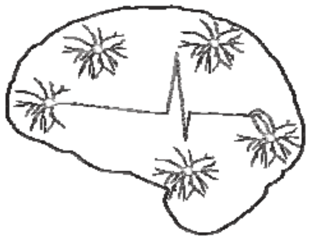
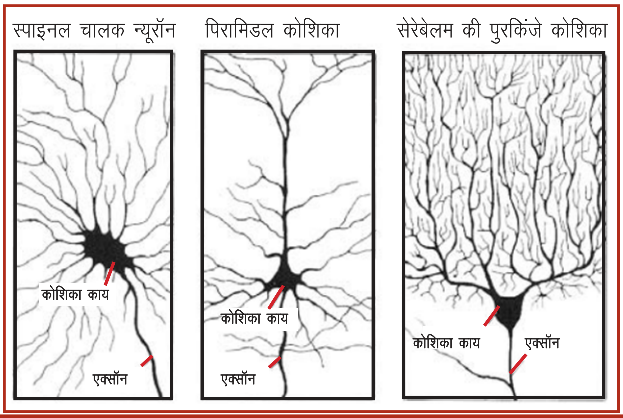
PDF Page Organizer - Foxit Software

न्यूरॉन और एक्शन पोटेंशियल



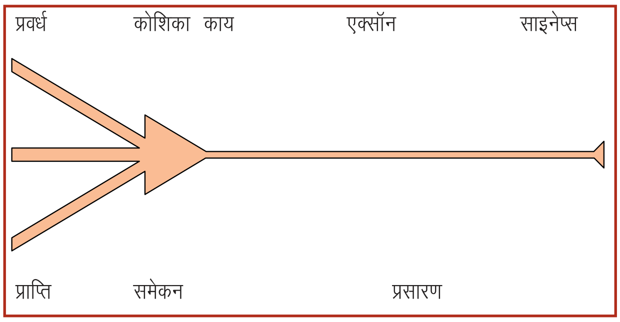
चाहे न्यूरॉन संवेदी हो या चालक, बड़ा या छोटा, इनमें सामान्य बात यह है कि इनकी गतिविधि विद्युत और रासायनिक, दोनों प्रकार की होती है। न्यूरॉन आपस में तंत्रिका प्रणाली की समग्र स्थिति के नियमन के साथ सहयोग और प्रतिस्पर्द्धा करते हैं; इसी के समान कि व्यक्ति समाज के निर्णय लेने की प्रक्रिया में सहयोग और प्रतिस्पद्धा करता है। एक्सॉन से प्राप्त प्रवर्धों में प्राप्त रासायनिक संकेत, जो उनसे सम्पर्क करते हैं, वे विद्युत संकेतों में बदल जाते हैं। ये संकेत अन्य सभी साइनेप्स के संकेतों में या तो जुड़ जाते हैं या कम हो जाते हैं और इसका निर्णय लिया जाता है कि क्या इन संकेतों को अन्य कहीं भेजना है या नहीं। तब विद्युत पोटेंशियल नीचे एक्सॉन से अगले न्यूरॉन के प्रवर्धों पर साइनेप्स पर पहुँचता है और प्रक्रिया जारी रहती है।



न्यूरॉन के तीन प्रकार

गतिशील न्यूरॉन

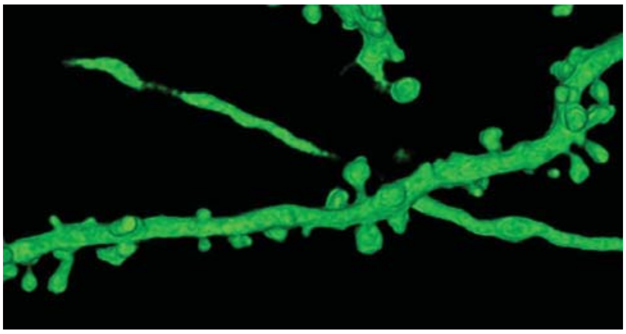
जैसा कि हमने पिछले अध्याय में बताया था, **न्यूरॉन में प्रवर्ध, एक कोशिकाकाय और एक एक्सॉन तथा साइनेप्टिक** शामिल हैं। यह संरचना इसके कार्यात्मक उप प्रभागों को प्राप्ति, समेकन और प्रसारण खण्डों को प्रदर्शित करती है। स्थूल रूप से कहा जाए तो प्रवर्ध प्राप्ति करते हैं, कोशिका काय समेकन करते हैं और एक्सॉन प्रसारण करते हैं–इस संकल्पना को **ध्रुवीकरण** कहते हैं, क्योंकि वे जिस सूचना का प्रसंसाधन करते हैं, वह एक ही दिशा में जाती है।



