IISc

भारतीय विज्ञान संस्थान
के शोध समाचार पत्र
कर्नेल का अनुवाद

अंक 5, 2021

तत्व

संपादकीय

कोयले पर खराब आरोप लगता है क्योंकि यह जलवायु परिवर्तन में सबसे बड़ा योगदानकर्ता है। क्या नवप्रवर्तनशील प्रौद्योगिकियों का उपयोग करके इसके पर्यावरणीय प्रभाव को कम किया जा सकता है? आईआईएससी में एक नया केंद्र इस अति महत्वपूर्ण समस्या का समाधान करने के लिए प्रयास करना चाहता है।

केरनल के इस अंक में, घातक सर्पदंश के लिए देश में एंटीवीनम उपचार की सीमाओं, कृत्रिम एंजाइम जो एचआईवी को पुन: सक्रिय होने से रोक सकते हैं, और एक विद्युत-शरीरक्रिया विज्ञान प्रयोगशाला की विविध खोज जो मस्तिष्क में कोशिकाओं के साथ परस्पर संवाद करने के तरीके को सुलझाने पर काम कर रही है, के बारे में भी पढ़ें।

कोयले को स्वच्छ बनाना

आईआईएससी में सुपर क्रिटिकल कार्बन डाइऑक्साइड टेस्टलूप (फोटो साभारःआईसीईआर)

जलवायु परिवर्तन संकट ने पर्यावरण प्रदूषण के प्रमुख स्रोत के रूप में जीवाश्म ईंधन, विशेष रूप से कोयले पर अत्यधिक प्रकाश डाला है। कोयला सबसे अधिक प्रदूषण फैलाने वाला ईंधन है, लेकिन इसका व्यापक रूप से उपयोग किया जा रहा है – इसके बड़ी मात्रा में बिजली पैदा करने, इसकी प्रचुरता और कम लागत के कारण – यह भारत का प्राथमिक ऊर्जा स्रोत है।

समय की मांग है कि इसके उपयोग को स्वच्छ और पर्यावरण के अनुकूल बनाया जाए। वर्ष 2019 में आईआईएससी में ऊर्जा अनुसंधान अंतःविषय केंद्र (आईसीईआर), में स्थापित राष्ट्रीय स्वच्छ कोयला अनुसंधान और विकास केंद्र (एनसीसीसीआरडी) का लक्ष्य बस यही करना है। विज्ञान और प्रौद्योगिकी विभाग द्वारा वित्तपोषित और आईआईएससी के नेतृत्व में, यह विभिन्न संस्थानों के अनुसंधान समूहों का एक संघ है।

एनसीसीसीआरडी का उद्देश्य ऐसी प्रौद्योगिकियों का विकास करना है जो दक्षता में वृद्धि करें और औद्योगिक ऊर्जा स्रोत के रूप में कोयले के पर्यावरणीय प्रभाव को, विशेष रूप से कोयला आधारित तापीय बिजली संयंत्रों/थर्मल पावर प्लांटों के कार्बन पदचिह्न को कम करके, कम करें।

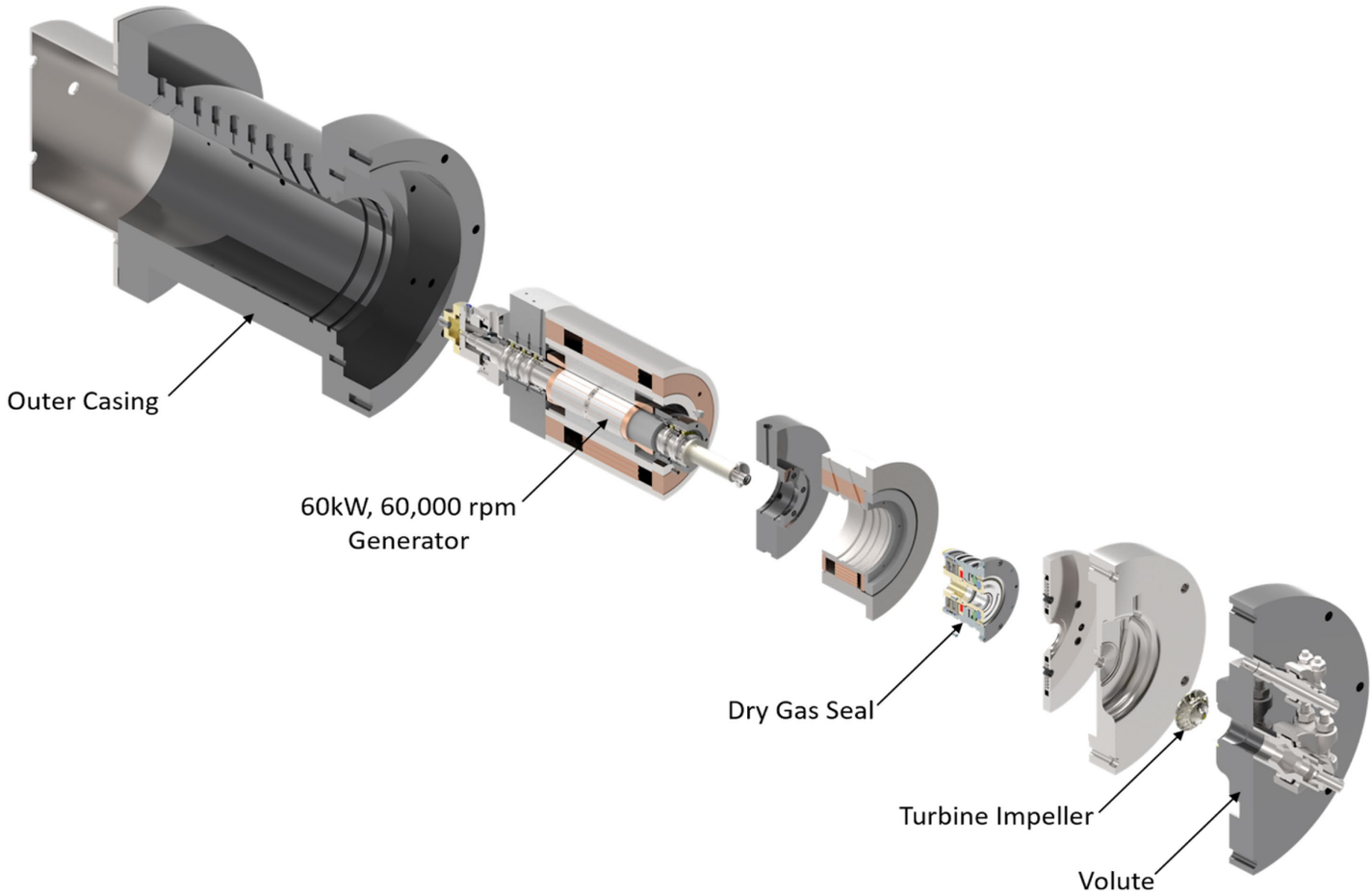
तापीय बिजली संयंत्र ऊष्मा पैदा करने के लिए कोयले को ईंधन के रूप में प्रयोग करते हैं। इस ऊष्मा को भाप द्वारा टर्बाइनों तक ले जाया जाता है जो तेजी से घूमते हैं और जनित्र के माध्यम से बिजली पैदा करते हैं।

करना है। विज्ञान और प्रौद्योगिकी विभाग द्वारा वित्तपोषित और आईआईएससी के नेतृत्व में, यह विभिन्न संस्थानों के अनुसंधान समूहों का एक संघ है।

शेष भाग पृष्ठ 2 पर

पेज 1 से आगे

sCO2 बिजली संयंत्रों में टर्बो मशीनरी घटकों का विस्तृत दृश्य (छवि सौजन्य: प्रमोद कुमार))



एनसीसीसीआरडी का उद्देश्य ऐसी प्रौद्योगिकियों का विकास करना है जो दक्षता में वृद्धि करें और औद्योगिक ऊर्जा स्रोत के रूप में कोयले के पर्यावरणीय प्रभाव को, विशेष रूप से कोयला आधारित तापीय बिजली संयंत्रों/थर्मल पावर प्लांटों के कार्बन पदचिह्न को कम करके, कम करें।

तापीय बिजली संयंत्र ऊष्मा पैदा करने के लिए कोयले को ईंधन के रूप में प्रयोग करते हैं। इस ऊष्मा को भाप द्वारा टर्बाइनों तक ले जाया जाता है जो तेजी से घूमते हैं और जनित्र के माध्यम से बिजली पैदा करते हैं।

