314hi17

17

समन्वय और नियंत्रण : तंत्रिका तंत्र तथा अंत:स्रावी तंत्र

प्रत्येक जीव जीवित बने रहने के लिए विभिन्न प्रकार की गतियाँ दर्शाता है और साथ ही अनेक प्रकार के कार्य करता है। इसके अतिरिक्त, शरीर के भीतर दूसरी अनेक क्रियाएँ निरंतर होती रहती हैं जिनके लिए यह आवश्यक है कि वे ठीक समय पर हों और समन्वय भी हो। यह सब कार्य दो अंग तंत्रों के कारण संभव हैं–तंत्रिका तंत्र और अंत:स्रावी (हॉर्मोनी) तंत्र जिनका अध्ययन आप इस पाठ में करेंगे।

उद्देश्य

इस पाठ के अध्ययन के समापन के पश्चात् आप :

- *तंत्रिका तंत्र के कार्यों का वर्णन कर सकेंगे और उसके भागों की सूची बना सकेंगे;*
- *मानव मस्तिष्क और मेरुरज्जु के प्रमुख भागों की सूची, उनका आरेख और उनको चिह्नित कर सकेंगे तथा उनके प्रकार्यों की व्याख्या कर सकेंगे;*
- *तिलचट्टा के तंत्रिका तंत्र का वर्णन कर पायेंगे;*
- *एक तंत्रिकाक्ष (न्यूरॉन) और एक तंत्रिका की संरचना की व्याख्या कर सकेंगे, तथा तंत्रिका-रेशे के जरिए और अंतर्ग्रथन (अंत: + ग्रथन सिनैप्स) के पार आवेग के संवहन का वर्णन कर सकेंगे;*
- *प्रतिवर्त क्रिया की परिभाषा और प्रतिवर्त-चाप के संघटकों (रचकों) का आरेख बना सकेंगे;*
- *मानव शरीर में पाए जाने वाले विभिन्न संवेदी ग्राहियों की सूची बना सकेंगे, और संवेदी अंगों–नेत्र, कान, नाक, जिह्वा और त्वचा–की संरचना और कार्य प्रणाली का वर्णन कर सकेंगे;*
- *बहि:स्रावी (ऐक्सोक्राइन) और अंत:स्रावी (एन्डोक्राइन) ग्रंथियों में अंतर बता सकेंगे;*
- *विविध अंत:स्रावी ग्रंथियों की सूची बना सकेंगे और मानव शरीर में उनकी स्थिति बता सकेंगे;*

- *हार्मोनों के गुणधर्मों को पहचान सकेंगे तथा उनकी प्रकृति एवं कार्य प्रणाली के तरीके की चर्चा कर सकेंगे;*
- *हार्मोनों और फेरोमोनों में अंतर कर सकेंगे;*
- *मानवों में पीयूष (पिट्यूटरी), अवटु (थायरॉयड), परावटु (पैराथॉयरॉयड), थाइमस, अधिवृक्क (ऐड्रीनल), अग्न्याशय (पैंक्रियाज) और जनन-अंगों द्वारा स्रावित विभिन्न हॉर्मोनों के नाम बता सकेंगे और उनके कार्यों की चर्चा कर सकेंगे;*
- *मानवों में हॉर्मोनी असंतुलनों के और हॉर्मोन से संबंधित विकारों के बीच संबंध बता सकेंगे;*
- *पीयूष और अवटु थॉइरॉयड ग्रंथियों की अतिसक्रियता और अल्पसक्रियता के प्रभावों को बता सकेंगे;*
- *हॉर्मोनी नियंत्रण की पुनर्भरण-कार्यविधि (Feedback mechanism) की व्याख्या कर सकेंगे।*

17.1 तंत्रिका-तंत्र के प्रकार्य

मानवों में तंत्रिका-तंत्र के प्रमुख कार्य ये हैं :

(i) यह संवेदी अंगों के माध्यम से हमें बाहर की दुनिया के विषय में सूचना देता रहता है।

(ii) यह हमें याद रखने, सोचने तथा 'क्यों और कैसे' को समझने की क्षमता प्रदान करता है।

(iii) यह समस्त ऐच्छिक पेशीय क्रियाकलापों जैसे कि दौड़ना, बोलना, आदि का नियंत्रण करता है।

(iv) यह अनेक अनैच्छिक क्रियाकलापों जैसे कि सांस लेना, हृदय का स्पंदन, आहार नाल में भोजन का संचलन आदि का नियमन करता है।

इस प्रकार, तंत्रिका तंत्र हमारे शरीर के विभिन्न भागों से उनका समन्वय करते हुए एक समग्र इकाई के रूप में कार्य करता है।

कुछ मूलभूत शब्द :

तंत्रिका तंत्र के विभिन्न पहलुओं के बारे में जानने से पहले, आइए निम्नलिखित संबंधित शब्दों से परिचित हो जाएँ :

उद्दीपन : कोई कारक या बाहरी अथवा आंतरिक पर्यावरण में होने वाला वह अचानक परिवर्तन जिसके कारण जीव के क्रियाकलाप में परिवर्तन आ जाता है।

आवेग : विद्युत् विक्षोभ की एक तरंग जो तंत्रिका कोशिका और उसके रेशे के एक छोर से दूसरे छोर तक जाती है।

अनुक्रिया : जीव के क्रियाकलाप में उद्दीपन के कारण होने वाला एक परिवर्तन।

ग्राही : वे तंत्रिका कोशिकाएँ जो उद्दीपन प्राप्त करने के बाद केन्द्रीय तंत्रिका तंत्र (मस्तिष्क और मेरुरज्जु) की ओर आवेगों की एक तरंग उत्पन्न कर देती हैं।

प्रभावक : वे पेशियाँ अथवा ग्रंथियाँ जो मस्तिष्क अथवा मेरुरज्जु से आवेग प्राप्त करने के बाद या तो संकुचित हो जाती हैं अथवा पदार्थों का स्रवण करने लगती हैं।

संवेदी (अभिवाही) तंत्रिका या कोशिका : जो एक ग्राही (संवेदी अंग) से आवेग को प्रमुख तंत्रिका तंत्र तक पहुँचाती है।

प्रेरक (अपवाही) तंत्रिका या कोशिका : जो आवेग को प्रमुख तंत्रिका तंत्र से किसी पेशी अथवा किसी ग्रंथि तक ले जाती है।

17.1.1 प्राणियों में तंत्रिका तंत्र

प्राणि शरीर की विविध क्रियाओं का नियंत्रण एवं समन्वय दो तंत्रों द्वारा होता है। ये हैं तंत्रिका तंत्र और अंत:स्रावी तंत्र। यहाँ हम तिलचट्टा के तंत्रिका तंत्र की चर्चा करेंगें। मानव के तंत्रिका तंत्र का विस्तृत विवरण आप की पाठ्य पुस्तक के पाठ 16: मॉड्यूल 2: पुस्तक खंड 1 में दिया गया है। स्मरण हो कि तंत्रिका तंत्र के मूलत: दो भाग होते हैं:

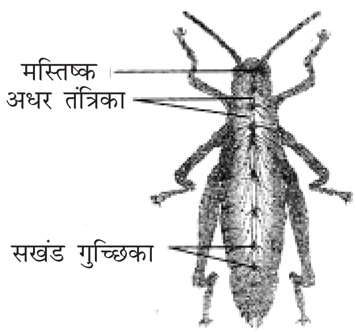
(i) केंद्रीय तंत्रिका तंत्र
(ii) परिधीय तंत्रिका तंत्र

तिलचट्टा का केंद्रीय तंत्रिका भी इसी आधार पर बना है और इसके निम्न भाग हैं:

(i) केंद्रीय तंत्रिका तंत्र
(ii) परिधीय तंत्रिका तंत्र
(iii) परानुकंपी या अंतरांग तंत्रिका तंत्र

केंद्रीय तंत्रिका-तंत्र

यह मस्तिष्क या अधिग्रसिका गुच्छिका का बना होता है, जो सिर में ग्रसिका के ऊपर स्थित होता है। एक अधो ग्रसिका-गुच्छिका ग्रसिका के नीचे स्थित होती है और तीन जोड़ी गुच्छिकाओं के संचयन में बदल जाती है। मस्तिष्क से एक जोड़ी लघु और मोटी परिग्रसिका संयोजक निकलते हैं जो अधो ग्रसिकीय-गुच्छिका से जुड़े रहते हैं। अधोग्रसिका गुच्छिका से एक दोहरी अधर तंत्रिका-रज्जु निकलती है। इस तंत्रिका-रज्जु पर तीन वक्षीय और छह उदरीय गुच्छिकाएं स्थित होती हैं। (चित्र देखें)।



तिलचट्टा का तंत्रिका तंत्र

परिधीय तंत्रिका-तंत्र

यह उन तंत्रिकाओं से बना होता है, जो विभिन्न गुच्छिकाओं से निकलकर शरीर के सभी भागों को जाती है। (चित्र देखें)

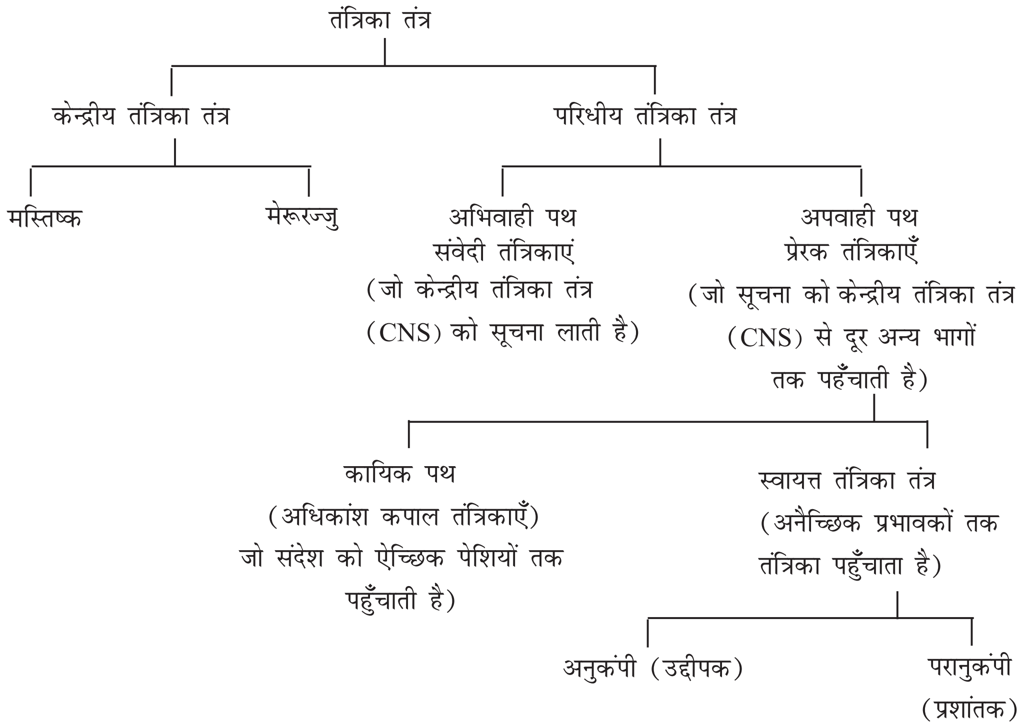
अनुकंपी तंत्रिका-तंत्र

यह ललाट-गुच्छिका और अंतरंग गुच्छिका का बना होता है, जो ग्रसिका के पृष्ठ की ओर स्थित होता है।

(क) केन्द्रीय तंत्रिका-तंत्र (CNS), जिसमें मस्तिष्क और मेरुरज्जु होते हैं। यह सूचना पर कार्यवाही (सूचना को प्राप्त करना और उसके प्रति अनुक्रिया करना) का स्थल है।

(ख) परिधीय तंत्रिका-तंत्र (PNS), जिसमें मस्तिष्क तथा मेरुरज्जु में प्रवेश करने वाली तथा उनसे निकलने वाली सभी तंत्रिकाएँ शामिल हैं।

इन दो संघटकों का और आगे का विभाजन चित्र 17.1 में दिखाया गया है :



चित्र 17.1 तंत्रिका-तंत्र के आधारभूत संघटक

17.2 मानव के तंत्रिका तंत्र

मानव तंत्रिका तंत्र के अंतर्गत अति सुविकसित मस्तिष्क और मेरूरज्जु आते हैं (चित्र 17.1)। परिधीय तंत्रिका तंत्र उन तंत्रिकाओं के बने होते हैं जैसा कि चित्र 17.1 में दर्शाया गया है।

17.2.1 मस्तिष्क

मस्तिष्क एक बहुत ही कोमल अंग है जो करोटि के कपाल के भीतर स्थित होता है (चित्र 17.2क)। मस्तिष्क के ऊपर तीन आवरण, तानिकाएँ (meninges, meninx = झिल्लियाँ) होती हैं जो उसे सुरक्षा प्रदान करती हैं–एक बाहरी कड़ी दृढ़ तानिका (ड्यूरामेटर) (dura = कड़ा; mater = माता), एक पतली नाजुक जाल जैसी बीच की झिल्ली (लूताजा लाभ - arachne = मकड़ी, लूता), और सबसे भीतरी अत्यधिक संवहनी-युक्त पायामेटर (pia = सबसे भीतरी)। इन तानिकाओं के बीच की जगह में एक तरल भरा होता है जिसे प्रमस्तिष्क मेरुतरल (सेरेब्रोस्पाइनल फ्लूड) कहते हैं। मस्तिष्क के भीतर गुहाएँ होती हैं जिनमें भी यही तरल भरा होता है।

मस्तिष्क के तीन प्रमुख भाग होते हैं :

