



भारतीय विज्ञान संस्थान  
का शोध समाचार पत्र

अंक 5, 2020

# केरनल

## संपादकीय

अपनी शक्तिशाली अभिकलनात्मक/ कंप्यूटेशनल क्षमताओं के साथ, वर्ष 2015 में आईआईएससी द्वारा खरीदे गए सहस्र टी ने संस्थान की विभिन्न टीमों को अत्याधुनिक अनुसंधान करने में मदद की है। केरनल के इस अंक में, उन कुछ क्षेत्रों के बारे में अधिक पढ़ें, जहाँ यह सुपर कंप्यूटर विशेष रूप से उपयोगी रहा है।

इस अंक में एक प्रयोगशाला भी परिलक्षित है जो यांत्रिकी और जीव विज्ञान के प्रतिच्छेदन पर काम करती है, इसके अलावा झींगुरों/क्रिकेट्स में साथी-खोज व्यवहार शोध, एक नई/नोवल माँग-पर-गिरावट/ड्रॉप-ऑन-डिमांड मुद्रण तकनीक और बहुत कुछ पर प्रकाश डाला गया है।

## तेज पथ अनुसंधान



फोटो सौजन्य: एसईआरसी

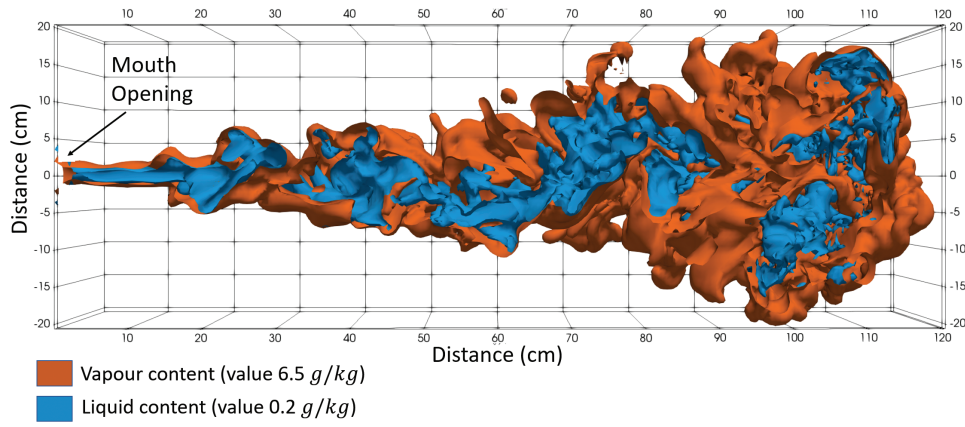
**भारत का पहला पेटस्केल कंप्यूटर, सहस्र टी, जिसे आईआईएससी में रखा गया है, पूरे परिसर में विविध अनुसंधान कार्य कर रहा है।**

जब आईआईएससी में वर्ष 2015 में प्रथम सहस्र टी लाया गया, तो परिसर में हर कोई उत्साहित था, लक्ष्मी जे, सुपर कंप्यूटर शिक्षा और अनुसंधान केंद्र (एसईआरसी) में मुख्य अनुसंधान वैज्ञानिक, याद करती है। यह भारत का सबसे तेज सुपर कंप्यूटर था, एक यथार्थ प्राणी/जीव जो प्रति सेकंड एक क्वाड्रिलियन (1015) गणना करने में सक्षम था। वे कहती हैं, "मशीन चालू करने के तीन दिन के भीतर, हम निष्पादित कार्यों की संख्या के संदर्भ में 80% प्रणाली संसाधनों को संतृप्त करने में सक्षम थे,"।

अब भारत में दो सुपर कंप्यूटर ("प्रत्यूष" और "मिहिर", जो जलवायु और मौसम अध्ययन के लिए विशेष हैं) हैं जो

सहस्र टी से तेज हैं। आईआईएससी स्वयं - राष्ट्रीय सुपरकंप्यूटिंग मिशन के तहत, जिसमें वह एक अग्रणीय सहभागी/पार्टनर है, एक और सुपरकंप्यूटर अगले वर्ष जोड़ेगा। एसईआरसी के अध्यक्ष सतीश वडियार कहते हैं, "सहस्र टी अभी भी भारत के शैक्षणिक परिदृश्य में एक अद्वितीय स्थान बनाए रख रहा है। उनका कहना है, "अलग-अलग डोमेन से अनुप्रयोगों की संख्या जो सहस्र टी पूरा करता है, इनकी तुलना में बहुत बड़ी है।" "यह एक वास्तविक 'सामान्य उद्देश्य' मशीन है।"

## Direct Numerical Simulation of flow generated by a "mild cough"



सहस्र टी जैसे सुपर कंप्यूटर में हजारों प्रोसेसर होते हैं - कंप्यूटर के "दिमाग" - समानांतर में एक ही समस्या के विभिन्न भागों पर काम करते हैं। यह डेटा की बड़ी मात्रा को छानने के लिए आवश्यक समय में कटौती करता है। सहस्र टी में 33,000 प्रोसेसर कोर होते हैं, जो नोड्स कहे जाने वाले क्लस्टरों में व्यवस्थित किए जाते हैं, जो रैक में व्यवस्थित ब्लेड पर एकत्रित रूप में व्यवस्थित होते हैं। इसमें करस्टम बिल्ट हार्डवेयर और सॉफ्टवेयर भी होते हैं जो विभिन्न इकाइयों को एक-दूसरे से बिना समय गंवाए "संवाद" करने की अनुमति देते हैं, लक्ष्मी बताती हैं।

