भारतीय विज्ञान संस्थान
के शोध समाचार पत्र
कर्नेल का अनुवाद

अंक 3, 2021

तंत्रिका

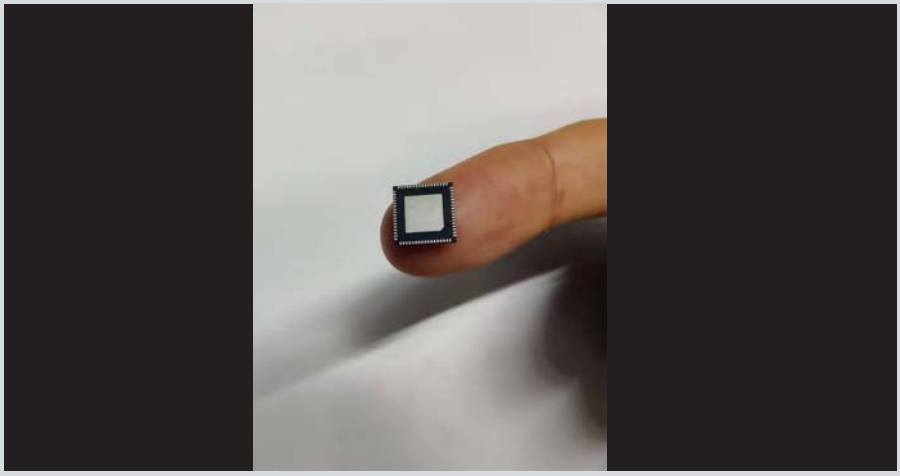
संपादकीय

कंप्यूटिंग क्षेत्र में मानव मस्तिष्क की नकल करने वाले उपकरण बनाना 'पवित्र मायावी प्याले/ग्रैल' की तरह है। केरनल के इस अंक में, इस बारे में और अधिक जानें कि कैसे आईआईएससी शोधकर्ता मस्तिष्क प्रेरित प्रणालियाँ विकसित करने पर काम कर रहे हैं जो स्मार्ट और तेज कंप्यूटर बनाने में मदद कर सकती हैं।

यह अंक एक प्रमुख प्रोटीन की शोध पर भी प्रकाश डालता है जो एचआईवी को मेजबान कोशिका और अंजीर के पेड़ों में रहने वाले हिचहाइकिंग कीड़े के साथ संलयन करने में मदद करती है।

हम एक ऐसे आईआईएससी शोधकर्ता के काम को भी पेश कर रहे हैं जो जीव विज्ञान को और अधिक भविष्यवेत्ता बनाने के महत्वाकांक्षी लक्ष्य की दिशा में काम कर रहे हैं।

क्या कोई कंप्यूटर दिमाग की तरह सोच सकता है?



बढ़ती कंप्यूटिंग के लिए एक न्यूरोमोर्फिक सर्किट को लागू करने के लिए न्यूरॉनिक्स लैब में डिज़ाइन की गई एक एकीकृत चिप (फोटो: न्यूरोनिक्स लैब)

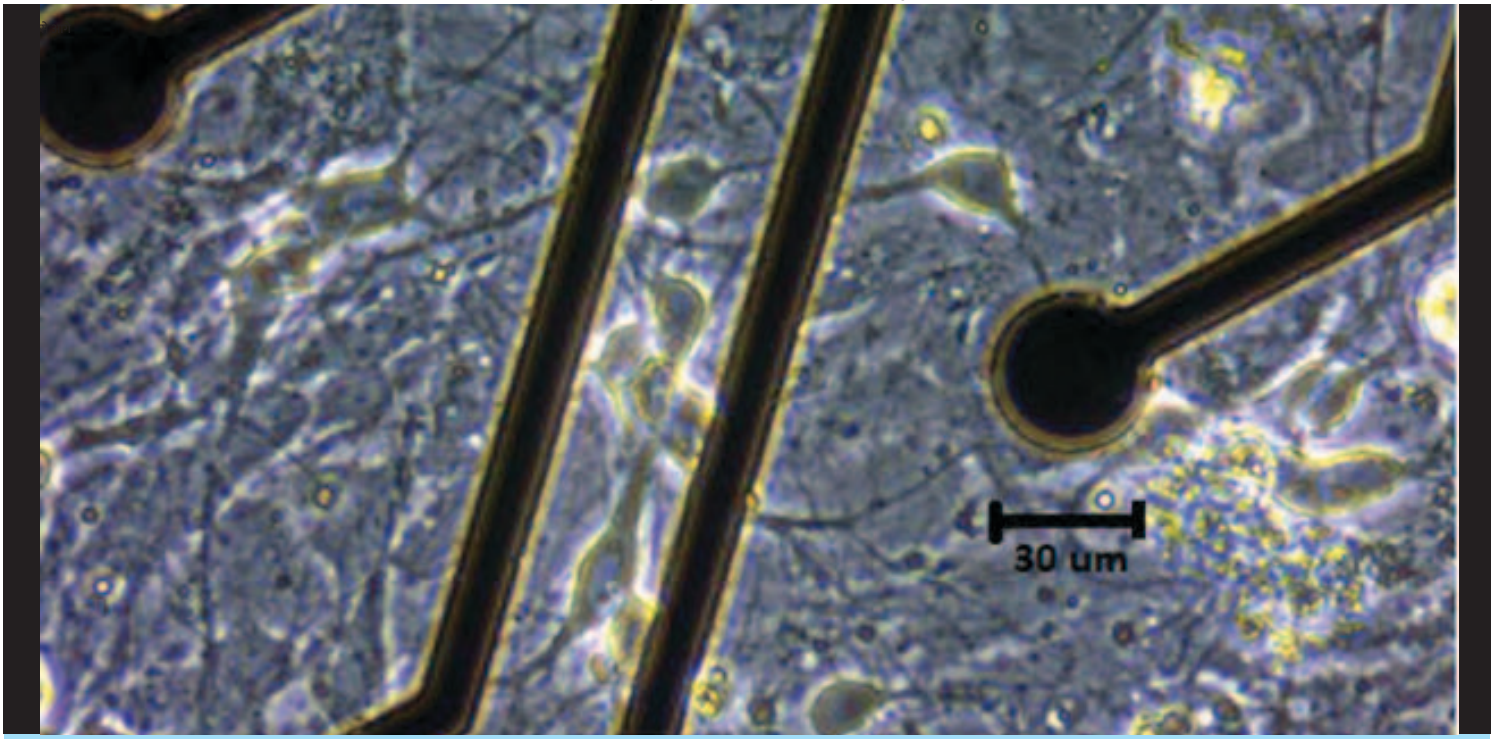
मानव मस्तिष्क से प्रेरित होकर, आईआईएससी और अन्य जगहों के शोधकर्ता अधिक स्मार्ट और तेज़ कंप्यूटिंग डिवाइस बनानेके प्रयास कर रहे हैं।

झूले पर खेलते हुए, कैंडी को चाटते हुए, अपनी माँ की तरफ हाथ हिलाते हुए, और अन्य बच्चों के साथ उनके पसंदीदा कार्टून शो के एक गीत में शामिल हो रहे एक बच्चे पर विचार करें। यह असाधारण नहीं लग सकता है, लेकिन करीब से देखें तो आप देखेंगे कि चार साल का बच्चा जटिल समन्वित शारीरिक गतिविधियों को अंजाम दे रहा है, दृश्य खोज, सामाजिक जुड़ाव और स्मृति स्मरण, सभी एक ही समय में कर रहा है। इसके विपरीत, हमारे सर्वश्रेष्ठ रोबोट, इनमें से किसी एक काम में केवल आधा-संतोषप्रद कार्य कर सकते हैं।

हमारा दिमाग स्पष्ट रूप से कंप्यूटरों को चतुराई से मात देता है। हेक, यहां तक कि चिकन दिमाग भी हमारे सबसे अच्छे कंप्यूटरों को मात देता है। इस तरह की सीमाओं की प्राप्ति ने 'न्यूरोमोर्फिक' कंप्यूटिंग का उदय किया है। इसके मूल में जैविक प्रणालियों की प्रेरणा निहित है क्योंकि "तंत्रिका तंत्र सबसे परिष्कृत प्रणाली है जिससे इंजीनियर सीख सकते हैं, जो ... अरबों वर्षों की विकासवादी प्रक्रिया से विकसित हुई है," आईआईएससी के इलेक्ट्रॉनिक सिस्टम इंजीनियरिंग विभाग (डीईएसई) में सहायक प्रोफेसर चेतन सिंह ठाकुर कहते हैं। वे बताते हैं कि वे विशेषताएं जो हमारे दिमाग को अति-कुशल बनाती हैं, वे हैं 'पीपीए' -