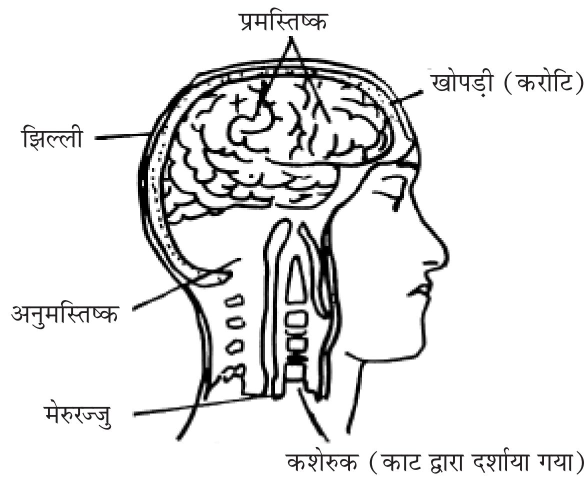
(i) **अग्र मस्तिष्क** जो प्रमस्तिष्क (cerebrum) और डायनसेफैलॉन (Diencephalon) से बना होता है।

(ii) **मध्य मस्तिष्क** जो अग्र और पश्च मस्तिष्क के बीच में एक छोटा-सा नलिकाकार भाग होता है, और

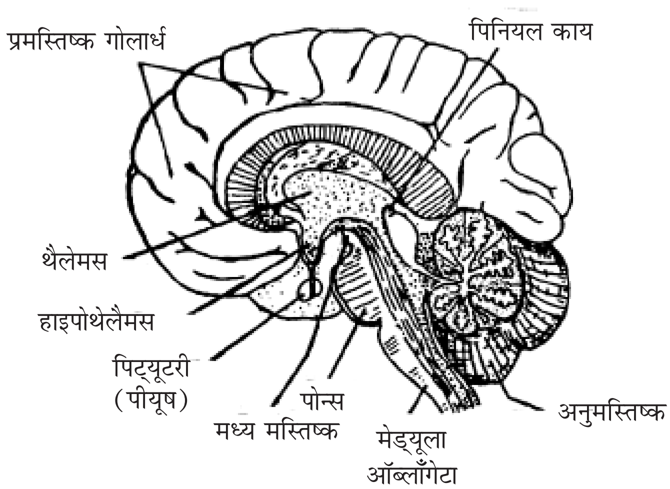
(iii) **पश्चमस्तिष्क** जो अनुमस्तिष्क (cerebellum), पॉन्स (pons) और मेडुला ऑब्लाँगेटा (medulla ablongata) का बना होता है।

मस्तिष्क के अलग-अलग भागों का वर्णन नीचे दिया गया है :

(क) प्रमस्तिष्क : मस्तिष्क का सबसे बड़ा भाग होता है जो दो (दाएँ और बाएँ) भागों में बँटा होता है जिन्हें **प्रमस्तिष्क गोलार्ध** कहते हैं। इनकी बाहरी सतह कटकों (ridge) और खाँचों (groove) की मौजूदगी के कारण अत्यधिक संवलित होती है। प्रत्येक गोलार्ध आंतरिक रूप से खोखला होता है और उनकी भित्तियों में दो (एक भीतरी और एक बाहरी) क्षेत्र होते हैं। बाहरी क्षेत्र (प्रमस्तिष्क वल्कुट) में तंत्रिका-कोशिकाओं न्यूरॉनों की कोशिका-काय होती है और धूसर रंग का होने के नाते इसे **धूसर-द्रव्य** (gray matter) कहते हैं। भीतरी क्षेत्र सफेद तंत्रिकाक्ष (ऐक्सॉन) रेशों का



चित्र 17.2 (क) कपाल के भीतर स्थित मस्तिष्क



चित्र 17.2 (ख) मस्तिष्क की मध्य-काट

बना होता है और उसे **श्वेत द्रव्य** (white matter) कहते हैं। महासंयोजक पिंड (**कॉर्पस कैलोसम**), जो आड़े-तिरछे तंत्रिका-रेशों की एक चादर-सी होती है, दोनों प्रमस्तिष्क-गोलार्धों को जोड़े रहता है। (चित्र 17.2 ख)। प्रमस्तिष्क का बायाँ पार्श्व शरीर के दाएँ भाग का नियंत्रण करता है और इसी प्रकार दायाँ पार्श्व बाएँ भाग का।

प्रमस्तिष्क वल्कुट के तीन कार्य होते हैं :

(i) यह ऐच्छिक पेशी-संकुंचनों को आरंभ करता है और उनका नियंत्रण करता है।

(ii) यह संवेदी अंगों, जैसे–नेत्र, कान, नाक आदि से आने वाली सूचना को ग्रहण करता है और उन पर कार्रवाई करता है।

(iii) यह मानसिक (दिमागी) काम जैसे सोचना, तर्क करना (विवेचना), योजना बनाना, याद रखना आदि करता है।

(ख) अग्रमस्तिष्क पश्च (डायनसेफैलॉन) : अग्रमस्तिष्क का यह भाग प्रमस्तिष्क के नीचे स्थित होता है। इसमें निम्नलिखित दो भाग होते हैं:

1. **चेतक (थैलैमस) :** यह धूसर द्रव्य से बना अंडानुमा एक संहति (या पिंड) होती है, जो प्रमस्तिष्क के नीचे बीच में स्थित होता है। यह उन संवेदी आवेगों (उदाहरण के लिए पीड़ा और सुख) के लिए प्रसारण केंद्र का काम करता है जो प्रमस्तिष्क को जाती है।

2. **अधश्चेतक (अधः = नीचे + चेतक) (हाइपोथैलैमस) :** यह मस्तिष्क का वह भाग है जो थैलैमस के नीचे स्थित होता है। यह प्रेरित व्यवहार, जैसे–खाना, पीना और काम भावना का नियंत्रण करता है। यह अपने नीचे स्थित पीयूष ग्रंथि के स्रावण का नियंत्रण करता है। यह शरीर के तापमान और शरीर के भीतर तरलों की मात्रा का भी नियमनकारी केंद्र है। (देखिए पाठ 18)

(ग) अनुमस्तिष्क : यह मस्तिष्क का अपेक्षाकृत छोटा भाग है जो प्रमस्तिष्क के आधार पर उसके नीचे स्थित होता है। इसमें संवलनों के स्थान पर अनेक खाँचें (groove) होती हैं। इसका वल्कुटी भाग भी धूसर द्रव्य का बना होता है। इसके दो प्रमुख कार्य हैं–

(i) शरीर का संतुलन बनाए रखना और

(ii) पेशीय क्रियाओं में समन्वय बनाए रखना।

(घ) मेड्यूला ऑब्लाँगेटा : यह मस्तिष्क का अंतिम भाग होता है। जो मेरुरज्जु से जुड़ा होता है। इसके कार्य इस प्रकार हैं–

(i) यह सांस लेने, खाँसने, निगलने आदि का केंद्र होता है।

(ii) यह हृद्-स्पंद, आहार नाल के क्रमाकुंचन तथा अन्य अनेक अनैच्छिक क्रियाओं का नियंत्रण करता है।

कुल मिलाकर मस्तिष्क में से 12 जोड़ी कपाल तंत्रिकाएँ निकलती हैं, जिनमें से कुछ संवेदी होती हैं, कुछ प्रेरक और कुछ मिश्रित किस्म (यानि संवेदी और प्रेरक दोनों) की।

17.2.2 मेरुरज्जु

मेरुरज्जु मस्तिष्क के मेड्यूला ऑब्लॉगेटा से आरंभ होकर कशेरुकों की कशेरूक-नाल में से गुजरती हुई रीढ़ की संपूर्ण लंबाई में स्थित होती है। इसके ऊपर भी वही तीन तानिकाएँ चढ़ी हुई होती हैं जो कि मस्तिष्क में होती हैं और उनके बीच के अवकाश में भी वही प्रमस्तिष्क

मेरु (सेरीब्रोस्पाइनल) तरल भरा होता है। श्वेत और घूसर द्रव्यों की व्यवस्था मेरुरज्जु में विपरीत होती है, अर्थात् श्वेत द्रव्य बाहर की तरफ होता है और धूसर द्रव्य भीतर की तरफ।

चित्र 17.6 में मेरुरज्जु की सामान्य संरचना, जैसी कि अनुप्रस्थ काट में दिखाई देती है, दर्शायी गई है। इस चित्र में यह भी दिखाया गया है कि मेरु तंत्रिकाएँ इसमें से कैसे व्युत्पन्न होती हैं।

मेरुरज्जु के प्रकार्य

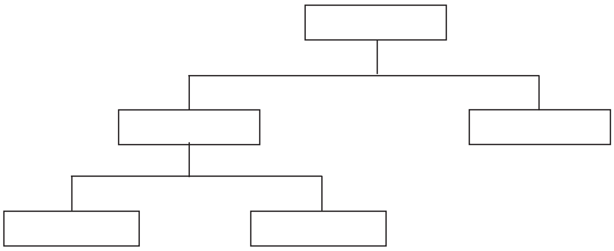
(i) गर्दन के नीचे प्रतिवर्तों को ले जाना।

(ii) त्वचा और पेशियों से संवेदी आवेगों को मस्तिष्क तक ले जाना।

(iii) अनुक्रियाओं को मस्तिष्क से धड़ और हाथ-पैरों तक ले जाना।

पाठगत प्रश्न 17.1

1. प्रवाह चार्ट की सहायता से तंत्रिका तंत्र के प्रमुख संघटकों का नाम नीचे दिए गए रिक्त स्थान में लिखें



2. गुच्छिका का नाम बताइये, जो

   (क) मस्तिष्क का निर्माण करती है।

   (ख) ग्रसनी के नीचे स्थित रहती है और मस्तिष्क से जुड़ी होती है।

3. तिलचट्टा के तंत्रिका तंत्र के किस भाग की तुलना हमारे मेरुरज्जु से की जा सकती है। यद्यपि हमारी मेरुरज्जु पृष्ठ भाग में स्थित रहती है और तिलचट्टा का तंत्रिका तंत्र का यह भाग अधर में होता है।

4. मस्तिष्क के प्रमुख भागों के नाम बताइए।

   ....

5. निम्नलिखित में से प्रत्येक का एक-एक प्रकार्य बताइए :

   (i) प्रमस्तिष्क ....

   (ii) अनुमस्तिष्क ....

   (iii) मेड्यूला ऑब्लाँगेटा ....

   (iv) अधश्चेतक (हाइपोथैलैमस) ....

6. निम्नलिखित किससे बने होते हैं–

   (i) धूसर द्रव्य ....

   (ii) श्वेत द्रव्य ....

7. मस्तिष्क की गुहाओं में भरे तरल का नाम बताइए।

   ....

17.3 परिधीय तंत्रिका-तंत्र

परिधीय तंत्रिका-तंत्र में वे सभी तंत्रिकाएँ शामिल हैं जो मस्तिष्क और मेरुरज्जु से निकलती हैं। कुल मिलाकर यह तंत्र दो प्रकार के पथों से बना होता है। अभिवाही (अपनी ओर लाने वाला) संवेदी पथ और अपवाही (दूर ले जाने वाला) प्रेरक पथ।

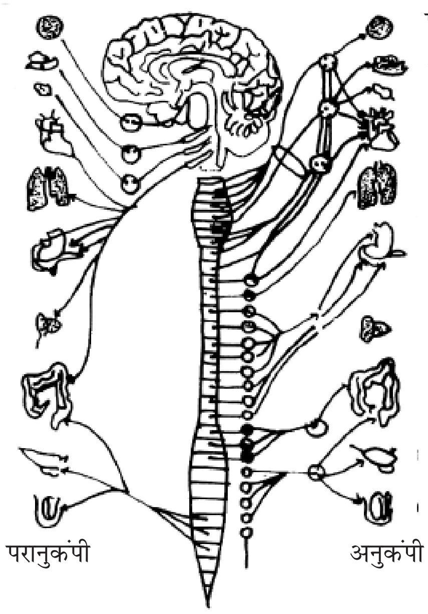
(क) अभिवाही (ग्राही/संवेदी) पथ में दो प्रकार की तंत्रिकाएँ होती हैं:

- विशुद्ध रूप से संवेदी तंत्रिकाएँ, जैसे–नेत्रों, कानों, नाक आदि से आने वाली कपाल-तंत्रिकाएँ।
- मिश्रित कपाल-तंत्रिकाएँ जैसे कि पाँचवीं कपाल तंत्रिका (आनन तंत्रिका Facial nerve) जिसमें चेहरे से संवेदों को लाने वाले संवेदी रेशे मौजूद होते हैं, लेकिन उसमें कुछ प्रेरक रेशे भी होते हैं जो आवेगों को जबड़े की पेशियों तक पहुँचाते हैं।

(ख) अपवाही (दूर ले जाने वाला) पथ को दो में विभाजित किया जा सकता है–कायिक और स्वायत्त तंत्रिका-तंत्र

(i) **कायिक तंत्रिका तंत्र :** ऐच्छिक पेशियों का नियंत्रण करता है। इसके अंतर्गत अधिकांश कपाल-तंत्रिकाओं के साथ-साथ मेरु-तंत्रिकाओं के प्रेरक तंत्रिका-रेशे भी आते हैं। ये दोनों ही केंद्रीय तंत्रिका तंत्र (CNS) से ऐच्छिक पेशियों का संदेश ले जाते हैं।

(ii) **स्वायत्त (autonomic) तंत्रिका तंत्र (ANS) :** यह अनैच्छिक पेशियों और ग्रंथियों का तंत्रिकाकरण/तंत्रिका प्रदान करता है। यह गुच्छिकाओं और तंत्रिकाओं की एक जोड़ी शृंखलाओं से बना होता है जो रीढ़ के दोनों पार्श्वों में स्थित होती है। (चित्र 17.3) यह तंत्र प्रमुख रूप से एक प्रेरक तंत्र है जो आंतरिक अंगों की अनैच्छिक क्रियाओं का नियमन करता है। इसके दो भाग होते हैं : (क) अनुकंपी (sympathetic) तंत्रिका-तंत्र (ख) परानुकंपी (परा + अनुकंपी) (parasympathetic) तंत्रिका-तंत्र। (चित्र 17.3)।



चित्र 17.3 स्वायत्त तंत्रिका तंत्र-अनुकंपी और परानुकंपी तंत्र

अनुकंपी तंत्रिका तंत्र शरीर को आपात परिस्थितियों का सामना करने के लिए तैयार करता है और परानुकंपी **तंत्रिका-तंत्र** आपात स्थिति के समाप्त होने पर सामान्य स्थिति को पुन: स्थापित कर देता है।