अन्य चुनौतियां भी हैं। एयूएससी बिजली संयंत्रों में चरम स्थितियों के कारण, घटकों को बनाने वाली सामग्री को लंबे समय तक झेलने के लिए पर्याप्त रूप से मजबूत होना चाहिए। "सामग्री उच्च तापमान के कारण पर्यावरणीय पतन और ऑक्सीकरण से गुजर सकती है और उस तापमान और दाब पर भाप के कारण जंग पकड़ सकती है।" सामग्री इंजीनियरिंग विभाग के प्रोफेसर एवं अध्यक्ष और परियोजना के सह-पीआई, सत्यम सुवास बताते हैं। "इसके अतिरिक्त, चूंकि पाइप और टर्बाइन जैसे घटकों को छोटे-छोटे भागों में निर्मित किया जाता है और एक साथ वेल्ड किया जाता है, सामग्री वेल्ड करने योग्य होनी चाहिए और साथ ही वेल्डिंग के बाद अपनी मजबूती बनाए रखनी चाहिए।" एनसीसीसीआरडी के कई शोध समूह इन बिजली संयंत्रों के लिए स्वदेशी सामग्री को विकसित और मान्य करने के लिए काम कर रहे हैं। सामग्रियों का एक ऐसा वर्ग निकल सुपरएलॉय की एक श्रृंखला है। उच्च तापमान पर, अधिकांश धातुएं अपना आकार और ताकत खो सकती हैं, लेकिन ये सुपरऑलॉय नहीं खोते हैं।

सामग्री इंजीनियरिंग विभाग में एसोसिएट प्रोफेसर प्रवीण कुमार जैसे शोधकर्ता भी यह समझने पर काम कर रहे हैं कि सामग्री कैसे व्यवहार करती है। "हम सामग्री की संरचनात्मक अखंडता का अध्ययन करने के लिए उच्च तापमान पर प्रयोग करके एयूएससी पावर प्लांट की स्थितियों का अनुकरण करने की योजना बना रहे हैं - यह देखने के लिए कि क्या उच्च दाब और तापमान, सामग्री में अनुमेय से परे किसी भी विकृति और क्षति का कारण बनते है," वे बताते हैं। सभी सामग्रियां क्लांति/घिसावट और समय पर निर्भर अन्य विरूपण प्रक्रियाओं से गुजर सकती है। घटकों के शेष जीवनकाल का आकलन करने और सामग्री को बदलने की आवश्यकता है या नहीं, यह जांचने के लिए इसके नियमित निगरानी की आवश्यकता होती है। इसलिए उनके समूह के काम का एक अन्य उद्देश्य भविष्य सूचक मॉडल विकसित करना है जो इंजीनियरों को यह समझने देगा कि सामग्री समय के साथ कैसे व्यवहार करेगी ताकि वे जान सकें कि इन पुर्जों/भागों का निरीक्षण और प्रतिस्थापन कब करना है।

अनुसंधान का एक अन्य प्रमुख क्षेत्र उच्च राख सामग्री वाले ठोस कोयले के लिए गैसीकरण तकनीकों का विकास करना है। गैसीकरण ठोस कार्बन आधारित ईंधन को उसके गैसीय रूप में परिवर्तित करने की प्रक्रिया है, जो ठोस कोयले को जलाने की तुलना में पर्यावरण के लिए कम हानिकारक है। "जहाँ गैसीकरण एक प्रसिद्ध तकनीक है, इसका उपयोग मुख्य रूप से कोयले के लिए निम्न या मध्यम स्तर की राख सामग्री के लिए किया जाता है। हालांकि, भारत में कोयले में 35-40% राख की मात्रा होती है, जो आयातित कोयले की तुलना में बहुत अधिक है और औद्योगिक प्रक्रियाओं में समस्या पैदा कर सकती है," सतत प्रौद्योगिकी केंद्र, के प्रोफेसर एस दासप्पा कहते हैं।

लंबे समय तक उच्च तापमान पर, कोयले में राख की मात्रा अक्सर तलछट बनाती है - एक प्रक्रिया जिसे राख संलयन कहा जाता है - जो मशीनरी के कामकाज में बाधा उत्पन्न कर सकती है। दासप्पा बताते हैं, "हम चक्रवात गैसीकरण नामक एक अवधारणा का उपयोग कर रहे हैं, जो इस मुद्दे को हल करने में मदद कर सकती है।"

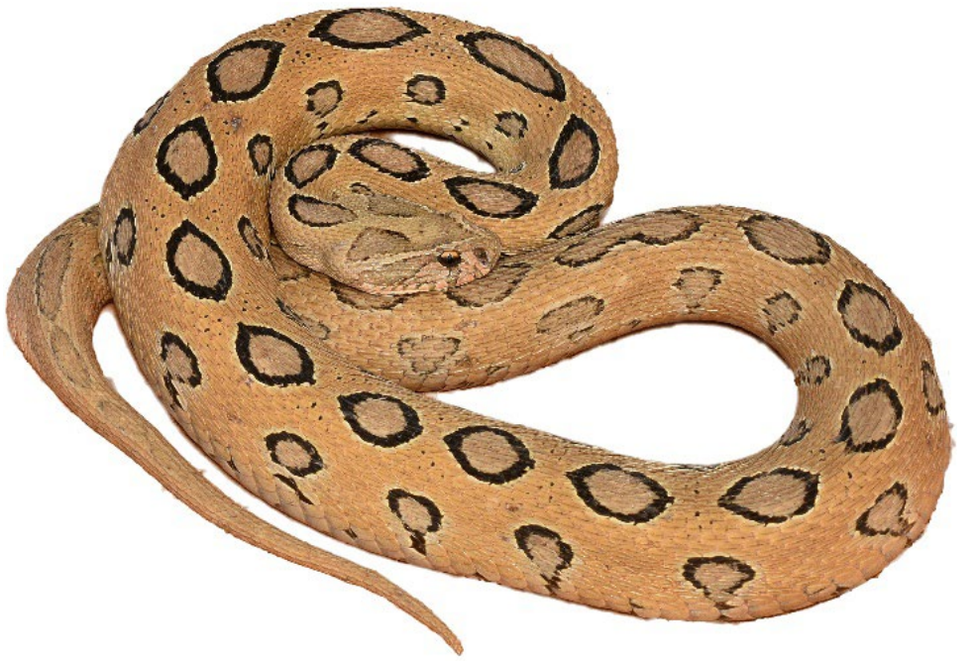
शोधकर्ता गैसीकरण उत्पादों जैसे कार्बन मोनोऑक्साइड, हाइड्रोजन और मीथेन का उपयोग हाइड्रोजन से भरपूर ईंधन, मेथनॉल और उर्वरकों का उत्पादन करने के लिए करना चाह रहे हैं।

गैसीकरण उत्पन्न कार्बन डाइऑक्साइड को पकड़कर कार्बन उत्सर्जन को कम करने में भी विशेष भूमिका निभाता है। "गैसीकरण में, हम कोयले की पूरी मात्रा को दहनशील गैसों में बदलने की अनुमति नहीं देते हैं, जो हमें संभावित उपयोग के लिए CO2 को अलग करने की अनुमति देता है। फिर हम इन गैसीय प्रजातियों से कार्बन डाइऑक्साइड को पकड़ सकते हैं और हटा सकते हैं ताकि यह प्रक्रिया एक विशिष्ट कोयला चालित एकीकृत गैसीकरण और संयुक्त चक्र (IGCC) पावर स्टेशन की तुलना में अधिक हरित हो, "दासप्पा कहते हैं।

कोयले जैसे जीवाश्म ईंधन के पर्यावरणीय पदचिह्न को कम करने वाली प्रौद्योगिकियां भारत के नवीकरणीय ऊर्जा प्रयासों के पूरक के लिए महत्वपूर्ण हैं, क्योंकि जैसा कि दत्ता कहते हैं, "हम निकट अवधि में जीवाश्म ईंधन को दूर नहीं कर सकते।"

- अनुष्का दासगुप्ता

ओडिशा के रसेल वाइपर अपने विशिष्ट स्ट्राइक पोज़ के साथ (फोटो: विवेक शर्मा)



