्त जन्तु भैंस, गाय, भेड़, बकरी।

iii. एण्डोथीलियोकोरियल प्लेसेन्टा (Endotheliochorial placenta)

- गर्भाशयी एपिथीलियम व गर्भाशयी संयोजी ऊतक दोनों का अपर्दन हो जाता है।
- इस प्रकार चार स्तर रह जाते हैं।
- गर्भाशयी केशिका एण्डोथीलियम कोरिऑन के सीधे सम्पर्क में रहती है।
- उदाहरण**- कार्नीवोरा के स्तनी जैसे कुत्ता, दिल्ली व मांसाहारी स्तनी।

- iv. **हीमोकोरियल प्लैसेन्टा** (Haemochorial placenta)
- गर्भाशय के तीनो स्तरों का अपर्दन हो जाता है जिसके कारण रक्त कोरिओन के सीधे सम्पर्क में आ जाता है । पदार्थों का विनियम सुगम हो जाता है ।
 - इस प्रकार तीन स्तर शेष रह जाते हैं ।
 - कोरिओनिक दिलाई मातृ ऊतक में अधिक गहराई तक पहुंच जाते हैं ।
 - उदाहरण-** सोरक्स (छछुंदर), चमगादड़, निम्न रोडेन्ट्स, मानव व कपि (ऐप्स)
- v. **हीमोएण्डोथीलियल प्लैसेन्टा** (Heamoendothelial placenta)
- गर्भाशय के तीनों स्तर व भ्रौणिक भाग की कोरिओनिक एपिथीलियम व भ्रूणीय संयोजी ऊतक का अपर्दन हो जाता है ।
 - इस प्रकार मातृ रक्त भ्रूणीय कोशिका एण्डोथीलियम के सम्पर्क में आ जाता है ।
 - इस प्रकार के प्लैसेन्टा में एक ही स्तर शेष रह जाता है ।
 - उदाहरण-** उच्च श्रेणी के रोडेन्ट्स जैसे गिनीपिग, खरगोश ।

बोध प्रश्न - 7

- प्लैसेन्टा की औतिकी संरचना में कौन से छः स्तर होते हैं?
या
प्लैसेन्टा से विभिन्न पदार्थों का विनियम किन छः स्तरों के माध्यम से होता है ।
(i)
(ii)
(iii)
(iv)
(v)
(vi)
- प्लैसेन्टा के विभिन्न स्तरों से पदार्थों का विनियम किन क्रियाओं के द्वारा होता है?
.....
- विभिन्न स्तनियों में प्लैसेन्टा औतिकी संरचना में किस क्रिया द्वारा एक-दूसरे से भिन्न हो जाती है?
.....
- औतिकी के आधार पर किस प्रकार प्लैसेन्टा सरलतम होता है?
.....
- औतिकी के आधार पर मानव में किस प्रकार का प्लैसेन्टा बनता है?
.....
- औतिकी के आधार पर किस प्रकार के प्लैसेन्टा में केवल गर्भाशयी एपिथीलियम अपर्दित होती है?

-
7. किस प्रकार के स्तनी प्लैसेन्टा में मातृ रक्त भ्रूणीय कोशिका एण्डोथीलियम के सीधे सम्पर्क में आ जाती है?
-
8. औतिकी के आधार पर कुत्ते/बिल्ली में किस प्रकार का प्लेसेन्टा बनता है?
-

10.8 प्लैसेन्टा के कार्य (Function of Placenta)

भ्रूण में श्वसन तन्त्र व पाचन तन्त्र क्रियाशील नहीं होते। यकृत व वृक्क भी परिवर्धनशील रहते हैं। अतः भ्रूण के सभी अंगों व तन्त्रों के कार्यों का सम्पादन प्लेसेन्टा द्वारा किया जाता है। प्लेसेन्टा निम्न कार्य करने में सक्षम होता है -

• विनिमय

1. यह एक योग्य अवरोधक व परानिस्पंदक (ultrafilter) के रूप में कार्य करता है। विनिमय विसरण व सक्रिय अभिगमन द्वारा होता है।
2. **पोषक** : कम अणुभार के पोषक पदार्थ विसरण द्वारा संवहित होता है। ग्लूकोज इसके माध्यम से दोनों दिशाओं में अभिगमन कर सकता है। इस प्रकार पोषक पदार्थ मातृ शरीर से भ्रूण में पहुंचते हैं।
3. **श्वसन** : ऑक्सीजन (O_2) मातृ शरीर से भ्रूण को व कार्बन डाई ऑक्साइड (CO_2) भ्रूण से मातृ शरीर को पहुंचाई जाती है। भ्रूणीय हीमोग्लोबिन (HbF) में अधिक ऑक्सीजन वहन क्षमता होती है।
4. **उत्सर्जन** : भ्रूण में उपापचयी क्रियाओं से बनने वाले अपशिष्ट मातृ रक्त में पहुंचकर मातृ तन्त्र द्वारा उत्सर्जित किए जाते हैं।
5. **प्लेसेन्टा का सुरक्षा में योगदान** :
 - i. कुछ रोगों जैसे डिप्थेरिया, खसरा, चेचक, स्कोर्लेट ज्वर के लिए मातृ शरीर में बनने वाली प्रतिरक्षी (एण्टीबॉडी) प्लैसेन्टा से गुजर सकती है तथा भ्रूण को सुरक्षा प्रदान करती है। आरएच पॉजिटिव ($Rh+vc$) भ्रूण के विरुद्ध आरएच निगेटिव ($Rh-vc$) मातृ में बनने वाली एण्टी आरएच एण्टीबॉडीज भी प्लैसेन्टा से गुजर सकती है।
 - ii. **आधुनिक मत के अनुसार** :
 - a. कोरिओन से कुछ घुलनशील प्रोटेन्स निकलती है जो भ्रूण के प्रतिजन (एण्टीजन) के लिए प्रतिरक्षी उत्पादन का अवरोध करती हैं।
 - b. साइटोट्राफोब्लास्ट की कोशिकाओं से मेजर हिस्टोकाम्पेटीबिल्टी एण्टीजन (MHA) निकलती है जो प्रकट होकर माता के प्रतिरोधी तन्त्र द्वारा भ्रूण की पहचान किये जाने का अवरोध करती है।

नोट : इस प्रकार a व b क्रिया द्वारा भ्रूण मादा के शरीर द्वारा बाहर निष्कासित नहीं किया जाता।
6. **संग्रहण कार्य** : प्लैसेन्टा ग्लाइकोजन, वसा व लौह का संग्रहण करता है।

7. **अन्तःस्त्रावी कार्य** : प्लैसेन्टा में अनेक हार्मोन स्त्रावित होते हैं-
- i. **कोरिऑनिक गोनोट्रोपिक हार्मोन** (Chorionic Gonadotropin Hormone) : यह गर्भावस्था की आरम्भिक अवस्थाओं में स्त्रावित होकर मातृ अण्डाशय की कपिस ल्यूटियमको प्रोजेस्ट्रान के स्त्राव के लिए प्रेरित करता है, बाद की अवस्था (i) स्तर कम हो जाता है । आरंभिक गर्भावस्था में प्लैसेन्टा → CGH → कार्पस ल्यूटियम → प्रोजेस्ट्रान का स्राव मानव में यह हार्मोन HCG (Human Chorionic Gonadotropin) कहलाता है ।
नोट : HCG गर्भवती महिला के मूत्र के साथ निष्कासित होती है तथा इसे गर्भधारण टेस्ट के लिए प्रयोग किया जाता है ।
 - ii. **कोरिऑनिक सामेटोट्रोपिक** (Chorionic Somatotropin CS) या **प्लैसेन्टल लेक्टोजन** (Placental lactogen, PL) या **कोरियानिक सोमेटोमोट्रोपिन** (Chorionic Somatomamotropin, CSM) - सिन्सिशियल ट्राफोब्लास्ट से स्त्रावित यह हार्मोन वृद्धि व स्तनों के विकास के लिए उत्तरदायी होता है ।
 - iii. **एस्ट्रोजन** (Oestrogen) : निम्न कार्य करता है ।
 - a. पीयूष ग्रन्थ के फॉलिकल स्टुमुलेटिंग हार्मोन (FSH) का अवमंदन ।
 - b. स्तनों में नलिका तन्त्र (tubular system) के विकास का प्रेरण ।
 - c. प्रोजेस्ट्रान के अवरोधक (block) कार्य का दमन कर प्रसव (Parturition) में सहायक।
 - d. गर्भाशयी पेशियों को ऑक्सीटोसिन हार्मोन के लिए अधिक संवेदी बनाकर प्रसव पीड़ा (labor) उत्पन्न करना।
 - iv. **प्रोजेस्ट्रान** (Progesterone) : निम्न कार्य करता है -
 - a. पीयूष ग्रंथि के FSH व ल्यूटेनाइजिंग हार्मोन LH का अवमंदन ।
 - b. गर्भकाल के दौरान बाद की अवस्था में गर्भ को बनाये रखना ।
 - v. **रिलेक्सिन** (Relaxin) : प्यूबिक सिस्फाइसिस के तन्तुओं को शिथिल कर प्रसव क्रिया को सुगम बनाता है ।
8. प्लैसेन्टा रोग कारकों के लिए पारगम्य होता है-
- i. गर्भावस्था की आरम्भिक अवस्थाओं में प्लैसेन्टा जीवाणुओं के लिए अपारगम्य होता है । अतः भ्रूण में संक्रमण की संभावनाएं कम होती हैं । बाद की अवस्था में जीवाणुओं के लिए पारगम्यता बढ़ जाती है अतः संक्रमण की संभावनाएं बढ़ जाती है ।
 - ii. सिफिलिस, खसरा, चेचक, जर्मन खसरा आदि के विषाणु प्लैसेन्टा से गुजर कर भ्रूण में जन्मजात विकृतियां (Congenital deformities) उत्पन्न करते हैं।
 - iii. एचआईवी (HIV) व हीपेटाइटिस बी भी प्लैसेन्टा से गुजर सकते हैं । इनमें जन्मजात विकृतियां उत्पन्न नहीं होती परन्तु जीवन नाशक रोग (life threat disease) उत्पन्न होते हैं।
9. गर्भवती महिला द्वारा धूमपान करने पर तम्बाकू का निकोटीन प्लैसेन्टा से गुजरकर प्लैसेन्टल नाल में वाहिनी संकीर्णन करता है, जिससे भ्रूण को पोषक तत्व व O₂ सप्लाई कम हो जाती है। इससे भ्रूण का भार कम हो जाता है । प्रसव समय से पूर्व हो जाता है।

10. एल्कोहल प्लैसेन्टा से गुजर कर फीटल एल्कोहलिक सिन्ड्रोम (FAD) उत्पन्न करता है। भ्रूण में वृद्धि अवमंदित होती है, मस्तिष्क छोटा रह जाता है (microcephaly)।
11. माता द्वारा प्रयोग किये जाने वाली औषधियां भी प्लैसेन्टा से गुजर कर भ्रूण पर प्रतिकूल प्रभाव डालती है जैसे
 - i. कुनेन व एस्पेरिन से विकृति उत्पन्न होती है।
 - ii. थैलिडोमाइड जिसका प्रयोग 1960 दशक में मिचली से निदान के लिए किया जाता था, के प्रयोग से थैलिडोमाइड शिशु उत्पन्न होते थे। रोग फोकोमेलिया कहलाता था। जिसमें ऊंगलिया फिलपर की भांति होती थी।

10.9 सारांश (Summary)

इस इकाई के अध्ययन से आपको ज्ञात हुआ कि स्तनियों में अल्पपीतकी अण्ड होने के कारण हा को परिवर्धन के लिए मातृ गर्भाशयी भित्ति से पोषण प्राप्त करना आवश्यक हो जाता है। इसके लिए भ्रूण व मातृ शरीर के मध्य पोषणी सम्बन्ध प्लैसेन्टा के रूप में स्थापित होता है। इसकी संरचना में भ्रौणिक व मातृ दोनों भाग होते हैं। अतिरिक्त भ्रूणीय झिल्लियां कोरिओन, योक सेक या ऐलेन्टॉयस इसके निर्माण में भाग लेती हैं। दोनों भाग रक्त से संचरित रहते हैं। स्तनियों में प्लैसेन्टा का कीकरण चार विभिन्न आधारों (उत्पत्ति, विलाई के वितरण, घनिष्ठता व औतिकी) पर किया गया है। औतिकी संरचना में मातृ व भ्रौणिक दोनों भागों में तीन-तीन स्तर होते हैं, जो विनिमय क्रिया में अवरोधक का कार्य करते हैं। पदार्थों के विनिमय को सरल करने के लिए विभिन्न स्तनियों में एक या अधिक अवरोधक स्तरों का अपर्दन हो जाता है। विनिमय विसरण व सक्रिय अभिगमन क्रियाओं द्वारा होता है। इस प्रकार प्लैसेन्टा एक योग्य परानिस्पंदक के रूप में कार्य करता है। प्लैसेन्टा भ्रूणीय पोषण, श्वसन, उत्सर्जन, रोग कारकों से सुरक्षा एवं पदार्थों के संग्रहण का कार्य करता है। इससे गर्भावस्था के दौरान समय-समय पर विभिन्न हार्मोन जैसे कोरिऑनिक गोनेडोट्रोपिन (CG), कोरियानि सोमेट्रोफिन (CS) या प्लैसेन्टल लेक्टोजन (PL), एस्टोजन, प्रोजेस्टान व रिलेक्सिन का स्रावण होता है। हार्मोन गर्भावस्था के दौरान विभिन्न क्रियाओं का नियंत्रण करते हैं। मातृ शरीर में यदि कुछ विषाणु, तम्बाकू की निकोटीन, एल्कोहल व गर्भावस्था के दौरान प्रयोग की जाने वाली औषधियां उपस्थित होती हैं तो वे प्लैसेन्टा से गुजर कर भ्रूण में जन्मजात विकृतियां व जीवन नाशक रोग उत्पन्न कर सकती हैं।

10.10 शब्दावली (Glossary)

सूक्ष्म पीतकी (microlecthal) याक या पीतक की मात्रा कम का कम होना।

गर्भाशय	Uterus
भ्रूण	Foetus
रोपण	implantation
केशिका	Capillary
संचरण	Circulation
खुरयुक्त	Hooved
संयोजी ऊतक	Connective tissue
पोषण	Nutrition

विनिमय	Exchange
श्वसन	Respiration
उत्सर्जन	Excretion
गर्भकाल	Pregnancy
प्रसव	Parturition
अन्तस्त्रावी	Endocrine
जन्मजात विकृतियां	Congenital deformities
नाभिरज्जू	Umbilical cord
एच आई वी	Human Immunodeficiency virus

10.11 संदर्भ ग्रंथ (Further Readings)

1. वेलिंस्की, एन इन्ट्रोडक्शन टू एम्ब्रियोलॉजी. डब्ल्यू.वी सान्डर्स कम्पनी (पांचवा भारतीय संस्करण)
2. केम्पबेल एवं रीस, बायोलॉजी - बेन्जामिन क्यूमिंग पब्लिशिंग कम्पनी (सातवां संस्करण)
3. कार्डेग, वटीब्रेट - कम्पेरेटिव एनाटोमी, फंशग, इवोल्यूशन, मैक्ग्रा - हील हायर एजुकेशन (तीसरा संस्करण)
4. रस्तोगी एवं जयराज, डब्लेपमेंट बायोलॉजी, केदारनाथ रामनाथ मेरठ (चौथा संस्करण)
5. शास्त्री एवं शुक्ला, डब्लेपमेंट बायोलॉजी, रस्तोगी पब्लिकेशन मेरठ
6. टेलर व सहयोगी, बायोलॉजिकल साइंस. केम्ब्रिज यूनीवर्सिटी यूके. (तीसरा संस्करण)

10.12 बोध प्रश्नों के उत्तर (Answers to self-assessment Questions)

बोध प्रश्न- 1

1. मैथ्यू
2. प्लैसेन्टा
3. प्लैसेन्टा

बोध प्रश्न-2

1. अस्थाई
2. प्लैसेन्टा गर्भावस्था के आरम्भिक काल से बनता है।
3. प्लैसेन्टा गर्भकाल की समाप्ति पर समाप्त होता है।

बोध प्रश्न-3

1. मोटी गर्भाशयी एण्डोमेट्रियम
2. तीन
3. (1) डेसिडुआ बेसेलिस (2) डेसिडुआ केप्सूलेरिस (3) डेसिडुआ पेराइटेलिस
4. डेसिडुआ केप्सूलेटिस
5. डेसिडुआ बोसेलिस
6. डेसिडुआ पेराइटेलिस

बोध प्रश्न-4

1. (1) बाह्य सिन्सीशियल ट्रोफोब्लास्ट या प्लाज्मोट्रोफोब्लास्ट
(2) आन्तरिक साइटोट्रोफोब्लास्ट
2. बाह्य सिन्सीशियल ट्रोफोब्लास्ट
3. आन्तरिक साइटोट्रोफोब्लास्ट
4. बाह्य सिन्सीशियल ट्रोफोब्लास्ट

बोध प्रश्न-5

1. (i) मातृ भाग-गर्भाशयी एण्डोमेट्रियम
(ii) भ्रौणिक भाग-कोरिऑनिक विलाई
2. (i) मातृ रक्त कोशिका एण्डोथीलियम
(ii) गर्भाशयी संयोजी ऊतक
(iii) गर्भाशयी एपीथीलियम
(iv) भ्रौणिक कोरिऑनिक विलाई
(v) भ्रौणिक संयोजी ऊतक
(vi) भ्रौणिक रक्त कोशिका एण्डोथीलियम
3. योक सेक या एलेन्टायस

बोध प्रश्न- 6

1. योक सेक प्लैसेन्टा अथवा कोरिओविटेलाइन प्लैसेन्टा
2. कोरिओएलेन्टाइक प्लैसेन्टा
3. कोरिओन मोटी हो जाती है। एलेन्टॉयस की मिसोडर्म व रक्त वाहिनियाँ कोरिओन के सम्पर्क में आ जाती हैं।
4. कोरिओएलेन्टाइक प्लैसेन्टा
5. कोरिऑनिक प्लैसेन्टा
6. नानडेसीड्यूए प्लैसेन्टा
7. पेरामेलिस (i) टाल्पा
8. डेसीड्यूए प्लैसेन्टा
9. ऐसा प्लैसेन्टा जिसमें मातृ भाग व भ्रौणिक भाग के मध्य सम्बन्ध अधिक घनिष्ठ होता है तथा प्रसव के समय गर्भाशयी भाग भी बाहर आ जाता है।
10. वितरित प्रकार का
11. कोरिऑनिक विलाई पूर्ण सतह पर फैले रहते हैं।
12. कोरिऑनिक विलाई स्पष्ट समूहों में वितरित रहते हैं।
13. जोनरी
14. विम्बाम
15. डाई डिस्कॉयल

बोध प्रश्न 7

1. स्तर- उत्तर छः बोध प्रश्न 3 - 2 में दिया गया है।
2. विसरण व सक्रिय अभिगमन

3. स्तनियों के प्लैसेन्टा की औतिकी संरचना में भेद छः स्तरों में से कुछ के अपर्दन द्वारा होता है।
4. एपीथीलियोकोरियल प्लैसेन्टा
5. हीमोकोरियल प्लैसेन्टा
6. सिनडेस्मोकोरियल प्लैसेन्टा
7. हीमोएण्डोथीलियम प्लैसेन्टा
8. एण्डोथीलियोकोरियल प्लैसेन्टा

10.13 अभ्यासार्थ प्रश्न (Exercise Questions)

1. निम्न कथन में सही अथवा गलत बताइए ।

1. प्लैसेन्टा स्थाई संरचना है ।
2. भ्रूणीय झिल्ली मोटी होकर डेसीडुआ बनाती है ।
3. डेसिडुआ पेराइटेलिस गर्भाशयी गुहा को अस्तरित करती है ।
4. कोरिऑनिक विलाई ट्रॉफोब्लास्ट से बनते हैं ।
5. प्लैसेन्टा के भ्रूणीय भाग में मातृ रक्त कोशिकाएं उपस्थित होती हैं ।
6. डाइडेल्फ़ (अपोसम) में कोरियोएलेन्टायस प्लैसेन्टा बनता है ।
7. मानव में कोरिऑनिक प्लैसेन्टा बनता है ।
8. खरगोश में डेसीड्यूए प्रकार का प्लैसेन्टा बनता है ।
9. ऐसा प्लैसेन्टा जिसमें विलाई बेल्ट के रूप में व्यवस्थित होते हैं, क्षेत्रीय या जोनरी कहलाता है।
10. गाय, भैंस में एण्डोपीलियोकोरियल प्रकार का प्लैसेन्टा बनता है ।
11. सिनडेस्मोकोरियल प्रकार के प्लैसेन्टा में गर्भाशयी संयोजी उत्तक कोरिऑन के सीधे सम्पर्क में आ जाती है ।
12. घोड़े में एपीथीलियोकोरियल प्लैसेन्टा बनता है ।
13. भ्रूणीय हीमोग्लोबीन में अधिक ऑक्सीजन वहन क्षमता होती है ।
14. प्लैसेन्टा का भ्रूणीय भाग एण्टी आरएएच एण्टीबॉडीज के लिए अपारगम्य होता है ।
15. एचआईवी. प्लैसेन्टा से नहीं गुजर सकता ।
16. हीपेटाइटिस-बी विषाणु प्लैसेन्टा से गुजर सकता है ।
17. आरम्भिक गर्भकाल में प्लैसेन्टा जीवाणुओं के लिए अपारगम्य होता है ।
18. प्लैसेन्टा पदार्थों का संग्रहण नहीं करता ।
19. निकोटीन व एल्कोहल प्लैसेन्टा से गुजर सकते हैं ।
20. प्लैसेन्टा में तंत्रिकाएं अनुपस्थित होती हैं ।

2. रिक्त स्थान भरो-

1. भ्रूण को गर्भाशयी गुहा से पृथक करने वाला स्तर डेसिडूआ..... कहलाता है ।
2. ट्रॉफोब्लास्ट में गर्भाशयी डेसिडूआ को नष्ट करने की क्षमता होती है ।
3. प्लैसेन्टा के..... या..... नामक भाग में भ्रूणीय वाहिनिया विकसित होती है ।
4. प्लैसेन्टा के मातृ व भ्रूणीय भाग में..... स्तर होते हैं ।
5. थेरीयन स्तनधारियों में..... प्लैसेन्टा बनता है ।
6. स्तनी का प्लैसेन्टा जिसमें गर्भाशयी भित्ति से घनिष्ठता नहीं होती,..... कहलाता है।

7. कोरिऑनिक विलाई के वितरण के आधार पर सुअर में..... प्रकार का प्लैसेन्टा होता है।
8. मांसाहारी स्तनी में बनने वाला औतिकीय प्लैसेन्टा..... कहलाता है ।
9. उच्च श्रेणी के रोडेन्ट्स में बनने वाला औतिकीय प्लैसेन्टा..... कहलाता है ।
10. गर्भकाल की आरम्भिक अवस्था में प्लैसेन्टा से..... हार्मोन निष्कासित होता है ।

निम्न प्रश्नों में दिये गये विकल्पों में से सही उत्तर का चयन कीजिये :

1. स्तनीय प्लैसेन्टा होता है :
 - (1) माता व भ्रूण के मध्य रज्जु
 - (2) फटिस का बाह्य आवरण
 - (3) फटिस का एलेन्टॉइक भाग
 - (4) मातृ गर्भाशयी की भित्ति व अतिरिक्त भ्रूणीय भाग के संबंध स्थल पर सरचना
2. प्लैसेन्टा सार्वभौमिक रूप में किन में होता है
 - (1) मछली
 - (2) सरीसृप
 - (3) प्रोटोथैरियन्स
 - (4) यूथेरियन्स
3. मानव में उपस्थित प्लैसेन्टा है.
 - (1) हीमोकोरिअल
 - (2) हीमोएण्डोथीलियल
 - (3) सिनोसिमोकोरियल
 - (4) एपीथीलियोकोरिअल
4. नाभि रज्जु में होता है
 - (1) प्लैसेन्टा
 - (2) रज्जु
 - (3) एलेन्टॉइक धमनी व शिरा
 - (4) एम्निओन
5. यूथेरियन प्लैसेन्टा किससे व्युत्पत्तित होता है
 - (1) योक सेक
 - (2) एलेन्टॉयस
 - (3) एम्निओन
 - (4) कोरिओन व एलेन्टॉयस
6. माता से शिशु को प्लैसेन्टा के माध्यम से स्थानान्तरित होने वाला रोग है
 - (1) AIDS
 - (2) हेपेटाइटिस बी
 - (3) सिफलिस
 - (4) उपरोक्त सभी

4. निम्न का लघु उत्तर दीजिए-

1. भ्रूण गर्भाशयी गुहा में परिवर्धन के लिए किससे पोषण प्राप्त करता है?

2. कोरियोविटेलाइन प्लैसेन्टा का निर्माण कैसे होता है?
3. कान्द्राडेसीड्यूए प्लैसेन्टा वाले प्राणियों में प्रसव के समय भ्रूण मातृ शरीर से कैसे बाहर आता है?
4. स्तनी में क्षेत्रीय प्रकार के प्लैसेन्टा का वर्णन कीजिए ।
5. एपीथीलियोकोरियल प्लैसेन्टा में अंतराविलस अवकाश किससे भरा रहता है?
6. स्तनी में घनिष्ठता के आधार पर पाये जाने वाले प्लैसेन्टा का नाम बताइए ।
7. कोरिऑनिक विलाई के वितरण के आधार पर स्तनियों में प्लैसेन्टा कितने प्रकार का होता है?
8. किन चार रोगों के लिए बनने वाली प्रतिरक्षी प्लैसेन्टा से गुजर सकती ।
9. प्लैसेन्टा द्वारा संग्रहण किए जाने वाले तीन पदार्थों का नाम लिखिए ।
10. प्लैसेन्टा द्वारा स्त्रावित पांच हार्मोन का नाम बताइए ।
5. विस्तार से उत्तर दीजिए-
1. प्लैसेन्टेशन में विभिन्न प्रकार के डेसिडुआ का वर्णन कीजिए ।
2. प्लैसेन्टेशन के दौरान भ्रूणीय झिल्ली के मातृ गर्भाशय के सम्पर्क में आने की क्रिया का वर्णन कीजिए ।
3. भ्रूणीय पोषण, श्वसन व उत्सर्जन में प्लैसेन्टा के योगदान का वर्णन कीजिए ।
4. प्लैसेन्टा के भ्रूणीय सुरक्षा में योगदान का वर्णन कीजिए ।
5. प्लैसेन्टा से स्त्रावित निम्न हार्मोन्स पर लघु टिप्पणी लिखिए-
 - (i) कोरिऑनिक गोनेडोट्रापिन
 - (ii) कोरिऑनिक सोमेटो ट्रापिन
 - (iii) एस्ट्रोजन
 - (iv) प्रोजेस्ट्रान
 - (v) रिलेक्विंसन

अभ्यासार्थ प्रश्नों के उत्तर (Answers to Exercise Questions)

1.

- | | | | | |
|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1. गलत | 2. गलत | 3. सही | 4. सही | 5. गलत |
| 6. गलत | 7. सही | 8. सही | 9. सही | 10. सही |
| 11. सही | 12. सही | 13. सही | 14. गलत | 15. गलत |
| 16. सही | 17. सही | 18. गलत | 19. सही | 20. सही |

2.

- | | | |
|--------------------------|----------------------|--------------------|
| 1. केप्सूलेरिस | 2. सिन्सीशियल | 3. योक सेक |
| 4. छः | 5. कोरियोएलेटाइक | 6. नॉनडेसीड्यूएट |
| 7. विसरित | 8. एण्डोथीलियोकोरिअल | 9. हीमोएण्डोथीलियल |
| 10. कोरिओक गोनेडोट्राफिक | | |

3.

- | | | | | | |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 1. (4) | 2. (4) | 3. (4) | 4. (4) | 5. (4) | 6. (4) |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|

इकाई 11 : पुनरुद्भव (Regeneration)

इकाई की रूपरेखा (Outline of Unit)

- 11.0 उद्देश्य (Objectives)
- 11.1 प्रस्तावना (Introduction)
- 11.2 पुनरुद्भव की परिभाषा (Definition of Regeneration)
- 11.3 पुनरुद्भव के प्रकार (Types of Regeneration)
 - 11.3.1 मार्फालेक्सिस (Morpholaxis)
 - 11.3.2 एपिमार्फोसिस (Emphimorphosis)
- 11.4 प्राणि जगत में पुनरुद्भव क्षमता (Regeneration Capacity in Animal Kingdom)
 - 11.4.1 अकशेरुकियों में पुनरुद्भव (Regeneration in Invertebrate)
 - 11.4.2 कशेरुकियों में पुनरुद्भव (Regeneration in Vertebrate)
- 11.5 एम्फीबीयन्स में पाद पुनरुद्भव (Limb Regeneration in Amphibians)
 - 11.5.1 आकारिकीय घटनायें (Morphological events)
 - 11.5.2 औतिकीय घटनायें (Histological Events)
 - 11.5.3 कार्यिकीय प्रक्रियायें (Physiological Process)
- 11.6 पुनरुद्भव पर रेटिनाइक अश्व का प्रभाव (Effect of Retinaic Acid on REgeneration)
- 11.7 पुनरुद्भव एवं तंत्रिकाएं (Regeneration and Nerves)
- 11.8 पुनरुद्भव को प्रभावित करने वाले अन्य कारक (Other Factors Affecting Regeneration)
- 11.9 सारांश (Summary)
- 11.10 शब्दावली (Glossary)
- 11.11 संदर्भ ग्रंथ (Further Readings)
- 11.12 बोध प्रश्नों के उत्तर (Answers to self-assessment Questions)
- 11.13 अभ्यासार्थ प्रश्न (Exercise Questions)

11.0 उद्देश्य (Objectives)

इस अध्याय में पुनरुद्भव के बारे में जानकारी दी गई है। इस अध्याय को पढ़ लेने के बाद आप

- पुनरुद्भव एवं इस प्रक्रिया की सामान्य जानकारी प्राप्त कर सकेंगे।
- प्राणी जगत के विभिन्न प्राणियों में पुनरुद्भव क्षमता की जानकारी प्राप्त सकेंगे।
- पुनरुद्भव के प्रकार को समझ सकेंगे।
- हाइड्रा, प्लेनेरिया एवं उभयचरों में पाद के पुनरुद्भव की प्रक्रिया को भली भांति समझ सकेंगे।
- पुनरुद्भव को प्रभावित करने वाले विभिन्न कारकों की जानकारी प्राप्त कर सकेंगे।

11.1 प्रस्तावना (Introduction)

पिछली इकाइयों में हमने समझा की किस प्रकार भ्रूणीय विकास के दौरान एक निषेचित अंडाणु या युग्मनज विभिन्न क्रमबद्ध अवस्थाओं से गुजरता हुआ एक लघु जीव के रूप में परिवर्तित हो जाता है। भ्रूणीय विकास के दौरान कोशिका विभाजन, विभेदन, वृद्धि, गति, संरचना आदि सम्पन्न होती है। पुनरुद्भव जन्तुओं में पश्च भ्रूणीय काल में होने वाली भ्रूणीय विकास की एक प्रक्रिया है तथा इस प्रक्रिया के दौरान भी भ्रूणीय परिवर्धन की समस्त घटनाएँ जैसे कोशिका विभाजन, कोशिकीय गति, विभेदन, संरचना विकास एवं वृद्धि आदि देखने को मिलती हैं। हालांकि पुनरुद्भव एवं भ्रूणीय परिवर्धन की घटनाओं में काफी समानता है परन्तु निम्न बातों में पुनरुद्भव सामान्य भ्रूणीय परिवर्धन भिन्नता दर्शाता है

- (i) पुनरुद्भव में भाग लेने वाली कोशिकाएँ पूर्ण शक्ति भ्रूणीय कोशिकाएँ नहीं होती हैं।
- (ii) भ्रूणीय परिवर्धन के दौरान भ्रूण के शरीर का कार्बिकी वातावरण वयस्क शरीर में होने वाले पुनरुद्भव प्रक्रिया से भिन्न होता है।

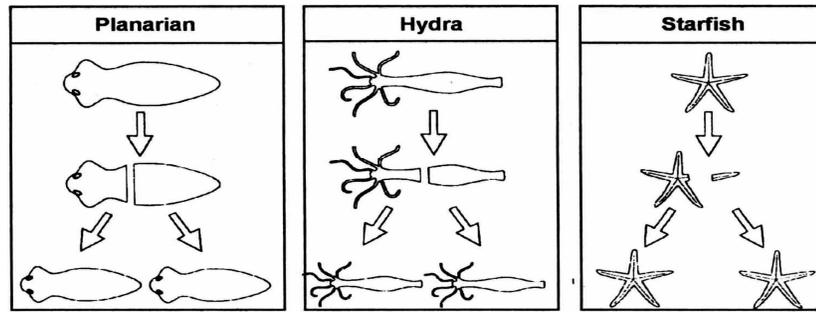
परन्तु फिर भी पुनरुद्भव एवं भ्रूणीय परिवर्धन दोनों एपीजेनेटिक प्रोग्राम हैं जिसके अन्तर्गत जीन की अभिव्यक्ति एवं प्रोगामिंग होता है।

इस इकाई में पुनरुद्भव की परिभाषा, प्रकार, विभिन्न प्राणियों में पुनरुद्भव की क्षमता, उभयचरों में पाद पुनरुद्भव की विस्तृत प्रक्रिया एवं पुनरुद्भव को प्रभावित करने वाले कारकों का अध्ययन करेंगे।

11.2 पुनरुद्भव की परिभाषा (Definition of regeneration)

पुनरुद्भव, प्राणियों के शरीर में पायी जाने वाली एक विशिष्ट क्षमता है। हमारे शरीर में चोट लग जाने पर या दुर्घटनावश कट जाने पर शरीर के उत्तक नष्ट हो जाते हैं एवं घाव बन जाते हैं। परन्तु कुछ समय पश्चात् इनकी मरम्मत हो जाने पर ये घाव भर जाते हैं। क्षतिग्रस्त घावों की मरम्मत करने का गुण सभी जन्तुओं में पाया जाता है। बहुत से जन्तुओं में शरीर के खोये हुये अंगों की मरम्मत करने या पुनः प्राप्त करने की क्षमता होती है। अनेक जन्तुओं में शरीर के एक छोटे से भाग से सम्पूर्ण प्राणि शरीर का विकास हो जाता है। जीव शरीर में कोशिकाओं क्षरण होता रहता है एवं इनके स्थान पर नई कोशिकाओं का विकास नियमित रूप से चलता रहता है। इस क्षतिपूर्ति के लिए उत्तकों की कुछ कोशिकाएँ निरन्तर विभाजित हो कर नई कोशिकाएँ बनाती रहती है। अतः पुनरुद्भव जन्तुओं की वह क्षमता है जिसके अन्तर्गत जन्तु शरीर के क्षतिग्रस्त या खोये हुये अंगों की वृद्धि द्वारा या कायिक कोशिकाओं के पुनर्प्राणीकरण द्वारा मरम्मत या पुनः निर्माण हो जाता है।

पुनरुद्भव पश्चभ्रूणीय जीवन में वह महत्वपूर्ण प्रक्रिया है जिसमें भ्रूण विकास की सभी मूलभूत प्रक्रियाएँ जैसे वृद्धि, कोशिका विभाजन, कोशिकीय गति, संरचना विकास, विभेदन आदि देखने को मिलती है। वास्तव में यह वयस्क अवस्था में भ्रूणीय विकास प्रक्रियाओं का पुनर्जागरण है। पुनरुद्भव की खोज सर्वप्रथम ट्रिम्बले (Trembley) ने सन् 1740 में हाइड्रा में की थी।



चित्र - 11.1 : कुछ कशेरुकियों में पुनरुद्भव

1. **कार्यिक पुनरुद्भवन (Physiological Regeneration)** : शरीर में क्षतिग्रस्त या पुरानी मृत कोशिकाओं के हटाकर उनके स्थान पर नई कोशिकाओं का निर्माण निरन्तर होता रहता है।
2. **क्षतिपूरक पुनरुद्भवन (Compensatory Regeneration)** : जीवों में साधारण चोट लगने पर घाव हो जाता है जो कुछ समय बाद भर जाता है। इसी प्रकार तारा मछली की किसी भुजा के कट जाने पर उसकी पुनः स्थापना हो जाती है उभयचरों जैसे न्यूट, सेलामेंडर एवं टेडपोल लार्वा की पूँछ, पाद, बाह्य क्लोम आदि के कट जाने या क्षतिग्रस्त हो जाने पर इनकी पुनः स्थापना या मरम्मत हो जाती है। इसी प्रकार छिपकली की कटी पूँछ पुनरुद्भवन द्वारा पुनः विकसित हो जाती है। इस प्रकार के पुनरुद्भवन को क्षतिपूरक पुनरुद्भवन कहते हैं।
3. **हिटरोमॉर्फॉसिस (Heteromorphosis)** : कुछ प्राणियों में कई बार विशिष्ट अंग के क्षतिग्रस्त हो जाने पर उनके स्थान पर अन्य प्रकार के उत्तक या अंग का विकास हो जाता है। इस पुनरुद्भवन को हिटरोमारफॉसिस कहते हैं। उदाहरण श्रिम्प में क्षतिग्रस्त नेत्र कृन्त के स्थान पर एन्टीना का विकास हो जाता है।

11.3 पुनरुद्भवन के प्रकार (Types of Regeneration)

मार्ग (Morgan, 1910) के अनुसार कोशिकीय क्रिया विधि के आधार पर पुनरुद्भवन प्रक्रियाओं को निम्न श्रेणियों में बांटा जा सकता है।

- (i) मार्फॉलेक्सिस या मार्फॉलेक्टिक पुनरुद्भवन (Morphallaxis or Morphallactic regeneration)
- (ii) एपिमार्फॉसिस या एपिमार्फिक पुनरुद्भवन (Epimorphosis or Epimorphic regeneration)

11.3.1 मार्फॉलेक्सिस या मार्फॉलेक्टिक पुनरुद्भवन

(Morphallaxis or Morphallactic regeneration)

इस प्रकार का पुनरुद्भवन हाइड्रा में देखने को मिलता है। हाइड्रा के शरीर के छोटे से टुकड़े से सम्पूर्ण हाइड्रा की देह का निर्माण हो जाता है। इस प्रकार के पुनरुद्भवन में शरीर के शेष बचे भाग में उपस्थित कोशिकाओं उत्तकों के पुनर्विन्यासीकरण (repatting) या पुनर्प्राणीकरण द्वारा क्षतिग्रस्त अंग या भाग का पुनरुद्भवन होता है। इस प्रकार के पुनरुद्भवन को मार्फॉलेक्टिक या मार्फॉलेक्सिस पुनरुद्भवन कहते हैं। यह प्रायः निम्न श्रेणी के प्राणियों में देखने को मिलता है।

11.3.2 एपिमार्फोसिस या एपिमार्फिक पुनरुद्भवन

(Epimorphosis or Epimorphic regeneration)

घाव के क्षेत्र में उपस्थित कुछ कोशिकाओं में निर्विभेदन (Dedifferentiation) की क्रिया प्रारम्भ होती है फलस्वरूप अविभेदित (Undifferentiating) कोशिकाओं के एक समूह का निर्माण होता है। इन अविभेदित कोशिकाओं में तीव्र विभाजन होता है फलस्वरूप ब्लास्टेमा (Blastema) का निर्माण होता है। इन ब्लास्टेमा कोशिकाओं में पुनर्विभेदन होता है जिसके फलस्वरूप आन्तरिक भागों का निर्माण होता है एवं पुनरुद्भवन की प्रक्रिया सम्पन्न होती है। उदाहरण : उभयचरों (सेलामेंडर, टोडपोल) में पाद का पुनरुद्भवन।