नीचे दी गई तालिका 17.1 में विभिन्न अंगों पर स्वायत्त तंत्रिका-तंत्र के दो उपविभाजनों के विपरीत प्रभावों की सूची दी गई है।

तालिका 17.1 स्वायत्त तंत्रिका-तंत्र के प्रभाव

अंग	अनुकंपी क्रिया का प्रभाव	पराअनुकंपी क्रिया का प्रभाव
1. नेत्र की पुतली	विस्फारित	संकीर्णित
2. हृदय-स्पंद	दर बढ़ जाती है	दर कम हो जाती है
3. रुधिर वाहिनियाँ		
(क) त्वचा पर	संकुचित	विस्फारित
(ख) पेशियों पर	विस्फारित	कोई प्रभाव नहीं
4. श्वसनिकाएं	विस्फारित	संकीर्णित
5. मूत्राशय	पेशियाँ शिथिल पड़ जाती हैं	पेशियाँ संकुचित (मूत्र करने की इच्छा)
	अवरोधनी पेशी संकुचित	अवरोधनी पेशी शिथिल हो जाती है
6. स्वेद का स्रवण	बढ़ जाता है	कोई प्रभाव नहीं
7. रुधिर-शर्करा	बढ़ जाती है	कोई प्रभाव नहीं
8. लार स्रवण	बंद हो जाता है	बढ़ जाता है
9. अश्रु ग्रंथियाँ	सक्रिय	मंद पड़ जाती है
10. त्वचा के बाल की उद्घर्षी पेशी (Erector muscle)	उद्दीप्त (बाल खड़े हो जाते हैं)	शिथिलित (बाल बैठ जाते हैं)
11. अधिवृक्क (ऐड्रीनल) ग्रंथियाँ	स्रवण बढ़ जाता है	कोई प्रभाव नहीं
12. छोटी आंत	क्रमाकुंचन घट जाता है	क्रमाकुंचन बढ़ जाता है
13. आमाशय की ग्रंथियाँ	स्रवण घट जाता है	स्रवण बढ़ जाता है

स्वायत्त तंत्रिका-तंत्र पर भावनाओं, जैसे–दु:ख, गुस्सा, डर, लैंगिक उद्दीपन आदि का बहुत अधिक प्रभाव पड़ता है।

पाठगत प्रश्न 17.2

1. स्वायत्त तंत्रिका-तंत्र के दो भाग कौन से हैं?

   ....

2. स्वायत्त तंत्रिका-तंत्र के उन विशिष्ट भागों के नाम बताइए जिनका संबंध निम्नलिखित से हैं–

   (i) हृद्-स्पंद का मंद होना ....

   (ii) लार-स्रवण में वृद्धि ....

   (iii) पुतली का विस्फारण ....

   (iv) आंत्र-क्रमाकुंचन में वृद्धि ....

   (v) मूत्राशय की पेशियों का संकुचन जिसके कारण पेशाब करने की आवश्यकता महसूस होने लगती है ....

3. परिधीय तंत्रिका-तंत्र को यह नाम क्यों दिया गया है?

   ....

4. संवेदी और प्रेरक तंत्रिकाओं के विकल्पी या वैकल्पिक (alternative) नाम बताइए।

   ....

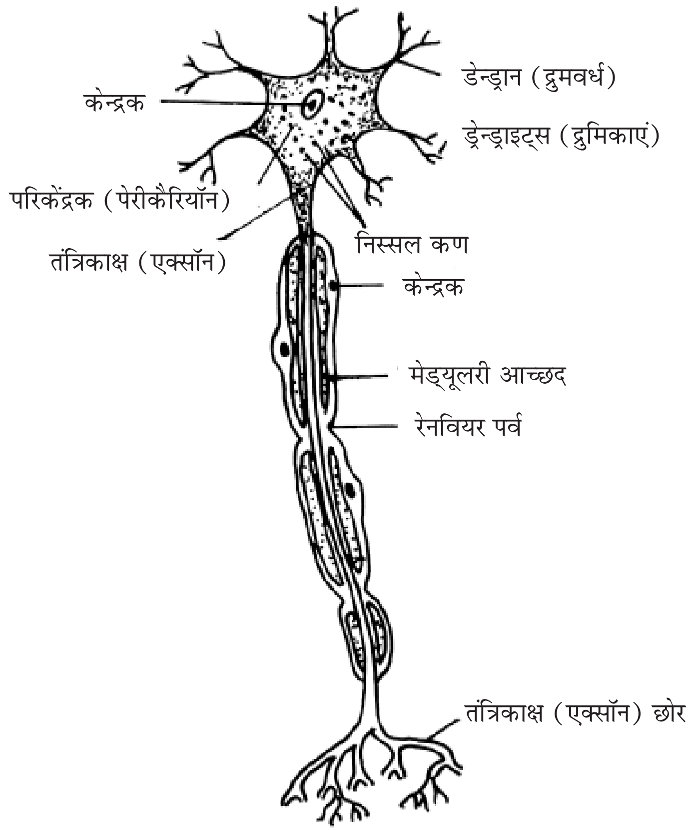
17.4 न्यूरॉन : तंत्रिका-तंत्र की संरचनात्मक और प्रकार्यात्मक इकाई (चित्र 17.4)

आप तंत्रिका-कोशिका अर्थात् न्यूरॉन के बारे में पहले ही पढ़ चुके हैं। फिर भी, यहाँ आपको पुन: स्मरण कराया जाता है कि न्यूरॉन की संरचना का संबंध तंत्रिका-आवेश के संवहन के साथ जोड़ा जा सके।

- द्रुमिकाएं (dendrites-dendron = द्रुम, वृक्ष) (छोटे आकार के शाखित प्रवर्ध) कोशिका-काय से निकले हुए होते हैं। ये किसी ग्राही से अथवा किसी दूसरे न्यूरॉन (neuron) के तंत्रिकाक्ष (axon) की अंत्य शाखाओं से संकेत (आवेग) लेते हैं। एक न्यूरॉन में 200 से भी अधिक डेन्ड्राइट हो सकते हैं ताकि वे अन्य न्यूरॉनों के ऐक्सॉनों की अंत्य शाखाओं के साथ जुड़ सकें।

- एक लंबा तंतु अथवा ऐक्सॉन आवेग को कोशिका-काय से ऐक्सॉन की अंत्य शाखाओं में पहुँचाता है और फिर इन शाखाओं से आवेग या तो अगली तंत्रिका-कोशिका में पहुँचा दिया जाता है या किसी पेशी अथवा ग्रंथि में पहुँचा दिया जाता है जो तदुपरांत आदेश का पालन करते हुए या तो संकुचन करती या स्राव का विमोचन करती है। अंतर्ग्रथन (सिनैप्स) एक न्यूरॉन से दूसरे न्यूरॉन अथवा एक न्यूरॉन और एक पेशीय के बीच संचार-बिन्दु होता है।

- ऐक्सॉन के ऊपर वसायुक्त पदार्थ का एक आच्छद, मायलिन (mylin) का एक आवरण होता है, और इस प्रकार के तंत्रिका-रेशों को मज्जायुक्त अथवा मायलिनित रेशे (myelinated fibres) कहते हैं।



चित्र 17.4 तंत्रिका-कोशिका

17.5 न्यूरॉन के एक छोर से दूसरे छोर तक और अंतर्ग्रथन (सिनैप्स) के पार आवेग का संवहन

तंत्रिका-रेशे के जरिए तंत्रिका-आवेग का संवहन विद्युतीय विधि से होता है, जबकि सिनैप्स (अंतग्रर्थन) के पार यह संवहन एक रासायनिक विधि से होता है।

(क) न्यूरॉन के एक छोर से दूसरे छोर तक विद्युत्-संकेतन

तंत्रिका रेशे में से तंत्रिका-आवेग की संरचना (एक छोर से दूसरे छोर तक) विद्युत्-रसायन विधि से होता है। यह संचरण उस प्रकार का नहीं होता जैसा कि किसी तार के भीतर से विद्युत्-धारा के प्रवाहित होने में इलेक्ट्रॉनों का प्रवाह होता है, अपितु वह **विध्रुवीकरण** (या विध्रुवन-depolarisation) की तरंग के रूप में चलता जाता है (चित्र 17.5)। विध्रुवीकृत परमाणु को समझने के लिए निम्न पढ़े।

सामान्य विश्रामी अवस्था (resting stage) में तंत्रिका रेशे के बाहर की ओर (+) धन चार्ज बना होता है। उस अवस्था को ध्रुवीकृत (polarised) कहते हैं। यह ध्रुवीकरण बाहर की

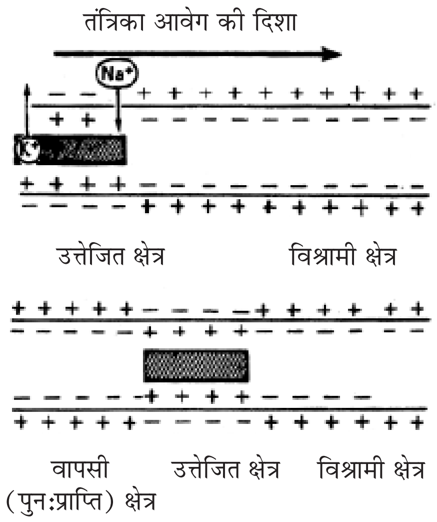
ओर Na^+ आयनों की अधिक संख्या में होने के कारण होता है। यह अवस्था इसलिए बनी रहती है क्योंकि आयनों को लगातार अंदर से बाहर की ओर को भेजा जाता है अर्थात् **सोडियम-पोटैशियम पंप** द्वारा पंप किया जाता रहता है और ऊर्जा के लिए ATP का प्रयोग कर **सक्रिय परिवहन** द्वारा प्रचालित किया जाता है।

> **सोडियम-पोटैशियम पंप :** प्लैज़्मा झिल्ली के ऊपर एक वाहक प्रोटीन होती है जो सोडियम और पोटैशियम आयनों को झिल्ली के आर-पार लाती ले जाती है। सामान्यत:, ये आयन अपनी अधिक सांद्रता वाले क्षेत्र से अपनी कम सांद्रता वाले क्षेत्र की तरफ गति करते हैं।

तंत्रिका-रेशे पर उद्दीपन आने के बाद होने वाले परिवर्तन इस प्रकार होते हैं–

- इस बिंदु पर ऐक्सॉन झिल्ली Na^+ आयनों के लिए अधिक पारगम्य हो जाती है जिसके कारण वे झिल्ली से होकर भीतर आने लगते हैं और वहाँ पर **विध्रुवीकरण** हो जाता है या आवेश का स्थानीय परिवर्तन यानी स्थल पर धन से ऋण आवेश होता है (देखें चित्र)
- अब विध्रुवीकरण का यह बिंदु झिल्ली के सहवर्ती क्षेत्र के लिए स्वयं एक उद्दीपन बन जाता है और अब यह अगला क्षेत्र विध्रुवीकृत हो जाता है।
- इसी बीच पहला क्षेत्र पुनर्ध्रुवीकृत (re-पुन: + ध्रुवीकृत-polarised) हो जाता है क्योंकि एक सोडियम Na^+ आयनों को सक्रिय अभिगमन के द्वारा पुन: झिल्ली के बाहर की ओर पहुँचा देता है। यह कार्य 'सोडियम पंप' के द्वारा होता है।
- और अब यह रेशा विध्रुवीकरण की अगली तरंग के लिए तैयार हो जाता है।

इस प्रकार, तंत्रिका-आवेग विध्रुवीकरण और पुन:ध्रुवीकरण की एक अपने आप बनने वाली तरंग के रूप में होता है।



चित्र 17.5 तंत्रिका-आवेग का संवहन

(ख) अंतर्ग्रथन (सिनैप्स) के पार–रासायनिक संकेतन

तंत्रिका-आवेग तंत्रिका-रेशे के जरिए चलता हुआ या तो अपने गंतव्य (पेशी या ग्रंथि) तक पहुँच जाता है ताकि उस पर क्रिया की जा सके, अथवा किसी अन्य न्यूरॉन की द्रुमिकाओं

(डेन्ड्राइटों) तक पहुँच जाता है ताकि उसे और आगे भेजा जा सके। इस संगम-स्थल को सिनैप्स/अंतग्रथन (synapse) कहते हैं। सिनैप्स के पार आवेग का संचरण एक रासायनिक प्रक्रिया द्वारा संपन्न होता है। आवेग जब ऐक्सॉन के अंतिम छोर पर पहुँचता है, तब निम्नलिखित घटनाएँ होती हैं–

- ऐक्सॉन के अंतिम छोर पर एक रसायन ऐसीटिलकोलीन (acetylcholine) निर्मुक्त होता है।
- ऐसीटिलकोलीन अगले न्यूरॉन को उद्दीपित कर देता है ताकि नया आवेग प्रारंभ हो सके।
- ऐसीटिलकोलीन वहाँ पर शीघ्र ही विघटित हो जाता है ताकि सिनैप्स अगले संचरण के लिए तैयार हो जाए।

यदि ऐक्सॉन के अंतिम सिरे दो या अधिक सहवर्ती न्यूरॉनों के डेण्ड्राइटों के साथ सम्पर्क बनाए हुए हों तो यह आवेग उन सभी में से चलता चला जाएगा।

'सर्व अथवा शून्य' नियम : यदि उद्दीपन पर्याप्त रूप में सशक्त रहा होता है। (जिसमें निम्नतम प्रभाव सीमा हो) कि उससे आवेग उत्पन्न हो सके, तो आवेग आरंभ हो जाएगा और अपनी गति के अनुसार चलता जाएगा। प्रभावहीन किसी उद्दीपन की वह कम-से-कम क्षमता होती है जिससे कि आवेग आरंभ किया जा सके।

यह गति उद्दीपन की क्षमता को बढ़ा देने से उतनी ही रहती है, अधिक नहीं बढ़ाई जा सकती।