एक न्यूरॉन की मुख्य संकल्पनाएँ

किसी अन्य संरचना की तरह यह एक साथ जुड़ा होता है। न्यूरॉन की बाहरी **झिल्लियाँ**, वसा पदार्थों की बनी होती हैं और ये **कोशिका कंकाल** के चारों ओर लगी होती हैं, जो नलिकाकार और तंतुवत प्रोटीनों की छड़ों से बनता है, जो प्रवर्धों और एक्सॉन में विस्तारित होते है। यह संरचना एक नलिकाकार कंकाल के ऊपर ढांचे पर फैले कैनवास की तरह है। न्यूरॉन के विभिन्न भाग निरंतर रूप से गतिशील होते है, एक पुनःव्यवस्था की प्रक्रिया, जो अपनी सक्रियता और अपने पड़ौसी हिस्सों की गतिशीलता दर्शाती है। प्रवर्ध अपना आकार बदलते हैं, इनके नए संयोजन बनते हैं तथा पुराने टूटते हैं और एक्सॉन के नए सिरे बनते हैं, जैसे–2 न्यूरॉन अधिक तेज़ तरीके से आगे बढ़ने का या अपेक्षाकृत धीमे तरीके से, प्रयास करते हैं।

न्यूरॉन के अंदर 3 अंदरूनी खण्ड होते हैं। ये प्रोटीन से बने होते हैं और अधिकांशतः इनका निर्माण कोशिकाकाय में होता है, जो कोशिकीय ढांचे के साथ परिवहन किए जाते हैं। प्रवर्धों से निकली छोटी संरचनाओं को **प्रवर्धी कंटक** कहते हैं। ये उन स्थानों पर होते हैं जहाँ अंदर आने वाले एक्सॉन जुड़ते हैं। कंटकों पर अंतरित प्रोटीन न्यूरॉनल संयोजकता के सृजन और अनुरक्षण के लिए महत्वपूर्ण हैं। ये प्रोटीन लगातार बदलते रहते हैं, एक के स्थान पर दूसरे आ जाते हैं, जब इनका काम पूरा हो जाए। इस पूरी गतिविधि को ईंधन की आवश्यकता होती है और इस कार्य के लिए इन्हें कोशिका के अंदर मौजूद ऊर्जा फैक्टरी (माइटोकोंड्रिया) से शक्ति मिलती है। एक्सॉन के अंत्य बिन्दु भी **वृद्धि कारकों** नामक अणुओं के प्रति सक्रियता दर्शाते हैं। इन कारकों को अंदर ग्रहण किया जाता है और तब कोशिकाकाय में भेजा जाता है, जहाँ वे न्यूरॉनल जीनों की अभिव्यक्ति को प्रभावित करते हैं और इस प्रकार नए प्रोटीनों के निर्माण को भी। ये न्यूरॉन को लम्बे प्रवर्ध तक बढ़ने या इसके आकार या कार्य में अन्य गतिशील परिवर्तन करने में सक्षम बनाते हैं। कोशिकाकाय से हर समय सूचना, पोषक तत्वों और संदेशों का आदान–प्रदान होता रहता है।



प्रवर्धी कंटक हरे रंग की छोटी संरचनाएँ है जो एक न्यूरॉन के हरे प्रवर्ध से बाहर निकलती हैं। इन्हीं स्थानों पर साइनेप्स स्थित होते हैं।