मार्फोलेक्सिस एवं एपिमार्फोसिस पुनरुद्भवन में अन्तर (Differences between Morphallaxis V/S Epimorphosis)

मार्फोलेक्सिस	एपिमार्फोसिस
1. इस प्रक्रिया में शरीर के एक छोटे से भाग से या कोशिकाओं के समूह से क्षतिग्रस्त भाग या सम्पूर्ण जन्तु देह का निर्माण हो जाता है।	1. इस प्रक्रिया में शरीर के चोट ग्रस्त स्थल पर उपस्थित कोशिकाओं वृद्धि द्वारा पुनर्निर्माण होता है।
2. पुनरुद्भवन के फलस्वरूप बनने वाला जन्तु या अंग सामान्य की तुलना में छोटा होता है।	2. पुनरुद्भवन के फलस्वरूप बनने वाला अंग मूल अंग से भिन्न हो सकता है।
3. ब्लास्टेमा का निर्माण नहीं होता है।	3. ब्लास्टेमा का निर्माण होता है।
4. यह निम्न जन्तुओं जैसे स्पंज, हाइड्रा प्लेनेरिया आदि में देखने को मिलता है।	4. यह उच्च जन्तुओं में देखने को मिलता है। उदाहरण तारामछली की भुजा, छिपकली की पूंछ तथा सेलामेंडर एवं टोडपोल की भुजा का पुनरुद्भवन।

11.4 प्राणि जगत में पुनरुद्भवन क्षमता (Regenerative Capacity in Animal Kingdom)

विभिन्न प्राणियों में पुनरुद्भवन की क्षमता अलग-अलग होती है। कुछ प्रजाति के प्राणियों में यह अत्यधिक होती है। निम्न संघों के प्राणियों में उच्च संघों की तुलना में अधिक पुनरुद्भवन क्षमता पायी जाती है। सामान्यतया पुनरुद्भवन क्षमता वयस्क की तुलना में भ्रूणीय विकास की अवस्थाओं में अधिक होती है। उदाहरण के लिए मेढक के टेडपोल में पादों का पुनरुद्भवन क्षमता होती है। परन्तु वयस्क मेढक में नहीं होती। इसी प्रकार वयस्क कीटों में टांगों का पुनरुद्भवन संभव नहीं है परन्तु इनके लारवा एवं निम्फ अवस्थाओं में पुनरुद्भवन क्षमता पायी जाती है। विभिन्न वर्गों के जन्तुओं में पुनरुद्भवन क्षमता का संक्षिप्त विवरण इस प्रकार है

11.4.1 अकशेरुकियों में पुनरुद्भवन (Regeneration in Invertebrates)

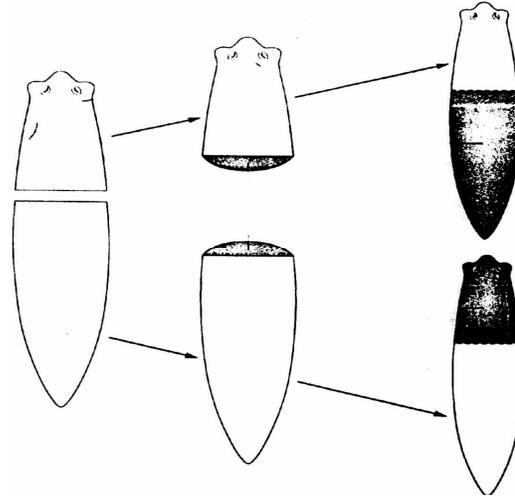
- **प्रोटोजोआ में पुनरुद्भवन (Regeneration of Protozoa)** : प्रोटोजोआ के कई जन्तुओं में पुनरुद्भवन की अत्यधिक क्षमता पायी जाती है। एक कोशिकीय समुद्री शैवाल - ऐसीटाबुलेरिया में शरीर

के 1/100 वें भाग में एक नये सम्पूर्ण ऐसीटाबुलेरिया के निर्माण करने की क्षमता होती है। कई सिलिएटस जैसे स्टेन्टर, स्पाइरोस्टोममू एवं ब्लिफेरिज्मा आदि में पुनरुद्भवन के लिए केवल कोर्टेक्स भाग की आवश्यकता होती है। अमीबा को कई छोटे-छोटे खंडों में काट देने पर प्रत्येक टुकड़ा जिसमें केन्द्रक का भाग होता है, पुनरुद्भवन द्वारा नये अमीबा का निर्माण कर देता है।

- **स्पन्जों में पुनरुद्भवन (Regeneration in Porifera)** : स्पंजों में पुनरुद्भवन की अत्यधिक क्षमता पायी जाती है। यदि स्पन्ज के शरीर से पृथक की हुयी कोशिकाओं के समूह को (लगभग 200) कैल्शियम, मैग्निशियम की उपस्थिति में किसी पात्र में रखा जाये तो ये कोशिकायें परस्पर संयोजित होकर एक नये जन्तु का निर्माण कर लेती हैं। इस घटना को पुनर्रचना कहते हैं। यदि स्पंज को छोटे-छोटे टुकड़ों में विभक्त कर दिया जाये तथा प्रत्येक भाग में पिनेकोडर्म एवं कोएनोडर्म दोनो स्तर उपस्थित हों, तो प्रत्येक छोटा टुकड़ा एक नये स्पंज का निर्माण कर देता है।

- **सीलेन्टेटा में पुनरुद्भवन (Regeneration in Coelenterate)** : ट्रेम्बले (1710 - 1784) ने सर्वप्रथम पुनरुद्भवन प्रक्रिया का अध्ययन सीलेन्टेटा संघ के प्राणि- हाइड्रा में किया। सीलेन्टेटा संघ के जन्तुओं में पुनरुद्भवन क्षमता अत्यधिक विकसित होती है। ट्रेम्बले ने हाइड्रा में पुनरुद्भवन सम्बन्धित अनेक प्रयोग किये तथा देखा कि यदि हाइड्रा के शरीर को छोटे-छोटे टुकड़ों में काट दिया जाये तथा प्रत्येक टुकड़े में एपिडर्मिस एवं गेस्ट्रोडर्मिस दोनों स्तर उपस्थित हों, तो प्रत्येक टुकड़ा एक सम्पूर्ण हाइड्रा का निर्माण कर सकता है। हाइड्रा के प्रत्येक खण्ड में ध्रुवता पायी जाती है। जो भाग मुख के अधिक निकट होता है उस भाग से सदैव अग्र भाग विकसित होते हैं। ट्रेम्बले ने देखा कि यदि हाइड्रा को अग्र भाग को उदग्र काटा जाये तो यह दो भागों में बंट जाता है तथा प्रत्येक भाग से एक सम्पूर्ण अग्र भाग का निर्माण हो जाता है। इस प्रकार दो शीर्ष वाला हाइड्रा का विकास हो जाता है। दोनों सिरों को फिर मध्य भाग में लम्बत् काट देने पर चार शीर्ष वाले हाइड्राका निर्माण हो जाता है। इस प्रकार ट्रेम्बले ने सात सिर वाला हाइड्रा तैयार किया। हाइड्रा का देह स्तर में अन्तराली कोशिकायें पायी जाती हैं जो पूर्ण शक्त होती हैं तथा पुनरुद्भवन के लिए जिम्मेदार होती हैं।

- **प्लेटीहेल्मिन्थिज में पुनरुद्भवन (Regeneration in Platyhelminthes)** : प्लेनेरियन्स जन्तुओं को छोड़कर इस संघ के अन्य प्राणियों में ज्यादा पुनरुद्भवन क्षमता नहीं पायी जाती है। प्लेनेरिया में भी हाइड्रा के समान उच्च पुनरुद्भवन क्षमता होती है। प्लेनेरिया में भी हाइड्रा के समान प्रत्येक कटा हुआ भाग सम्पूर्ण नये प्राणि का निर्माण कर देता है। इन प्राणियों में विशेष प्रकार की पूर्णशक्त कोशिकायें पायी जाती हैं जिन्हें निओब्लास्ट कहते हैं। यदि प्लेनेरिया को मध्य में दो भागों में काट दिया जाये तो अग्र भाग पुनरुद्भवन द्वारा नये पश्च भाग का निर्माण करता है तथा पश्च भाग नये शीर्ष भाग का निर्माण करता है। इस प्रकार प्लेनेरिया के भागों में ध्रुवता पायी जाती है।



चित्र - 11.2 : प्लेनेरिया में अग्र एवं पश्च भागों का पुनरुद्भवन

- **निमेटोडा में पुनरुद्भवन (Regeneration in Nematoda)** : निमेटोडा संघ के जन्तुओं में पुनरुद्भवन क्षमता काफी क्षीण होती है। इसका मुख्य कारण शरीर में कायिक कोशिकाओं की एक निश्चित संख्या का होना तथा कोशिकाओं में उच्च स्तर का विभेदन होना माना जाता है।
- **एनेलिडा में पुनरुद्भवन (Regeneration in Annelida)** : पॉलीकीटा एवं ओलिगोकीटा के जन्तुओं में अग्र एवं पश्च भाग को काट देने पर उसके पुनर्निर्माण की क्षमता पायी जाती है। यदि केचुएंग को मध्य से दो भागों में काट दिया जाये तो अग्रभाग में पश्चभाग का पुनरादभवन् हो जाता है तथा पश्च भाग में अग्रभाग मुख का पुनरुद्भवन हो जाता है। इस प्रकार एक केचुए से दो केचुओं का निर्माण हो जाता है। लेकिन अधिकांश एनेलिडा जन्तुओं में यह क्षमता अधिकतम चार या पाँच अग्र खंडों के पुनरुद्भवन तक ही सीमित होती है। परन्तु पश्च खंडों के पुनरुद्भवन की कोई सीमा नहीं होती। इन जन्तुओं में भी निओब्लास्ट कोशिकाएँ पायी जाती हैं जो पुनरुद्भवन में महत्वपूर्ण होती हैं। हिरुडिनिआ के जन्तुओं में पुनरुद्भवन क्षमता नहीं पायी जाती।
- **आर्थ्रोपोडा में पुनरुद्भवन (Regeneration in Arthropoda)** : आर्थ्रोपोडा के जन्तुओं में पुनरुद्भवन क्षमता केवल कुछ क्षतिग्रस्त उपागों के पुनरुद्भवन तक ही सीमित रहती है। क्रस्टेसिया जन्तुओं में पादों का पुनरुद्भवन जीवनकाल की सम्पूर्ण अवस्था में देखा जा सकता है। परन्तु कीटों में का पुनरुद्भवन केवल लारवा अवस्था में ही हो सकता है।
क्रेब या मकड़ी में टांगों पर किसी शत्रु का आक्रमण होने पर रक्षा के लिए स्वयं द्वारा शरीर से तोड़ दी जाती है। इस क्रिया को ऑटोटोमी (autotomy) कहते हैं। इनका पुनर्निर्माण पुनरुद्भवन के क्रिया द्वारा होता है। परन्तु इन टांगों की लम्बाई प्रारम्भ में छोटी होती है जो धीरे- धीरे वृद्धि करती है। क्षतिग्रस्त टांगों का पुनरुद्भवन एपिमार्फोसिस प्रकार का होता है।
- **मोलस्का में पुनरुद्भवन (Regeneration in Mollusca)** : मोलस्का संघ के जन्तुओं में पुनरुद्भवन क्षमता अल्प-विकसित होती है। कुछ गैस्ट्रोपॉड जन्तुओं में क्षतिग्रस्त नेत्र वृन्त सिर एवं पाद का कुछ भाग का पुनरुद्भवन हो जाता है। सम्पूर्ण सिर का पुनरुद्भवन नहीं पाया जाता है। सिफेलोपोडा के जन्तुओं में क्षतिग्रस्त भुजाओं के पुनरुद्भवन की क्षमता होती है।

- **इकाइनोडर्मेटा में पुनरुद्भवन (Regeneration in Echinodermata)** : इस संघ के जन्तुओं जैसे तारा मछली, भंगुरतारा, समुद्री लिली आदि में अपनी भुजाओं एवं केन्द्रिय बिंब के पुनरुद्भवन की क्षमता होती है। समुद्री खीरों में गुदा से शरीर के भीतरी अंगों को गुदा द्वारा बाहर अन्तरंगक्षेपण (ejection) कर दिया जाता है जिनका कुछ समय बाद पुनरुद्भवन हो जाता है।

11.4.2 कशेरुकियों में पुनरुद्भवन (Regeneration in Vertebrates)

कशेरुकी प्राणियों में पुनरुद्भवन की क्षमता अकशेरुकी प्राणियों की तुलना में कम होती है।

- **मछलियों में पुनरुद्भवन (Regeneration in Fishes)** : मछलियों में पुनरुद्भवन क्षमता - कम ही देखने को मिलती है। यदि मछलियों में फिन्स क्षतिग्रस्त हो जाये अथवा कट जाये तो इनका पुनः निर्माण हो जाता है।
- **एम्फीबिया में पुनरुद्भवन (Regeneration in Amphibia)** : उभयचर प्राणियों में पुनरुद्भवन क्षमता अन्य कशेरुकी प्राणियों की तुलना में अधिक विकसित होती है। यूरोडेला (न्यूट, सेलामेंडर) के लारवा एवं वयस्क दोनों में क्षतिग्रस्त पुच्छ, पाद, बाह्य क्लोम, नेत्र लेन्स, ऊपरी एवं निचले जबड़े पुनः निर्मित हो जाते हैं। ऐन्यूरा (मेढक) प्राणियों में पुनरुद्भवन क्षमता केवल लारवा अवस्था में ही होती है कायान्तरण पश्चात् वयस्क मेढक में पुनरुद्भवन क्षमता नहीं होती।
- **सरीसृपों में पुनरुद्भवन (Regeneration in Reptiles)** : घरेलू छिपकलियों में पूंछ का शरीर से पृथक होना तथा इसके स्थान पर कुछ दिनों बाद नयी पूंछ का विकास नियमित रूप से एक सुरक्षात्मक प्रक्रिया के रूप में होता है। इस क्रिया को स्वांगोच्छेदन (ऑटोटोमी) कहते हैं। नई बनने वाली पूंछ में कशेरुकायें सरल प्रकार की होती हैं।
- **पक्षियों में पुनरुद्भवन (Regeneration in Birds)** : पक्षियों में पुनरुद्भवन क्षमता काफी कम होती है केवल इनकी चोंच के कुछ भागों का पुनरुद्भवन पाया जाता है।
- **स्तनधारियों में पुनरुद्भवन (Regeneration in Mammals)** : स्तनधारियों में पुनरुद्भवन क्षमता बहुत कम विकसित होती है। इनमें पुनरुद्भवन की प्रक्रिया घाव भरने या मृत जीर्ण कोशिकाओं के स्थान पर नई कोशिकाओं के निर्माण तक ही सीमित रहती है। यकृत एवं वृक्क के किसी भाग के नष्ट हो जाने पर शेष भाग की कोशिकायें विभाजित होकर वृद्धि कर उनकी पूर्ति कर देती है। इसी प्रकार अस्थितियों में भी सामान्य टूट-फूट की मरम्मत करने की सीमित क्षमता होती है। प्रायः स्तनधारियों में पुनरुद्भवन उत्तक स्तर पर ही देखने को मिलता है।

11.5 एम्फीबियन्स में पाद पुनरुद्भवन (Limb Regeneration in Amphibians)

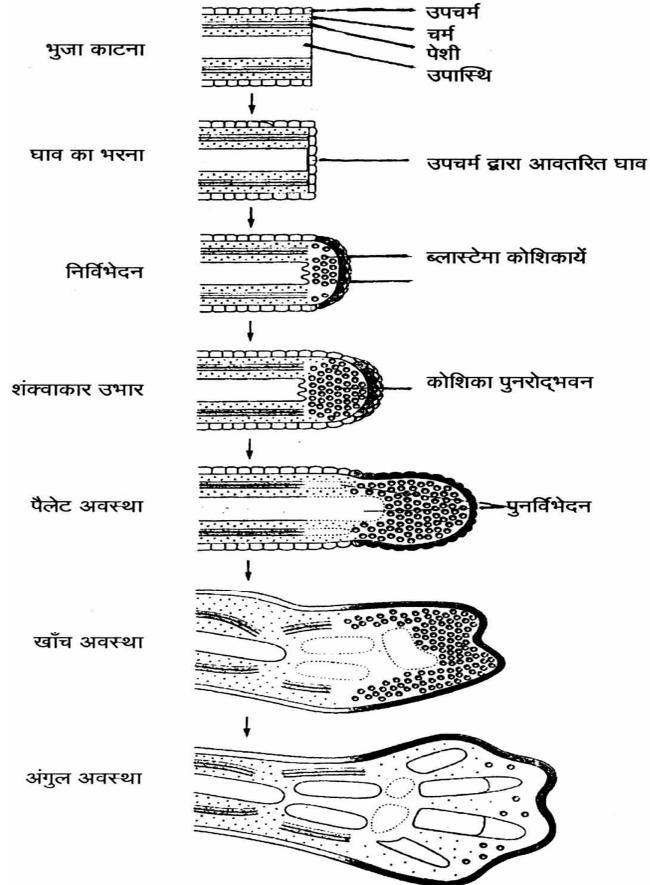
कशेरुकी प्राणियों में केवल एम्फीबियन्स में पाद का पुनरुद्भवन पाया जाता है। ऐन्यूरा के टेडपोल अवस्था में पाद पुनरुद्भवन की क्षमता होती है परन्तु कायान्तरण के पश्चात् वयस्क मेढक में यह क्षमता लुप्त हो जाती है। परन्तु यूरोडेला के प्राणियों में पाद पुनरुद्भवन क्षमता लारवा एवं वयस्क दोनों अवस्थाओं में पायी जाती है।

पुनरुद्भवन की क्रिया विधि : उभयचरों में पाद पुनरुद्भवन के समय होने वाली घटनाओं को आकारिकीय घटनायें, औतिकीय घटनायें एवं कार्थिकीय प्रक्रियाओं में विभक्त किया जा सकता है।

11.5.1 आकारिकीय घटनाएँ (Morphological Events)

सेलेमान्डर या न्यूट लारवा या वयस्क पाद पुनरुद्भवन की सम्पूर्ण क्रिया विधि को निम्न प्रमुख चरणों में बांटा जा सकता है

- घाव का भरना / ढकना (Wound healing)
- ब्लास्टेमा (प्रमुकुलन) का निर्माण (Formation of Blastema)
- पुनर्विभेदन एवं संरचना विकास (Redifferentiation and Morphogenesis)



चित्र 11.3 : एम्फीबिया में पाद पुनरुद्भवन के समय की क्रमिक अवस्थायें

- घाव का भरना :** सेलेमान्डर या न्यूट में प्राकृतिक रूप से पाद के कट जाने पर या प्रयोगकर्ता द्वारा अंगोच्छेदन (Amputation) कर देने पर घाव बन जाता है आस-पास की कोशिकाएँ एवं रक्त वाहिनियों क्षतिग्रस्त हो जाती हैं। क्षतिग्रस्त रक्त वाहिनियों से रक्त बहना प्रारम्भ हो जाता है। पुनरुद्भवन की प्रथम अवस्था में घाव भरने की प्रक्रिया प्रारम्भ होती है। इस दौरान घाव की सतह पर मृत क्षतिग्रस्त कोशिकाएँ एकत्र हो जाती हैं तथा रक्त का थक्का बन जाता है। जिससे रक्त का बहना बन्द हो जाता है। घाव के समीपस्थ त्वचीय उपकला कोशिकाएँ अमीबाभ गति करके घाव की सतह को ढक देती हैं। इस प्रकार घाव बाह्य रूप से उपकला द्वारा आच्छादित हो जाता है। इस क्रिया में 1 - 2 दिन का समय लगता है।

- ii. **ब्लास्टेमा (प्रमुकुलन) का निर्माण** : उपकला के नीचे घाव के स्थल पर स्थित कोशिकाओं में निर्विभेदन की प्रक्रिया प्रारम्भ हो जाती है जिसके फलस्वरूप अविभेदित (मिजनकाइमल) कोशिकाओं का समूह बन जाता है। इन अविभेदित कोशिकाओं में समसूत्री विभाजन द्वारा प्रचुरोद्भवन (Multiplication) होता है जिसके फलस्वरूप घाव का अन्तिम सिरा ढूँढ़ के समान शंक्वाकार उभार की तरह दिखायी देने लगता है। इस अवस्था को पुनरुद्भवन ब्लास्टेमा या पुनरुद्भवन कलिका कहते हैं।
- iii. **पुनर्विभेदन एवं संरचना विकास** : ब्लास्टेमा की अविभेदित कोशिकाओं में निरन्तर प्रचुरोद्भवन प्रक्रिया चलती रहती है तथा कुछ समय पश्चात् इसके समीपस्थ सिरे पर स्थित कोशिकाओं में पुनर्विभेदन प्रारम्भ हो जाता है। इसके फलस्वरूप पाद के आन्तरिक उत्तकों का निर्माण होने लगता है। यह क्रिया कलिका के समीपस्थ सिरे से दूरस्थ सिरे की ओर बढ़ती है। पुनरुद्भवन की प्रक्रिया के दौरान कलिका कई रूपों जैसे शंकु, पट्टिका, प्रारम्भिक अंगुल अवस्था अथवा खांच अवस्था तथा सम्पूर्ण अंगुल अवस्था से होती है हुयी सम्पूर्ण पाद में विकसित हो जाती है (चित्र 11.2)।

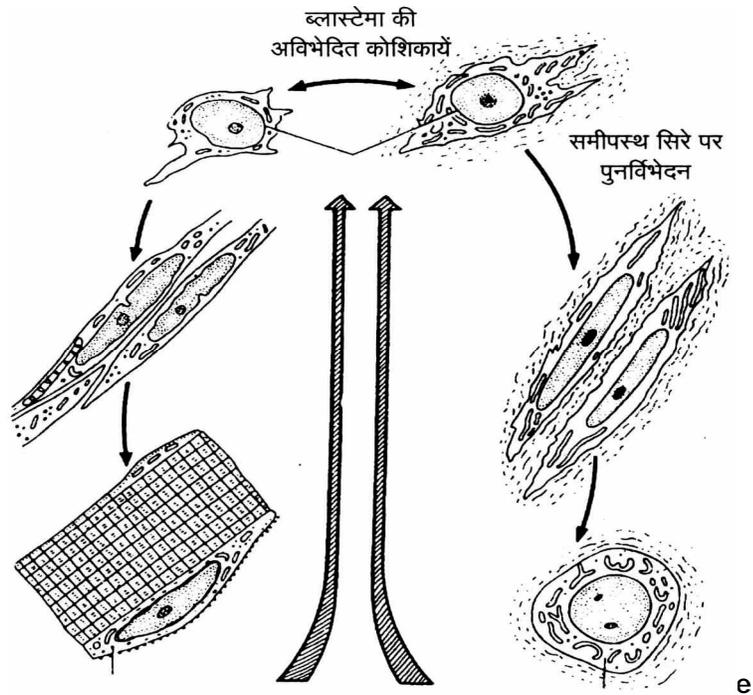
11.5.2 औतिकीय घटनायें (Histological events)

पाद के पुनरुद्भवन के दौरान निम्नलिखित औतिकीय परिवर्तन होते हैं।

- i. **अविभेदीकरण या निर्विभेदन (Dedifferentiation)** : घाव के उपकला आवरण द्वारा ढक जाने के बाद शीघ्र हो आस-पास के विभिन्न उत्तकों जैसे अस्थियों उपास्थियों, संयोजी उत्तक एवं पेशी तन्तुओं में निर्विभेदन हो जाता है ये सभी उत्तक अविभेदित मीनकाइमल कोशिकाओं में परिवर्तित हो जाते हैं। इस क्रिया को अविभेदीकरण कहते हैं। इस क्रिया के दौरान अस्थियों एवं उपास्थियों की अन्तरकोशिकीय मैट्रिक्स घुल जाती है जिससे कोशिकायें स्वतंत्र होकर उपकला स्तर के नीचे इकट्ठी हो जाती हैं। इसी प्रकार संयोजी उत्तक मैट्रिक्स में तन्तु नष्ट हो जाते हैं जिसके फलस्वरूप संयोजी उत्तक कोशिकायें भी स्वतंत्र हो कर उपकला स्तर के नीचे इकट्ठी हो जाती हैं। पेशी कोशिकाओं में भी पेशी तन्तुक नष्ट हो जाते हैं। ये भी अविभेदित कोशिकाओं में बदल जाती हैं। ये अविभेदित कोशिकायें भ्रूणीय कोशिकाओं के समान होती हैं।
- ii. **पुनर्विभेदीकरण (Dedifferentiation)** : जब ब्लास्टेमा एक निश्चित अवस्था में वृद्धि कर लेती है तो इसमें निर्विभेदन की क्रिया शक जाती है तथा इसमें कोशिकाओं के पुनर्विभेदन की क्रिया प्रारम्भ हो जाती है जिसके फलस्वरूप अविभेदित कोशिकायें विभेदित होकर संयोजी उत्तक, पेशी तन्तु, अस्थि एवं उपास्थि का पुनः निर्माण करती हैं।

पुनर्विभेदन की क्रिया भी दो प्रकार की होती है '

- a. **मेटाप्लेसिया (Metaplasia)** : जब पुनरुद्भवन के दौरान निर्विभेदित कोशिकायें जिस प्रकार की मूल कोशिकाओं से ये बनी थी, उनसे पृथक अन्य प्रकार की कोशिकाओं में विभेदित होती हैं तो इस प्रक्रिया को मेटाप्लेसिया कहते हैं। जैसे अस्थि कोशिका का रूपान्तरण उपास्थि कोशिका में हो जाये।
- b. **माडुलेशन (Modulation)** _ जब पुनर्विभेदन के दौरान निर्विभेदित कोशिकायें पुनः उसी मूल कोशिकाओं में विभेदित होती हैं तो इस प्रक्रिया को माडुलेशन कहते हैं।



चित्र 11.4 : पुनरुद्भव के दौरान, निर्विभेदन की, क्रिया विधि

प्रयोगों द्वारा ज्ञात हुआ है कि यूरोडेला के पाद के पुनरुद्भव के समय माडुलेशन नहीं वरन् मेटाप्लेसिया क्रिया देखी जाती है क्योंकि निर्विभेदित कोशिकायें पुनः किसी भी अन्य प्रकार की कोशिकाओं में विभेदित हो सकती हैं।

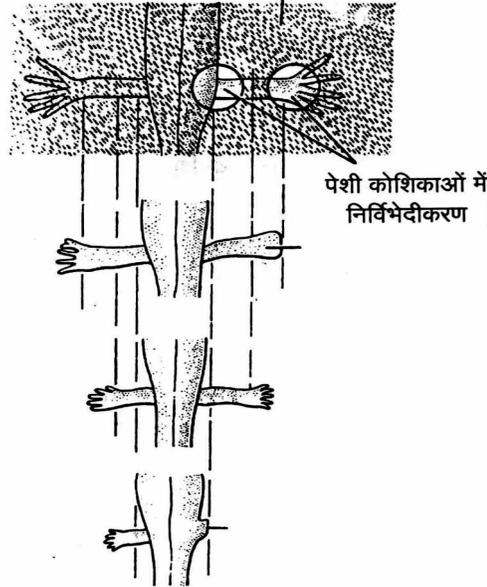
11.5.3 प्रक्रियायें (Physiological Processes)

- i. पुनरुद्भव के दौरान होने वाली कार्यिकीय क्रियाओं को दो प्रावस्थाओं में बांटा जा सकता है:
 - (a) **विघटनकारी या अपचय प्रावस्था** (Destructive and catabolic phase) : ब्लास्टेमा निर्माण की प्रारम्भिक अवस्था में अनेक विघटनकारी क्रियायें होती हैं जिसके फलस्वरूप उत्तकों में निर्विभेदीकरण होता है। इस अवस्था में प्रोटियोलाइटिक एन्जाइम के स्तर में वृद्धि हो जाती है फलस्वरूप प्रोटीन्स का विघटन होता है एवं स्वतंत्र अमीनों अस्तों की सान्द्रता में वृद्धि (लगभग दोगुना) हो जाती है। पुनरुद्भव की निर्विभेदीकरण अवस्था में अवायवीय श्वसन (glycolysis) की दर बढ़ जाती है जिससे लैक्टिक अन्त की मात्रा बढ़ जाती है एवं pH का मान (7.2 से 6.6 तक) हो जाता है। RQ के मान में भी कमी हो जाती है।
 - (b) **संश्लेषण या उपचय प्रावस्था** (Synthetic or Anabolic Phase) : ब्लास्टेमा के पुनर्विभेदन अवस्था में आक्सीजन के उपयोग की मात्रा बढ़ जाती है जिसमें RQ का मान बढ़ जाता है। लैक्टिक अन्त एवं मुक्त-SH समूहों की मात्रा में कमी हो जाती है जिससे pH का मान पुनः बढ़ जाता है। RNA की मात्रा में वृद्धि हो जाती है।
- ii. **ब्लास्टेमा कोशिकाओं का स्रोत** : ब्लास्टेमा का निर्माण करने वाली कोशिकाओं की उत्पत्ति कैसे होती है इसको समझाने के लिए वैज्ञानिकों ने दो मत प्रस्तुत किये.
 - a. स्थानीय उत्पत्ति का मत

b. दूरस्थ स्थान पर उत्पत्ति का मत

(i) **स्थानीय उत्पत्ति का मत** (View of Localized Origin) : इस मत के अनुसार ब्लास्टेमा का निर्माण करने वाली कोशिकाओं की उत्पत्ति स्थानीय होती है अर्थात् इन कोशिकाओं की उत्पत्ति क्षतिग्रस्त स्थल पर उपस्थित संयोजी ऊतक, अस्थि, उपास्थि, पेशी कोशिकाओं के निर्विभेदीकरण के फलस्वरूप होती है। न्यूट में क्षतिग्रस्त पाद क पुनरुद्भवन पर X-किरणों के प्रभावों का अध्ययन करने पर इस मत की पुष्टि होती है। इस मत की पुष्टि करने के लिए दो प्रकार के प्रयोग किये गये। प्रथम प्रयोग में न्यूट के सम्पूर्ण शरीर को सीसे की प्लेट से ढककर उसके एक पाद को खुला छोड़कर उस पर x-किरणें डाली गयी तथा इस पाद का अंगविच्छेदन किया गया। इस पाद में पुनरुद्भवन की क्रिया देखने को नहीं मिली। क्योंकि x-किरणें डालने के बाद अंगविच्छेदन किया गया। फलस्वरूप X-किरणों के प्रभाव से इस पाद की कोशिकायें मृत हो गयी। इससे निष्कर्ष निकाला गया कि ब्लास्टेमा का निर्माण घाव के समीप स्थित कोशिकाओं द्वारा ही होता है। एक अन्य प्रयोग में बटलर (1935) ने न्यूट के सम्पूर्ण शरीर पर X-किरणें डाली तथा बाद में इस प्राणी के शरीर पर एक अनुद्भाषित पाद को प्रत्यारोपित (transplant) किया गया। इस पाद को काट दिया गया। इस क्षतिग्रस्त पाद में पुनरुद्भवन की क्रिया देखने को मिली।

अतः उपरोक्त प्रयोगों से स्पष्ट हुआ कि यूरोडेला के प्राणियों में ब्लास्टेमा कोशिकाओं की उत्पत्ति स्थानीय उत्तकों के निर्विभेदन द्वारा होती है



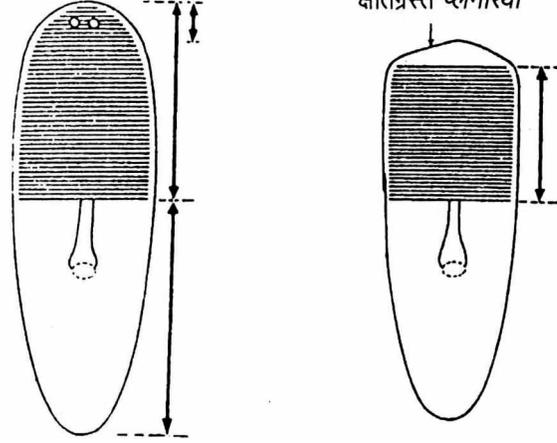
चित्र 11.5 : ब्लास्टेमा कोशिकाओं का स्थानीय उत्पत्ति का प्रदर्शन

b. **ब्लास्टेमा कोशिकाओं की दूरस्थ स्थान पर उत्पत्ति का मत** (View of Distance Origin) : इस मत के अनुसार ब्लास्टेमा की अविभेदित मिजेनकाइमल कोशिकायें शरीर के किसी अन्य भाग से अभिगमन करके आती हैं। प्लेनेरिया में यह देखा गया कि यदि प्लेनेरिया के सम्पूर्ण शरीर पर x-किरणें डालकर उसके किसी भाग को अंगोच्छेदन किया जाये तो इससे क्षतिग्रस्त भाग का पुनरुद्भवन नहीं होता है। परन्तु यदि शरीर के कुछ भाग को छोड़कर शेष भाग पर x-किरणें डाली जायें तथा इस (irradiated) भाग में घाव उत्पन्न किया जाये तो इस क्षतिग्रस्त भाग का पुनरुद्भवन हो जाता है।

इस प्रयोग से सिद्ध होता है कि प्लेनेरिया में ब्लास्टेमा कोशिकाएँ शरीर के अन्य भाग से अभिगमन करके क्षतिग्रस्त स्थल पर पहुँचती हैं ।

घाव से उत्पन्न होकर पुनरुद्भवन

X-ray द्वारा उद्भासित
क्षतिग्रस्त प्लेनेरिया



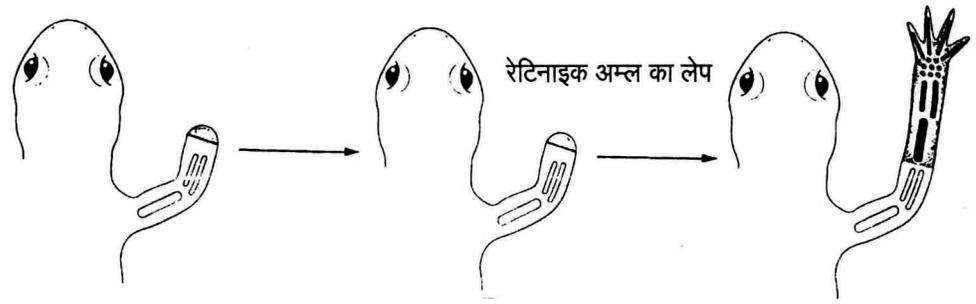
चित्र 11.6 : प्लास्टेमा कोशिकाओं की दूरस्थ उत्पत्ति का प्रदर्शन

क्षेत्रीय भाग का पुनरुद्भवन (Regeneration of Regional Pattern)

पुनरुद्भवन हमेशा अंगोच्छेदन सतह से दूरस्थ दिशा की ओर होता है । जिसके फलस्वरूप पाद के खोये हुये क्षतिग्रस्त भाग का पुनः निर्माण होता है । यदि अग्र पाद को कलाई के स्थान पर काट दिया जाये तो केवल क्षतिग्रस्त कार्पलस एवं अंगुलियों का पुनरुद्भवन होता है । यदि अग्रपाद को महसूस अस्थि के मध्य भाग में काटा जावे तो इस भाग के दूरस्थ सभी आन्तरिक एवं बाह्य भागों का पुनरुद्भवन हो जाता है । अतः ब्लास्टेमा की वृद्धि एवं उससे विकसित होने वाली संरचनाओं की प्रकृति, अंगोच्छेदन स्थल पर निर्भर करती है । ब्लास्टेमा किस प्रकार क्रमबद्ध रूप से दूरस्थ संरचनाओं का निर्माण सही स्थल पर करती है जिसके फलस्वरूप न तो कोई संरचना या भाग अनुपस्थित होता है और न ही अधिक होता है अतः पुनरुद्भवन की क्रिया स्थिति मान के अनुसार होती है ।

11.6 पुनरुद्भवन पर रेटिनाइक अम्ल का प्रभाव (Effect of Retinaic Acid on Regeneration)

सामान्यतया पुनरुद्भवन के दौरान अंगोच्छेदन स्थल पर दूरस्थ संरचनाएँ ही पनपती हैं । परन्तु यदि पुन भवन के समय पाद को रेटिनाइक अम्ल से उपचारित किया जाये तो ब्लास्टेमा में समीपवर्ती प्रभाव देखने को मिलता है अर्थात् दूरस्थ संरचनाओं का विकास तो होता ही है साथ-साथ में काट के कुछ पहले वाले भाग का भी पुनरुद्भवन हो जाता है । उदाहरण के लिए यदि मेढक के अग्र पाद को रेडिअस-अलना स्थल से होकर काटा जाये तथा इस क्षतिग्रस्त पाद को रेटिनाइक अम्ल से उपचारित किये जाने पर इसमें न केवल काटे गये स्थल से दूरस्थ स्थित सभी भागों का पुनरुद्भवन होता है, परन्तु इस स्थल से पूर्व स्थित कुछ आन्तरिक संरचनाओं जैसे रेडिअस- अलना अस्थियों का अतिरिक्त विकास हो जाता है (चित्र 11.7) ।



चित्र 11.7 : पुनरुद्भवन पर रेटिनाइक अम्ल का

पुनरुद्भवन पर रेटिनाइक अम्ल का प्रभाव इसकी मात्रा पर निर्भर करता है। यदि क्षतिग्रस्त पाद को पुनरुद्भवन के दौरान रेटिनाइक अम्ल की अधिक सान्द्रता से उपचारित किया जाये तो उस क्षतिग्रस्त पाद जिसका केवल अग्र भाग ही काटा गया था उस पर एक अतिरिक्त सम्पूर्ण पाद का विकास हो जाता है। इस प्रकार रेटिनाइक अम्ल ब्लास्टेमा की समीपस्थ-दूरस्थ स्थिति इसी प्रकार कुछ प्रायोगिक अवस्थाओं में रेटिनाइक अम्ल ब्लास्टेमा की अग्र-पश्च अक्ष पर स्थिति मान में परिवर्तन कर देता है तथा स्थिति मान को अग्र दिशा में सरका देता है। मान में परिवर्तन कर इसे ज्यादा समीपस्थ (Proximal) बना देता है।

क्षतिग्रस्त उत्तक रेटिनाइक अम्ल का एक अच्छा स्रोत है। ब्लास्टेमा में रेटिनाइक अम्ल की सान्द्रता अग्र-पश्च ग्रेडियन्ट दर्शाती है। इसी प्रकार दूरस्थ ब्लास्टेमा में समीपस्थ ब्लास्टेमा की तुलना में अधिक सान्द्रता होती है। रेटिनाइक अम्ल कई प्रकार के ग्राही (Receptor) द्वारा अपना प्रभाव दर्शाता है। ये ग्राही केन्द्रक में स्थित होते हैं।

रेटिनाइक अम्ल का एक अन्य महत्वपूर्ण प्रभाव टेम्पोरेरिआ के टेडपोल में पुनरुद्भवन के समय पूछ का पाद में ट्रांसफार्मेशन (Transformation) करने की क्षमता है। यदि टेडपोल में पूछ को काट दिया जाये तो इसके स्थान पर नई पूँछ का निर्माण हो जाता है। परन्तु टेडपोल में इस अवस्था में पश्चात का विकास हो रहा है, तो इस पुनरुद्भवित पूँछ को रेटिनाइक अम्ल से उपचारित करने पर पूँछ के स्थान पर एक अतिरिक्त पश्च पाद का निर्माण प्रारम्भ हो जाता है। इससे यह सिद्ध होता है कि रेटिनाइक अम्ल ब्लास्टेमा की अग्र-पश्च सिरी की स्थिति मान में परिवर्तन कर देता है।