पिछले पांच वर्षों में, सहस्र टी ने विभिन्न विभागों के शोधकर्ताओं को अनेक विषयों का अध्ययन करने में सक्षम बनाया है, जिसमें मानसून और सामग्री से लेकर ब्लैक होल और जैव अणु तक शामिल हैं। उदाहरण के लिए, भौतिक विज्ञान विभाग में प्रबल मैती की प्रयोगशाला, कम से कम चार अलग-अलग परियोजनाओं के लिए सहस्र टी का उपयोग कर रही है, जिनमें से एक ड्रग सुपुर्दगी/डिलीवरी जैसे अनुप्रयोगों के लिए डीएनए नैनोस्ट्रक्चर का विश्लेषण कर रही है। ये संरचनाएं कार्बन-आधारित अणुओं की तुलना में बहुत बड़ी हैं जिसमें 300,000 से अधिक परमाणु हैं। वे कैसे व्यवहार करते हैं या इकट्ठा होते हैं, इसका अनुकूलन करने के लिए पारंपरिक कंप्यूटरों के उपयोग द्वारा वर्षों लग सकते हैं।

मैती के शोध का एक अन्य क्षेत्र एचआईवी है। gp41 नामक एक प्रोटीन प्रतिरक्षा कोशिका झिल्ली के साथ एचआईवी कण को पकड़ करने में मदद करता है। वे दवाइयाँ, जो इसे अवरुद्ध कर सकती हैं, की प्रक्रिया और डिजाइन को समझने के लिए, मैती की टीम सहस्र टी पर परमाणु-स्तर और बड़े पैमाने पर 3 डी सिमुलेशन के संयोजन का उपयोग कर रही है। इनमें लाखों परमाणुओं के लिए गणितीय समीकरणों की गणना करना शामिल है यह समझने के लिए कि वास्तव में परमाणु कैसे गति करते हैं और कैसे परस्पर व्यवहार करते हैं तथा कौनसे बल उन पर कार्य करते हैं। "बल गणनाएँ इन सिमुलेशनों का हृदय हैं ... वे सबसे अधिक समय लेने वाला भाग हैं। उनमें से कुछ तो महीने या सालों तक चलते हैं।" वे कहते हैं। उनकी प्रयोगशाला में डेन्ड्रिमर पॉलिमर भी विकसित किए जा रहे हैं जो एचआईवी संक्रमण को रोकने में मदद कर सकते हैं।

हाल के महीनों में, सहस्र टी कोविड-19 के खिलाफ लड़ाई में भी मदद कर रहा है। वांतिरक्ष इंजीनियरिंग विभाग में सौरभ दीवान के नेतृत्व में एक बहु-संस्थागत टीम (आईआईएससी, आईसीटीएस, जेएनसीएएसआर और केटीएच, स्वीडन) इसका उपयोग किसी व्यक्ति द्वारा बोलने या खांसने पर निकलने वाली बूंदों के फैलाव का विश्लेषण करने के लिए कर रही है, एक संख्यात्मक कोड को मूल रूप से विकसित करके यह अध्ययन करने के लिए कि बादल पुंज प्रवाह कैसे विकसित होता है।

विभिन्न आकार की बूंदें अलग-अलग प्रकार का व्यवहार करने के कारण बादल और श्वसन दोनों प्रवाह अव्यवस्थित ("अशांत") होते हैं। गतिकी को आंशिक अंतर समीकरणों के एक समूह द्वारा नियंत्रित किया जाता है जिन्हें कंप्यूटेशनल रूप से हल करने की आवश्यकता होती है। प्रवाह में अशांतता को सटीक रूप से दोहराने के लिए, शोधकर्ता एक प्रत्यक्ष संख्यात्मक सिमुलेशन करते हैं - एक भारी ड्यूटी प्रक्रिया जिसमें एक दौड़/रन के लिए 2048-16,660 कोर का उपयोग करते हुए 50,000-400,000 कोर घंटे शामिल होते हैं। "तात्कालिक उद्देश्य यह देखना है कि नम हवा कितनी दूर तक जाती है, वाष्पीकरण का प्रभाव क्या होता है, कब तक ये बूंदें हवा में घूमती हैं, और इसी तरह क्या होता है," दीवान कहते हैं। "दीर्घकालिक लक्ष्य इस प्रवाह को अधिक मौलिक रूप से समझना है।"

सहस्र टी मस्तिष्क अनुसंधान केंद्र में ब्रताती कहाली जैसे शोधकर्ताओं की मदद के लिए जीनोम इंडिया पहल के तहत पूरे भारत के 10,000 व्यक्तियों के जीनोमिक अनुक्रमों का विश्लेषण करने में मदद कर रहा है। भारतीयों के लिए अद्वितीय आनुवंशिक विविधताओं की पहचान करने से कई बीमारियों के आनुवंशिक आधार को समझने में मदद मिलेगी। लगभग 100 व्यक्तियों के अध्ययन से प्रारंभिक परिणाम बताते हैं कि एक मिलियन से अधिक भिन्नताएँ हैं जो भारतीय आबादी में पूरी तरह से नई हैं और वर्तमान में वैश्विक डेटाबेस में इसका लेखा-जोखा नहीं है। कहाली कहती हैं।

इस तरह के अध्ययन सामान्य कंप्यूटर का उपयोग करके कम समय में संभव नहीं हैं। प्रत्येक डीएनए अनुक्रम में 3 बिलियन से अधिक आधार जोड़े या अक्षर हैं। 24 व्यक्तियों के लिए प्रत्येक प्रायोगिक रन के लिए कच्चा डेटा 1.5 टेराबाइट्स (टीबी) स्टोरेज स्पेस - विश्लेषण के दौरान 70

