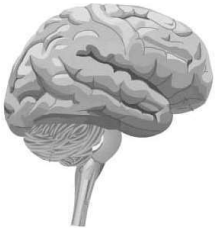
अध्याय–8

जैविक प्रक्रियाएँः नियंत्रण एवं समन्वय

(Life Processes: Control and Coordination)



आपने सजीवों में होने वाली विभिन्न जैविक प्रक्रियाओं के बारे में पढ़ा है। आइए, ऐसी ही कुछ प्रक्रियाओं पर विचार करते हैं।

खाना निगलते समय हमारी साँस पल भर के लिए रुक जाती है। हमारे शरीर में भोजन के पाचन की क्रिया के दौरान आहार नाल के अलग–अलग भागों में अलग–अलग पदार्थों का स्राव या अवशोषण होता रहता है। कभी कोई वस्तु अचानक आँखों के सामने आने से पलकें अपने आप बन्द हो जाती हैं।

इसी प्रकार पौधों की बातें करें तो छुईमुई पौधे की पत्तियाँ छूने से बंद हो जाती हैं। प्रकाश संश्लेषण के दौरान सामान्यतः पौधों में रंध्र खुले रहते हैं। ऐसी कई प्रक्रियाएँ निरंतर चलती रहती हैं।

सभी जीवों में, प्रक्रियाएँ स्वतः चल रही हों या एक प्रक्रिया के चलते रहने से दूसरे का बंद होना हो, सूचनाओं का आवागमन होता रहता है। इनके लिए जीवों के शरीर में कुछ व्यवस्थाएँ होती हैं जिससे किसी निश्चित समय में क्रियाएँ सम्पन्न होती हैं। आइए, इन व्यवस्थाओं का अध्ययन करते हैं।

मनुष्य में मुख्य रूप से तंत्रिकाओं और कुछ विशेष रसायन द्वारा सूचनाओं का संचार होता है।

8.1 मनुष्य में सूचनाओं का संचार एवं व्यवस्था

आइए, हमारे शरीर में सूचनाओं के संचार के बारे में अध्ययन करने के लिए एक क्रियाकलाप करें।

क्रियाकलाप–1

लगभग 1/2 मीटर लम्बी स्केल या लकड़ी की छड़ी लें। अब चित्र के अनुसार अपनी अंगुलियों को रखें। अपने साथी से कहें कि छड़ी का ऊपरी छोर इस प्रकार पकड़े कि उसका निचला छोर आपकी अंगुलियों के बीच रहे ताकि जब आपका साथी छड़ी को छोड़े तब आप तुरंत पकड़ सकें। अपने साथी को कहें कि छड़ी को छोड़ने से ठीक पहले वह आप को बताए। यह ध्यान रखें कि छड़ी और आपकी अंगुलियों के बीच थोड़ा अंतर रहे। अब आपका साथी जैसे ही आपको छड़ी पकड़ने के लिए कहे और उसे छोड़े, आप तुरंत पकड़ने की कोशिश करें।

चित्र–1 : सूचना और प्रतिक्रिया में अन्तराल

- क्या आप छड़ी के निचले छोर को (जो आप की अंगुलियों के बीच था) पकड़ पाए?
- यदि नहीं तो ऐसा क्यों हुआ होगा?

- आपको कैसे पता चला कि छड़ी गिरने वाली थी?
- छड़ी को पकड़ने में शरीर का कौन सा अंग शामिल था?
- इस अंग के अलावा इस प्रक्रिया में शरीर के और कौन–कौन से अंगों की भूमिका रही होगी? सोचकर लिखिए।

8.1.1 सूचनाओं के संचार से सम्बधित अंगों के बारे में हमें कैसे पता चला?

क्रियाकलाप 1 में हाथ, आँख, कान जैसे अंगों के अलावा मस्तिष्क, मेरुरज्जु एवं तंत्रिकाओं की भी भूमिका है। इन अंगों और उनके कार्यों के बारे में हजारों सालों से अध्ययन हो रहा है।

हमारे देश में ''सुश्रुत'' नामक चिकित्सक ने लगभग 3000 साल पहले शरीर के कार्यों के नियंत्रण में मस्तिष्क की भूमिका को अहम माना था। उनके इलाज की प्रक्रिया में मस्तिष्क के दर्द निवारण से लेकर संवेदनहीन अंगों को यथास्थिति में लाना भी शामिल था। आज भी आयुर्वेद में संवेदी अंग और उनसे जुड़े इलाज में सुश्रुत के तरीकों को अपनाया जाता है। सुश्रुत के लगभग 500 साल बाद ग्रीस के चिकित्सकों ने संवेदनाओं के आवागमन में मस्तिष्क के साथ–साथ मेरुरज्जु और तंत्रिकाओं की भूमिका को भी अत्यंत महत्वपूर्ण माना। उस समय तंत्रिकाओं के बारे में यह समझा जाता था कि ये मस्तिष्क से निकलने वाली संरचनाएँ हैं जो शरीर में संवेदनाओं को ग्रहण करने और शरीर को गति प्रदान करने का कार्य करती हैं।

उन्हीं दिनों एक जाने माने ग्रीक चिकित्सक 'गैलन' एक मरीज का इलाज कर रहे थे। उन्होंने देखा कि गले के पास चोट लगने से उस मरीज़ के हाथ की संवेदनाएँ खत्म हो गई थी किन्तु उसके उस हाथ में कार्य करने की सामान्य क्षमता थी। इस अवलोकन के आधार पर गैलन का मानना था कि सूचनाओं के आवागमन के दो मार्ग होते हैं –एक संवेदनाओं के लिए और दूसरा प्रतिक्रियाओं के लिए। गैलन का यह भी मानना था कि हमारे शरीर में संवेदनाओं और प्रतिक्रियाओं का नियंत्रण मस्तिष्क द्वारा होता है। इसमें मे़रुरज्जु सहायक होती है और यह सूचनाओं के आवागमन का माध्यम होती है।

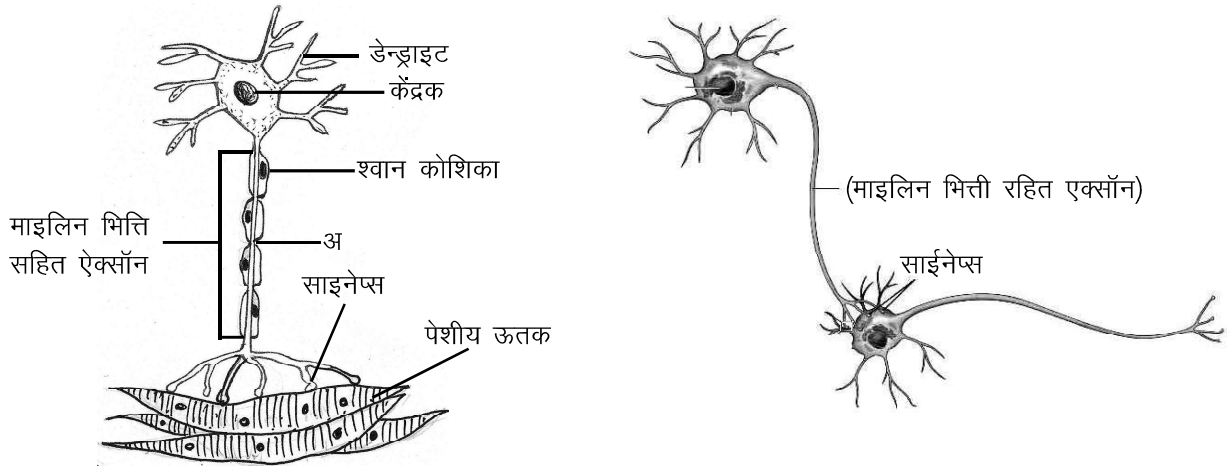
सोलहवीं और सत्रहवीं शताब्दी में किए गए शोध कार्यों से पता चला कि शरीर में होने वाली क्रियाओं का नियंत्रण सिर्फ मस्तिष्क से ही नहीं मेरुरज्जु से भी होता है। मस्तिष्क न होने पर भी शरीर की माँसपेशियों में संवेदनशीलता व गतिशीलता कुछ समय के लिए दिखायी देती है।