शेष भाग पृष्ठ 2 पर

बहु-इलेक्ट्रोड सरणी पर बढ़ रहे न्यूरॉन्स । काले बिंदु इलेक्ट्रोड हैं जो न्यूरॉन्स से संकेत उठाते हैं और रिकॉर्डिंग के लिए पैड का पता लगाते हैं (फोटो: ग्रेस मैथ्यू अब्राहम)



शक्ति, प्रदर्शन और क्षेत्र मेट्रिक्स - सर्किट डिजाइनरों द्वारा नियमित रूप से प्रयोग में लाया जाने वाला पारिभाषिक शब्द।

मात्र 1.5 किलो वजन का, मानव मस्तिष्क सुगठित, अत्यधिक कुशल और शक्ति-मितव्ययी होता है (एक केले में विद्यमान कैलोरी इसे सक्रिय रख सकती है। इसके विपरीत एक डेस्कटॉप कंप्यूटर जो 250 वाट तक का उपयोग करता है - एक घंटे में 2,000 केले के बराबर कैलोरी का उपयोग करता है)। इसके अलावा, हमारे दिमाग दोष-सहिष्णु होते हैं, क्योंकि वे न्यूरॉन हानि के अनुकूल बदल सकते हैं, और स्वयं सीखने वाले होते हैं। न्यूरोमॉर्फिक इंजीनियरिंग का उद्देश्य इन विशेषताओं से मिलाप करना है, अनिवार्य रूप से मस्तिष्क की वास्तुकला को ठोस अवस्था उपकरणों पर उकेरना है।

न्यूरोमॉर्फिक कंप्यूटिंग विविध विषयों को जोड़ती है – जैसे कि नाम के लिए जीव विज्ञान, विद्युतशरीरक्रिया विज्ञान/ इलेक्ट्रोफिजियोलॉजी, संकेत प्रसंस्करण और सर्किट डिजाइन। 2015 में, आईआईएससी में इस तरह के अंतःविषय आदान-प्रदान ने प्रतीक्षा ट्रस्ट द्वारा समर्थित मस्तिष्क, संगणना और डेटा विज्ञान पहल का गठन किया। यह समूह डीईएसई, तंत्रिका विज्ञान केंद्र (सीएनएस), आण्विक जैव भौतिकी इकाई (एमबीयू), विद्युत संचार इंजीनियरिंग (ईसीई) और अन्य विभागों की प्रयोगशालाओं को एक साथ लाता है। तीन विशिष्ट अध्यक्ष पदों के साथ, इसकी छत्र छाया में एक अंतःविषय पीएचडी कार्यक्रम शुरू किया गया है।

इस पहल के तहत समूहों में से एक ठाकुर की अध्यक्षता में न्यूरोनिक्स प्रयोगशाला है, जहां अनुसंधान विविध स्तरों पर फैला हुआ है। एक तरफ, वे "घटना-आधारित सेंसरों" के लिए एल्गोरिदम पर काम करते हैं, जो जैविक प्रणालियों पर बनाए गए संवेदी उपकरण होते हैं। इसका एक उदाहरण एक न्यूरोमॉर्फिक कैमरा है, जो पारंपरिक कैमरों की तुलना में अधिक डेटा- और शक्ति-प्रभावी हो सकता है। इसकी त्वरित ट्रैकिंग इसे उच्चगति गतिविधि को पहचानने और विसंगतियों का पता लगाने जैसे अनुप्रयोगोंके लिए उपयोगी बनाती है। प्रयोगशाला 'सिलिकॉन कोक्लिया' के लिए एल्गोरिदम भी विकसित कर रही है, जो कॉक्लियर सिस्टम का एक एफपीजीए-आधारित मॉडल है जो वाक-आधारित मशीन उद्गम/ लर्निंग अनुप्रयोगों (एफपीजीए या फील्ड-प्रोग्रामेबल गेट ऐरे) के लिए एक कुशल पूर्व प्रसंस्करण इकाई के रूप में कार्य कर सकता है। गेट ऐरे एक सर्किट है जिसे विभिन्न अनुप्रयोगोंके निर्माण के बाद प्रोग्राम किया जा सकता है)।

ऐसे सेंसरों से आगे बढ़ते हुए, प्रयोगशाला ने ग्रिड कोशिकाओं और स्थान कोशिकाओं के नेटवर्क का भी सफलतापूर्वक मॉडल तैयार किया है - न्यूरॉन्स के प्रकार जो हमें यह पता लगाने में मदद करते हैं कि हम कहां हैं। यह हालिया काम एमबीयू में एसोसिएट प्रोफेसर ऋषिकेश नारायणन के सहयोग से हो रहा है। इस स्थानिक नौसंचार मॉडल का उपयोग रोबोटों द्वारा नए वातावरण में समझदारी से चलने के लिए किया जा सकता है। इस तरह के 'बायोमिमेटिक' सिस्टम सिलिकॉन चिप्स पर बनाए जा सकते हैं, जो न्यूरोनिक्स लैब में फोकस का एक अन्य क्षेत्र है। इस लक्ष्य की ओर, उन्होंने न्यूरोनल इंटरकनेक्शन (सिनेप्स) को मॉडल करने के लिए नए उपकरणों का उपयोग किया है।

ठाकुर के दृष्टिकोण के विपरीत, रॉबर्ट बॉश साइबर भौतिक प्रणालियाँ केंद्र के अध्यक्ष भारद्वाज अमृतुर और एमबीयू में प्रोफेसर सुजीत के सिकदर, न्यूरो-इलेक्ट्रिक हाइब्रिड उपकरणों को विकसित करने के लिए उन्हें सिलिकॉन में फिर से बनाने की बजाय प्रयोगशाला में उगाए गए न्यूरॉन्स का उपयोग करके विकसित करने पर काम कर रहे हैं। यह ब्रेन एक-डिश पहुँच में समानांतर कंप्यूटिंग क्षमता और न्यूरॉन्स की शक्ति दक्षता के साथ-साथ अच्छी तरह से विकसित हार्डवेयर और सॉफ्टवेयर की पहुंच का उपयोग करता है। पूर्ववर्ती एक अध्ययन में, उन्होंने इनपुट डिवाइस (सेंसर) को एक जीवित न्यूरोनल संस्कृति से जोड़ा था जो विशेष रूप से इलेक्ट्रोड नामक धातु संपर्कों पर उगाई जाती थी। एक बाधा से बचने की समस्या के समाधान की गणना करने के लिए इलेक्ट्रोड ने सेंसर से न्यूरॉन्स तक उपयुक्त संकेतों का संचालन किया। न्यूरॉन्स की परिणामी गतिविधि का उपयोग वास्तविक समय में नौवहन करने वाले एक रोबोट को मूल रूप से नियंत्रित करने के लिए किया गया था।

एक अन्य परियोजना में, उन्होंने स्मृति निशान प्रदर्शित करने के लिए समान न्यूरोनल संस्कृतियों का उपयोग किया। उन्होंने "इनपुट की बौछार" का उपयोग करके नेटवर्क को प्रशिक्षित किया ताकि न्यूरॉन्स के बीच विशिष्ट कनेक्शन विकसित हो सकें। इन गड़बड़ियोंके बावजूद, नेटवर्क ओवरड्राइव में नहीं गया, और स्थिर रहा - एक ऐसी स्थिति जिसे ग्लोबल होमियोस्टेसिस कहा जाता है। इस काम से सीखने और स्मृति की बेहतर समझ हो सकती है, जिसके लिए स्थिरता बनाए रखते हुए न्यूरोनल नेटवर्क में लगातार इनपुट-संचालित परिवर्तन की आवश्यकता होती है। ठाकुर की प्रयोगशाला के सहयोग से, समूह वर्तमान में एक न्यूरोमॉर्फिक कोक्लीया को एक जीवित न्यूरोनल संस्कृति के साथ इंटरफेस करने पर भी काम कर रहा है ताकि यह समझा जा सके कि एक न्यूरोनल नेटवर्क ध्वनि संकेतों को कैसे अलग करता है।

