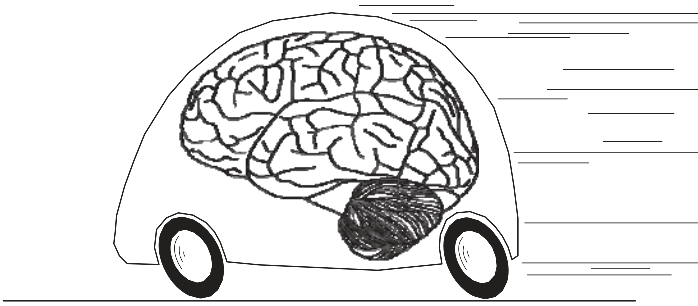
PDF Page Organizer - Foxit Software

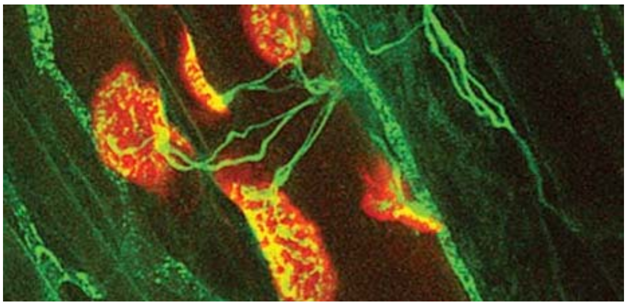
गति



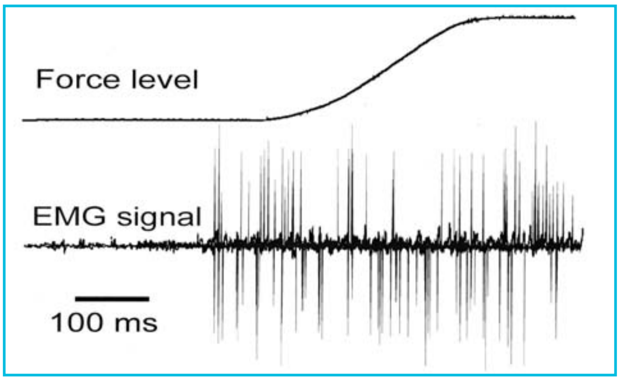
एक गेंद को पकड़ने के बारे में सोचें। क्या आसान है ? ऐसा लगता तो है, परन्तु इस सरल से कार्य को करने में भी आपके मस्तिष्क को अनेक उल्लेखनीय कार्य करने होते हैं। हम इन सबको सहज मान लेते हैं, फिर भी इनमें योजना शामिल होती है : गेंद हल्की है या भारी ? यह किस दिशा से आ रही है ? यह कितनी तेज़ी से जाएगी ? इसमें समन्वय होता है : एक व्यक्ति गेंद को पकड़ने के लिए अपने हाथों का समन्वय किस प्रकार करता है और इसका सर्वोत्तम तरीका क्या होगा ? और इसका निष्पादन होता है : क्या आपके हाथ को सही स्थान मिलता है और आपकी अँगुलियाँ सही समय पर बंद हो गईं ? अब तंत्रिका वैज्ञानिक यह जानते हैं कि मस्तिष्क के अनेक क्षेत्र इसमें शामिल होते हैं। इन क्षेत्रों में न्यूरल गतिविधि आदेश की एक ढीली श्रृंखला बनाने के लिए जुड़ती है–एक मोटर क्रम–सेरेब्रल कॉर्टेक्स और बेसल गैंगलिया से सेरेबेलम और मेरू रज्जु।