सांप के जहर की संरचना में असमानता उपचार के बारे में प्रश्न उठाती हैं

भारत में, सर्पदंश से प्रतिवर्ष लगभग 58,000 लोग मारे जाते हैं और कई और अक्षम हो जाते हैं, और इनमें से अधिकांश सर्पदंश 'चार बड़े/बिग फोर' के लिए जिम्मेदार हैं - रसेल वाइपर (दुनिया में सबसे घातक सांप प्रजातियों में से एक), चश्मे वाला कोबरा, सामान्य क्रेट और आरी-स्केल्ड वाइपर। इसके उपचार में वाणिज्यिक एंटीवीनम का प्रशासन शामिल है। हालांकि यह उपचार हमेशा कारगर साबित नहीं होता है और अभी तक यह समझने हेतु बहुत कम प्रयास किए गए है कि ऐसा क्यों होता है।

एक हालिया अध्ययन में, पारिस्थितिक विज्ञान केंद्र (सीईएस) और सहयोगियों के शोधकर्ताओं ने प्रदर्शित किया है कि रसेल के वाइपर का जहर भौगोलिक स्थिति के आधार पर संरचना और विषाक्तता में नाटकीय अंतर दिखाता है। उन्होंने यह भी पाया कि रसेल के वाइपर जहर के लिए वाणिज्यिक एंटीवीनम उपचार उत्तर भारतीय आबादी को छोड़कर इस सांप की अधिकांश आबादी के लिए विपणन के रूप में काम करता है। यह कोबरा पर किए गए एक पिछले अध्ययन के विपरीत है, जिसमें स्थान के आधार पर विष में समान भिन्नता दिखाई गई थी, लेकिन अधिकांश आबादी के खिलाफ वाणिज्यिक विष-विरोधी उपचार प्रभावी नहीं था।

एंटीवीनम एंटीबॉडी के कॉकटेल हैं जो जहर में विषाक्त पदार्थों को बांधते हैं और उन्हें बेअसर करते हैं। लेकिन जब प्रयोगशाला आधारित प्रयोगों में भी ऐसा बंधन देखा जाता है, तब भी यह अनुमान लगाने के लिए पर्याप्त नहीं है कि क्या मानव शरीर के अंदर भी ऐसा होगा या नहीं, सीईएस के सहायक प्रोफेसर और अध्ययन के संबंधित लेखक कार्तिक सुनागर बताते हैं। वाणिज्यिक एंटीवीनम अक्सर बाजार में पूर्व नैदानिक आकलन (जानवरों का उपयोग करके) या मनुष्यों से जुड़े नैदानिक अध्ययनों के बिना तैनात किए जाते हैं।

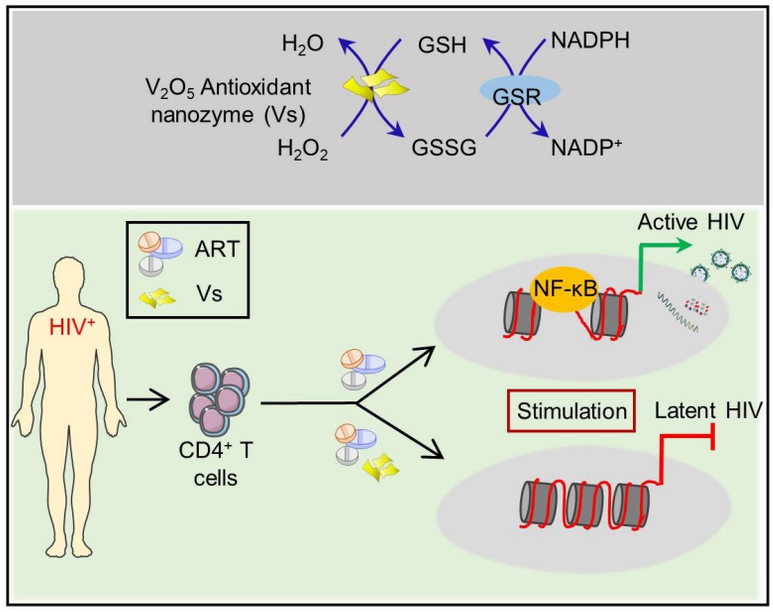
शोधकर्ताओं ने भारत के पांच जैव-भौगोलिक क्षेत्रों में 48 व्यक्तिगत रसेल वाइपर से जहर एकत्र किया, और परीक्षण किया कि एंटीवीनम ने चूहों में इसे कितनी अच्छी तरह निष्क्रिय कर दिया। सांप के जहर को एक अनुकूलनीय लक्षण के रूप में जाना जाता है जो पर्यावरण के आधार पर भिन्न हो सकता है। शोधकर्ताओं ने द्रव्यमान स्पेक्ट्रोमेट्री सहित विश्लेषणात्मक तकनीकों का उपयोग किया, ताकि संरचना में भिन्नता और विष घटकों की प्रचुरता को प्रकट किया जा सके। उन्होंने शरीर के बाहर जहर प्रोटीन के लिए एंटीवीनम के बंधन की पहचान करने में मदद के लिए प्रयोगशाला में जांच-परख का भी प्रयोग किया, और यह जांचने के लिए प्रयोग किए कि क्या एंटीवीनम चूहों में इंजेक्शन वाले जहर के जहरीले प्रभाव को बेअसर कर सकता है।

आश्चर्यजनक रूप से, जहर की संरचना में भिन्नता के बावजूद, वाणिज्यिक रूप से उपलब्ध एंटीवीनम ने उत्तरी भारत के अर्ध-शुष्क क्षेत्र को छोड़कर, इस सांप की अधिकांश आबादी के लिए विपणन के रूप में काम किया। हालांकि, प्रयोगों से यह संकेत नहीं मिलता है कि क्या एंटीवीनम रसेल के वाइपर के काटने के साथ होने वाली जीवन भर की चोटों से भी सुरक्षा प्रदान करता है।

वाइपर और कोबरा अध्ययन के द्वारा/साथ, सुनागर कहते हैं, "हम यह दिखाते हैं कि आप आबादी में जहर भिन्नता देखकर वास्तव में नैदानिक या पूर्व नैदानिक परिणामों की भविष्यवाणी नहीं कर सकते हैं। इसके बजाय, वाणिज्यिक एंटीवीनम की प्रभावशीलता का सटीक परीक्षण करने के लिए नैदानिक और पूर्व नैदानिक अध्ययन ही एकमात्र तरीके हैं।" चिंताजनक रूप से, इन अध्ययनों के परिणामों के साथ-साथ उसी टीम (जिसमें रोमुलस व्हिटेकर, जेरार्ड मार्टिन, और निकोलस कैसवेल शामिल हैं) द्वारा 'बिग फोर' के विष प्रोफाइलिंग पर एक पुराने अध्ययन के साथ, वाणिज्यिक एंटीवीनम की पूर्व नैदानिक अप्रभावता को 'बिग फोर' सांपों में से तीन की उत्तर भारतीय आबादी के जहर को बेअसर करने में दिखाया गया है, वे कहते हैं।

शोधकर्ता देश के सर्पदंश के अति संवेदनशील/हॉटस्पॉट क्षेत्रों में क्षेत्र-विशिष्ट एंटीवीनम के अविलंब उत्पादन की तत्काल आवश्यकता पर प्रकाश डालते हैं। एक दीर्घकालिक रणनीति के रूप में, वे पूरे भारत में एक प्रभावी एंटीवीनम विकसित करने का भी सुझाव देते हैं जिसका मूल्यांकन नैदानिक परीक्षणों द्वारा किया जाएगा। सुनागर बढ़ी हुई प्रभावकारिता, विशिष्टता और सुरक्षा के लिए पुनः संयोजक एंटीवीनम (जो कि घोड़े के एंटीबॉडी का उपयोग करने की वर्तमान पद्धति के बजाय संस्कृति प्लेटों पर कोशिकाओं में उत्पादित किया जा सकता है) के महत्व पर जोर देते है - एक अन्य क्षेत्र जिस पर उनकी प्रयोगशाला काम कर रही है।

- देबराज मन्ना



नैनोजाइम जो एचआईवी पुनर्सक्रियन को रोक सकते हैं

आईआईएससी के शोधकर्ताओं ने कृत्रिम एंजाइम विकसित किए हैं जो मेजबान की प्रतिरक्षा कोशिकाओं में मानव रोगक्षमपयॉप्तता विषाणु/ह्यूमन इम्यूनो डेफिसिएंसी वायरस (एचआईवी) के पुनर्सक्रियन और प्रतिकृति को सफलतापूर्वक अवरुद्ध कर सकते हैं।