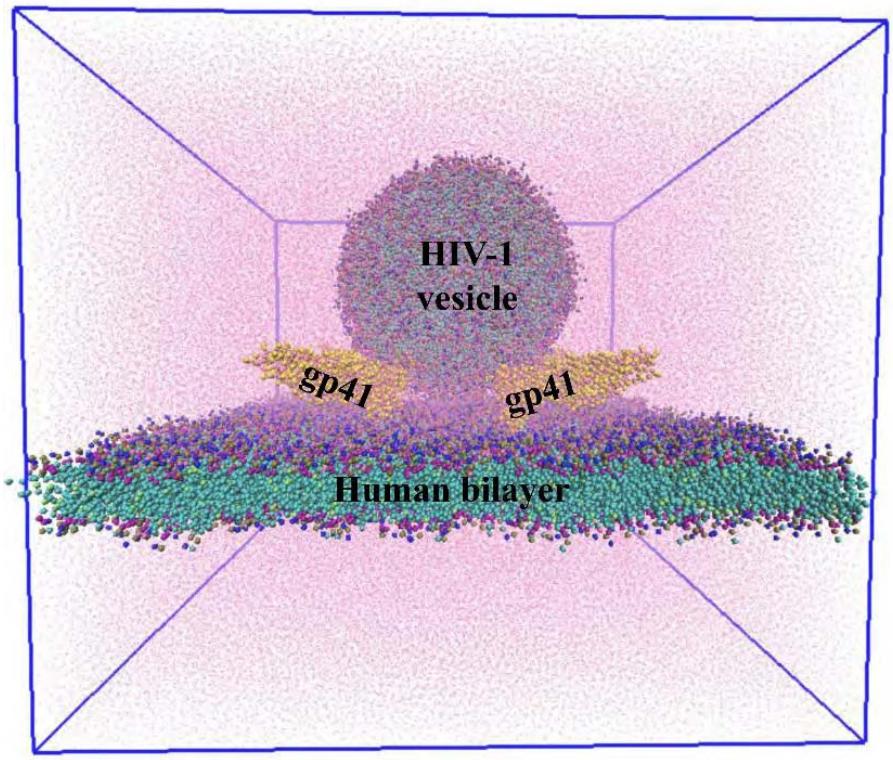
न्यूरोमॉर्फिक कंप्यूटिंग एक नया लेकिन तेजी से बढ़ता हुआ क्षेत्र है, जिसमें आगे बड़ी चुनौतियां हैं। एक न्यूरॉन में एक छोटे से स्थान में हजारों अन्तर्ग्रथन/सिनैप्स कैसे हो सकते हैं, यह एक 'मार्गाभिगमन' समस्या है जिसे अभी तक सिलिकॉन में हल किया जाना बाकी है, क्योंकि सघन कनेक्शन विलुप्त धाराओं को जन्म देते हुए, पूरे उद्यम को बर्बाद कर सकता है। एक और चुनौतीपूर्ण क्षेत्र संचार है। न्यूरॉन्स इनपुट के एक क्रमण पर गणना करते हैं, लेकिन आउटपुट के रूप में एक स्पाइक भेजते हैं - इसलिए सतत और असतत दोनोंसंकेतों पर बैंकिंग करते हैं। गणनाके साथ-साथ कुशल संचार करनेके लिए न्यूरोमॉर्फिक डिज़ाइन में भी मिश्रित संकेत प्रसंस्करण को शामिल करना होगा।

बेहतर न्यूरोमॉर्फिक डिज़ाइन मस्तिष्क के क्षेत्रों को अनुकरण करने के लिए बड़े पैमाने पर तंत्रिका चिप्स विकसित कर सकते हैं, और मस्तिष्क के बारे में "बेहतर प्रश्न" पूछ सकते हैं - कुछ ऐसा करने के लिए ठाकुर तत्पर हैं। वे इसे दो लक्ष्यों के साथ पूर्ण चक्र के रूप में देखते है जो शुरुआती न्यूरोमोर्फिक शोधकर्ताओं के पास थे - न्यूरो-प्रेरित सिस्टम बनाने का इंजीनियरिंग लक्ष्य, और दिमाग का अध्ययन करने के लिए उनका उपयोग करने का वैज्ञानिक लक्ष्य। सिलिकॉन में मस्तिष्क जैसे नेटवर्क का सफलतापूर्वक निर्माण करने से न्यूरोवैज्ञानिकोंके लिए एक कंप्यूटिंग संसाधन बन सकता है, जो उन्हें जानवरों का उपयोग किए बिना कुछ प्रयोग करने में सक्षम बनाता है।

जैसा कि हम इन तकनीकी चुनौतियों का नौवहन करते हैं, न्यूरोमॉर्फिक कंप्यूटिंग विज्ञान नीति, कानून और नैतिकताके क्षेत्र में नए प्रश्न उठाती है। और ऐसी चुनौतियोंके दूसरे छोर पर ठाकुर का सवाल है: "क्या हम कुछ ऐसा बना सकते हैं जो उपयोगी हो?"

- सिदरत तसवूर कांत

स्पष्ट जल मॉडल (गुलाबी बिंदु) की उपस्थिति में एचआईवी -1 पुटिका और मानव द्विपरत को जीपी-41 ट्रिमर द्वारा बांधा गया है (छवि: बिस्वजीत गोराई)



मॉडलिंग एचआईवी संलयन

मेजबान कोशिकाओं के साथ वायरस कैसे फ़्यूज होता है, इसे समझना वैज्ञानिकों को बेहतर एंटीवायरल रणनीतियाँ बनाने में मदद कर सकता है

आईआईएससी में शोधकर्ताओं की एक अंतःविषयक टीम ने सुदृढ़ कंप्यूटर सिमुलेशनों का उपयोग यह समझने के लिए किया कि ह्यूमन इम्यूनोडेफिशियेंसी वायरस (एचआईवी) - जो एड्स का कारण बनता है - मेजबान कोशिका झिल्ली के साथ कैसेफ़्यूज होता है। रासायनिक सूचना और मॉडलिंग के जोर्नल में प्रकाशित, यह अध्ययन जीपी41 मध्यस्थता झिल्ली संलयन नामक एक प्रक्रिया पर केंद्रित है।

जीपी41, एचआईवी लिफाफा प्रोटीन (एनवी) का एक मुख्य घटक है, जो वायरल झिल्लीके लिए टी सेल नामक मेजबान में एक प्रकार की प्रतिरक्षा कोशिका की कोशिका झिल्लीके साथ फ्यूज करने के लिए आवश्यक है। एचआईवी पर आक्रमण करने और बाद में मेजबान कोशिका के भीतर दोहरानेके लिए यह कदम महत्वपूर्ण है। आईआईएससी के पूर्व पोस्टडॉक्टरल और अध्ययन के पहले लेखक बिस्वजीत गोराई बताते हैं, "यदि जीपी41 फ्यूजन अवरुद्ध कर दिया जाता है, तो पूरे आक्रमण को वहां अवरुद्ध किया जा सकता है।" इसलिए, झिल्ली संलयन प्रक्रिया को समझने से शोधकर्ताओं को प्रभावी एंटीवायरल रणनीति विकसित करने में मदद मिल सकती है।

हालांकि वायरल प्रवेश के आणविक विवरण के बारे में बहुत कुछ जाना जा चुका है, इष्टतम स्टोइकोमेट्री - संक्रमण के लिए आवश्यक घटकों का संतुलन - अनिश्चित बना हुआ है। "हम देखना चाहते थे ... इस प्रक्रिया को प्राप्त करनेके लिए कितनी जीपी41 इकाइयों की आवश्यकता होती है," प्रबल के. मैती, प्रोफेसर और भौतिकी विभाग के अध्यक्ष तथा संबंधित लेखक बताते हैं।

एचआईवी लिफाफा प्रोटीन एक तीन-भाग वाली संरचना में इस प्रकार से एकत्रित होता है कि प्रत्येक इकाई में एक जीपी41 प्रोटीन होता है। संलयन के समय, जीपी41 एक छह-हेलिक्स बंडल संरचना में मुड़ा हुआ प्रतीत होता है, जिसे झिल्ली संलयन के लिए आवश्यक माना जाता है। मैती विस्तार से बताते हैं, कि "प्रायोगिक कार्यों से बहुत सारे संकेत मिले हैं जिससे पता चला है कि जीपी41 संलयन के बाद के चरण में एक छह हेलिक्स बंडल बनाता है। इसने हमें इस परिकल्पना का परीक्षण करनेके लिए प्रेरित किया कि जीपी41 वास्तव में संलयन में मदद कर सकता है, जो अंततः वायरस के आक्रमण में मदद कर सकता है।"