PDF Page Organizer - Foxit Software

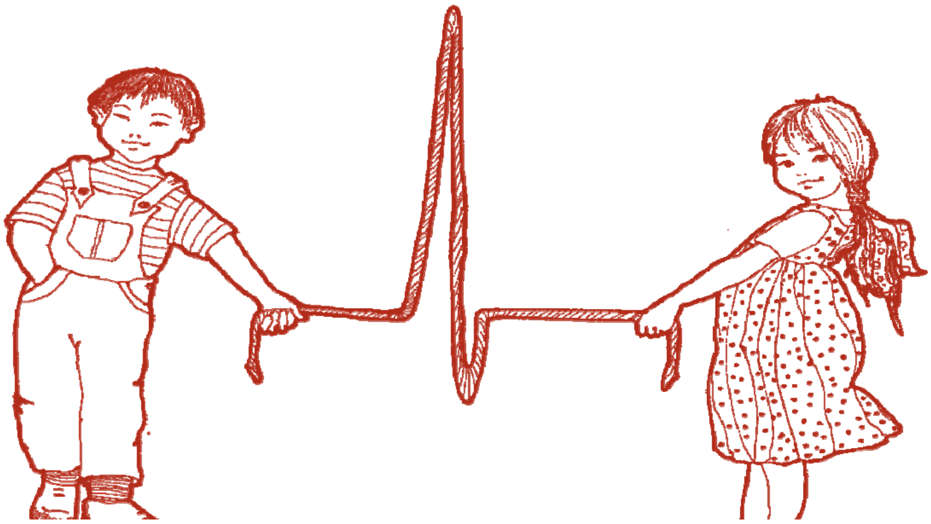
प्राप्त करना और निर्णय लेना

कोशिका के प्राप्ति बिन्दु पर प्रवर्धों का अन्य कोशिकाओं के अंदर आने वाले एक्सॉन के साथ नजदीकी सम्पर्क होता है, इनमें से प्रत्येक मीटर के लगभग 20 बिलियन वें भाग के बराबर छोटे से अंतराल से अलग किए जाते हैं। एक प्रवर्ध अन्य कुछ या अन्य हजारों न्यूरॉनों से सम्पर्क प्राप्त कर सकता है। ये जोड़ के बिन्दु **साइनेप्स** कहलाते है, यह शब्द ग्रीक भाषा से निकला है जिसका अर्थ होता है ''एक साथ जोड़ना''। सेरेब्रल कॉर्टेक्स में स्थित इनमें से अधिकांश कोशिकाओं के साइनेप्स प्रवर्ध कंटकों पर स्थित होते हैं, जो कमज़ोर से संकेतों की खोज में छोटे माइक्रोफोनों की तरह चिपके होते है।

एक्शन पोटेंशियल

एक न्यूरॉन से दूसरे न्यूरॉन से सम्पर्क बनाने के लिए न्यूरॉनल संकेतन सबसे पहले एक्सॉन के माध्यम से यात्रा करते है। यह न्यूरॉन इस काम को किस प्रकार करते हैं ?

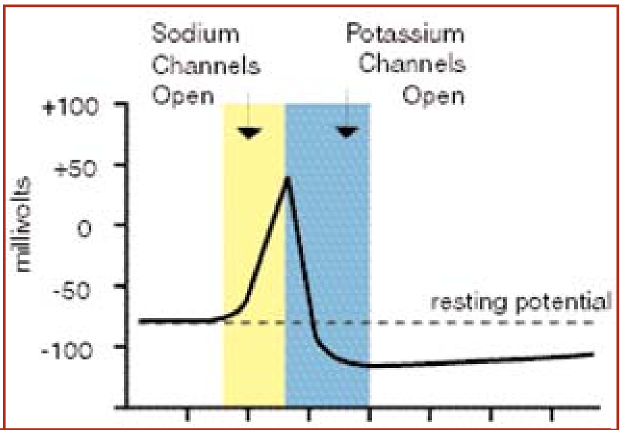
इसका उत्तर भौतिक और रासायनिक प्रवणता में निहित ऊर्जा के दोहन और इन बलों को एक सक्षम रूप से एक साथ मिलाने पर निर्भर करता है। न्यूरॉनों के एक्सॉन विद्युत उद्दीपन उत्पन्न करते हैं, जिसे **एक्शन पोटेंशियल** कहते हैं।