तंत्रिका मॉँसपेशीय जोड़

मोटर क्रम के सबसे निचले स्थान पर, मेरू रज्जु में मोटर न्यूरॉन नामक हज़ारों विशेषीकृत तंत्रिका कोशिकाओं की फायरिंग दर बढ़ जाती है। इन न्यूरॉनों के एक्सॉन माँसपेशियों में जाते हैं, जहाँ वे संकुचन योग्य माँसपेशीय तंतुओं को सक्रिय बनाते हैं। प्रत्येक मोटर न्यूरॉन के एक्सॉन के अंतिम सिरे एक माँसपेशी तंतु के अंदर सीमित संख्या पर विशेष **तंत्रिका माँसपेशीय जोड़** बनाते हैं (नीचे चित्र देखें)। एक मोटर न्यूरॉन के प्रत्येक एक्शन पोटेंशियल के कारण तंत्रिका सिरों से न्यूरोट्रांसमिटर्स मुक्त होते हैं और माँसपेशी तंतुओं में इसके संगत एक्शन पोटेंशियल उत्पन्न होता है। इसके द्वारा प्रत्येक माँसपेशी तन्तु के अंदर अंतः कोशिकीय भण्डारों से कैल्शियम आयन उत्पन्न होते हैं। इससे माँसपेशी तंतुओं में संकुचन होता है और बल तथा गति उत्पन्न होते हैं।



माँसपेशियों का संकुचन पैदा करने के लिए तंत्रिका माँसपेशी जोड़ पर अलग–अलग माँसपेशी तंतुओं के साथ तंत्रिकाएँ विशेष सम्पर्क बनाती हैं। जैसे–जैसे इनका विकास होता है, प्रत्येक माँसपेशी तंतु पर बहुत सारी तंत्रिकाओं के तंतु जाते हैं, परन्तु न्यूरॉनों के बीच प्रतिस्पर्द्धा के कारण कुछ हट जाते हैं। तब अंतिम सफल तंत्रिका से ''मोटर एण्ड प्लेट'' (लाल रंग की) एक विशेष अणु डिटेक्टर पर न्यूरो ट्रांसमिटर एसिटाइल कोलीन निर्मुक्त करने के लिए शेष रह जाती है। यह तस्वीर एक कंफोकल सूक्ष्मदर्शी का उपयोग करके बनाई गई है।



माँसपेशियों के साथ जुड़ी विद्युत सक्रियता की रिकॉर्डिंग (इलेक्ट्रो–मायोग्राफिक सक्रियता)

भुजा की माँसपेशियों में विद्युत की घटना त्वचा में माध्यम से एम्पलीफायर के साथ रिकॉर्ड की जा सकती है और इन विद्युत–मायो ग्राफिक रिकॉर्डिंग्स **(ईएमजी)** को प्रत्येक माँसपेशी में सक्रियता का स्तर मापने के लिए इस्तेमाल किया जाता है। (ऊपर चित्र देखें)।

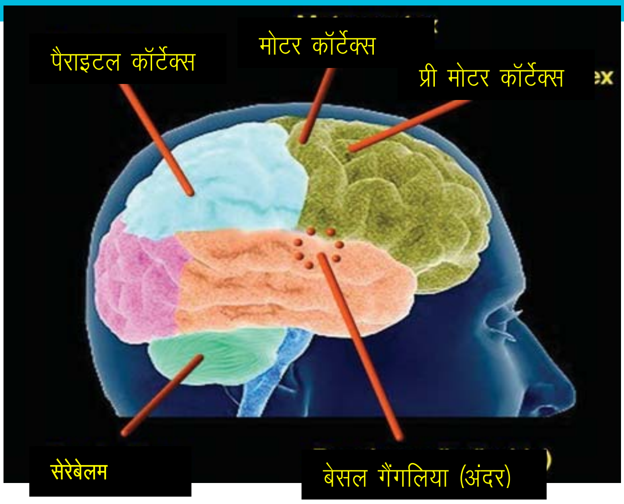
मेरू रज्जु विभिन्न रिफ्लेक्स मार्गों के माध्यम से माँसपेशियों के नियंत्रण में एक महत्वपूर्ण भूमिका निभाती है। इनमें विदड्राल के रिफ्लेक्स हैं जिनकी शारीरिक स्थिति में भूमिका है। जाना–माना ''घुटना जर्क'' रिफ्लेक्स खिंचाव के रिफ्लेक्स का एक उदाहरण है, जो अपेक्षाकृत विशेष है, क्योंकि इसमें केवल दो प्रकार की तंत्रिका कोशिकाएँ शामिल हैं– संवेदी न्यूरॉन, जो माँसपेशी की लंबाई का सिगनल देती है, यह गतिशीलता के लिए मोटर न्यूरॉन के साइनेट के माध्यम से जुड़ी होती है। ये रिफ्लेक्स और अधिक जटिल के साथ मेरू परिपथों में संयोजित होते हैं, जो अधिकांशतः व्यवहारों को संगठित करते हैं, जैसे कि चलते या दौड़ते समय हाथों की गतिशीलता। इनमें मोटर न्यूरॉनों की समन्वित उत्तेजना और संदमन शामिल है।