टीम ने पहले एचआईवी और मेजबान कोशिका झिल्लीके संगणकीय/कंप्यूटेशनल मॉडल बनाए, और फिर संलयन प्रक्रिया का अनुकरण/सिमुलेशन किया। "शुरू में हमने लाखों परमाणुओं के साथ शुरुआत की थी और यह बहुत धीमा था ... लेकिन फिर हमनें मोटे दाने वाले मॉडल में बदल दिया, इसलिए अब हम माइक्रोसेकंड सिमुलेशन कर सकते हैं।" गोराई बताते हैं। शुरुआत में आधार रेखा के रूप में एचआईवी झिल्ली पर कोई जीपी41 नहीं होने से, लेखकों ने अपने अनुकरण में जीपी41 इकाइयों को क्रमिक रूप से जोड़ा। ऐसा करने पर, उन्होंने पाया कि कम से कम तीन जीपी41 इकाइयाँ सहयोगात्मक रूप से कार्य करती हैं और यह संलयन के लिए आवश्यक हैं।

एक बार पहले, टीम ने जैविक झिल्ली के लगभग समान लिपिड रचनाओं के साथ एचआईवी और मेजबान झिल्लीके मॉडल बनाए थे।

विभिन्न झिल्ली मॉडलों का उपयोग करते हुए, लेखकों ने दिखाया किके वल इस तरह की समान लिपिड संरचना वाली झिल्लियाँ ही सफलतापूर्वक जुड़ती हैं, जबकि बाकी ने ऐसा नहीं किया, जो यह दर्शाता है कि झिल्ली की लिपिड संरचना संलयन के लिए महत्वपूर्ण है।

शोधकर्ताओं ने संलयन के दौरान लिपिड स्थानांतरण की प्रकृति का भी विश्लेषण किया और पाया कि जीपी41 इकाइयों की तिकड़ी संलयन स्थल पर लिपिड की संरचना और व्यवस्था में परिवर्तन लाती है। अंत में, गणितीय गणनाओं का उपयोग करते हुए, टीम ने पाया कि जीपी41 की उपस्थिति संलयन के लिए आवश्यक ऊर्जा को लगभग चार गुना कम कर देती है, जिससे यह प्रक्रिया अधिक अनुकूल हो जाती है।

वर्तमान में, टीम उन उत्परिवर्तनों की पहचान करने पर काम कर रही है जिन्हें संलयन चरण को अवरुद्ध करनेके लिए जीपी41 में पेश किया जा सकता है। वे संक्रमण को रोक सकने वाली एंटीबॉडी विकसित करनेके लिए भी उम्मीद कर रहे हैं। "मेरे सहयोगी, नरेंद्र एम दीक्षित [प्रोफेसर , रासायनिक इंजीनियरिंग विभाग] के साथ, हम एक तटस्थ एंटीबॉडी प्रणाली की ऐसी लाइन को आगे बढ़ाने की कोशिश कर रहे हैं," मैती कहते हैं।

- सुकृति कपूर

परागणकर्ता ततैया (फोटो: निखिल मोरे)

कैसे हिचहाइकिंग कीड़े अपने वाहन चुनते हैं

यहां तक कि कीड़े जैसे छोटे जीव भी जटिल निर्णय लेने में सक्षम हैं, नए अध्ययन से पता चलता है

अंजीर के पेड़ों के अंदर रहने वाले छोटे कीड़े/कृमि एक पेड़ से दूसरे पेड़ तक सवारी करनेके लिए अंजीर के ततैया की आंत/उदर पर रेंगते हुए बिना उसे नुकसान पहुंचाए ततैया को "वाहन" के रूप में प्रयोग करते हैं। यह रिश्ता लाखों साल पुराना है। लेकिन ये कीड़े – जो नेमाटोड कहलाते हैं - अपने ततैया वाहन कैसेचुनते हैं? सह-यात्रियों की जांच के लिए वे किन संकेतों का उपयोग करते हैं? आईआईएससी में पारिस्थितिकी विज्ञान केंद्र (सीईएस) का एक नया अध्ययन कुछ जवाब प्रदान करता है।

यह दर्शाता है कि कृमि आमतौर पर ऐसे ततैयों को चुनते हैं जिनकी आंते/उदर छोटी होती है, और पहले से ही अपनी प्रजाति के अन्य कीड़े ले जा रहे होते हैं। अपनी प्रजाति के सदस्योंके साथ यात्रा करने से उनके गंतव्य तक पहुंचने पर एक साथी खोजने की संभावना बढ़ सकती है। कम कीड़े ले जाने वाले ततैया के गंतव्य तक सुरक्षित पहुंचने की संभावना भी अधिक होती है।

"शोध का मुख्य संदेश यह है कि नेमाटोड जैसे बहुत छोटे जीवों में भी जटिल निर्णय लेने की प्रक्रिया होती है।" सीईएस में प्रोफेसर और जंतु पारिस्थितिकी के जोर्नल में प्रकाशित शोध-पत्र की वरिष्ठ लेखिका रेनी बोर्गेस कहती हैं। "इस तरह का निर्णय लेना ठीक वैसा ही है जैसा हम इंसान कर सकते हैं जब हम चुनाव कर रहे होते हैं कि हम किस तरह के परिवहन का उपयोग कर सकते हैं। जब तक कोई अन्य बस उपलब्ध न हो, हम भीड़भाड़ वाली बस में नहीं चढ़ना चाहेंगे।"

अंजीर का पेड़ अंजीर के ततैया के साथ एक जीत का रिश्ता साझा करता है - ततैया परागण में मदद करता है और पेड़ भोजन प्रदान करता है। पेड़ तीन अलग-अलग प्रकार के कीड़ों की भी मेजबानी करता है। ये कीड़े पूरी तरह से ततैया पर निर्भर होते हैं, जो युवा कीड़े को एक अंजीर के पेड़ से दूसरे पर ले जाते हैं, जहां ये कीड़े परिपक्व होते हैं, संभोग करते हैं और नए कीड़ों को जन्म देते हैं।

पहले के एक अध्ययन में, शोधकर्ताओं ने यह दिखाने के लिए नियंत्रित प्रयोगों का उपयोग किया कि यदि किसी ततैया पर बहुत अधिक कीड़े होते हैं, तो वे परजीवियों में बदल जाते हैं और न केवल ततैया को बल्कि उस पेड़ को भी प्रभावित करते हैं, जिस पर वे पहुंचते हैं। "लेकिन एक प्राकृतिक परिदृश्य में, आप पाएंगे कि नेमाटोड की संख्या हमेशा कम ही होगी," सीईएस में शोध सहयोगी और अध्ययन के पहले लेखक सत्यजीत गुप्ता कहते हैं।

नए अध्ययन से पता चलता है कि, भीड़भाड़ से बचनेके लिए, कीड़े कम यात्रियों वाले ततैया का चयन करते हैं। वे रासायनिक संकेतों का उपयोग करके इसकी जांच करते हैं - वे वाष्पशील यौगिकों को सूँघते हैं जो कि ये ततैये अपनी पूंछ पर खड़े होकर और अपने सिर को चारों ओर लहराते हुए उत्सर्जित करते हैं। जब शोधकर्ताओं ने कीड़े को कम या अधिक यात्रियों को ले जाने वाले ततैया द्वारा उत्सर्जित यौगिकों के बीच एक विकल्प की पेशकश की, तो कीड़ों ने पहले विकल्प का चयन किया।

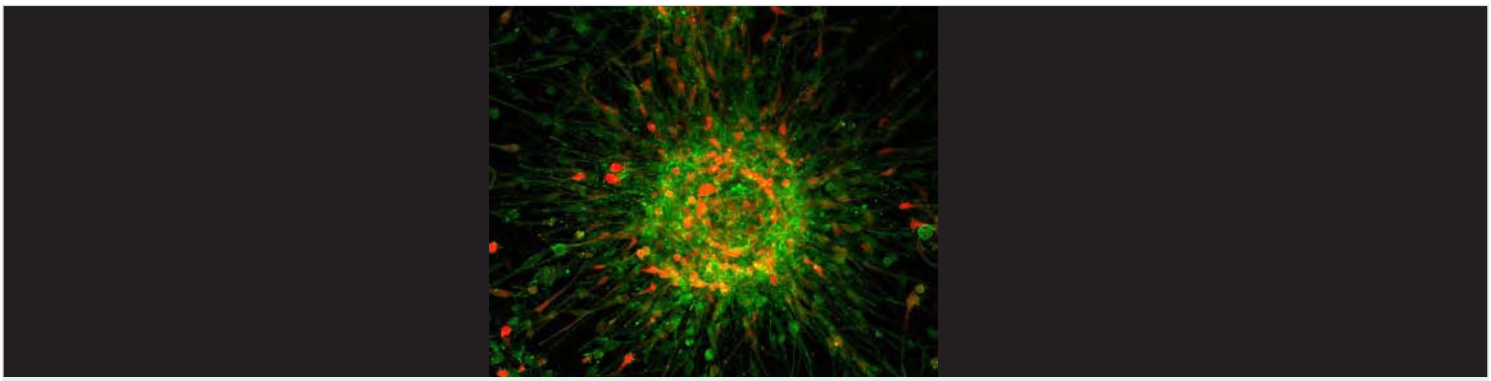
यद्यपि कीड़े अपनी प्रजातियों की विभिन्न संख्याओं को ले जाने वाले ततैया के बीच अंतर कर सकते थे, आश्चर्यजनक रूप से, वे एक अलग प्रजाति के सदस्यों को नहीं पहचान सकते थे, और उन ततैया को खाली वाहनों के रूप में मानते थे।