17.6 प्रतिवर्त क्रिया Reflex action

प्रतिवर्त क्रिया शरीर में किसी उद्दीपन के कारण होने वाली स्वत: तीव्र और अनैच्छिक क्रिया होती है। उदाहरण के लिए–

- किसी गर्म तवे को अथवा किसी नुकीले काँटे को छूने पर आप तुरंत अपने हाथ को हटा लेते हो।
- किसी जाने-पहचाने स्वादिष्ट भोजन को केवल देखने अथवा सूँघने भर से आपके मुँह में पानी (लार) आ जाता है।

दो प्रकार के प्रतिवर्त – सरल और प्रानुकूली (conditioned)

प्रतिवर्त क्रिया के उपरोक्त दोनों उदाहरण मूलत: अलग-अलग प्रकार के हैं। पहला उदाहरण जन्मजात अथवा प्राकृतिक है जिसके लिए पहले की किसी जानकारी की कोई आवश्यकता नहीं है। इस प्रकार के प्रतिवर्तो को **सरल प्रतिवर्त** कहते हैं।

दूसरा उदाहरण बराबर प्राप्त की गई जानकारी पर आधारित है। इस उदाहरण में मस्तिष्क वास्तव में उस भोजन के स्वाद को याद रखता है और उसी के अनुरूप अचेतन अवस्था में कार्य करता है–ऐसे प्रतिवर्त को **प्रानुकूली प्रतिवर्त** कहते हैं।

(क) सरल प्रतिवर्त

- **पलक तुरंत बंद कर लेना**–किसी भी वस्तु को अचानक आँख की तरफ आते देखकर।

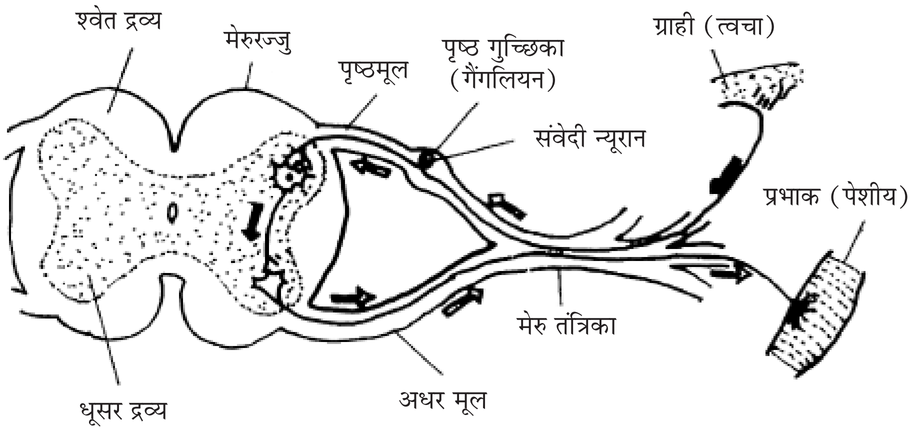
- **खाँसी आना**–निगाला हुआ भोजन भोजन नली में न जाने पर वायु नली में चले जाने पर।
- तेज प्रकाश में **नेत्र की पुतली सिकुड़** जाना।
- सोते हुए व्यक्ति का पैर गुदगुदाने पर, **पैर को झटका** मार देना।

(ख) प्रानुकूली प्रतिवर्त

- अचानक किसी को अपनी कार अथवा साइकिल आगे आते हुए देखकर **ब्रेक लगा देना**।
- किसी से बातें करते हुए भी **जूते में फीते** बाँध लेना।
- आपको झुकते हुए देखने पर, मानों आप मारने के लिए कोई पत्थर उठाने जा रहे हों, **कुत्ते का भाग जाना**।
- कक्षा में अध्यापक या अध्यापिका को प्रवेश करते हुए देखकर **आपका खड़े हो जाना**।

प्रतिवर्त-क्रिया की क्रियाविधि

कुछ प्रतिवर्त मस्तिष्क के जरिए होते हैं (प्रमस्तिष्क प्रतिवर्त) जैसे किसी वस्तु के पास आने पर पलकों का बंद हो जाना, जबकि अन्य प्रतिवर्त मेरुरज्जु के जरिए होते हैं (मेरु-प्रतिवर्त)। नीचे दिए गए आरेख (चित्र 17.6) में एक सरल मेरु-परिवर्तन-क्रिया का पथ निरुपित किया गया है:



चित्र 17.6 एक सरल प्रतिवर्त-क्रिया में तंत्रिका-पथ

इसमें पाँच आवश्यक भाग होते हैं।

उद्दीपन (चुभना, ताप, आदि)–संवेदी अंग में ग्राही मेरु तंत्रिका के पृष्ठ मूल में स्थित अभिवाही (संवेदी) तंत्रिका रेशे, जो आवेग को मेरु रज्जु तक लाते हैं–एक (प्रेरक) न्यूरॉन जो आदेश को मेरुतंत्रिका के आधार मूल में स्थित अपने अपवाही रेशों के जरिए–किसी पेशी अथवा किसी ग्रंथि तक पहुँचाते हैं।

मेरुरज्जु के भीतर अधिकांश रूप से अभिवाही रेशे और प्रेरक न्यूरॉन के बीच एक **मध्यवर्ती न्यूरॉन** मौजूद होता है।

पाठगत प्रश्न 17.3

1. यहाँ प्रतिवर्तों के कुछेक उदाहरण दिए गए हैं। बताइए कि इनमें से कौन-से सरल प्रकार के हैं और कौन-से प्रानुकूली प्रकार के–

   (i) घुटने का झटकना

   ....

   (ii) पसंदीदा भोजन को देखकर मुँह में लार आना

   ....

   (iii) बातचीत करते समय जूते के फीते बाँधना

   ....

   (iv) आँखों पर तेज रोशनी पड़ने पर पलकों का बंद हो जाना

   ....

   (v) अंधेरे में किसी कुंडलित रस्सी पर पैर पड़ जाने पर साँप का धोखा होना

   ....

17.7 संवेदी ग्राही अंग (ज्ञानेन्द्रियाँ) (Sense organs)

संवेदी अंग वे अंग होते हैं जिनके जरिए हम बाह्य पर्यावरण में होने वाले परिवर्तनों के बारे में जानकारी प्राप्त करते हैं। प्रत्येक संवेदी अंग में विशिष्ट संवेदी कोशिकाएं होती हैं जो उद्दीपनों को ग्रहण करती हैं और उनसे उत्पन्न होने वाले आवेगों को संबंधित तंत्रिका के जरिए मस्तिष्क अथवा मेरुरज्जु तक संप्रेषित कर देती हैं। मस्तिष्क आवेगों को अलग-अलग वर्गीकृत कर देता है, उनकी व्याख्या करता है और वांछित अनुक्रिया के लिए भेज देता है। मानवों में, प्ररूपत: पाँच ज्ञानेन्द्रियाँ होती हैं–देखने के लिए नेत्र, सुनने के लिए कान, सूँघने के लिए नाक, स्वाद के लिए जिह्वा और स्पर्श, पीड़ा, ताप आदि के लिए त्वचा।

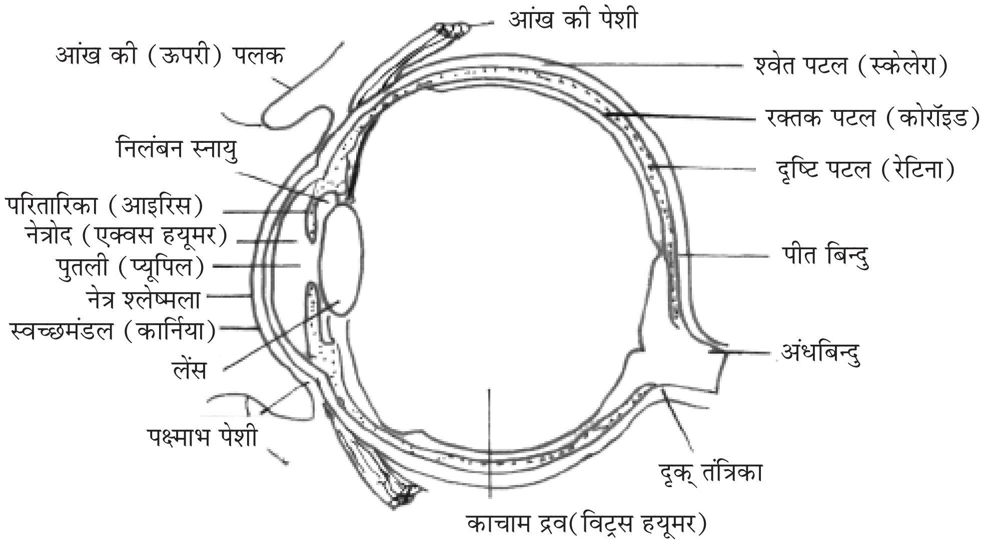
17.7.1 नेत्र (दृष्टि संवेद)

नेत्र आकृति में करीब-करीब गोलाकार होते हैं। सामने की तरफ जरा-सा उभरा हुआ और अस्थिल कोटर के भीतर मुक्त रूप से घूम सकते हैं। नेत्र एक खोखली गेंद की तरह होते हैं जिसके भीतर अनेक संरचनाएँ होती हैं। (चित्र 17.7)।

नेत्र गोलक की भित्ति में तीन परतें होती हैं–स्क्लेरा (श्वेतपटल), कोरॉइड (रक्तक पटल) और रेटिना (दृष्टि पटल)।

- **स्क्लेरा** (Sclera) सबसे बाहरी कड़ी सफेद परत होता है। सामने की तरफ यह अविच्छिन्न रूप से पारदर्शी स्वच्छमंडल कॉर्निया (cornea) से जुड़ी होती है।

- **कोरॉइड** (Choroid) बीच की परत होती है। यह योजी ऊतक की बनी होती है जिसमें रुधिर वाहिनियों का सघन जालक विद्यमान होता है। इसकी भीतरी सतह गहरे भूरी अथवा काली होती है। यह परावर्तन नहीं होने देती अन्यथा जिससे प्रतिबिम्ब की स्पष्टता गड़बड़ा जाती है।



चित्र 17.7 नेत्र की ऊर्ध्वाधर काट

- **दृष्टि पटल** (रेटिना-Retina) : सबसे भीतरी संवेदी परत रेटिना में दो प्रकार की संवेदी कोशिकाएँ होती हैं-**शलाकाएँ** (rodes) (ये धीमे प्रकाश के लिए संवेदी होती हैं) तथा **शंकु** (cones) (ये रंगों के लिए संवेदी होती हैं।
- **पीत-बिंदु** (Yellow spot), जो दृष्टि अक्ष पर स्थित होता है, वह स्थान है जहाँ सामान्य आँख में सबसे अच्छा दिखाई पड़ता है। जिसमें संवेदी कोशिकाएँ और उनमें भी विशेषकर शंकु कोशिकाएँ सर्वाधिक संख्या में पाई जाती है। शेष रेटिना में शलाकाएँ अधिक तथा शंकु कोशिकाएँ कम होती हैं।
- पीत बिंदु के तुरंत नीचे **अंध बिंदु** (blind spot) होता है। यह वह स्थान है जहाँ पर रेटिना की समस्त संवेदी कोशिकाओं से आने वाले तंत्रिका-तंतु एक साथ अभिसृत होकर **दृक-तंत्रिका** (Optic nerve) बनाते हैं, यहीं से यह तंत्रिका नेत्र गोलक से बाहर की ओर निकलती है। अंध बिंदु पर कोई संवेदी कोशिकाएँ नहीं होतीं और इसलिए इस बिंदु पर दिखाई नहीं पड़ता।

नेत्र के भाग :

आंतरिक रूप से नेत्र दो प्रमुख कक्षों में बँटा होता है और ये दोनों कक्ष लेंस के जरिए एक-दूसरे से अलग-अलग बने रहते हैं।

- **तरल कक्ष** (Aqueous chamber) : पहला भाग होता है जिसके भीतर एक जलीय तरल (नेत्रोद) (**ऐक्वस** ह्युमर-Aqueous Humour) भरा होता है तथा एक पिछला भाग जिसके

भीतर गाढ़ी जैसी-जैसा काचाभ पदार्थ (काचाभ ह्यूमर vitreous humour, vitro = कांच) भरा होता है। ऐक्वअस ह्यूमर लेंस को नम बनाए रखता है और उसे शारीरिक झटकों से बचाता है। काचाभ पदार्थ नेत्र गोलक की आकृति को बनाए रखता है और रेटिना (दृष्टिपटल) का सुरक्षा करता है।

- **लेंस** (Lens) **:** आकृति में उभयोत्तल और अर्धठोस होता है। यह मुलायम जिलेटिनी ऊतक का बना होता है। यह निलंबन स्नायु से अपनी स्थिति में बना रहता है जो लेंस को पेशीय पक्ष्मभ काय से जोड़े रखता है। लेस की आकृति पर निलंबन-स्नायु के खिंचाव पर प्रभाव पड़ता है।
- **परितारिका (Iris) :** लेंस के सामने एक प्रकार का पर्दा होता है। यह काला, भूरा अथवा नीला हो सकता है। नेत्र का रंग आइरिस के रंग के ही कारण होता है। इसमें दो प्रकार की पेशियाँ होती हैं–वर्तुल पेशियाँ पुतली को सँकरा बनाने के लिए और अरीय पेशियाँ पुतली को फैलाने के लिए। पुतली का आकार अनैच्छिक रूप से कम-ज्यादा करने के लिए नेत्र में प्रवेश करने वाले प्रकाश की मात्रा को नियंत्रित किया जाता है। क्या आप सोच सकते हैं कि पुतली कब-कब चौड़ी हो जाती है और कब-कब सँकरी हो जाती है।

हम किस प्रकार देखते हैं :