टीबी - और विश्लेषण के लिए लगभग 20 घंटे तक ले सकता है। "सहस्र टी में जबकि, मैं इसे इस प्रकार से समानांतर रूप में कर सकती हूँ कि आठ से दस घंटे में 24 व्यक्तियों के डेटा का विश्लेषण कर सकती हूँ," कहाली बताती हैं।

इसी तरह की परियोजनाओं के ऐसे कए स्कोर हैं जो चल रहे हैं जिसमें, चरम मौसम घटनाओं का अनुकरण, मशीन अधिगम का उपयोग करने वाली मॉडलिंग सामग्री, कॉच के गुणों का अध्ययन, कुचालक और अर्धचालक, और क्रिस्टलोग्राफी के उपयोग द्वारा ड्रग्स डिजाइन आदि शामिल हैं। वर्ष 2018 में, एसईआरसी ने एक महत्वपूर्ण चुनौती का आयोजन किया, जिसमें तीन टीमों को आठ घंटे के लिए सहस्र टी की संपूर्ण क्षमता का उपयोग करने की अनुमति दी गई। इसके एक हिस्से के रूप में, एक खगोल भौतिकी टीम ने अध्ययन किया कि अंतरिक्ष में कण कैसे ब्लैक होल जैसी वस्तुओं के रूप में एकत्र होते हैं।

ये परियोजनाएं सहस्र टी को वर्ष के दौरान चालू रखती हैं; वडियार कहते हैं, सिस्टम के लगभग 90% संसाधन लगभग हमेशा उपयोग में रहते हैं। "यहां तक कि एक शनिवार की शाम को, आप देखेंगे कि मशीन भरी हुई है और कई कार्य कतार में इंतजार कर रहे हैं।" यह सुनिश्चित करने के लिए कि मशीन बिना रुके चलती रहती है, इंजीनियरों की एक समर्पित टीम लगातार पर्दे के पीछे काम करती है, और आईआईएससी शोधकर्ताओं को अपनी परियोजनाओं को निष्पादित करने में मदद करती है।

एसईआरसी के पास क्षितिज पर इस कार्योपयोगी गाड़ी/वर्कहॉर्स हेतु और भी योजनाएँ हैं। वाडियार कहते हैं, "हम अच्छी प्रत्येककरण सेवाओं, उच्च प्रदर्शन कंप्यूटिंग उत्पाद, बड़े पैमाने पर वैज्ञानिक पुस्तकालय और प्रशिक्षण पाठ्यक्रम प्रदान करने वाली टीमों को स्थापित करने की योजना बना रहे हैं।" "कुल मिलाकर, हम चाहेंगे की एसईआरसी देश के लिए उत्कृष्टता केंद्र के रूप में कार्य करें।"

- रंजिनी रघुनाथ





# सहवास करने या खाए जाने के लिए: एक शिकारी की उपस्थिति में वृक्ष झींगुर का व्यवहार

**आईसीसी के एक नए अध्ययन के अनुसार, शिकारियों की उपस्थिति में, नर पेड़ झींगुर, लेकिन मादाएँ नहीं, अपने साथी-खोज के व्यवहार को बदलते हैं**

गर्मियों की शाम को आप जो झींगुर की चहक सुनते हैं, वे पुरुष होते हैं, जो अपनी प्रजाति के मादाओं को अपनी ओर आकर्षित करने के लिए बुलाते हैं। मादा झींगुर कॉल नहीं करती हैं और इसके बजाय वे इन बुलाने वाले पुरुषों की ओर बढ़ती हैं। उनके साथी-खोज व्यवहार और संभोग सफलता पर शिकार के परिणाम क्या होते हैं?

आईआईएससी में पारिस्थितिक विज्ञान केंद्र (सीईएस) के शोधकर्ताओं द्वारा कार्यात्मक पारिस्थितिकी जर्नल के एक हालिया प्रकाशन में इन सवालों को वृक्ष झींगुर/ट्री क्रिकेट्स में संबोधित किया गया था। उन्होंने यह भी जांच की कि क्या जीवित रहने की ललक प्रभावित होती है, यदि झींगुर उनके साथी खोज व्यवहार को बदल देते हैं।

शोधकर्ताओं ने प्रायोगिक रूप से अपने प्राकृतिक आवास में बनाए गए बाहरी बाड़ों में शिकारियों की संख्या – हरी लिनेक्स मकड़ियों - से लेकर झींगुरों तक के विभिन्न अनुपातों को बनाए रखते हुए खतरे के स्तर को निर्धारित किया।

फिर उन्होंने झींगुरों का अवलोकन किया, और जांच की कि क्या उन्होंने खतरे के विभिन्न स्तरों के तहत अपने साथी खोज व्यवहार को बदल दिया है, और उनके जीवित रहने की संभावनाओं को नोट किया। उन्होंने इन प्रत्यक्ष और अप्रत्यक्ष दबावों के प्रभाव का झींगुरों की संभोग सफलता पर अंदाजा लगाया।

शोधकर्ताओं ने पाया कि जब शिकार का खतरा बढ़ जाता है, तो पुरुष झींगुर बुलाना/कॉलिंग कम कर देते हैं, और गाने वाले अन्य

पुरुषों की ओर चले जाते हैं जिनको कि वे अपने आसपास सुन सकते हैं। इस निर्देशित संचलन से संकेत मिलता है कि वे "उपग्रह" व्यवहार के रूप में ज्ञात रणनीति कि तरफ स्विच कर सकते हैं। ये मूक, उपग्रह नर एक कॉलर के चारों ओर लटकते हैं, और गाने वाले पुरुष से संपर्क करने वाली मादाओं के साथ संभोग करने का प्रयास करते हैं।