आगे चलकर कोशिकाओं के बारे में हुए शोध से मस्तिष्क और मेरुरज्जु में तंत्रिका कोशिकाओं की व्यवस्था, उनकी संरचना और कार्य के बारे में पता चला। कोशिका सिद्धांत प्रतिपादित करने वाले वैज्ञानिकों में से श्वॉन और गॉल्जीकाय की खोज करने वाले केमिलो गॉल्जी ने तंत्रिका कोशिकाओं का भी अध्ययन किया था। तंत्रिका कोशिकाओं में ही गॉल्जीकाय पहली बार देखा गया था।

कक्षा–9 में तंत्रिका कोशिकाओं और उनसे बनी जालनुमा संरचना या तंत्रिका ऊतक का चित्र दिया गया है। आइए, तंत्रिका कोशिका की संरचना और उसकी कार्यप्रणाली को समझने का प्रयास करें।

श्वॉन का अवलोकन था कि संवेदनाओं का वहन करने वाली तंत्रिकाओं पर वसीय कोशिकाओं की परत पायी जाती है। इस अवलोकन के लगभग दो दशक बाद तंत्रिका कोशिकाओं का विवरण प्रस्तुत किया गया था। मगर यह विवरण बहुत समय तक सर्वमान्य नहीं हो पाया क्योंकि इन कोशिकाओं का अवलोकन वैज्ञानिकों के लिए अत्यधिक चुनौतिपूर्ण रहा। एक तरफ तो यह जालनुमा संरचनाओं के रूप में दिखाई देती हैं और दूसरा इनको पेशीय ऊतकों से अलग करके देख पाना कठिन है।

8.1.2 तंत्रिका कोशिका की सरंचना (Structure of Nerve cell)



चित्र–2 : तंत्रिका कोशिका– (अ) माइलिन भित्ती सहित एक्सॉन (ब) माइलिन भित्ती रहित एक्सॉन

अभिरंजक तकनीक एवं सूक्ष्मदर्शी के विकास के बाद 1910 के दशक में इनकी संरचना का स्पष्ट अवलोकन किया गया और पूर्ववर्ती विवरण की पुष्टि की गई। तंत्रिकाओं की व्यवस्था और वृद्धि सम्बन्धी शोध 1930 के दशक में इलेक्ट्रॉन सूक्ष्मदर्शी के आविष्कार के बाद आगे बढ़ा। इनकी संरचना के स्पष्ट अवलोकन से यह पाया गया कि तंत्रिकाएँ विविध प्रकार की होती हैं और यह तंत्रिका कोशिकाओं के गुच्छे से बनी होती हैं। प्रत्येक तंत्रिका कोशिका में एक केन्द्रक और कई माइटोकॉण्ड्रिया हैं। इनमें अन्य कोशिकांग भी पाए जाते हैं।

तंत्रिका कोशिका की विशेषता यह है कि इनकी कोशिका झिल्ली और कोशिका द्रव्य का विस्तार अनेक शाखित संरचनाओं के रूप में होता है जिन्हें डेन्ड्राइट' (dendrite: branched tree like) कहते हैं। इनमें से कुछ लम्बी विस्तारित संरचनाओं को एक्सॉन (Axon: axis) कहा जाता है। यह शरीर के दूरस्थ भागों तक पहुँचती हैं। कुछ एक्सॉन में वसायुक्त भित्ति पायी जाती है जिसे 'माइलिन भित्ति' कहते हैं। वैज्ञानिक श्वॉन ने अपने अध्ययन में पाया कि माइलिन भित्ति, कोशिकाओं की बनी होती है इसलिए इन कोशिकाओं को श्वॉन कोशिका नाम दिया गया।

क्या आप जानते हैं?

तंत्रिकाओं के विवरण के लिए वैज्ञानिक केमिलो गॉल्जी और रेमन कजाल को 1906 में नोबेल पुरस्कार मिला। उनका विवरण 1850 के दशक में रॉबर्ट रिमाक द्वारा दिए गए विवरण जैसा ही था। उन दिनों रिमॉक का विवरण किसी ने नहीं माना था।

एक एक्सॉन पर माइलिन भित्ति कि कोशिकाएँ ऐसे लिपटी हुई होती हैं कि बीच–बीच में नियमित रूप से कुछ रिक्त स्थान रह जाते हैं। चित्र में इन्हें 'अ' से दर्शाया गया है। माइलिन भित्ति से सूचनाओं के संचार को गति, एक्सॉन को सहारा और सुरक्षा एवं कई एक्सॉन का गुच्छा बनने में सहायता मिलती है। मस्तिष्क व मेरुरज्जु से शुरु होने वाली तंत्रिका कोशिकाओं के एक्सॉन हमारे शरीर के अन्य भागों तक पहुँचते हैं। आपको यह जानकर आश्चर्य होगा कि कुछ एक्सॉन इतने लम्बे होते हैं कि वे हमारे मस्तिष्क या मेरुरज्जु से लेकर पैर की अंगुलियों के अन्तिम छोर तक फैले होते हैं अतः आपकी कुछ तंत्रिका कोशिकाएँ आपकी लम्बाई के बराबर हैं।

- ऐसे लम्बे एक्सॉन वाली तंत्रिका कोशिका का केन्द्रक वाला सिरा कहाँ होगा?
- मस्तिष्क या मेरुरज्जु की सुरक्षा के लिए हमारे शरीर में और कौन से अंग हैं?

तंत्रिकाओं के अलावा हमारे मस्तिष्क व मेरुरज्जु में रक्त की नलिकाएँ एवं तंत्रिकाओं को सुरक्षित रखने वाली कई अन्य कोशिकाएँ भी पाई जाती हैं। यह समस्त संरचनाएँ त्वचीय ऊतक से लिपटी हुई होती हैं। इन पर भी अस्थियों से बने कवच (खोपड़ी और रीढ़ की हड्डी के रूप में) से मस्तिष्क व मेरुरज्जु की तंत्रिकाएं सुरक्षित रहती है।

सूचनाएँ, तंत्रिकाओं तथा तंत्रिका एवं माँसपेशियों के बीच के सम्पर्क के स्थानों से होते हुए प्रसारित होती हैं। ऐसे संपर्क स्थानों को 'साइनेप्स' कहा जाता है। गौर करने की बात यह है कि साइनेप्स शब्द का अर्थ जुड़ा हुआ है पर वास्तव में दो तंत्रिकाओं या तंत्रिकाओं और पेशीय ऊतक में साइनेप्स एक अंतराल है। इससे सूचनाएँ कुछ रसायनों द्वारा प्रसारित होती हैं। अब तक प्राप्त जानकारी के अनुसार सूचनाओं का आवागमन रासायनिक और विद्युतीय संकेतों के रूप में होता है। तंत्रिकाओं एवं साइनेप्स से सूचना का प्रसार एक अत्यन्त जटिल प्रक्रिया है। इसके बारे में आज भी शोध हो रहे हैं।

8.1.3 संवेदी अंग और तंत्रिकाएँ (Sense organ and Nerves)

हम कई प्रकार की बाह्य और आंतरिक संवेदनाओं को महसूस कर पाते हैं जैसे ताप, ध्वनि, स्वाद, प्रकाश, दाब, गन्ध आदि।

- हमारे शरीर में इन संवेदनाओं के लिए कौन–कौन से अंग हैं?