वैनेडियम पेंटोक्साइड नैनोशीट से निर्मित, ये 'नैनोजाइम' ग्लूटाथियोन पेरोक्सीडेज नामक एक प्राकृतिक एंजाइम की नकल करके काम करते हैं जो मेजबान की कोशिकाओं में ऑक्सीडेटिव तनाव के स्तर को कम करने में मदद करता है, जो कि वायरस को नियंत्रण में रखने के लिए आवश्यक है।

ईएमबीओ मॉलिक्यूलर मेडिसिन में प्रकाशित अध्ययन का नेतृत्व अमित सिंह, एसोसिएट प्रोफेसर और वेलकम ट्रस्ट-डीबीटी इंडिया एलायंस के सूक्ष्म जीवविज्ञान विभाग एवं कोशिका जीवविज्ञान विभाग और संक्रामक रोग अनुसंधान केंद्र (सीआईडीआर) के सीनियर फेलो तथा अकार्बनिक और भौतिक रसायन विज्ञान विभाग में प्रोफेसर, गोविंदसामी मुगेश ने किया।

मुगेश कहते हैं, "लाभ यह है कि नैनोजाइम जैविक प्रणालियों के अंदर स्थिर होते हैं और कोशिकाओं के अंदर किसी भी अवांछित प्रतिक्रिया में मध्यस्थता नहीं करते हैं।" "इनको प्रयोगशाला में तैयार करना भी काफी आसान हैं।"

वर्तमान में किसी मरीज के शरीर से एचआईवी को पूरी तरह से खत्म करने का कोई तरीका नहीं है। एचआईवी रोधी दवाएं केवल विषाणु को दबाने में ही सफल होती हैं; संक्रमित कोशिकाओं से एचआईवी को खत्म करने में विफल रहती हैं। वायरस मेजबान की प्रतिरक्षा कोशिकाओं के अंदर एक 'अव्यक्त' अवस्था में छिपा रहता है और अपने जलाशय को स्थिर रखता है।
जब मेजबान की कोशिकाओं में जहरीले अणुओं जैसे हाइड्रोजन परोक्साइड का स्तर बढ़ जाता है, जिससे ऑक्सीडेटिव तनाव की स्थिति बढ़ जाती है,

वायरस 'पुनः सक्रिय' हो जाता है - यह छिपी हुई स्थिति से निकलता है और फिर से प्रतिकृति बनाना शुरू कर देता है।

कुछ वर्ष पहले, अमित सिंह की टीम ने वास्तविक समय में एचआईवी संक्रमित प्रतिरक्षा कोशिकाओं में ऑक्सीडेटिव तनाव के स्तर को मापने के लिए एक जैवसेंसर विकसित किया था। "हमने पाया कि विलंबता से बाहर आने और पुनः सक्रिय होने के लिए, एचआईवी को बहुत कम ऑक्सीडेटिव तनाव की आवश्यकता होती है," वे कहते हैं। पुनर्सक्रियन को रोकने का एक तरीका ऑक्सीडेटिव तनाव को लगातार कम रखना है, जो वायरस को स्थायी विलंबता की स्थिति में 'लॉक' कर देगा। इस प्रक्रिया के लिए ग्लूटाथियोन पेरोक्सीडेज जैसे एंजाइम आवश्यक हैं; वे जहरीले हाइड्रोजन पेरोक्साइड को पानी और ऑक्सीजन में बदल देते हैं। हालांकि, मेजबान कोशिकाओं को इन एंजाइमों की अधिक मात्रा में उत्पादन करने के लिए प्रेरित करना दृढ़ युग्मित विनियमित कोशिकीय रेडॉक्स मशीनरी को बाधित कर सकता है।

लगभग इसी समय, मुगेश के समूह ने एक अध्ययन प्रकाशित किया जिसमें दिखाया गया कि वैनेडियम पेंटोक्साइड से बने नैनोवायर ग्लूटाथियोन पेरोक्साइड की गतिविधि की कुशलता से नकल कर सकते हैं। इसलिए, सिंह की प्रयोगशाला ने उनके साथ सहयोग करने का फैसला किया।

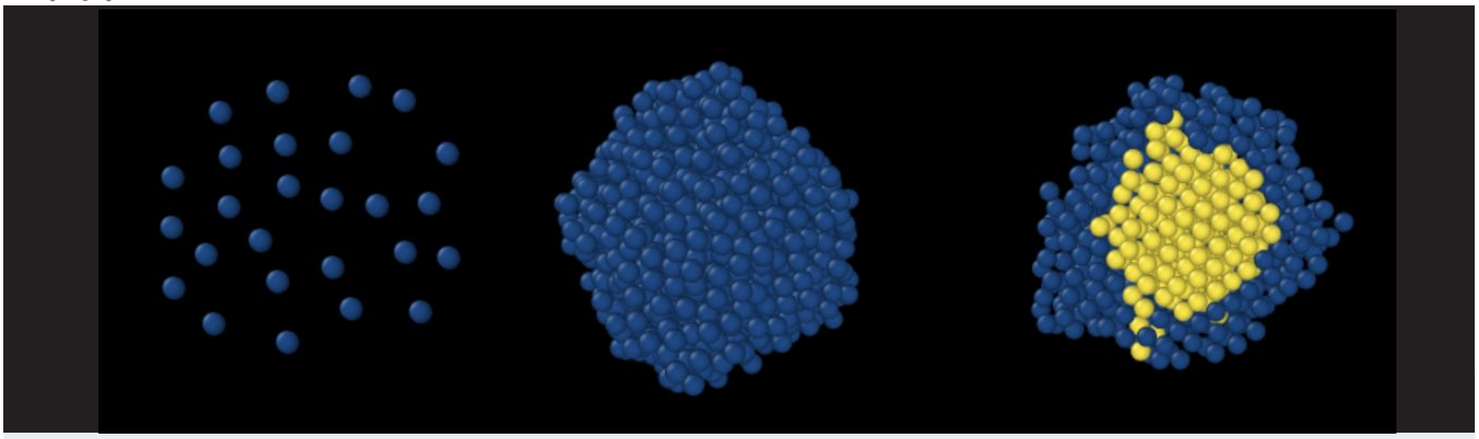
शोधकर्ताओं ने प्रयोगशाला में वैनेडियम पेंटोक्साइड की अत्यधिक-पतली नैनोशीट तैयार की और इनके द्वारा एचआईवी संक्रमित कोशिकाओं का इलाज किया। शीटें हाइड्रोजन पेरोक्साइड को कम करने में उतनी ही प्रभावी पाई गई जितना कि प्राकृतिक एंजाइम और वायरस को पुन: सक्रिय होने से रोकने के लिए सहज पाई गईं। सीआईडीआर की पहली लेखिका और शोध सहयोगी शालिनी सिंह बताती हैं, "हमने पाया कि इन नैनोशीटों का किसी प्रकार का प्रत्यक्ष प्रभाव था जिससे वायरस पुनर्सक्रियन के लिए आवश्यक मेजबान जीन की अभिव्यक्ति कम हो जाती है।" शालिनी सिंह, पहली लेखिका और सीआईडीआर में अनुसंधान सहयोगी बताती हैं। जब टीम ने नैनोजाइम के साथ एंटीरेट्रोवाइरल थेरेपी (एआरटी) से गुजरने वाले एचआईवी संक्रमित रोगियों से प्रतिरक्षा कोशिकाओं का इलाज किया, तो विलंबता तेजी से प्रेरित हुई और बाद में पुनर्सक्रियन को दबा दिया गया जब चिकित्सा बंद कर दी गई, जो यह दर्शाता है कि दोनों को संयोजित करना अधिक प्रभावी था, वह आगे कहती हैं।

एआरटी को नैनोजाइम के साथ मिलाने के अन्य फायदे भी हैं। कुछ एआरटी दवाएं साइड इफेक्ट के रूप में ऑक्सीडेटिव तनाव का कारण बन सकती हैं, जो हृदय या गुर्दे की कोशिकाओं को नुकसान पहुंचा सकती हैं, अमित सिंह कहते हैं। "इस तरह नैनोजाइम जोड़ने से ऐसी एआरटी दवाओं के कारण होने वाले दुष्प्रभावों को कम करने में मदद मिल सकती है।" यह उपचाराधीन एचआईवी रोगियों के जीवन की गुणवत्ता में सुधार कर सकता है, वह कहते हैं।