मोटर न्यूरॉन माँसपेशियों तक पहुँचने वाले **अंतिम सामान्य मार्ग** हैं जो आपकी अस्थियों को गतिशील बनाते हैं। जबकि, मस्तिष्क में इन कोशिकाओं की सक्रियता को नियंत्रित करने की प्रमुख समस्या है। किसी कार्य विशेष को करने के लिए किस माँसपेशी को गतिशील बनाना चाहिए और कितना तथा किस स्तर का ?

क्रम का उच्चतम बिन्दु–मोटर कॉर्टेक्स

मोटर क्रम के विपरीत सिरे पर सेरेब्रल कॉर्टेक्स में गतिशीलता के प्रत्येक तत्व के लिए हज़ारों–लाखों कोशिकाओं द्वारा असंख्य गणनाएँ की जानी हैं। ये गणनाएँ सुनिश्चित करती हैं कि गति सुचारु रूप से और कुशलतापूर्वक की गई है। सेरेब्रल कॉर्टेक्स तथा मेरू रज्जु के मोटर न्यूरॉनों के बीच मस्तिष्क स्तंभ के महत्वपूर्ण क्षेत्र मेरू रज्जु से आने वाली भुजाओं और माँसपेशियों की सूचना तथा सेरेब्रल कॉर्टेक्स से जाने वाली सूचना को मेरू रज्जु से जोड़ते हैं।

PDF Page Organizer - Foxit Software



गति को नियंत्रित करने वाले मस्तिष्क के अनेक क्षेत्र

गति पर एक प्रयोग

मुझे कौन चलाता है ? अपने दोस्त के साथ यह प्रयोग दायीं हथेली पर एक वज़नदार पुस्तक रखें। अब बायीं ओर से अपने दाएँ हाथ पर से पुस्तक को उठाएँ। इस समय आपका कार्य दाएँ हाथ को स्थिर रखना है! अब दोबारा कोशिश करें। अब की बार आप अपना हाथ स्थिर रखें और आपका मित्र पुस्तक उठाएँ। कुछ ही लोग ऐसा कर पाते हैं। चिन्ता नहीं करे; अनेक बार प्रयास करने के बाद आप उस तरह के प्रदर्शन के समान कर पाते हैं जब आपने स्वयं इसे किया था।

इस प्रयोग से पता चलता है कि आपके मस्तिष्क के संसरीमोटर क्षेत्रों में इस बारे में अधिक ज्ञान होता है जब आप पूरा कार्य अपने–आप करते हैं, बजाय उस स्थिति के, जब आप देखते हैं कि अन्य कोई आपकी गतिविधियों के लिए शुरूआत (ट्रिगर) करता है।

मोटर कॉर्टेक्स ऊतकों की एक पतली पट्टी है, जो मस्तिष्क से सोमेटो संसरी कॉर्टेक्स के सामने से प्रत्यक्ष रूप से (देखें पेज 12) गुज़रती है। यहाँ पूरे शरीर का मानचित्र होता है : विभिन्न अंगों (मेरू रज्जु में स्थित मोटर न्यूरॉनों के संयोजनों द्वारा) में गति उत्पन्न करने वाली कोशिकाएँ टोपोग्राफिक रूप से व्यवस्थित होती हैं। एक रिकॉर्डिंग इलेक्ट्रोड का उपयोग करते हुए इस मानचित्र के किसी भी भाग में पाए जाने वाले न्यूरॉन, उससे जुड़ी माँसपेशियों में सक्रियता के पहले लगभग 100 मिली सेकण्ड पूर्व सक्रिय हो जाते हैं। मोटर कॉर्टेक्स में कोड किया गया संदेश लंबी बहस का विषय था–क्या कॉर्टेक्स में मौजूद कोशिकाएँ उन गतिविधियों के लिए कोड करती हैं जो वह व्यक्ति करना चाहता है अथवा अलग–अलग माँसपेशियों के लिए कोड करती हैं जिन्हें इस कार्य के लिए पहले संकुचित होना चाहिए। इस प्रश्न का उत्तर कुछ भिन्न है–अलग–अलग न्यूरॉन इनके लिए कोड नहीं करते हैं। इसके स्थान पर एक **जनसंख्या कोड** उपयोग किया जाता है, जिसमें न्यूरॉनों के एक समूह की फायरिंग द्वारा गतिविधियाँ निर्दिष्ट की जाती है।