हमारे संवेदी अंग जैसे त्वचा, कान, नाक, आँखें, जीभ आदि के अलावा भी शरीर के अंदर की माँसपेशियों में संवेदनाएँ ग्रहण करने की क्षमता होती है। हमारी त्वचा में ही ठंडा, गर्म, स्पर्श, दबाव, दर्द जैसी तरह तरह की संवेदनाओं को अनुभव करने की क्षमता है।

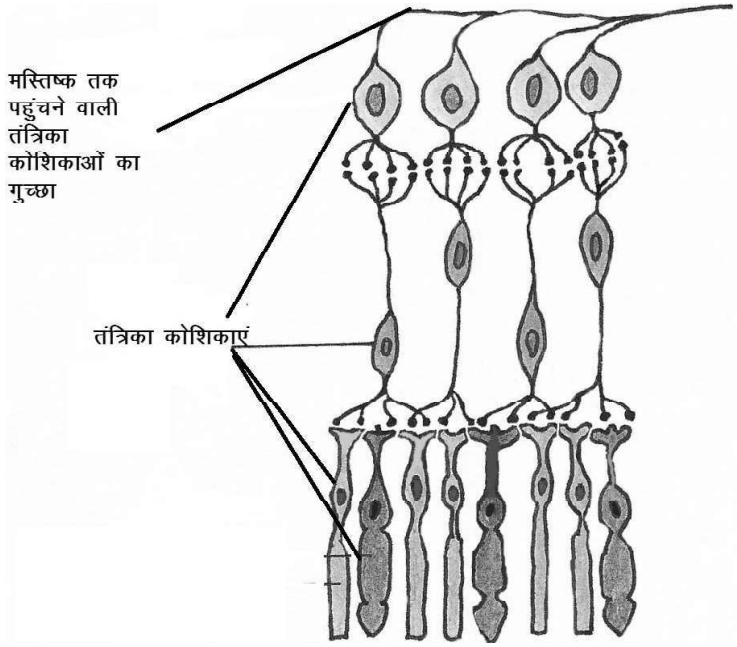
हमारे सभी संवेदी अंगों में विशेष प्रकार की संवेदी कोशिकाएँ होती हैं। यह संवेदी कोशिकाएँ या तो तंत्रिका कोशिकाएँ हैं या तंत्रिका कोशिकाओं के एक्सॉन के अंतिम छोर। इन कोशिकाओं के एक्सॉन का या तो अन्य तंत्रिका कोशिकाओं के डेन्ड्राइट से या सीधे मेरुरज्जु या मस्तिष्क की तंत्रिकाओं से साइनेप्स स्थापित होता है।

उदाहरण के लिए हमारी आँखों के पर्दे पर प्रकाश संवेदी तंत्रिका कोशिकाएँ हैं। इनका अन्य तंत्रिका कोशिकाओं के डेन्ड्राइट से साइनेप्स होता है, जिनके एक्सॉन का गुच्छा मस्तिष्क तक पहुँचता है (चित्र–3 देखें)। हमारे नाक में गंध के प्रति संवेदी संरचनाएँ मस्तिष्क से चलने वाली तंत्रिका कोशिकाओं के एक्सॉन के अंतिम छोर हैं। इन सभी व्यवस्थाओं के चलते हमारे शरीर के संवेदनाएँ ग्रहण करने वाले अंगों का कार्य मिलजुल कर होता है। उदाहरण के लिए भोजन के स्वादिष्ट होने का अहसास तभी होता है जब हम भोजन की गंध को भी महसूस कर पाते हैं।

क्रियाकलाप–2

आप थोड़ी सी सौंफ खाइए। अब मुँह धोकर अपनी नाक बन्द करके फिर से सौंफ खाइए।

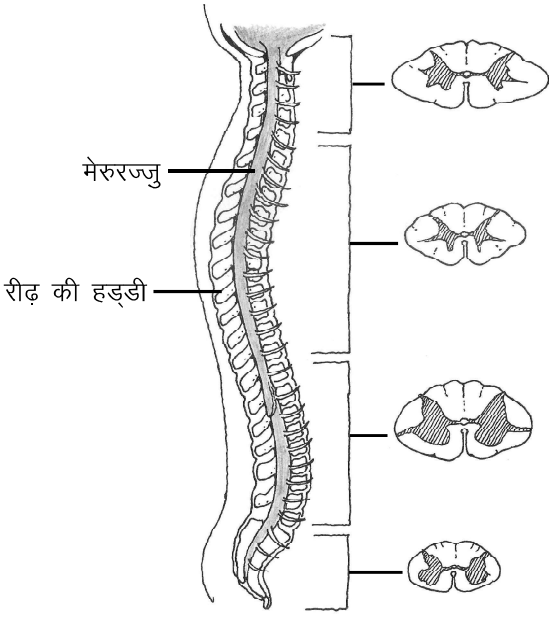
- क्या दोनों स्थितियों में स्वाद एक जैसा है?
- यदि अंतर है तो ऐसा क्यों हुआ होगा?



चित्र–3 : आँखों की तंत्रिकाएँ

8.1.4 मेरुरज्जु की संरचना एवं कार्य (Structure and function of spiral cord)

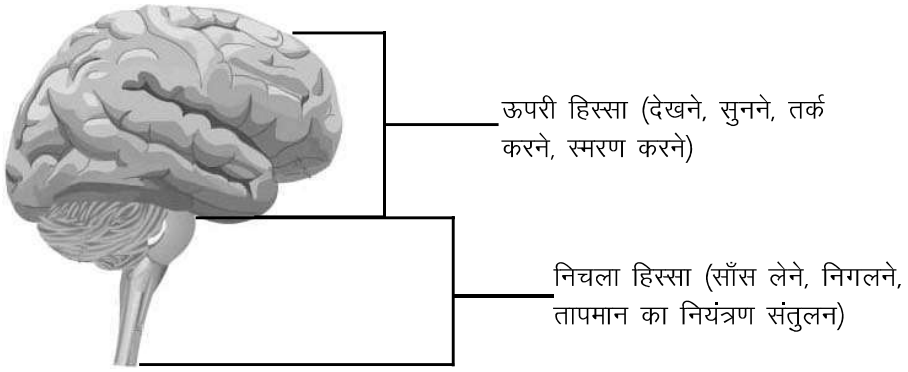
हमने तंत्रिकाओं और उनके द्वारा होने वाली प्रक्रियाओं का अध्ययन किया। हम जानते हैं कि इन प्रक्रियाओं में मस्तिष्क एवं मेरुरज्जु की प्रमुख भूमिका होती है। मेरुरज्जु मुख्य रूप से तंत्रिका कोशिकाओं से बनी तन्तुनुमा संरचना है, जो हमारी रीढ़ की हड्डी के बीच से गुजरती है। इन कोशिकाओं के वसीय आवरण युक्त (माइलिन भित्ति युक्त) एक्सॉन रीढ़ की हड्डी के बीच के स्थानों से बाहर निकल कर शरीर के अलग–अलग भागों में फैले होते हैं (काट में सफेद भाग)। मेरुरज्जु में कुछ आवरणहीन एक्सॉन भी होते हैं जो अंदर के तरफ होते हैं (काट में धूसर भाग)।



चित्र–4 : मेरुरज्जु एवं उसके अलग–अलग हिस्सों की आड़ी काट

किसी व्यक्ति के पीठ के बीच अगर मेरुरज्जु का कोई हिस्सा क्षतिग्रस्त हो जाता है एवं सूचनाएँ मस्तिष्क तक नहीं पहुँचती हैं तो पैर व पेट वाले हिस्से असंवेदी हो जाते हैं। अर्थात् व्यक्ति इन्हें अपनी इच्छा से हिला–डुला नहीं सकता। यदि ऐसे व्यक्ति के तलुए में गुदगुदी की जाए तो पैर हट जाता है, किन्तु उस व्यक्ति को इसका पता नहीं चलता। हमारे शरीर में भी कई ऐसी क्रियाएँ चलती रहती हैं जिनका हमें पता नहीं चलता जैसे– आमाशय में पाचन की क्रिया का होना, रक्त की नलिकाओं में विभिन्न पदार्थों का आवागमन, पाचक रसों का स्रावित होना, गरम चीज़ से हाथ का स्पर्श होने से हाथ का हट जाना आदि। इस तरह की क्रियाएँ जो हमारी इच्छा से संचालित नहीं होती अनैच्छिक क्रियाएँ कहलाती हैं। इनमें से कई सीधे मेरुरज्जु द्वारा संचालित होती हैं। इनकी सूचना मस्तिष्क तक भी पहुँचती है।

8.1.5 मस्तिष्क और उसकी भूमिका (Structure of brain and and its function)



चित्र–5 : मानव मस्तिष्क

हमारे शरीर में होने वाली अधिकाँश क्रियाओं में मस्तिष्क की प्रमुख भूमिका होती है। मस्तिष्क के अलग–अलग भाग से अलग–अलग क्रियाओं का नियंत्रण होता है। मस्तिष्क का अध्ययन करने के लिए वैज्ञानिक आजकल उसके सूक्ष्म काट लेकर परीक्षण करते हैं। अक्सर मस्तिष्क के तीन भाग अग्र, मध्य और पश्च के रूप में हम इसका अध्ययन करते हैं पर मध्य और पश्च तथा अग्र और मध्य भागों के कार्यों में कई समानताएँ हैं। अतः मोटे तौर पर हम यह कह सकते हैं कि मस्तिष्क के निचले भाग से साँस लेने, निगलने, शरीर के तापमान का नियंत्रण, जैसे कार्य होते हैं। जबकि ऊपरी भाग से देखने, सुनने, सूंघने, तर्क करने, स्मरण रखने आदि कार्यों का नियंत्रण होता है। यह भाग अन्य जीवों की तुलना में मनुष्यों में अधिक विकसित है।