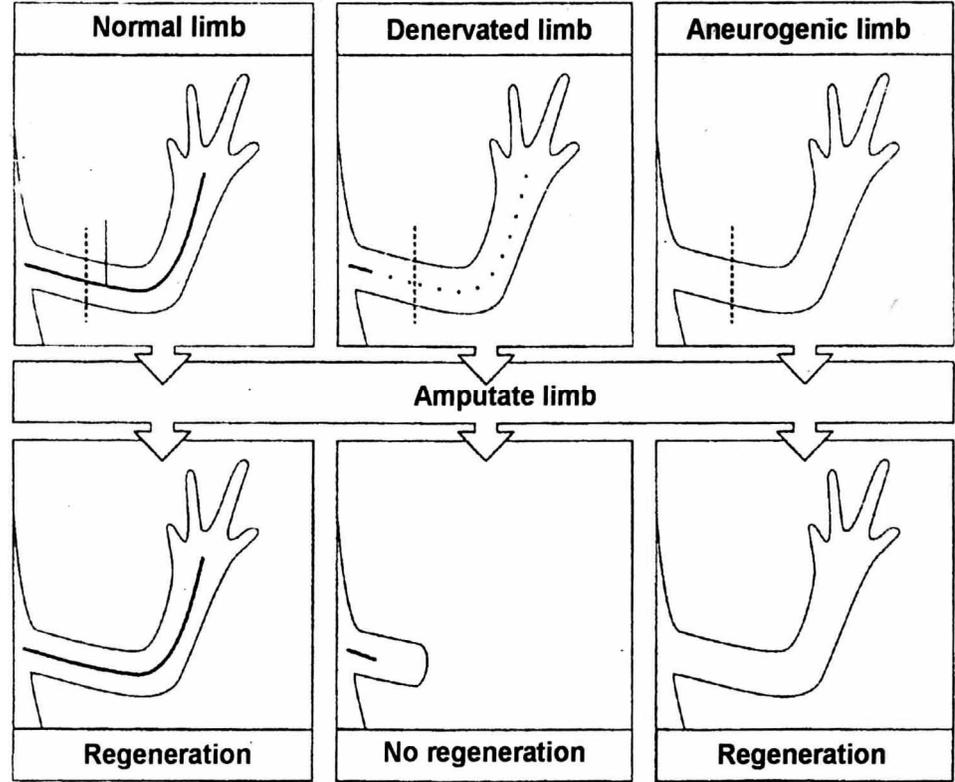
इस प्रकार रेटिनाइक अम्ल का पुनरुद्भवन में जटिल प्रभाव दर्शाता है जिसके अन्तर्गत ब्लास्टेमा में कई प्रकार के प्रभाव जैसे साथ-साथ घटित होते हैं। हालांकि इसको आण्विक स्तर पर समझना मुश्किल है परन्तु यह देखा गया है कि (Proximalization) के दौरान CD59 एवं Meis जीन्स की अभिव्यक्ति एवं क्रिया बढ़ जाती है।

11.7 पुनरुद्भवन एवं तंत्रिकार्य (Regeneration and Nerves)

ब्लास्टेमा की वृद्धि अर्थात् पुनरुद्भवन क्षमता तंत्रिका तन्तुओं की उपस्थिति पर निर्भर करती है। यदि क्षतिग्रस्त पाद में तंत्रिका को काट दिया जाये तो उस भाग में निविर्भदीकरण की प्रक्रिया एवं ब्लास्टेमा का निर्माण सामान्यरूप से होता है परन्तु ब्लास्टेमा की वृद्धि एवं संरचना विकास की क्रिया नहीं होती। तंत्रिकार्य कुछ विशेष प्रकार के माइटोजनिक कारक मुक्त करती हैं जिन्हें तंत्रिकीय पोषक कारक (neurotrophic factor) कहते हैं। तंत्रिकार्य कई प्रकार के पोषक कारक जैसे- फाइब्रोब्लास्ट वृद्धि कारक (FGFs), न्यूरीगुलिन (एपीडर्मल वृद्धि कारक, EGF) तथा इन्तुलिन वृद्धि कारक (IGF) स्रावित

करती है जो अंग पुनरुद्भवन के दौरान कोशिकाओं के सामान्य पुनर्विभेदीकरण, वृद्धि एवं विन्यास में महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं ।

यदि पुनरुद्भवन करने वाले अंगों को प्रारम्भिक भ्रूणीय अवस्था में ही तंत्रिकाओं के अभाव में विकसित किया जाये तो ऐसे पाद में अंगोच्छेदन करने पर पुनरुद्भवन की किया होती है । इस तंत्रिका विहिन पाद में न्यूरोट्रापिक कारक की उपस्थिति आवश्यक नहीं होती । यदि इस तंत्रिका विहिन पाद में पुनः तंत्रिकाएँ स्थापित कर दी जाये तो इस पाद में पुनः तंत्रिकाएँ स्थापित कर दी जाये तो इस पाद में पुनरुद्भवन पुनः तंत्रिकाओं की उपस्थिति पर निर्भरता दर्शाता है । इससे निष्कर्ष निकलता है कि उभयचरों में पाद के पुनरुद्भवन की तंत्रिका की उपस्थिति पर निर्भरता इसमें तंत्रिका पूर्ति होने के पश्चात् होती है (चित्र 11.8) ।



चित्र 11 .8 : पुनरुद्भवन की तंत्रिका की उपस्थिति पर निर्भरता

11.8 पुनरुद्भवन को प्रभावित करने वाले अन्य कारक (Other Factors Affecting Regeneration)

पुनरुद्भवन की क्रिया अनेक बाहरी व भीतरी कारकों पर निर्भर करती है इनमे से कुछ प्रमुख कारक निम्न प्रकार हैं

1. **तापमान (Temperature)** : पुनरुद्भवन की दर प्राकृतिक रूप से तापमान से प्रभावित होती है । एक सीमा तक तापमान में वृद्धि करने पर पुनरुद्भवन की दर में वृद्धि होती है । परन्तु एक निश्चित सीमा के पश्चात् तापमान बढ़ाने पर दर घट जाती है । प्लेनेरिया टोरवा पर किये गये प्रयोगों से ज्ञात हुआ कि 3°C तापमान पर पुनरुद्भवन नहीं के बराबर होता है तथा 29.7° C तापमान पर

पुनरुद्भवन की दर सबसे तेज थी। इस तापमान पर नये सिर का निर्माण होने में 4.6 दिन का समय लगा। तापमान 31.5°C करने पर नये सिर के निर्माण में 8.5 दिन का समय लगा व 32°C तापमान जन्तुओं के लिए घातक सिद्ध हुआ।

2. **भोजन (Food)** : पुनरुद्भवन पर भोजन की उपलब्धता का अधिक प्रभाव नहीं पड़ता है। प्रयोगों द्वारा सिद्ध हुआ कि जन्तुओं में भोजन के अभाव में भी पुनरुद्भवन होता है। इस समय जन्तु ऊर्जा के लिए अपने आन्तरिक स्रोत पर निर्भर रहते हैं। एक प्रयोग में प्लेनेरिया लुगुब्रिश (P. lugubris) को लम्बवत् दो भागों में चीर दिया गया। एक भाग को भोजन उपलब्ध कराया गया तथा दूसरे भाग को भोजन के बिना रखा गया। दोनों भागों में पुनरुद्भवन देखा गया।
3. **आक्सीजन (Oxygen)** : सीलेन्ट्रेटा के जन्तुओं में यह पाया गया कि आक्सीजन की मात्रा यदि बढ़ा दी जाये तो हाइड्राइड निवह की लम्बाई बढ़ जाती है।
4. **विद्युतधारा (Electric Current)** : प्रयोगों द्वारा ज्ञात हुआ कि कम क्षमता की दिष्ट विद्युत धारा पुनरुद्भवन को बढ़ाती है।

11.9 सारांश (Summary)

- पुनरुद्भवन वयस्क प्राणियों के शरीर में पायी जाने वाली वह क्षमता है जिसके अन्तर्गत प्राणी अपने शरीर के क्षतिग्रस्त या खोये हुये अंगों का पुनर्निर्माण करता है। यह पशु भ्रूणीय जीवन काल में संरचना विकास का पुनर्जागरण है।
- प्राणी जगत के विभिन्न संघों एवं प्रजातियों में अलग-अलग पुनरुद्भवन क्षमता पायी जाती है। निम्न संघों के जन्तुओं में उच्च संघों के प्राणियों की अपेक्षा अधिक पुनरुद्भवन क्षमता होती है। कुछ जन्तु जैसे स्पंज, हाइड्राइड, प्लेनेरिया आदि में शरीर के छोटे से खंड से सम्पूर्ण प्राणी शरीर का निर्माण हो जाता है।
- स्तनधारियों में पुनरुद्भवन क्षमता बहुत कम पायी जाती है यह केवल घाव भरने तक ही सीमित होती है।
- पुनरुद्भवन को दो मुख्य विधियों में बांटा जा सकता है - मार्फालेक्सिस और एपिमॉर्फासिस।
- स्पंज एवं हाइड्रा में पुनरुद्भवन मार्फालेक्सिस द्वारा होता है जिसमें क्षतिग्रस्त भाग का पुनर्निर्माण शेष बचे उत्तकों के पुनर्विन्यासीकरण या पुनप्राणीकरण द्वारा सम्पन्न होता है इसमें ब्लास्टेमा का निर्माण नहीं होता।
- उभयचरों के पाद एवं छिपकली की पूँछ का पुनरुद्भवन एपिमॉर्फासिस द्वारा होता है जिसमें क्षतिग्रस्त स्थल पर निर्विभेदन की क्रिया के फलस्वरूप एक अविभेदित कोशिकाओं का समूह बनता है एवं ब्लास्टेमा का निर्माण होता है जिसमें पुनर्विभेदन एवं संरचना विकास के फलस्वरूप क्षतिग्रस्त भाग का पुनरुद्भवन होता है।
- यूरोडेला जन्तुओं में पाद एवं पुच्छ के पुनरुद्भवन के लिए तंत्रिका तन्तुओं की उपस्थिति आवश्यक है ये कुछ पोषक कारकों का स्त्रावण करती हैं जो पुनरुद्भवन को प्रेरित करते हैं।
- पुनरुद्भवन पर रेटिनाइक अम्ल एवं अन्य कारकों का प्रभाव भी पड़ता है।

बोध प्रश्न

बहु विकल्पी प्रश्न

1. मार्फालैक्सिस कहते हैं.
 - (a) सम्पूर्ण शरीर का पुननिर्माण
 - (b) क्षतिग्रस्त पाद की वृद्धि
 - (c) घाव का भरना
 - (d) ब्लास्टेमा के निर्माण द्वारा पुनरुद्भव
2. टूटी हुई भुजाओं का पुनरुद्भव पाया जाता है :
 - (a) इकाईनोडर्मस में
 - (b) मोलस्का प्राणियों में
 - (c) मानव शरीर में
 - (d) मछलियों में
3. सेलामेण्डर में क्षतिग्रस्त पाद या पूँछ के पुनरुद्भव एक उदाहरण है :
 - (a) ऑटोटॉमी का
 - (b) मार्फालैक्सिस का
 - (c) एपीमॉर्फासिस का
 - (d) क्षतिपूरक अतिवृद्धि
4. पुनरुद्भव के दौरान एक अंग का दूसरे अंग में रूपान्तरण कहलाता है :
 - (a) मॉर्फोजिनेसिस
 - (b) एपीमॉर्फासिस
 - (c) मार्फालैक्सिस
 - (d) हिटरोमॉर्फासिस
5. गुदा द्वारा स्व अन्तरंगनिक्षेपण पाया जाता है :
 - (a) हाइड्रा में
 - (b) तारामछली में
 - (c) होलोथूरिरिया में
 - (d) सेलामेण्डर
6. पिसेज में पुनरुद्भव सीमित रहता है :
 - (a) गिल्स
 - (b) नेत्र
 - (c) फिन्स
 - (d) उपरोक्त में से कोई नहीं
7. टेडपोल के निम्न क्षतिग्रस्त अंगों में पुनरुद्भव पाया जाता है :
 - (a) पश्च पाद एवं पूँछ
 - (b) जबड़े एवं नेत्र

(c) आत्र

(d) आत्र एवं अग्र पाद

रिक्त स्थानों की पूर्ति कीजिये -

1. जब शरीर के एक छोटे से खण्ड से सम्पूर्ण प्राणी के शरीर का निर्माण हो जाता है इस क्रिया को..... कहते हैं ।
2. पुनर्विभेदन के दौरान जब निर्विभेदित कोशिकाएँ अपनी उत्पत्ति से निम्न रचनाओं में परिवर्तित हो जाये तो इसे..... कहते हैं ।
3. पुनरुद्भवन के दौरान..... परिवर्धन में होने वाली सभी मूलभूत घटनाएँ सम्पन्न होती है ।

निम्न में से सत्य अथवा असत्य छांटिये -

1. स्तन धारियों में यदि यकृत के कुछ भाग को काट दिया जाये तो शेष कोशिकाएँ पुनरुद्भवन द्वारा क्षतिग्रस्त कोशिकाओं का निर्माण कर लेती है । (सत्य / असत्य)
2. यदि सेलामेन्डर की क्षतिग्रस्त भुजा से विच्छेदन द्वारा तंत्रिका निकाल दी जाये तो इसका पुनरुद्भवन नहीं होता है । (सत्य / असत्य)
3. वयस्क मेंढक में पुनरुद्भवन की क्षमता समाप्त हो जाती है । (सत्य / असत्य)
4. स्पंज एवं हाइड्रा में पुनरुद्भवन एपीमार्फोसिस द्वारा होता है । (सत्य / असत्य)
5. प्लेनेरिया में घाव से दूर स्थित कोशिकाएँ निर्विभेदित होकर ब्लास्टेमा का निर्माण करती है । (सत्य / असत्य)

11.10 शब्दावली (Glossary)

मार्फोलेक्सिस या मार्फोलेक्टिक	Morpholixis/Morphallactic
अभिरूपान्तरण/ एपिमार्फोसिस	Epimorphosis
विषमान्तरण/हिटरोमार्फोसिस	Heteromorphosis
अंगोच्छेदन	Amputation
स्वांगोच्छेदन	Autotomy
ब्लास्टेमा या प्रमुकुल	Blastema
निर्विभेदन	Dedifferentiation
पुनर्विभेदन	Dedifferentiation
संरचनात्मक विकास	Morphogenesis
मेटाप्लेसिया	Metaplasia
तंत्रिकीयपोषक कारक	Neurotrophic factor

11.11 संदर्भ ग्रन्थ (Further Readings)

1. वेलिंस्की, एन इन्ट्रोडक्शन टू एम्ब्रियोलॉजी, डब्ल्यू दी सान्डर्स कम्पनी (पांचवा भारतीय संस्करण)
2. केम्पबेल एवं रीस, बायोलॉजी - बेन्जामिन क्यूमिंग पब्लिशिंग कम्पनी (सातवां संस्करण)

3. कार्डिंग, वटीब्रेट - कम्पेरेटिव एनाटोमी, फंशग, इवोल्यूशन, मैक्ग्रा - हील हायर एजुकेशन (तीसरा संस्करण)
4. रस्तोगी एवं जयराज, डब्लेपमेंट बायोलॉजी, केदारनाथ रामनाथ मेरठ (चौथा संस्करण)
5. शास्त्री एवं शुक्ला, डब्लेपमेंट बायोलॉजी, रस्तोगी पब्लिकेशन मेरठ
6. टेलर व सहयोगी, बायोलॉजिकल साइंस, केम्ब्रिज यूनिवर्सिटी यू के. (तीसरा संस्करण)

11.12 बोध प्रश्नों के उत्तर (Answers to self-assessment Questions)

बहु विकल्पी प्रश्न

- | | | | | |
|--------|--------|--------|--------|--------|
| 1. (a) | 2. (a) | 3. (c) | 4. (d) | 5. (c) |
| 6. (c) | 7. (a) | | | |

रिक्त स्थानों की पूर्ति कीजिये -

- | | | |
|------------------|-----------------|------------------------|
| 1. मार्फालेक्सिन | 2. मेटाप्लेसिया | 3. व्यक्तित्व परिवर्धन |
|------------------|-----------------|------------------------|

सत्य, असत्य छांटिये :

- | | | |
|----------|---------|---------|
| 1. सत्य | 2. सत्य | 3. सत्य |
| 4. असत्य | 5. सत्य | |

11.13 अभ्यासार्थ प्रश्न (Exercise Questions)

1. पुनरुद्भवन की परिभाषा दीजिये ।
2. प्राणि जगत में पुनरुद्भवन क्षमता का वर्णन कीजिये ।
3. एपिमाफोसिस से आप क्या समझते हैं?
4. मार्फालेक्सिस से आप क्या समझते हैं?
5. एपिमाफोसिस एवं मार्फालेक्सिस में अन्तर स्पष्ट कीजिये ।
6. विषमान्तरण से आप क्या समझते हैं?
7. मेटाप्लेसिया एवं मॉडुलेशन से आप क्या समझते हैं?
8. प्रमुकुल (ब्लास्टेमा) कोशिकाओं की उत्पत्ति के दो मत कौनसे हैं?, समझाइये ।
9. पुनरुद्भवन पर रेटिनाइक अम्ल के प्रभाव को समझाइये ।
10. पुनरुद्भवन को प्रभावित करने वाले कारकों की विवेचना कीजिये ।
11. उपभ्रशों में पाद पुनरुद्भवन की प्रक्रिया को समझाइये ।
12. पुनरुद्भवन में तंत्रिकाओं के प्रभाव की व्याख्या कीजिये ।
13. पुनरुद्भवन के दौरान होने वाले कार्याकीय परिवर्तनों को समझाइये ।

इकाई 12: स्टेम कोशिकाएँ (Stem Cells)

इकाई की रूपरेखा (Outline of Unit)

- 12.0 उद्देश्य (Objective)
- 12.1 प्रस्तावना (Introduction)
- 12.2 स्टेम कोशिकाओं का अर्थ (Meaning of Stem cells)
- 12.3 स्टेम कोशिका तकनीक की क्षमता के आधार पर इतिहास (History of Stem cells Based on Technique Potency)
- 12.4 स्टेम कोशिकाओं के प्रकार (Types of Stem cells)
- 12.5 स्रोत के आधार पर स्टेम कोशिकाओं के प्रकार (Types of Stem Cells based on Their Source)
- 12.6 वयस्क स्टेम कोशिकाओं का लचीलापन एवं ट्रांसविभेदन (Plasticity and Transdifferentiation)
- 12.7 भ्रूणीय एवं वयस्क स्टेम कोशिकाओं में अन्तर (Differences between Embryonic and Adult Stem Cells)
- 12.8 स्टेम कोशिकाओं का महत्व (Application of Stem cells)
 - 12.8.1 अस्थिमज्जा प्रत्यारोपण (Bone marrow transplantation)
 - 12.8.2 रोग उपचार (Therapeutic Application)
- 12.9 स्टेम कोशिका लाइन्स (Stem Cell Lines)
- 12.10 स्टेम कोशिका अनुसंधान में बाधाएँ (Problem in Stem Cells Research)
- 12.11 सारांश (Summary)
- 12.12 शब्दावली (Glossary)
- 12.13 संदर्भ ग्रंथ (Further Readings)
- 12.14 बोध प्रश्नों के उत्तर (Answers to self-assessment Questions)
- 12.15 अभ्यासार्थ प्रश्न (Exercise Question)
- 12.18 अभ्यासार्थ प्रश्नों के उत्तर (answers of Exercise Questions)

12.0 उद्देश्य (Objectives)

इस इकाई में स्टेम कोशिकाओं एवं उनकी विशेषताओं एवं सम्भावित उपयोग पर चर्चा की गयी है।

इस पाठ को पढ़ लेने के बाद आप निम्न बिन्दु समझ सकेंगे -

- स्टेम कोशिकाएँ क्या हैं एवं इनके मुख्य गुण क्या हैं?
- स्टेम कोशिकाएँ कहाँ से प्राप्त की जा सकती हैं?
- प्राणियों एवं मनुष्यों में किये गये परिक्षणों के आधार पर स्टेम कोशिकाओं का विभिन्न क्षेत्रों में संभावित उपयोग एवं महत्व क्या है?
- स्टेम कोशिका अनुसंधान से जुड़े कुछ नीतिगत मुद्दे क्या हैं?

12.1 प्रस्तावना (Introduction)

हमारे शरीर में ज्यादातर कोशिकायें विभेदन के फलस्वरूप विभाजन क्षमता खो देती हैं। परन्तु ज्यादातर प्राणियों में कोशिका प्रचुरोद्भवन की क्रिया बनी रहती है। शरीर में कुछ प्रकार की कोशिकायें अल्प समय तक ही जीवित रहती हैं तथा इनके स्थान पर नई कोशिकाओं का निर्माण निरन्तर होता रहता है। मनुष्य के रक्त में RBC का जीवन काल लगभग 120 दिन का होता है। एक सामान्य व्यक्ति में प्रतिदिन 3×10^{11} RBC नष्ट होती है एवं इतनी ही संख्या में इनका निर्माण होता है। इसी प्रकार प्रतिदिन बड़ी संख्या में आत्रिय उपकला कोशिकायें क्षतिग्रस्त हो जाती हैं परन्तु इतनी ही संख्या में इनका पुनः निर्माण हो जाता है। इन उत्तकों में कुछ विशेष प्रकार की कोशिकायें पायी जाती हैं जो निरन्तर विभाजित होती रहती हैं। इन्हें स्टेम कोशिकायें कहते हैं। RBC का सतत् निर्माण अस्थिमज्जा में पायी जाने वाली हिमेटोपॉइटिक स्टेम कोशिकाओं द्वारा होता है जिनमें विभाजन की क्षमता एवं विभेदन की क्षमता होती है। वास्तव में ये भ्रूणीय कोशिकाओं के लक्षण प्रदर्शित करती हैं। स्टेम कोशिकायें शरीर के विभिन्न भागों में विभेदित कोशिकाओं के साथ पायी जाती हैं।

11.2 स्टेम कोशिकाओं का अर्थ (Meaning of Stem Cells)

स्टेम कोशिकाये वे कोशिकायें होती हैं जिनमें निरन्तर विभाजन की क्षमता होती है तथा विभाजन के फलस्वरूप ये अपने स्वयं जैसी कोशिका एवं कई प्रकार की विभेदित कोशिकाओं का निर्माण करती हैं।

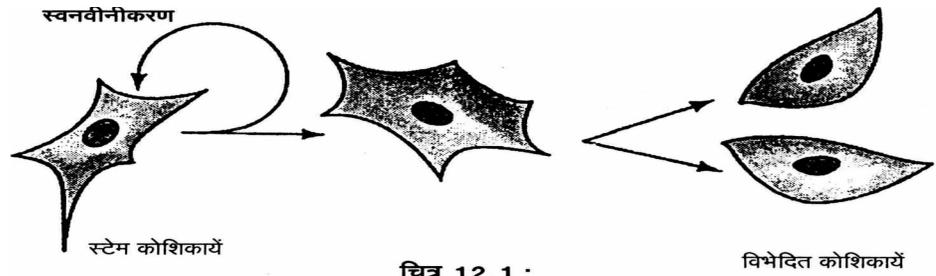
12.3 स्टेम कोशिका तकनीक की क्षमता के आधार पर इतिहास (History of Stem Cells based on Technique Potency)

स्टेम कोशिकाओं की उपस्थिति की जानकारी 100 वर्षों से भी पूर्व से थी। किस प्रकार हिमेटोपॉइटिक स्टेम कोशिकाओं से विभिन्न प्रकार की रुधिर कोशिकाओं का निर्माण होता है। इसका ज्ञान काफी समय से था। इसी प्रकार वृषण में भी स्टेम कोशिकाओं की उपस्थिति की परिकल्पना कलेरमोन्ट एवं लेबलॉड द्वारा की गयी।

स्टेम कोशिका अवधारणा (concept) की उत्पत्ति टिल एवं मेकगुलोग (Till and McCulloch) द्वारा हिमेटोपॉइटिक स्टेम कोशिकाओं एवं लेबलॉडन द्वारा शुक्राणुजनन पर किये गये अध्ययनों से शुरू हुयी। पियर्स (Pierce) ने 1984 में दर्शाया कि एक भ्रूणीय कार्सिनोमा (embryonic) कोशिका को चूहे (carcinome) में इन्सैक्ट करने पर ये एक ट्यूमर का निर्माण कर देती है जिससे भ्रूणीय कार्सिनोमा (EC) कोशिकायें एवं विभेदित पुत्री कोशिकायें उपस्थित थी। इस प्रकार भ्रूणीय कार्सिनोमा कोशिकायें ट्यूमर (आबूर्ड) की स्टेम कोशिकायें होती हैं। इवान्स एवं कुफमान (Evans and Kaufmann 1981) ने सर्वप्रथम ब्लास्टोसिस्ट के कल्चर से स्थायी अनेकक्षम कोशिका लाइन, भ्रूणीय स्टेम कोशिकाओं की खोज की।

स्टेम कोशिका अनुसंधान क्षेत्र की कुछ महत्वपूर्ण घटनायें :

- 1960 में जोसफ अस्टमान एवं गोपाल दास ने एक मनुष्य के मस्तिष्क में तंत्रिका विभाजन एवं स्टेम कोशिका की उपस्थिति के प्रमाण प्रस्तुत किये।



चित्र 12.1 :

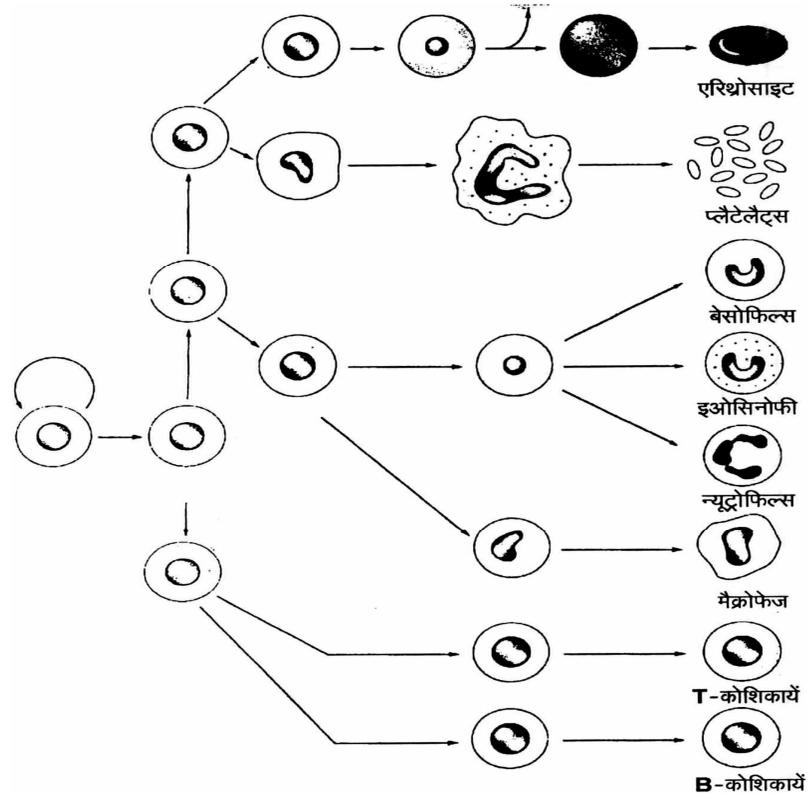
- 1963 - मेक कुलोक एवं टिल ने माउस की अस्थि मज्जा में स्वनवीनीकरण कोशिका की उपस्थिति के प्रमाण प्रस्तुत किये ।
- 1978 - मनुष्य के कॉर्ड रक्त में हिमेटोपॉइटिक स्टेम कोशिकाओं की खोज की गयी ।
- 1981 - भीतरी कोशिका समूह से भ्रूणीय स्टेम कोशिकाओं को पृथक किया ।
- 1992 - तंत्रिका स्टेम कोशिकाओं का बाह्यपात्र (*in vitro*) अवस्था में कल्चर तैयार किया गया ।
- 1995 - अमेरिका के राष्ट्रपति बिल क्लिंटन ने मानव भ्रूण पर किये जाने वाले अनुसंधानों पर सहायता राशि प्रदान करने पर आपत्ति एवं उग्र प्रतिबंध लगा दिया ।
- 1997 - ल्यूकेमिया रोग हिमेटोपॉइटिक स्टेम कोशिकाओं द्वारा उत्पन्न होता है ।
- 1998 - जेम्स थॉमसन एवं साथियों ने सर्वप्रथम मानविक भ्रूणीय स्टेम कोशिका लाइन का निर्माण किया ।
- 2003 - NIH के डा. सॉंगटेओ शीने बच्चों के दूध के दांत में वयस्क स्टेम कोशिका की खोज की।
- 2004 - 05 - कोरिया के वैज्ञानिक हवांग यू-शुक ने मनुष्य के अनिषेचित अंड से कई मानव भ्रूणीय स्टेम लाइन तैयार करने का दावा किया । जिसका बाद में खण्डन किया गया ।
- 2005 - इंग्लैंड की किंगस्टन विश्वविद्यालय के वैज्ञानिकों ने स्टेम कोशिकाओं के एक नये प्रकार - अम्बलीक कार्ड-रक्त- (Umbilical Cord blood) से प्राप्त भ्रूणीय स्टेम कोशिकाओं की खोज की ।
- 2001 - 2006 - अमेरिका के राष्ट्रपति जार्ज बुश ने भ्रूणीय स्टेम कोशिका, वयस्क स्टेम कोशिका एवं जन्तु स्टेम कोशिका के अनुसंधान के लिए विशेष सहायता राशि की घोषणा की।
- 18 जुलाई, 2006 को संयुक्त राज्य अमेरिका के सीनेट ने स्टेम कोशिका अनुसंधान एडवॉन्समेन्ट एक्ट H. R. 810. पारित किया ।
- 19 जुलाई, 2006 को राष्ट्रपति जार्ज बुश ने H. R. 810 (स्टेम कोशिका अनुसंधान एडवॉन्समेन्ट एक्ट) के विरुद्ध वीटो का प्रयोग किया ।
- 7 जनवरी, 2007 वेक फारेस्ट विश्वविद्यालय के वैज्ञानिक डा. एन्थानी एटाला एवं हार्वर्ड विश्वविद्यालय के वैज्ञानिकों ने एक नये प्रकार की स्टेम कोशिका को एम्निऑटिक द्रव में खोजा ।
- फरवरी 2006 - पॉपुलेशन काउन्सिल अमेरिका के प्रजनन जीव विज्ञानी मैथ्यू पी. हार्डी ने स्टेम लीडिंग कोशिकाओं की खोज की ।

12.4 स्टेम कोशिकाओं के प्रकार (Types of Stem Cells)

सभी प्राणियों में स्टेम कोशिकाओं का शरीर में पायी जाने वाली विभिन्न प्रकार की विभेदित कोशिकाओं में रुपान्तरण निरन्तर होता रहता है। एक प्रकार की स्टेम कोशिका कितनी प्रकार की विभेदित कोशिकाओं का निर्माण कर सकती है उसे क्षमता या शक्तता कहते हैं। शक्तता के आधार पर स्टेम कोशिकाओं को निम्न प्रकारों में वर्गीकृत किया जा सकता है।

पूर्णशक्त स्टेम कोशिकाएँ (Totipotent Stem Cells)

एक वयस्क प्राणि में अनेक प्रकार की कोशिकाएँ पायी जाती हैं। उदाहरण के लिए मनुष्य के शरीर में लगभग 200 प्रकार की कोशिकाएँ पायी जाती हैं। ऐसी कोशिकाएँ जिनमें शरीर में पायी जाने वाली समस्त प्रकार की कोशिकाओं का निर्माण करने की क्षमता होती है, उन्हें पूर्ण शक्त कोशिकाएँ कहते हैं। निषेचित अण्ड के प्रारंभिक विदलनों के फलस्वरूप बनने वाली कोशिकाएँ पूर्णशक्त स्टेम कोशिकाएँ होती हैं, यह मоруला अवस्था तक सीमित होती है।



चित्र 12.2 : हिमेटोपॉइटिक स्टेम कोशिकाएँ

अनेकक्षम स्टेम कोशिकाएँ (Pluripotent Stem Cells)

इन कोशिकाओं में पूर्णशक्त कोशिकाओं से थोड़ी कम क्षमता होती है। ये शरीर में पायी जाने वाली अनेक प्रकार की कोशिकाओं का निर्माण करती हैं परन्तु सभी प्रकार की कोशिकाएँ नहीं बना सकती। ब्लास्टोसिस्ट अवस्था में आन्तरिक कोशिका पिंड की कोशिकाएँ अनेक क्षम कोशिकाएँ होती हैं ये प्लेसेन्टा के अतिरिक्त शरीर में पायी जाने वाली सभी कोशिकाओं का निर्माण कर सकती हैं।

बहु शक्त स्टेम कोशिकाएँ (Multipotent Stem Cells)

इन कोशिकाओं की क्षमता अनेकक्षम कोशिकाओं की तुलना में कम होती है। ये शरीर में केवल कुछ प्रकार की कोशिकाओं का निर्माण करती हैं। उदाहरण : हिमेटोपॉइटिक स्टेम कोशिकाएँ रुधिर में उपस्थित इरिथ्रोसाइट, बेसोफिल, इओसिनोफिल, न्यूट्रोफिल, मोनोसाइट, लिम्फोसाइट एवं प्लेटलेट्स का निर्माण करती हैं।

एकल स्टेम कोशिकाएं (Unipotent Stem Cells)

इन कोशिकाओं में केवल विशिष्ट प्रकार की कोशिकाओं के निर्माण की क्षमता होती है। ये वयस्क प्राणियों के शरीर में विशेष उत्तकों में पायी जाती हैं जहाँ पर ये सामान्यतया कोशिका हानि को पूरा करती हैं।

12.5 स्रोत के आधार पर स्टेम कोशिकाओं के प्रकार (Types of Stem Cells Based on Their Source)

स्टेम कोशिकाओं को उनके स्रोत या उपस्थिति के आधार पर निम्न प्रकारों में वर्गीकृत किया जा सकता है:

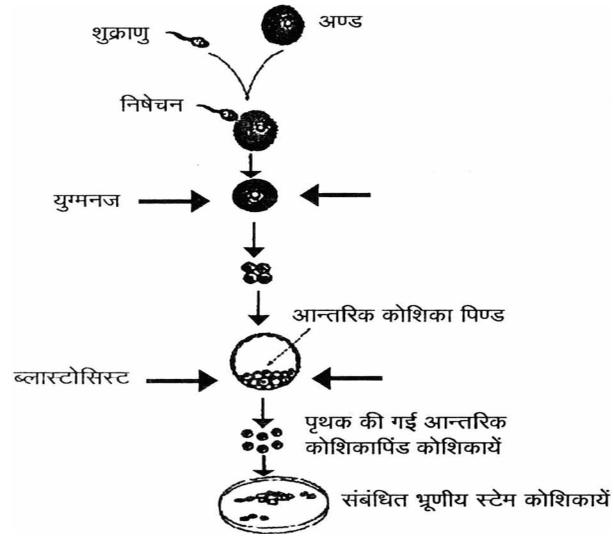
1. भ्रूणीय स्टेम कोशिकाएँ (Embryonic Stem Cells)
2. भ्रूणीय जनन कोशिकाएँ (Embryonic germ Cells/Primordial Germ Cells)
3. फीटल स्टेम कोशिकाएँ (Foetal Stem Cells)
4. जरायुनाल रुधिर स्टेम कोशिकाएं (Umbilical Blood Stem Cells)
5. वयस्क स्टेम कोशिकाएँ (Adult Stem Cells)

भ्रूणीय स्टेम कोशिकाएँ (Embryonic Stem Cells)

ये कोशिकाएँ भ्रूण की प्रारम्भिक अवस्था में पायी जाती हैं। निषेचन के लगभग 30 घण्टे बाद युग्मनज में विदलन प्रारम्भ हो जाता है तथा निषेचन के 3-4 दिन पश्चात् भ्रूण एक ठोस गेंद के समान दिखायी देने लगता है इसमें लगभग 12 या अधिक कोरक खण्ड होते हैं। इस अवस्था को मोरुला अवस्था कहते हैं। निषेचन के 5-6 दिन पश्चात निरन्तर कोशिकाओं के विभाजन के फलस्वरूप मोरुला अवस्था एक खोखली गेंद के समान रचना में बदल जाती है इसे ब्लास्टोसिस्ट अवस्था कहते हैं।

ब्लास्टोसिस्ट का बाहरी स्तर ट्रॉफोब्लास्ट कहलाता है तथा इसके भीतर स्थित कोशिकाओं के समूह को आन्तरिक कोशिका पिण्ड कहते हैं। इस अवस्था में भ्रूण में लगभग 70 ट्रॉफोब्लास्ट कोशिकाएँ एवं 30 कोशिकाएँ आन्तरिक कोशिका पिण्ड में होती हैं। आन्तरिक कोशिका पिण्ड की

कोशिकाएँ **अनेकक्षम भ्रूणीय स्टेम कोशिकाएँ** (pluripotent stem cells) होती हैं। ये कोशिकाएँ भ्रूण के विकास के दौरान तीनों जनन स्तरों (एक्टोडर्म, मीजोडर्म एवं एण्डोडर्म) का निर्माण करती फर्टिलिटी क्लिनिक्स में बाह्य पात्रे निषेचन के फलस्वरूप प्राप्त भ्रूणों में शेष बचे हुये भ्रूणों से स्टेम कोशिकाएँ प्राप्त की जा सकती हैं।



चित्र 12.3 : भ्रूणीय स्टेम कोशिकायें

विगत वर्षों में इन भ्रूणीय स्टेम कोशिकाओं को पृथक कर प्रयोगशाला में उचित वातावरण में लम्बे समय तक कल्चर माध्यम में रखकर अविभेदित अवस्था में बनाये रखने की तकनीक विकसित की जा चुकी है। कल्चर संवर्धन माध्यम में ये कोशिकायें निरन्तर विभाजित होती रहती हैं तथा इनमें विभेदन की क्षमता भी बनी रहती है। विसकानसिन विश्वविद्यालय के जेम्स थॉमसन एवं उनके सहयोगियों ने (1999) सर्व प्रथम भ्रूणीय स्टेम कोशिकाओं को पृथक कर लम्बे समय तक संवर्धन माध्यम में भ्रूण परिवर्धन के दौरान कोशिका की पूर्णशक्तता में कमी आती जाती है तथा वे अपने शक्तता खोकर पूर्णशक्त से अनेकक्षम एवं अन्त में पूर्ण विभेदित कोशिका में रुपान्तरित हो जाती

2. प्रारंभिक जनन कोशिकायें (Primordial Germ Cells)

अनेकक्षम भ्रूणीय स्टेम कोशिकाओं को ब्लास्टोसिस्ट के आन्तरिक कोशिका पिण्ड के अतिरिक्त निषेचन के 5-9 सप्ताह बाद मानव भ्रूण की जननिक उभार (genital ridge) से भी प्राप्त किया जा सकता है। इन कोशिकाओं को प्रारम्भिक जननिक जर्म कोशिकायें कहते हैं। ये कोशिकायें जनदों में उचित वातावरण में जनन कोशिकाओं का निर्माण करती हैं। वयस्क नर एवं मादा में वृषण एवं अण्डाशय में क्रमशः स्पर्मेटोगोनियल स्टेम कोशिका एवं ऊगोनिया स्टेम कोशिका रूप में पायी जाती है। जॉन जिअरहार्ट एवं साथियों ने सर्वप्रथम प्रिमाडियल जर्म कोशिकाओं से अनेकक्षम भ्रूणीय जनन कोशिकायें प्राप्त की।

वयस्क स्टेम कोशिका (Adult Stem Cells)