हालांकि प्रयोगशाला परीक्षणों में नैनोजाइम सामान्य कोशिकाओं के लिए हानिरहित पाए गए थे, मुगेश बताते हैं कि यह समझने के लिए आगे के अध्ययन की आवश्यकता है कि क्या उन्हें शरीर के अंदर इंजेक्ट किए जाने के बाद अन्य प्रभाव भी हो सकते हैं। "वे कहाँ जाएंगे? वे किन अंगों में प्रवेश करेंगे? वे कब तक शरीर में रहेंगे? हमें इन सभी पहलुओं को देखने की जरूरत है, "वे बताते हैं।

- रंजिनी रघुनाथ

छवि: रवि कुमार रेड्डी अदुला



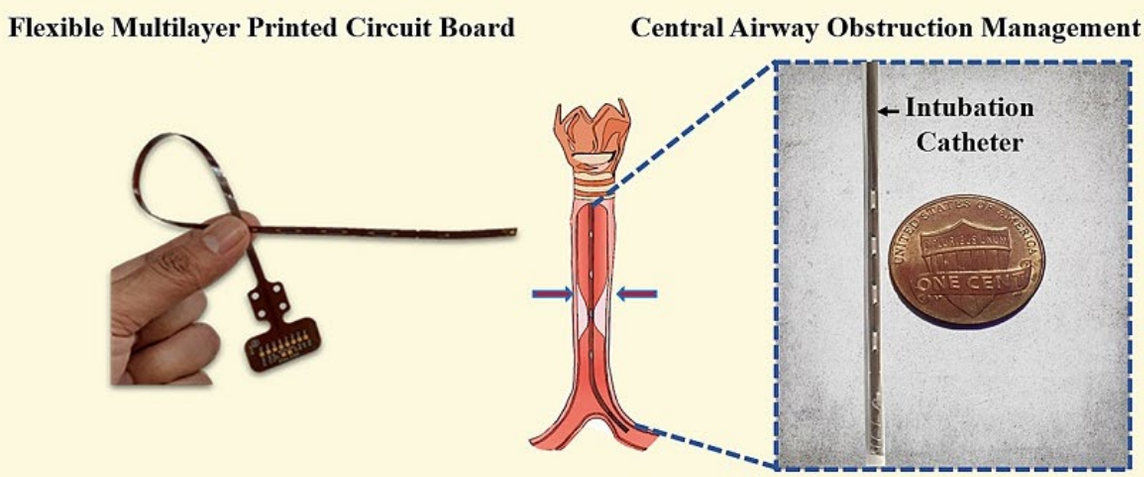
क्रिस्टल तनु चरणों से कैसे केंद्रकित/न्यूक्लियेट करते हैं

हालांकि यह सरल प्रतीत होता है, किंतु द्रव चरण से क्रिस्टल का केंद्रीकरण/न्यूक्लियेशन एक जटिल प्रक्रिया है। अनेकों कम्प्यूटरीकृत और प्रायोगिक अध्ययनों के बावजूद, इसके तंत्र को पूरी तरह से समझा नहीं गया है। हाल के अध्ययनों से पता चला है कि, सदियों पुराने पारंपरिक केंद्रीकरण सिद्धांत के विपरीत, क्रिस्टल न्यूक्लिएशन एक दो-चरणीय तंत्र का अनुसरण करता है जहां अणु शुरू में एक साथ मिलकर एक समुच्चय बनाते हैं, इसके बाद समुच्चय/एग्रीगेट के भीतर क्रिस्टल न्यूक्लिएशन होता है। रासायनिक प्रक्रिया उद्योगों में, क्रिस्टलीकरण प्रक्रियाओं के डिजाइन और नियंत्रण के लिए न्यूक्लिएशन तंत्र की समझ अत्यंत महत्वपूर्ण है। उदाहरण के लिए, दवा निर्माण उद्योग में, क्रिस्टलीकरण के दौरान पॉलीमॉर्फ नियंत्रण (क्रिस्टल संरचना का नियंत्रण) महत्वपूर्ण प्रौद्योगिकीय एवं वाणिज्यिक महत्व का है।

ऐसे परिदृश्य में, रसायन इंजीनियरिंग विभाग के रवि कुमार रेड्डी अडुला और सुदीप एन पुन्नाथनम ने वाष्प और तनु विलयन जैसे तनु चरणों से क्रिस्टल न्यूक्लिएशन का एक नया आणविक सिद्धांत विकसित किया है। सांख्यिकीय यांत्रिकी में अपने आधार के साथ, आणविक सिद्धांत, आण्विक प्रक्रिया का अब तक का सबसे पूर्ण विवरण प्रदान करने में सक्षम है और समाधानों से क्रिस्टल न्यूक्लिएशन की तंत्र व्यवस्था में महत्वपूर्ण अंतर्दृष्टि प्रदान करने की उम्मीद है। यह वैज्ञानिकों और इंजीनियरों को क्रिस्टलीकरण प्रक्रिया के प्रक्रिया डिजाइन और नियंत्रण में सुधार करने में सक्षमता प्रदत्त करेगा।

- सुदीप पुन्नाथनम

छवि: अलेक्सा बी और हार्दिक जीतेंद्र पांड्या



श्वसनवायु मार्ग में अवरोधों को महसूस करने के लिए नालशलाका/कैथेटर

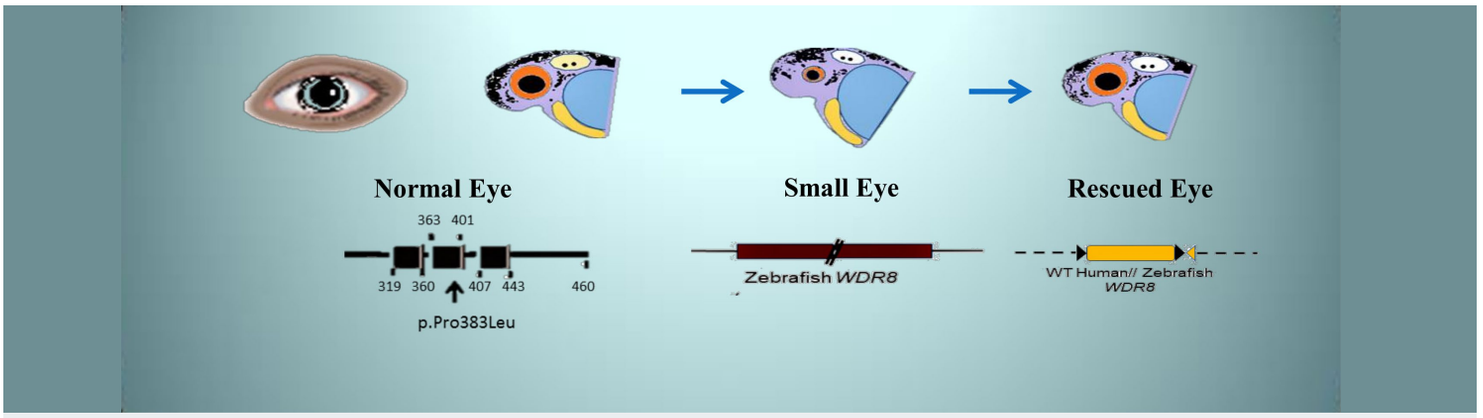
संकीर्णन/स्टेनोसिस एक ऐसी स्थिति है जहां अवरोधों के कारण हमारे श्वसन पथ या वायुमार्ग के श्वासनली और लघुश्वासवासनली खंडों में प्रभावी लुमेन (आंतरिक) क्षेत्र कम हो जाता है। यह संकुचन वायु प्रवाह के प्रतिरोध को बढ़ाता है; अधिक/गंभीर संकुचन अक्सर रुग्णता और मृत्यु से संबंधित कारण बन जाता है।