इस रणनीति के अपने लाभ हैं: वे कॉल न करके ऊर्जा का संरक्षण करते हैं, और शिकारियों के लिए कम सहजदृश्य भी होते हैं। लेकिन वहाँ एक लागत होती है: उपग्रह पुरुषों की सफलतापूर्वक संभोग संभावना गाने वाले पुरुषों की तुलना में बहुत कम होती है। वे संभोग के अवसरों से चूक जाते हैं, लेकिन अगली रात तक जीवित रहने की संभावना अधिक होती है, और साथी को खोजने के लिए फिर से प्रयास करते हैं।

दूसरी ओर, जब मादाओं को खाए जाने का खतरा अधिक था, तब भी मादा झींगुरों ने अपने संचलनों को कम नहीं किया। यह परिणाम अप्रत्याशित था क्योंकि, पूर्व पीएचडी छात्र और पेपर के पहले लेखक, विराज तोरसेकर के अनुसार, नर झींगुरों के अधिक जोखिम लेने वाले यौन साथी होने की उम्मीद होती है।

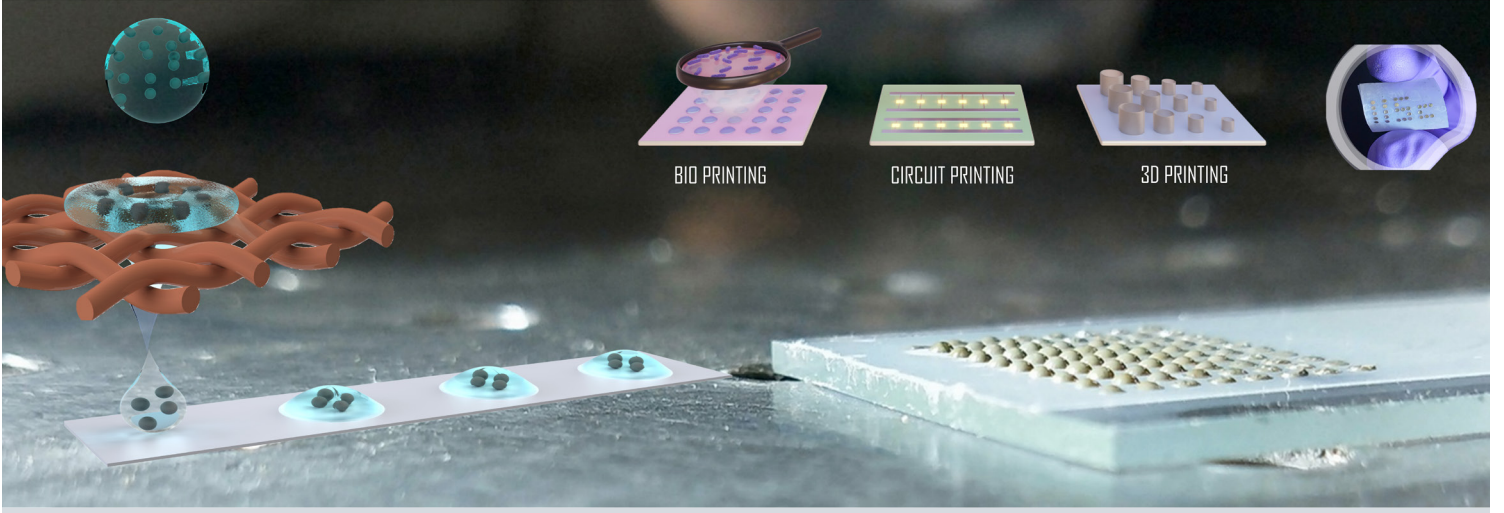
तोरसेकर कहते हैं कि झींगुरों/क्रिकेट्स की कई प्रजातियों में, मैथुन के दौरान मादा नर पर बैठती है और उसकी पीठ पर एक ग्रंथि से पौष्टिक स्राव खिलाती है। और इसलिए, मादाओं को इस पोषण संबंधी सेवन से अधिकतम पुरुषों के

साथ मिलन का लाभ प्राप्त होगा। क्या यह अतिरिक्त प्रोत्साहन शिकारियों की उपस्थिति में भी मादाओं के निरंतर संचलन में एक भूमिका निभाता है, हालांकि, इस पर जांच की जरूरत है।

लेखकों ने यह भी पाया कि वृद्धित शिकार जोखिम नर और मादा दोनों के लिए समान रूप से जीवित रहने के अवसरों को कम करता है। इसके आगे इसने इनके संभोग करने में सक्षमता की संख्या को कम किया और इनकी प्रजनन फिटनेस को भी प्रभावित कर सकती थी – प्रत्येक द्वारा पीछे छोड़े जाने वाली संतानों की संख्या - और प्रकृति में सफलता की मुद्रा।

"मुझे लगता है कि इस अध्ययन के बारे में वास्तव में नया/आदर्श और रोमांचक यह है कि यह दोनों - मृत्यु दर के माध्यम से प्रत्यक्ष प्रभावों और व्यवहार में परिवर्तन के माध्यम से अप्रत्यक्ष प्रभाव, को दोनों लिंगों में, फिटनेस पर शिकार के दोनों तरह के प्रभावों को निकटतम प्राकृतिक स्थितियों में परखता है।", सीईएस में प्रोफेसर, और इस शोध-पत्र की वरिष्ठ लेखिका, रोहिणी बालकृष्णन कहती हैं।

- समीरा अग्रिहोत्री



## एक कम लागत, मांग-पर-गिरावट/ड्रॉप-ऑन-डिमांड मुद्रण तकनीक

**पारंपरिक नलिका, जिसके छिद्र बंद हो सकते हैं, की बजाय जल-विकर्षक नैनोवायर जालियों का उपयोग करके, एक शोध दल ने बहुमुखी मुद्रण तकनीक विकसित की है**