वयस्क प्राणि के शरीर में उपस्थित स्टेम कोशिकाओं को वयस्क स्टेम कोशिका कहते हैं। वयस्क प्राणियों के शरीर में स्टेम कोशिकायें कई उत्तकों में पायी जाती है। जो विभेदित कोशिकाओं के बीच-बीच में उत्तकों या अंगों में उपस्थित रहती है। ये सामान्यतया उन कोशिकाओं में विभेदित हो सकती है जिन उत्तकों में पायी जाती है। इन स्टेम कोशिकाओं का मुख्य कार्य उन उत्तकों की मरम्मत एवं रख-रखाव करना है जिन में ये पायी जाती है। निम्न प्रकार की वयस्क स्टेम कोशिकायें अस्थिमज्जा, मस्तिष्क, त्वचा, रक्त वाहिनियाँ, कंकाल, पेशी एवं यकृत में पायी जाती हैं।

i. अस्थिमज्जा में दो प्रकार की वयस्क स्टेम कोशिकायें पायी जाती हैं

- a. **हिमेटोपॉइटिक स्टेम कोशिकायें** : जो लाल रक्त कणिकाओं, विभिन्न प्रकार की श्वेत रक्त कणिकाओं, प्लेटलेट्स का निर्माण करती हैं ।
- b. **स्ट्रोमल स्टेम कोशिकायें** : ये अस्थि कोशिकाओं (ऑस्टियोसाइट्स), उपस्थि कोशिकाओं (कोन्ड्रोसाइट्स), वसा कोशिकाओं (एडीपोसाइट) एवं संयोजी ऊतक (लिगामेन्ट्स एवं टेन्डन) का निर्माण करती है ।
- ii. **न्यूरल स्टेम कोशिकायें** : ये तंत्रिका तंत्र में पायी जाती हैं तथा तीन प्रकार की कोशिकाओं का निर्माण करती हैं
 - a. तंत्रिका कोशिकायें (न्यूरॉन)
 - b. एस्ट्रोसाइट्स (नान-न्यूरोनल)
 - c. ओलाइगोडेन्ड्रोसाइट्स (नान-न्यूरोनल)
- iii. **त्वचा स्टेम कोशिकायें** : ये बाह्य त्वचा की सुरक्षात्मक स्तरों का निर्माण करती हैं ।
- iv. **मीसनकाइमल स्टेम कोशिकायें** : ये ओस्टिओब्लास्ट कॉन्ड्रोब्लास्ट, एडिपोसाइट तथा कभी-कभी मायोसाइट कोशिकाओं का निर्माण करती हैं ।
- v. **आंत्र उपकला स्टेम कोशिकायें** : ये स्तम्भाकार, गोब्लेट, पेनथ एवं एन्टरोएन्डोकाइन कोशिकाओं का निर्माण करती हैं ।

12.6 वयस्क स्टेम कोशिकाओं का लचीलापन एवं ट्रांसविभेदन (Plasticity and Transdifferentiation)

कुछ वर्षों पूर्व यह माना जाता था कि एक विशिष्ट उत्तक या अंग में उपस्थित स्टेम कोशिकायें केवल उसी उत्तक या अंग की विशिष्ट विभेदित कोशिकाओं का निर्माण कर सकती हैं । परन्तु आधुनिक प्रयोगों से ज्ञात हुआ है कि एक उत्तक / अंग में उपस्थित स्टेम कोशिकायें दूसरे उत्तक / अंग में उपस्थित विशिष्ट कोशिकाओं का निर्माण भी कर सकती हैं । उदाहरण के लिए अस्थि मज्जा में उपस्थित हिमेटोपॉइटिक स्टेम कोशिकायें रक्त कोशिकाओं के अतिरिक्त अन्य विशिष्ट प्रकार की कोशिकाओं जैसे कंकाल पेशी कोशिका, हृदय पेशी कोशिका, तंत्रिका कोशिका आदि का निर्माण कर सकती हैं । इसी तरह मस्तिष्क में उपस्थित स्टेम कोशिकायें रक्त कोशिकायें, पेशी कोशिकायें आदि को जन्म दे सकती हैं। अतः एक उत्तक में उपस्थित विशिष्ट स्टेम कोशिकायें अन्य उत्तकों में उपस्थित विभेदित कोशिकाओं का निर्माण कर सकती हैं । इस घटना को लचीलापन (Plasticity) कहते हैं तथा इस प्रक्रिया को ट्रांसविभेदन (Transdifferentiation) कहते हैं ।

जरायुनाल रुधिर स्टेम कोशिकायें (Limbical Cord Blood Stem Cells)

बच्चे के जन्म के बाद जरायुनाल के रक्त को इकट्ठा कर इसमें से भ्रूणीय स्टेम कोशिकाओं को पृथक् कर हिमशीतन कर लिया जाता है । जरायुनाल स्टेम कोशिकायें हिमेटोपॉइटिक स्टेम कोशिकाओं का एक अच्छा स्रोत हैं । बच्चे के जन्म के पश्चात् नाल रुधिर का कोई उपयोग नहीं होता, यह व्यर्थ जाता है तथा यह विधि माता एवं शिशु दोनों के लिए सुरक्षित है । इस दिशा में काफी अनुसंधान कार्य किये जा रहे हैं । तथा इन स्टेम कोशिकाओं को भावी उपयोग में लेने हेतु सुरक्षित रखने के लिए बड़े शहरों में स्टेम कोशिका बैंक की स्थापना की जा चुकी है ।

12.7 भ्रूणीय स्टेम कोशिकायें एवं वयस्क स्टेम कोशिकाओं में अन्तर (Differences between Embryonic and Adult Stem Cells)

भ्रूणीय स्टेम कोशिकाये पूर्णशक्तया अनेक क्षम कोशिकाये होती हैं । ये किसी भी प्रकार की कोशिका मे विभेदित हो सकती है । परन्तु वयस्क स्टेम कोशिकायें सामान्यतया उन कोशिकाओं में ही विभेदित हो सकती है जिन उत्तकों या अंगों में ये पायी जाती हैं । हालांकि वयस्क स्टेम कोशिकाओं में कुछ लचीलापन (plasticity) पाया जाता है । भ्रूणीय स्टेम कोशिकाएं वयस्क स्टेम कोशिकाओं की तुलना संख्या ज्यादा होती है तथा इनको कल्चर माध्यम में आसानी से कल्चर किया जा सकता है । जबकि वयस्क स्टेम कोशिकाओं की पूर्ण निर्मित उत्तकों में संख्या काफी कम होती है तथा कल्चर माध्यम में इनकी संख्या में आसानी से वृद्धि नहीं हो पाती । वयस्क प्राणि में केवल स्वयं की वयस्क स्टेमकोशिकाओं को प्रत्यारोपित किया जा सकता है । ताकि ये प्रतिरक्षा तंत्र द्वारा अस्वीकार न हो । परन्तु क्या वयस्क मनुष्य में भ्रूणीय स्टेम कोशिकाओं को भी अस्वीकार किया जायेगा? इसका अब तक स्पष्ट ज्ञान नहीं हो पाया है । वयस्क स्टेम कोशिकाओं में ज्यादा DNA विकृतियाँ हो सकती हैं क्योंकि वयस्क शरीर कई प्रकार के विकिरणों, विषाणु पदार्थों से एक्पोज (expose) होती है तथा इसमें कई उत्परिवर्तन भी उत्पन्न हो सकते हैं । परन्तु भ्रूणीय स्टेम कोशिकाओं में DNA विकृतियाँ सामान्यतया नहीं होती । भ्रूणीय स्टेम कोशिकायें अनेकक्षम होती हैं परन्तु टीलामरेज एन्साइम की उच्च क्रियाशीलता के कारण इनमें आबुर्द (ट्यूमर) उत्पन्न करने की संभावना का खतरा होता है ।

12.8 स्टेम कोशिकाओं का महत्व (Application of Stem cells)

1. अस्थि मज्जा प्रत्यारोपण (Bone marrow transplantation)

अस्थिमज्जा एक प्रकार का स्पंजी उत्तक है जो अंस मेंखला, करोटि, श्रोणि मेंखला, पसलियों, स्टर्नम, हुमरस एवं फीमर अस्थियों में पायी जाती है । इसमें हिमेटोपॉइटिक स्टेम कोशिकायें पायी जाती हैं जो शरीर में रुधिर कोशिकाओं का निर्माण करती हैं । अस्थि मज्जा को पृथक कर कुछ समय तक संवर्धन माध्यम में संचयित किया जा सकता है परन्तु इनका संवर्धन मुश्किल होता है । अस्थि मज्जा प्रत्यारोपण के लिए दाता की श्रोणि मेंखला से अस्थि मज्जा को एकत्र किया जाता है तथा इसे ग्राही के शरीर में प्रत्यारोपित कर दी जाती है । अस्थिमज्जा ट्राज्जन्प्लान्ट दो प्रकार का हो सकता है

- i. **स्वः प्रत्यारोपण (Autotransplantation)** : इस प्रकार के प्रत्यारोपण में जिस प्राणि से अस्थिमज्जा प्राप्त की जाती है उसी प्राणि में इसको संवर्धन के पश्चात् पुनः प्रत्यारोपित करते हैं । इस प्रत्यारोपण में प्रतिकार (rejection) संभावना नहीं रहती हैं ।
- ii. **एलोजनिक प्रत्यारोपण (Allogenic Transplantation)** : जब एक प्राणि की अस्थि- मज्जा (दाता) निकालकर उसी जाति के दूसरे प्राणि में प्रत्यारोपित (infuse) करते हैं । इसमें प्रतिरक्षा तंत्र द्वारा अस्वीकार करने प्रतिरोधी प्रतिकार (immune rejection) की संभावना अधिक होती है । अतः प्रत्यारोपण से पूर्व दाता एवं ग्राही प्राणियों की HLA एंटीजन प्रारूप का सही प्रकार से मिलान किया जाता है ।

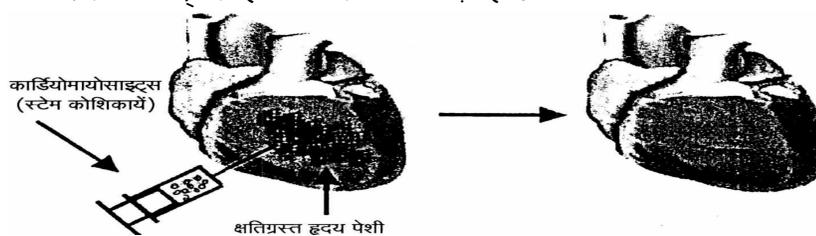
अस्थि मज्जा प्रत्यारोपण की आवश्यकता (Need of Bone marrow Transplantation)

अस्थिमज्जा का प्रत्यारोपण कई प्रकार की बीमारियों जैसे लिम्फोमास, ल्यूकेमिया आदि केन्सर के इलाज के लिए किया जाता है। इस प्रकार के केन्सर रोगों में श्वेत रक्त कणिकाओं WBC की संख्या प्रभावित होती है। कई बार कीमोथेरेपी एवं विकिरण थेरेपी के बाद भी अस्थि मज्जा प्रत्यारोप किया जाता है। क्योंकि कीमोथेरेपी एवं विकिरणों से केन्सर कोशिकाओं के साथ-साथ अस्थि मज्जा में उपस्थित स्टेम कोशिकाएँ भी मृत हो जाती है जिसमें रक्त कोशिकाओं का निर्माण नहीं होता। अतः इन रोगियों में कीमोथेरेपी एवं विकिरण थेरेपी के पूर्व अस्थि मज्जा कोशिकाओं को निकालकर संवर्धन कर लेते हैं तथा इसे थेरेपी के बाद - अस्थि में ट्रांसल्यूज (transfuse) कर देते हैं। अस्थि मज्जा में उपस्थित स्टेम कोशिकाएँ रक्त कोशिकाओं का निर्माण कर देती हैं। अस्थिमज्जा का प्रत्यारोपण हसियाकार रक्तहीनता (sickle cells anemia) एवं थेलेसेमिया रोगियों में भी असामान्य (defective) हिमेटोपॉइटिक तंत्र को क्रियाशील तंत्र में बदलने के लिए भी किया जाता है।

12.8.2 रोग उपचार (Therapeutic Application)

भविष्य में स्टेम कोशिकाओं का उपयोग विभिन्न प्रकार के रोगों के उपचार के लिए, उपयोग में लिये जाने की काफी संभावनाएँ व्यक्त की जा रही है। इनका उपयोग नष्ट हुये या क्षतिग्रस्त या रोग ग्रस्त अंगों को ठीक करने के लिए लाभदायक सिद्ध होगा। उदाहरण पार्किन्सन रोग, एल्लमर रोग, मधुमेह, हृदयाघात, मायोकार्डियल इनफारेक्सन मेरारज्जु, चोट आदि। प्रयोगशाला में भ्रूणीय स्टेम कोशिकाओं के संवर्धन माध्यम में रखकर विशिष्ट प्रकार की कोशिकाओं जैसे हृदय पेशी कोशिकाओं, तंत्रिका कोशिकाओं, यकृत कोशिकाओं, इन्सुलिन स्रावित करने वाली β -कोशिकाओं में विभेदन सफलता पूर्वक किया जा चुका है।

कई प्रकार के रोग जो तंत्रिका कोशिकाओं के नष्ट होने के कारण उत्पन्न होते हैं, उनका उपचार स्टेम कोशिकाओं के प्रतिस्थापन द्वारा होने की संभावना बढ़ी है।



चित्र 12.4 : कार्डियोमायोसाइट्स का प्रत्यारोपण

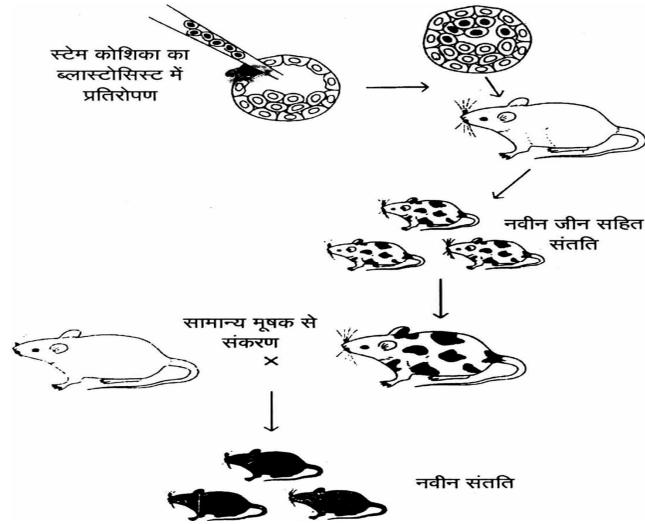
i. पार्किन्सन का रोग (Parkinson's Disease)

इस रोग का मुख्य लक्षण चलने में परेशानी, जोड़ों में जकड़पन यह रोग पेशियों में (treisors) उत्पन्न होना तथा शारिरीकी संतुलन में कमी आदि है। मध्य मस्तिष्क के सब्सटेन्सिया नाइग्रा केन्द्र में तंत्रिका कोशिकाओं के नष्ट हो जाने के कारण उत्पन्न होता है। ये तंत्रिका कोशिकाएँ डोपामीन स्रावित करती हैं। इन कोशिकाओं की कमी के कारण पूर्व साइनोप्टिक न्यूरॉन के सिरो पर विशेष प्रोटीन्स, α -सबन्यूक्लिन एकत्र हो जाते हैं। पार्किन्सन रोग के लक्षणों युक्त चूहे में न्यूरॉनल स्टेम कोशिकाओं को इन्वैक्ट करने पर ये स्टेम कोशिकाएँ तंत्रिका कोशिकाओं में विभेदित हो जाती है तथा मस्तिष्क में समा जाती है। ऐसे चूहों में पार्किन्सन रोग के लक्षणों में काफी कमी देखी गयी। सन् 1990s में अनुसंधान द्वारा यह दर्शाया गया कि पार्किन्सन रोग से ग्रसित मनुष्य के मस्तिष्क के प्रभावित भाग में तंत्रिका कोशिकाओं के इन्सैक्ट करने पर इस रोग के लक्षणों में कमी हो जाती है। ये तंत्रिका कोशिकाएँ

गर्भपात से प्राप्त आ से प्राप्त की गयी थी । इस प्रकार इस दिशा में किये गये अनुसंधान दर्शाते हैं कि भविष्य में तंत्रिका कोशिकाओं के नष्ट हो जाने पर होने वाले रोगों को स्टेम कोशिकाओं के प्रत्यारोपण द्वारा ठीक किया जा सकेगा ।

ii. स्पाइनल कॉर्ड में चोट लग जाने पर (In Spinal Chord Injury)

चूहों पर किये गये विभिन्न प्रयोगों से ज्ञात हुआ है कि स्पाइनल कॉर्ड में चोट लगने पर या अन्य प्रकार से क्षति हो जाने पर इसका भ्रूणीय स्टेम कोशिकाओं के प्रत्यारोपण द्वारा उपचार सम्भव है । ये भ्रूणीय स्टेम कोशिकाएँ जीवित रहते हुये लम्बी दूरी तक अभिगमन दर्शाती हैं तथा तीन मुख्य प्रकार की तंत्रिका कोशिकाओं : न्यूरोन, एस्ट्रोसाइट्स एवं ओलाइगोडेंड्रोसाइट में विभेदन दर्शाती हैं तथा इन कोशिकाओं में पुनर्माइलेशन भी दिखायी पड़ता है ।



चित्र 12.5 : भ्रूणीय स्टेम कोशिकाओं का प्रत्यारोपण

iii. हृदयघात (Myocardial Infraction) में

कोरोनरी धमनी में रुकावट हो जाने पर हृदय पेशीयों में रक्त आपूर्ति में रुकावट हो जाती है । जिससे पेशीयों को उचित मात्रा में O_2 एवं पोषण की आपूर्ति नहीं हो पाती । फलस्वरूप पेशीयों की मृत्यु हो जाती है इससे हृदय की रक्त पम्प करने की क्षमता घट जाती है । यदि इन नष्ट हुयी पेशीयों के स्थान पर सामान्य हृदय पेशी तन्तु (कार्डियोमायोसाइट्स) का प्रत्यारोपण कर दिया जाये तो हृदय अपना कार्य सामान्य रूप से करने लगता है । आधुनिक परिक्षणों से ज्ञात हुआ है कि भ्रूणीय स्टेम कोशिकाओं को हृदय के क्षतिग्रस्त भाग में प्रत्यारोपित करने पर ये कार्डियोमायोसाइट्स कोशिकाओं में विभेदित हो जाती है । तथा ये बहुकेन्द्रीय हृदय पेशी तन्तुओं में रुपान्तरित हो जाती हैं । इस प्रकार भ्रूणीय स्टेम कोशिकाएँ कार्डियोमायोसाइट्स का एक अच्छा स्रोत हो सकती हैं ।

iv. मधुमेह रोग के उपचार में (Management of Diabetes Mellitus)

अग्नाशय में स्थित β -कोशिकाएँ इंसुलिन हार्मोन का संश्लेषण एवं स्रावण करती हैं जो रक्त में शर्करा के स्तर को स्थिर बनाये रखता है । β -कोशिकाओं में क्षति हो जाने पर रक्त में स्रावित होने वाली इंसुलिन का स्तर घट जाता है जिससे रक्त में शर्करा का स्तर बढ़ जाता है जो पेशाब में भी आने लगता है । इस रोग को मधुमेह (डायबिटीज मैलाइटिस) रोग कहते हैं । इस रोग के उपचार के लिए रोगी को प्रतिदिन खाने के पूर्व इंसुलिन का इंजेक्शन लगाया जाता है । यदि स्टेम कोशिकाओं को β -कोशिकाओं

में विभेदित कर अग्नाशय में प्रत्यारोपण कर दिया जावे तो इस रोग से छुटकारा मिलने की संभावना है। अभी हाल के कुछ वर्षों में माइस की भ्रूणीय स्टेम कोशिकाओं पर अनेक प्रकार के अनुसंधान कार्य प्रकाशित हुये हैं जिनके आधार पर यह निष्कर्ष निकलता है कि भ्रूणीय स्टेम कोशिकाओं द्वारा इंसुलिन स्रावित करने वाली कोशिकाओं का निर्माण संभव है। इन कोशिकाओं में self assembly (स्व सम्मूहन) का गुण भी होता है अतः ये सामान्य अग्नाशय की संरचना एवं इंसुलिन स्रावण में काफी समानता दर्शाती है। परन्तु इस प्रकार से प्राप्त β -कोशिकायें सामान्य β -कोशिकाओं से कुछ जीन्स की अभिव्यक्ति में भिन्नता दर्शाती है। तथा भ्रूणीय स्टेम कोशिकाओं से प्राप्त इंसुलिन स्रावण करने वाली कोशिकाओं में एलोग्राफ्ट रिजक्सन एवं आटोइम्युनिटी की संभावना हो सकती है।

β -कोशिकाओं के अलावा अन्य कोशिकाओं के ट्रांसडिफरेंट्रेशन (transdifferentiation) के द्वारा इंसुलिन स्रावण करने की दिशा में भी अनुसंधान कार्य किया जा रहा है।

v. जलने या त्वचा पर घाव होने (In burns & Skin ulcers)

जलने या त्वचापर घाव होने के कारण कई लोगों की मृत्यु हो जाती है। इस प्रकार के रोगों के इलाज के लिए उपकला उत्तकों का एलोग्राफ्ट (allograft) किया जाता है। बाह्य चर्म (epidermis) मुख्यतय निरन्तर नयी बनने वाली बहु स्तरित एपीथीलियम (Stratified epithelium) की बनी होती है। इस स्तर में मुख्य रूप से किरेटिनोसाइट्स एवं अन्य प्रकार की कोशिकायें जैसे लैंगर हैन्स कोशिकायें, मिलेनोसास्पस एवं मर्केल कोशिकायें होती है। बाह्य चर्म में स्थित स्टेम कोशिकाओं द्वारा त्वचा के बाह्यी पर्तों का निरन्तर नवीनीकरण होता रहता है। इस प्रकार इन स्टेम कोशिकाओं का उपयोग त्वचा में घाव हो जाने पर या जलने पर किया जा सकता है। उपचर्म कोशिकाओं का उपयोग भविष्य में जिन थेरेपी में भी करने की संभावना है।

vi. उत्तकों या शरीर की बनावट को ठीक करने के लिए (Tissue engineering)

इनविवो (In vivo) अवस्था में सबसे पहले त्वचा का निर्माण किया गा था। स्टेम कोशिकाओं का उपयोग शरीर के उत्तकों की बनावट को सुन्दर बनाने में (cosmetic surgery) तथा सिर पर बाल उगाने के लिए भी किये जाने की संभावना है।

vii. अंग प्रत्यारोपण में (Organ Transplantation)

स्टेम कोशिकाओं का उपयोग क्षतिग्रस्त अंगों को बदलने के लिए किया जा सकेगा। इसके लिए आजकल स्टेम कोशिकाओं को सुरक्षित रखने के लिए बैंकों की स्थापना की जा रही है। क्षतिग्रस्त अंगों को बदलने के लिए दाता की आवश्यकता होती है तथा इसमें कई प्रकार की प्रतिरक्षा (Immunological) सम्बंधित कठिनाइयाँ आती है। केवल एक समान जुड़वां बच्चों में ही अंग प्रत्यारोपण संभव है। अन्य परिस्थितियों में प्रत्यारोप करने पर दाता के अंग एवं ग्राही के शरीर में एंटीजन एक समान नहीं होने पर उन अंगों का प्रतिकार हो जाता है। ऐसी स्थिति में यदि उसी प्राणि के शरीर से प्राप्त स्टेमकोशिकाओं द्वारा अंग का निर्माण कराकर उसे क्षतिग्रस्त अंग के स्थान पर प्रत्यारोपण किया जाये तो इसका प्रतिकार नहीं होगा। वैज्ञानिकों की कल्पना है कि एक दिन इन स्टेम कोशिकाओं द्वारा प्रयोगशालाओं में विभिन्न अंगों का निर्माण किया जा सकेगा। इन अंगों का उपयोग क्षतिग्रस्त या रोगग्रस्त अंगों को बदलने में किया जायेगा। हावर्ड विश्वविद्यालय के वैज्ञानिकों ने स्टेम कोशिकाओं से एक मूत्राशय के ढांचे का निर्माण किया। जिसके बाहरी भाग में पेशी कोशिकायें तथा भीतरी सतह पर एपिथीलियम (उपकला) कोशिकायें स्थापित की। इस ढांचे को संवर्धन माध्यम में रखने पर यह संरचना कोशिकाओं प्रचुरोद्भवन

के द्वारा एक मूत्राशय जैसी संरचना का निर्माण कर देती है। जब प्रयोगशाला में निर्मित इस मूत्राशय को चूहे के शरीर में प्रत्यारोपित किया गया। कुछ समय बाद इसमें रक्त वाहिनियाँ, तंत्रिकाएँ विकसित हो जाती हैं। इसका ढांचा (scaphold) धीरे-धीरे नष्ट हो गया। तथा यह मूत्राशय की तरह कार्य करने लगा। इस प्रकार स्टेम कोशिकाओं द्वारा हृदय कपाट, रक्त वाहिनियों, कार्टिलेज, कार्निया, पेशी ऊतक बनाने में भी किया जा सकेगा।

viii. औषधि खोज एवं परिक्षण (Drug discovery and Testing)

नवीन औषधियों की खोज सामान्यतया विभिन्न जन्तुओं पर दवा के प्रभाव के आधार पर की जाती है। यह एक लम्बी विधि है तथा इसमें बड़ी संख्या में जानवरों को करना पड़ता है तथा दवा की मात्रा भी काफी खर्च होती है। स्टेम कोशिकाओं के संवर्धन से कई प्रकार की विभेदित कोशिका लाइन्सको विकसित किया जा चुका है। प्रयोगशाला में इन-विट्रो (in-vitro) अवस्था में औषधियों के प्रभाव को परिक्षण इन कोशिकाओं पर किया जा सकता है। इसमें समय कम लगेगा तथा दवा की मात्रा भी काफी कम खर्च होगी।

ix. भ्रूण विकास की प्रक्रिया के समझने के लिए (To understand Normal Development Process)

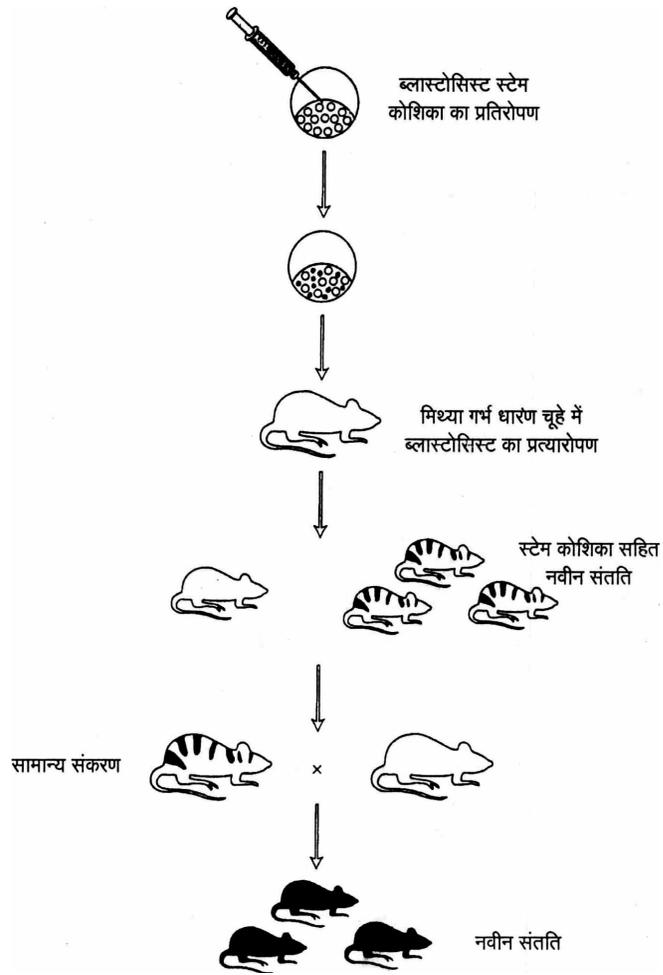
इन-विट्रो (in-vitro) अवस्था में स्टेम कोशिकाओं में विभेदन का अध्ययन, भ्रूण के विकास समझने में लिए भी उपयोगी है। किस प्रकार की कोशिका किस पथ द्वारा, किन-किन अणुओं की उपस्थिति में विभिन्न विशिष्ट विभेदित कोशिकाओं का निर्माण करती है।

x. जीन उपचार (Gene Therapy)

कई प्रकार के रोग जीन में विकृति / उत्परिवर्तन के फलस्वरूप होते हैं। जिसके कारण शरीर में उचित प्रोटीन का संश्लेषण नहीं होता। वैज्ञानिकों का मत है कि आटोलोग्स स्टेम कोशिका प्रत्यारोपण द्वारा सामान्य जीन थेरेपी के माध्यम से उस रोग का उपचार किया जा सकता है जो विकृत जीन के कारण होता है।

xi. लक्षित जीन नॉक आउट प्राणी (Gene-targeted Knockout animals)

इस तकनीक का उपयोग सामान्य जीन के स्थान पर उत्परिवर्तित एलील या असामान्य जीन (disrupted gene) का समावेश करने में किया जाता है। इस प्रकार किसी सामान्य जीन के कार्य का संदमन कर दिया जाता है ऐसे प्राणियों को नॉक-आउट प्राणी कहते हैं। ऐसे प्राणियों में उस विशिष्ट जीन का कार्य एवं उससे होने वाले प्रभावों का अध्ययन किया जा सकता है। जीन नॉक-आउट प्राणी उत्पन्न करने के लिए स्टेम कोशिकाओं का उपयोग किया जाता है स्टेम कोशिकाओं



चित्र 12.6 : ब्लास्टोसिस्ट को मिथ्या गर्भ धारण चूहे के गर्भाशय में निरोपित करना

को ब्लास्टोसिस्ट के आन्तरिक कोशिका गुच्छ से पृथक कर संवर्धन माध्यम में रखा जाता है। इन स्टेम कोशिकाओं में उत्परिवर्तित या असामान्य जीन्स (disrupted gene) का प्रवेश करा देते हैं। कुछ समय पश्चात् (उन समजात पुर्नयोजित कोशिकाओं का चयन करते हैं जिनमें इच्छित जीन का समावेश सामान्य जीन के स्थान पर हुआ है। इन समजात पुर्नयोजित भ्रूणीय कोशिकाओं को ग्राही प्राणी (मादा) के ब्लास्टोसिस्ट में प्रवेशित कर देते हैं तथा इस ब्लास्ट को मिथ्या गर्भ धारक चूहे के गर्भाशय में निरूपित कर देते हैं। इसके फलस्वरूप काइमेरिक प्राणियों का निर्माण होता है। इन काइमेरिक प्राणियों की परस्पर प्रजनन से समयुग्मी नाँक आउट जन्तु का निर्माण किया जाता है।

12.9 स्टेम कोशिका लाइन्स (Stem Cell Lines)

नवम्बर सन् 1998 मे वैज्ञानिकों के दो समूहों ने भ्रूणीय स्टेम कोशिकाओं की अमर कोशिका लाइन्स का सर्वप्रथम निर्माण किया। जेम्स थॉमसन एवं साथियों ने मानव भ्रूण से स्टेम कोशिकाओं को पृथक कर संवर्धन माध्यम में रखा। तथा इनसे पाँच भ्रूणीय स्टेम कोशिका लाइन्स का विकास किया। दूसरे वैज्ञानिकों जॉन जिअरहार्ट एवं साथियों ने प्राइमार्डियल जनन् कोशिकाओं को भ्रूण से पृथक कर भ्रूणीय स्टेम कोशिका लाइन का विकास किया। इन स्टेम कोशिकाओं को अविभेदित अवस्था में लम्बे समय तक संवर्धन माध्यम में जीवित रखा जा सकता है। सन् 2001 के आँकड़ों के आधार पर लगभग 64

विभिन्न भ्रूणीय स्टेम कोशिका लाइन्स का विकास किया जा चुका था। हमारे देश में भी दो प्रयोगशालाओं में (i) रिलायन्स लाइफ साइन्स मुम्बई (7-कोशिका लाइन्स) एवं (ii) राष्ट्रीय जीवविज्ञान केन्द्र, मंगलूर में 3 भ्रूणीय स्टेम कोशिका लाइन्स का विकास किया जा चुका है।

12.10 स्टेम कोशिका अनुसंधान में बाधायें (Problem in Stem Cell Research)

1. स्टेम कोशिकाओं का उपयोग ज्यादातर जन्तुओं में ही किया गया है। मनुष्य में इसकी सफलता का अध्ययन बहुत कम किया गया है। तथा मनुष्य के शरीर में इनके दुष्प्रभावों की जानकारी अभी नहीं हो पायी है।
2. संवर्धन माध्यम में किस प्रकार स्टेम कोशिकाओं को विशिष्ट कोशिकाओं में विभेदित किया जाये। इसको जानने के लिए वैज्ञानिक निरन्तर प्रयास कर रहे हैं। इस दिशा में कुछ सफलता भी मिली है।
3. नैतिकता सम्बंधी मुद्दे (Ethical Issues) : भ्रूण स्टेम कोशिकायें ज्यादातर भ्रूण के उत्तकों से प्राप्त की जाती हैं। अतः इसमें मानव भ्रूण की आवश्यकता होती है। अतः अनुसंधान कार्यों में मानव भ्रूण का उपयोग एक बहस का मुद्दा है क्योंकि स्टेम कोशिकायें प्राप्त करने के लिए भ्रूण हत्याये या गर्भपात जैसी घटनायें बढ़ जायेंगी। मानव अंगों के अवैध व्यापार को बढ़ावा मिलेगा।

स्वामित्व का अधिकार एवं पेटेंट (Ownership Right and Patent)

स्टेम कोशिका अनुसंधान क्षेत्र में कई प्रकार की विचित्र कानूनी बंधायें भी हैं। जैसे दाता कौन है? क्या भ्रूण को दाता माना जाये जिसके शरीर से स्टेम कोशिकायें प्राप्त की गयी हैं? या माता-पिता को जो स्टेम कोशिकाओं को प्राप्त करने की सहमति देते हैं। कई कम्पनियाँ दाता भ्रूण से प्राप्त स्टेम कोशिकाओं का उपयोग व्यापारिक लाभ के लिए करेंगी। इस लाभ में दाता का क्या हक होगा?