इन सम्पर्क बिन्दुओं पर तंत्रिका कोशिकाओं के बीच सम्पर्क को **साइनेप्टिक प्रसारण** कहा जाता है और इसमें एक रासायनिक प्रक्रिया शामिल होती है जिसका हम अगले अध्याय में विस्तार से वर्णन करेंगे। जब प्रवर्ध रासायनिक संदेशों में से किसी एक को प्राप्त करते है जो इसे भेजने वाले एक्सॉन से अलग होकर इस अंतराल से बाहर आया है, प्राप्त करने वाले प्रवर्धी कंटक के अंदर छोटी–छोटी विद्युत धाराएँ प्रवाहित होती हैं। कोशिका में आने वाली इन धाराओं को **उत्तेजना** कहते हैं, अथवा ये ऐसी धाराएँ भी हो सकती हैं जो कोशिका से बाहर आ रही हो, तब इन्हें **संदमन** कहते हैं। विद्युत की ये सभी धनात्मक और ऋणात्मक तरंगें प्रवर्धों में संचित होती है और ये कोशिकाकाय में फैल जाती है। यदि ये बहुत अधिक सक्रिय नहीं हो तो विद्युत धारा जल्दी ही समाप्त हो जाती है और आगे कुछ नहीं होता है। जबकि यदि विद्युत धारा इतनी अधिक बढ़ जाए कि वह एक स्तर से ऊपर उठ पाए तो न्यूरॉन की ओर से अन्य न्यूरॉनों को संदेश भेजा जाएगा।

अतः न्यूरॉन एक प्रकार का कैलकुलेटर है–जिसमें लगातार जोड़ने और घटाने की प्रक्रिया चलती रहती है। जब यह जोड़ने या घटाने का कार्य करता है तब यह अन्य न्यूरॉनों से संदेश प्राप्त करता है। कुछ साइनेप्स उत्तेजना पैदा करते हैं जबकि कुछ संदमन करते हैं। ये संकेत संवेदना, विचार और गतिविधि का आधार किस प्रकार करते हैं यह उन नेटवर्क पर काफी हद तक निर्भर करता है, जिसमें ये न्यूरॉन स्थित हैं।

ये तंत्रिका तंतु के माध्यम से एक रस्सी की तरह ऊपर–नीचे जाते हुए एक तरंग के रूप में यात्रा करते हैं। यह कार्य करता है क्योंकि एक्सॉनल झिल्ली में आयन चैनल होते हैं, जो विद्युतीय दृष्टि से आवेशित आयनों के माध्यम से खुलते और बंद हो सकते हैं। कुछ चैनल सोडियम आयनों को गुजरने देते हैं जबकि कुछ पोटेशियम आयनों को गुजरने देते हैं। जब ये चैनल खुलते है तब सोडियम या पोटेशियम आयन नीचे की ओर रासायनिक और विद्युत प्रवणता के विरुद्ध प्रवाहित होते हैं, ये कोशिका के अंदर और बाहर इसकी झिल्ली के विद्युत विध्रुवीकरण के प्रत्युत्तर में कार्य करते हैं।



एक्शन पोटेंशियल

PDF Page Organizer - Foxit Software

जब कोशिका काय पर एक्शन पोटेंशियल आरम्भ होता है तो तब सबसे पहले सोडियम चैनल खुलते हैं। सोडियम आयनों का एक स्पंदन कोशिका काय में जाता है और मिली सेकण्ड के अंदर एक नया साम्य स्थापित हो जाता है। तुरंत ही पार झिल्ली वोल्टेज 100 मिली वोल्ट पहुँच जाता है। यह अंदरुनी झिल्ली के वोल्टेज से बढ़ता है जो ऋणात्मक होता है (लगभग –70 मिली वोल्ट) से लेकर एक तक जो धनात्मक होता है (लगभग +30 मिली वोल्ट)। यह पोटेशियम चैनलों के बीच चलते हुए पोटेशियम आयन के एक स्पंदन को आरम्भ करता है जो कोशिका के बाहर निकल जाए। यह सोडियम आयन के अंदर आने जितनी तेज़ क्रिया होती है और बदले में यह झिल्ली के पोटेंशियल को अंदर की ओर मौजूद मूल ऋणात्मक मान तक वापस ले आती है। यह एक्शन पोटेंशियल की क्रिया उससे भी कम समय में पूरी हो जाती है, जितना समय घर में एक बिजली जलाने और उसे तुरंत बंद करने में लगता है। उल्लेखनीय बात यह है कि इसे करने के लिए कुछ ही आयन कोशिका झिल्ली से पारगमन करते हैं और कोशिका द्रव्य के अंदर पोटेशियम और आयनों की सांद्रता एक एक्शन पोटेंशियल के दौरान उल्लेखनीय रूप से बदलती नहीं है। यद्यपि, लंबे समय में ये आयन, **आयन पम्पों** के माध्यम से संतुलन बनाए रखते हैं जिनका कार्य अतिरिक्त सोडियम आयनों को बाहर निकाल फेंकना है। यह कुछ उस प्रकार की घटना है जब नदी में तैरती हुई एक नाव के तले में छोटा सा छेद हो जाए और बाल्टी से भरकर यहां भरे पानी को निकाल कर नाव को सुरक्षित कर लिया जाए, तथा पानी के उस दबाव को सहन करने की तले की समग्र क्षमता को कोई क्षति ना पहुँचे जिस पर नाव तैर रही है।