नैनो विज्ञान और इंजीनियरिंग केंद्र (सीईएनएसई) में शोधकर्ताओं ने विभिन्न किस्मों की स्याही का उपयोग कर छोटी बूंदों के आकार की एक विस्तृत श्रृंखला उत्पन्न करने में सक्षम एक कम लागत, मांग-पर-गिरावट मुद्रण तकनीक विकसित की है। पारंपरिक मुद्रण के अलावा, यह संभवतः जीवित कोशिकाओं, सिरमिक सामग्री, इलेक्ट्रॉनिक सर्किट और मशीन घटकों के 3 डी प्रिंटिंग के लिए भी उपयोगी हो सकती है।

वर्तमान में उपयोग किए जाने वाले प्रिंटर - इंकजेट प्रिंटर से लेकर बायो-प्रिंटर तक जो जीवित कोशिकाओं को फैलाते हैं - एक छोटी नोक के साथ एक नोजल होता है जो बूंदों को बाहर फेंकता है। हालांकि, स्याही में कण या एक कोशिका निलंबन इस नोक को अवरुद्ध कर सकते हैं, जो शुरूआत में लोड किए जाने वाले कणों या कोशिकाओं की मात्रा को सीमित करता है। इसलिए, मुद्रित की जा सकने वाली परत की मोटाई भी सीमित होती है।

नई तकनीक नोजल को रासायनिक रूप से उपचारित नैनोवायरों से ढके हुए जाल से बदल देती है जो पानी को पीछे धकेलते हैं। जब एक बड़ी बूंद इस जाल पर पड़ती है, तो वह वापस उछल जाती है। हालांकि, द्रव का एक छोटा सा हिस्सा जाल छिद्र के माध्यम से एक जेट के रूप में बाहर निकाल दिया जाता है जो एक सूक्ष्म पैमाना छोटी बूंद बनाने के लिए टूट जाता है, जिसे बाद में एक सतह पर मुद्रित किया जाता है।

शोधकर्ताओं का कहना है कि जाल के साथ प्रभावित छोटी बूंद के कम संपर्क समय (लगभग 10 मि.सै.) के कारण, स्याही में मौजूद

कणों को जाल छिद्रण अवरुद्ध करने का मौका नहीं मिलता। इससे उन्हें बड़ी मात्रा में नैनोकणों के साथ स्याही को लोड करने की अनुमति मिल जाती है, जिससे एक ही चक्र में बहुत मोटी रेखाओं का मुद्रण हो सकता है। जाल को आसानी से साफ और पुनः उपयोग किया जा सकता है।

“जाल नलिका के केवल एक छोटे से हिस्से में होता है जो इसे प्रतिस्थापित करता है। पारंपरिक मुद्रण तकनीक की तुलना में यह परिचालन लागत को काफी कम कर देता है,” प्रोसेनजीत सेन, सीएनएसई में एसोसिएट प्रोफेसर और नेचर कम्युनिकेशंस में प्रकाशित अध्ययन के वरिष्ठ लेखक, कहते हैं।

सेन और उनकी प्रयोगशाला नैनोसंरचनायुक्त सतहों को विकसित करने पर काम कर रही है जो पानी को पीछे धकेल सकती हैं। जब बड़ी बूंदें उच्च गति पर ऐसे नैनोसंरचनायुक्त जाली/मेश से टकराती हैं, तो जेट को बाहर छोड़ती हैं।

इस घटना का अध्ययन करते समय, शोधकर्ताओं ने पाया कि छोड़े गए जेट का वेग आश्चर्यजनक रूप से प्रभावित बूंद के वेग से अधिक था।

“यह पहला संकेत था कि कुछ तंत्र गतिज ऊर्जा को केंद्रित करने में एक भूमिका निभा रहे थे,” सीईएनएसई में पीएचडी छात्र और पहले लेखक, चंद्रतारु डे मोदक कहते हैं। “इस बिंदु पर, हमने निम्नलिखित प्रश्न पूछना शुरू किया: यह केंद्रीकरण करने वाला तंत्र क्या है? क्या इस तंत्र का उपयोग एकल सूक्ष्म

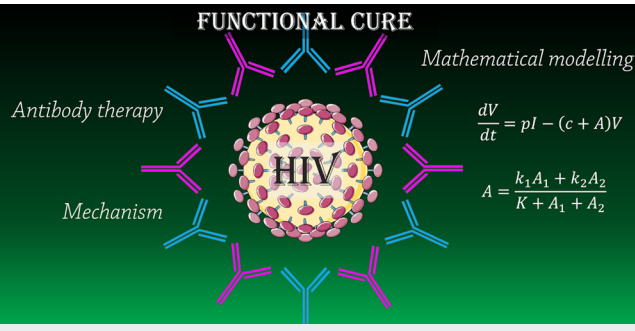
बूंदों को स्थायिता से उत्पन्न करने के लिए किया जा सकता है?”

टीम ने इन प्रभावशाली बूंदों के उच्च गति वाले वीडियो (50,000 से 80,000 फ्रेम प्रति सेकंड) को प्राप्त कर लिया, और पाया कि छोटी बूंद केंद्र पर एक वायु गुहा बना रही थी। प्रभाव के पुनरावृत्ति चरण के दौरान, यह गुहा संपूर्ण गतिज ऊर्जा को एक बिंदु पर केंद्रित करते हुए ढह गई, जिसके परिणामस्वरूप व्यक्तिगत बूंदों की उत्पत्ति हुई। कोई भी “सैटेलाइट” बूंदें - द्वितीयक बूंदें जो अवांछित बिखराव का परिणाम होती हैं - उत्पन्न नहीं हुईं। निकाली गई बूंदों के आकार को जाली के आकार को समायोजित करके भी बदला/घुमाया जा सकता है।