उपरोक्त सभी समस्याओं का हल निकालने के लिए एक विस्तृत बहस एवं उचित कानून व्यवस्था की आवश्यकता है। अमेरिका में अगस्त, सन् 1993 में NIH ने इस मुद्दे पर एक पेनल बहस का आयोजन किया तथा स्टेम कोशिका अनुसंधान के लिए इथिकल एवं कानूनी गाइड लाइन्स (guide lines) बनाई। परन्तु सन् 1996 में अमेरिकी कांग्रेस ने मानव भ्रूण अनुसंधान कार्यों में आर्थिक सहायता पर रोक लगा दी गयी। वैज्ञानिकों के प्रयासों के फलस्वरूप अमेरिकी राष्ट्रपति जार्ज बुश ने पूर्व में तैयार की गयी 60 मानव भ्रूण स्टेम लाइन्स पर अनुसंधान के लिए आर्थिक सहायता के लिए सहमति प्रदान की।

अतः स्टेम कोशिकाओं की भविष्य में व्यापक उपयोग की संभावनायें हैं। इस दिशा में निरन्तर प्रयास जारी है।

बोध प्रश्न

A. बहु विकल्पीय प्रश्न

1. निम्नलिखित में कौनसी स्टेम कोशिकायें पूर्ण सक्त होती है :
 - (a) ब्लास्टोसिस्ट की आन्तरिक कोशिका पिण्ड की कोशिकायें
 - (b) प्रारम्भिक भ्रूण की मोरूला अवस्था की ब्लास्टोमियर्स

	<p>(c) हिमेटोपॉइटिक स्टेम कोशिकायें (d) जरायुनाल रुधिर स्टेम कोशिकायें ()</p> <p>2. स्टेम कोशिकाओं का उपयोग किया जा सकता है.</p>
	<p>(a) पार्किंसन्सन रोग के उपचार में (b) हृदयाघात के उपचार में (c) लक्षित जीन नॉकआउट जन्तुओं के निर्माण के लिये (d) उपरोक्त सभी में ()</p> <p>3. स्टेम कोशिकाओं का गुण है</p> <p>(a) अत्यधिक विभाजन क्षमता (b) पुनर्नवीकरण क्षमता (c) कई प्रकार की कोशिकाओं में विभेदित होने की क्षमता (d) उपरोक्त सभी में ()</p> <p>4. भ्रूणीय स्टेम कोशिकायें होती हैं.</p> <p>(a) पूर्ण सक्त (b) अनेकक्षम (c) बहु सक्त (d) विभेदित</p>
	<p>B. रिक्त स्थानों की पूर्ति कीजिये</p> <p>1. स्टेम कोशिकायें वृषण में पाई जाती हैं । 2. भ्रूणीय स्टेम कोशिकाओं को..... से प्राप्त किया जाता है । 3. रुधिर में उपस्थित विभिन्न प्रकार की कोशिकाओं का निर्माण..... स्टेम कोशिकाओं से होता है ।</p> <p>C. निम्न में से सत्य अथवा असत्य कथन छांटिये -</p> <p>1. वयस्क स्टेम कोशिकायें शरीर के सभी भागों में पायी जाती हैं तथा ये विभाजित होकर मृत या क्षतिग्रस्त कोशिकाओं को हटाकर उनके स्थान पर नयी कोशिकाओं का निर्माण करती हैं । (सत्य / असत्य) 2. शरीर में एक उत्तक में पायी जाने वाली स्टेम कोशिकायें दूसरे उत्तक में उपस्थित विभेदित कोशिकाओं का निर्माण कर सकती हैं । (सत्य / असत्य) 3. ब्लास्टोसिस्ट में पायी जाने वाली आन्तरिक कोशिका पिण्ड की कोशिकायें पूर्णशक्त स्टेम कोशिकायें होती हैं । (सत्य / असत्य) 4. स्टेम कोशिकाओं को लम्बे समय तक संवर्धन माध्यम में अविभेदित अवस्था में जीवित रखा जा सकता है । (सत्य / असत्य)</p>

5. वयस्क मानव के मस्तिष्क में भी स्टेम कोशिकायें पायी जाती हैं जिनमें एस्टोसाइट्स, ओलाइगोडेन्ड्रोसाइट्स एवं न्यूरोन में विभेदित होने की क्षमता होती है। (सत्य / असत्य)

12.11 सारांश (Summary)

स्टेम कोशिकायें भ्रूण एवं वयस्क में पायी जाने वाली विशेष प्रकार की अविभेदित कोशिकायें हैं जिनमें जीवन पर्यन्त विभाजन का गुण पाया जाता है तथा विभाजन के फलस्वरूप ये अपने समान नयी स्टेम कोशिकायें एवं निर्धारित कोशिकाओं का निर्माण करती हैं। जिसमें निर्धारण की प्रक्रिया होती है जिसके फलस्वरूप एक विशिष्ट पथ में विभेदित हो जाती है। विभेदन क्षमता के आधार पर स्टेम कोशिकीय पूर्ण शक्त, अनेकाक्षर, बहु शक्त एवं एकलशक्त प्रकार की होती हैं। स्रोत के आधार पर स्टेम कोशिकाओं को भ्रूणीय स्टेम कोशिकायें, भ्रूणीय जनन कोशियें, फटिल स्टेम कोशिकाओं, जरायुनाल रक्त स्टेम कोशिकाओं में वर्गीकृत कर सकते हैं। एक अंग में उपस्थित विशिष्ट स्टेम कोशिकायें दूसरे अंग में उपस्थित विशिष्ट कोशिकाओं का निर्माण कर सकती हैं। स्टेम कोशिकाओं का अस्थिमज्जा प्रत्यारोपण में भी विशिष्ट महत्व है। अभी हाल के वर्षों में किये गये अनुसंधान कार्यों से पता चलता है कि अनेक रोग जो स्टेम कोशिकाओं द्वारा कोशिकाओं के नष्ट होने के कारण उत्पन्न होते हैं उनके उपचार में किया जा सकेगा। इनके उपयोग से पार्किन्सन रोग, एल्डीमर रोग हृदयघात, हृदय कपाट, मधुमेह, जलने एवं त्वचा पर घाव आदि उपचार में उत्साहवर्धक परिणाम प्राप्त हुये हैं। स्टेम कोशिकाओं द्वारा नये अंगों का निर्माण कर उन्हें प्रत्यारोपित किया जा सकेगा। नवीन औषधियों की खोज एवं इनके प्रभावों का अध्ययन भी स्टेम कोशिकाओं से विकसित विभेदित कोशिकाओं पर किया जा सकेगा। स्टेम कोशिकाओं का उपयोग जीन थेरेपी, जीन नॉड आउट जन्तुओं के विकास के लिए भी किया जाता है। इस प्रकार स्टेम कोशिकाओं के व्यापक उपयोग की दिशा में अनेक अनुसंधान कार्य प्रगति पर चल रहे हैं। परन्तु साथ में कई प्रकार के नीतिगत प्रश्न इसके साथ जुड़े हैं।

12.12 शब्दावली (Glossary)

पूर्णशक्त कोशिकायें	Totipotent Cell
अनेकक्ष कोशिकायें	Pluripotent Cell
बहु शक्त कोशिकायें	Multipotent Cell
एकलशक्त कोशिकायें	Unipotent
भ्रूणीय स्टेम कोशिकायें	Embryonic Stem Cell
वयस्क स्टेम कोशिकायें	Adult Stem Cell
अस्थिमज्जा	Bone Marrow
रक्त कोशिकाओं का निर्माण	Haematopoiesis
विभेदित कोशिकायें	Differentiated Cells
कोशिकीय संतति	Cell lineage
जरायु नाल	Umbilical Cord
हिमशीतन	Cryopreservation
प्रत्यारोपण	Transplantation

12.13 संदर्भ ग्रन्थ (Further Readings)

1. Robert Lanza et al (eds.) : Essentials of Stem Cell Biology Elsevier, Academic Press, London
 2. Gerald Karp : Cell and Molecular Biology, John Wiley & Sons, INC, New York.
-

12.14 बोध प्रश्नों के उत्तर (Answers to Self-assessment Questions)

A. बहु विकल्पी प्रश्न

1. (b)
2. (d)
3. (d)
4. (b)

B. रिक्त स्थानों की पूर्ति कीजिये : -

1. स्पर्मेटोगोनियल स्टेम कोशिकाएँ
2. ब्लास्टोसिस्ट कोशिका पिण्ड से
3. हिमेटोपॉइटिक स्टेम कोशिकाएँ

C. सत्य, असत्य कथन छांटिये -

1. सत्य
 2. सत्य
 3. असत्य
 4. सत्य
 5. सत्य
-

12.14 अभ्यासार्थ प्रश्न (Exercise Questions)

1. स्टेम कोशिका से आप क्या समझते हैं?
2. सक्ता के आधार पर स्टेम कोशिकाओं को वर्गीकृत कीजिये ।
3. भ्रूणीय स्टेम कोशिकाएँ किस स्रोत से प्राप्त की जाती हैं?
4. अस्थिमज्जा में रक्त कोशिकाओं के निर्माण की प्रक्रिया को चित्र द्वारा समझाइये ।
5. भ्रूणीय स्टेम कोशिका एवं वयस्क स्टेम कोशिकाओं के उपयोग के फायदे एवं नुकसान की व्याख्या कीजिये।
6. आधुनिक अनुसंधानों के आधार पर स्टेम कोशिकाओं के महत्व पर एक लेख लिखिये ।
7. स्टेम कोशिका अनुसंधान के साथ जुड़े नीतिगत मुद्दों एवं उनके निराकरण पर प्रकाश डालिये।
8. स्टेम कोशिकाओं के विशिष्ट गुण लिखिये ।

इकाई 13: जन्तुओं की क्लोनिंग (Animal Cloning)

इकाई की रूपरेखा (Outline of Unit)

- 13.0 उद्देश्य (Objectives)
- 13.1 प्रस्तावना (Introduction)
- 13.2 क्लोनिंग का अर्थ (Meaning of Cloning)
- 13.3 क्लोनिंग के प्रकार (Types of Cloning)
 - 13.3.1 जीन क्लोनिंग (Gene Cloning)
 - 13.3.2 जीवों की क्लोनिंग (Animal Cloning)
 - 13.3.3 भ्रूण क्लोनिंग (Embryo Cloning)
- 13.4 जीवों में क्लोनिंग की विधियाँ (Methods of Animal Cloning)
 - 13.4.1 नाभिकीय केन्द्रक प्रतिरोपण तकनीक (Nuclear Transfer Technique)
 - 13.4.2 होनोलूलू तकनीक (Honolulu Technique)
- 13.5 जन्तु क्लोनिंग का इतिहास (History of Animal Cloning)
 - 13.5.1 एम्फीबीयन में क्लोनिंग (Cloning in Amphibians)
 - 13.5.2 स्तनधारियों में क्लोनिंग (Cloning in Mammals)
 - (ii) भेड़ का क्लोन "डाली" (Clone of Sheep)
 - (iii) बन्दर का क्लोन (Clone of Monkey)
 - (iv) माइस का क्लोन (Clone of Mice)
 - (v) बिल्ली का क्लोन (Clone of Cat)
 - (vi) भैंस का क्लोन (Clone of Buffallow)
 - (vii) अन्य स्तनधारियों के क्लोन (Clone of other Mammals)
 - (viii) मानव क्लोनिंग (Clone of Man)
- 13.6 क्लोनिंग के उद्देश्य (Objectives of Cloning)
 - 13.6.1 चिकित्सकीय क्लोनिंग (Therapeutic Cloning)
 - 13.6.2 प्रजननीय क्लोनिंग (Reproductive Cloning)
- 13.7 क्लोनिंग में कठिनाइयाँ (Problem in Cloning)
- 13.8 क्लोनिंग को लेकर नैतिकता सम्बन्धित प्रश्न (Ethical issues related to Cloning)
- 13.9 भ्रूण स्थानान्तरण तकनीक (Embryo Transfer Technique)
 - 13.9.1 प्रजनन सहायक तकनीक के रूप में (As assisted Reproductive Technology)
 - 13.9.2 घरेलू पशुओं में भ्रूण स्थानान्तरण तकनीक के उपयोग (Use of Embryo Transfer Technique in farm Animals)
- 13.10 भ्रूण स्थानान्तरण तकनीक की प्रक्रिया (Process of Embryo Transfer Technique)
 - 13.10.1 सुपरओवूलेशन (Superovulation)
 - 13.10.2 अण्डाणु प्राप्ति (Retrieval of Oocyte)

13.10.3 शुक्राणुओं की प्राप्ति (Collection of Sperm)

13.10.4 बाह्य निषेचन (In-vitro Fertilization)

13.10.5 भ्रूण का स्थानान्तरण (Embryo Transfer)

13.11 सारांश (Summary)

13.12 शब्दावली (Glossary)

13.13 संदर्भ ग्रंथ (Further Readings)

13.13 बोध प्रश्नों के उत्तर (Answers to Self-assessment Questions)

13.14 अभ्यासार्थ प्रश्न (Exercise Question)

13.15 अभ्यासार्थ प्रश्नों के उत्तर (Answers to Exercise Questions)

13.0 उद्देश्य (objective)

इस इकाई में क्लोनिंग एवं भ्रूण स्थानान्तरण तकनीक एवं महल पर चर्चा की गयी है। इस इकाई को पढ़ने के बाद आप निम्न बिन्दुओं की जानकारी प्राप्त कर सकेंगे :

- क्लोनिंग का अर्थ एवं इसके प्रकार
 - प्राणियों में क्लोनिंग की विधियाँ
 - क्लोनिंग का महत्व
 - क्लोनिंग से जुड़े नैतिक एवं नीतिगत मुद्दे तथा
 - भ्रूण स्थानान्तरण तकनीक एवं इसके उपयोग।
-

13.1 प्रस्तावना (Introduction)

क्लोन एक ग्रीक भाषा से लिया गया शब्द है, 'Klon', जिसका अर्थ है Twig अर्थात् एक वृक्ष की शाखाएँ। वनस्पति जगत् में अनेक पौधों को उगाने के लिए उस पौधे की छोटी - छोटी टहनियाँ काटकर जमीन में रोप देते हैं। इस विधि को 'कलम' लगाना कहते हैं। कुछ समय बाद इन कलमों से नये पादपों का निर्माण हो जाता है। इस विधि से प्राप्त होने वाले सभी संतति पादप गुणों में परस्पर एवं अपने जनक पादप, जिससे कलम तैयार की गयी थी, के समान होते हैं। यह एक कायिक जनन विधि है तथा इसमें केवल एक ही जनक भाग लेता है तथा पौधे के लक्षण पीढ़ी दर पीढ़ी समान बने रहते हैं। पेड़ पौधों में कलम या ग्राफ्ट द्वारा एक समान पौधे तैयार करने की कायिक जनन विधि का ज्ञान मनुष्य को काफी समय से है। परन्तु क्या जन्तुओं में भी यह सम्भव है? क्यों नहीं एक उन्नत नस्ल की अधिक दूध देने वाली गाय की प्रतिरूप अनेक संतति गायें प्राप्त की जायें? क्यों नहीं एक अच्छे शकल - सूरत, बुद्धिमान मनुष्य के उसके समान ही गुणों वाले पुत्र उत्पन्न हो? इस प्रकार के कई प्रश्न मनुष्य के मस्तिष्क निरन्तर उठते रहें हैं।

उच्च प्राणियों में सामान्यतः लैंगिक (sexual) प्रजनन होता है। जिसमें नर एवं मादा दोनों भाग लेते हैं। मादा के अण्ड (egg) एवं नर के शुक्राणु के निषेचन के फलस्वरूप जो रचना बनती है उसे युग्मनज (zygote) कहते हैं। यह युग्मनज समय के साथ विभाजित और विकसित होते हुये अंततः एक नये जीव के रूप में जन्म लेता है। संतति में माता एवं पिता दोनों के प्रभावी लक्षण प्रकट होते हैं। इस प्रकार एक कोशिका से बहुकोशिकीय प्राणी का निर्माण होता है तथा प्रत्येक कोशिका में DNA समान होता है। इससे स्पष्ट है कि हर कोशिका में जीव निर्माण के लिए सारी सूचनाएँ मौजूद रहती हैं।

लेकिन यहाँ यह प्रश्न उठता है कि जब हर कोशिका में समान 0124 उपस्थित है तो प्रजनन के लिए जननिक कोशिका (Germ cell) की ही आवश्यकता क्यों है? क्या शरीर की किसी भी कोशिका से जीव का निर्माण नहीं किया जा सकता? किस प्रकार एक पूर्ण विभेदित दैहिक कोशिका के केन्द्रक को एक पूर्णसक्त (totipotent) केन्द्रक में रिप्रोग्राम्ड (reprogrammed) किया जाये? इस प्रकार परिवर्धन, जनन एवं आनुवंशिक क्षेत्रों में निरन्तर अनुसंधानों से प्राप्त जानकारीयों एवं तकनीकी उन्नयन के फलस्वरूप वैज्ञानिकों ने कई जन्तुओं के क्लोन बनाने में सफलता प्राप्त की।

13.2 क्लोनिंग का अर्थ (Meaning of Cloning)

क्लोन (clone) एक ऐसी जैविक रचना है जो एकमात्र जनक (माता अथवा पिता) से गैर लैंगिक विधि द्वारा उत्पन्न होता है। उत्पादित "क्लोन" अपने जनक से शारीरिक एवं आनुवंशिक रूप से पूर्णतः समरूप होता है। इस प्रकार किसी भी जीव का प्रतिरूप बनाना ही क्लोनिंग कहलाता है। क्लोनिंग के फलस्वरूप जन्म लेने वाले समस्त संतति जीव परस्पर एवं जनक के समान कार्बन कापी (Replica) होते हैं।

13.3 क्लोनिंग के प्रकार (Types of Cloning)

क्लोनिंग शब्द का प्रयोग व्यापक अर्थ में किया जाता है। क्लोनिंग किस स्तर (level) पर की गयी है इसके आधार पर क्लोनिंग तीन प्रकार की होती है

13.3.1 जीन क्लोनिंग (Gene Cloning)

एक ही जीन की हूबहू प्रतियाँ बनाना, जीन क्लोनिंग कहलाता है। जीन क्लोनिंग के लिए इच्छित जीन को पहचान कर उसे पृथक कर लिया जाता है तथा इसे उपयुक्त वाहक (vector) के जीनोम के साथ जोड़ दिया जाता है। इन पुनर्योजित DNA धारक वाहकों को उचित पोषक (host), जीवाणु में निवेशित करा दिया जाता है। जब जीवाणु के DNA का प्रतिकृतिकरण होता है तो इस जीन का भी पुनरावर्तन होता जाता है। इस प्रकार इच्छित जीन की कई सारी प्रतिलिपियाँ प्राप्त हो जाती हैं। इस प्रक्रिया को जीन क्लोनिंग की संज्ञा दी जाती है।

13.3.2 जीवों की क्लोनिंग (Animal Cloning)

इस तकनीक में अकेले जनक से भौतिक एवं आनुवंशिक रूप से समान अनेक संतति प्राणि उत्पन्न किये जाते हैं। इस विधि में केन्द्रक रहित अनिषेचित अंड में वांछित दैहिक कोशिका के केन्द्रक (2n) का प्रतिरोपण कर क्लोन प्राप्त किया जाता है। इस विधि को केन्द्रक प्रतिरोपण तकनीक कहते हैं। भेड़, बकरी, गाय, भैंस, माइस, सूअर, बन्दर आदि कई जानवरों के क्लोन तैयार करने में वैज्ञानिकों ने सफलता अर्जित की है।

13.3.3 भ्रूण क्लोनिंग (Embryo Cloning)

मादा एवं नर युग्मकों (gametes) के मिलन से युग्मनज (zygote) का निर्माण होता है। इस युग्मनज में निषेचन के कुछ घंटों पश्चात् विदलन (cleavage) की क्रिया प्रारम्भ हो जाती है जिसके फलस्वरूप क्रमशः 2, 4, 8..... ब्लास्टोमियर्स का निर्माण होता है। यदि प्रारंभिक भ्रूण (8 celled stage) से

ब्लास्टोमियर्स को पृथक कर संवर्धन माध्यम में रखा जाये तो प्रत्येक ब्लास्टोमियर्स से एक पृथक् भ्रूण का निर्माण हो जाता है क्योंकि ब्लास्टोमियर्स भ्रूण की प्रारम्भिक अवस्था में पूर्णसक्त (totipotent) अवस्था में होती है। इस विधि से विकसित होने वाली समस्त नवजात प्राणि परस्पर तो एक दूसरे की प्रतिलिपि होते हैं परन्तु ये अपने माता-पिता की पूर्ण प्रतिलिपि नहीं होते हैं। इस प्रकार विकसित हुये संतति को यमज (twins) कहते हैं।

13.4 जीवों में क्लोनिंग की विधियाँ (Methods of Animals Cloning)

13.4.1 नाभिकीय केन्द्रक प्रतिरोपण तकनीक (Nuclear transfer technique)

प्राणियों में क्लोनिंग सामान्यतया केन्द्रक प्रतिरोपण द्वारा की जाती है। इस तकनीक में दो प्रकार की कोशिकाओं को उपयोग में लिया जाता है, जिनमें एक को ग्राही (recipient) एवं दूसरी कोशिका को दाता (donor) कहते हैं। ग्राही कोशिका के रूप में हमेशा अनिषेचित अंड कोशिका लेते हैं तथा दाता कोशिका के रूप में भ्रूणीय कोशिका / फीटस कोशिका या वयस्क प्राणी की दैहिक कोशिका (somatic cell) का उपयोग किया जाता है। अंड कोशिका के गुण सूत्रों को एक अल्ट्राफाइन सक्शन माइक्रोपिपेट के द्वारा बाहर चूस लिया जाता है। या पराबैंगनी किरणों द्वारा केन्द्रक को नष्ट कर दिया जाता है। अगले चरण में इस अंड को संवर्धन माध्यम में रखा जाता है। तथा इसमें हल्की सी विद्युत धारा प्रवाहित की जाती है जिससे अंड सक्रिय हो जाता है तथा इसमें कुछ समय पश्चात विदलन (blastula stage) प्रारम्भ हो जाते हैं तथा 5 - 6 दिन में यह ब्लास्तुला अवस्था में बदल जाता है। इस भ्रूण को एक अन्य मादा जिसे सरोगेट माता (surrogate mother) कहते हैं, उसके गर्भाशय में प्रत्यारोपित कर दिया जाता है, जहाँ पर यह दैहिक भ्रूणीय विकास की विभिन्न अवस्थाओं से गुजरता हुआ नवजात प्राणि को जन्म देता है।

दाता दैहिक कोशिकाओं एवं ग्राही केन्द्रक रहित अनिषेचित अंडे को संवर्धन माध्यम में रखकर हल्की विद्युत धारा प्रवाहित की जाती है। दाता एवं ग्राही कोशिकाओं के परस्पर संलयन द्वारा केन्द्रक का स्थानान्तरण ग्राही अनिषेचित केन्द्रक रहित अंडे में हो जाता है। एक अन्य विधि में दाता एवं ग्राही कोशिका के संलयन के लिए सेंडाई विषाणु (Sendai Virus) भी काम में लिए जाते हैं।

केन्द्रक प्रतिरोपण तकनीक को निम्न पदों में विभक्त किया जा सकता है

- (i) अनिषेचित ग्राही अण्ड से केन्द्रक या गुणसूत्रों को हटाना।
- (ii) दाता कोशिका का चुनाव।
- (iii) दाता कोशिका का ग्राही केन्द्रक विहिन अंड कोशिका से संलयन या केन्द्रक प्रतिरोपण।
- (iv) संलयित अंड कोशिका का संवर्धन एवं भ्रूणीय विकास।
- (v) प्रारंभिक का फोस्टर मदर (foster mother) के गर्भाशय में स्थानान्तरण।

13.4.2 होनोलूलू तकनीक (Honolulu Technique)

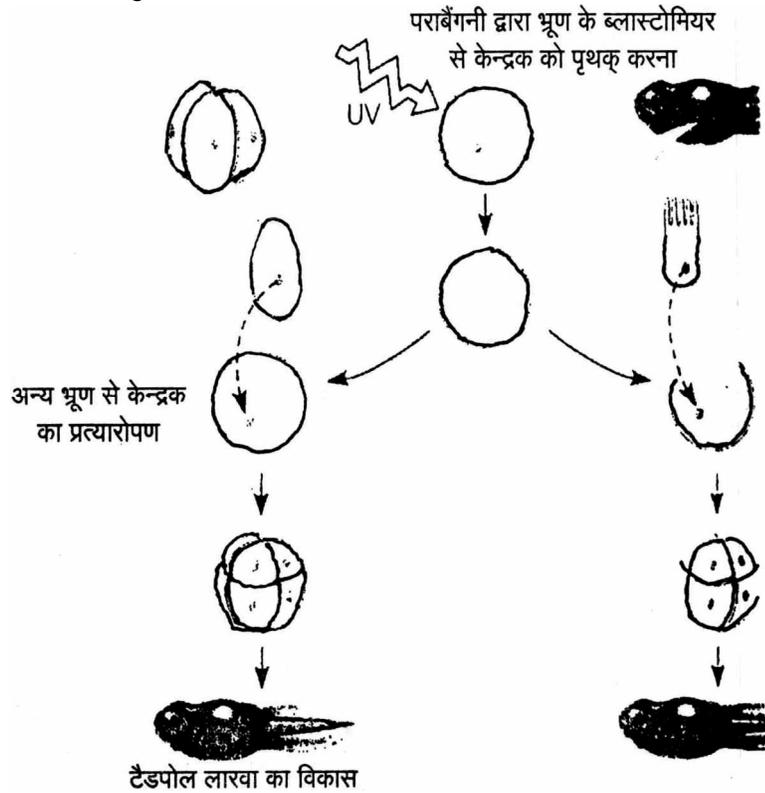
हवाई विश्वविद्यालय के वैज्ञानिकों ने दाता दैहिक कोशिका एवं ग्राही अनिषेचित केन्द्रक रहित अंड कोशिका के संलयन के स्थान पर दाता संवर्धित कोशिका से केन्द्रक को पृथक कर इसे ग्राही अनिषेचित अंड में प्रत्यारोपित किया तथा इस प्रकार माइस (mice) का क्लोन विकसित किया।

13.5 जन्तु क्लोनिंग का इतिहास (History of Animal Cloning)

जन्तुओं में क्लोनिंग की प्रारम्भिक शुरुआत स्पीमान (Spemann) एवं कुछ अन्य वैज्ञानिकों के अनुसंधान पर आधारित है। स्पीमान ने बताया कि सी अर्चिन (sea urchin) एवं सैलामान्डर (salamander) के भ्रूण की कोशिकाओं को प्रारम्भिक अवस्था में पृथक कर देने पर प्रत्येक कोशिका एक सम्पूर्ण भ्रूण का निर्माण कर देती है।

13.5.1 एम्फीबीयन की क्लोनिंग (Cloning in Amphibians)

फिलाडेल्फिया के केन्सर रिसर्च इन्स्टिट्यूट में कार्यरत वैज्ञानिक राबर्ट ब्रिग्स (Robert Briggs) एवं थामस किंग (Thomas King) ने 1950s में भ्रूण के केन्द्रक की सशक्तता (potency) के अवस्था के अध्ययन के लिए लियोपार्ड मेटक राना पिपियन्स (*Rana pipiens*) के अण्डों पर कुछ प्रयोग किये। उन्होंने मेटक के अनिषेचित अण्ड को पराबैंगनी किरणों (U. V. rays) से उपचारित करके इसके केन्द्रक को नष्ट कर दिया। इस अपकेन्द्रित अण्ड में एक अन्य मेटक के भ्रूण के ब्लास्टोमियर से केन्द्रक (2n) को पृथक कर, प्रत्यारोपित कर दिया। उन्होंने पाया कि इस अण्ड से भ्रूणीय विकास के फलस्वरूप टैडपोल लारवा का विकास हुआ। परन्तु यह टैडपोल लारवा वयस्क मेटक में रूपान्तरित नहीं हो पाया, इसकी मृत्यु हो गयी।



चित्र 13.1 : एम्फीबियन की क्लोनिंग

वर्ष	वैज्ञानिक	प्रजाति	विधि	परिणाम
1950	का राबर्ट ब्रिग्स व थॉमस	मेटक	केन्द्रक स्थानान्तरण से	टैडपोल का जन्म परन्तु

दशक 1960 दशक	किंग का जान. वी. गार्डन	मेढक	अण्डाणु में केन्द्रक स्थानान्तरण, त्वचा, यकृत, वृक्क कोशिका से अंडाणु में	वयस्क होने से पूर्व मृत्यु। टेडपोल का जन्म परन्तु वयस्क होने से पूर्व मृत्यु।
1970	इमैन्स	फल मक्खी	केन्द्रक स्थानान्तरण	लार्वा क जन्म, परन्तु वयस्क होने से पूर्व मृत्यु।
1984	मैकग्राथ व सॉल्टर	चूहा	केन्द्रक प्रतिरोपण (भ्रूण से अण्डाणु में)	कुछ चूहों का जन्म, परन्तु वयस्क अवस्था कोई भी प्राप्त नहीं कर सका।
1993 (अक्टूबर)	हॉल एवं स्टील मैन	मनुष्य	भ्रूण क दो भागो में पृथककरण	पहली बार दो जुड़वां शिशुओं का जन्म।
1996 (मार्च)	रॉजलिन इन्स्टीट्यूट के वैज्ञानिक	भेड़	केन्द्रक प्रतिरोपण संवर्धित भ्रूण कोशिका से अण्डाणु	मेगान एवं मार्गन नामक भेड़ों का जन्म।
1997 (फरवरी)	रॉजलिन इन्स्टीट्यूट के वैज्ञानिक	भेड़	केन्द्रक प्रतिरोपण (स्तनग्रंथी कोशिका से अण्डाणु में)	"डॉली" भेड़ का जन्म।
1997 (मार्च)	डीन ऑल्फ एवं सहयोगी, ओरेगन	बन्दर	केन्द्रक प्रतिरोपण (भ्रूण से अंडाणु में)	नेटी एवं डीटो नामक दो बन्दरो का जन्म
1997 (दिसम्बर)	राजनिन इन्स्टीट्यूट के वैज्ञानिक	भेड़	केन्द्रक प्रतिरोपण (फीटस कोशिका से अंडाणु में)	मॉली एवं पॉली नामक दो भेड़ों का जन्म
1998 (जुलाई)	हवाई	माइस	केन्द्रक प्रतिरोपण (वयस्क कोशिका से अंडाणु)	क्लोनिंग द्वारा 80 माइस का जन्म
1998 (फरवरी)	विश्वविद्यालय के वैज्ञानिक	बछड़ा	केन्द्रक प्रतिरोपण (वयस्क कोशिका से अण्डाणु में)	बछड़े का जन्म
1998	ब्लैक्सबर्ग	भैंस	केन्द्रक प्रतिरोपण (त्वचा कोशिका से अण्डाणु में)	विश्व में भैंस क प्रथम क्लोन प्राप्त किया
1999	(अमेरिका) के वैज्ञानिक	गाय	केन्द्रक प्रतिरोपण (संवर्धित त्वचा फाइब्रोब्लास्ट कोशिका से अण्डाणु)	गार्ज एवं चार्ली नामक दो गायों का जन्म
2000	राष्ट्रीय दुग्ध अनुसंधान संस्थान, करनाल (हरियाणा)	गाय	केन्द्रक प्रतिरोपण (त्वचा कोशिका से)	अनेक गायों का जन्म
2001	काटो एवं सहयोगी	गाय	केन्द्रक स्थानान्तरण से अण्डाणु में	6 -बछड़ों का जन्म
2001 (दिसम्बर)	वेल एवं सहयोगी केबोटा एवं सहयोगी A & M विश्वविद्यालय टेक्सास के वैज्ञानिक	बिल्ली	केन्द्रक स्थानान्तरण, त्वचा, यकृत, वृक्क कोशिका से अंडाणु में	प्रथम क्लोन्ड बिल्ली (काँपी कैट) का जन्म
2003	Italy (Cretona)	घोडा	केन्द्रक स्थानान्तरण केन्द्रक प्रतिरोपण (भ्रूण से)	प्रथम क्लोड धोड़े (प्रोमेटिआ) का जन्म टेडपोल का जन्म परन्तु

		अण्डाणु में	वयस्क होन से पूर्व मृत्यु ।
--	--	-------------	-----------------------------

आक्सफोर्ड विश्वविद्यालय लंदन के वैज्ञानिक जेबी. गर्डन (J. B. Gurdon) एवं साथियों ने सन् 1960 के दशक में केन्द्रक प्रत्यारोपण की एक अन्य विधि अपनायी । उन्होंने भ्रूणीय कोशिका के केन्द्रक के स्थान पर मेंढक के टेडपोल की आन्त्र उपकला (intestinal epithelium) कोशिका के विभेदित केन्द्रक का दाता (donor) केन्द्रक के रूप में उपयोग किया । जब अकेन्द्रक अण्डों में इन केन्द्रकों का प्रतिरोपण किया गया तो इन अण्डों से लगभग 2% में ही सामान्य टेडपोल का विकास हुआ तथा शेष पूर्ण विकास की प्रारम्भिक अवस्थाओं में ही मर गये । इन प्रयोगों से यह निष्कर्ष निकाला गया कि प्रारम्भिक भ्रूणीय कोशिकार्ये पूर्णशक्त (totipotent) होती हैं परन्तु जैसे- जैसे भ्रूण का विकास होता जाता है इन कोशिकाओं में विभेदन प्रारम्भ हो जाता है फलस्वरूप भ्रूण की आयु बढ़ने के साथ कोशिकाओं में सक्तता (potency) घटती जाती है । यदि अंडे में पुच्छ कलिका (tail bud) अवस्था से प्राप्त कोशिकाओं के केन्द्रक को प्रतिरोपित किया जाये तो अण्डे का सामान्य टेडपोल में विकास नहीं होता ।

13.5.2 स्तनधारियों में क्लोनिंग (Cloning in Mammals)

(a) डॉली (Dolly, The First mammalian Clone)

स्तनधारियों में क्लोनिंग का सूत्रपात "डॉली" भेड के जन्म द्वारा प्रारम्भ हुआ । सन् 1997 में रोजलिन इन्सिट्यूट, एडीनबर्ग स्काटलैंड के वैज्ञानिक डा. इयान विल्युट (Ian Wilmut) एवं उनके साथियों ने केन्द्रक प्रतिरोपण तकनीक का प्रयोग करके "डॉली" नामक भेड का क्लोन तैयार किया । डॉली भेड के विकास की विधि का संक्षिप्त विवरण निम्न प्रकार है

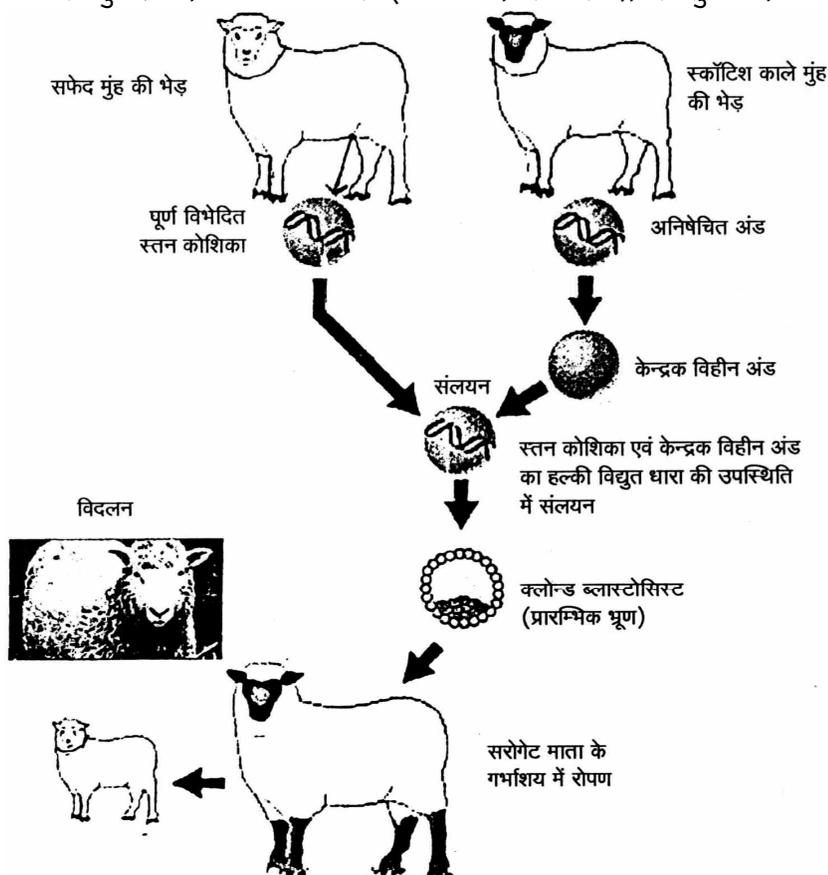
1. एक 6 वर्षीय सफेद मुंह वाली गर्भस्थ भेड (Fin Dorset Ewe) की स्तन ग्रन्थि से कोशिकाओं को निकालकर एक विशिष्ट विलियन में रखा जिसमें कुछ पोषक तत्व उपस्थित नहीं थे । इसके फलस्वरूप इन कोशिकाओं में कोशिका विभाजन होना बन्द हो गया तथा इसके जीन भी अक्रिय होते गये । इस प्रकार ये कोशिकार्ये सुप्तावस्था में पहुँच गयी ।
2. प्रयोग के दूसरे भाग में अनुसंधानकर्ताओं ने एक अन्य काले मुँह वाली स्कॉटिश मादा भेड (Scottish Black-Faced) से अनिषेचित अण्डाणु प्राप्त किये । इस अण्डाणु को एक सक्शन पिपेट (suction pipette) की सहायता से एक जगह पर स्थित रखकर एक अन्य माइक्रोपिपेट के नुकिले सिरों की सहायता से इसके गुणसूत्रों को बाहर चूस (suck) लिया जाता है । इस प्रकार अण्डाणु को केन्द्रक विहिन कर दिया जाता है ।
3. केन्द्रक रहित अण्डाणु को सुप्त स्तन ग्रन्थि कोशिका के साथ संवर्धन माध्यम में रखा गया तथा इसमें विद्युत धारा प्रवाहित की गयी । जिसके फलस्वरूप दोनों कोशिकार्ये परस्पर संगलित हो गयी तथा स्तन ग्रन्थि कोशिका का केन्द्रक, अकेन्द्रक अण्डाणु में प्रतिस्थापित हो गया कुछ समय पश्चात् इस अण्डे में परिवर्धन प्रारम्भ हो गया तथा लगभग 6 दिनों बाद एक भ्रूण का निर्माण हुआ ।
4. इस भ्रूण को एक अन्य मादा भेड जिसे सरोगेट माता (surrogate mother) कहते हैं, उसके गर्भाशय में प्रतिरोपित कर दिया गया । गर्भावधि (gestation) (148 दिन) के पूर्ण होने पर एक भेड का जन्म हुआ जिसे "डॉली" नाम दिया गया । डॉली नाम अमेरिकन पॉप गायक डॉली मार्टिन के नाम पर रखा गया था । डॉली जन्म के समय एकदम सामान्य थी । इसकी शक्ल

जिस भेड से "डॉली" की देह कोशिका संकेन्द्रक लिया गया था। उसके समरूप थी। इस प्रकार प्रथम स्तनधारी क्लोन का जन्म हुआ।

इयान विल्मुट ने कुल 277 अंडाणुओं में केन्द्रक का प्रतिस्थापन किया। इनमें से केवल 29 में ही विदलन प्रारम्भ हुआ। इनमें से केवल 13 भ्रूणों को फास्टर मादा / सरोगेट मादा के गर्भाशय में सफलतापूर्वक स्थानान्तरित कर दिया गया तो केवल एक ही भ्रूण में पूर्ण विकास हो पाया जिससे "डॉली" का जन्म हुआ। इस अनुसंधान के लिये इयान विल्मुट एवं साथियों को नोबेल पुरस्कार से सम्मानित किया गया।

5. सन् 1998 में डॉली ने सामान्य प्रजनन द्वारा एक नवजात को जन्म दिया जिसे "बॉनी" नाम दिया गया।

फेफड़ों में सक्रमण हो जाने के कारण "डॉली" गम्भीर रूप से बीमार हो गयी जिसके कारण 14 फरवरी, 2003 को पीडा से मुक्ति दिलाने के लिए उसे इंजेक्शन देकर चिरनिद्रा से सुला दिया गया।



चित्र : केन्द्रक प्रतिरोपण तकनीक

(b) **बन्दर के क्लोन (Cloning in Monkeys)** : "डॉली" के जन्म के पश्चात क्लोनिंग कि दिशा में निरन्तर अनुसंधान कार्य जारी रहे। फरवरी, 1997 में अमेरिका के ओरेगॉन प्रान्त के प्राइमेट शोध केन्द्र ने दो लाल मुँह के बन्दरों (Rhesus monkey) के क्लोन, नेटी एवं डिटो (Netti and Ditto) के जन्म की घोषणा की।

- (c) **माइस का क्लोन (Clone in Mice)** जुलाई, 1998 में हवाई विश्वविद्यालय, होनोलूलू के वैज्ञानिकों ने माइस (Mice) में वयस्क कोशिका के केन्द्रक का उपयोग करते हुए क्लोन बनाने की घोषणा की। इस विधि में दाता कोशिका से केन्द्रक निकालकर ग्राही अकेन्द्रिक अंड कोशिका में प्रतिरोपित किया गया।
- (d) **बिल्ली का क्लोन (Clone in Cat)** : A एवं M विश्वविद्यालय, टेक्सास में मिसिप्पिसिटी प्रोजेक्ट (Missyplicity) के अन्तर्गत 22 दिसम्बर, 2001 को पालतू बिल्ली का क्लोन विकसित करने के समाचार प्रकाशित हुये।
- (e) **भैंस का क्लोन (Cloning in Buffalo)** विश्व में पहली बार करनाल (हरियाणा) के राष्ट्रीय डेयरी अनुसंधान इन्स्टिट्यूट के वैज्ञानिकों ने 1998 में भैंस का क्लोन तैयार करने में सफलता अर्जित की।
- (f) **अन्य स्तनधारियों में क्लोनिंग (Cloning in other Mammals)** : भेड़, सुअर, थोडा, गौर आदि जन्तुओं के क्लोन भी विकसित होने के समाचार प्रकाशित हुये हैं।

मानव क्लोनिंग (cloning in Man) : क्लोनिंग तकनीक से "डॉली" भेड़ के जन्म लेने के पश्चात ही वैज्ञानिक मानव क्लोन तैयार करने के प्रयास में लग गये। सन् 2001 में राष्ट्रीय विज्ञान अकादमी, वाशिंगटन, में आयोजित एक सम्मेलन में इटली के वैज्ञानिक डा. एन्टीनोई (S. Antinoue) एवं दो अन्य वैज्ञानिकों, ब्रिगिटी बोइसोलियर (Brigitte Boisselier) एवं पेनॉस जेवॉस ने मानव क्लोनिंग के लिए अनुसंधान कार्य प्रारम्भ करने की घोषणा की। मानव भ्रूण क्लोन (6- cell) के विकास की प्रथम सूचना एक अमेरिकन कम्पनी "एडवान्सड सैल टेकनालॉजी" (advanced cell technology) द्वारा 25 नवम्बर, 2001 में प्रकाशित की गयी। इसके लगभग एक वर्ष बाद, 28 दिसम्बर, 2002 को फ्रान्स के वैज्ञानिक ब्रिसेलियर (B. Brisselier) ने प्रथम क्लोन्ड मानव शिशु के विकास की घोषणा की।

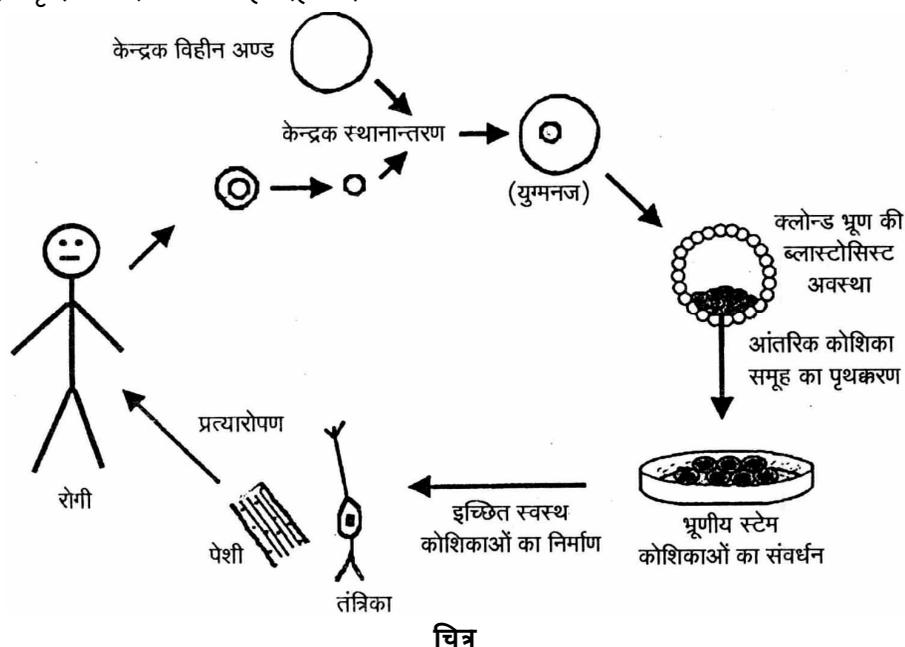
13.6 क्लोनिंग के उद्देश्य (Objectives of Cloning)