मस्तिष्क, मेरुरज्जु द्वारा संचालित अनैच्छिक क्रियाओं पर भी नियंत्रण रखता है। जैसे जब आप चलते हैं तो आपके हाथ आपके कदमों के साथ अनैच्छिक रूप से एक विशेष तारतम्यता से चलते हैं। आप जब ''मार्च पास्ट'' सीख कर, कर रहे होते हैं तब आपके कदम और हाथ की स्थिति आपकी इच्छा के अनुसार होती है अर्थात् यह एक ऐच्छिक क्रिया है। ऐसी सभी ऐच्छिक क्रियाएँ मस्तिष्क द्वारा संचालित हैं। अतः जब हम सतर्क होकर कोई कार्य करते हैं तब वह कार्य मस्तिष्क के नियंत्रण में होता है। कुछ अनैच्छिक क्रियाएँ भी मस्तिष्क द्वारा संचालित होती हैं। जैसे– आँखों पर तेज़ रोशनी पड़ने से पुतली का सिकुड़ना।

क्या आप जानते हैं?

हमारे हृदय में तंत्रिकाओं का एक ऐसा जाल है, जिससे हृदय का धड़कना नियंत्रित रूप से चलता रहता है। मस्तिष्क से सूचनाएँ मिलना बन्द हो जाए तब भी यह कुछ समय तक हृदय के कार्य को संचालित कर सकता है।

- आप अपने दिनभर के कार्यों में से ऐच्छिक क्रियाओं की सूची बनाइए। उनमें से किसी एक क्रिया से सम्बन्धित अंगों की भी सूची बनाइए।

जब मस्तिष्क का ऊपरी भाग ठीक से काम करता है तो वह निम्नलिखित तीन में से कोई एक भूमिका निभा सकता है–

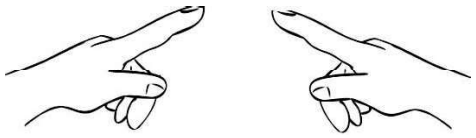
1. वह उन क्रियाओं को रोक सकता है जिन्हें नीचे वाला भाग तथा मेरुरज्जु करता है।
2. वह उन्हें नियंत्रित ढंग से चला सकता है।
3. मेरुरज्जु के नियंत्रण के बिना ही सीधे माँसपेशियों की क्रियाओं को संचालित कर सकता है।

आपको जानकर आश्चर्य होगा कि अक्सर मस्तिष्क के अधिकाँश बाएँ भाग से हमारे शरीर के दाएँ भाग के अधिकाँश कार्यों का नियंत्रण होता है। ठीक इसी तरह मस्तिष्क के दाएँ भाग से शरीर के बाएँ भाग के कार्यों का नियंत्रण होता है। हमारे शरीर के दोनों भागों से मस्तिष्क तक पहुँचने वाली सूचनाओं से सम्बन्धित प्रतिक्रियाएँ मिले जुले रुप में व्यक्त होती हैं। आइए, इसे क्रियाकलाप द्वारा समझने का प्रयास करें।

क्रियाकलाप–3

चित्र के अनुसार अपनी दोनों हथेलियों की तर्जनी अंगुलियों को आमने–सामने की ओर एक सीध में लाएँ।

पहले दोनों हथेलियों को एक साथ घड़ी की दिशा में घुमाएँ और फिर एक को घड़ी की दिशा में तो एक को इसके ठीक विपरीत दिशा में साथ–साथ घुमाएँ। फिर एक हथेली को रोककर दूसरी को घुमाएँ।



चित्र–6 : तर्जनी अंगुलियों को आमने–सामने लाना

- हथेलियों को साथ–साथ घुमाना आसान था या विपरीत दिशा में?
- ऐसा क्यों हुआ होगा?

जब आप दोनों हथेलियों को साथ–साथ घुमा रहे थे तब इनसे सम्बन्धित सूचनाओं की मस्तिष्क के भागों से मिली–जुली प्रतिक्रिया आपके हाथों पर काम रही थी।

- एक हथेली को रोककर दूसरे को घुमाना भी आसान क्यों लगा?
- जब आप चलते हैं तो आपके दाहिने पैर के आगे बढ़ने से आपका कौन सा हाथ आगे बढ़ता है और क्यों?

क्रियाकलाप–4

कक्षा के केन्द्र में बैठे एक विद्यार्थी की आँखों पर पट्टी बाँध दें। यह ध्यान रखें कि नाक के छिद्र खुले रहें। विद्यार्थी को निर्देश दें कि जब उसे ताली की आवाज सुनाई दे तब वह ताली के आवाज की दिशा को हाथ से दर्शाए।

अब शिक्षक इशारे से केन्द्र में बैठे उस विद्यार्थी के बराबर दूरी पर आगे तथा पीछे एक–एक विद्यार्थी को, इसी प्रकार दाईं एवं बाईं तरफ एक–एक विद्यार्थी को ताली बजाने के लिए चयनित कर लें। इन चयनित विद्यार्थियों को इशारे से, बारी–बारी ताली बजाने के लिए निर्देशित करें। शेष विद्यार्थी शांत रहकर हर बार ताली की दिशा एवं केन्द्र में बैठे विद्यार्थी के द्वारा हाथ से दर्शायी गई दिशा का अवलोकन करें। यह प्रक्रिया 8–10 बार दोहराई जाए।

यह क्रियाकलाप अन्य विद्यार्थियों पर भी दोहराएँ तथा देखें कि क्या सभी अवलोकन समान मिले?

- क्या केन्द्र में बैठे विद्यार्थी के द्वारा हमेशा ताली बजने की सही दिशा दर्शाई गई?
- उस विद्यार्थी को इस प्रक्रिया में किस अंग से सूचना मिल रही थी?
- उसके किस अंग के द्वारा प्रतिक्रिया दर्शाई जा रही थी?

आपने इस क्रियाकलाप में देखा कि केन्द्र में बैठे विद्यार्थी के द्वारा दाईं एवं बाईं दिशा सही दर्शायी गई पर जब आगे या पीछे ताली बजाई गई तो दिशा दर्शाने में भ्रम हुआ। हमारे दोनों कानों के बीच दूरी है इसलिए दायीं ओर से आने वाली ध्वनि की सूचनाओं का दोनों कानों तक पहुँचने के समय में भी अंतर आ जाता है, जिससे मस्तिष्क में इन सूचनाओं का भेद हो पाता है। परन्तु आगे या पीछे से आने वाली ध्वनि की सूचनाओं के समय

में कोई अन्तर न होने के कारण मस्तिष्क में इनका भेद नहीं हो पाता। अर्थात् मस्तिष्क तक आने वाली सूचनाओं के प्रति मस्तिष्क हमेशा एक जैसी प्रतिक्रियाएँ व्यक्त नहीं करता। कई सूचनाओं की प्रतिक्रियाएँ भ्रमित रुप में होती हैं जैसा आपने उपरोक्त क्रियाकलाप में देखा।

क्या आप जानते हैं ?