शोधकर्ता विभिन्न अनुप्रयोगों के लिए इस तकनीक के उपयोग को प्रदर्शित करने में सक्षम थे।

मोदक कहते हैं, “ बूंद प्रभावी मुद्रण का उपयोग करते हुए, हम विभिन्न आकारों के 3 डी खंभे/पिलर, अर्ध चालक उपकरण अनुप्रयोगों के लिए एक इलेक्ट्रॉनिक सर्किट और कोशिका कल्चर के लिए जैव-आधारित छोटी बूंदें सरणी प्रिंट कर सकते हैं।” “विभिन्न अनुप्रयोगों के लिए विभिन्न प्रकार की स्याही का उपयोग करते हुए छोटी बूंदों की एक विस्तृत श्रृंखला को मुद्रित करने की क्षमता इस तकनीक को अद्वितीय बनाती है।”

- रंजिनी रघुनाथ



## आजीवन एचआईवी उपचार व्यवस्था का एक आशाजनक विकल्प

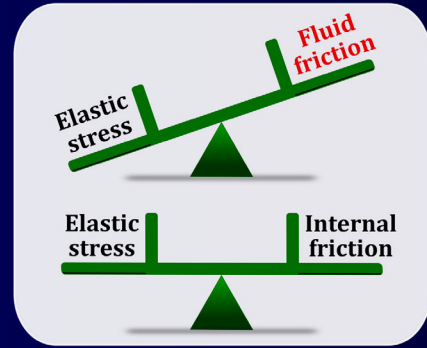
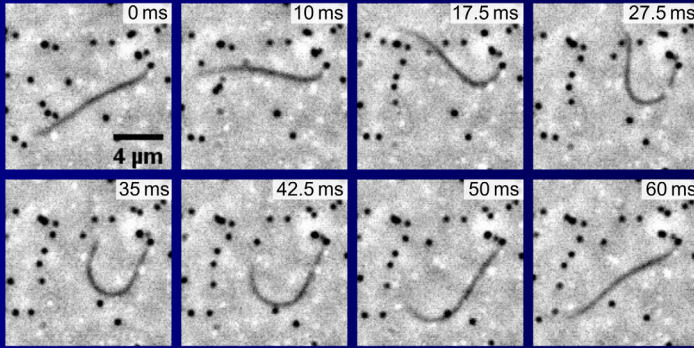
एड्स एचआईवी के कारण होने वाली एक स्थायी, जानलेवा स्थिति है, जिसे मेजबान की प्रतिरक्षा प्रणाली को प्रभावी ढंग से क्षति करने की अपनी क्षमता के लिए जाना जाता है। इसके लिए कोई ज्ञात इलाज या टीका नहीं है। एंटीरिट्रोवाइरल थेरेपी (एआरटी) के साथ एक आजीवन उपचार आमतौर पर संक्रमण के पुनः प्रज्वलन की स्थिति में आवश्यक है। हालांकि, मकाक में किए गए एक अध्ययन में पाया गया कि इस तरह की घटना होने की संभावना, एचआईवी एंटीबॉडी (बीएनएबी थेरेपी) के साथ शुरुआती टीकाकरण के माध्यम से काफी कम हो गई थी।

रसायन इंजीनियरिंग विभाग के शोधकर्ताओं ने अब बीएनएबी एंटीबॉडी के साथ टीकाकरण के बाद एचआईवी संक्रमण के एक नए गणितीय मॉडल का निर्माण किया है। यह सुझाता है कि वायरल लोड की लंबे समय तक चलने वाली कमी को एआरटी या बीएनएबी थेरेपी जैसे हस्तक्षेपों द्वारा पूरा किया जा सकता है। यह, यह भी भविष्यवाणी करता है कि शुरुआत में ही दी जाने वाली बीएनएबी थेरेपी मेजबान की प्रतिरक्षा कोशिकाओं की उत्तेजना को बढ़ाती है, और एआरटी की तुलना में बेहतर रक्षा को स्थापित करने में मदद

करती है। शोधकर्ताओं का कहना है कि उनका मॉडल बीएनएबी थेरेपी के तहत एचआईवी गतिकी का पहला मात्रात्मक विवरण है, और यह कि मैकॉले अध्ययन में वर्णित प्रतिक्रिया में अंतर्निहित तंत्र को उजागर करता है। यह अध्ययन साक्ष्य में जोड़ता है कि बीएनएबी थेरेपी एआरटी के लिए एक आशाजनक विकल्प हो सकता है।

- रोहिणी मुरुगन

छवि: देवस्मिता मॉडल और प्रेरणा शर्मा



## स्थिर सिलिअरी दोलनों को कौन शासित/नियंत्रित करता है?

सिलिया कोड़े की तरह के संलग्नक/एपेंडेज होते हैं जिनका उपयोग कोशिकाओं और ऊतकों द्वारा गति के लिए किया जाता है, जो फेफड़ों में श्लेष्म के समाशोधन से शुक्राणु के अंडे की ओर ले जाने वाले संचलन हेतु कोशिकीय और विकासात्मक प्रक्रियाओं के लिए अपरिहार्य होते हैं। ये "सक्रिय" तंतु हैं जो रासायनिक ऊर्जा का लगातार सेवन करके और आवधिक गति के माध्यम से इसे छितराते हुए स्वतः दोलन करते हैं। स्थिर दोलनों के लिए, सक्रिय ऊर्जा इनपुट को पर्याप्त अपव्यय द्वारा संतुलित किया जाना चाहिए।