मोटर कॉर्टेक्स के ठीक सामने महत्वपूर्ण प्री–मोटर क्षेत्र होते हैं जो योजना गतिविधियों में शामिल हैं, ये गति के मेरू परिपथ तैयार करते हैं, तथा उस प्रक्रिया में भी शामिल हैं, जो देखने की गतिविधियों और हाव–भाव को समझने के बीच लिंक बंदरों में मिरर न्यूरॉन की खोज, जो तब प्रत्युत्तर हैं जब बंदर हाथ की गति देखता है और जब जन्तु स्वयं वे गतिविधियाँ करता है। मिरर न्यूरॉन गतिविधियों को सीमित करने और समझने में महत्वपूर्ण सिद्ध होने की संभावना है। पैराइटल कॉर्टेक्स में मोटर कॉर्टेक्स के पीछे अनेक कॉर्टिकल क्षेत्र शरीर के स्थानिक प्रतिनिधित्व और हमारे आस–पास के दृश्य और श्रव्य लक्ष्यों के साथ संबंधित होते हैं। इनके अंदर एक मानचित्र होता है कि हमारे अंग कहाँ हैं और हमारे संदर्भ में रोचक लक्ष्य क्या हैं। इन क्षेत्रों को क्षति होने पर,

उदाहरण के लिए, एक आघात (स्ट्रोक) से चीज़ें छूट सकती हैं या हमारे चारों ओर की दुनिया को उपेक्षित या अस्वीकार किया जा सकता है। तथाकथित पैराइटल उपेक्षा वाले रोगी चीज़ें (आमतौर पर बायीं ओर) नहीं देख पाते हैं और कुछ लोग अपने शरीर का बायां हिस्सा उपेक्षित करने लगते हैं।

बेसल गैंगलिया

बेसल गैंगलिया सेरेब्रल हेमिस्फेयर की गहराइयों में कॉर्टेक्स के नीचे स्थित आपस में जुड़े क्षेत्रों का एक समूह है। ये गतियों की पहल के लिए महत्वपूर्ण हैं, जबकि वे यह कैसे करते हैं अभी स्पष्ट नहीं है। बेसल

"........................ मिरर न्यूरॉन मनोविज्ञान में वही भूमिका निभाएंगे जो डीएनए की जीवविज्ञान में है : यह एक साथ लाने की रूपरेखा प्रदान करेंगे और मानसिक क्षमताओं के पोषक को समझाने में सहायता करेंगे जो या तो रहस्यमय बने रहते हैं और इन पर प्रयोग नहीं किए जा सकते हैं। ये प्राइमेट मस्तिष्क विकास की ओर बड़ा कदम हैं।"

वी. एस. रामचंद्रन

PDF Page Organizer - Foxit Software

गैंगलिया एक जटिल फिल्टर की तरह कार्य करते हैं, कॉर्टेक्स (संसरी, मोटर, प्रीफ्रंटल और लिम्बिक क्षेत्र) के अगले हिस्से से प्राप्त विविध इनपुट की विशाल संख्या में से सूचना चुनते हैं। बेसल गैंगलिया का आउटपुट मोटर कॉर्टेक्स क्षेत्रों को फीडबैक देता है।