मानव क्लोनिंग की शुरुआत मुख्यतया दो प्रमुख उद्देश्यों की पूर्ति के लिए की गयी :

13.6.1 चिकित्सकीय क्लोनिंग (Therapeutic Cloning)

क्लोनिंग का प्रारम्भिक उद्देश्य उत्तक एवं अंग प्रत्यारोपण के लिए भ्रूणीय स्टेम कोशिकाएँ प्राप्त करना था। शरीर में जब कोई अंग (organ) कार्य करना बन्द कर देता है तो मनुष्य का जीवन संकटग्रस्त हो जाता है तथा मृत्यु हो जाती है। ऐसी स्थिति में रोगी को बचाने के लिए अंग प्रत्यारोपण की आवश्यकता होती है। परन्तु शरीर हर किसी दाता व्यक्ति से प्राप्त अंगों को स्वीकार नहीं करता। केवल जुड़वां बच्चों में ही अंग प्रत्यारोपण सफलता पूर्वक हो सकता है क्योंकि अंग दाता एवं ग्राही दोनों में समान प्रकार का एन्टीजन (antigen) होते हैं। ऐसी स्थिति में यदि स्वयं रोगी के शरीर की दैहिक कोशिका लेकर क्लोनिंग द्वारा भ्रूण तैयार कर लिया जायें तथा इन भ्रूणों से स्टेम कोशिकाओं को पृथक कर इनका संवर्धन किया जाता है। इन स्टेम कोशिकाओं के द्वारा विभेदन की क्रिया को नियंत्रित कर विशिष्ट विभेदित कोशिकाओं से कई प्रकार के अंगों जैसे वृक्क, यकृत, अस्थिमज्जा, अस्थि का विकास किया जा सकता है। क्योंकि स्टेम कोशिकाओं से बनने वाले अंग रोगी के हूँ - ब - हूँ प्रतिरूप

होते हैं अतः इनका प्रत्यारोपण रोगी के शरीर में सफलतापूर्वक किया जा सकता है। अंग प्रत्यारोपण की अस्वीकृति की संभावना नहीं रहेगी।



13.6.2 प्रजननीय क्लोनिंग (Reproductive cloning)

क्लोनिंग द्वारा उन्नत नस्ल के उपयोगी घरेलू पशुओं जैसे गाय, भैंस, बकरी, ऊँट, बैल आदि की संख्या में वृद्धि की जा सकेगी। विलुप्त प्रायः पशु, पक्षियों का क्लोन तैयार कर उन्हें विलुप्त होने से बचाया जा सकेगा।

13.7 क्लोनिंग में कठिनाइयाँ (Problem in Cloning)

क्लोनिंग एक जटिल एवं बेहद खर्चीली प्रक्रिया है तथा इसमें सफलता दर काफी कम है। क्लोनिंग के लिए बड़े पैमाने पर अनिषेचित अंडों की आवश्यकता होती है। इनमें से केन्द्रक प्रतिरोपण के पश्चात् कुछ ही भ्रूण में विकसित होते हैं तथा इनमें से भी कुछ ही शिशु को जन्म देते हैं। डॉली नामक भेड़ का क्लोन तैयार करने वाले डा. इयान विल्मुट के आंकड़ों के अनुसार 277 अंडों में केन्द्रक प्रतिरोपण किया गया। इनमें से 27 में भ्रूण विकास हुआ तथा जब इन भ्रूणों को फॉस्टर माता के गर्भाशय में प्रतिरोपित किया गया तो केवल एक ही भ्रूण ने परिवर्द्धन के पश्चात् शिशु को जन्म दिया जिसे "डॉली" नाम दिया। इतनी कम सफलता का एक मुख्य कारण दाता एवं ग्राही कोशिकाओं के कोशिका चक्र (cell cycle) का एक ही प्रावस्था (phase) में न होना है जिसके फलस्वरूप केन्द्रक प्रतिरोपण के पश्चात् भी अंड कोशिकाओं में विभाजन प्रारम्भ नहीं होता। हालांकि "डॉली" सामान्य प्रजनन करने में सफल रही परन्तु "डॉली" शीघ्र ही बूढ़ी हो गयी तथा 14 फरवरी, 2003 को इसकी मृत्यु हो गयी। अतः वैज्ञानिकों का मानना है कि क्लोनिंग से जन्म लेने वाले संतति समय पूर्व बूढ़े हो सकते हैं। क्लोनिंग के फलस्वरूप विकसित होने वाले भ्रूणों में असामान्यता अधिक होती है जिसकी वजह से भ्रूण की शीघ्र मृत्यु हो जाती है।

13.8 क्लोनिंग को लेकर नैतिकता सम्बन्धी प्रश्न (Ethical Issues)

क्लोनिंग तकनीक द्वारा डॉली भेड के जन्म के साथ वैज्ञानिकों, समाजशास्त्रियों, धर्मगुरुओं, राजनेताओं के बीच मानव क्लोनिंग को लेकर गहरा विवाद छिड़ गया। क्या मानव में क्लोनिंग की अनुमति दी जाये? मानव क्लोनिंग से पुरुषों की उपयोगिता पर प्रश्न चिन्ह लग गया है। इससे मादा अंड अंगों के अवैध व्यापार की पूरी सम्भावना है। फ्रांस, कनाडा, जर्मनी, नार्वे, स्वीटजरलैण्ड एवं यूनाइटेड नेशन्स ने मानव क्लोनिंग पर प्रतिबंध घोषित कर दिया है। हमारे देश में भी प्रजननीय क्लोनिंग पर प्रतिबंध लगा रखा है।

13.9 भ्रूण स्थानान्तरण तकनीक (Embryo Transfer Techniques)

प्राणियों में नपुंसकता के उपचार एवं उन्नत नस्ल के घरेलू पशुओं (Farm animals) की संख्या को बढ़ाने के लिए भ्रूण स्थानान्तरण तकनीक महत्वपूर्ण है। भ्रूण स्थानान्तरण तकनीक में मुख्य रूप से एक उचित लक्षणों वाली दाता (donor) माता से प्राप्त भ्रूण को एक दूसरी माता जिसे सरोगेट मदर (surrogate mother) या फॉस्टर मदर (Foster mother) कहते हैं, उसके गर्भाशय में स्थानान्तरित करते हैं। भ्रूण अपना शेष विकास यही पर पूरा करके गर्भावधि के पश्चात् नये शिशु को जन्म देता है। सरोगेट मदर का भ्रूण के आनुवंशिक लक्षणों पर कोई प्रभाव नहीं होता। वास्तव में सरोगेट मदर का गर्भाशय एक इनक्यूबेटर (Incubator) की तरह कार्य करता है यह भ्रूण की सुरक्षा, पोषण आदि कार्य करती है। ऐसे प्राणी जो स्वयं गर्भधारण नहीं कर सकते उनसे भ्रूण स्थानान्तरण करके संतति प्राप्त की जा सकती है।

13.9.1 प्रजनन सहायक तकनीक के रूप में (As Assisted Reproductive Technology)

स्त्रियों एवं पुरुषों में नपुंसकता (infertility) के कई कारण हैं। इनमें से कुछ तो इलाज द्वारा ठीक हो जाते हैं परन्तु कुछ सामान्य इलाज द्वारा भी दूर नहीं हो पाते। एक जोड़े (couples) के किसी भी एक सदस्य में कोई संरचनात्मक (anatomical) या कार्यात्मक (physiological) असामान्यता है तो संतान पैदा नहीं हो सकती। ऐसी संतानहीन दम्पतियों में संतान प्राप्ति के लिए कई प्रकार की नई विधियों का विकास निरन्तर किया जा रहा है इन्हें सम्मिलित रूप से प्रजनन सहायक (assisted reproductive technology) कहते हैं। बाह्य निषेचन एवं भ्रूण स्थानान्तरण तकनीक एक प्रजनन सहायक तकनीक है। भ्रूण स्थानान्तरण तकनीक के द्वारा ऐसी स्त्रियाँ जो स्वयं गर्भधारण नहीं कर सकती उनरने अंड प्राप्त किये जाते हैं। तथा इन अंडाणुओं को बाह्य पात्रे निषेचन करवाकर, निषेचित भ्रूण को अन्य ग्राही माता (foster mother) के गर्भाशय (uterus) में प्रतिरोपित कर दिया जाता है। इस प्रकार से जन्मे शिशु में लक्षण माता-पित के अर्थात् जिनसे अंडाणु एवं शुक्राणुओं को प्राप्त किया जाता है, उनके होते हैं। सरोगेट माता का शिशु के आनुवंशिक लक्षणों पर प्रभाव नहीं होता है।

13.9.2 घरेलू पशुओं में आ स्थानान्तरण तकनीक का उपयोग (Use of Embryo Transfer Technique in Farm Animals)

उन्नत नस्ल की गाय, भैंस, बकरी, भेड आदि जन्तुओं की संख्या अल्प समय में बढ़ के लिए तथा जनन असक्षम बान्धय प्राणियों में भ्रूण स्थानान्तरण तकनीक का प्रयोग संतति को जन्म देने के लिए

किया जा रहा है। कृत्रिम गर्भाधान ने घरेलू पशुओं के प्रजनन में एक क्रान्ति का सूत्रपात किया। इसके फलस्वरूप हमारे घरेलू जानवरों की नस्ल में काफी सुधार हुआ। उन्नत नस्ल की गायों से निषेचित अण्डाणुओं को निकालकर उन्हें कम उन्नत नस्ल की गायों (गाही) के गर्भाशय में स्थानान्तरण कर देने पर इनसे जन्म लेने वाले शिशु उन्नत किस्म के होते हैं। इसी प्रकार नपुंसकता पशुओं में भी बच्चों का जन्म हो सकता है। इस प्रकार की तकनीकों का विकास भी किया जा चुका है जिसके अन्तर्गत प्रारम्भिक भ्रूण की ब्लास्टोमियट्स को पृथक कर संवर्धन माध्यम से अलग - अलग भ्रूण का विकास किया जा सकता है तथा इन भ्रूणों को सरोगेट माता के गर्भाशय में स्थानान्तरित कर दिया जाता है। इनसे जन्म लेने वाले सभी नवजात प्राणि परस्पर समरूप होते हैं। इस प्रकार एक अधिक दूध देने वाली गाय से कई बछड़े बहुत कम समय में प्राप्त किये जा सकते हैं।

13.10 भ्रूण स्थानान्तरण की तकनीक की प्रक्रिया (Process of Embryo Transfer Technique)

13.10.1 सुपरओवूलेशन (Superovulation)

सामान्यतया प्राइमेट्स, गाय, भेड़, बकरी आदि प्राणियों में एक जनन चक्र में अण्डाशय से केवल एक ही अंडाणु मुक्त किया जाता है। अण्डाशय द्वारा प्रतिजनन चक्र मुक्त अण्डाणु की संख्या बढ़ाने के लिए इन मादाओं को हार्मोन्स (hMG, heG, FSH, LH) एवं क्लोमिफिन (clomiphene) इंजेक्ट कर अंडाशय को उत्तेजित करते हैं। जिससे प्रति जनन चक्र 6 - 8 अंडाणु प्राप्त किये जा सकते हैं।

13.10.2 अंडाणु प्राप्ति (Retrival of Oocyte)

अंडाशय से इन अण्डाणुओं को लेप्रोस्कोप की सहायता से या अन्य विधियों द्वारा निकाल कर प्रयोगशाला में एक पटरीद्विश (Petridish) में संवर्धित माध्यम में रखते हैं।

13.10.3 शुक्राणुओं की प्राप्ति (Collection of Semen)

अण्डाणु (ऊसाइट) प्राप्त करने के 2 घंटे पूर्व स्त्री के पति से या अन्य दाता (donor) से मैस्टुरबेशन (masturbation) या इलैक्ट्रोइजेकुलेशन (electrejaculation) द्वारा वीर्य प्राप्त किया जाता है। वीर्य को तरलीकृत हो जाने पर इसे सेन्ट्रिफ्यूज कर लेते हैं तथा शुक्राणुओं पैलेट (sperm pallet) को पृथक कर लेते हैं। इन शुक्राणुओं को एक - दो बार संवर्धन माध्यम डालकर धो लेते हैं तथा पुनः सेन्ट्रीफ्यूज करके पृथक कर लेते हैं। इस प्रकार धोये हुये शुक्राणुओं को संवर्धन माध्यम में 37° C पर रखा जाता है।

13.10.4 बाह्य निषेचन (Invitro Fertilization)

ऊसाइट (Oocyte) को संवर्धन माध्यम में एक पेटरीडिश में रखकर इसमें 10,000 से 50, 000 गतिशील शुक्राणुओं को डाल दिया जाता है। इस प्रकार 10 - 12 घंटे इनक्यूबेशन (incubation) के पश्चात् इन अंडों में निषेचन का निरीक्षण करते हैं। युग्मनज (zygote) में निषेचन के 24 - 30 घंटे बाद प्रथम विदलन (cleavage) प्रारम्भ हो जाता है।

13.10.5 भ्रूण का स्थानान्तरण (Embryo Transfer)

जिस मादा में (foster/surrogate mother) में भ्रूण का स्थानान्तरण किया जाना है उसके गर्भाशय को निरोपण (implantation) के लिए तैयार करने हेतु प्रोजेस्ट्रान हार्मोन का ट्रीटमेंट देकर तैयार करते हैं। सामान्यतया 1 - 16 कोशिकाओं (ब्लास्टोमियर्स) वाले भ्रूण को स्थानान्तरित किया जा सकता है परन्तु ज्यादा समय तक भ्रूण को बाह्य पात्रे (in-vitro) संवर्धन माध्यम में रखने पर इसकी जीवित्ता (viability) एवं निरोपण की दर घट जाती है। अतः 2 - 4 कोशिका अवस्था भ्रूण स्थानान्तरण के लिए सबसे उपयुक्त होती है। भ्रूण स्थानान्तरण की प्रक्रिया ऑपरेशन कक्ष में की जानी चाहिये। इस दौरान निश्चेतक (anesthesia) की आवश्यकता नहीं होती है। ग्राही माता को एक विशेष स्थिति में सुलाकर भ्रूण का स्थानान्तरण योनी-सरविकस मार्ग द्वारा एक कैथेटर (catheter) की सहायता से गर्भाशय में किया जाता है। कैथेटर को सूक्ष्मदर्शी के नीचे अवलोकन कर भ्रूण स्थानान्तरण की पुष्टि कर लेते हैं। सामान्यतया गर्भधारण को सुनिश्चित करने के लिए एक से ज्यादा भ्रूणों का स्थानान्तरण किया जाता है। मादा के गर्भाशय में निरोपित होने के बाद भ्रूण का विकास होता रहता है एवं गर्भकाल पूर्ण होने पर शिशु का जन्म हो जाता है।

इस तकनीक में कई अण्डाणु प्राप्त कर उनसे निषेचन द्वारा कई भ्रूण का निर्माण किया जाता है। कुछ ही स्वस्थ सामान्य भ्रूणों का उपयोग भ्रूण स्थानान्तरण में होता है शेष व्यर्थ चले जाते हैं या इनका शीतपरिरक्षण (cryopreservation) कर दिया जाता है। जिनका भविष्य अनिश्चित रहता है। भ्रूण विकास के लिए सरोगेट मदर की आवश्यकता होती है अतः इस प्रथा का व्यवसायीकरण होने का खतरा है। कई प्रकार के नैतिक सवाल भी इसके साथ जुड़े हैं।

13.11 सारांश (Summary)

क्लोन एक ऐसी जैविक रचना है जो एकमात्र जनक से गैर लैंगिक विधि द्वारा उत्पन्न होती है। एक क्लोन के सदस्य परस्पर एव अपने जनक से शारीरिक और आनुवंशिक रूप से पूर्णतः समरूप होते हैं। इस प्रकार किसी भी जीव का प्रतिरूप बनना ही क्लोनिंग कहलाता है। "क्लोनिंग" शब्द का प्रयोग व्यापक अर्थ में किया जाता है जैसे जीन क्लोनिंग, जन्तु क्लोनिंग, भ्रूण क्लोनिंग। क्लोनिंग मुख्यरूप से दो विधियों द्वारा किया जाता है (i) भ्रूण क्लोनिंग (embryo cloning) एवं (ii) केन्द्रक प्रतिरोपण तकनीक। भ्रूण क्लोनिंग में प्रारम्भिक भ्रूण कोशिकाओं (blastomeres) को पृथक (split) कर दिया जाता है परिणाम स्वरूप प्रत्येक ब्लास्टोमियट्स से परिवर्धित होने वाले भ्रूण परस्पर तो समरूप होते हैं परन्तु अपने जनक की पूर्ण प्रतिलिपि नहीं होते। केन्द्रक प्रतिरोपण तकनीक में दो प्रकार की कोशिकाओं की आवश्यकता होती है। एक ग्राही कोशिका (recipient cell) एवं दूसरी दाता कोशिका (donor cell) कहलाती है। ग्राही कोशिका के रूप में केन्द्रक विहिन अनिषेचित अण्डाणु लेते हैं। तथा केन्द्रक दाता के रूप में दैहिक (somatic) कोशिका या भ्रूणीय कोशिका (2n) लेते हैं जिसके केन्द्रक का प्रतिरोपण अण्डाणु में किया जाता है। केन्द्रक प्रतिरोपण तकनीक से बनने वाले सभी प्राणि परस्पर एवं अपने जनक जन्तु जिससे केन्द्रक प्राप्त किया जाता है, के समान होते हैं। सन 1997 में राजलिन इन्स्टिट्यूट स्काटलैंड के डा. इयान विल्युट एवं उनके सहयोगियों ने केन्द्रक स्थानान्तरण तकनीक का प्रयोग प्रथम स्तनधारी, डॉली नामक भेड़ का क्लोन तैयार किया। इसके पश्चात् निरन्तर अनुसंधानों के फलस्वरूप गाय, बकरी, भैंस, बन्दर, सुअर, माइस आदि कई जानवरों के क्लोन सफलतापूर्वक तैयार

किये जा चुके हैं। मानव क्लोनिंग के सम्बन्ध में भी कई प्रकार की सूचनाएँ प्राप्त हो रही हैं। जन्तु क्लोनिंग उपयोग के आधार पर दो प्रकार की हो सकती है। एक जन्तु क्लोनिंग का उद्देश्य प्रत्यारोपण के लिए नये अंग एवं स्टेम कोशिकाएँ प्राप्त करना है। इसलिए इसे चिकित्सकीय क्लोनिंग (therapeutic cloning) कहते हैं। क्लोनिंग का दूसरा उद्देश्य अच्छी नस्ल के प्राणियों की संख्या को बढ़ाना एवं विलुप्त होने के कगार पर स्थित प्राणियों की क्लोनिंग द्वारा संख्या बढ़ाना है। इसे प्रजननीय क्लोनिंग (reproductive cloning) कहते हैं। क्लोनिंग वास्तव में एक खर्चीली, जटिल विधि है इसके कई दुष्परिणाम भी व्यक्त किये गये हैं। क्या मनुष्य में क्लोनिंग को आज्ञा दी जाये या नहीं? इसको लेकर पूरे विश्व में एक बहस छिड़ी हुयी है। अनेक प्रकार के नैतिक सवाल इसके साथ जुड़े हुये हैं। विश्व के कई देशों में मानव क्लोनिंग पर प्रतिबंध लगा रखे हैं। केवल कुछ कोशिकाओं युक्त भ्रूण के क्लोनिंग की अनुसंधान कार्यों के लिए छूट का प्रावधान है। हमारे देश में भी मानव क्लोनिंग पर पाबंदी लगा रखी है। अच्छी नस्ल के पशुओं की संख्या को कम समय में बढ़ाने के लिए तथा ऐसे जन्तु जो प्रजनन करने में सक्षम नहीं है उनके उपयोग भ्रूण स्थानान्तरण तकनीक द्वारा संतान उत्पन्न करने के लिए किया जा सकता है। एक प्रारम्भिक भ्रूण की ब्लास्टोमियरसू को पृथक कर, प्रत्येक से एक भ्रूण का निर्माण किया जा सकता है। इन भ्रूणों को सरोगेट माताओं के गर्भाशय में स्थानान्तरण करके कई सारी सन्ताने कम समय में प्राप्त की जा सकती है।

बोध प्रश्न

(A) बहु विकल्पी प्रश्न

1. क्लोनिंग के सम्बन्ध में सही कथन हैं :
 - (a) एक क्लोन के समस्त प्राणी परस्पर एवं अपने एकल जनक से आनुवांशिक रूप से समान होते हैं।
 - (b) संकटग्रस्त प्राणियों की संख्या कम समय में बढ़ाने के लिये क्लोनिंग एक कारगर विधि है।
 - (c) क्लोनिंग उत्तम लक्षणों वाले प्राणियों की संख्या को बनाये रखने की एक उपयोगी तकनीक है।
 - (d) उपरोक्त सभी ()
2. डॉली की क्लोनिंग के लिये केन्द्रक प्राप्त किया गया
 - (a) काले मुंह की स्कॉटिश भेड़ की स्तन ग्रन्थि की विभेदित कोशिका से।
 - (b) काले मुंह की स्कॉटिश भेड़ की स्तन ग्रन्थि की अविभेदित कोशिका से
 - (c) सफेद मुंह की फिन डार्सेट भेड़ की स्तन ग्रन्थि की विभेदित कोशिका से
 - (d) सफेद मुंह वाली फिन डार्सेट भेड़ की स्तन ग्रन्थि की अविभेदित कोशिका से
3. क्लोनिंग द्वारा डॉली भेड़ का निर्माण करने वाले वैज्ञानिक थे :
 - (a) जेबी. गुर्टन एवं साथी
 - (b) इयान विल्मुट एवं साथी
 - (c) थॉमस किंग एवं साथी
 - (d) जॉन जिअरहार्ट ()

4. निम्नलिखित में से घोड़े का क्लोन है
 (a) मोली
 (b) एन्डी
 (c) प्रोमिटिया
 (d) नेटी ()
- (B) रिक्त स्थानों की पूर्ति कीजिये :**
5. आनुवांशिक रूप से हुबहु समान जन्तुओं के समूह को..... कहते हैं ।
 6. मादा में हार्मोन्स द्वारा अण्डजनन की क्रिया का प्रेरण कहलाता..... है ।
 7. डॉली की क्लोनिंग में केन्द्रक..... कोशिका से प्राप्त किया ।
 8. भ्रूण स्थानान्तरण हेतु सर्वाधिक उपयुक्त अवस्था..... है ।
- (C) निम्न में से सही अथवा गलत कथन बताइये :**
9. क्लोनिंग द्वारा उत्पन्न जन्तु के आनुवांशिक लक्षण सरोगेट मदर से समानता दर्शाते हैं । (सत्य / असत्य) क्लोनिंग तकनीक के विकास से सिद्ध हो गया है कि एक
 10. संतति के जन्म के लिये शुक्राणु आवश्यक नहीं होते हैं । (सत्य / असत्य)
 11. मोनोजाइगोटिक जुड़वा बच्चों का निर्माण प्रारम्भिक भ्रूण में कोरक खंडों को पृथक करने से होता है । (सत्य / असत्य)
 12. सामान्यतया क्लोनिंग के लिये एक ग्राही निषेचित अण्डाणु लेते हैं । (सत्य / असत्य)

13.12 संदर्भ ग्रन्थ (Further Readings)

1. भाटिया, जैन. जैव प्रौद्योगिकी, रमेश बुक डिपो, जयपुर ।
2. के. सी. सोनी : परिवर्धन जैविकी, कॉलेज बुक सेन्टर, जयपुर ।
3. जैन एवं देविर्षि : युग्मक एवं परिवर्धन जैविकी, कॉलेज बुक हाउस, जयपुर ।
4. R. C. : A textbook of Biotechnology, S. Chand and Company Ltd. New Delhi.
5. P. K. : Biotechnology and Genomics, Rastogi Publications Merrut.

13.13 बोध प्रश्नों के उत्तर (Answers to self-assessment Questions)

A. बहु विकल्पी प्रश्न

1. (d) 2. (a) 3. (b) 4. (c)

B. रिक्त स्थानों की पूर्ति करो :

5. क्लोन
6. सुपरओव्यूलेशन
7. काले मुंह की स्काटिश भेड की स्तनग्रन्थि की विभेदित कोशिका से
8. भ्रूण की ब्लास्टोमियर्स अवस्था

C. निम्न में से सत्य असत्य बताइये :

9. असत्य
 10. सत्य
 11. सत्य
-

13.13 अभ्यासार्थ प्रश्न (Exercise Questions)

1. निम्नलिखित की परिभाषा दीजिये :
 - (a) जन्तु क्लोनिंग
 - (b) भ्रूण स्थानान्तरण
 - (c) केन्द्रक प्रत्यारोपण
2. सरोगेट माता किसे कहते हैं?
3. जन्तु क्लोनिंग के दो महत्वपूर्ण उद्देश्य बताइये।
4. भ्रूण क्लोनिंग एवं केन्द्रक प्रतिरोपण क्लोनिंग में अन्तर स्पष्ट कीजिये।
5. डॉली भेड़ की क्लोनिंग पर एक संक्षिप्त निबंध लिखिये।
6. प्रजननीय क्लोनिंग से आप क्या समझते हैं। समझाइये।
7. चिकित्सकीय क्लोनिंग पर एक लेख लिखिये।
8. मानव क्लोनिंग से उत्पन्न नैतिक मुद्दों की व्याख्या कीजिये।
9. भ्रूण स्थानान्तरण तकनीक के महत्व को समझाइये।
10. क्लोनिंग के इतिहास का संक्षेप में वर्णन कीजिये।

इकाई 14 : विरूपजनन : प्रारम्भिक ज्ञान (Teratology : Element Knowledge)

इकाई की रूपरेखा (Outline of Unit)

- 14.0 उद्देश्य (Objectives)
- 14.1 प्रस्तावना (Introduction)
 - 14.1.1 परिभाषा (Definition)
 - 14.1.2 इतिहास व शब्द व्याख्या (History & Explanation)
- 14.2 विरूपता विज्ञान के सिद्धान्त (Principles of Teratology)
- 14.3 टिरेटोजन अर्थात् विरूपउत्पादक (Teratogens)
 - 14.3.1 वातावरणीय (रासायनिक) कारक
[Environmental (Chemical) Factors]
 - 14.3.2 आनुवंशिक कारक (Genetic Factors)
- 14.4 टिरेटोजन की कार्य-विधि (Mechanism of action of teratogens)
 - 14.4.1 अन-आनुवंशिक कार्य-विधि (Non-genetic Mechanism)
 - 14.4.2 आनुवंशिक कार्य-विधि (Genetic Mechanism)
- 14.5 जीनोबायोटिक्स (Xenobiotics)
 - 14.5.1 रोगाणु (Germs)
 - 14.5.2 रसायन
 - 14.5.3 कुपोषणता
 - 14.5.4 औषधियाँ
- 14.6 वैरूपिकी का महत्व (Importance of teratology)
- 14.7 सारांश (summary)
- 14.8 शब्दावली (Glossary)
- 14.9 संदर्भ ग्रंथ (Further Readings)
- 14.10 बोध प्रश्नों के उत्तर (Answers of Self-assessment Questions)
- 14.11 अभ्यासार्थ प्रश्न (Exercise Question)

14.0 उद्देश्य (Objectives)

इस अध्याय में हम निम्न के बारे में ज्ञान प्राप्त करेंगे -

- विरूपजनकता क्या होती है?
- विरूपता विज्ञान के सिद्धान्त व लक्षण
- विरूपण उत्पन्न करने वाले विभिन्न कारक
- टिरेटोजन किस प्रकार विरूपकता उत्पन्न करते हैं
- वे कौन से बाह्य कारक हैं जो वैरूपिक जनन पर अपना प्रभाव डालते हैं ।

14.1 प्रस्तावना (Introduction)

14.1.1 परिभाषा (Definition)

किन्हीं विशिष्ट परिस्थितियों में भ्रूणीय परिवर्धन के दौरान सामान्य संरचना विकास प्रक्रिया गड़बड़ा जाती है जिसके फलस्वरूप विकासशील भ्रूण तथा अंततः स्वयं नवजात शिशु **असामान्य** अर्थात् विरूपित हो जाता है। इस कारण भ्रूणीय परिवर्धन के अन्तर्गत **असामान्य संरचना-विकास** के फलस्वरूप विरूप शिशु का निर्माण होता है। इस प्रकार की असामान्य परिवर्धन द्वारा विरूप-भ्रूण के विकास की इसी प्रक्रिया को **वैरूपिकजनन** (teratogenesis) की संज्ञा दी जाती है तथा वैरूपिकजनन एवं इससे सम्बन्धित अन्य बिन्दुओं के अध्ययन को **वैरूपिकी** अथवा **विरूपता- विज्ञान** (teratology) कहते हैं।

14.1.2 इतिहास व शब्द व्याख्या (History & Explanation)

वैरूपिकता (Teratology) शब्द **टिरेटॉलॉजी** (teratology) का सर्वप्रथम उपयोग प्रसिद्ध फ्रेंच चिकित्सक **इसीडोर जैफ्रॉय डी' सेन्ट हिलेर** (Isidore Geoffroy de Saint Hilaire) ने सन् 1632 में किया था। यह विज्ञान के उस विशिष्ट क्षेत्र को निरूपित करता है जिसके अन्तर्गत **भ्रूणीय विकृतियों** का अध्ययन किया जाता है। यह ग्रीक शब्द "**terato**" जिसका अर्थ विरूप- प्राणी (monster) है, से निर्मित किया गया था। अतः इस प्रकार के जन्मे विरूप शिशु को **टेरेटा** अर्थात् **राक्षस** (monster) की उपमा दी जाती थी।

टिरेटॉलॉजी अर्थात् वैरूपिकी के अन्तर्गत '**जन्मिक त्रुटियों**' (birth defects) का अध्ययन किया जाता है। टिरेटॉलॉजी के अन्तर्गत उन सभी जन्मिक त्रुटियों का अध्ययन सम्मिलित होता है जिनकी उत्पत्ति किसी कारक जिसे **टिरेटोजन** (teratogen) अर्थात् **विरूपउत्पादक** कहते हैं, के द्वारा भ्रूणीय-विकास के किसी चरण में उत्प्रेरण के फलस्वरूप होती है, अतः इस अध्ययन में प्राथमिक रूप से वे ही कामुक सम्मिलित किए जाते हैं जो परिवर्धन के अन्तर्गत होने वाली विभेदात्मक प्रक्रियाओं में बाधा पहुँचाते हैं।

14.2 विरूपता विज्ञान के सिद्धान्त (Principles of Teratology)

जेम्स जी. विल्सन के अनुसार विरूपता विज्ञान के छः सिद्धान्त हैं, जो इस प्रकार हैं :

- (1) सजीवों पर **वैरूपिकी जनन** का सहज प्रभाव, उसके **जिनोटाइप** और **वातावरण** के कारक के मध्य होने वाली आपसी प्रतिक्रिया पर निर्भर करता है।
- (2) वैरूपिकजनन कारक का सहज प्रभाव, परिवर्धन की अवस्था के साथ भी बदलता है।
- (3) वैरूपिकजनन कारक (टिरेटोजन) परिवर्धन की कोशिकाओं और ऊतक पर विशेष विधि से कार्य करके असामान्य परिवर्धन को प्रेरित करते हैं।
- (4) असामान्य परिवर्धन का अन्तिम स्पष्ट परिणाम मृत्यु, विकृति, वृद्धि का रुकना और कार्यात्मक अव्यवस्था होना होता है।
- (5) प्रभावित होने वाले परिवर्धन ऊतक तक, प्रतिकूल वातावरण की पहुँच किस प्रकृति की है?
- (6) परिवर्धन के समय विकृति का स्वरूप विरूप जनक की मात्रा पर निर्भर करता है।

14.3 टिरेटोजन अर्थात् विरूपउत्पादक (Teratogens)

टिरेटोजन वे रासायनिक पदार्थ होते हैं जो किसी जनक को गर्भकाल से पहले अथवा गर्भावस्था के दौरान अथवा स्वयं सीधे विकासशील भ्रूण में पहुँचाने पर नवजात शिशु में संरचनात्मक अथवा कार्यात्मक विकृतियों की आवृत्ति में महत्वपूर्ण बढ़ोत्तरी कर देते हैं।

जन्मिक -त्रुटियाँ **संरचनात्मक** (morphological), **उपापचयी** (metabolic) अथवा **आचारिकीय** (behavioural) हो सकती हैं (सारणी 15.2), किन्तु इन सभी प्रकारों के प्राथमिक कारक वातावरणीय रासायनिक पदार्थ ही होते हैं जो भ्रूणीय परिवर्धन से जन्म तक के किसी चरण को कुप्रभावित करते हैं। इस प्रकार के टिरेटोजन को परिभाषित करने का प्रयास किया जा सकता है।

सारणी 15.1 : विभिन्न परिवर्धन काल के लक्षण

परिवर्धन	संभावित प्रकट होने वाले लक्षण
पूर्व-रोपण (Pre-implantation)	भ्रूण मौत
अंग विकास (Organogenesis)	जन्म त्रुटियाँ, भ्रूण मौत
भ्रूणीय (Foetal)	वृद्धि में कमी, कार्यात्मक कमियाँ, फेटल डेथ, कार्सिनो-जीनेसिस, ट्रान्स्प्लासेंटल
नवजातीय (Neonatal)	वृद्धि का रूकना, तंत्रिका तंत्र प्रतिरक्षी और अन्तःस्त्रावी तंत्र के कार्य में परिवर्तन, शिशु केन्सर

सारणी 15. 2 : विभिन्न प्रकार की प्रमुख विरूपताएँ (जन्मिक त्रुटियाँ)

1. केन्द्रीय तंत्रिका - तन्त्रीय त्रुटियाँ (CNS Abnormalities) :	
(i) एनसेफेली (Ancephaly)	: मस्तिष्क का पूर्ण अभाव
(ii) एक्सएनसेफेली (Exencephaly)	: पृष्ठीय कपाल-अस्थियों से बाहर को निकला मस्तिष्क
(iii) माइक्रोसेफेली (Microcephaly)	: सूक्ष्म परिमाण का सिर
(iv) हाइड्रोसेफेली (Hydrocephaly)	: कपाल में सेरिब्रोस्पाइनल द्रव (CSF) के बहुतायत में भरा होने से बड़ा सिर
(v) जड़ बुद्धिता (Idiocy)	:
(vi) मानसिक वैकल्य (Mental deficiency)	:
(vii) अटेक्सिया (Ataxia):	: गतिविभ्रम अर्थात् गमन के विकार
(viii) स्पाइना बाइफिडा (Spina bifida)	: द्विभाजित तन्त्रिका-रज्जु
2. संवेदांगों में असामान्यताएँ (Sensory-organ Abnormalities)	
(i) एनोपथेलेमिया (Anophthalmia)	
(ii) माइक्रोपथेलेमिया (Microphthalmia)	
(iii) माइक्रोकार्निया (Microcornea)	
(iv) कर्ण की त्रुटियाँ	
3. कंकाली त्रुटियाँ (Bone Abnormalities) :	

- (i) अस्थियों के संयोजन एवं साइशं में विभिन्न प्रकार की त्रुटियाँ
- (ii) करोटि में असामान्याँ
- (iii) विरूपित बाहु-अस्थियाँ
- (iv) क्लेफ्ट-पेलेट (cleft palate)

4. पाद संरचनात्मक त्रुटियाँ (Limb Abnormalities) :

- (i) बहुत लम्बे अथवा बहुत छोटे पाद
- (ii) बहु अँगुलिता (Polydactyl)
- (iii) परस्पर संयोजित अँगुलियाँ (syndactyly)
- (iv) अधिकाधिक उठी हुई अथवा घुमावदार पीठ (कूबड़)

विरूपिता अर्थात् जन्मिक - त्रुटियों की उत्पत्ति मूलतः टिरेटोजन तथा जननकीय एवं भ्रूणीय जीनोम (genome) अर्थात् आनुवंशिक व्यवस्था के मध्य अंतर - प्रतिक्रियाओं का फल होता है। अतः वैरूपिकजनन के दो मुख्य कारक होते हैं- **वातावरणीय** (रासायनिक) अर्थात् **बाह्य** (external) तथा **आनुवंशिक** (genetic) कारक।

जन्मिक - त्रुटियाँ (Inborn error Congenital Abnormalities) के उत्पादन में आनुवंशिक एवं वातावरणीय (बाह्य) कारकों की तुलनात्मक भूमिका के अभी तक के ज्ञान के आधार के अनुसार मानवजाति में विरूपिता के लगभग 15% कारक आनुवंशिक (genetical) तथा 5% कारक वातावरणीय सिद्ध हो चुके हैं। शेष 70% से 75% मानव जन्मिक - त्रुटियाँ कदापि आनुवंशिक एवं वातावरणीय कारकों के मध्य अन्तर - प्रतिक्रियाओं के फल होती हैं।

संक्षिप्त में इन दो प्रकार के कारकों को निम्नलिखित रूप से वर्गीकृत किया जा सकता है

14.3.1 वातावरणीय (रासायनिक) कारक (Environmental (chemical) factors) :

इन्हें **बाह्य कारक** (external factors) भी कहते हैं तथा इन्हें ही वास्तविक टिरेटोजन (Teratogene) की संज्ञा दी जाती है। निम्नांकित सारणी 15.3 में प्रमुख प्रकार के टिरेटोजन दर्शाये गये हैं :

सारणी 15. 3. टिरेटोजन की प्रमुख श्रेणियाँ

14.3.1.1 भौतिक कारक (Physical Factors)

1. एक्स - किरण (X-rays)
2. माइक्रोवेव (Microwave)
3. अल्ट्रासाउण्ड (Ultrasound)
4. विकिरण (Radiation)
5. तापमान (Temperature)
6. ध्वनि (Noise)

क्र.सं.	श्रेणी	प्रकार
रसायन (Chemical)		
1.	ओषधियाँ एवं रसायन	निकोटिन (nicotine), ग्वानिन (guanine),