- **प्रकाश का संप्रेषण :** वस्तु से परावर्तित प्रकाश किरणें पारदर्शी संरचनाओं में से होकर आँख में प्रवेश करती हैं, यानी नेत्र श्लेष्मला (कंजंक्टाइवा), स्वच्छमंडल (कॉर्निया), नेत्रोद, लेन्स तथा काचाभ तरल में से होकर।
- **प्रतिबिम्ब का बनना :** कॉर्निया की वक्रता से किरणें कुछ हद तक मुड़ जाती हैं, और लेंस उन्हें और ज्यादा मोड़ देते हैं जिससे एक प्रतिबिंब रेटिना के ऊपर बन जाता है।
- **प्रतिबिम्ब का स्वरूप :** प्रतिबिंब उल्टा एवं वास्तविक होता है।
- **तंत्रिका-आवेग का बनना और उसका संप्रेक्षण :** प्रतिबिंब की प्रकाश ऊर्जा संवेदी कोशिकाओं (शलाकाओं तथा शंकुओं) में रासायनिक परिवर्तन पैदा करती है। इन परिवर्तनों से तंत्रिका-आवेग बनते हैं जो दृक् तंत्रिका में से चलते जाते हुए मस्तिष्क में पहुँचते हैं।
- **अनुभूति :** हमारा मस्तिष्क प्रतिबिंब को अनेक प्रकार से समझता और उसका अर्थ निकालता है जैसे कि वह वस्तु को सीधा देखता है हालांकि रेटिना पर बनने वाला प्रतिबंब उल्टा होता है।
- **समंजन (फोकसन-Focusing)) :** रेटिना पर प्रतिबिंब के फोकस किए जाने को समंजन **(accommodation)** कहते हैं। फोकस करने का अर्थ है प्रत्यास्थ (elastic) लेन्स की वक्रता का परिवर्तन लाना है।
  - **दूर दृष्टि के लिए :** लेंस अधिक चपटा अथवा पतला हो जाता है; यह लेंस की सामान्य स्थिति होती है जिसे निलंबन स्नायुओं द्वारा तान कर रखा जाता है।

– **निकट दृष्टि के लिए :** पक्ष्माभ पेशियाँ जो वर्तुलकार होती हैं, संकुचित होकर नेत्र गोलक की परिधि को कम कर देती हैं। इससे निलंबन स्नायु पर खिंचाव कम हो जाता है और लेंस स्वयं अपनी प्रत्यास्थता के कारण मोटा (अधिक गोल) हो जाता है।

> सामान्य आँख सतत समंजन करती रहती है चाहे कोई चल रहा हो, खेल रहा हो अथवा केवल इधर-उधर देख ही रहा हो।

- **द्विनेत्री दृष्टि :** मानव सहित सभी प्राइमेट स्तनियों में दोनों आँखें सामने की ओर स्थित होती हैं। इस व्यवस्था से मस्तिष्क में प्रतिबिंबों का अतिव्यापन (एक-दूसरे के ऊपर आ जाना) होता है जिससे गहराई का बोध होता है (त्रिविमीय, 3-dimensional दृष्टि)।

नेत्र के तीन सामान्य दोष

1. **निकट दृष्टि** (Near-sightedness या Myopia)–इसमें व्यक्ति नजदीक की वस्तुओं को तो साफ-साफ देख लेता है मगर दूर की चीजों को ठीक से नहीं देख पाता। दूर की वस्तुओं का प्रतिबिंब रेटिना के आगे बनता है। यह दोष उपयुक्त अवतल लेंस के द्वारा ठीक किया जा सकता है (यह लेन्स या तो चश्में के फ्रेम में लगाए जा सकते हैं या कॉन्टेक्ट लेन्सों की तरह इस्तेमाल किए जा सकते हैं।

2. **दूर-दृष्टि** (Long sightedness या Hypermetropia)–ऐसे व्यक्ति दूर की वस्तुओं को तो साफ देख लेते हैं, लेकिन नजदीक की वस्तुओं को नहीं। इस दोष में निकट की वस्तुओं का प्रतिबिंब रेटिना के पीछे बनता है और इसका समाधान एक उपयुक्त उत्तल लेंस के इस्तेमाल से किया जाता है।

3. **मोतियाबिंद कैटेरेक्ट** (Cataract) – वह दशा है जिसमें लेंस सफेद अपारदर्शी हो जाता है (सामान्यत: उम्र के साथ-साथ)। इस प्रकार के लेंस को शल्य-क्रिया द्वारा निकाल दिया जाता है और या तो उसकी जगह पर एक अंत:नेत्री लेंस लगा दिया जाता है अथवा उपयुक्त चश्मा लगवा दिया जाता है।

पाठगत प्रश्न 17.4

1. नेत्र के निम्नलिखित भागों के कार्य बताइए :

   (i) परितारिका (आइरिस) ....

   (ii) पक्ष्माभी (सिलियरी) पेशियां ....

   (iii) तारा (प्यूपिल) ....

   (iv) दृष्टि पटल रेटिना ....

2. निम्नलिखित के नाम बताइए :

   (i) आँख का वह क्षेत्र जहाँ सबसे स्पष्ट दिखाई देता है

   ....

(ii) निकट-दृष्टि को सही करने के लिए इस्तेमाल किए जाने वाले लेन्स का प्रकार.

....

(iii) वह दशा जिसमें आँख का लेन्स अपारदर्शी सफेद हो जाता है

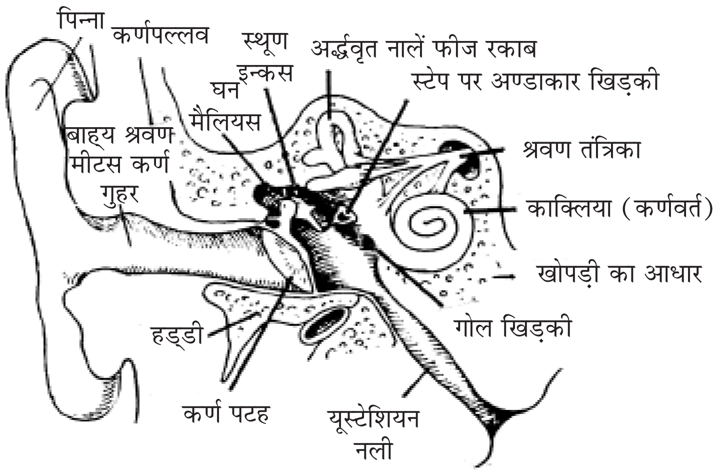
....

(iv) विभिन्न दूरियों पर स्थित वस्तुओं को फोकस किए जाने की आँख की क्षमता

....

17.7.2 कान–श्रवण और संतुलन का संवेद

कान दो संवेदी कार्य करता है : सुनने का और शरीर का संतुलन बनाए रखने का। कान के तीन प्रमुख भाग होते हैं–बाह्य कान, मध्य कान और भीतरी कान (चित्र 17.8)



चित्र 17.8 मानव का कान

बाह्य कान के निम्नलिखित भाग होते हैं :

– बाहर को उभरा हुआ कर्णपल्लव जिसके भीतर उपस्थि (कार्टिलेज) का आलम्ब होता है, यह ध्वनि तरंगों को भीतर की ओर को दिशा देता है।

– श्रवण नाल जिसमें से होकर ध्वनि-तरंगें कान के पर्दे (कर्णपटह झिल्ली, tympanic membrane) तक पहुँचती है।

मध्य कान निम्नलिखित से बना होता है :

- वायु से भरी एक कर्णपटह गुहा
- कर्णपटह अथवा कान का परदा
- तीन सूक्ष्म हड्डियाँ मैलियस (malleus, ''घन, मुद्गर hammer''), ''इंकस (incus, स्थूण ''निहाई anvil'') तथा स्टेपीज (stapes, रकाब, stirrup) होती हैं इन तीनों को सामूहिक रूप में

''कर्णास्थिकाएं (ear ossicles)'' कहते हैं। मैलियस कान के पर्दे से संपर्क बनाती है तथा स्टेपीज भीतरी कान की अंडाकार खिड़की (oval window) को छुए होती है।

- यूस्टेकी नली (Eustachian tube) कर्णपटह गुहा को ग्रसनी के साथ जोड़े रखती है। यह कान के पर्दे के दोनों ओर वायुदाब को समान बनाए रखने में सहायता करती है।

आंतरिक कान में प्रधानत: दो भाग होते हैं :

(क) कर्णावर्त (कॉक्लिया-Cochlea)–यह एक लंबी कुंडलित संरचना होती है जो कुछ-कुछ शंख की कुंडली की तरह की होती है। इसके कुल ढाई चक्र बने होते हैं। इसके भीतर की चक्कर खाती हुई गुहा झिल्लियों द्वारा पृथक् हुई तीन समांतर नलिकाओं अथवा नालों में विभाजित हो जाती है। इन नालों के भीतर एक तरल एंडोलिम्फ अंत:लसीका (endolymph) भरा होता है। बीच की नाल में सुनने से संबंधित संवेदी कोशिकाओं से युक्त क्षेत्र होते हैं जिन्हें कॉर्टी-अंग (Organ of corti) कहते हैं।

(ख) प्रघाण (vestibule)–इसका संबंध शरीर के संतुलन बनाए रखने से होता है।

– इसमें तीन **अर्ध वृत्ताकार नालें** होती हैं जो एक-दूसरे से समकोण बनाते हुए स्थित होती हैं, और एक भाग कॉक्लिया के साथ जुड़ा होता है और एक **दृति** (यूट्रिकुलस) और एक **गोणिका** (सैकुलस) में विभेदित होता है। प्रत्येक नाल का एक सिरा चौड़ा होकर एक **तुंबिका** (ampulla) बनाता है जिसके भीतर संवेदी कोशिकाएँ होती हैं और उनसे निकलने वाले तंत्रिका रेशे एक साथ मिलकर श्रवण तंत्रिका बनाते हैं।

सुनने की क्रियाविधि

– ध्वनि तरंगें श्रवण नाल में प्रवेश करती और कान के पर्दे को कंपित करती हैं।

– पर्दे के कंपन मेलियस में, फिर आगे इंकस में, फिर स्टेपीज में स्थानांतरित हो जाते हैं। इसके बाद स्टेपीज ध्वनि तरंगों को आगे अंडाकार खिड़की में पहुँचा देती है जिससे वह कंपन करने लग जाती है।

– ये कंपन कर्णावर्त (कॉक्लिया) के भीतर के तरल को गति प्रदान कर देते हैं। इस तरल की गति (स्पंदन) को कॉर्टी-अंग पकड़ लेते तथा तंत्रिका आवेगों के रूप में कॉक्लिया-तंत्रिकाओं में पहुँचा देते हैं। ये तंत्रिकाएँ आवेगों को मस्तिष्क तक पहुँचा देती है।

देह-संतुलन का बोध

स्थैतिक संतुलन (गुरुत्व के कारण)

शरीर की स्थिति में अथवा झुकने पर अर्धवृत्ताकार नालों के भीतर तरल गति करने लगता है। ये अर्धवृत्ताकार नालें विभिन्न समतलों में व्यवस्थित होती हैं। नाल की तुंबिका में स्थित संवेदी पक्ष्माभ (सिलिया) इन गतियों को ग्रहण कर लेते हैं और तब आवेग श्रवण-तंत्रिका तक पहुँचा दिए जाते हैं जहाँ से वे मस्तिष्क को भेज दिए जाते हैं।

गति करते समय संतुलन : दृति (यूट्रिकुलस) और गोणिका (सैकुलस) गतिज संतुलन का बोध करते हैं (जबकि शरीर गति कर रहा होता है)। जब भी शरीर में किस भी प्रकार की गति हो रही होती है, तब अंतर्लसीका (एंडोलिम्फ) में मौजूद कैल्सियम कार्बोनेट की बारीक-बारीक कणिकाएँ संवेदी रोमों को दबाने लगती हैं। इस प्रकार आवेगों को श्रवण तंत्रिका तक पहुँचा दिया जाता है।

17.7.3 जिह्वा और नाक (स्वाद और गंध के संवेद)

जिह्वा स्वाद के संवेद का बोध करती है और नाक गंध का। ये दोनों संवेद रासायनिक संवेद होते हैं और ये संपर्क में आने वाले रासायनिक पदार्थ की प्रकृति पर निर्भर होते हैं। स्वाद के मामले में पदार्थ का सीधे संवेदी स्वाद कलिकाओं के सपंर्क में आने से संबंध है जबकि गंध के मामले में रसायन के अणु हवा द्वारा सांस के साथ भीतर आते हैं और नाक की संवेदी एपिथीलियम को उद्दीपित कर देती है।

17.7.4 त्वचा (स्पर्श तथा कुछ अन्य विविध संवेद)

त्वचा में विविध प्रकार की तंत्रिकाओं के अंतिम छोर मौजूद होते हैं। इनमें से कुछ का संबंध स्पर्श (हल्का-सा स्पर्श) से होता है, कुछ का गहरी दाब से और अन्यों का ठंड, ताप और पीड़ा से होता है।

भूख का संवेद आमाशय की भित्ति में स्थित ग्राही अंगों से होता है। प्यास का संवेद ग्रसनी में स्थित तंत्रिकाओं के उद्दीपित होने के कारण होता है। थकान का संवेद पेशियों में स्थित होता है।

पाठगत प्रश्न 17.5

1. कान का कौन-सा भाग कार्य करता है, जब

   (i) कोई व्यायामी (या व्यायाम करने वाला) (जिमनास्ट) संतुलन के विविध प्रकार के करतब दिखा रहा होता है।

   ....

   (ii) आप गाना सुन रहे हों।

   ....

2. निम्नलिखित के नाम बताइए :

   (i) कान का वह भाग जिसमें कर्णपल्लव ध्वनि-तरंगों को भेजता है।

   ....

(ii) संतुलन का वह प्रकार जिसका संबंध अर्धवृत्ताकार नालों से होता है।

....

(iii) वे कोई दो संवेद जिन्हें त्वचा में स्थित तंत्रिकाओं के युक्त छोरों से महसूस किया जाता है।

....