हमारे देश में मस्तिष्क सम्बन्धी वर्तमान शोध कार्यों से जुड़ी डा. शुभा तोले ने मस्तिष्क के विकास का व्यापक अध्ययन किया है और कुछ अनैच्छिक क्रियाओं एवं स्मरण सम्बन्धी क्षेत्रों के विकास के लिए आवश्यक आनुवंशिक पदार्थ की पहचान की है। इसके लिए उन्हें विश्वभर में ख्याति प्राप्त हुई है। उन्हें हमारे देश में सन् 2010 में 'शान्तिस्वरूप भटनागर पुरस्कार' से नवाज़ा गया है।

डा. शुभा तोले मुम्बई के टाटा अनुसंधान केन्द्र में अभी भी कार्यरत हैं।

8.1.6 सूचनाओं का आवागमन –उद्दीपन एवं प्रतिक्रिया (Transmission of information-stimulus and responses)

विभिन्न बाह्य एवं आन्तरिक स्रोतों से कई प्रकार की सूचनाएँ हमारे शरीर को अलग–अलग तरीके से प्रभावित करती रहती हैं। इस प्रकार की सूचनाओं को हम उद्दीपन कहते हैं। यदि हम इनके प्रति प्रतिक्रियाएँ व्यक्त नहीं कर पाते तो यह हमारे लिए कई तरह से नुकसानदेह हो जाता है।

उदाहरण के लिए किसी गरम बर्तन पर हाथ लग जाए तो तुरंत हाथ हट जाता है। गर्मी का उद्दीपन बर्तन से हाथों के संवेदी कोशिकाओं को मिलता है। यहाँ से संवेदी तंत्रिकाओं (sensory neuron) द्वारा यह मेरुरज्जु तक पहुँचता है। वहीं से प्रतिक्रिया प्रेरक तंत्रिकाओं (motor neuron) द्वारा हाथ के पेशीय ऊतक के संकुचन और फैलाव को इस प्रकार प्रभावित करती है कि हाथ हट जाता है। इस सम्पूर्ण प्रक्रिया अर्थात् उद्दीपन से प्रतिक्रिया तक को 'प्रतिवर्ती क्रिया' (reflex action) कहा जाता है। प्रतिवर्ती क्रियाओं (चित्र–7 देखें) का नियंत्रण आमतौर पर मेरुरज्जु द्वारा होता है।

- यदि उपरोक्त उदाहरण में प्रतिक्रिया व्यक्त नहीं होती तो क्या होता?
- बर्तन गरम हो तो आप सावधानी पूर्वक काम करते हैं? क्या मस्तिष्क की इसमें कोई भूमिका होती है?

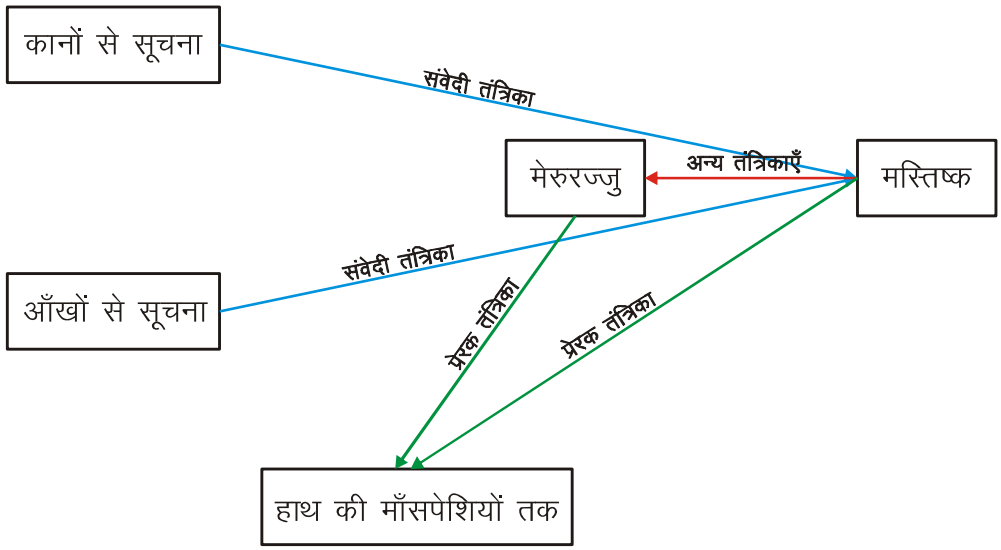
चित्र–7 : प्रतिवर्ती क्रिया– उद्दीपन के प्रति प्रतिक्रिया

क्रियाकलाप–1 में आपने छड़ी को आँखों से देखकर, हाथ से पकड़ने का प्रयास किया। आपको प्रक्रिया शुरू करने का संकेत कानों से मिला। आँखों और कानों से प्राप्त सूचना या उद्दीपन के प्रति आपने हाथ के द्वारा प्रतिक्रिया व्यक्त की गई। अर्थात इन तीनों अंगों के तालमेल से ही आप छड़ी को पकड़ पाए।

- सोच कर बताइए, इन तीन अंगों के अलावा शरीर के और कौन से अंग इस प्रक्रिया में भाग लेते हैं?

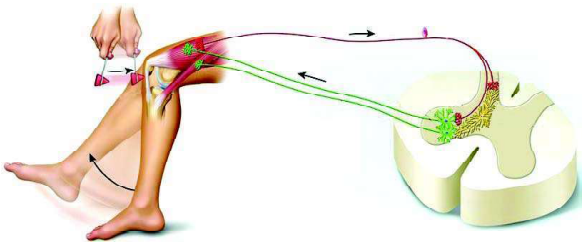
यहाँ आँखों व कानों से मेरुरज्जु या मस्तिष्क तक सूचना ले जाने वाली तंत्रिकाएं संवेदी तंत्रिकाएँ हैं। जबकि मेरुरज्जु या मस्तिष्क से हाथ की माँसपेशियों तक प्रतिक्रिया करने के लिए सूचना पहुँचाने वाली तंत्रिकाएँ प्रेरक तंत्रिकाएँ हैं। इनके बीच जुड़ाव या तो सीधे साइनेप्स द्वारा या अन्य तंत्रिकाओं द्वारा होता है।

यदि हम इस क्रियाकलाप में हो रही प्रक्रिया में सूचनाओं का मार्ग दर्शाने का प्रयास करें तो यह इस प्रकार होगा–



चित्र–8 : सूचनाओं का आवागमन

क्या आप जानते हैं?



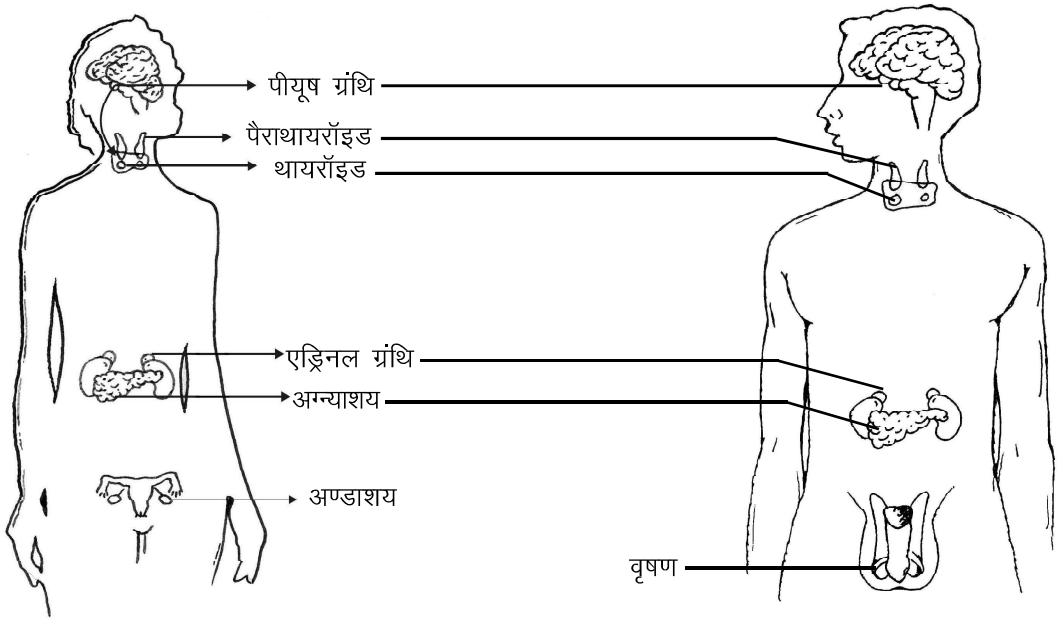
कई बार डॉक्टर घुटने के जोड़ पर रबर की हथौड़ी से हल्की चोट कर, दर्द और दबाव के अनुभव का पता लगाने की कोशिश करते हैं। यह दर्द और दबाव पेशियों से संवेदी तंत्रिकाओं के द्वारा मेरुरज्जु तक, फिर मेरुरज्जु से प्रेरक तंत्रिकाओं के द्वारा पैरों की पेशियों तक पहुँचता है। संवेदी और प्रेरक तंत्रिकाओं में सीधा सम्पर्क साइनेप्स द्वारा होता है। पैर के ऊपरी हिस्से की पेशियों में संकुचन व निचले हिस्से में फैलाव होने से पैर एक झटके से आगे की तरफ उछलता है। मेरुरज्जु से सूचना मस्तिष्क तक अन्य तंत्रिकाओं द्वारा पहुँचती है और दर्द का अनुभव होता है।