टीम ने यह भी पाया कि शाकाहारी और मांसाहारी कीड़ों - जो भिन्न-भिन्न प्रजातियां के हैं - ने अपने वाहन पर निर्णय लेने के लिए विभिन्न कारकों का प्रयोग किया। शाकाहारी कीड़े खाली वाहनों को पसंद करते थे लेकिन वे जोड़े में सवारी करना पसंद करते थे ताकि जब वे अपने गंतव्य पर पहुंचें तो उनको गारंटी के साथ एक संभोग साथी मिल जाए। दूसरी ओर, मांसाहारी कीड़े उन वाहनों को प्राथमिकता देते थे जो पहले से ही अपनी प्रजातियों के कुछ सदस्यों को ले जाते थे।

गुप्ता कहते हैं, "हमने अभी केवल सतह को खरोंचा है। "यह एक बड़े प्रश्न के [जवाब] उत्तर में एक प्रारंभिक अध्ययन है कि नेमाटोड वास्तव में कैसे निर्णय लेते हैं जब वे एक मेजबान ... या एक वाहन का चयन कर रहे होते हैं।"

- रंजिनी रघुनाथ

छवि: धर्म पल्ली



शर्करा/चीनी के स्तर में अंतर स्तन कैंसर के प्रसार को बढ़ावा देता है

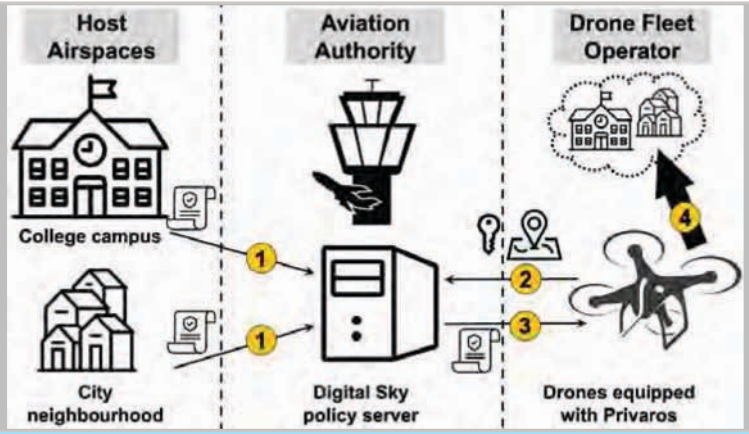
दुर्दम अर्बुद/ट्यूमर को लगातार विषमांग/ हेटेरोजेनस के रूप में समझा जा रहा है - कोशिकाओं का एक पैचवर्क जो जैसे-जैसे कैंसर फैलता है, अलग तरह से दिखता है और व्यवहार करता है, तथा एक दूसरे के साथ सहयोग या प्रतिस्पर्धा करता है।

आणविक प्रजनन, विकास और आनुवंशिकी विभाग में रामरे भट के नेतृत्व में एक हालिया अध्ययन से पता चलता है कि 2,6-सियाल नामक एक विशिष्ट शर्करा भिन्न-भिन्न स्तन कैंसर कोशिकाओं की सतह पर भिन्न-भिन्न स्तरों पर व्यक्त की जाती है। शर्करा के उच्च स्तर वाली कोशिकाएं अपने परिवेश से कम मजबूती से चिपकती हैं और उनके माध्यम से प्रसार करने की संभावना कम होती है, जबकि मध्यम स्तर वाली कोशिकाएं दृढ़ता से चिपकती हैं, अधिक कुशलता से प्रसार करती है।

घरेलू 3 डी कल्चर तकनीक का उपयोग करते हुए, शोधकर्ताओं ने ट्यूमर के बढ़ने के साथ-साथ - कैंसर कोशिकाओं के समूह - ट्यूमरोइड को फिल्माने के लिए एक डिश पर ट्यूमर सूक्ष्म वातावरण का पुनर्निर्माण किया। फिर, उन्होंने अलग-अलग 2,6-सियाल स्तरों के साथ कोशिकाओं को अलग किया, लेबल किया और उन्हें पुनः संयोजित किया। उच्च 2,6- सियाल स्तर वाली कोशिकाएं धीरे-धीरे आगे बढ़ीं और ट्यूमरॉइड के केंद्रीय बल्क का निर्माण किया, जबकि मध्यम स्तर वाली तेजी से आगे बढी और प्रसार के मोर्चे का गठन किया।

कंप्यूटर मॉडल का उपयोग करते हुए, टीम ने यह भी दिखाया कि धीमी गति से चलने वालेकें द्रीय बल्क होने से दक्षता इतनी बढ़ जाती है जितनी कि तेजी से बढ़ने वाली कैंसर कोशिकाएं 'अवरोध हटा' सकती हैं और एक गोलाकार तरीके से बाहर की ओर फैल सकती हैं, जिससे विषमांगता की आवश्यकता को सही ठहराया जा सकता है।

छवि सौजन्य: विनोद गणपति प्रयोगशाला



गोपनीयता-अनुपालक वितरण ड्रोन सक्षम करना

डिलीवरी ड्रोन आमतौर पर कैमरे, माइक्रोफोन, जीपीएस और लिडार जैसे विभिन्न सेंसरों से सज्जित होते हैं। एक दुर्भावनापूर्ण ड्रोन बेड़ा सेवा प्रचालक डिलीवरी ड्रोन को उड़ने वाले जासूसों में बदलने के लिए इन सेंसरों का दुरुपयोग कर सकता है।

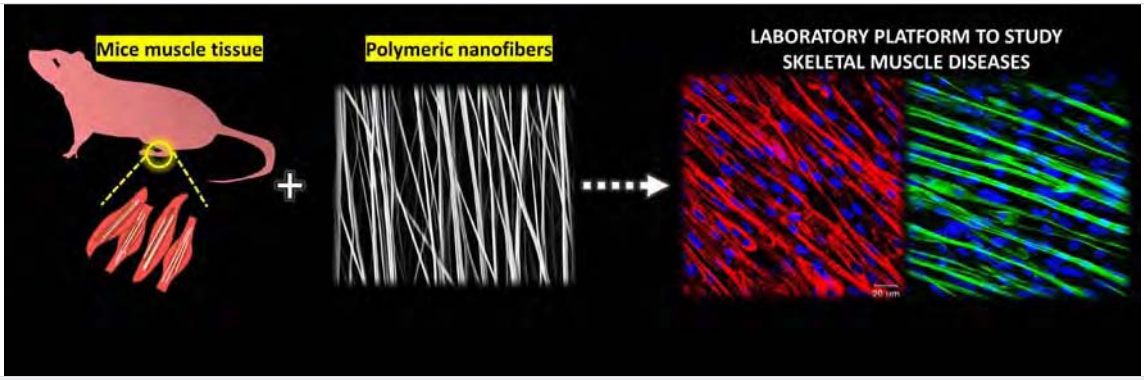
विनोद गणपति के नेतृत्व में कंप्यूटर विज्ञान और स्वचालन विभाग के शोधकर्ताओं ने अब "प्राइवारोस" विकसित किया है, जो ड्रोन सॉफ़्टवेयर स्टैक में वृद्धि का एक सेट है, जो "मेजबान हवाई क्षेत्र" जैसे कि एक अपार्टमेंट परिसर, एक विश्वविद्यालय परिसर, या एक शहर की नगरपालिका को यह सुनिश्चित करने के लिए अनुमति देता है कि उनके हवाई क्षेत्र का दौरा करने वाले "अतिथि" डिलीवरी ड्रोन गोपनीयता के अनुरूप हैं।