17.8 हॉर्मोनों के द्वारा समन्वय : अंत:स्रावी तंत्र

हार्मोनों का स्राव शरीर में स्थित विशिष्ट कोशिकाओं अथवा ग्रंथियों द्वारा होता है उन्हें अंतस्रावी ग्रंथियाँ कहा जाता है। हार्मोन और उन्हें रुधिर द्वारा उनके लक्ष्य स्थलों तक पहुँचाया जाता है। उनका प्रभाव केवल एक या अधिक भागों में होता है। अधिकांश हॉर्मोनों का स्राव विशिष्ट ग्रंथियों द्वारा होता है जिन्हें अंत:स्रावी ग्रंथियाँ (Endocrine glands ग्रीक endo (endon = within भीतर, अंदर + crime (Krinein = seperate, अलगण स्रवण) कहते हैं, जिसका अर्थ होता है 'आंतरिक रूप में स्रवण'। इन्हें वाहिकाहीन ग्रंथियाँ भी कहते हैं क्योंकि इनके स्राव सीधे ही रुधिर में छोड़ दिए जाते हैं और उनका परिवहन नालिकाओं द्वारा नहीं होता। कुछेक हॉर्मोन अन्य ग्रंथियों अथवा शरीर के अन्य भागों द्वारा उत्पन्न होते हैं, उदाहरण के लिए आमाशय और ग्रहणी।

17.8.1 हॉर्मोनों की प्रकृति और प्रकार्य

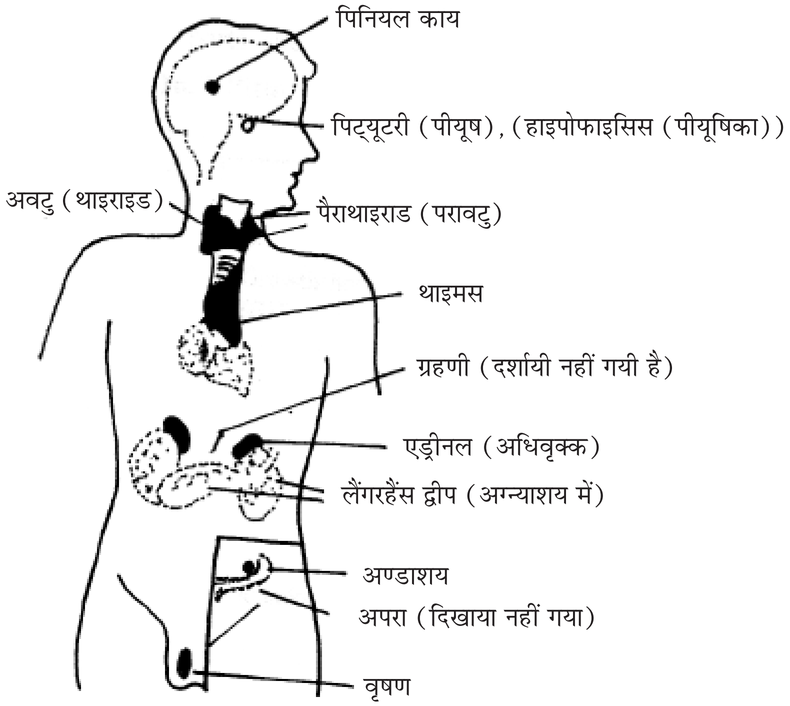
- हॉर्मोनों को उनके स्रोत भागों से सीधे ही रुधिर में छोड़ दिया जाता है।
- रुधिर इन हॉर्मोनों को उन लक्ष्य अंगों तक पहुँचा देता है जो उनके प्रति अनुक्रिया करते हैं।
- हॉर्मोन शरीर क्रियात्मक प्रक्रियाओं का नियमन करते हैं।
- ये बहुत कम मात्रा में उत्पन्न होते हैं और जीव वैज्ञानिक दृष्टि से बहुत सक्रिय होते हैं। उदाहरण के लिए, ऐड्रीनलिन 3000 लाख भागों में 1 की सांद्रता पर वह सक्रिय बना रहता है।
- हॉर्मोनों की अधिकता और कमी, दोनों ही से गंभीर विकार उत्पन्न हो सकते हैं।
- रासायनिक दृष्टि से, हॉर्मोन जल में घुलनशील प्रोटीनें (पेप्टाइड) ग्लाइको प्रोटीनें और ऐमीन हो सकते हैं, अथवा लिपिड में घुलनशील स्टीरॉयड हो सकते हैं।
- हॉर्मोनों की अतिरिक्त मात्रा शरीर में संचित नहीं रहती और उत्सर्जित कर दी जाती है।

17.8.2 हॉर्मोन- स्रावणकर्ता–अंत:स्रावी ग्रंथियाँ

मानवों के एक दर्जन से भी अधिक ऊतक एवं अंग हैं जो हॉर्मोन उत्पन्न करते हैं। इनमें से अधिकांश को चित्र 17.9 में दिखाया गया है। इनको दो श्रेणियों में बाँटा गया है।

(क) **सिर्फ (मात्र) अंत: स्रावी :** पीयूष, अवटु (थायरॉयड), परावटु (पैराथायरॉयड), थायमस और अधिवृक्क (ऐड्रीनल)।

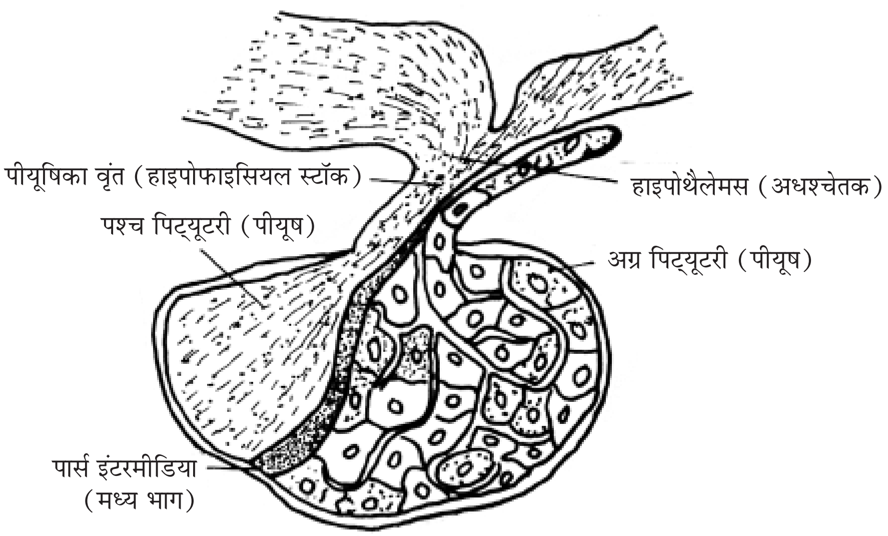
(ख) **अंशतः अंतः स्रावी :** अग्न्याशय, जठर और ग्रहणी, उपकला (एपिथीलियम), जनद (गोनड) (पुरुषों में वृषण और स्त्रियों में अंडाशय) और स्त्रियों में अपरा (पलैसेंटी)।



चित्र 17.9 मानव शरीर की प्रमुख अंतः स्रावी ग्रंथियों की स्थिति।

1. पीयूष–एक मास्टर ग्रंथि (Pituitary gland)

पीयूष ग्रंथि जिसे पीयूषिका (हाइपोफिसिस) भी कहते हैं (चित्र 17.9) : एक छोटे-से बर्हिवेशन (लगभग मटर के दाने के बराबर) होता है जो मध्य मस्तिष्क के आधार पर से



चित्र 17.10 पीयूष ग्रंथि

लटका हुआ होता है। यह पीयूष वृंत के जरिए मस्तिष्क के अधश्चेतक (अध: + चेतक) (हाइपोथैलैमस) से जुड़ा हुआ होता है। हाइपोथैलैमस, हालांकि मस्तिष्क का ही एक भाग होता है, कुछ अन्य हॉर्मोनों का भी स्राव करता है।

पीयूष ग्रंथि अन्य अधिकतर अंत:स्रावी ग्रंथियों का नियंत्रण करती है। इसमें दो स्पष्ट भाग होते हैं: अग्र पीयूष और पश्च पीयूष । इन दोनों भागों से उत्पन्न होने वाले विभिन्न हार्मोनों और उनकी क्रियाओं का तालिका 17.2 में सूचीब) किया गया है।

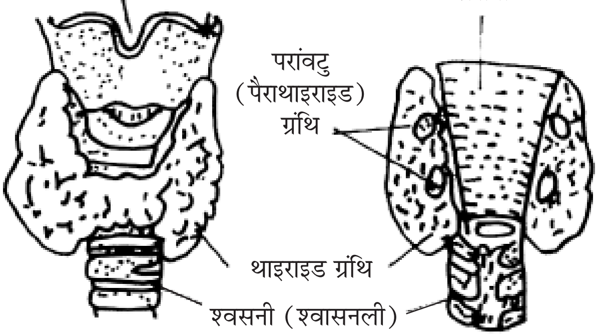
तालिका 17.2 पीयूष ग्रंथि के हॉर्मोन और उनकी क्रिया; इन हॉर्मोनों के अतिस्रवण और अल्पस्रवण से होने वाली अपसामान्यताएँ

स्रोत	हॉर्मोन	क्रिया और उत्पन्न होने वाली अपसामान्यताएँ
पीयूष की अग्र पालि	वृद्धि-हॉर्मोन (GH), जिसे सोमैटोट्रॉफिक हार्मोन (STH) भी कहते हैं।	संपूर्ण शरीर की, विशेष रूप से कंकाल की वृद्धि को बढ़ावा देता है। बचपन में इसके कम मात्रा में स्रवण से बच्चा बौना (dwarfism–बौनापन, वामनता) रह सकता है; इसके अधिक मात्रा में स्रवण में वयस्क में भीमकायताए अतिकायता, (acromegaly) उत्पन्न कर सकता है।
	ट्रॉफिक हॉर्मोन (जो अन्य अंत:स्रावी ग्रंथियों को उद्दीपित करते हैं)	1. थायरॉयड-उद्दीपक हॉर्मोन (TSH) जो थायरॉयड ग्रंथि को उद्दीपित करता है। 2. ऐड्रीनोकॉर्ट्रिकोट्रॉफिक हॉर्मोन (ACTH) जो अधिवृक्क (ऐड्रीनल) वल्कुट को उद्दीपित करता है।
	जनदप्रभावी (गोनेडोट्रॉफिक) हॉर्मोन	3. पुटक (फॉलिकिल) उद्दीपक हॉर्मोन (FSH) जो स्त्रियों में अंड-निर्माण और पुरुषों में शुक्राणु निर्माण का उद्दीपन करता है। 4. पीतपिंडीकर (ल्यूटिनकारी) हॉर्मोन (LH) जो अंडोत्सर्ग को और कॉर्पस ल्युटियम के निर्माण को उद्दीपित करता है और यह हॉर्मोन मादा हार्मोन प्रोजेस्टेरॉन उत्पन्न करता है; LH वृषण को उद्दीपित करता है जो नर हार्मोन टेस्टेरॉन उत्पन्न करता है। 5. प्रोलैक्टिन हॉर्मोन दुग्ध-उत्पादन को उद्दीपित करता है।
पीयूष की पश्चपालि	ऐंटीडायूरेटिक हॉर्मोन (ADH) अथवा वेसोप्रेसिन	वृक्क की नलिकाओं द्वारा पानी के अवशोषण को बढ़ा देता है (परासरण नियमन)। इस हॉर्मोन की कमी के कारण उदकमेह (उदक = पानी + मेह = मूत्र) (डायबिटीज इनसिपीडिस) नामक रोग हो सकता है।
	ऑक्सीटोसिन	बच्चे के जन्म के समय गर्भाशय के संकुचनों का उद्दीपन करता है।

टिप्पणी

थायरॉयड (Thyroid)

थायरॉयड द्विपालिक (दो पालिन्युक्त) संरचना है जो गर्दन के सामने वाले क्षेत्र में स्थित होती है (चित्र 17.10)। इसमें दो हॉर्मोनों का स्राव होता है : थायरॉक्सिन और कैल्सिटोनिन।



चित्र 17.11 अवटु (थॉयरॉयड) ग्रंथि

थायरॉक्सिन (Thyroxine) आधारी उपापचय अर्थात् कोशिकीय ऑक्सीजनन का नियमन करता है जिसके कारण ऊष्मा उत्पन्न होती हैं। यह वृद्धि और परिवर्धन, अस्थियों के अस्थीभवन, शरीर के तापक्रम, मानसिक विकास आदि का नियंत्रण करता है।

थायरॉक्सिन के अल्प स्रवण (हाइपोथायरॉयडिज़्म) से तीन विकार उत्पन्न हो जाते हैं–

- सरल गलगंड–थायरॉयड का विवर्धन जो गर्दन में एक सूजन के रूप में दिखाई देता है। यह विकार भोजन में आयोडीन की कमी के कारण उत्पन्न होता है, क्योंकि थॉयरॉयड के हॉर्मोनों के उत्पादन के लिए आयोडीन की आवश्यकता होती है।
- अवटुवामनता (cretinism = क्रेटीनता) शरीर की वृद्धि बहुत कम (वामनता) और मंद बुद्धि (मानसिक मंदता)।
- मिक्सीडेमा (Myxoedema) –चेहरे और हाथों पर सूजन आ जाना। ऐसा व्यक्ति सामान्य रूप से आलसी हो जाता है।

थायरॉक्सिन का अतिस्रवण : (हाइपरथॉयरॉयडिज़्म) के कारण एक्सोफ्थैल्मिक (बाहर की तरफ निकले हुए नेत्र) गलगंड हो जाता है। इस विकार के कारण उपापचयी दर बढ़ जाती है। हृदय-स्पंद तीव्र हो जाता है, दम फूलने लगता है, साँस हल्की पड़ जाती है, आँखें बाहर की तरफ निकल आती है और गर्दन में गलगंड बन जाता है।

कैल्सिटोनिन : यह रुधिर के कैल्सियम और फॉस्फेट के स्तरों का नियमन करता है। यदि रुधिर में कैल्शियम का स्तर अधिक है तो अधिक मात्रा में कैल्सिटोनिन का स्राव किया जाता है और तब कैल्शियम रुधिर में से निकलकर अस्थियों में चला जाता है और उन्हें अपेक्षाकृत कठोर बना देता है। रुधिर में विपरीत दशा में अर्थात् कैल्शियम स्तर के निम्न होने पर अस्थियाँ मुलायम पड़ जाती हैं।