- इस प्रकार कि कुछ अन्य प्रतिवर्ती क्रियाओं के उदाहरण सोचकर लिखें।
- अचानक सुई चुभने से हाथ एक झटके से हट जाता है। इस प्रतिवर्ती क्रिया में कौन–कौन से अंग काम कर रहे हैं? सूचनाओं के आवागमन का मार्ग बनाएँ।

8.1.7 मनुष्य में हार्मोन द्वारा सूचनाओं का आवागमन (Transmission of information with the help of harmone)

तंत्रिकाओं के अलावा हमारे शरीर में क्रियाओं के नियंत्रण में कुछ ऐसे रसायनों की भी महत्वपूर्ण भूमिका है, जो हमारे रक्त के द्वारा शरीर के विभिन्न भागों तक पहुँचते हैं। ये मुख्य रूप से प्रोटीनीय पदार्थ हैं। इन्हें 'हार्मोन' कहा जाता है। यह यूनानी शब्द है जिसका अर्थ है गति प्रदान करना। हार्मोन विभिन्न अंगों की गतिविधियों के बीच की कड़ियाँ जोड़ने वाले प्रमुख एजेन्ट हैं।

हार्मोन द्वारा समन्वय के उदाहरण इस प्रकार हैं। हमारे अग्न्याशय (pancreas) में पाचन क्रिया के लिए बनने वाले रसायनों के अलावा इन्सुलिन नाम का एक हार्मोन बनता है। इन्सुलिन न हो तो हमारा शरीर शक्कर का उपयोग नहीं कर सकता। इन्सुलिन की अनुपस्थिति में हमारे वृक्क रक्त में उपस्थित शक्कर को मूत्र के साथ बाहर निकाल देते हैं और हम 'मधुमेह'(diabetes) के शिकार हो जाते हैं। दूसरी ओर यदि इन्सुलिन बहुत अधिक मात्रा में हो तो और अधिक घातक होता है। यदि किसी व्यक्ति के शरीर में इन्सुलिन की ज्यादा मात्रा का इन्जेक्शन दे दिया जाए तो उसका यकृत रक्त से सारी शक्कर ले लेता है जिससे मस्तिष्क को शक्कर नहीं मिल पाती और स्थिति गम्भीर हो जाती है। यह सत्य है कि शरीर की प्रत्येक कोशिका को इन्सुलिन की आवश्यकता होती है मगर यह भी जरूरी है कि इसकी एकदम सही मात्रा शरीर में रहे, इसलिए प्रत्येक कोशिका में इन्सुलिन बनाने के स्थान पर, यह एक ही अंग अग्न्याशय में तंत्रिका तंत्र के नियंत्रण से बनता है।



चित्र–9 : हार्मोन स्रावित करने वाले कुछ अंग

इसी प्रकार एक और हार्मोन गर्दन में उपस्थित पैराथायरॉइड ग्रन्थि द्वारा बनाया जाता है। यह रक्त में कैल्सियम की मात्रा का नियंत्रण करता है। यदि यह हार्मोन बहुत कम हो तो रक्त में कैल्सियम की मात्रा बहुत कम हो जाती है और माँसपेशियों में विचित्र ऐंठन होती है। संभवतः हड्डियाँ रक्त से कैल्सियम को सोखती हैं। यदि यह हार्मोन बहुत अधिक हो तो हड्डियाँ घुलने लगती हैं और रक्त में कैल्सियम की मात्रा बहुत बढ़ जाती है। दोनों ही स्थितियाँ जानलेवा हो सकती हैं।

- क्या पैराथायरॉइड हार्मोन के स्रावित होने में भी तंत्रिकाओं की भूमिका होती है?

गर्दन में ही एक अन्य ग्रंथि थायरॉइड स्थित होती है। इससे एक हार्मोन थायरॉक्सिन का निर्माण होता है। यह हार्मोन शरीर में ऑक्सीकरण की क्रिया को बढ़ावा देता है। अन्यथा ऑक्सीकरण एकदम न्यूनतम स्तर पर रहता है। यह हार्मोन कम हो तो व्यक्ति मोटा और सुस्त हो जाता है। यदि यह हार्मोन बहुत अधिक हो तो व्यक्ति दुबला–पतला, अति सक्रिय हो जाता है। उसकी नाड़ी बहुत तेज हो जाती है। कई अन्य लक्षण भी उभरने लगते हैं और व्यक्ति गम्भीर रूप से बीमार हो जाता है। कभी–कभी कैंसर या किसी अन्य कारण से यह ग्रंथि शरीर से निकाल दी जाती है तब उस व्यक्ति को एक निश्चित मात्रा में थायरॉक्सिन हार्मोन देना होता है। इतनी ही मात्रा यदि किसी स्वस्थ व्यक्ति को दी जाती है तो उस पर कोई असर नहीं होता। उसकी थायरॉइड ग्रन्थि

थायरॉक्सिन बनाना बंद कर देती है और रक्त में थायरॉक्सिन की मात्रा अपरिवर्तित रहती है। यदि उसे आवश्यक दैनिक मात्रा से अधिक हार्मोन दिया जाता है तो उसकी ऑक्सीजन की खपत बढ़ जाती है और व्यक्ति बीमार हो जाता है।

एक और ग्रन्थि से स्रावित होने वाले हार्मोन की हमारे शरीर के लवणों के संतुलन को बनाए रखने में महत्वपूर्ण भूमिका है। यह एड्रिनल ग्रन्थि है जो हमारे वृक्कों के पास स्थित होती है। इस ग्रन्थि का बाहरी भाग कई हार्मोन्स बनाता है। इनमें से एक हमारे शरीर में लवणों की मात्रा को नियंत्रित करता है। यदि किसी व्यक्ति के शरीर में यह हार्मोन नहीं बन रहा हो तो उसे प्रतिदिन थोड़ा अतिरिक्त नमक खिलाकर जीवित रखा जा सकता है, अन्यथा उसकी मृत्यु हो सकती है।

पुरुषों में वृषण और स्त्रियों में अंडाशय ऐसे हार्मोन्स बनाते हैं जिनके कारण किशोरावस्था में, शरीर में कई परिवर्तन होते हैं, जैसे दाढ़ी–मूछों या स्तनों का विकास आदि। एक अन्य हार्मोन जो स्त्रियों में पाया जाता है 'प्रोजेस्टेरॉन' पूरी गर्भावस्था में और प्रत्येक मासिक चक्र के समय बनता है।

8.1.8 हार्मोन्स की मात्रा का नियंत्रण (Control of amount of harmone)

सबसे अधिक हार्मोन्स पीयूष ग्रंथि से बनते हैं (चित्र–9 में मस्तिष्क में इसकी स्थिति को दर्शाया गया है)। इसके द्वारा निर्मित हार्मोन वृद्धि, शक्कर के उपयोग, स्तनपान कराने वाली माताओं में दूध के निर्माण के अलावा थायरॉइड, एड्रिनल, अंडाशय, वृषण जैसे सभी हार्मोन स्रावित करने वाली ग्रन्थियों की गतिविधियों को नियंत्रित करते हैं। किशोरावस्था में अंडाशय और वृषण का आकार पीयूष ग्रंथि द्वारा निर्मित हार्मोन्स के कारण ही बढ़ता है। पीयूष ग्रंथि, जननांग उद्दीपक हार्मोन (गोनेड स्टिम्यूलेटिंग हार्मोन) के उत्पादन का इस तरह नियंत्रण होता है कि शरीर में टेस्टोस्टेरॉन की मात्रा स्थिर बनी रहे। इसी प्रकार पीयूष ग्रंथि का एक अन्य हार्मोन, वृद्धि से संबंधित है और यह इंसुलिन के विरोधी की तरह काम करता है। एक अन्य हार्मोन थायरॉइड ग्रंथि का नियंत्रण करता है और रक्त में थायरॉक्सिन की मात्रा बढ़ने पर इसका उत्पादन रुक जाता है। कुछ हार्मोन्स की क्रिया और भी त्वरीत होती है और इनका उत्पादन जल्दी–जल्दी बंद चालू होता रहता है।