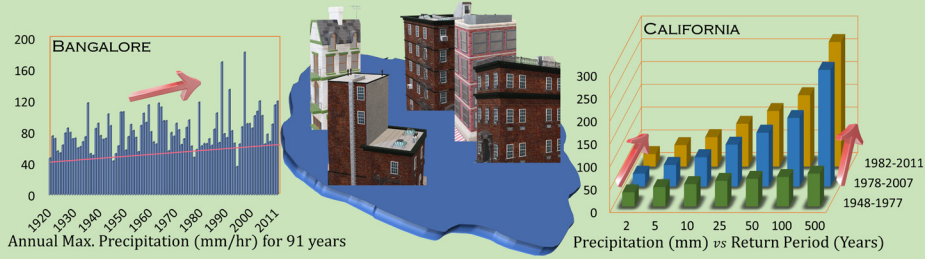
वैज्ञानिकों द्वारा अब तक माना जा रहा था कि सिलिअरी "धड़कन" या दोलन बाहरी द्रव घर्षण द्वारा नियंत्रित होता है।

हालांकि, एक नए अध्ययन में, भौतिकी विभाग के शोधकर्ता बताते हैं कि रेशा के भीतर उत्पन्न निष्क्रिय लोचदार तनावों को संतुलित करने के लिए बाहरी द्रव घर्षण पर्याप्त नहीं होता है। यह वास्तव में "आंतरिक घर्षण" है, जो तंतु के भीतर धीमी संरचनात्मक व्यवस्था से उत्पन्न होता है, जो स्थिर दोलनों के लिए जिम्मेदार हो सकता है।

यह जवाबी सहज ज्ञान युक्त परिणाम एक आदर्श पद्धति का उपयोग करते हुए, हरे शैवाल क्लैमाइडोमोनस से पृथक सिलिया का अध्ययन विकसित करने पर सामने आया।

अध्ययन सिलिया के सामूहिक व्यवहार पर बाहरी कारकों के प्रभाव पर एक लंबे समय से चली आ रही बहस को भी सुलझाता है।





# क्या शहरीकरण से शहरों के अवक्षेपण में वृद्धि हुई है?

शहरी क्षेत्रों में बढ़ती हुई आबादी के कारण अनियोजित शहरों की संख्या में वृद्धि हुई है, और मौसम की चरम घटनाओं के लिए एक बढ़ती भेद्यता बनी है। अवक्षेपण/वर्षा और तापमान में ऐतिहासिक पैटर्न की जांच से भविष्य में जलवायु परिवर्तन की भविष्यवाणी करने और प्राकृतिक आपदाओं से निपटने की रणनीति विकसित करने में मदद मिल सकती है।

आईआईएससी में जल अनुसंधान अंतर्विषयक केंद्र और कनाडा के सास्काचेवान विश्वविद्यालय के शोधकर्ताओं ने सात शहरों में 30 वर्षों के तापमान और वर्षा में परिवर्तन का एक विस्तृत

सांख्यिकीय विश्लेषण निष्पादित किया है। इसने वार्षिक औसत तापमान में वृद्धि के साथ ही सभी शहरों में दैनिक तापमान में कमी आने का खुलासा किया। अध्ययन में पाया गया कि वर्षा की गहराई - वर्षा की मात्रा जो किसी दिए गए क्षेत्र में जमा हो सकती है- अधिकांश शहरों में पिछले कई वर्षों में बढ़ी है।

टीम ने यह भी दिखाया कि छोटी अवधि की वर्षा की घटनाएं हाल ही में अधिक बार हुई हैं, और कुल मिलाकर, शाम की वर्षा की गहराई काफी बढ़ गई है।

स्थानीय वर्षा के पैटर्न पर शहरीकरण के प्रभाव को समझना शहरों में स्थिर बुनियादी ढांचे को डिजाइन करने, जोखिम मूल्यांकन में सहायता करने तथा विशेष रूप से बाढ़ जैसी आपदाओं के दौरान बुनियादी ढांचे के कुशल संचालन में मदद कर सकता है।

- शतरूपा सरकार

चित्र सौजन्य: इक्वाइन बायोटेक / उत्पल तातु



# आईसीएमआर-अनुमोदित एक स्वदेशी कोविड -19 नैदानिक/डायग्नोस्टिक किट

आईआईएससी में शुरू किए गए एक स्टार्टअप इक्वाइन बायोटेक ने कोविड-19 के सटीक और सस्ते निदान के लिए "वैश्विक नैदानिक किट/ग्लोबल डायग्नोस्टिक किट" नामक एक स्वदेशी नैदानिक किट विकसित किया है।

कोविड-19 निदान के लिए स्वर्ण मानक, रिवर्स ट्रांसक्रिप्टेस पॉलीमरेज चेन रिएक्शन (RT-PCR) पर आधारित परीक्षण किट को भारतीय आयुर्विज्ञान अनुसंधान परिषद (आईसीएमआर) द्वारा अधिकृत कोविड-19 नैदानिक प्रयोगशालाओं में उपयोग के लिए अनुमोदित किया गया है।

रोगी के नमूने में सार्स-कोव-2 की उपस्थिति की पुष्टि करने के लिए परीक्षण में लगभग 1.5 घंटे लगते हैं। संस्थापकों के अनुसार इसका

उपयोग करना आसान है और इसकी 100% विशिष्टता है। कंपनी वर्तमान में अपने नए कोविड-19 परीक्षण किट को लाइसेंस दिलवाने और इन किटों के बड़े पैमाने पर उत्पादन, विपणन और वितरण के लिए मेड-टेक कंपनियों और अन्य उद्योगों के साथ काम करना चाह रही है।

इक्विन बायोटेक को जूनोतिक रोगों सहित, संक्रामक रोगों पर काम करने का 30 वर्षों का अनुभव है।