3. परावटु (पैराथॉयरॉयड) (Parathyroid)

ये दो जोड़ी छोटी-छोटी ग्रंथियाँ होती हैं जो थॉयरॉयड ग्रंथि में पूर्णत: अथवा अंशत: अंत:स्थापित होती हैं। इनका हॉर्मोन यानि पैराथोर्मोन अस्थियों में से कैल्शियम के मोचन को उद्दीपित करके रुधिर में कैल्शियम के स्तर को बढ़ा देता है।

4. थाइमस (Thymus)

यह ग्रंथि गर्दन के आधार पर स्थित होती है। यह कुछ हॉर्मोनों को उत्पन्न करती है जो T-लसीकाणुओं के परिपक्वन से संबंधित होते हैं। यौवना रंभ के बाद यह अपुष्टि (एंट्राफी) यानी शोष होने लगता है।

5. अधिवृक्क (ऐड्रीनल) ग्रंथियाँ (Adrenal glands)

ऐड्रीनल एक जोड़ी ग्रंथियाँ होती हैं जो प्रत्येक वृक्क के ऊपर टोपियों के रूप में स्थित होती हैं। प्रत्येक ऐड्रीनल ग्रंथि दो भागों से बनी होती है : एक केन्द्रीय मध्यांश भाग और दूसरा परिधीय वल्कुट भाग।

ऐड्रीनल मध्यांश ऐड्रीनेलिन उत्पन्न करता है जो :

- हृदय-स्पंद को बढ़ा देता है जिसके साथ ही साथ रुधिरदाब में बढ़ जाती है।
- पेशियों के रुधिर-संभरण को तो बढ़ा देता है, जबकि अंतरांगों के रुधिर-संभरण को कम कर देता है।
- यकृत से अधिक शर्करा का निर्मुक्त करके रुधिर में पहुँचा देता है।

ऐड्रीनेल वल्कुट द्वारा स्रावित हॉर्मोन दो श्रेणियों के अंतर्गत आते हैं : ग्लूकोकोर्टिकॉयड और मिनेरलोकॉर्टिकॉयड।

(क) ग्लूकोकॉर्टिकॉयड, उदाहरण के लिए **कोर्टिसोन**

- तनाव की स्थिति में यह हॉर्मोन ऐमीनो अम्लों के डिऐमीनन (विऐमीनीकरण) के साथ-साथ यकृत की क्रिया के जरिए रुधिर में ग्लूकोज के स्तर को बढ़ा देता है। भुखमरी और लंबी अवधि तक चले उपवास के दौरान आवश्यक ग्लूकोस अंशत: इसी हॉर्मोन द्वारा उपलब्ध होता है।
- अत्यधिक गर्मी या सर्दी में, जलने पर, या संक्रमण होने पर तनाव की परिस्थितियों में यह हॉर्मोन शरीर को अनुकूलित बनाता है।
- कुछेक वल्कुटी हॉर्मोन सेक्स हॉर्मोनों की भांति कार्य करते हैं :
  - अल्पवयस्क बच्चे में ऐड्रीनल-वल्कुट की अतिवृद्धि के कारण कालपूर्व लैंगिक परिपक्वता आ जाती है।
  - वयस्थ (परिपक्व) (जवान) स्त्रियों में अधिवृक्क (ऐड्रीनल) वल्कुट की अतिवृद्धि के कारण नर लक्षण विकसित हो जाते हैं जैसे कि दाढ़ी आ जाना और भारी आवाज।
  - वयस्कों (परिपक्व पुरुषों) में ऐड्रीनल वल्कुट भी अतिवृद्धि के कारण कुछेक मादा-लक्षण विकसित हो जाते हैं, जैसे-स्तनों का बढ़ जाना।

(ख) मिनेरलोकॉर्टिकॉयड : उदाहरण के लिए ऐल्डोस्टेरॉन :

इस हॉर्मोन का संबंध शरीर में जल को बनाए रखने से है। यह हार्मोन वृक्कों में सोडियम और क्लोराइड आयनों के पुन: अवशोषण का बढ़ा देता है। रुधिर आयतन और रूधिर दाब बढ़ाने में ऐल्डोस्टोरॉन की भूमिका का अध्ययन पाठ 14 (14.3.6) में कीजिए।

6. अग्न्याशय (Pancreas)

अग्न्याशय अंत:स्रावी ग्रंथि के साथ-ही-साथ बहि:स्रावी ग्रंथि भी हैं। इसमें कोशिकाओं के विशिष्ट समूह होते हैं जिन्हें **लैंगरहेन्स के द्वीप** कहते हैं, जिसमें तीन प्रकार की कोशिकाएँ होती हैं–**ऐल्फा कोशिकाएँ** (α-cells) जो ग्लूकैगॉन उत्पन्न करती हैं, **बीटा कोशिकाएँ** (β-cells)जो इंसुलिन उत्पन्न करती हैं और **गामा कोशिकाएँ** (γ-cells) जो सोमैटोस्टेटिन उत्पन्न करती हैं।

(i) **ग्लूकैगॉन :** यह यकृत में ग्लाइकोजन के ग्लूकोस में विघटन को उद्दीपित करता है जिससे रुधिर में शर्करा का स्तर बढ़ जाता है।

(ii) **इन्सुलिन :** यह दो प्रमुख कार्य करता है :

- यह शरीर की कोशिकाओं द्वारा ग्लूकोस के उपयोग को बढ़ावा देता है।
- यह रुधिर में अतिरिक्त ग्लूकोज को यकृत के भीतर ग्लाइकोजन के रूप में निक्षेपण को उद्दीपित करता है।

ग्लूकैगॉन और इन्सूलिन का प्रकार्य एक दूसरे के विपरीत होते हैं।

इन्सुलिन के स्रावित न होने पर अथवा अल्प मात्रा में स्रावित होने पर **डायबीटीज मेलिटस** (मधुमेह) नामक रोग हो जाता है (अतिग्लूकोसरक्तता-hperglycemia, जिसका अर्थ है रुधिर में सामान्य से अधिक शर्करा का होना)।

डायबिटीज से पीड़ित व्यक्ति :

- रुधिर में ग्लूकोस सामान्य मात्रा से अधिक होती है।
- अधिक मात्रा में शर्करा युक्त मूत्र त्यागता है।
- अधिक मूत्र त्यागने के साथ-साथ अधिक मात्रा में जल के बाहर निकल जाने से उसे ज्यादा प्यास लगती है
- वजन कम हो जाता है और वह कमजोर हो जाता हैं कुछ मामलों में वह अंधा भी हो सकता है।

इंसुलिन के अतिस्रवण के कारण अल्पग्लूकोसरक्तता-hypoglycemia अथवा रुधिर में शर्करा की कमी हो जाती हैं यदि रुधिर में शर्करा का स्तर बहुत कम हो जाता है तो व्यक्ति बेहोशी की अवस्था में भी आ सकता है।

(iii) **सोमैटोस्टेटिन** को वृद्धि-हॉर्मोन-संदमक हॉर्मोन (GHIH Growth Hormone-Inhibiting Hormone) भी कहते हैं क्योंकि इससे इसुंलिन और ग्लूकैगॉन के स्रवण का भी संदमन हो जाता है।

7. जनद (गोनड-Gonad) (जनन-ग्रंथियाँ : वृषण और अंडाशय)

वृषणों (Testes) जो पुरुषों में पाये जाते हैं, में दो प्रकार की कोशिकाएँ होती हैं : शुक्राणु उत्पन्न करने वाली जनन-कोशिकाएँ और हॉर्मोन उत्पन्न करने वाली अंतराली (interstitial)

कोशिकाएँ। अंतराली कोशिकाओं द्वारा उत्पन्न हॉर्मोनों को पुंजन (**ऐंड्रोजन**) कहते हैं और इनमें से सबसे सामान्य हॉर्मोन है **टेस्टोस्टेरॉन** का स्राव यौवनारंभ के समय होता है और तब वह नर लक्षणों के विकास को उद्दीपित करता है। इस दौरान शरीर में दो परिवर्तन आते हैं–एक तो चेहरे पर बाल आना और दूसरा आवाज का फट जाना व भारी होना।

अंडाशय (**Ovary**) जो स्त्रियों में पाए जाते हैं में दो प्रकार के हॉर्मोन उत्पन्न होते हैं–आईस्ट्रोजन और प्रोजेस्टेरॉन। ऐस्ट्रोजन का स्राव अंडाशय के पुटकों से होता है और वह वयस्क स्त्री में स्तनों के विकास एवं नितंबों पर वसा के निक्षेपण को उद्दीपित करता है। आईस्ट्रोजन निषेचित अंडे को धारण करने के लिए गर्भाशय की भित्ति को तैयार करता है।

प्रोजेस्टेरॉन का स्राव पीतक पिंड (कॉर्पस ल्यूटियम) (अंडाणु के निर्मोचन के बाद बचा हुआ पुटक) द्वारा होता है। यह हॉर्मोन गर्भावस्था के दौरान गर्भ को गर्भाशय में बने रहने के लिए तथा उसकी वृद्धि के लिए गर्भाशय की भित्ति में अंतिम परिवर्तन लाता है।

8. अपरा (Placenta)

गर्भवती स्त्री का अपरा कुछेक हॉर्मोन उत्पन्न करता है। इसमें से एक हॉर्मोन होता है मानव कोरिओनिक गोनैडोट्रोपिन (Human Chorionic Gonadotropin) (HCH), जो कॉर्पस ल्यूटियम की प्रोजेस्टेरॉन का लगातार स्राव करने की क्रिया को बनाए रखता है।

9. आमाशय और छोटी आंत से स्रावित होने वाले हॉर्मोन

(i) **गैस्ट्रिन** का स्राव आमाशय के पाइलोरिक सिरे की श्लेष्मा झिल्ली से होता है। जठर ग्रंथियों को जठर रस का स्राव करने के लिए उद्दीपित करता है।

(ii) **सेक्रेटिन** का स्राव ग्रहणी के अस्तर द्वारा होता है। यह अग्न्याशय के उत्पादन को उद्दीपित करता है, जबकि एक अन्य हॉर्मोन, **कॉलीसिस्टोकाइनिन**, पित्ताशय से पित्त के निर्मोचन को उद्दीपित करता है।

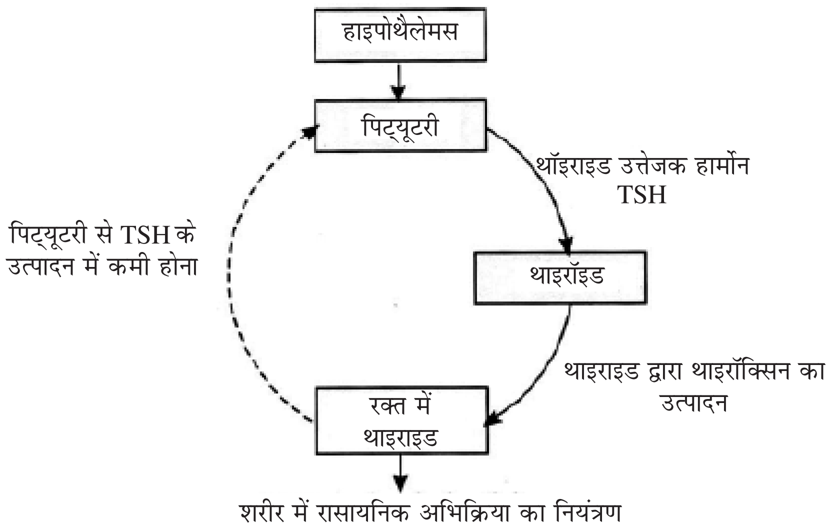
17.9 पुनर्भरण प्रणाली (हॉर्मोनों के स्रवण का नियंत्रण)

किसी अंत:स्रावी ग्रंथि द्वारा मोचन हॉर्मोन की मात्रा का निर्धारण इस बात पर निर्भर होता है कि किसी एक निर्दिष्ट समय पर शरीर में उस हॉर्मोन की कितनी आवश्यकता है। लक्ष्य ऊतक से निकलने वाला पदार्थ अपनी विशिष्ट अंत:स्रावी ग्रंथि पर प्रभाव डालता है। यह प्रभाव सकारात्मक (अधिक स्रवण करो) अथवा नकारात्मक ('स्रवण बंद अथवा कम करो') हो सकता है। इस कथन की व्याख्या थायरॉयड ग्रंथि का एक उदाहरण लेकर की जा सकती है।

थॉयरॉयड-सक्रियता की पुनर्भरण-प्रणाली (Feed back mechanism) (चित्र 17.11)

हाइपोथैलैमस एक हॉर्मोन TSH - RH (TSH अधश्चतेक मोचक हॉर्मोन) का स्राव करता है जो अग्र पीयूष ग्रंथि को TSH (थॉयरॉयड उद्दीपक हॉर्मोन) का स्राव करने का आदेश देता है। यह थायरॉयड को थायरॉक्सिन मोचन करने को उद्दीपित करता है। यह रुधिर में थॉयरॉक्सिन का स्तर बढ़ जाता है तो वह पीयूष ग्रंथि द्वारा TSH–मोचन को बंद करता है। यदि थॉयरॉक्सिन

का स्तर घट जाता है तो थाइरॉयड उद्दीपित हो जाता है और इसका स्रवण अधिक हो जाता है पुनर्भरण क्रियाविधि में सक्रियता की आरंभिक स्थिति में इसे सूचना प्राप्त होती है कि स्रवण जानी रखना है, या बढ़ाना है या कम करना अथवा बंद कर देना है।



चित्र 17.12 हॉर्मोन क्रिया में पुनर्भरण-प्रणाली
(सतत रेखा = उद्दीपन; टूटी रेखा = संदमन)

17.10 हॉर्मोनी और तंत्रिकीय समन्वय की तुलना

तालिका 17.2 में इन दोनों प्रकार की नियंत्रणकारी और नियमनकारी प्रणालियों के बीच कुछेक प्रमुख विभेदों को सूचीबद्ध किया है।