स्टेनोज्ड (अवरुद्ध) वायुमार्ग में वायु प्रवाह पैटर्न के अभिलक्षण नए नैदानिक उपकरणों की मांग करते है जो विशिष्ट बाधित साइटों पर वायु प्रवाह परिवर्तनों को प्रभावी ढंग से माप सकते हैं। इलेक्ट्रॉनिक प्रणालियाँ इंजीनियरिंग विभाग के शोधकर्ताओं, अलेक्या बी और हार्दिक जे पांड्या ने सहयोगी येओंगजिन किम और संजय राव के साथ, एक वहनीय इनट्यूबेशन कैथेटर का प्रदर्शन किया है जो श्वासनली एवं लघुश्वासवासनलिका वृक्ष के विभिन्न क्षेत्रों में मात्रात्मक रूप से वायु वेग को माप सकता है।

कैथेटर में माइक्रो-इलेक्ट्रो-मैकेनिकल प्रणालियों (एमईएमएस) पर आधारित ताप प्रवाह सेंसर के साथ-साथ सब-मिलीमीटर हेलिकल-शेप्ड मेमोरी एक्ट्यूएटर्स की एक जोड़ी के साथ एकीकृत तीन-परत लचीला मुद्रित सर्किट बोर्ड होता है। शोधकर्ताओं ने भेड़ की श्वासनली में सामान्य और अवरुद्ध परिस्थितियों में वायु वेग को मापकर इसका परीक्षण किया। यहां तक कि लुमेन क्षेत्र में 10% की कमी ने बाधा स्थल के अनुरूप अद्वितीय चोटियों को उत्पन्न किया। इस तरह के कैथेटर का उपयोग पूर्व नैदानिक चरणों में स्टेनोसिस की पहचान करने के लिए किया जा सकता है।

- अलेक्या बी एवं हार्दिक जीतेंद्र पांड्या ।

छवि सौजन्य: उपेंद्र नोंगथोम्बा



नेत्र विकास और विकार में शामिल नया जीन

माइक्रोस्फेरोफैकिया एक दुर्लभ आनुवंशिक विकार है जो मानव आंख में सामान्य से छोटे लेंस के कारण होता है, जिससे ग्लूकोमा और कभी-कभी अंधापन हो सकता है। आणविक प्रजनन, विकास और आनुवंशिकी विभाग में उपेंद्र नोंगथोम्बा और अरुण कुमार के नेतृत्व में शोधकर्ताओं ने अब इस विकार के लिए जिम्मेदार एक नए जीन की पहचान की है।

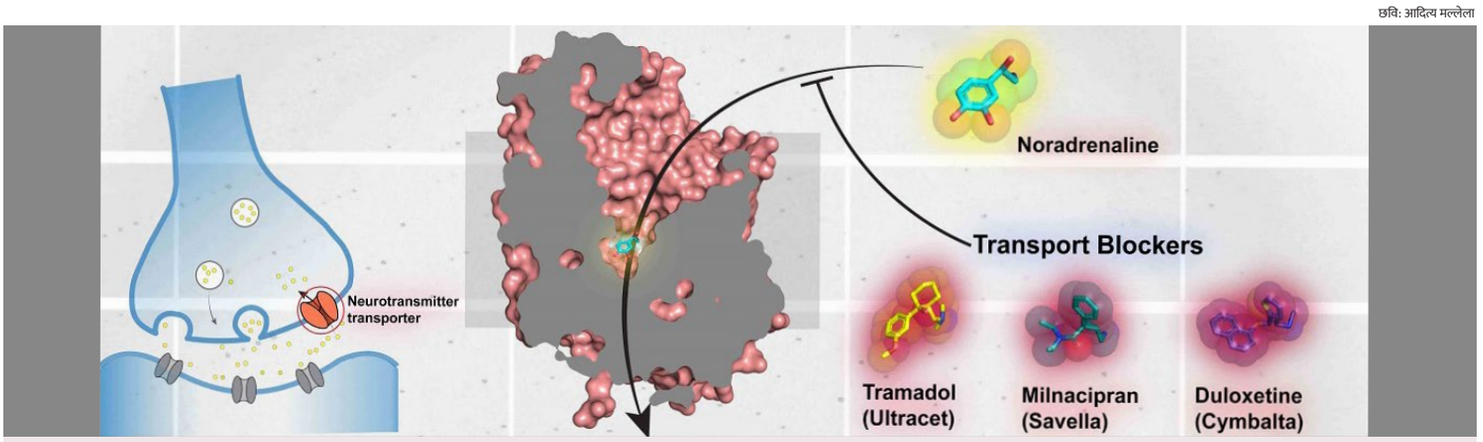
प्रभा नेत्र क्लिनिक और अनुसंधान केंद्र, बेंगलोर के सहयोग से, आईआईएससी टीम ने दो परिवारों की पहचान की जिनके सदस्यों में यह असामान्यता थी। उन्नत आनुवंशिक विश्लेषण ने संकेत दिया कि एक विशेष जीन (WRAP73/WDR8) में उत्परिवर्तन इस विकार से जुड़े थे।

टीम ने जेब्राफिश में पहचाने गए जीन को इसके जीनोम से हटाकर विकार की स्थिति को दोहराया। उन्होंने पाया कि जीन को बाहर निकालना कोशिका विभाजन के दौरान आवश्यक प्रोटीन की स्थिरता को रोकता है और रेटिना कोशिका विकास को रोकता है, जिसके परिणामस्वरूप आंखों का आकार छोटा हो जाता है। जब टीम ने प्रभावित मछली में संबंधित मानव जीन के टुकड़े को फिर से डाला, तो इसने विकार के लक्षणों को उलट दिया।

हालांकि एक सटीक तंत्र जिसके द्वारा WDR8 जीन आंख के शुरुआती विकास को नियंत्रित करता है, अभी भी अस्पष्ट है, ये परिणाम माइक्रोस्फेरोफैकिया के लिए प्रारंभिक निदान और चिकित्सीय उपचार का मार्ग प्रशस्त कर सकते हैं।

- सिदरत तसवूर कांत

छवि: आदित्य मल्लेला



दीर्घकालिक दर्द की दवा तंत्रिका संचारक/न्यूरोट्रांसमीटर परिवहन को कैसे रोकती है?

न्यूरॉन्स के बीच संचार न्यूरोट्रांसमीटर नामक रसायनों की रिहाई के माध्यम से होता है। ऐसा ही एक न्यूरोट्रांसमीटर है नॉरएड्रेनालाईन। रीढ़ की हड्डी में इस रसायन के स्त्राव से फाइब्रोमायलजिया और न्यूरोपैथिक दर्द जैसी पुरानी दर्द की स्थिति को दूर करने में मदद मिलती है।

नॉरएड्रेनालाईन के स्तर को झिल्ली-एम्बेडेड परिवाहक प्रोटीन द्वारा नियंत्रित किया जाता है, जो आणविक 'निर्वात शोधक/वैक्यूम क्लीनर' की तरह काम करते हैं, अतिरिक्त न्यूरोट्रांसमीटर को हटाते हैं। दीर्घकालिक दर्द की दवाओं के रूप में निर्धारित दवाएं आमतौर पर इसके परिवाहक को अवरुद्ध करके न्यूरॉन जंक्शनों में नॉरएड्रेनालाईन के स्तर को बढ़ाने का काम करती हैं।

एक नए अध्ययन में, अरविंद पेनमात्सा के नेतृत्व में आणविक जैव भौतिकी इकाई के शोधकर्ताओं ने एक न्यूरोट्रांसमीटर ट्रांसपोर्टर की संरचनाओं को निर्धारित करने के लिए एक्स-रे क्रिस्टलोग्राफी का उपयोग किया ताकि यह प्रदर्शित किया जा सके कि कैसे नॉरएड्रेनालाईन और डोपामाइन - एक अन्य न्यूरोट्रांसमीटर - रासायनिक रूप से अत्यधिक समान होने के बावजूद एक ही ट्रांसपोर्टर के भीतर विभिन्न प्रकार के संवाद प्रदर्शित करते हैं। ट्रांसपोर्टर के भीतर का विशिष्ट क्षेत्र जिसके साथ नॉरएड्रेनालाईन प्रतिक्रिया करता है, वह स्थान/साइट भी है जहां कुछ दर्द निवारक दवाएं बंधती हैं और विशेष रूप से नॉरएड्रेनालाईन उद्ग्रहण को रोकती हैं।