मेजबान हवाई क्षेत्र तय करता है कि वह किन गोपनीयता नीतियों को लागू करना चाहता है। उदाहरण के लिए, एक अपार्टमेंट परिसर की आवश्यकता हो सकती है कि ड्रोन द्वारा कैप्चर की गई वीडियो फ़ीड में दिखाई देने वाले निवासियों की सभी छवियों को वीडियो फ़ीड के ड्रोन छोड़ने से पहले धुंधला कर/मिटा दिया जाए। या, एक नगर पालिका को आवश्यकता हो सकती है कि एक ड्रोन केवल कुछ पूर्व-निर्दिष्ट ड्रोन मार्ग/लेन के साथ ही चले।

प्राइवारोस ड्रोन सॉफ़्टवेयर स्टैक में नए तंत्र शामिल होते है जो ड्रोन पर ऐसी मेजबान-निर्दिष्ट नीतियों की अनुमति देता है। बोर्ड पर विश्वसनीय हार्डवेयर का उपयोग मेजबान हवाई क्षेत्र को यह साबित करने के लिए किया जा सकता है कि अतिथि ड्रोन अपनी नीतियों के अनुपालन में है।

यह काम यह भी दिखाता है किकै से प्राइवारोस को भारत के डिजिटल स्काई फ्रेमवर्क जैसे आगामी नीतिगत ढांचे के साथ एकीकृत किया जा सकता है।

छवि: अदिति जैन



मांसपेशीय विकारों का अध्ययन करनेके लिए नैनोफाइबर मंच

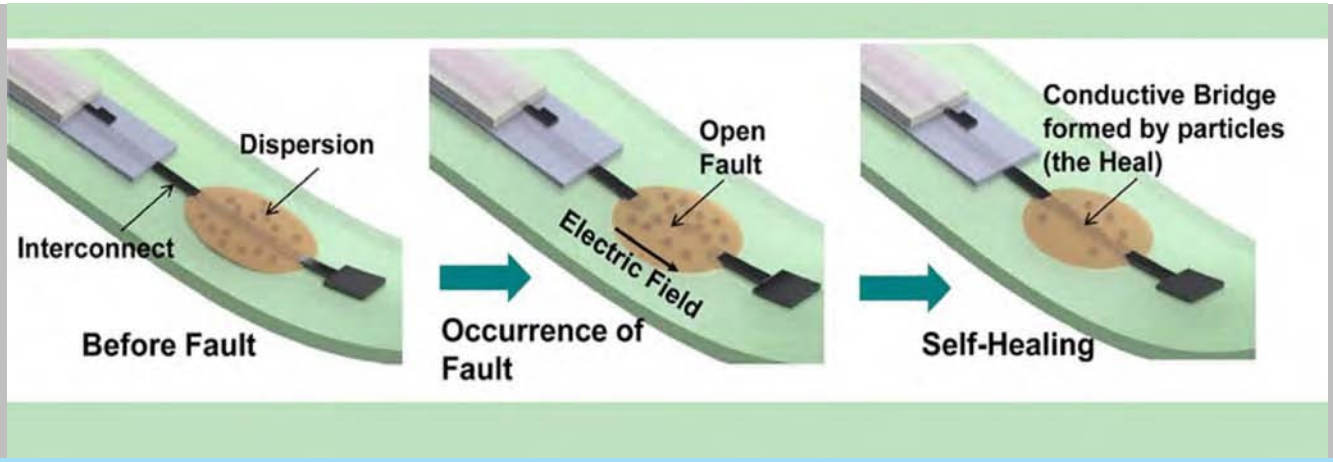
कंकाल मांसपेशियां मूल पेशी कोशिकाओं के संलयन से बनती हैं जिन्हें मायोबलास्ट कहा जाता है। ये मांसपेशियां आमतौर पर टेंडन द्वारा हड्डियों से जुड़ी होती हैंकं काल मांसपेशियोंके विकार मांसपेशियों में फाइबर की क्षति के कारण होते हैं, जो अक्सर तनाव और उम्र बढ़ने पर चलने में कठिनाई, दर्द और जकड़न का कारण बनते है।

प्रयोगशाला में व्यापक शोध के बावजूद, ऐसे विकारोंके लिए वर्तमान उपचार अक्सर अप्रभावी होते हैं। बेंच से बेडसाइड तक ज्ञान ले जाने में यह अंतर मुख्य रूप से प्रयोगशाला-निर्मित उपयुक्त मांसपेशी मॉडल की कमी के कारण है जो शरीर के अंदर कंकाल की मांसपेशियों के व्यवहार को दोहरा सकते हैं। जैविक प्रणालियाँ विज्ञान और इंजीनियरिंग केंद्र, सामग्री इंजीनियरिंग विभाग और सूक्ष्म जीव विज्ञान एवं कोशिका जीव विज्ञान विभाग के शोधकर्ताओं ने हाल ही में इस मुद्दे को संबोधित किया है। एक जाली जैसी संरचना बनाने के लिए जिस पर उन्होंने प्रयोगशाला में मायोबलास्ट्स को संवर्धित किया और कोशिकाओं को मांसपेशी फाइबर में विकसित होने दिया, उन्होंने पॉलीकैप्रोलैक्टोन (पीसीएल) के नैनोफाइबर का प्रयोग किया, जो एक जैव निम्नीकरणीय पॉलिएस्टर है।

प्रयोगों से पता चला है कि प्रयोगशाला में विकसित मांसपेशी फाइबर ऐसे बहुलक सब्सट्रेट पर उगाए जाने पर अपने संरेखण को बनाए रखते हैं और कंकाल मांसपेशियोंके महत्वपूर्ण गुणों जैसे तनाव-प्रेरित मांसपेशी अपघटन को पुन: उत्पन्न कर सकते हैं। नैनोफाइबर रंध्र जाल न केवल मांसपेशियोंके विकारों का अध्ययन करनेके लिए, बल्कि उनके इलाज के लिए दवाओं की प्रभावशीलता का परीक्षण करने के लिए एक मजबूत मंच प्रदान करता है।

- देबराज मन्ना

छवि सौजन्य: संजीव संबंदन



स्व-उपचार सर्किट

लचीले इलेक्ट्रॉनिक उपकरण जैसे मुड़ने योग्य प्रदर्शन स्क्रीन, पहनने योग्य सेंसर, और स्व-संचालित, वहनीय/पोर्टेबल ऊर्जा उपकरण महीन-फिल्म ट्रांजिस्टर (टीएफटी) से संघटित लाखों सर्किटों से बने होते हैं। झुकने या खींचने से यांत्रिक तनाव, मानव संपर्क या नमी या पसीने से जंग के कारण उत्पन्न स्थिरविद्युत निर्वाह/इलेक्ट्रोस्टैटिक डिस्चार्ज से विद्युत तनाव इन उपकरणों में खुला-सर्किट विफलताओं के लिए प्रवण/ग्रस्त होते है। क्या स्व-उपचार टीएफटी सर्किटों को नियोजित करके उनके स्थायित्व को बढ़ाया जा सकता है?

उपकरणन और अनुप्रयुक्त भौतिकी विभाग, आईआईएससी, और इंजीनियरिंग विभाग, कैम्ब्रिज विश्वविद्यालय के शोधकर्ताओं ने ऐसे सर्किट विकसित करनेके लिए सहयोग किया है।

उन्होंने ऐसे कणों को पैक किया जो टीएफटी सर्किट में बिजली का संचालन तब कर सकते हैं जब कि अंतराल उत्पन्न होते हैं, तो खुली धारा कणों को संरेखित होने और एक प्रवाहकीय पुल बनाने के लिए प्रेरित करती है, जिससे सर्किट पूरा होता है और इसका "उपचार" करता है। ऐसे कण केवल एक खुली धारा की उपस्थिति में ही संरेखित हो सकते हैं, और अन्यथा सर्किट में बिखरे हुए और विद्युत-रोधित रहते हैं।

लचीले टीएफटी में, एक विशिष्ट आकार के चांदी के कण, एक इष्टतम घनत्व पर विद्युत-रोधित सिलिकॉन तेल में सन्निहित/एम्बेडेड, बिजली की विफलता या यांत्रिक खिंचाव से उत्पन्न होने वाले अंतराल को ठीक करने के लिए आदर्श पाए गए।

लेखक बड़े पैमाने पर निर्माण के लिए इन कणों को टीएफटी सर्किट में कुशलतापूर्वक पैकेजिंग के लिए एक रणनीति का भी वर्णन करते हैं। यह संभावित रूप से लचीले इलेक्ट्रॉनिक उपकरणों के अनुप्रयोगोंके दायरे को बढ़ा सकता है।

- सुकृति कपूर

फोटो सौजन्य : सत्यघोष मौर्य

एक इंजीनियर की नजर में जीव विज्ञान!