(chemical and medicine)	हाइड्रॉक्सी-यूरिया (hydroxyl urea), थैलिडोमाइड (thalidomide), एल्कालॉइड (alkaloids), कैफीन (caffine), मॉर्फिन (morphine)।
2. सौन्दर्य प्रसाधन (Cosmetic)	वर्मीलियन (सिंदूर), टेल्कम-पाउडर (anhydrous magnesium silicate), सुगन्ध (मिथाइल इथाइल पेप्टोन), केश-रंगा (hair dye), नेल पॉलिश (nail polish=toluene) तथा इनेमल-पदार्थ ।
3. व्यावसायिक टॉक्सीकेन्ट (Commercial toxicants)	कवकनाशक (Fungicides), कटिनाशक (Insecticide), पादपनाशक (herbicide) ।
4. मादक पेय (Alcoholic beverages)	गर्भावस्था में माता द्वारा लगातार मादक पेय के सेवन से भ्रूण का स्वास्थ्य कुप्रभावित हो जाता है जिसे फटिल ऐल्कोहालिक सिन्ड्रोम (foetal alcoholic syndrome) की संज्ञा देते हैं ।
5. पोषण-अपूर्णता (Dietary deficiency)	विटामिनों (A, D एवं E; एस्कॉर्बिक अम्ल, थायमिन, निकोतिनेमाइड, फॉलिक अम्ल), Zn, Mn, Mg, Ca, तथा प्रोटीन की कमी ।
6. विटामिन-अधिकता (Vitamin excess)	विटामिन A निकोटिनिक अम्ल की बहुतायत ।
7. भारी धातु (Heavy metals)	मिथाइल मर्क्युरी, अकार्बनिक मर्क्युरी, स्ट्रॉन्शियम, सिलिनियम
8. एन्टीबायोटिक (Antibiotic)	पैनिसिलीन, टेट्रासाइक्लिन, स्ट्रेप्टोमाइसिन, आदि ।
9. हॉर्मोन-अपूर्णता (Hormonal deficiency)	इन्सुलिन, थायरॉएड हॉर्मोन ।
10. हॉर्मोन-अधिकता (Hormonal deficiency)	कॉर्टिसोन् हाइड्रोकॉर्टिसोन, थायरॉएड हॉर्मोन, वेसोप्रेसिन, इन्सुलिन, एन्डोजन, इस्ट्रोजन ।

14.3.1.2 जैविक (बैक्टीरिया एवं वाइरस) कारक (Biological and virus)

Factors]

1. रूबेला (Rubella)
2. सिफलिस (Syphilis)
3. गोनोरिया (Gonorrhoea)
4. सूअर का कॉलेरा वाइरस (Hog cholera virus)

14.3.2 आनुवंशिक कारक (Genetic Factors) :

ये दो प्रकार के होते हैं

- (i) **गुणसूत्रीय - विपथगमन** (chromosomal aberration) : लगभग 10 प्रतिशत मानव - विरूपताओं का अन्य आनुवंशिक कारक गुणसूत्रीय विपथगमन होता है जिसके फलस्वरूप विभिन्न प्रकार की जन्मिक - त्रुटियाँ उत्पन्न होती हैं । सारणी 15.4 विभिन्न आनुवंशिक कारकों को दर्शाती है ।
- (ii) **जीन - उत्परिवर्तन** (Gene-mutations) : इस कारण लगभग 5 प्रतिशत मानव विरूपिता होती है । हालांकि विरूपिता के संदर्भ में जीन - उत्परिवर्तन पर विशेष ध्यान नहीं दिया गया है किन्तु **कायिक उत्परिवर्तनों** (somatic mutations) को जन्मिक - त्रुटियों का एक कारक माना जाता है । इन कायिक उत्परिवर्तनों को वंशागत उत्परिवर्तनों से विभेदित किया जा सकता है । क्योंकि कायिक उत्परिवर्तन के फलस्वरूप उत्पादित विरूपिताएँ केवल एक वंश तक सीमित एवं व्यक्तिगत होती हैं तथा वंशागत उत्परिवर्तन पीढ़ी दर पीढ़ी उपस्थित रहते हैं।

14.4 टिरेटोजन की कार्य - विधि (Mechanism of action of teratogens)

विभिन्न प्रकार के रासायनिक टिरेटोजन की विरूपता में भूमिका की कार्य - विधि दो प्रमुख प्रकारों से होती है ।

14.4.1 अन-आनुवंशिक कार्य - विधि (Non-genetic Mechanism) :

इस विधि के अन्तर्गत टिरेटोजन की प्रमुख कार्यविधियाँ होती हैं : ऊर्जा स्रोत तथा सब्सट्रेट (आधार - पदार्थ) की उचित उपलब्धि का अभाव (insufficient supply of energy sources and substrate), किण्वक - अधरोधन (enzyme inhibition), कला - पारगम्यता में परिवर्तन (alteration in membrane permeability), तथा परासरणीय असंतुलन (osomolar imbalance)

14.4.2 आनुवंशिक कार्य - विधि (Genetic Mechanism) :

इसके अन्तर्गत टिरेटोजन विभिन्न प्रकार की आनुवंशिक विसंगतियाँ प्राणी - संस्थान (genome) को प्रभावित करके उत्पन्न कर डालता है । इस प्रकार के आनुवंशिक कारकों में प्रमुख **उत्परिवर्तन** (mutation), **गुणसूत्रीय - विसंयोजन** (choromosomal disjunction) तथा **परिवर्तित न्यूक्लिक - अम्ल कार्यक्षमता** (altered nucleic function) होते हैं ।

विभिन्न प्रकार के उपरोक्त वर्णित प्राथमिक कोशिकीय प्रतिक्रियाओं के बावजूद यह सर्वमान्य है कि संरचना - विकास (morphogenesis) के अवरोधन के कारण वैरूपिक जननता होती है ।

सारणी 15. 4 : टिरेटोजन कारकों की भूणीय परिवर्धन में कार्य - विधि का सार

प्राथमिक प्रभाव	प्राथमिक फल	अन्त फल अर्थात् जन्मिक त्रुटियों का विकास
(i) जीन - उत्परिवर्तन	(i) अधिकाधिक अथवा लघु कोशिकीय उत्पादन	(i) संरचना विकास में स्थानीय रुकावट
(ii) गुणसूत्रीय विपथन	(ii) कोशिकीय - अन्तर - क्रियाओं में अवरोधन	(ii) कार्यात्मक परिपक्वन में रुकावट
(iii) विभाजन - अवरोधन	(iii) संश्लेषण में अवरोधन	(iii) वृद्धि एव विभेदन पर अन्य कुप्रभाव
(iv) न्यूक्लिक-अम्लकार्यात्मक परिवर्तन	(iv) कोशिकीय अभिगमन में अवरोधन	
(v) सबस्ट्रेट आदि का अभाव		
(vi) ऊर्जा स्रोत में कुप्रभाव		
(vii) कला -पारगम्यता पर कुप्रभाव		
(viii) किण्वक अवरोधन		

14.5 जीनोबायोटिक्स (Xenobiotics)

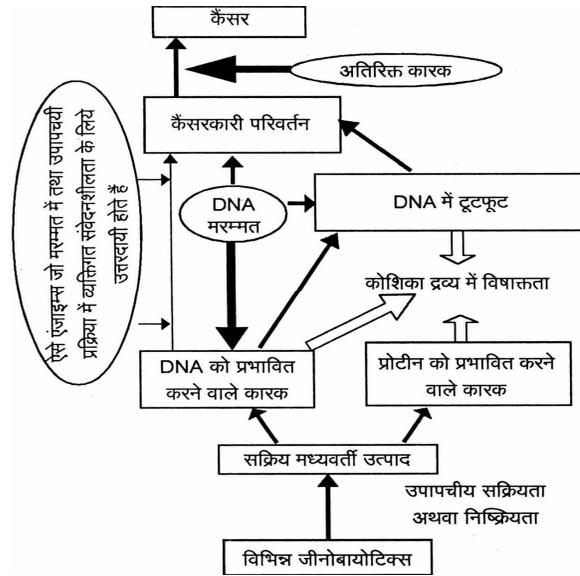
जीनोबायोटिक्स वो बाहरी रसायन होते हैं जो किसी भी जैविक तन्त्र के **कार्यिकी** (physiology) तथा **जैव - रसायन** (bio-chemistry) को प्रभावित करते हैं। ये वातावरण में जिस बिन्दु पर प्रवेश करते हैं, वहाँ वे काफी दूर पहुँच कर भी प्रभाव डालते हैं। इनकी गति और वितरण की दिशा वायु के वेग, पानी के वेग और संवहन, तथा मिट्टी (soil) के यातायात संवहक से प्रभावित होती हैं। संजीवों में जीनोबायोटिक का प्रवेश वातावरण से होता है, जो जन्तु की जाति के आवासीय वातावरण पर निर्भर करता है।

रोग पैदा करने वाले रोगाणु, रासायनिक पदार्थ, औषधि, X-किरणों व अन्य आयनकारी विकिरण तथा प्रतिरक्षियाँ (antibodies) भ्रूण के ऊपर तो हानिकारक प्रभाव डालते हैं, परन्तु इनका माता के ऊपर प्रभाव नहीं होता है।

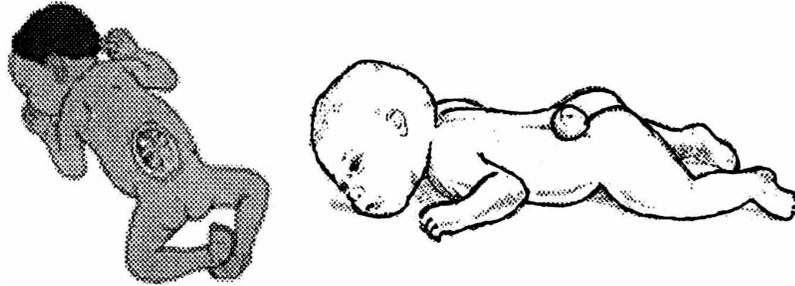
14.5.1 रोगाणु (Germs)

उदाहरण के लिए

- गर्भवती महिला के तीसरे से बारहवें सप्ताह की गर्भावस्था के समय **जर्मन मीजल्स (रुबेला = Rubella)** का वायरस भ्रूण पर हानिकारक प्रभाव डालता है। इससे बच्चे में कई प्रकार की विकृतियाँ, जैसे - अंधापन, बहरा, गूँगा, **मानसिक कमी** (mental deficiency) विकृत हृदय, क्लेफ्ट पैलेट, असामान्य आँत, **स्पाइना बाइफिडा** (spina bifida जिससे तन्त्रिका रज्जु बाहर से दिखायी देती है) हो सकता है। इस स्थिति में भ्रूण की मृत्यु भी हो जाती है।
- पशु - पालन के प्राणियों में कई प्रकार के विषाणु और जीवाणु जन्य रोगों (जैसे - ब्रेसेलोसिस, बाइब्रोसिस और लेप्टोस्पाइरोसिस) के कारण 30% मामलों में गर्भपात और मृत्यु तक हो जाती है। मनुष्यों में सिफालिस जर्म, माता के गर्भाशय में पल रहे भ्रूण को समाप्त कर सकता है अथवा जन्मजात असमानताएँ पैदा कर सकता है।



चित्र 15.1 : जीनोबायोटेक्स के जीनोटेक्सिस प्रभाव को दर्शाते हुए सरल रूपरेखा



चित्र 15.2 : स्पाइन, बाइफिडा का उदाहरण (मेरुरज्जु और तन्त्रिका का उद्भासन) गर्भवती महिला का जर्मन मीजल्स द्वारा संक्रमण

14.5.2 रसायन

- रसायनों में उत्परिवर्तन वाले कारक जैसे नाइट्रोजन मस्टर्ड्स, ट्रायपान ब्लू (Tryptan blue) विकृतियों उत्पन्न करते हैं ।
- उद्योगों के वर्ज्य पदार्थों में निकलने वाला पारा (Hg) यदि मनुष्य के भोजन में प्रवेश कर जाता है और इस प्रकार संक्रमित भोजन गर्भवती महिला खाती है तो उसके भ्रूण में पारे के जहर के प्रभाव के कारण भ्रूण में असमानताएँ आ जाती हैं । जैसे- मस्तिष्क का पक्षाघात (सेरिब्रलपेल्सी cerebralpalsy) ।

14.5.3 कुपोषणता

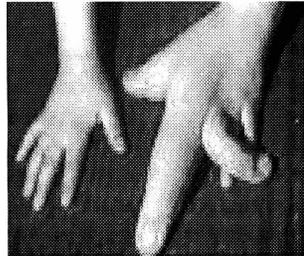
कुपोषण से मानव की गर्भवती मादाओं में भी विकृतियाँ देखने को मिली हैं । इन विकृतियों में हाइड्रोसिफेलस (hydrocephalus=सिर का अत्यधिक बड़ा होना), स्पाइना बाइफिडा (द्विविभाजित तन्त्रिका रज्जु, Spina bifida), एमीलस (amelus = सम्पूर्ण उपांग अनुपस्थित), फोकोमिलिया (phocomelia= हाथ या पैर अनुपस्थित और हाथ या पैर शरीर से चिपके रहना), क्लेफ्टपैलेट, हेयर लिएर (Hare lip=ऊपरी होठ कटा होना) आदि - आदि ।

14.5.4 औषधियाँ

- जर्मनी, इंग्लैण्ड, कनाडा और अमेरिका में एक **सेडेटिव औषधि थैलिडोमाइड (thalidomide)** 4 से 7 सप्ताह की गर्भवती महिलाओं को गर्भावस्था के समय तनाव दूर करने के लिए दी जाती थी, जिसके फलस्वरूप हजारों बच्चे बिना हाथ या पैर के हुए थे। विभिन्न प्रकार के रसायन भी भ्रूण में असामान्यताएँ पैदा करते हैं।
- गर्भवती महिला द्वारा गर्भावस्था के पहले 12 सप्ताह तक विभिन्न औषधियों के लेने से भ्रूण को काफी हानि पहुँचती है। इन औषधियों में **कुनेन (quinine) मलेरिया के उपचार में, फॉन (phan) ल्यूकेमिया में, क्लोरएम्बुसिल (chlorambucil) होड्जकिन (Hodgkin) रोगों में, एमिनोप्टेरीन (aminopterin) गर्भपात के लिए आदि।**
- उपापचय अवरोधक जैसे **एमिनोप्टेरिन (aminopterin)** और **एण्टीफोलीक एसिड कम्पाउण्ड**, कुछ हॉर्मोन जैसे **कोर्टिसोन (cortisone)** और विटामिन, जैसे विटामिन 4 को गर्भवती महिला को अधिक मात्रा में दिया जाये तो भ्रूण में विकृति उत्पन्न हो जाती है। यहाँ तक कि प्रयोगशाला में जब स्तनी, जैसे- चूहे, खरगोश आदि की गर्भवती मादाओं को विटामिन A, B और D से कमी वाले पोषण दिये गये तो विकृत संतति का जन्म हुआ। इस प्रकार की विकृतियों में हेयर लिप, स्पाइना बाइफिडा, कंकालिय विकृति (लम्बी अस्थियों, कशेरुकी दण्ड, खोपड़ी) नेत्र और मस्तिष्क की विकृतियाँ पायी गयी।



चित्र 15.3 : फोकोमेलिया (phocomelia) का उदाहरण इसमें हाथ और पाँव का परिवर्धन नहीं हुआ है। गर्भावस्था के दौरान ली गयी थैलिडोमाइड (Thalidomide) औषधि का ऐसे विकृत प्रभाव देखा गया है।



चित्र 15.4 : मिरोमिलिया (meromelia) का उदाहरण : नोट करे खूँटे के समान हाथ और पैर। ये परिवर्धन की वंशागत आसमानतायें हैं।

14.6 वैरूपिकी का महत्व (Importance of Teratology)

वैरूपिकी (teratology) के अंतर्गत रसायनों की **निरपदता** (safety) का तुलनात्मक अनुमान किया जाता है।

ओषधियाँ, सौन्दर्य प्रसाधन (cosmetics), **घरेलू सामान, जीवनाशक**(pesticides), **उद्योग-रसायन** (industrial chemicals)। जैसे रसायनों के कारण अधिक खाद्य-उत्पादन, रोग-निराकरण आदि सम्भव हो सका है।

अब यह सर्वमान्य है कि वर्तमान में उपलब्ध रसायनों की नियंत्रित उपयोग होना चाहिए तथा भविष्य के उपयोगी रसायनों रसायनों की किस्म भी पूर्ण रूप से अहानिकारक होनी चाहिए, अतः सभी प्रकार के रसायनों का उचित परीक्षण आवश्यक रूप से होना चाहिए तथा यह ज्ञात होना कि ये मानव-जाति के लिए किसी प्रकार से हानिकारक तो नहीं है।

बोध प्रश्न

1. प्राणियों में पायी जाने वाली जन्म त्रुटियों के कारक का सही नाम है:
 - (1) टेराटोजन
 - (2) पेथोजन
 - (3) माइटोजन
 - (4) एंटीजन ()
2. निम्न में से कौन सा टेरोटोजन नहीं है:
 - (1) X-किरणें
 - (2) अल्ट्रासाउंड
 - (3) माइक्रोवेव
 - (4) सूरज की किरणें ()
3. यदि गर्भवती महिला को संक्रमण जर्मन मीजल्स से होता है तो उसके शिशु :
गूंगे, बहरे होंगे
 - (1) अंधे होंगे
 - (2) मानसिक रोगी
 - (3) उपरोक्त सभी-सम्भव ()
4. यदि किसी गर्भवती महिला को थेलेमाइड (Thalidomide) दिया जाए तो उसके शिशु को निम्न रोग की सम्भावना होगी:
 - (1) थेलिसिमिया (Thallemisia)
 - (2) एड्स (AIDS)
 - (3) हीमोफिलिया (Haemophilia)
 - (4) फाकोमेलिया (phacomelia) ()
5. विज्ञान के उस अध्ययन को जिसमें जन्म विकृतियाँ बाहरी तत्वों के कारण होती हैं, कहते :

- (1) बायोलोजी (Biology)
 (2) टेराटोलोजी (Teratology)
 (3) जीनोबायोलोजी (Xenobiology)
 (4) हरपेटोलोजी (Herpetology) ()
6. कोशिका के जीनोम में उत्परिवर्तन करने वाले कारक पदार्थ को क्या कहते हैं?
 (1) टेराटोजन (Teratogene)
 (2) म्यूटाजेन्स (Mutagenes)
 (3) विटामिन (Vitamin)
 (4) एन्टीबायोटिक्स (Antibiotics) ()
7. जन्म-त्रुटियों के सन्दर्भ में भ्रूणीय परिवर्धन का सबसे संवेदनशील काल कौनसा होता है
 (1) पूर्व-रोपण काल (Pre-implantation period)
 (2) परिवर्धन की प्रारम्भिक अवस्था से गेस्टुला तक का काल
 (3) अंग विकास का समय
 (4) जन्म से पहले ()
8. वह बाहरी रसायन जो जैविक तन्त्र की कार्यिकी को प्रभावित करते हैं, क्या कहलाते हैं?
 (1) जीनोबायोटिक्स (Xenobiotics)
 (2) विटामिन
 (3) हॉर्मोन
 (4) कार्सिनोजन (Carcinogen) ()
9. निम्न में से कौन सा रोगाणु भ्रूणीय परिवर्धन को सर्वाधिक प्रभावित करता है?
 (1) सिफलिस वायरस
 (2) हुसेलोस वायरस
 (3) वाइब्रिअस जीवाणु
 (4) ट्यूबरकुलोस बेसिलस ()
10. निम्न में से टेराटोजन के द्वारा नहीं होता है.
 (1) स्पाइना बाइफिडा (spina-bifida)
 (2) मेरोमिलिया (Meromelia)
 (3) फाकोमेलिया
 (4) डाउनसिन्ड्रोम ()
11. सेरिब्रल पाल्सी निम्न के कारण हो सकती है?
 (1) Zn,
 (2) Na

(3) Hg

(4) Pb

14.7 सारांश (Summary)

- असामान्य परिवर्धन द्वारा विरूप-भ्रूण के विकास की इसी प्रक्रिया को **वैरूपिकजनन** (teratogenesis) की संज्ञा दी जाती है तथा वैरूपिकजनन एवं इससे सम्बन्धित अन्य बिन्दुओं के अध्ययन को **वैरूपिकी** अथवा **विरूपता-विज्ञान** (teratology) कहते हैं ।
- वैरूपिकता (Teratology) शब्द **टिरेटॉलॉजी** (teratology) का सर्वप्रथम उपयोग प्रसिद्ध फ्रेंच चिकित्सक **इसीडोर जैफ्रॉय डी' सेन्ट हिलेरे** (Isidore Geoffroy de Saint Hilaire) ने सन् 1932 में किया था।
- टिरेटॉलॉजी अर्थात् वैरूपिकी के अन्तर्गत '**जन्मिक त्रुटियों**' (birth defects) का अध्ययन किया जाता है ।
- जेम्स जी. विल्सन के अनुसार विरूपता विज्ञान के छः सिद्धान्त हैं।
- टिरेटोजन वे रासायनिक पदार्थ होते हैं जो किसी जनक को गर्भकाल से पहले अथवा गर्भावस्था के दौरान अथवा स्वयं सीधे विकासशील भ्रूण में पहुँचाने पर नवजात शिशु में संरचनात्मक अथवा कार्यात्मक विकृतियों की आवृत्ति में महत्त्वपूर्ण बढ़ोत्तरी कर देते हैं ।
- वैरूपिकजनन के दो मुख्य कारक होते हैं- **वातावरणीय** (रासायनिक) अर्थात् **बाह्य** (external) तथा **आनुवंशिक** (genetic) कारक ।
- **आनुवंशिक कारक** (Genetic Factors) ये दो प्रकार के होते हैं- (i) **गुणसूत्रीय- विपथगमन**, (ii) **जीन-उत्परिवर्तन**।
- विभिन्न प्रकार के रासायनिक टिरेटोजन की विरूपता में भूमिका की कार्य-विधि दो प्रमुख प्रकारों से होती है- **अन-आनुवंशिक कार्य-विधि** (Non-genetic Mechanism), **आनुवंशिक कार्य-विधि** (Genetic Mechanism) ।
- **वैरूपिकी** (teratology) के अन्तर्गत रसायनों की **निरापदता** (safety) का तुलनात्मक अनुमान किया जाता है । **औषधियाँ**, **सौन्दर्य प्रसाधन** (cosmetics), **घरेलू सामान**, **जीवनाशक** (pesticides), **उद्योग-रसायन** (industrial chemicals) । जैसे रसायनों के कारण अधिक खाद्य-उत्पादन, रोग-निराकरण आदि सम्भव हो सका है ।

14.8 शब्दावली (Glossary)

संरचनात्मक	Morphological
उपापचयी	Metabolic
पूर्व रोपण	Pre Implantation
अंग विकास	Organogenesis
भ्रूणीय	Foetal
नवजातीय	Neonatal

मस्तिष्क का पूर्ण अभाव	Ancephaly
गतिविभ्रम अर्थात् गमन के विकार	Ataxia
द्विभाजित तन्त्रिका रज्जु	Spina bifida
बहु अँगुलिता	Polydactyly
परस्पर संयोजित अँगुलियाँ	Syndactyly

14.9 संदर्भ ग्रंथ (Further Readings)

1. भौणिकी, आशा शर्मा व कुमकुम नन्द चहल, रमेश बुक डिपो, जयपुर
-

14.10 बोध प्रश्नों के उत्तर (Answers to Self-assessment Questions)

बोध प्रश्न

- | | | | | |
|---------|--------|--------|--------|---------|
| 1. (1) | 2. (4) | 3. (4) | 4. (4) | 5. (2) |
| 6. (2) | 7. (3) | 8. (1) | 9. (2) | 10. (4) |
| 11. (3) | | | | |
-

14.11 अभ्यासार्थ प्रश्न (Exercise Question)

I. दीर्घ-प्रश्न :

1. विरूपजनन से क्या समझते हो? विभिन्न विरूपणताओं पर लेख लिखो ।
2. जीनोबायोटेक्स के वैरूपिकजनन प्रभावों का विस्तार से वर्णन कीजिए ।
3. जीनोबायोटेक्स (xenobiotics) क्या है?
4. रासायनिक वैरूपिकजनन की जैव - रसायन कार्यविधि का वर्णन कीजिए

II. लघु-प्रश्न :

1. टिरेटोजन की अन-आनुवंशिक कार्यविधि ।
2. जीनोबायोटेक्स के द्वारा प्रभावित विभिन्न परिवर्धन अवस्थाएँ ।
3. विरूपता-विज्ञान (teratology) के सिद्धान्त लिखिए ।
4. कुपोषण (malnutrition) के कारण होने वाली विकृतियों का वर्णन करिए ।
5. विरूपता-विज्ञान के रासायनिक कारकों पर संक्षिप्त में लिखो ।

III. सत्य / असत्य :

1. गर्भवती महिला यदि जर्मन मीजल्स द्वारा संक्रमित हो जाती है तो स्पाइना बाइफिडा विकृति होती है ।
2. जन्मजात विकृतियाँ गर्भावस्था में कुपोषण के कारण हो सकती हैं ।
3. एन्जाइम अवरोधक और परासरण असंतुलन विभिन्न विरूपिकजनन के आनुवंशिक कारक हैं।
4. हाथ पैरों की अस्थियों के की अपूर्ण स्थिति अथवा चिपकने वाली अवस्था को फोकोमेलिया (phocomelia) कहते हैं ।

5. मेरोमिलिया (meromelia) उस स्थिति का नाम है, जिसमें खूँटे के समान हाथ और पाँव होते हैं ।

अभ्यासार्थ प्रश्नों के उत्तर (Answers of Exercise Questions)

सत्य /असत्य :

1. (T) 2. (T) 3. (F) 4. (T) 5. (T)

इकाई 15 : जीर्णता जैविकी का संक्षिप्त विवरण (Brief Account of Ageing Biology)

इकाई की रूपरेखा (Outline of Unit)

- 15.0 उद्देश्य (Objectives)
 - 15.1 प्रस्तावना (Introduction)
 - 15.2 जीर्णता का प्रभाव व अध्ययन (Signs and Effects of Ageing)
 - 15.3 जरण या जीर्णता के मत (Theories of Ageing)
 - 15.4 जीर्णता विरोधी उपचार (Anti-ageing Therapies)
 - 15.5 जीर्ण समाज का सामाजिक प्रभाव (Social Impact of Ageing Society)
 - 15.6 लम्बे जीवन का रहस्य हमारे जीन्स में (The Secret to Longevity In our Genes)
 - 15.7 सारांश (Summary)
 - 15.8 शब्दावली (Glossary)
 - 15.9 संदर्भ ग्रंथ (Further Readings)
 - 15.10 बोध प्रश्नों के उत्तर (Answers to Self-assessment Questions)
 - 15.11 अभ्यासार्थ प्रश्न (Exercise Question)
 - 15.12 अभ्यासार्थ प्रश्नों के उत्तर (Answers of Self-assessment Questions)
-

15.0 उद्देश्य

इस इकाई को पढ़ने के पश्चात् आप निम्न बिन्दु जानने योग्य हो जायेंगे.

1. जरण या वृद्धावस्था या नाश क्या है?
 2. जीर्णता का शरीर के विभिन्न अंगों पर क्या प्रभाव होता है तथा उनके लक्षण क्या होते हैं? अंगों की आकारिकी व कार्यात्मिकी में क्या परिवर्तन होते हैं? कोशिकीय व बाह्य कोशिकीय स्तर पर क्या परिवर्तन होते हैं।
 3. जीर्णता की प्रक्रिया को समझाने के लिए समय - समय पर कौन से मत प्रस्तावित किये गये हैं।
 4. जीर्णता का दमन करने के लिए या जीवनकाल को बढ़ाने के लिए क्या उपचार किये जा सकते हैं?
 5. जीर्णता मानव समाज के विकास पर क्या दुष्प्रभाव छोड़ती है?
 6. लम्बे जीवन का रहस्य मानव के किस गुणसूत्र पर स्थित जीन्स में निहित होता है?
-

15.1 प्रस्तावना (Introduction)

कोई भी सजीव अमर नहीं है, समय के साथ आयु के बढ़ने से वृद्धावस्था / नाश आती है, जो मृत्यु में परिणित होती है। उम्र के साथ कार्यात्मिकी क्षमता में दुर्बलता आ जाती है। परिणामस्वरूप विभिन्न दबाव को सहने की योग्यता कम हो जाती है और विभिन्न रोगों के प्रकट होने की सम्भावना बढ़ जाती है। अधिकतर सजीवों में वृद्धावस्था और मृत्यु समय - आधारित कार्यक्रम हैं।

बहुकोशिकीय प्राणियों में पुरानी कोशिकाओं का **प्रतिस्थापन** (replacement) नई कोशिकाओं से सतत रूप से होता रहता है। शिशु अवस्था में नवीन की निर्माण - दर पुरानी कोशिकाओं की मृत्यु दर से अधिक होती है। किन्तु वयस्क प्राणी के विभिन्न ऊतकों की कोशिकाओं में निर्माण - दर तथा मृत्यु - दर के बीच एक सन्तुलन स्थापित हो जाता है। कोशिकाओं में वृद्धि तथा प्रतिस्थापन का नियमन विभिन्न प्रकार के वृद्धि - नियन्त्रक विधियों द्वारा किया जाता है। उदाहरणार्थ : **होमियोस्टेसिस** (homeostasis), **सम्पर्क अवरोधन** (contact inhibition), **वृद्धि - कारक हॉर्मोन** (पादपों में ऑक्सिन (auxins), **थाएराॅण्ड हॉर्मोन** आदि।

जरण या जीर्णता तथा वृद्धावस्था या नाश को निम्न प्रकार से भी परिभाषित कर सकते हैं, जब प्राणी के अंग, उत्तक और कोशिका की संरचना और कार्य में निरन्तर हास होता जाता है। जरण वह प्रक्रिया है जिसके तहत किसी जीव में शनैः शनैः स्वयं होने वाले परिवर्तन के परिणामस्वरूप शिशु, यौवन और वयस्क अवस्था आती है। उसके बाद मध्य उम्र से अन्तिम समय तक क्षरण की क्रिया निरन्तर चलती रहती है। परिवर्धन जैविकी का वह क्षेत्र, जिसमें जरण या वृद्धावस्था या नाश जीर्णता की क्रिया का अध्ययन करते हैं, उससे **जीर्णता विज्ञान** या **जेरोन्टोलॉजी** (Gerontology) कहते हैं।

सारणी 15.1 : अपृष्ठवंशियों (Invertebrates) का औसत जीवनकाल

संघ (Phylum)	जाति (Species)	अधिकतम जीवनकाल
1. पोरीफेरा	सबेराइट्स केमोसस (Suberites Camosus)	15
2. सिलेन्ट्रेटा	सेरस पेडुनकुलेट्स (Cereus pedunculatus)	90
3. चपटे कृमि	टिनियोरिक्स सेजिनेट्स (Taeniorrhynchus saginatus)	35 +
4. एनेलिडा	सेबेला पवोनिया (Sabella Pavonia)	10 +
5. आर्थ्रोपोडा		
(i) ऐरेकनिडा	टरानटुला (Tarantula)	20
(ii) क्रशटेशिया	होमारस अमेरिकानस (Homarus americanus)	30
(iii) इंसेक्टा	दीमक (Termites)	30 - 60
6. मोलस्का	वीनस मरसेनेरिड (Venus mercenarid)	40
7. इकाइनोडरमेटा	मर्थास्टेरिया ग्लोसियेलिस (Marthasteria glacialis)	07

सारणी 15. 2 : पृष्ठवंशियों का औसत जीवनकाल

समूह (Group)	जाति(Species)	अधिकतम जीवनकाल (वर्षों में)
1. मछलियाँ (Fishes)	सिक्रस ग्लेनिस(Silurus glanis)	60

2. उभयचर (Amphibian)	मैगालोब्रेट्रकस (Megalobatrachus)	52
3. सरीसृप (Reptiles)	टेस्ट्रडो सुमेरी (Testudo sumeirei)	152
4. पक्षी (Birds)	बुबो-बुबो (Bubo-Bubo)	88

सारणी 15. 1 : स्तनियों में औसत जीवनकाल

नाम	अधिकतम जीवन काल (वर्षों में)
1. मनुष्य	120.0
2. भारतीय हाथी	70.0
3. घोड़ा	62.0
4. चिम्पान्जी	44.5
5. भारतीय राइनोसिरस	40.0
6. गोरिल्ला	40.0
7. कुत्ता	34.0
8. रीसस बन्दर	29.0
9. बिल्ली	28.0
10. भेड़	20.0
11. घरेलू चूहा	4.6
12. गोल्डन हेमस्टर	4.0
13. चूहा	3.5

वृद्धावस्था या **नाश** (Senescence) वह क्रिया है जिसके अन्तर्गत समय के साथ कोशिका विभाजन, वृद्धि और कार्य अपनी क्षमता खोते जाते हैं, अन्ततः जीवन की योग्यता या क्षमता कS होती जाती है, जिसका अन्त मृत्यु के रूप में होता है।

वयस्क अवस्था प्राप्त करने के उपरान्त **आणविक** कोशिकीय और अंग स्तर के कार्य में कमी आती है। बढ़ती आयु एवं रोगों के सम्बन्ध में कई अध्ययन हुए विशेषकर कैंसर, हृदय संवहन और एल्लिमर्स के बारे में। इन अध्ययनों से यह निष्कर्ष निकला है कि कोशिका के कार्य में गिरावट आती है। इन अध्ययनों के आधार पर जरण को तीन रूपों में देखा जा सकता है।

- (1) जैव रसायन, आणविक, कार्बिकी और संरचनात्मक परिवर्तन
- (2) रासायनिक दृष्टिकोण में बीमारियों का अध्ययन और उनका निदान
- (3) सामाजिक -मनोवैज्ञानिक दृष्टिकोण में वृद्ध व्यक्तियों की समस्याएँ आती हैं।

15.2 जीर्णता का प्रभाव और लक्षण (Sign and Effects of Ageing)

जीर्णताविज्ञानियों (Gerontologists) ने निम्न प्रकार के परिवर्तनों का अध्ययन जीर्णता के सन्दर्भ में किया है :

1. **आकारिकी और कार्बिकी परिवर्तन** (Morphological and Physiological Changes)

2. कोशिकीय परिवर्तन (Cellular Changes)

- i. केन्द्रकीय परिवर्तन (Nuclear Changes)
- ii. कोशिकांगों में हास

3. बाह्य - कोशिकीय परिवर्तन

1. आकारिकी और कार्यिकी परिवर्तन (Morphological and physiological changes) :

- i. **मस्तिष्क में परिवर्तन (Changes in Brain) :** तंत्रिका कोशिकाएँ या तो विभाजन करके पुरानी मृत कोशिकाओं का पुनरुद्भव नहीं कर सकती या बहुत धीमी गति से विभाजन करती हैं। इसके फलस्वरूप तंत्रिका कोशिकाओं की संख्या आयु बढ़ने के साथ घटती जाती है। मस्तिष्क का आकार छोटा होता जाता है। मनुष्य में 70 वर्ष की आयु तक 20% न्यूरॉन्स नष्ट हो जाते हैं। इससे मनुष्य में मानसिक चतुरता व स्मरण शक्ति का हास होता है। परन्तु सृजनात्मक विचारों व समस्याओं के समाधान की क्रिया में सुधार होता है जो शायद अनुभव के कारण होता है।

(नोट : आधुनिक मत के अनुसार कशेरूकों में केन्द्रीय तंत्रिका तन्त्र के न्यूरॉन्स बराबर विस्थापित होते हैं।

- वयस्क स्तनी के मस्तिष्क में हजारों नये न्यूरॉन्स प्रतिदिन की दर से जोड़े जाते हैं। यद्यपि यह संख्या कुल न्यूरॉन्स की संख्या की अपेक्षा बहुत कम होती है। वयस्क स्तनियों में नये न्यूरॉन्स स्मृति के लिये उत्तरदायी होते हैं।
 - पक्षियों में नये न्यूरॉन्स किसी ऋतु में अनुरंजन के लिये उत्तरदायी होते हैं।)
- मस्तिष्क में क्षय से निम्न रोग होते हैं

- a **उन्माद (Dementia) :** यह रोग जरण के कारण नहीं होता। मस्तिष्क में भौतिक परिवर्तनों के फलस्वरूप मानसिक हास उन्माद कहलाता है। मस्तिष्क में घाव के कारण उन्माद होता है। निश्चित मानसिक क्रियाओं विशेषकर स्मृति में शनैः शनैः हास होता जाता है।
- b **वृद्धावस्था सम्बन्धित उन्माद (Senile dementia) :** आयु बढ़ने की क्रिया के साथ मस्तिष्क की कोशिकाओं में होने वाला हास वृद्धावस्था सम्बन्धित उन्माद कहलाता है।

(नोट : प्री सेनाइल डेमेन्शिया (Presenile dementia) ऐसा उन्माद है जो 65 वर्ष की आयु से पूर्व होता है।

मानसिक चातुर्य में कमी के साथ भ्रम की स्थिति उत्पन्न होती है। चिढ़चिढ़ापन व भावनात्मक अस्थिरता के साथ व्यक्तिगत स्वच्छता का ध्यान समाप्त हो जाता है।

सेनाइल डेमेन्शिया से होने वाले रोग :

- **कूजफेल्डज (जैकब रोग = मेड गाउ रोग) :** इससे उन्माद की स्थिति कम उत्पन्न होती है।
- **एलजीमर्स रोग (Alzheimer's disease) :** सेनाइल डेमेन्शिया का प्रमुख कारण है। सेनाइल डेमेन्शिया से ग्रसित 80% मनुष्यों में यह रोग होता है। ऐलॉयस एलजीमर (Alois Alzheimer) ने 1907 में इस रोग का प्रथम वर्णन किया।

एल्यूनिमय के उच्च स्तर से रोग आरम्भ होता है। असामान्य प्रोटीन्स के जमाव के कारण टेंगिन्स (tangles) का निर्माण होता है।

प्लाक्स (Plaques) का निर्माण मस्तिष्क कोशिकाओं के बाहर असामान्य एमीलॉयड β -प्रोटीन (Amyloid β -Protein) के जमाव के कारण होता है। β -एमीलॉयड मस्तिष्क कोशिकाओं के लिये विषैली

होती है। β -एमिलॉयड का निर्माण कला प्रोटीन के एन्जाइम्स सेक्रेटेस (Secretase) की उपस्थिति में विदलन द्वारा होता है। इस प्रोटीन के लिये जीन्स 21वें गुणसूत्र पर व डाउन सिन्ड्रोम के मनुष्यों में 21वें गुणसूत्र की अतिरिक्त भुजा पर होते हैं। इस जीभर में उत्परिवर्तन एलजीमर्स रोगके आरम्भ कराने से सम्बन्धित है।

- **टेगिंल्स (Tangles)** : मस्तिष्क कोशिकाओं के अन्दर न्यूरोनल व ग्लिअल कोशिकाओं के समूह होते हैं। इनका निर्माण असामान्य प्रकार की ताऊ (TAU) प्रोटीन के कारण होता है। असामान्य प्रोटीन में फॉस्फेट समूह अधिक होते हैं। सामान्य ताऊ प्रोटीन न्यूरोन्स की सूक्ष्म नलिकाओं कोशिका कंकाल से सम्बद्ध होती है।

एलजीमर्स रोगी की पहचान मृत्यु पश्चात परीक्षण (post-mortem examination) से ही सम्भव है।

तंत्रिका आवेग के संहवन की दर में कमी न्यूरोट्रांस मीटर पदार्थों के संश्लेषण में विकार के कारण होता है।

ii. **गमनांगो में परिवर्तन (changes in locomotory system)** : आयु बढ़ने के साथ पेशियों, कंकाल, संधियों व **टेण्डन (Tendons)** में परिवर्तन होते हैं। इन संरचनाओं में एक बाह्य कोशिकीय प्रोटीन्स - कोलेजन में परिवर्तन होते हैं। यद्यपि पेशियों में कोलेजन प्रोटीन की मात्रा कम होती है। परन्तु आयु बढ़ने के साथ कोलेजन की मात्रा बढ़ती जाती है तथा पेशी प्रोटीन्स का विस्थापन करती जाती है। (यही कारण है कि बूढ़े जन्तुओं के माँस को पचाना कठिन होता है) कोलेजन तन्तु भी अधिक मोटा, कम प्रत्यास्थ (elastic) तथा ऑक्सीजन व पोषक पदार्थों के लिये कम पारगम्य होता है। इस प्रकार की कोलेजन सेनाइट्रोजन पदार्थों CO_2 को त्यागने के लिये अवरोध उत्पन्न होता है। कोशिका क्रिया की इन असमानता के कारण जरण की क्रिया होती है। पेशी तन्तु संयोजी ऊतक से विस्थापित हो जाते हैं। पेशियाँ दुर्बल हो जाती हैं। शरीर के भार व शक्ति में कमी हो जाती है। त्वचा झुर्रीदार हो जाती है। क्योंकि कोलेजन व अन्य प्रोटीन्स के मध्य **क्रासलिंक्स (cross linkage)** बन जाने से कोलेजन तन्तुओं में प्रत्यास्थता (elasticity) कम हो जाती

iii. **कंकाल में परिवर्तन (Changes in Skeleton)** : मानव में 35 वर्ष की आयु के पश्चात अस्थियाँ पतली, कमजोर व कम लचीली (flexible) हो जाती हैं। यह निम्न कारणों से हो सकता है -