टीम ने पाया कि इस क्षेत्र में कोई भी परिवर्तन नॉरएड्रेनालाईन उद्ग्रहण को अवरुद्ध करने की दवाओं की क्षमता से गंभीर रूप से समझौता करता है। निष्कर्ष दीर्घकालिक दर्द को कम करने के लिए सीमित दुष्प्रभावों के साथ नॉरएड्रेनालाईन परिवहन के बेहतर अवरोधकों को डिजाइन करने के लिए एक प्रतिमान प्रदान करते हैं।

- शबरीश पिदाथला

अपनी प्रयोगशाला के साथ ऋषिकेश नारायणन (फोटो सौजन्य : ऋषिकेश नारायणन)

एक समय में एक कोशिका, मस्तिष्क को डिकोड करना

ऋषिकेश नारायणन की प्रयोगशाला जांच करती है कि मस्तिष्क में कोशिकाओं के अंदर क्या चल रहा होता है और वे परस्पर कैसे बात करती हैं

मस्तिष्क का अध्ययन करने वाले वैज्ञानिक इसे अलग स्तरों पर देखते हैं: व्यवहार से लेकर तंत्रिका नेटवर्क तक, पूर्ण रूप से व्यक्तिगत कोशिकाओं, अणुओं और जीनों तक। इनमें से प्रत्येक को डिकोड करने से अंततः हमें यह समझने में मदद मिलेगी कि हमारा मस्तिष्क कैसे काम करता है।

आईआईएससी में आण्विक जैव भौतिकी इकाई में ऋषिकेश नारायणन की प्रयोगशाला मुख्य रूप से कोशिकीय स्तर पर काम करती है, हालांकि वे कभी-कभी आणविक और नेटवर्क पैमानों पर भी काम करते हैं। कंप्युटेशनल और प्रायोगिक तकनीकों का उपयोग करते हुए, वे अध्ययन करते हैं कि कैसे न्यूरॉन्स और ग्लिया - हमारे मस्तिष्क में दो मुख्य प्रकार की कोशिकाएं - कार्य करती हैं। वे विशेष रूप से इलेक्ट्रोफिजियोलॉजी नामक तकनीक का उपयोग करके इन कोशिकाओं, और संबंधित तंत्र और कार्यों में विद्युत गतिविधि की जांच करने में रुचि रखते हैं। समूह यद्यपि चार अलग-अलग किंतु अभिसरण विषयों पर केंद्रीकृत है।

पहला, प्रयोगशाला जांच करती है कि कैसे न्यूरॉन्स विभिन्न संरचनात्मक घटकों से समान कार्यात्मक परिणाम उत्पन्न कर सकते हैं, एक ऐसी घटना जिसे जीव विज्ञान में अध: पतन कहा जाता है। ऋषिकेश और उनके विद्यार्थियों ने दिखाया है कि कैसे न्यूरॉन्स में विभिन्न अणु, जैसे आयन चैनल, विभिन्न न्यूरोनल उपप्रकारों में कोशिकीय स्तर पर समान कार्यात्मक परिणाम प्राप्त कर सकते हैं। उन्होंने हाल ही में दिखाया कि कैसे, हिप्पोकैम्पस नामक मस्तिष्क क्षेत्र में, न्यूरॉन्स और नेटवर्क के विभिन्न विन्यास एक ही तरह के आउटपुट या समान कोडिंग दक्षता का उत्पादन कर सकते हैं।

दूसरा, प्रयोगशाला यह पता लगाने में रुचि रखती है कि सक्रिय डेंड्राइट कैसे काम करते हैं। डेंड्राइट न्यूरॉन्स से छोटे पेड़ की तरह के प्रक्षेपण हैं जो निष्क्रिय रूप से अन्य न्यूरॉन्स से जानकारी प्राप्त करते हैं - या शोधकर्ताओं ने 1990 के दशक की शुरुआत तक ऐसा ही सोचा था। लेकिन वैज्ञानिकों ने बाद में पाया कि डेंड्राइट "सक्रिय" होते हैं और उनमें "आयन चैनल" होते हैं - वे न केवल न्यूरॉन्स में विद्युत संकेतों को निष्क्रिय रूप से प्रसारित करते हैं, बल्कि उन्हें उत्पन्न भी कर सकते हैं। ऋषिकेश बताते हैं कि ये डेंड्राइट आने वाली सूचनाओं को न्यूरोनल सेल बॉडी तक पहुंचने से पहले सक्रिय रूप से फ़िल्टर भी कर सकते हैं।

इस आधुनिक विचार पर आधारित, ऋषिकेश की प्रयोगशाला यह समझने की कोशिश करती है कि ये सक्रिय डेंड्राइट न्यूरॉन्स के विभिन्न लक्षणों/गुणों में कैसे योगदान करते हैं। इन वर्षों में, उन्होंने पहेली के कुछ अंशों का पता लगा लिया है। उदाहरण के लिए, प्रयोगशाला ने दिखाया है कि सक्रिय डेंड्राइट अपने आसपास के क्षेत्र में बाह्य कोशिकीय विद्युत क्षमता को बदलते हैं, और यह कि वे मस्तिष्क में विभिन्न कोशिकाओं (न्यूरॉन्स और ग्लिया) के एक दूसरे के साथ संवाद करने के तरीके को नियंत्रित करते हैं।

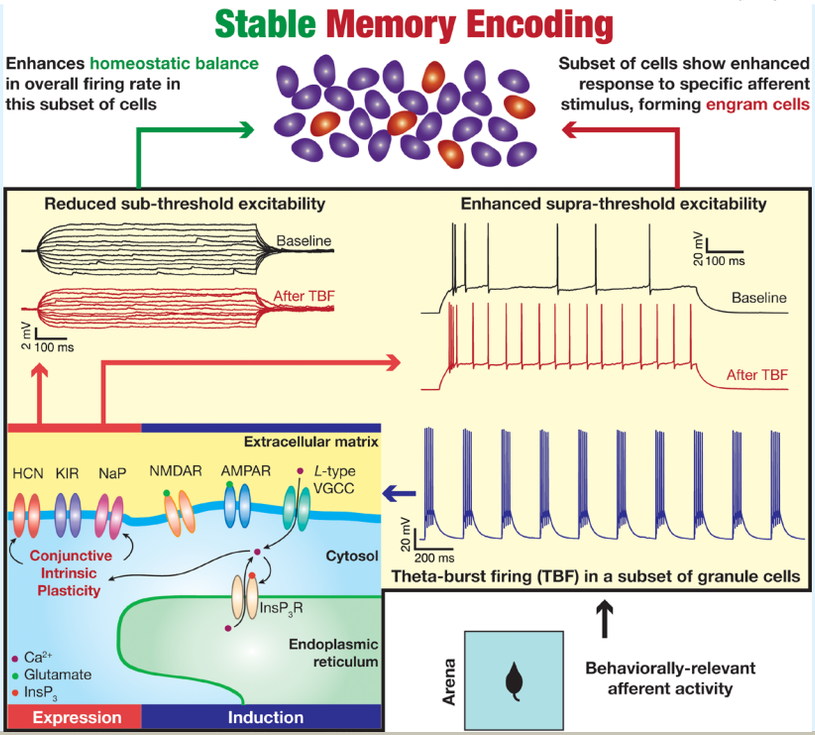
तीसरा, ऋषिकेश और उनके विद्यार्थी जांच करते हैं कि बाहरी उद्दीपनों के साथ न्यूरॉन्स और उनके नेटवर्क कैसे बदलते हैं। विशेष रूप से, वे अध्ययन करते हैं कि आयन चैनल इन परिवर्तनों में कैसे भाग ले सकते हैं - एक प्रक्रिया जिसे आंतरिक नमनीयता/प्लास्टिसिटी कहा जाता है। अधिकांश शोधकर्ताओं ने साइनेप्स को रखा है - दो न्यूरॉन्स के बीच जोड़ जो संदेशों को पारित करने की अनुमति देता है - एक पाद-पीठ पर, एकमात्र एजेंट के रूप में जो उद्दीपनों ('साइनेनैप्टिक प्लास्टिसिटी') को प्रतिक्रिया में बदलता है और इसलिए, सीखने जैसे संज्ञानात्मक कार्यों में मध्यस्थता करता है। लेकिन कई अन्य लोगों के साथ, ऋषिकेश की प्रयोगशाला ने दिखाया है कि साइनेपसेज अकेले नहीं हैं, और आयन चैनलों में परिवर्तन भी ऐसा करते हैं।