एक्शन पोटेंशियल एक विद्युतीय घटना है, जो जटिल है। तंत्रिका तंतु विद्युत चालकों की तरह कार्य करते है (जबकि ये इंसुलेटेड तारों की अपेक्षा कम सक्षम होते हैं)। और इस प्रकार एक बिन्दु पर उत्पन्न एक्शन पोटेंशियल इसके पास स्थित सक्रिय और विश्राम अवस्था में मौजूद झिल्लियों के बीच अन्य प्रवणता का सृजन करते हैं। इस प्रकार एक्शन पोटेंशियल विध्रुवीकरण की तरंग में सक्रिय रूप से आगे बढ़ता है जो तंत्रिका तंतु के एक सिरे से दूसरे सिरे तक फैल जाता है।

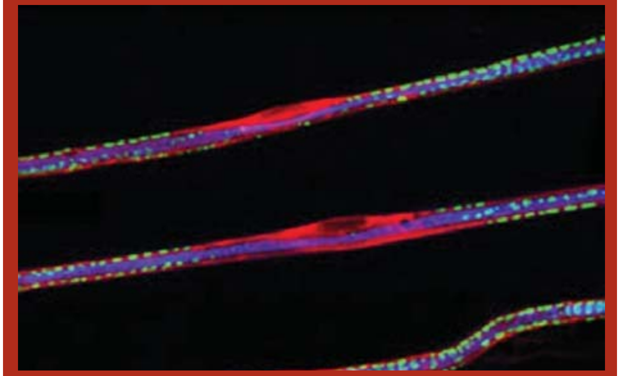
एक्शन पोटेंशियल की चालकता में आपको विचार करने में एक समजातता की बात सहायता दे सकती है कि एक्शन पोटेंशियल वास्तव में एक पटाखे में ऊर्जा की एक सिरे से दूसरे सिरे तक होने वाली गतिशीलता है। पहली बार प्रज्वलन होने पर गतिविधि बहुत तेज़ी से शुरू होती है (जो एक्शन पोटेंशियल के स्थल पर एक्सॉन में आने और बाहर जाने वाले आयनों के समकक्ष होता है), किन्तु प्रज्वलन के आगे बढ़ने की समग्र गति अत्यंत धीमी होती है। तंत्रिका तंतु की एक अदभुत विशेषता यह है कि मौन रहने की एक अवधि **(रिफ्रेक्टरी अवधि)** के तुरंत बाद यह झिल्ली अपनी विस्फोटन क्षमता दोबारा प्राप्त कर लेती है, तथा अगले एक्शन पोटेंशियल के लिए एक्सॉन झिल्ली को तैयार कर देती है।