ऐसा ही एक हार्मोन है एड्रिनेलीन जो एड्रीनल ग्रंथि के मध्य भाग में बनता है, खासकर भावनात्मक परिस्थितियों में और कसरत या शारीरिक श्रम के दौरान यह हृदय को स्फूर्ति प्रदान करता है और रक्त को उन माँसपेशियों में भेजता है जहाँ उसकी आवश्यकता होती है। एड्रिनेलीन का असर बहुत जल्दी होता है पर ज्यादातर हार्मोन्स का असर होने में कई घन्टे या दिन लगते हैं।

जैसे–जैसे और जानकारियाँ प्राप्त होती जा रही हैं उनसे पता चल रहा है कि हमारी किसी भी संरचना या कार्य की स्थिरता दो परस्पर विरोधी प्रक्रियाओं के संतुलन पर निर्भर होती है। आज हम हार्मोन के बारे में बहुत कुछ जानते हैं किन्तु यदि हम इस जानकारी का उपयोग शरीर की आवश्यकता के अनुसार न करें तो हम अस्वस्थ हो जाएँगे।

तंत्रिकाओं और हार्मोन्स द्वारा सूचनाओं के आवागमन की प्रक्रिया एक दूसरे पर निर्भर है और आपसी समन्वय से चलती रहती है। मस्तिष्क में एक विशेष क्षेत्र में तंत्रिकाओं और पीयूष ग्रंथि के कार्य का तालमेल बना है। ऐसा ही हमारे शरीर में अन्य अंगों जिनसे हार्मोन स्रावित होता है, उन सभी से तंत्रिकाएँ जुड़ी हैं। हार्मोन तथा तंत्रिकाओं की महत्वपूर्ण भूमिका से हमारे शरीर के कार्य सुचारू एवं संगठित रूप में चलते रहते हैं।

8.2 पौधों में नियंत्रण एवं समन्वय (Control and co-ordination in plants)

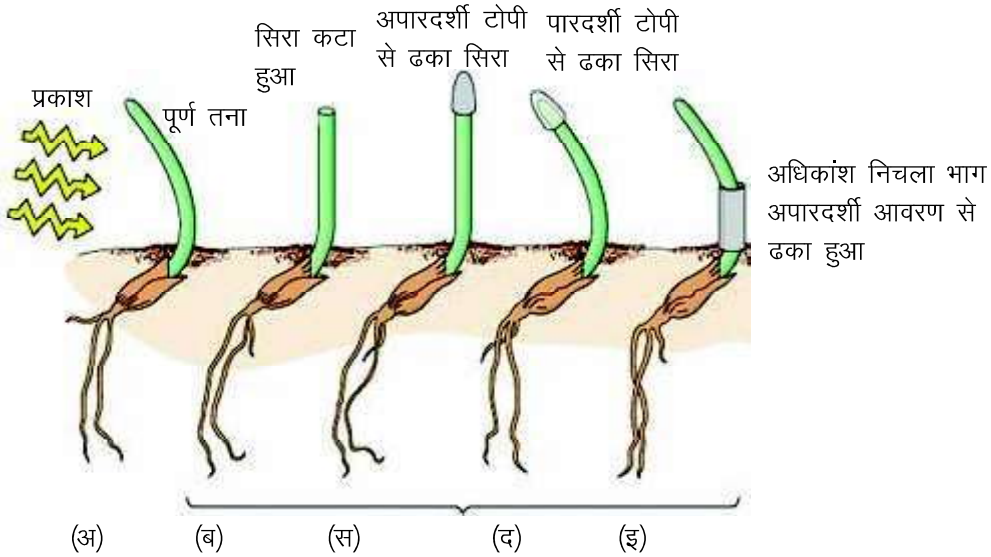
पौधों में नियंत्रण एवं समन्वय संबंधी शोध पिछले 200 सालों में ही हुए हैं। अब लोग यह मानने लगे हैं कि पौधों में भी जंतुओं के समान ही कुछ जैविक प्रक्रियाएँ चलती होंगी और इनमें भी सूचनाओं का आदान–प्रदान होता है।

चित्र–10 : छुईमुई का पौधा

छुईमुई से तो आप परिचित हैं। इसी प्रकार अधिकाँश पौधों में सुबह फूलों का खिलना जबकि रातरानी जैसे पौधों में रात को फूलों का खिलना, कुछ पौधों जैसे इमली की पत्तियों का रात में बंद होना, बेलों का किसी आधार पर लिपटकर किसी विशेष दिशा में मुड़ते हुए बढ़ना आदि क्रियाओं में किसी न किसी रूप में सूचनाओं का संचार होता है। अब तक मिली जानकारी के अनुसार, पौधों में सूचनाओं का संचार, मुख्य रूप से, कुछ विशेष रासायनिक पदार्थों के द्वारा होता है। ये रासायनिक पदार्थ हार्मोन्स हैं जो जन्तु हार्मोन्स से भिन्न होते हैं।

चार्ल्स डार्विन एवं उनके पुत्र फ्रांसिस डार्विन के 1870 के दशक से शुरू किए गए कुछ प्रयोगों से हमें पौधों की संवेदनाओं में रसायनों के संचार के बारे में पता चलता है।

वैज्ञानिकों ने पौधों में होने वाली जैविक प्रक्रियाओं में उद्दीपकों की प्रतिक्रियाओं का अध्ययन किया। इन वैज्ञानिकों के अनुसार, पौधों में उद्दीपनों को ग्रहण करने वाले केन्द्र और उन उद्दीपनों के आधार पर प्रभावित होने वाले अंगों (जिनमें परिवर्तन होते हैं), के मध्य सूचनाओं का प्रवाह होता है। इसके परिणाम स्वरूप एक विशेष प्रतिक्रिया पौधों में दिखायी देती है। यदि पौधे के तने के शीर्ष भाग पर किसी दिशा से निरंतर प्रकाश मिलता रहे तो उसके विपरीत दिशा की प्रविभाजी कोशिकाओं को मिलने वाली सूचनाओं के कारण कोशिकाओं का अधिक तेजी से विभाजन होता है, जिससे तना एक ओर से झुक जाता है। इससे यह अनुमान लगाया गया कि पौधों में विशेष रासायनिक पदार्थों के रूप में सूचनाओं का आदान–प्रदान होता है जिससे उनकी विभिन्न जैविक क्रियाएँ संचालित होती हैं।



चित्र–11 : (अ) चार्ल्स व फ्रांसिस डार्विन के प्रयोग (विभिन्न परिस्थितियों में)

- चित्र देखकर बताइए कि किन परिस्थितियों में तने का सिरा प्रकाश की तरफ मुड़ा है? ऐसा क्यों हुआ होगा?
- इस प्रयोग से क्या–क्या निष्कर्ष निकाले जा सकते हैं?

इस क्षेत्र में निरंतर हो रहे शोधों से पता चला है कि पौधे प्रायः जल, प्रकाश, ऊष्मा, स्पर्श, रासायनिक पदार्थों आदि उद्दीपकों से प्राप्त सूचनाओं की प्रतिक्रिया व्यक्त करते हैं। ये सूचनाएँ पौधों में उपस्थित विशेष रसायनों के रूप में स्थानांतरित होती हैं जिन्हें पादप हार्मोन्स कहते हैं। इन रसायनों द्वारा पौधों में स्टोमेटा का खुलना या बंद होना, पत्तियों का गिरना, कोशिकाओं में विभाजन दर का बढ़ना, उनकी लम्बाई में वृद्धि, कलिकाओं की वृद्धि, फूलों का खिलना, फलों का पकना आदि होता है।

डार्विन वाले प्रयोग में तने के शीर्ष भाग पर पाया जाने वाला हार्मोन 'ऑक्सिन' कोशिकाओं की वृद्धि में सहायक होता है। पौधों में पाया जाने वाला ऐसा ही एक हार्मोन जिब्बेरेलिन है जो ऑक्सिन की तरह तने की वृद्धि में सहायक होता है। एक अन्य हार्मोन साइटोकाइनिन कोशिकाओं के विभाजन को प्रेरित करता है। यह फलों एवं बीजों में अधिक मात्रा में पाया जाता है।