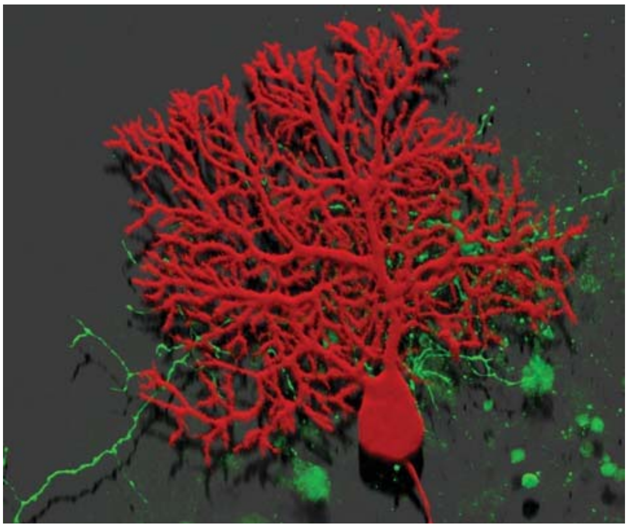
एक सामान्य मानव मोटर विकार, **बी पार्किन्सन** बीमारी को कम्पकम्पी और गति शुरू करने में कठिनाई से पहचाना जा सकता है। यह ऐसी स्थिति है जैसा कि बेसल गैंगलिया में चुनिन्दा फिल्टर लगाया गया हो। समस्या मस्तिष्क के सब्स्टेंशिया नाइग्रा (इसके काले रंग की उपस्थिति के कारण यह नाम दिया गया है) नामक हिस्से में न्यूरॉन के ह्रास के कारण होती है, जिसे लम्बे, प्रक्षेपित एक्सॉन बेसल गैंगलिया में न्यूरोट्रांसमिटर डोपामाइन निर्मुक्त करते हैं (नीचे अनुसंधान अग्रणी पर बॉक्स देखें)। **डोपामाइन** एक्सॉन की बेसल गैंगलिया में अपने लक्ष्य शुद्ध व्यवस्था अत्यंत अंतर्मुखी है, विभिन्न न्यूरोट्रांसमिटर्स के बीच महत्वपूर्ण अंतःक्रिया का सुझाव मिलता है। एल–डोपा औषधि के साथ उपचार से, जो मस्तिष्क में डोपामाइन में बदल जाता है, डोपामाइन स्तर को ठीक करता है और गति वापस लौटाता है (देखें अध्याय 16)।

बेसल गैंगलिया को सीखने में भी महत्वपूर्ण माना गया है, ताकि फल प्रदान करने वाली गतिविधियों को चुना जा सके।

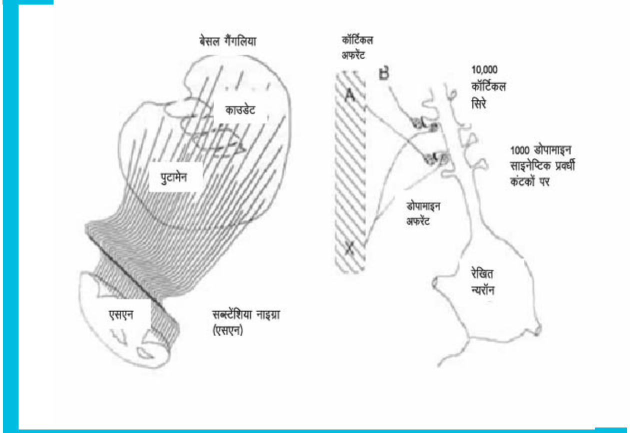
सेरेबेलम

सेरेबेलम कौशलपूर्ण कार्य सुचारु रूप से करना महत्वपूर्ण है। यह एक सुंदर न्यूरोनल मशीन मशीन है, जिसमें अंतर्निहित कोशिका वास्तुशास्त्र को विस्तार से समझा गया है। बेसल गैंगलिया के समान यह मोटर नियंत्रण से संबंधित कॉर्टिकल क्षेत्रों के साथ और मस्तिष्क स्तंभ संरचनाओं के साथ भी अच्छी तरह से जुड़ा होता है। सेरेबेलम के क्षति होने से समन्वित गतियाँ, संतुलन का अभाव, लड़खड़ाती आवाज़ और अनेक बोधात्मक कठिनाइयाँ आदि भी हो जाती हैं। बात जानी–पहचानी सी लगती है ? सेरेबेलम पर एल्कोहल का सशक्त प्रभाव होता है।