- a कैल्सियम की दर उसके विस्थापन की दर से उच्च हो जाती है।
- b कोलेजन तन्तु मोटे तथा कम प्रत्यास्थ हो जाते हैं तथा अस्थियाँ भंगुर हो जाती हैं।
- c कुछ मनुष्य एक प्रकार की दशा - ऑस्टीओपोरोसिस (Osteoporosis) से. सित रहते हैं। यह दशा पूर्ण कंकाल को प्रभावित करती है सर्वाधिक प्रभावित अंग है नितम्ब, कलाई तथा कशेरुक। अस्थि का Ca^{++} लवण अवशोषित हो जाता है तथा वे आसानी से टूट जाता है।
- d कशेरुक दण्ड में अन्तर कशेरुक विश्व में दबाव से लम्बाई में कुछ कमी आ जाती है। कशेरुक दब जाती है इस कारण स्पाइन में वक्रता आ जाती है।
- e आस्थियाँ में दुर्बलता अधिक आयु की महिलाओं में होती है। क्योंकि रजोनिवृत्ति से पूर्व एस्ट्रोजन अस्थि को बनाये रखता है। यह हार्मोन रक्त Ca^{++} के स्तर को नियंत्रित कर अस्थि की शक्ति को बनाये रखता है। रजोनिवृत्ति के पश्चात् एस्ट्रोजन का स्तर गिर जाता है।

कैल्सियम का स्तर कम हो जाता है, अस्थियाँ कमजोर पड़ जाती हैं। इसका उपचार निम्न प्रकार संभव है

- **हार्मोनल रिप्लेसमेंट थैरेपी** (Hormonal Replacement Therapy, HRT) गर्भाशय युक्त महिला को एस्ट्रोजन व प्रोजेस्ट्रॉन की गोलियाँ दी जाती हैं। अकेले एस्ट्रोजन से गर्भाशयी कैंसर की संभवनाएं बढ़ जाती हैं।
- **एस्ट्रोजन रिप्लेसमेंट थैरेपी** (Estrogen Replacement Therapy, ERT) : हिस्ट्रेक्टोमाइस्ट महिला (ऐसी महिला जिसका गर्भाशय शल्य चिकित्सा द्वारा हटा दिया गया हो) को केवल एस्ट्रोजन हार्मोन्स दिया जाता है।
- कैल्शियम युक्त संतुलित आहार से।
- नियमित व्यायाम।

iv. **संधियों में परिवर्तन (Changes in joints)**

- अस्थियों के सिरे जहाँ वे अन्य अस्थियों से जुड़े रहते हैं, चिकनी दृढ़ उपास्थि (Cartilage) से ढके रहते हैं। उम्र बढ़ने के साथ उपर्युक्त उपास्थि दुर्बल हो जाती है तथा आसानी से टूट जाती है। इन अस्थियों के सिरे घिसने लगते हैं। इस कारण संधि में पीड़ा व कठोरता उत्पन्न होती है। इस रोग को आस्टिओआर्थराइटिस (= स्टिओआर्थ्रोसिस) कहते हैं।

[नोट : आर्थिराइटिस में शोथ होता है जो उपरोक्त रोगों में नहीं होता है।]

- **रूमेटाइड आर्थिराइटिस** (Rheumatoid arthritis) : यह वृद्ध मनुष्यों में अधिक होता है। इसमें संधियों का हास होता है। प्रभावित संधि लाल व गर्म हो जाती है। यह एक प्रकार की स्व प्रतिरक्षा रोग (autoimmune disease) है।

v. **श्वसन तन्त्र पर जरण का प्रभाव (Effect of aging on respiratory System) :**

प्रत्यास्थ (elastic) ऊतक में शनै : शनै : कमी आ जाती है तथा वसीय भित्ति का फैलाव घट जाता है। इस कारण जैव क्षमता (vital capacity) में कमी आ जाती है व 70 वर्ष तक की उम्र तक जैव क्षमता में 35% की कमी आ जाती है। पक्ष्माभी व श्वेताणु की क्रिया में कमी आ जाती है।

इस कारण शरीर न्यूमोनिया, ब्रॉकाइटिस तथा एक्लिमा जैसे रोगों के लिये अधिक सुग्राही हो जाता है। आधारिय उपापचयी दर (Basal Metabolic Rate, BMR) कम हो जाती है। कूपिकाओं की संख्या में कमी आ जाती है। मृत अवकाश कम हो जाता है।

vi. **हृदयी परिसंचरण में परिवर्तन (Changes in cardiovascular system) :**

उम्र बढ़ने के साथ हृदयी आऊटपुट (Cardiac output) घट जाता है। 70 वर्ष के मनुष्य में 30 वर्ष की तुलना में 30% हृदयी आऊटपुट घट जाता है।

कारण :

- **एथेरोस्क्लेरोसिस** (Atherosclerosis) : कोलेस्ट्रॉल व तन्तुमय संयोजी ऊतक के कारण धमनियों की भित्ति मोटी हो जाती है।
- **आर्टीरीओस्क्लेरोसिस** (Arteriosclerosis) : कैल्सियम के एकत्रण के कारण धमनियों की भित्ति पर कठोर प्लाक्स का निर्माण हो जाता है।
- रक्त दाब बढ़ जाता है।
- नई लाल रुधिराणुओं के निर्माण में कमी के कारण हीमोग्लोबिन की मात्रा में कमी आ जाती है।

vii. **वृक्कों की क्रिया पर प्रभाव (Effects on functional of kidneys)** : उम्र बढ़ने के साथ नेफ्रॉन्स को रक्त की सप्लाई कम हो जाने पर निस्पंदन की दर घट जाती है तथा मूत्र की मात्रा घट जाती है ।

viii. **श्रवण क्षमता में कमी (Reduction in auditory power)** : उम्र बढ़ने के साथ पिच ध्वनि को सुनने की क्षमता घट जाती है ।

ix. **नेत्र में परिवर्तन (changes in eyes)** : उम्र बढ़ने के साथ लेन्स प्रत्यास्थता में कमी आ जाती है । दूरदर्शिता तथा मोतियाबिन्द जैसे रोग हो जाते हैं ।

x. उम्र बढ़ने के साथ शरीर का तापक्रम नियंत्रित करने में कठिनाई होती है ।

xi. शरीर के रोमों को रक्त सप्लाई घट जाने के कारण सिर के रोम गिरने लगते हैं । नरों में गंजापन प्रकट होने लगता है ।

xii. स्वाद कलिकाओं की संख्या में 78 वर्ष की उम्र पर 35% कमी आ जाती है ।

xiii. **जनन क्षमता में परिवर्तन (Changes in reproductive ability)** :

- स्त्री में उम्र के साथ एस्ट्रोजन साव रुक जाता है तथा अष्टोत्सर्ग बन्द हो जाता है । रजोनिवृत्ति उत्पन्न होती है ।
- पुरुषों में प्रोस्टेट ग्रन्थि बड़ी हो जाती है । टेस्टोस्ट्रॉन का स्तर घट जाता है । लैंगिक क्षमता में कमी आती है ।

2. **कोशिकीय परिवर्तन (Cellular Change)**

i. **केन्द्रकीय परिवर्तन (Nuclear changes)**

a **गुणसूत्रीय विपथन एवं जीन उत्परिवर्तन (Chromosomal aberration and Gene mutations)** : गुणसूत्रों की संख्या व संरचना में परिवर्तन गुणसूत्रीय विपथन कहलाता है । जीन के संगठन में होने वाले परिवर्तन जीन उत्परिवर्तन कहलाते हैं । जीन उत्परिवर्तन के कारण डी. एन. ए. का प्रतिलिपिकरण (replication) अवमंदित होता है । गुणसूत्रीय विपथन व जीन उत्परिवर्तन के कारण विकृत प्रोटीन व एन्जाइम्स निर्मित होते हैं । जीवन के दौरान नये उत्परिवर्तन शनैः शनैः माइटोकॉन्ड्रियल डी.एन.ए. में एकत्रित होते जाते हैं । कुछ शोधकर्त्ताओं के अनुसार ऐसे उत्परिवर्तन सामान्य जरण क्रिया के लिये उत्तरदायी होते हैं ।

b **टीलोमियर (Telomere)** : टीलोमियर गुणसूत्रों के सिरों पर छोटी संरचना होती है जो गुणसूत्रों को स्थायित्व प्रदान करती है । टीलोमिरेस की अनुपस्थिति में टीलोमेयर्स पर डी.एन.ए. का हास होता है । जिसके कारण कोशिका वृद्धावस्था में प्रवेश कर अन्ततः मृत हो जाती है ।

[नोट : 1. एक सामान्य कोशिका में टीलोमिरेस सक्रियता कम होती है। इस कारण वह सामान्य विभाजन करती है ।

2. कैंसर कोशिका में टीलोमिरेस सक्रियता के उब रहने के कारण कोशिका विभाजन करती है।

c केन्द्रक संकीर्णित हो जाता है । क्रोमेटिन संघनित हो जाता है । इसे केन्द्रक पिक्नोसिस (nuclear pycknosis) कहते हैं । इससे कोशिका मृत हो जाती है ।

d डी.एन.ए. मिथाइलेशन आनुवांशिकी एवं भ्रूणीय परिवर्धन में अहम भूमिका निभाता है । इस क्रिया के कारण विपथन उत्पन्न होने से उम्र बढ़ने के साथ अनेक रोग शरीर में पनपने लगते हैं।

ii. **कोशिकांगों में हासित परिवर्तन (Degenerative changes in cell-organelles)**

- a जरण क्रिया में कोशिकाओं में निम्न एन्साइम्स की क्रियाशीलता में कमी आ जाती है ।
एसिटाइल कोलीनएस्टरेस
एल्डोलेज
ग्लूकोज - 6 फॉस्फेट डीहाइड्रोजेनेस
लेन्टेट डी हाइड्रोजेनेस
[नोट मेलेट डी हाइड्रोजेनेस एन्जाइम्स का स्तर बढ़ जाता है]
- b जरण क्रिया में कोशिका में छोटी-छोटी वसा की बूंदें निर्मित होती हैं। लिपिड रिक्तिकाएँ बनने के कारण कोशिका का आयतन कम हो जाता है, अर्थात् हाइपोट्रोफी (hypotrophy) होती है ।
- c जरण क्रिया में कोशिका कला द्वारा निष्क्रिय अभिगमन पर कोई प्रभाव नहीं पड़ता परन्तु सक्रिय अभिगमन प्रभावित होता है । कला में उपस्थित लिपिड संतृप्त हो जाते हैं । लिपिड पर ऑक्सीकरण (peroxidation) क्रियाओं के कारण रोग उत्पन्न होते हैं ।
- d माइटोकॉण्ड्रिया का क्षय होने लगता है तथा कोशिकीय श्वसन की दर घट जाती है ।
- e जरण क्रिया के कारण अन्तः प्रद्रव्य जालिका के कम हो जाने से राइबोसोम की संख्या में कमी आती है। रूक्ष अन्तः प्रद्रव्य जालिका (RER) चिकनी अन्तः प्रद्रव्य जालिका (SER) में परिवर्तित होती है। इस कारण संश्लेषणात्मक क्रियाएँ मन्द हो जाती हैं।
- f उम्र बढ़ने के साथ लाइसोसोमल क्रिया बढ़ जाती है।

3. बाह्य कोशिकी परिवर्तन (Extracellular changes)

शरीर के उत्तकों में बाह्य कोशिकीय अवकाशों में कोलेजन व अन्य तन्तुमय प्रोटीन की प्रमुखता होती है। जरण के साथ कोलेजन तन्तु अधिक मोटे हो जाते हैं तथा उनकी पारगम्यता घट जाती है। (इसका वर्णन पूर्व में किया गया है।)

15.3 जरण या जीर्णता के मत (Theory)

जरण की क्रिया में विभिन्न कोशिकाएँ, उत्तकों, अंगों और तन्त्रों की कार्यक्षमता में कमी आती है ।

वृद्धावस्था/नाश प्रक्रिया (Senescence) मृत्यु पूर्व कोशिका की वह अवस्था है जिसमें साधारण कोशिका निश्चित संख्या के साथविभाजित होकर मर जाती है।

जरण के कारण को समझाने हेतु विभिन्न प्रकार के मत प्रस्तुत किये गये हैं । इन सभी मतों में एक तथ्य सर्वमान्य है कि किसी सजीव में यह प्रक्रिया आनुवंशिकी विलक्षण के रूप में निहित होती है जिसे कई बार "**आनुवंशिक समय सारणी**" (genetic time-table) अथवा "**आनुवंशिक घड़ी**" (genetic clock) की संज्ञा दी जाती है । इसी सन्दर्भ में अनेक वैज्ञानिकों की यह भी मान्यता है कि सजीवों के **जीन-संस्थान** (genome) में "**जर-जीन**" (ageing genes) उपस्थित होती हैं, जो जरण की दर का नियमन करती हैं तथा यही कारण है कि प्रत्येक सजीव की एक औसतन आयु निश्चित होती है (सारणी 15.1) । कोशिकाओं में कदापि उपस्थित इसी "**आनुवंशिक घड़ी**" की कार्यविधि को समझाने हेतु दो प्रमुख प्रकार के मत दिए जाते हैं

1. जरण के कोशिकीय मत (Cellular theory of ageing)
2. जरण के गतिनियामकमत (Pacemaker theory of ageing)
1. जरण के कोशिकीय मत (Cellular theory of ageing)

- i. **वातावरणीय या कायिक उत्परिवर्तन मत** (Environmental or Somatic mutation theory) : प्रतिकूल वातावरणीय कारक जैसे **कॉस्मिक किरणों** और **X-किरणों** कायिक उत्परिवर्तन पैदा करते हैं । ये उत्परिवर्तन त्रुटियुक्त प्रोटीन का निर्माण करते हैं जिसके कारण सामान्य कोशिका की कार्य क्षमता सामान्य दर से कम हो जाती है, जिससे कोशिका वृद्धावस्था की ओर अग्रसर होती है । यह भी सत्य है कि जन्तु को यदि घातक विकिरणों से **उद्घासित** (Exposure) किया जाए, तो जन्तु का औसत जीवन कम हो जाता है ।
- ii. **आनुवंशिक मत** (Genetic theory) : जरण या जीर्णता, परिवर्धन क्रियाओं का ही एक भाग है जो भ्रूण की प्रारम्भिक परिवर्धन अवस्था में कार्य क्षमता को बढ़ाता है । ये सभी परिवर्धन की क्रियाएँ जीन के द्वारा समयबद्ध कार्यक्रम के तहत सम्पादित की जाती हैं ।
जन्तुओं की विभिन्न प्रजातियों में, मानव के विभिन्न वर्गों में यहाँ तक कि नर और मादा में भी भिन्न जिनोम के कारण भिन्न-भिन्न औसत जीवन - काल होता है ।
- iii. **वातावरणीय आनुवंशिक मत** (Environment-cum-Genetic theory) : कुछ जैव - वैज्ञानिकों को विश्वास है कि जरण वातावरणीय और आनुवंशिकी कारकों की परस्पर क्रिया के फलस्वरूप होता है ।
- iv. **उपापचय मत** (Metabolic theory) : इस मत के अनुसार वो कोशिका और जन्तु जिनकी **आधारीय उपापचय की दर** (BMR) अधिक होती है, वे परिपक्वण की अवस्था से शीघ्रता से गुजरते हुए जल्दी मृत्यु को प्राप्त होते हैं, जबकि कम **आधारीय उपापचय वे दर** (BMR) वाले जन्तु में परिपक्वण की अवस्था व मृत्यु देर से आती है । उदाहरण के लिए चूहा जन्म के कुछ सप्ताह के बाद ही परिपक्व होता है लेकिन मनुष्य को इस अवस्था में पहुँचने के लिए वर्षों लग जाते हैं ।
- v. **अपशिष्ट उत्पाद का क्लिन्कर मत** (Waste Products of Clinker theory) : इस मत के अनुसार विशिष्ट **अपशिष्ट** (Waste) पदार्थों का अंगों की कोशिका और उत्तक में संग्रहण हो जाना भी जरण का कारण है ।
- vi. **कोलाजन मत** (Collagene theory) : कोलेजन बाह्य कोशिकीय भाग में पायी जाती है जो धीरे - धीरे अपारगम्य हो जाती है । फलस्वरूप कोशिका का ऑक्सीजन व अपशिष्ट पदार्थों के लिये **विसरण** (diffusion) मन्द हो जाता है । कोशिका जरण की दिशा में अग्रसर होने लगती है ।
- vii. **प्रत्यास्थता कमी का मत** (Loss of elasticity theory) : उम्र बढ़ने के साथ काल्शयम के संग्रहण के कारण संयोजी उत्तक का लचीलापन कम होने लगता है । परिणामस्वरूप जोड़ों में अकड़न और धमनियाँ कठोर होने लगती है । कोशिका की कार्यिकी भी प्रभावित होने लगती है और जरण या जीर्णता या वृद्धावस्था का आरम्भ हो जाता है ।
- viii. **तन्त्रिका मत** (Nervous Theory) : इस मत के अनुसार जरण के कारण केन्द्रीय तन्त्रिका तन्त्र के कई केन्द्रों पर त्रुटियुक्त प्रभाव होने लगता है जिसके कारण अन्तः स्रावी ग्रन्थियों के कार्य का नियमन ठीक से नहीं हो पाता है । इसके फलस्वरूप हॉर्मोन में असन्तुलन के कारण अंगों और उत्तकों की कोशिकाओं में भी कार्य असंतुलित हो जाता है । परिणामस्वरूप जीर्णता उत्पन्न होती है । उदाहरण के लिए स्तनियों में उम्र बढ़ने के साथ **लिंग-हॉर्मोन** (sex-hormone) की कमी होने लगती है ।

- ix. **किण्ड्वन मत (Enzyme Theory)** : ऐसा समझा जाता है कि जरण में **लाइसोसोम्स (Lysosomes)** सक्रियता के बढ़ने से सवित **हाइड्रोलेज (Hydrolase)** **एन्जाइम कोशिकाओं** का विनाश करने लगते हैं ।
- x. **वियर और टियर या स्ट्रेस सिद्धान्त (Wear and tear or stress theory)** : शरीर के उत्तक और कोशिका में आन्तरिक और बाह्य तनाव कारक के कारण निरन्तर टूट-फूट होती रहती है । इन कोशिकाओं का प्रतिस्थापन (replacement) **पुनरुद्भव (regeneration)** द्वारा होता है । जब ये क्षमता कम होने लगती है तो प्राणी का शरीर शनै : शनै : जीर्ण होने लगता है ।
- xi. **विनिमय-सहलग्नता मत (Cross-linkage theory)** : इस मत के अनुसार कोशिका की प्रोटीन और न्यूक्लिक अस्त के मध्य, **बन्धों (bonds)** की संख्या में वृद्धि हो जाती है, अन्ततः कोशिका के महत्वपूर्ण घटकों के क्रियात्मक बदलाव के कारण जीर्णता का मार्ग प्रशस्त होता है ।
- xii. **मुक्त-मूलक मत (Free-Radicals theory)** : इसे हरमैन (Herman) ने प्रस्तावित किया । कुछ वर्षों से कोशिका के अन्दर मुक्त मूलक के संग्रह को जीर्णता और वृद्धावस्था का एक सूचक जा रहा है । साधारणतया **ऑक्सीकरण (oxidation)** की क्रिया में इलेक्ट्रॉन का एक **युग्म (pair)** एक परमाणु से दूसरे परमाणु पर स्थानांतरित होता है लेकिन जब **अयुग्म एकल इलेक्ट्रॉन (unpaired single electron)** स्थानांतरित होता है तो पास की कोशिकाओं की कोशिका झिल्ली को हानि पहुँचाता है । ये एकल इलेक्ट्रॉन **मुक्त मूलक (free radicals)** कहलाते हैं । मुक्त मूलक अत्यन्त अस्थिर व क्रियाशील होते हैं । यह उत्तकों में ऑक्सीकरण क्रियाएँ करते हैं जो वसाओं, कोलेजन, इलास्टिन जैसे अणुओं को अपघटित करते हैं । मुक्त मूलक तन्त्रिका कोशिकाओं, धमनियों की कोशिकाओं व त्वचा कोशिकाओं में कलाओं की असंतृप्त वसाओं के साथ प्रतिक्रिया कर कलाओं की पारगम्यता को दुष्प्रभावित करते हैं जिसके कारण कोशिकीय संवहन प्रभावित होते हैं । मुक्त मूलक कोशिकीय डीएनए को तोड़ देता है । मुक्त मूलक प्रतिरक्षी तन्त्र की क्षमता को प्रभावित करते हैं जिसके फलस्वरूप शरीर जीवाणु और विषाणु संक्रमण के लिये सुग्राही हो जाता है । यही क्रियाएँ जरण एवं अन्ततः मृत्यु का कारण हो जाती हैं ।
- xiii. **केलोन मत (Chalone Theory)** : इसे ब्यूलॉग (Bullogh) ने प्रस्तावित किया । केलोन म्यूकोप्रोटीन्स होते हैं जो समसूत्री विभाजन (mitosis) को अवमंदित करते हैं । इनकी मात्रा बड़ने से जीर्णता उत्पन्न होती है ।

2. गति निर्धारण मत (Pacemaker theory) :

यह तथ्य भी सामने आया है कि जीर्णता का कारण मुख्यतः प्रतिरक्षक तन्त्र का अभिभूतन है क्योंकि वृद्ध जन्तुओं में अस्थि मज्जा से उद्गमित B-कोशिकाओं तथा थाइमस से उद्गमित T-कोशिकाओं की संख्या में कमी होती है

- i. **प्रतिरक्षी मत (Immunity theory)** : थायमस के कार्य से स्पष्ट है कि शरीर में इस ग्रन्थि का उपयोग जीवन के प्रथम चरण में मुख्यतः होता है । यह ग्रन्थि दो वर्ष के शिशु में अन्य अंगों के अनुपात में अधिक बढी होती है, अतः थाइमस में **लिम्फोसाइट (Lymphocytes)** उत्पन्न होकर संक्रमण के प्रति प्रतिरोधात्मक क्षमता को बढ़ाती है । यह शरीर की वृद्धि के साथ आकार में बढ़कर यौवनारम्भ (Puberty) के समय तक और बड़ी हो जाती है । इसके बाद यह छोटी होती जाती

है और इसके अधिकांश भाग के स्थान पर वसा एकत्रित हो जाती है। वृद्धावस्था तक यह बहुत छोटी हो जाती है इसकी अनुपस्थिति शरीर में दो तरीके से प्रभाव डालती है :

- a शरीर के प्रतिरक्षी तन्त्र को कमजोर बनाती है।
- b असामान्य, हानिकारक और त्रुटियुक्त कोशिकाओं की संख्या शरीर में बढ़ जाती है। तथा जीर्णता का कारण बनती है। थाइमस ग्रन्थि को जारण घड़ी (clock of ageing) भी कहते हैं।

- ii. **स्व-प्रतिरक्षा प्रतिक्रिया मत** (Auto-immune reaction theory) : जरण का एक कारण स्व-प्रतिरक्षा प्रतिक्रिया भी है। कई बार जन्तु के स्वयं के शरीर के घटकों के विरुद्ध एलर्जी उत्पन्न हो जाती है जो शरीर के घटकों को प्रतिरक्षी काय द्वारा समाप्त करने लगते हैं।
- iii. **एकबद्ध या समाकलन मत** (Integrated theory) : उपर्युक्त वर्णित सभी मतों का अध्ययन करने के बाद यह निष्कर्ष निकलता है कि जरण या जीर्णता या वृद्धावस्था को किसी एक मत द्वारा सन्तोषजनक तरीके से नहीं समझाया जा सकता है। अतः इस मतानुसार सभी उपर्युक्त वर्णित क्रियाविधियों की परस्पर क्रिया के फलस्वरूप विभिन्न प्रकार की कोशिकाओं और व्यक्ति के भिन्न-भिन्न जीवन काल में जीर्णता अलग-अलग होती है। औसत जीवन काल पुरुषों की तुलना में स्त्रियों का अधिक होता है।

बोध प्रश्न (Self Assessment Questions)

I. रिक्त स्थानों की पूर्ति कीजिए :

1. मुक्त मूलक का कोशिका के भीतर संग्रहण जीर्णता के एक..... रूप में कार्य करता है।
2. जीर्णता से सम्बन्धित सबसे सामान्य बीमारी..... है।
3. चूहे की कॉरनिया (eye cornea) का औसत जीवन काल..... है।
4. मत के मतानुसार जीर्णता एवं थायमस ग्रन्थि में सम्बन्ध है।
5. मस्तिष्क कोशिकाओं के बाहर असामान्य एमीलॉयड β -प्रोटीन के जमाव से पैदा होने से होने वाली बीमारी..... है।

II. सत्य/असत्य :

1. परिवर्धन जैविकी का वह क्षेत्र, जिसमें सेनेसेन्स (Senescence) का अध्ययन किया जाता है, ऑनकोलोजी (Onchology) कहते हैं।
2. बाल कोशिकीय कोलेजन प्रोटीन आयु के साथ कम होने लगती है।
3. मुक्त मूलक जीर्णता सम्बन्धी रोगों को रोकने का कार्य करते हैं।
4. कोशिकीय जीर्णता का एक कारण टेलोमियर का छोटा होना है।
5. डी. एन. ए. मिथाइलेशन का सम्बन्ध आयुकरण से नहीं है।

15.4 आयुकरण विरोधी उपचार (Anti-ageing Therapies)

अनुसन्धानों के द्वारा यह पता लगाया जा रहा है कि किस प्रकार जीवन काल को बढ़ा जाए और चिरयौवन को प्राप्त किया जाए। **प्रोजेरिया** (Progeria), **वरनर सिंड्रोम** (Werner syndrome), **सेनेसेन्ट** (Sensecent) बीमारियों का अध्ययन आनुवंशिक रूप से रूपांतरित **ट्रांसजेनिक जन्तुओं** (Transgenic animals) पर संवर्धन के माध्यम से किया जा रहा है।

1. **संतुलित आहार** (Balanced diet) : इस तथ्य के प्रमाण हैं कि प्रयोगशाला में प्राणियों को जब सन्तुलित आहार पर रखा गया तो उनका जीवन स्वस्थ और बढ़ हुआ पाया गया। सन्तुलित आहार जिसमें **प्रोटीन**, **वसा**, **कार्बोहाइड्रेट**, **विटामिन C, E, β कैराटिन खनिज लवण व प्राकृतिक एन्टी-ऑक्सीडेंट** होते हैं, का उपयोग करना चाहिए। जब भोजन में उपरोक्त घटकों में असन्तुलन हो जाता है तो कई प्रकार की स्वास्थ्य समस्याएँ जैसे- मोटापा कोरोनरी हार्ट अटैक, कैंसर, मधुमेह, उच्च रक्तचाप, आघात और पित्ताशय की बीमारियाँ हो जाती हैं। प्राकृतिक रूप से **एन्टी-ऑक्सीडेंट** (Anti-oxidants) उम्र सम्बन्धी रोगों को रोकने का कार्य करते हैं। ये एन्टी - ऑक्सीडेंट **मुक्त मूलक** (free radicals) के विरुद्ध कार्य करके उनसे होने वाले रोगों को रोकते हैं। कुछ एन्टी-ऑक्सीडेंट एन्जाइम्स जैसे **सुपर ऑक्साइड डिसम्यूटेज** (Superoxide dismutase), **केटालेज** (Catalase), **ग्लूटाथियोन रिडक्टेस** (Glutathione, reductase), **ग्लूटाथियोन परऑक्सीडेज** (Glutathione, peroxidase) का प्राकृतिक रूप से शरीर स्वयं निर्माण करता है। इनके अतिरिक्त अन्य प्रकार के एन्टी - ऑक्सीडेंट भोजन के माध्यम से लिये जा सकते हैं। एन्टीऑक्सीडेंट फलों व सब्जियों में प्रचुर मात्रा में मिलते हैं।
2. **हॉर्मोन प्रतिस्थापन उपचार** (Hormone replacement therapy) : **हॉर्मोन प्रतिस्थापन उपचार (HRT)** रजोनिवृत्त महिलाओं में होने वाली परेशानियों से राहत दिलाता है; साथ ही हृदय रोग, आघात और ऑस्टियोपोरोसिस से शरीर को सुरक्षित भी रखता है।
3. **विस्मृति को रोकना** (Memory loss prevention) : आयु के साथ स्मृति का मन्द होना स्वाभाविक है। परन्तु कुछ साधारण से उपायों, जैसे लेखन की आदत, वस्तुओं को यथास्थान रखने की आदत, सूचनाओं को बार- बार दोहराना, स्मृति को मन्द होने से रोका जा सकता है।
4. **व्यायाम** (Physical exercise) : यदि आयु के प्रभाव को रोकना है तो सबसे प्रभावी उपाय नियमित व्यायाम है। व्यायाम से हृदय स्वस्थ रहता है। **ऑस्टियोपोरोसिस** को रोकने के साथ शरीर के सभी कार्यों में सामन्जस्य और सन्तुलन बना रहता है।

15.5 जीर्ण समाज का सामाजिक प्रभाव (Social impact of an ageing society)

इस आयु वर्ग के व्यक्तियों का समाज पर निश्चित रूप से प्रभाव पड़ता है। स्वास्थ्य सेवाओं के विस्तार से वृद्ध व्यक्तियों की संख्या समाज में बढ़ती जा रही है जिसके कारण युवा और वृद्ध व्यक्तियों के मध्य सीमित संख्या के स्रोत (आर्थिक, वातावरणीय, सामाजिक और राजनैतिक) को लेकर टकराव और तनाव का अंदेशा रहता है जिसकी वजह से पूरे विश्व का विकास भी प्रभावित होता है।

इस समस्या के समाधान के लिए हमें "समाज सभी आयु वर्गों के लिए" (Society for all ages) की अवधारणा को रोजगार, पेन्शन, स्वास्थ्य सेवाओं, शिक्षा, सामाजिक उत्थान के सन्दर्भ में समय-समय पर पुनरीक्षित करना चाहिए। इस अवधारणा को यदि सही अर्थों में अपनाने के लिए स्वयं व्यक्ति, घर, स्थानीय प्रशासन, राज्य और देश की सरकार के साथ सभी को सहयोग करना पड़ेगा।

15.6 लम्बे जीवन का रहस्य हमारे जीन में (The secret to longevity in our gene)

वर्ष 2000 की जनसंख्या गणना के आधार पर 51,000 अमेरिकन 100 वर्ष की आयु प्राप्त कर चुके हैं और लगभग 1,400 व्यक्ति 100 के आँकड़े को पारकर चुके हैं।

हार्वर्ड विश्वविद्यालय (Harvard university) और बोस्टन (Boston) के दो चिकित्सालयों की रिपोर्ट के अनुसार इन्होंने मानव गुणसूत्रों के 4 नम्बर के गुणसूत्र पर ऐसे क्षेत्रों का पता लगाया है, जो मानव आनुवंशिकी का ब्लूप्रिंट है। ऐसी आशा की जाती है इस गुणसूत्र-4 के अध्ययन से जरण (Ageing) को बेहतर तरीके से समझने में सहायता मिलेगी।

15.7 सारांश (Summary)

जरण तथा वृद्धावस्था सभी जीवों का लक्षण है। जरण वह प्रक्रिया है, जिसमें जीव शिशु, यौवन एवं व्यस्क अवस्था से गुजरता है। जीव के अंग, उत्तक एवं कोशिका की संरचना व कार्य में निरन्तर हास होता जाता है। शरीर के विभिन्न अंगों, जैसे मस्तिष्क रामनागों, पेशियों, कंकाल, संधियों, श्वसनांगों, वृक्कों, नेत्रों व जननांगों में की क्रियाशीलता में अनेक हासित परिवर्तन होते हैं। कोशिका स्तर पर जीन उत्परिवर्तन के कारण डीएनए का प्रतिलिपिकरण अवमंदित होता है। गुणसूत्रीय विपथन व जीन उत्परिवर्तन के कारण विकृत प्रोटीन व एन्जाइम्स निर्मित होते हैं। गुणसूत्रों के सिरे पर टेलोमियर्स के हटने से डीएनए का हास होता है जो कोशिका को वृद्धावस्था की ओर ले जाती है। आयु बढ़ने के साथ अनेक महत्वपूर्ण एन्जाइम्स की क्रियाशीलता में कमी आ जाती है। जरण की क्रिया को समझाने के लिए अनेक मत प्रस्तावित किये गये। सर्वमान्य है जीव में जरण की क्रिया का नियमन जीन संस्थान में उपस्थित जरण-जीन द्वारा होता है। जरण की क्रिया अनेक क्रियाओं के फलस्वरूप होती है। जरण क्रिया को अवमंदित करने के लिए प्रोटीन, वसा, कार्बोहाइड्रेट, विटामिन C, E, β -केराटिन व एन्टी-ऑक्सीडेंट युक्त संतुलित आहार आवश्यक है। नियमित व्यायाम द्वारा भी जरण के प्रभाव को रोका जा सकता है। रजोनिवृत्त महिलाओं में हार्मोन प्रतिस्थापन उपचार (HRT) द्वारा जरण संबंधी अनेक समस्याओं से राहत मिल सकती है। वैज्ञानिक के अनुसार मानव गुणसूत्र नम्बर 4 पर ऐसे क्षेत्र होते हैं जो मानव आनुवंशिकी का ब्लूप्रिंट हैं। इसके अध्ययन से जरण क्रिया को सहायता मिल सकती है।

15.8 शब्दावली (Glossary)

उन्माद	Dementia
वृद्धावस्था सम्बन्धित उन्माद	Selina dementia
प्रत्यास्थ	Elastic
श्रवण	Auditory

विपथन	Aberration
उत्परिवर्तन	Mutation
मुक्त-मूलक	Free-radical
जरण-घड़ी	Clock of ageing
स्व-प्रतिरक्षा	Auto-immunity

15.9 संदर्भ ग्रंथ (Further Readings)

1. विज्ञान प्रगति, अप्रैल, 2007 वैज्ञानिक तथा औद्योगिक अनुसंधान परिषद् नई दिल्ली।

15.10 बोध प्रश्नों के उत्तर (Answers to self-assessment Questions)

I. रिक्त स्थान :

- | | |
|------------------|------------------|
| 1. सूचक (Index) | 2. एल्जीमर्स रोग |
| 3. 120 वर्ष | 4. प्रतिरक्षी |
| 5. एल्जीमर्स रोग | |

II. सत्या असत्य :

- | | | | | |
|--------|--------|--------|--------|--------|
| 1. (F) | 2. (F) | 3. (F) | 4. (T) | 5. (F) |
|--------|--------|--------|--------|--------|

15.11 अभ्यासार्थ प्रश्न (Exercise Question)

I. दीर्घ प्रश्न :

1. जीर्णता एवं वृद्धावस्था (Senescence) को परिभाषित कीजिए। जीर्णता के परिवर्तन और लक्षणों की विवेचना कीजिए।
2. विभिन्न सिद्धान्तों के माध्यम से जीर्णता या जरण की कार्यविधि का वर्णन करिए।
3. जीर्णता (Ageing) के कोशिकीय और बाह्य कोशिकीय परिवर्तनों का विवरण दीजिए।
4. जीर्णता के आकारिकी और कार्यिकी परिवर्तन क्या हैं? जीर्णता (Ageing) से सम्बन्धित रोगों पर एक टिप्पणी लिखिये।

II. निम्न पर टिप्पणियाँ लिखिए :

1. जीर्णता
2. मुक्त मूलक (Free Radicals)
3. जीर्णता विरोधी उपचार
4. आयुकरण से सम्बन्धित रोग
5. जीर्णता के लक्षण
6. जीर्ण समाज का सामाजिक प्रभाव
7. सेनेसेन्स (Senescence)
8. जीर्णता के कोशिकीय परिवर्तन
9. कोशिका की समय आधारित मृत्यु

10. जिरोनटोलोजी (Gerontology)

11. टेलोमेयर (Telomere)

III. बहु विकल्पी प्रश्न :

1. जीर्णता के समय कोलेजन में होने वाला बड़ा परिवर्तन :

- (1) अधिक पारगम्य हो जाता है
- (2) कम पारगम्य हो जाता है
- (3) अधिक लचीला हो जाता है
- (4) अधिक घुलनशील हो जाता है ()

2. जीर्णता के लिए सबसे अधिक दोषी है.

- (1) विटामिन
- (2) स्वतन्त्र मूलक
- (3) हाइड्रोजेनिओन्स
- (4) ऑक्सीडेन्टस ()

3. गुणसूत्र में होने वाले परिवर्तन जीर्णता के समय :

- (1) टेलोमियर (Telomere) की लम्बाई कम हो जाती है
- (2) इसकी लम्बाई बढ़ जाती है ।
- (3) कोई परिवर्तन नहीं होता है
- (4) डी.एन.ए. के क्रम में परिवर्तन ()

4. उन्माद, आक्रमता, अवसाद, चक्कर आना, स्मृति का कम होना किस बीमारी के लक्षण है :

- (1) आर्थिराइटिस
- (2) कैंसर
- (3) एल्जीमर्स
- (4) कोई नहीं? ()

5. वृद्धावस्था में अस्थियों में से कैल्शियम का निकलना :

- (1) ओस्टियोपोरोसिस
- (2) पार्किन्सन्स
- (3) कैल्शियम की कमी
- (4) उपरोक्त कोई नहीं ()

6. फल और सब्जियों उत्तम स्रोत हैं :

- (1) रेशे
- (2) एन्टी-ऑक्सीडेन्ट्स
- (3) विटामिन
- (4) उपरोक्त सभी ()

7. निम्न में से कौन सा एन्टी-ऑक्सीडेन्ट एन्जाइम नहीं है :

- (1) परऑक्सिडेज (Peroxidase)
- (2) केटालेज (Catalase)

- (3) सुपरऑक्साइड डिसप्यूटेज (Superoxide dismutase)
- (4) ट्रान्सएमिनेज (Transaminase) ()
8. वृद्ध महिलाओं में ऑस्टियोपोरोसिस का निदान.
- (1) व्यायाम करने से
- (2) हॉर्मोन प्रतिस्थापन उपचार (HRT)
- (3) कैल्शियम और विटामिन- युक्त आहार
- (4) उपर्युक्त सभी ()
9. जेरोन्टोलॉजी (Gerontology) में अध्ययन किया जाता है :
- (1) जेन्डर (Genders) का
- (2) जीन्स का
- (3) जीर्णता का
- (4) गामा-किरणों का ()
10. निम्न में से कौन सी बीमारी जीर्णता से सम्बन्धित नहीं है
- (1) ऑस्टियोपोरोसिस
- (2) अलजीमर्स
- (3) पीत ज्वर (Yellow fever)
- (4) कैंसर (Cancer)

15.12 अभ्यासार्थ प्रश्नों के उत्तर (Answer to Exercise Questions)

III. बहु विकल्पी प्रश्न :

- | | | | | |
|--------|--------|--------|--------|---------|
| 1. (2) | 2. (2) | 3. (1) | 4. (3) | 5. (1) |
| 6. (4) | 7. (4) | 8. (4) | 9. (3) | 10. (3) |