राहुल रॉय की प्रयोगशाला का लक्ष्य जैविक समस्याओं के लिए नए समाधान खोजना है

नौ साल पहले, जब राहुल रॉय आईआईएससी में फैकल्टी पद के लिए आवेदन कर रहे थे, तो उन्होंने कई विभागों में प्रस्तुतियाँ प्रस्तुत की, क्योंकि उन्हें विश्वास नहीं था कि वह सबसे अच्छे प्रकार से कहां फिट होंगे। हालांकि उनकी दिलचस्पी इंजीनियरिंग और विज्ञान दोनों में थी, उन्होंने इंजीनियरिंग विभाग में काम करने की कल्पना नहीं की थी। अंततः, हालांकि, एक सहायक प्रोफेसर के रूप में वे रासायनिक इंजीनियरिंग विभाग में शामिल हो गए, जहां वे इंजीनियरिंग और जीव विज्ञान के चौराहे पर विविध परियोजनाओं का अनुसरण कर रहे हैं।

राहुल की प्रयोगशाला, उनके अपने शब्दों में, जीव विज्ञान को और अधिक "भविष्यसूचक" बनाने के महत्वाकांक्षी लक्ष्य की दिशा में काम कर रही है। जैविक प्रणालियाँ स्वाभाविक रूप से जटिल और विषम होती हैं। उदाहरण के लिए मानव शरीर को ही लें। वैज्ञानिकों को अभी भी इस बारे में पर्याप्त जानकारी नहीं है कि हमारे शरीर के विभिन्न अंग कैसे काम करते हैं। ऐसा इसलिए है क्योंकि प्रत्येक भाग के भीतर, अलग-अलग कोशिकाएं अलग-अलग व्यवहार करती हैं। और प्रत्येक कोशिका के भीतर, अलग-अलग अणु अलग-अलग व्यवहार करते हैं। जीव विज्ञान अनुसंधान में यह विविधता एक बड़ी समस्या है; हम यह नहीं बता सकते कि अणु कब अलग तरह से कार्य करेगा।

जब दवाओं और टीकों को विकसित करने की बात आती है तो यह भी एक मुद्दा होता है, जो अब एक दर्दनाक रूप से लंबी प्रक्रिया है। चिकित्सीय गुणों वाले एक अणु की खोज के बाद भी, वैज्ञानिकों को पहले इसे प्रयोगशाला में कोशिकाओं पर और फिर जानवरों पर इसका परीक्षण करने की आवश्यकता होती है, और अंत में यह समझने के लिए कि क्या वे सुरक्षित और प्रभावी हैं, मनुष्यों पर नैदानिक परीक्षण करते हैं। लेकिन अगर शोधकर्ता इस तरह के उपचारों पर हमारे शरीर की प्रतिक्रिया का बेहतर अनुमान लगाने में सक्षम होते हैं, तो उनके लिए इनमें से कुछ चरणों को दरकिनार करना और कम समय में अधिक प्रभावी और सुरक्षित उपचार विकसित करना आसान होगा।

राहुल जैसी इंजीनियरिंग पृष्ठभूमि वाले जीवविज्ञानी इस तरह की चुनौतियों से निपटनेके लिए पारंपरिक जैविक तकनीकों और नए कंप्यूटेशनल दृष्टिकोणों के संयोजन का उपयोग कर रहे हैं। उनकी प्रयोगशाला वर्तमान में सामान्य "नियम" विकसित कर रही है जो आणविक स्तर पर जैविक विविधता को विगूढ़/डिक्रिप्ट करने में मदद करेगी और शायद नैदानिक परीक्षणों को चलाए बिना उपचार विकसित करेगी। "[जबकि] हम समझते हैं कि अभी भी एक बड़ी विविधता होने जा रही है, हम फिर भी नियमों के साथ आएंगे जो समग्र व्यवहार की व्याख्या करेंगे," वे कहते हैं।

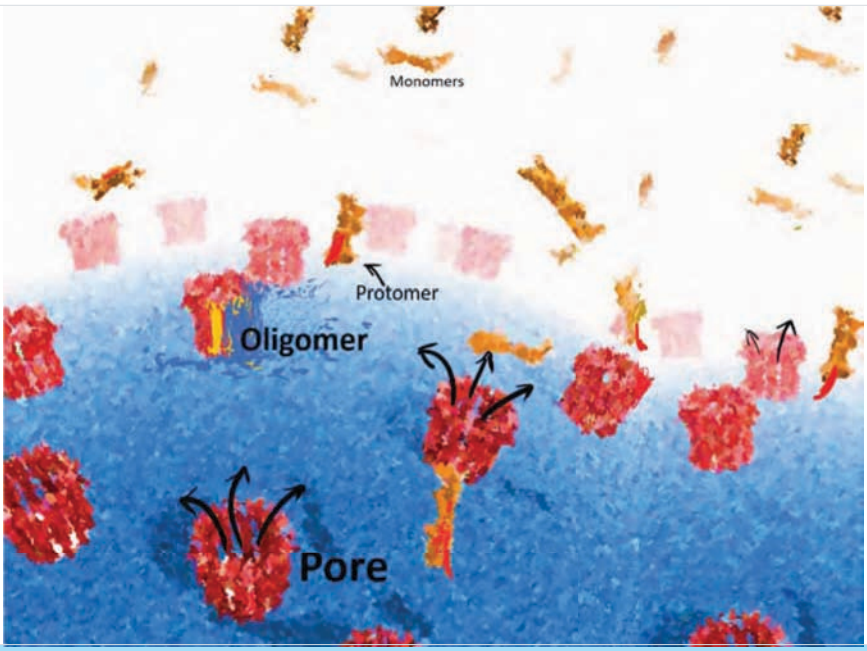
इस लक्ष्य की ओर, राहुल की प्रयोगशाला एकल-अणु इमेजिंग का उपयोग करने में रुचि रखती है ताकि यह अध्ययन किया जा सके कि एक ही अणु की विभिन्न प्रतियां एक ही कार्य को अलग-अलग तरीके से कैसे करती हैं। उदाहरण के लिए, वह दर लें जिस पर एक एंजाइम जैविक प्रतिक्रिया उत्प्रेरित करता है। वैज्ञानिक इसे जो मान देते हैं, वह एक ही एंजाइम की कई प्रतियोंके लिए दरों का औसत मात्र है। एंजाइम की संरचना में थोड़ा सा भी संशोधन इसकी उत्प्रेरक गतिविधि को काफी प्रभावित कर सकता है।

उनकी प्रयोगशाला के काम की एक और दिशा वायरस और बैक्टीरियाके छिद्र बनाने वाले विषाक्त पदार्थोंके स्व-संयोजन की ओर है। यह समझना कि ये विषाक्त पदार्थ कैसे इकट्ठा होते हैं, वैज्ञानिकों को बैक्टीरिया को हमारी कोशिकाओं में प्रवेश करने और संक्रमण पैदा करने से रोकने के तरीके खोजने में मदद कर सकते हैं। कुछ बैक्टीरिया में पाया जाने वाला टॉक्सिन, जिसे साइटोलिसिन ए कहा जाता है, एक 12-पक्षीय रिंग जैसी संरचना बनाता है। उनके एक सहयोगी अध्ययन में, समूह ने पाया कि इस विष की उपइकाइयाँ किसी भी यादृच्छिक क्रम में वलय में इकट्ठी होती हैं और यह कि संयोजन प्रतिवर्ती है - जब अधूरी संरचनाएँ बनती हैं, तो पहले से निर्मित कुछ संरचनाएँ टूट सकती हैं और बिट्स मुक्त कर सकती हैं, जो आंशिक संरचनाओं में शामिल होते हैं और उन्हें पूरा करते हैं।