सेरेबेलम मोटर अधिगम्यता और अनुकूलन के लिए भी महत्वपूर्ण है। लगभग स्वैच्छिक गतिविधियाँ मोटर परिपथों के परिष्कृत नियंत्रण पर निर्भर करती हैं और सेरेबेलम इनके अनुकूलतम समायोजन में महत्वपूर्ण है –उदाहरण के लिए समय के संदर्भ में। इसमें अत्यंत नियमित कॉर्टिकल व्यवस्था है और ऐसा प्रतीत होता है कि इसने संवेदी प्रणाली, कॉर्टिकल मोटर क्षेत्र, मेरू रज्जु और मस्तिष्क स्तंभ से सूचना की विशाल मात्रा एक साथ विकसित की है। कौशलपूर्ण गतियाँ ग्रहण करना एक कोशिकीय अधिगम प्रक्रिया पर निर्भर करता है जिसे दीर्घ अवधि कुष्ठा (एलटीडी) कहते हैं और यह कुछ साइनेप्टिक संयोजनों की शक्ति कम करता है (प्रत्यास्थता पर अध्याय देखें)। सेरेबेलम के कार्यों के अनेक सिद्धांत हैं; अनेक में यह विचार निहित है कि इससे एक ''मॉडल'' बनता है कि मोटर प्रणाली कैसे कार्य करती है–एक प्रकार का आभासी वास्तविक सिमुलेटर जो आपके शरीर के अंदर सिर में है। यह साइनेप्टिक प्रत्यास्थता का उपयोग करते हुए इस मॉडल का निर्माण करता है, जो इसके अंतर्निहित नेटवर्क में धंसा होता है। अतः इस गेंद को दोबारा पकड़ें और इसे समझें कि आपके मोटर क्रम के सभी स्तरों पर शामिल हैं–चलनशील चाक्षुष लक्ष्य के संदर्भ में गतिविधि की आयोजना से लेकर आपकी भुजाओं की गति की प्रोग्रामिंग और आपकी भुजा के पोस्चरल रिफ्लेक्स का समायोजन। सभी स्तरों पर आपको संवेदी सूचना को सिगनलों की धारा में आवश्यकता होगी, जो आपकी माँसपेशियों में जाती है।



सेरेबेलम की एक पुरकिंजे कोशिका, इसके प्रवर्धी गुच्छ के वृहत को ''अर्बोराइज़ेशन'' दर्शाती हुई। हम जिन कौशलपूर्ण गतिविधियों को सीखते हैं यह उनके शुद्ध समय के लिए आवश्यक इनपुट्स प्राप्त करता है।



डोपामाइन के बारे में एक अनपेक्षित कहानी

निहित गतिविधियों और आदतों के रसायन में न्यूरोट्रांसमिटर डोपामाइन शामिल है, जो बेसल गैंगलिया में निर्मुक्त होता है, जहाँ यह मेटाबोट्रॉपिक ग्राही पर कार्य करता है (अध्याय 3)। यहाँ यह गतिविधि के एक प्रोत्साहन और उपयुक्त रूप में सक्रिय होता है। एक जिज्ञासा पैदा करने वाली नई खोज यह है कि डोपामाइन की निर्मुक्ति उस समय उच्चतम होती है जब रिवार्ड अनपेक्षित हो। अर्थात्, डोपामाइन न्यूरॉन सीखने की एक अवस्था पर सबसे अधिक सशक्त रूप से फायर करते हैं जब सही आउटपुट पाने के लिए मोटर प्रणाली को एक सशक्त प्रबलन देने में वास्तव में मदद करता है। तब गतियाँ एक क्रम में डोपामाइन के लगातार निकलने के माध्यम से एक श्रृंखला में बंधी हो सकती हैं। बाद में, विशेषकर यदि जटिल गतियाँ आदत बन जाती हैं, प्रणाली मुक्त रूप से डोपामाइन रिवार्ड के बिना चलती है। इस बिन्दु पर विशेषकर यदि गतियों को शुद्ध रूप से समय पर किया जाना है, सेरेबेलम की भूमिका शुरू हो जाती है।

गति नियंत्रण के बारे में तंत्रिका वैज्ञानिकों ने किस प्रकार जानकारी प्राप्त की, इसका इतिहास जानें :
http://www.pbs.org/wgbh/aso/tryit/brain/