कुछ विशिष्ट समुद्री जीवों में पाए जाने वाले अत्यंत बड़े न्यूरॉन तथा उनके एक्सॉन का उपयोग करते हुए इसमें से अधिक ज्ञान लगभग 50 वर्ष पहले किए गए आश्चर्यजनक प्रयोगों से ज्ञात हो चुका था। इन एक्सॉन के बड़े आकार का होने से वैज्ञानिक इनके अंदर छोटे–छोटे इलेक्ट्रोड रखकर इनमें होने वाले विद्युत वोल्टेज में परिवर्तन को ज्ञात कर सके। इन दिनों एक आधुनिक विद्युत अभिलेखन तकनीक पैच क्लैम्पिंग से तंत्रिका वैज्ञानिक सभी प्रकार के न्यूरॉनों में अलग–अलग आयन चैनल के माध्यम से आयनों की गति का अध्ययन कर सके हैं और इस प्रकार इन धाराओं का हमारे मस्तिष्क की तरह, अत्यंत शुद्ध मापन किया गया है।

एक्सॉन का इंसुलेशन

अनेक एक्सॉनों में एक्शन पोटेंशियल ठीक तरह से चलता है, बहुत तेज नहीं। अन्य में एक्शन पोटेंशियल तंत्रिका में अत्यंत तेज़ चलता है। इसका कारण यह है कि ये एक्सॉन वसीय पदार्थों से लिपटे होते है, जो एक इंसुलेटिंग आवरण की तरह कार्य करता है, जो **मायलिन शीथ** नामक ग्लियल कोशिका झिल्लियों से बनी होती हैं।

अनुसंधान अग्रणी

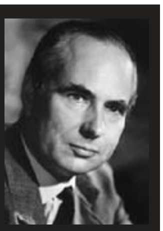


उपरोक्त तंत्रिका तंतु (बैंगनी रंग से एक्सॉन दर्शाया गया है)। स्वान कोशिकाओं (लाल) में लिपटे होते है। ये इसके आसपास से तंत्रिका में आने वाले विद्युत पारेषण का इंसुलेशन करते है। ये रंग प्रतिदीप्तिशील रसायन हैं जो एक नए खोजें प्रोटीन कॉम्पलेक्स को दर्शाते है इस प्रोटीन कॉम्पलेक्स को तोड़ने से एक आनुवांशिक रोग हो जाता है जो मांसपेशियों की तकलीफ पैदा करता है।

नए अनुसंधान से हमें उन प्रोटीनों के बारे में पता चलता है जो इस मायलिन शीथ को बनाते हैं। यह आवरण आयनिक धाराओं को निकल कर गलत स्थान पर जाने से रोकता है। ताकि ग्लियल कोशिकाएँ मददगार रूप से एक छोटा अंतराल छोड़ सकें। यहां आयन अपने सोडियम तथा पोटेशियम आयन चैनलों का सांद्रण करते है। आयन चैनलों के ये समूह ऐसे एम्प्लीफायर की तरह कार्य करते है जो एक्शन पोटेंशियल को बढ़ाता है और उसे बनाए रखता है, जैसा कि यह तंत्रिका के अंदर चलता हो। यह अत्यंत तीव्र गति से हो सकता है। वास्तव में मायलिन युक्त न्यरॉन में एक्शन पोटेंशियल न्यूरॉन लगभग 100 मीटर प्रति सेकण्ड की गति से चल सकता है।

एक्शन पोटेंशियल की विभेदी विशेषता हो सकती है **सभी कुछ या कुछ नहीं।** इनके आकार में भिन्नता नहीं होती, केवल इनके होने की स्थिति में अंतर होता है। इस प्रकार एक उद्दीपन की अवधि या उसकी शक्ति का तरीका यह है कि इससे एक्शन पोटेंशियल की आवृत्ति में भिन्नता द्वारा किसी अकेली कोशिका में कोडित किया जाए। सबसे अधिक सक्षम एक्सॉन एक हजार गुना प्रति सेकण्ड की आवृत्ति पर एक्शन पोटेंशियल उत्पन्न करें।

एलन होडकीन और एंड्रयू हक्सले को तंत्रिका प्रेरणा के पारेषण की प्रक्रिया की खोज करने के लिए नोबल पुरस्कार दिया गया था। उन्होंने प्लेमाउथ मेरिन बायोलॉजी प्रयोगशाला में स्क्विड के ''विशाल एक्सॉन'' में अध्ययन किया।



इंटरनेट लिंक्स : http://psych.hanover.edu/Krantz/neurotut.html
http://www.neuro.wustl.edu/neuromuscular/