रुचि का एक तीसरा क्षेत्र वह है जिसमें यह समझना है कि नया कोरोना वायरस, सार्स-कोव-2 जैसे वायरस कैसे उत्परिवर्तित होते हैं। पिछले कुछ महीनों में सार्स-कोव-2 के नए प्रकार/वेरिएंट सामने आए हैं। जैसे ही वायरस दोहराता है, उत्परिवर्तन उत्पन्न होते हैं और अंततः इसके जीनोम में जमा हो जाते हैं। प्रतिकृतिके दौरान त्रुटियां होती हैं क्योंकि आरएनए पोलीमरेज़ करता है - एंजाइम जो वायरस की प्रतियां बनाता है - अक्षम है। राहुल बताते हैं, "अब, हर बार जब यह [वायरस] खुद की एक कॉपी बनाता है, तो यह वास्तव में एक वैरिएंट बनाता है।" इससे यह एक मेजबान कोशिका के अंदर एक ही वायरस के कई रूपों के संचय को बढ़ाता है, जिसके लिए एंटीवायरल के उपयोग की आवश्यकता होती है जो उन सभी पर एक साथ कार्य कर सकते हैं।

एकल वायरस अनुक्रमण नामक तकनीक का उपयोग करते हुए, राहुल का समूह रक्त के नमूने में मौजूद प्रकारों

कीटों द्वारा लकड़ी काटने की घटनाओं के लिए चिप उत्पति में अनिवार्य टिप कठोरता और फ्रैक्चर प्रक्रियाओं का मात्राकरण (छवि: लक्ष्मीनाथ कुंदनती और नम्रता गुंडैया)



की सटीक संख्या को समझने में सक्षम है। एक अन्य परियोजना में, उन्होंने पानी में तेल इमल्शन की एक बूंद में एक कोशिका को फंसाकर, अलग-अलग कोशिकाओं में एक विशेष जीन के अनुरूप आरएनए अणुओं की संख्या की गणना करने के लिए एक विधि विकसित की है।

इस दृष्टिकोण ने उन्हें प्रत्येक कोशिका में एक विशिष्ट आरएनए अणु की सटीक एकाग्रता को समझने में मदद की है। इस दृष्टिकोण में माइक्रोफ्लुइडिक्स जोड़ने से वे एक साथ कई कोशिकाओं का अध्ययन कर सकते हैं।

राहुल के प्रयोगशाला की एक और दिलचस्पी में सेंसिंग और लैब-ऑन-चिप यंत्रों/युक्तियोंके लिए उपकरण बनाना शामिल है। उनकी टीम ने हाल ही में एक स्मार्टफोन-आधारित एंटीबायोटिक सेंसिंग दृष्टिकोण विकसित किया है, जहां डीएनए अणुओं से बने सेंसर, जिन्हें डीएनए एप्टामर्स कहा जाता है, का उपयोग एंटीबायोटिक की उपस्थिति का पता लगाने के लिए किया जाता है। जब सेंसर एंटीबायोटिक का पता लगाता है, तो इससे जुड़े रंजक या तो प्रतिदीप्ति रंग या तीव्रता में परिवर्तन प्रदर्शित करते हैं जिसे स्मार्टफोन कैमरा द्वारा आसानी से पहचाना जा सकता है। ऐसे सेंसर अन्य प्रकार के रसायनों का भी पता लगानेके लिए डिज़ाइन किए जा सकते हैं। राहुल का मानना है कि भविष्य में, स्मार्टफोन के लिए प्लग करने योग्य एडेप्टर उन्हें देखभाल बिंदु/पॉइंट-ऑफ-केयर नैदानिक उपकरणों में बदलने में मदद कर सकते हैं।

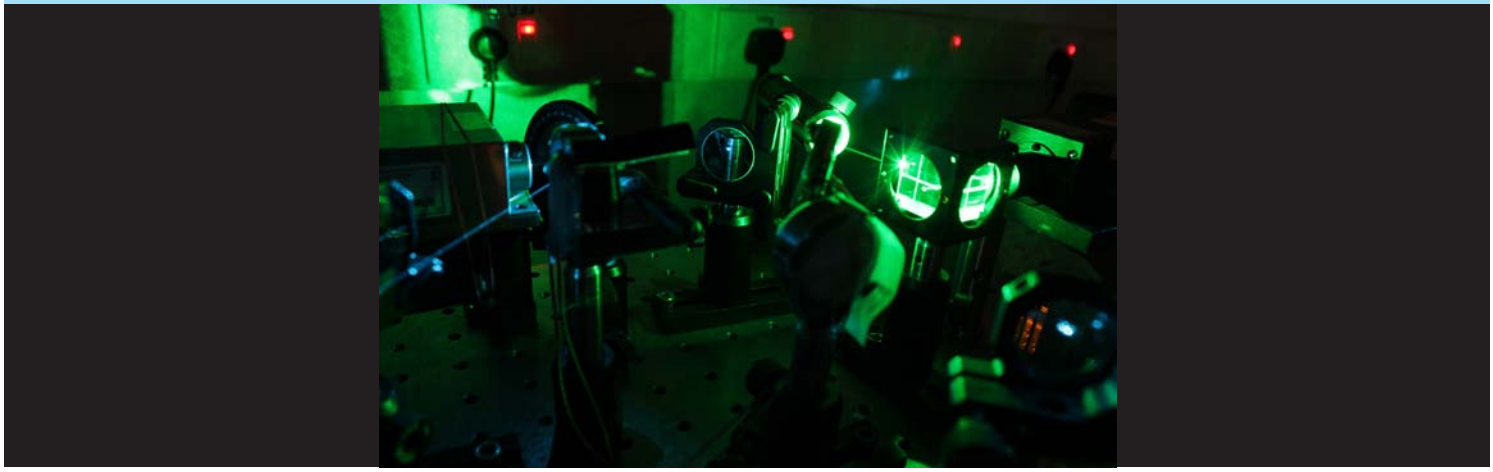
हाल के महीनों में, राहुल की प्रयोगशाला कोविड-19 से संबंधित परियोजनाओं पर भी काम कर रही है। उन्होंने कोविड-19 के लिए एक रैपिड एंटीबॉडी टेस्ट विकसित किया है। एक गृह-आधारित परीक्षण किट भी बनाई जा रही है, जिसका उद्देश्य लार जैसे आसानी से उपलब्ध जैव द्रव्यों में वायरस की एकाग्रता को समृद्ध करने और उसका पता लगाने के लिए एंटीबॉडी के टुकड़ों का उपयोग करना है। यह 37 डिग्री सेल्सियस ताप पर एक समतापीय प्रवर्धन तकनीक का उपयोग करके संकेत को और तेज कर सकता है। यह किट 20 से 30 मिनट के भीतर परिणाम प्रदर्शित कर सकती है और पेशेवर सहायताके बिना इसका उपयोग किसी भी व्यक्ति, जो पैथोलॉजी प्रयोगशाला में जाने में सक्षम नहीं है, द्वारा किया जा सकता है।

कई परियोजनाओं की खोज करना कठिन हो सकता है। राहुल बताते हैं कि उन्होंने इतनी विविध परियोजनाओं को आगे बढ़ाना बंद कर दिया इसका कारण यह है कि वे इन्हें अपने विद्यार्थियों और पोस्टडॉक्टरल से प्रमुख इनपुट के साथ डिजाइन करते हैं, जिसके परिणामस्वरूप उन्हें अक्सर उन क्षेत्रों का अनुसरण करना पड़ता है जिनके बारे में उन्होंने कभी अनुमान भी नहीं लगाया था, उन क्षेत्रों में काम करेंगे जैसे कि माइक्रोफ्लुइडिक्स।

उनका कहना है कि शोध को आगे बढ़ाने की उनकी प्रेरणा पहली बार कुछ नया खोजने की खुशी से आती है। जैसे नवोदित युवा वैज्ञानिकों की आँखें एक नई अवधारणा को समझने पर खुशी से चमक उठती है, वह भी उसे आगे बढ़ाती है। वे कहते हैं, "भोले" होने के कारण विद्यार्थी अक्सर एक शोध समस्या के लिए एक अनूठा दृष्टिकोण लाते हैं क्योंकि वे पूर्वकल्पित धारणाओं का बोझ नहीं उठाते हैं। "और इसीलिए हम हमेशा चाहते हैं कि एक व्यक्ति नहीं, बल्कि सैकड़ों लोग एक ही समस्या पर अलग-अलग कोणों से विचार/संपर्क करें।"

- देबराज मन्ना

सूक्ष्म जीवविज्ञान में स्थापित एकल-अणु इमेजिंग के एक खंड का स्नैपशॉट (फोटो सौजन्य: सत्यघोष मौर्य)



संचार कार्यालय
भारतीय विज्ञान संस्थान (IISc)
बेंगलुरु - 560012
kernel.ooc@iisc.ac.in | office.ooc@iisc.ac.in n

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

हिन्दी रूपांतर
वी. तिलगम
जे. आर. गोपाल कृष्णन

डिजाइन
TheFool.in