आपने देखा या सुना होगा कि कुछ पेड़ों के नीचे दूसरे पौधे नहीं उगते। इसका कारण भी एक पादप हार्मोन ही है जो उन पेड़ों की जड़ों में बनता है और दूसरे पौधों को पनपने नहीं देता। आपने यह अनुभव किया होगा कि एक पका हुआ फल आस–पास में रखे हुए अन्य कच्चे फलों को भी पका देता है। ऐसा इसलिए होता है क्योंकि पके फल से निकलने वाला एक रसायन इथीलीन गैस के रूप में आसपास फैलता है और अन्य फलों को भी पकाने में सहायक होता है।

आपने कीड़ों और तितलियों को फूलों पर मंडराते देखा होगा। इसका कारण फूलों के स्त्रीकेसर से निकलने वाला मीठा रस है। यह मीठा रस एक ऐसा रसायन है जो परागकणों के लिए उद्दीपक का कार्य करता है। इससे परागकणों में परागनलिकाएँ बनती हैं जो निषेचन के लिए बीजाण्ड की ओर बढ़ती हैं, ताकि आगे चलकर फलों और बीजों का विकास हो सके।

पौधों में वृद्धि करवाने के साथ–साथ उसे रोकने के लिए भी सूचनाओं की आवश्यकता होती है। एब्सिसिक अम्ल पौधों में वृद्धि का दमन करने वाला हार्मोन है। पौधों की पत्तियों का मुर्झाना इस हार्मोन का ही प्रभाव है। नियंत्रण एवं समन्वय से ही एक कोशिका से लेकर बहुकोशिकीय जीवों के जैविक कार्य सुचारू रूप से चलते हैं।

क्या आप जानते हैं?

दक्षिण अमेरिका के घास के मैदानों में कम वर्षा के कारण उस क्षेत्र में पानी की अत्यधिक कमी हो गयी। उन मैदानों में हमारे बबूल के पौधे जैसा पौधा पाया जाता है। उस पौधे की पत्तियों में टेनिन नामक पदार्थ होता है जिसकी मात्रा सामान्यतः इतनी कम होती है कि पत्तियाँ खाने वाले जीवों पर इसका कोई असर नहीं होता। एक समय अचानक वहाँ के हिरण और अन्य कीड़े–मकोड़े मरने लगे। परीक्षण करने पर वैज्ञानिकों को पता चला कि उन मृत जीवों की आँत में टेनिन की मात्रा इतनी अधिक थी कि वह उनकी मृत्यु का कारण बन गयी।

आगे परीक्षणों से पता चला कि उन पेड़ों की पत्तियों में सामान्य से बहुत अधिक मात्रा में टेनिन था जिसके कारण उन्हें खाने से जीवों के शरीर में टेनिन की मात्रा इतनी अधिक हो गयी कि वे जीव मर गए।

पादप वैज्ञानिकों ने पाया कि पत्तियों में टेनिन की मात्रा के अधिक होने का कारण उन पौधों द्वारा स्वयं को जीवित रखने के लिए पानी के बँटवारे को रोकना था। ताकि टेनिन के प्रभाव से उन्हें खाने वाले जीव तो मर जाएँ किन्तु पौधा स्वयं जीवित रहे।

वैज्ञानिकों के सामने एक प्रश्न और भी था कि अचानक पत्तियों में टेनिन की मात्रा को बढ़ाने के लिए उस क्षेत्र के सभी पौधों तक इस सूचना का प्रसार कैसे हुआ होगा? उस स्थान के पर्यावरण का अध्ययन कर रहे वैज्ञानिकों ने पाया कि वहाँ के वातावरण में इथिलीन गैस सामान्य से अधिक मात्रा में थी। तब उन्होंने निष्कर्ष निकाला कि पत्तियों में टेनिन की मात्रा को बढ़ाने संबंधी सूचना इथीलीन गैस के माध्यम से एक पेड़ से दूसरे तक पहुँच रही थी।

उपरोक्त जानकारी का स्रोत है– https://www.youtube.com/watch?v=ZrXksBKRWlA

मुख्य शब्द (Keywords)

नियंत्रण, समन्वय, संवेदी, प्रेरक, उद्दीपन

हमने सीखा

- हमारे शरीर में नियंत्रण एवं समन्वय का कार्य मुख्य रूप से तंत्रिका तंत्र तथा हार्मोन का है।
- शरीर में सूचनाओं का आदान–प्रदान रासायनिक और विद्युतीय संकेतों के रूप में होता है।
- प्रतिवर्ती क्रियाओं का नियंत्रण मुख्य रूप से मेरुरज्जु द्वारा ही होता है। इसमें मस्तिष्क की प्रमुख भूमिका नहीं होती।
- रासायनिक समन्वय पौधों में भी पाया जाता है।
- हार्मोन ऐसे रासायनिक पदार्थ हैं जिनसे विभिन्न जैविक प्रक्रियाओं का नियंत्रण एवं समन्वय होता है।

अभ्यास

1. सही विकल्प चुनें–

   (i) निम्नलिखित में से कौन सा पादप हार्मोन है?

   (अ) इंसुलिन (ब) थायरॉक्सिन

   (स) एस्ट्रोजन (द) साइटोकाइनिन

   (ii) तंत्रिका कोशिका की संरचना में यह नहीं पाया जाता–

   (अ) डेन्ड्राइट (ब) केन्द्रक

   (स) एक्सॉन (द) सेल्युलोज की कोशिका भित्ती

   (iii) मस्तिष्क में पायी जाने वाली एक ग्रन्थि जिससे हमारे शरीर के हार्मोन स्रावित करने वाली ग्रन्थियों का नियंत्रण होता है–

   (अ) पीयूष ग्रंथि (ब) यकृत

   (स) एड्रिनल ग्रंथि (द) पिनीयल ग्रंथि

   (iv) रक्त में शर्करा की मात्रा का नियंत्रण करती है–

   (अ) पैराथायरॉइड ग्रंथि (ब) अग्न्याशय

   (स) एड्रिनल ग्रंथि (द) पिनीयल ग्रंथि

   (v) रात को जब हम सोए हुए होते हैं और यदि हमें मच्छर काटता है तो सोते हुए भी हम उस मच्छर के काटने से बचने का प्रयास करते हैं, इस क्रिया का नियंत्रण होता है–

   (अ) पीयूष ग्रंथि द्वारा (ब) मेरुरज्जु तथा मस्तिष्क द्वारा

   (स) हार्मोन द्वारा (द) पिनीयल ग्रंथि

2. हमारे शरीर में होने वाली किसी प्रतिवर्ती क्रिया का रेखा चित्र बनाकर वर्णन कीजिए।

3. प्रतिवर्ती क्रिया पर मेरुरज्जु और मस्तिष्क की भूमिका पर टिप्पणी लिखिए।

4. ''तंत्रिका तंत्र और हार्मोन के स्राव में समन्वय है।'' इस कथन की पुष्टि करें।
5. एक तंत्रिका कोशिका की संरचना बनाइए तथा इसके कार्यों का वर्णन करें।
6. हमारे शरीर में अनैच्छिक क्रियाओं का संचालन कैसे होता है? उदाहरण सहित समझाइए।
7. पादपों में रासायनिक समन्वय का एक उदाहरण लिखें।
8. एक जीव में नियंत्रण व समन्वय की क्या आवश्यकता है? उदाहरण सहित उत्तर दें।
9. ''पौधे प्रकाश के प्रति संवेदी होते हैं'', क्या आप इस कथन से सहमत हैं? क्यों या क्यों नहीं?
10. क्या पौधों में उद्दीपन के प्रति प्रतिक्रिया व्यक्त करने की क्षमता है? उदाहरण सहित उत्तर लिखें।
11. हम जानते हैं कि मूलांकुर सदा बीज के एक ओर से ही निकलता है। प्रत्येक जाति के बीज के लिए यह स्थान निश्चित है। परंतु बीज बोते समय किसान इस बात का ध्यान नहीं रखते और बीजों को ऐसे ही फेंक देते हैं। बीज अवश्य उल्टे–पुल्टे होकर ज़मीन पर गिरते होंगे। इसके बावजूद अधिकाँश पौधों की जड़ें पृथ्वी के अंदर रहती हैं। ऐसा कैसे होता है? कारण सहित उत्तर दें।