तालिका 17.2 हॉर्मोनी और तंत्रिकीय नियंत्रण में अंतर

गुण	हॉर्मोनी नियंत्रण	तंत्रिकीय नियंत्रण
1. सिग्नल का स्वरूप	सभी हॉर्मोन रासायनिक सिग्नल देते हैं।	तंत्रिका-आवेग विद्युत्-सिग्नल होते हैं। रासायनिक सिग्नल सिनैप्स पर होते हैं।
2. सिग्नल की स्पीड	मंद	तीव्र, 0.7 मीटर प्रति सेकंड और 120 मीटर प्रति सेकंड के बीच।
3. शरीर में प्रभाव	सामान्य प्रभाव। हॉर्मोन शरीर के अनेक अलग-अलग भागों को प्रभावित कर सकते हैं।	स्थानीकृत प्रभाव–केवल किसी विशिष्ट पेशी अथवा ग्रंथि पर प्रभाव पड़ता है।
4. वृद्धि पर प्रभाव	वृद्धि को प्रभावित कर सकता है।	वृद्धि पर कोई प्रभाव नहीं।

5. रूपांतरण की क्षमता	पूर्व अनुभव से सीखने के बाद रूपांतरण नहीं हो सकता।	पूर्व अनुभव से सीखने के बाद रूपांतरण संभव।
6. प्रभाव की अवधि	थोड़ी देर तक (अल्पकालिक) अथवा दीर्घकालिक	केवल थोड़ी देर तक

17.11 फेरोमोन (Pheromone) : सामाजिक स्तर पर रासायनिक दूत

फेरोमोन एक व्यष्टि द्वारा पर्यावरण में छोड़े जाने वाले वे स्राव होते हैं जो उसी स्पीशीज़ के अन्य सदस्यों में एक विशिष्ट प्रकार की अनुक्रिया पैदा कर देते हैं। फेरोमोनों के कुछ उदाहरण इस प्रकार हैं :

- सामान्य चींटियाँ फर्श पर अथवा दीवार पर एक अनजाने रास्ते पर पदचिह्न बनाती हुई चलती हैं। यह मार्ग उनके शरीर से निकले स्रावों द्वारा बनता जाता है। इससे उन्हें अपने एक-दूसरे के पीछे-पीछे गन्तव्य स्थान तक पहुँचने में और वापस अपने बांबी तक ठीक-ठीक पहुँचने में भी मदद मिलती है।
- विछुब्ध होने पर, मधुमक्खियां अपने शरीर के पिछले भाग पर स्थित डंक और मुँह के भीतर स्थित चिबुकर्रास्थ (मैंडिबल) से एक ऐलार्म फेरोमोन निकालती है। इससे छत्ते की अन्य मधुमक्खियाँ हमले के लिए सचेत हो जाती हैं।
- एक विशेष शलभ की मादाएँ एक प्रकार का सेंट (गंध) निकालती हैं जो 3-4 किलोमीटर दूर से भी नर को आकर्षित कर सकता है।
- मादा चुहिया के एक झुंड में एक नर चूहे को प्रवेश करा देने पर मदचक्र (oestrus cycle) (अंडाशय के भीतर अंडों का परिवर्तन और अंडोत्सर्ग का चक्र) कम हो जाता है।
- एक भिन्न विभेद (strain) के अनजान चूहे को प्रवेश करा देने पर हाल ही में हुई गर्भवती मादाएँ गर्भपात करा देती हैं। अनजान चूहे के फेरोमेन का स्रोत उसके मूत्र में होता है।

पाठगत प्रश्न 17.6

1. निम्नलिखित के नाम बताइए :

   (i) गर्दन का वह अंग जिसके समीप में थायरॉयड ग्रंथि स्थित होती है।

   ....

   (ii) थॉइरॉक्सिन के अतिस्रवण से उत्पन्न स्थिति।

   ....

(iii) खतरों का सामना करने के लिए व्यक्ति की तैयारी करने वाला हार्मोन।

....

(iv) मूत्र में अधिक ग्लूकोस निकाले जाने की स्थिति।

....

(iv) ADH स्रावित करने वाली स्रोत ग्रंथि।

....

(v) फेरोमोन क्या होते हैं?

....

आपने क्या सीखा?

- किसी जीव के शरीर के भीतर होने वाले विभिन्न क्रिया-कलाप का समन्वय दो तंत्रों द्वारा होता है–तंत्रिका तंत्र और अंतःस्रावी तंत्र।
- तंत्रिका तंत्र में एक केन्द्रीय तंत्रिका तंत्र (मस्तिष्क और मेरुरज्जु) परिधीय तंत्रिका तंत्र (कपाल और मेरु तंत्रिकाएँ) और स्वायत्त तंत्रिका तंत्र से बना होता है।
- स्वायत्त तंत्रिका तंत्र में गुच्छिकाओं की श्रृंखला की एक जोड़ी होती है जो मेरुरज्जु के पार्श्व में स्थित होती है। प्रमुखतः इस तंत्र का संबंध अंतरांगों के सामान्य कार्यों से होता है।
- प्रमस्तिष्क मस्तिष्क का सबसे बड़ा भाग होता है और यही भाग बुद्धि का केन्द्र भी होता है।
- अनुमस्तिष्क संतुलन का अंग होता है।
- मेडुला ऑब्लांगेटा साँस लेने तथा हृद्-स्पंद का नियंत्रण करता है।
- मेरुरज्जु सरल प्रतिवर्ती क्रियाओं का केन्द्र होती है।
- नेत्र की संवेदी परत दृष्टिपटल (रेटिना) कहलाती है जो शलाकाओं (कम प्रकाश के प्रति संवेदी) और शंकुओं (तीव्र प्रकाश के प्रति तथा रंगीन दृष्टि के लिए संवेदी) से बनी होती है।
- आंतरिक कान दो कार्य करते हैं–एक तो कर्णावर्त्त द्वारा ध्वनि-बोध और दूसरे अर्धचंद्राकार नालों, दृति (यूट्रिकुलस) और गोणिका (सैकुलस) द्वारा शरीर के संतुलन में गड़बड़ी का बोध।
- नाक, वायु द्वारा लाए जाने वाले रसायनों से होने वाले रासायनिक उद्दीपनों का अनुभव करती है, और जिह्वा उनके साथ सीधे संपर्क करके अनुभव करती है।
- त्वचा पर स्पर्श, पीड़ा, ताप, ठंड आदि की ग्राही कोशिकाएँ मौजूद होती हैं।

- रासायनिक समन्वय वाहिनीहीन ग्रंथियों द्वारा उत्पन्न हॉर्मोनों के जरिए होता है। ये हॉर्मोन रुधिर द्वारा लाए ले जाए जाते हैं तथा लक्ष्य कोशिकाओं अथवा अपने स्रोत से दूर स्थित अंगों पर किया करते हैं।
- तंत्रिका तंत्र और अंत:स्रावी तंत्र के बीच एक घनिष्ट संबंध होता है। इस संबंध की जानकारी पीयूष ग्रंथि और मस्तिष्क के अधश्चेतक (हाइपोथैलेमस) के बीच होने वाली प्रक्रिया से स्पष्ट हो जाती है।
- हमारी अंत:स्रावी ग्रंथियों में ये शामिल हैं–पीयूष ग्रंथि, अवटु (थॉयरॉयड) ग्रंथि, परावटु (पैराथायरॉयड) ग्रंथि, थाइमस ग्रंथि, जनद (ऐड्रीनल) ग्रंथि, अग्न्याशय, गोनड और अपरा।
- पीयूष ग्रंथि सर्वथा अन्य सभी अंत:स्रावी ग्रंथियों के क्रिया-कलाप का नियंत्रण और नियमन करती है।
- हॉर्मोनों के अल्पस्रवण और अतिस्रवण दोनों में ही दुष्प्रभाव होते हैं।
- हमारे रुधिर में हॉर्मोनों के स्तर का नियंत्रण सामान्यत: पुनर्भरण-प्रणाली द्वारा होता है।
- फेरोमोन बाहरी स्राव होते हैं जो उसी प्रजाति (स्पीशीज़) के अन्य व्यष्टियों में अनुक्रिया उत्पन्न करते हैं।

पाठांत प्रश्न

1. तंत्रिका तंत्र के दो भागों के नाम बताइए।
2. धूसर द्रव्य क्या होता है।
3. उस रसायन का नाम बताइए जो अंतर्ग्रथन (सिनैप्स) के पार तंत्रिका-आवेग के संचारण में सहायक होता है।
4. संवेदी तंत्रिकाओं के दो उदाहरण बताइए।
5. रेटिना के क्रमश: उन स्थलों के नाम बताइए जहाँ सबसे अच्छा दिखाई देता है और जहाँ कुछ भी दिखाई नहीं देता।
6. कान में यूस्टैकी नली की क्या भूमिका होती है?
7. उस हॉर्मोन का तथा उसकी स्रोत ग्रंथि का नाम बताइए जिसकी कमी होने पर उदकमोह (डयाबीटीज इन्सीपीडस) हो जाता है।
8. फेरोमोन क्या होते हैं?
9. उस घटना का नाम बताइए जो तंत्रिका रेशे के उद्दीपित होने के तुरंत बाद घटती है, और उसकी व्याख्या भी कीजिए।
10. क्या अंत:स्रावी ग्रंथियाँ और वाहिनीहीन ग्रंथियाँ एक ही होती हैं? इनका कोई एक उदाहरण लिखिए।
11. मानवों में प्रानुकूली प्रतिवर्त के किसी एक उदाहरण का वर्णन कीजिए।

12. मेडुला ऑब्लॉगेटा के कार्यों की सूची बताइए।
13. अनुकंपी और पराअनुकंपी तंत्रिका-तंत्रों के बीच अंतर बताइए।
14. इंसुलिन के दो प्रमुख कार्य क्या हैं?
15. निम्नलिखित शब्दों की व्याख्या कीजिए–(i) अंतर्ग्रथन (सिनैप्स), (ii) उद्दीपन, (iii) आवेग।
16. मध्य कान के भीतर अस्थियों की व्यवस्था को दर्शाने वाला एक आरेख बनाइए।
17. निम्नलिखित पर संक्षिप्त टिप्पणियाँ लिखिए :
    (i) मायोपिया (निकटदृष्टिता)
    (ii) स्वाद मुकुलें
    (iii) नेत्र-समंजन
18. बताइए कि किस प्रकार अनुकंपी और पराअनुकंपी तंत्रिका-तंत्र निम्नलिखित पर अलग-अलग प्रकार से क्रिया करते हैं :

(i) नेत्र की पुतली (pupil) और (ii) मूत्राशय

19. मेरुरज्जु की अनुप्रस्थ काट का और उससे संबंधित सरल प्रतिवर्त के तंत्रिकीय परिपथ का एक चिह्नित आरेख बनाइए।
20. हमारे नेत्रों में पक्ष्माभी पेशियों की भूमिका की व्याख्या कीजिए।
21. थाइरॉक्सिन स्राव का उदाहरण देते हुए बताइए कि पुनःर्भरण प्रणाली का क्या अर्थ है?

पाठगत प्रश्नों के उत्तर

17.1

1. चित्र 17.1 पृष्ठ 337
2. (क) अधिग्रसनी गुच्छिका

   (ख) अधोग्रसनी गुच्छिका
3. ऊदर तंत्रिका रज्जु
4. प्रमस्तिष्क, अनुमस्तिष्क, मेडुला ऑब्लॉगेटा, थैलैमस और हाइपोथैलैमस।
5. (i) प्रमस्तिष्क–बुद्धि, सोच, तर्क, याददाश्त (स्मरण)

   (ii) अनुमस्तिष्क–संतुलन, पेशी-समन्वय

   (iii) मेडुला ऑब्लॉगेटा–अनैच्छिक क्रियाएँ

   (iv) अधश्चेतक (हाइपोथैलैमस)–समस्थापन
6. धूसर द्रव्य–न्यूरॉन की कोशिका-कायों/पिंडों का बना होता है

   श्वेत द्रव्य–ऐक्सॉन रेशों का बना होता है
7. सेरीब्रोस्पाइनल तरल (प्रमस्तिस्क मेरू तरल)

17.2 1. अनुकंपी तंत्रिका-तंत्र और परानुकंपी तंत्रिका-तंत्र

2. (i) परानुकंपी तंत्रिका-तंत्र

(ii) परानुकंपी तंत्रिका-तंत्र

(iii) अनुकंपी तंत्रिका-तंत्र

(iv) परानुकंपी तंत्रिका-तंत्र

(v) परानुकंपी तंत्रिका-तंत्र

3. क्योंकि यह शरीर की परिधि (सतह) को जोड़ता है।

4. संवेदी = अभिवाही, प्रेरक = अपवाही

17.3 1. (i) सरल, (ii) प्रानुकूली, (iii) प्रानुकूली,

(iv) सरल, (v) प्रानुकूली

17.4 1. (i) पुतली को संकुंचित करता है और विस्फारित करता है।

(ii) निकट दृष्टि/संकुचित करके लेंस को मोटा बना देने में मदद करता है।

(iii) नेत्र के भीतर आने वाली प्रकाश की मात्रा का नियंत्रण करता है।

(iv) नेत्र-गोलक की आकृति को बनाए रखता है और पुतली को सुरक्षा प्रदान करता है।

2. (i) पीत बिंदु, (ii) अवतल लेंस,

(iii) मोतियाबिंद, (iv) समंजन

17.5 1. (i) प्रघाण, (ii) कर्णावृत

2. (i) कर्ण कुहर, (ii) स्थैतिक संतुलन,

(iii) स्पर्श/दाब/गर्माहट/ठंडक

17.6 1. (i) कंठ, (ii) क्रेटिनता, (iii) ऐड्रीनलिन,

(iv) मधुमेह, (v) पश्च पीयूष ग्रंथि।

2. फेरोमोन एक व्यष्टि द्वारा स्रावित एक रसायन होता है जो पर्यावरण में छोड़ दिया जाता है और जो उसी प्रजाति (स्पीशीज) के अन्य सदस्यों में एक अनुक्रिया उत्पन्न कर देता है।