ऋषिकेश बताते हैं, "हम अध्ययन करते हैं कि कुछ गतिविधि पैटर्न के जवाब में आयन चैनल कैसे बदलते हैं, वे साइनेपसेज में बदलाव के साथ कैसे संवाद करते हैं और एक साथ स्थिर अधिगम का उत्पादन करते हैं।" प्रयोगशाला ने कम्प्यूटेशनल नियम भी विकसित किए हैं जो बताते हैं कि सिनैप्टिक और आंतरिक नमनीयता के बीच यह आपसी बातचीत/क्रॉसटाक कैसे होती है।

चौथा, प्रयोगशाला स्थानिक नौवहन के कोशिकीय न्यूरोफिज़ियोलॉजी को समझने पर काम करती है - हमारा मस्तिष्क कैसे मापन करता है और याद रखता है कि हमें कहाँ जाना है। मस्तिष्क में दो प्रकार की कोशिकाएं इस गतिविधि को नियंत्रित करती हैं: स्थान कोशिकाएं - न्यूरॉन्स जो एक विशिष्ट स्थान पर प्रतिक्रिया करते हैं - और ग्रिड कोशिकाएं - न्यूरॉन्स जो कई स्थानों पर कार्य क्षमता (विद्युत आवेग) प्राप्त करते हैं जो एक साथ त्रिकोणीय ग्रिड बनाते हैं। मूल रूप से, इस क्षेत्र के शोधकर्ताओं ने सोचा था कि न्यूरॉन के लिए इनपुट को एक ही डेंड्राइट पर क्लस्टर किया जाना चाहिए ताकि एक तेजी से ट्यून किए गए सिग्नल का उत्पादन हो सके जो किसी स्थान विशेष को सही ढंग से मापन करता है। लेकिन ऋषिकेश के समूह ने दिखाया कि सक्रिय डेंड्राइट्स पर परिवर्तित होने वाले बिखरे हुए संकेत भी स्थान की कोशिकाओं में तेज ट्यूनिंग के लिए पर्याप्त हैं।

मस्तिष्क को समझने की ऋषिकेश की खोज आईआईएससी में पीएचडी के दौरान शुरू हुई थी। इलेक्ट्रॉनिक्स और संचार इंजीनियरिंग में स्नातक की डिग्री के बाद, वह अपने स्नातकोत्तर की उपाधि के लिए आईआईएससी में वाईवी वेंकटेश के अधीन इलेक्ट्रिकल इंजीनियरिंग विभाग में शामिल हो गए। इसके बाद वे कम्प्यूटेशनल दृश्य तंत्रिका विज्ञान में पीएचडी करने के लिए रुके थे क्योंकि वेंकटेश की जैविक दृष्टि में रुचि ने उन्हें तंत्रिका विज्ञान में करियर बनाने के लिए प्रेरित किया।

आयन चैनलों में परिवर्तन कैसे न्यूरोनल गुणों को बदलकर स्मृति निर्माण में मध्यस्थता करते हैं (छवि / अनुसंधान पूनम मिश्रा द्वारा)



अपनी पीएचडी के बाद, ऋषिकेश ने राष्ट्रीय जीव विज्ञान केंद्र, बैंगलोर में सुमंत्रा चटर्जी की प्रयोगशाला में पोस्टडॉक्टरल शोध किया, और प्रायोगिक तंत्रिका विज्ञान पर ध्यान केंद्रित करते हुए टेक्सास विश्वविद्यालय, ऑस्टिन में डैनियल जॉनसन की प्रयोगशाला में काम किया। इसके बाद वे वर्ष 2009 में आईआईएससी लौट आए और जीव विज्ञान और इंजीनियरिंग के इंटरफेस पर काम करने के लिए अपनी स्वयं की प्रयोगशाला स्थापित की। वर्ष 2016 में, ऋषिकेश ने "कोशिकीय तंत्रिका जीव विज्ञान के क्षेत्र में योगदान।" के लिए शांति स्वरूप भटनागर पुरस्कार जीता।

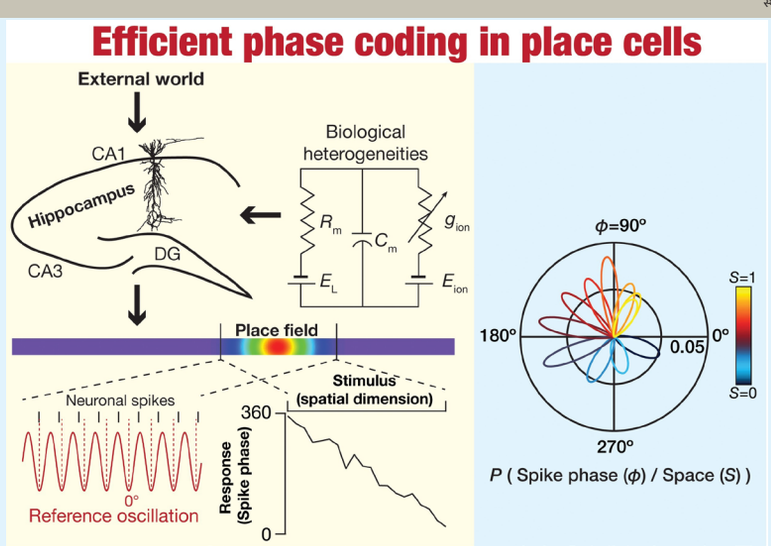
उनका कहना है कि आईआईएससी में अपनी स्वयं की विद्युत भौतिकी प्रयोगशाला स्थापित करना आसान नहीं था। "उस समय, संस्थान और देश में तंत्रिका विज्ञान समुदाय वास्तव में बहुत छोटा था।" आईआईएससी में उन प्रारंभिक वर्षों के दौरान, ऋषिकेश को आईआईएससी स्टार्टअप अनुदान के अलावा एक मानव फ्रंटियर साइंस प्रोग्राम अनुदान से धन प्राप्त हुआ। "लेकिन धन की अधिप्राप्ति केवल एक हिस्सा है," ऋषिकेश कहते हैं। "उन्हें उपकरण के रूप में बदलने में अपना महत्वपूर्ण समय लगता है।"

ऋषिकेश का कहना है कि वह अलग-अलग जगहों से अलग-अलग घटकों को खरीदकर प्रयोगशाला में असेंबल करना पसंद करते हैं। "यह एक दिलचस्प प्रक्रिया है, लेकिन इसमें समय लगता है," ऋषिकेश कहते हैं। "मैं सब कुछ एक जगह से नहीं खरीदता। मैं एक कंपनी से माइक्रोस्कोप लेता हूँ, दूसरी कंपनी से एंपलीफायर, तीसरे आदमी से माइक्रोमैनिपुलेटर, और मैं उन्हें इंटरफेस करने के लिए कोड लिखता हूँ।

जीव विज्ञान और इंजीनियरिंग के इंटरफेस पर काम करने के बाद, ऋषिकेश बताते हैं कि एक क्षेत्र के रूप में तंत्रिका विज्ञान कैसे विभिन्न विषयों का एक मिश्रित पात्र है। "विद्यार्थियों को तंत्रिका विज्ञान अनुसंधान में प्रवेश करने में अपनी शैक्षणिक पृष्ठभूमि के बारे में आशंकित नहीं होना चाहिए," वे बताते हैं। "नई चीजों को सीखने में गहरी रुचि, नवाचार और बौद्धिक अन्वेषण में संलग्न एक प्रवृत्ति/रवैया, यह मान्यता कि कड़ी मेहनत का कोई विकल्प नहीं है, और असफलताओं से उठने की दृढ़ता, एक अच्छे विज्ञान के केंद्र में होती है।"

- जोएल पी जोसेफ

स्थान कोशिकाओं में कुशल कोडिंग में गिरावट (छवि/शोध -पवित्रा सिनिवासन द्वारा)



संचार कार्यालय
भारतीय विज्ञान संस्थान (IISc)
बेंगलुरु - 560012
kernel.ooc@iisc.ac.in I office.ooc@iisc.ac.in
https://kernel.iisc.ac.in

भारतीय विज्ञान संस्थान

संपादकीय टीम
दीपिका एस
कार्तिक रामास्वामी
रंजिनी रघुनाथ (समन्वयक)
समीरा अग्निहोत्री
वैशाली चंद्रा

हिन्दी रूपांतर
वी. तिलगम
जे. आर. गोपाल कृष्णन
डिजाइन
TheFool.in