कंपनी की स्थापना 'समान सेहत/वन हेल्थ' की अवधारणा पर की गई है, जिसमें मानव के साथ-साथ पशु स्वास्थ्य और कल्याण शामिल हैं। इसने पूर्व में पशुधन स्क्रीनिंग, विशेष रूप से मवेशियों और घोड़ों के लिए, रक्त परजीवी रोगों जैसे कि ट्रिपैनोसोमियासिस, ट्राइकोमोनिएसिस, थाइलेरियोसिस और बेबियोसिस के लिए नैदानिक परीक्षण विकसित किए हैं।

- रंजिनी रघुनाथ



# ऊतकों की डिजाइन हेतु यांत्रिकी का उपयोग करना

**नम्रता गुंडैया की प्रयोगशाला मानव स्वास्थ्य और जैव-प्रेरित सामग्री के बारे में आकर्षक सवालों के जवाब देने के लिए यांत्रिकी के साथ जीव विज्ञान को मिश्रित करती है**

"जीव विज्ञान को समझना वास्तव में मजेदार है।" यांत्रिकी और जीव विज्ञान के प्रतिच्छेदन पर काम करने वाली एक इंजीनियर नम्रता गुंडैया कहती हैं, गुंडैया एक एसोसिएट प्रोफेसर और डीएसटी रामानुजन अध्येता/फेलो है, और आईआईएससी के यांत्रिकी इंजीनियरिंग विभाग में "जैवयांत्रिकी प्रयोगशाला" की प्रमुख हैं। "मेरी प्रयोगशाला की सभी तकनीकें यांत्रिकीय हैं जो हम जीव विज्ञान की समस्याओं पर लागू करते हैं - यह हमारे समूह का मूल मंत्र है," वे बताती हैं।

गुंडैया कहती हैं, "एक विज्ञान के दृष्टिकोण से, [मेरे सहकर्मी] अभी भी नहीं जानते कि मुझे यांत्रिकी या जीव विज्ञान के हिस्से में कहाँ रखा जाए।" आईआईएससी में उनकी प्रयोगशाला इंजीनियरों और जीवविज्ञानियों का एक उदार मिश्रण है, जो जैवयांत्रिकी और यांत्रिकीय जैविकी/मेकानोबायोलॉजी दोनों का अध्ययन करते हैं। जैवयांत्रिकी जैविक ऊतकों की संरचना से लेकर जीवों तक की संरचना, कार्य और गति का अध्ययन है, जबकि यांत्रिकीय जैविकी इस बात पर ध्यान केंद्रित करती है कि कोशिकाएं किस प्रकार गतिशील रूप से बदलते यांत्रिकीय संकेतों को अनुभव और अनुकूलन करती हैं।

"हम प्रारूप और प्रकार्य से सहमत हैं, एक विचार डी'आर्की थोपसन ने 100 साल पहले ही शुरू किया था। हम यह देखने के लिए उत्साहित हैं कि प्रकृति में विभिन्न आकृतियों और पैटर्नों को समझाने के लिए यांत्रिकी और गणित का उपयोग कैसे किया जा सकता है," गुंडैया कहती हैं। वे यांत्रिकी इंजीनियरिंग

विभाग, जो इस वर्ष अपनी 75 वीं वर्षगांठ मना रहा है, में एक पूर्ण कार्यकाल प्राप्त संकाय सदस्य होने वाली पहली महिला हैं।

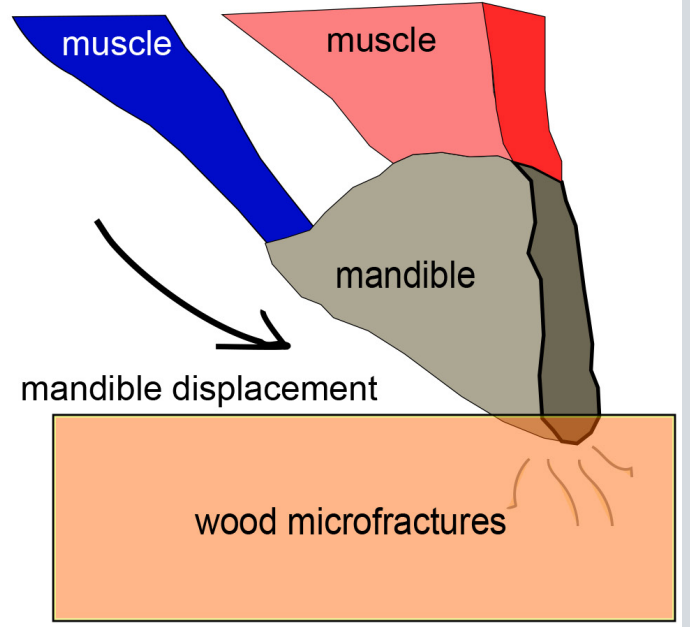
दो दशक पहले, कैलिफोर्निया विश्वविद्यालय, बर्कले में एक स्नातक छात्र के रूप में, गुंडैया को धमनियों और त्वचा में कुछ प्रोटीनों, जो बड़ी विकृति से गुजरती हैं, में दिलचस्पी बढ़ी। ये प्रोटीन अनाकार होती हैं और प्रदर्शन में रबर जैसा व्यवहार करती हैं, जिसे वह "यांत्रिकी में प्रशिक्षित किसी व्यक्ति के लिए अत्यंत रोमांचक" के रूप में वर्णित करती है। मानव धमनी की दीवारों के कमजोर होने के कारण इस तरह के प्रोटीनों की कमी से धमनी विस्फार/एन्यूरिज्म हो सकता है। विकास और प्रगति के दौरान इन संरचनाओं की वृद्धि को समझना इसलिए अत्यंत महत्वपूर्ण है। आईआईएससी में रबड़ जैसी सामग्री में उनकी रुचि जारी है, जहां वे ऊतकों में मौजूद संरचनात्मक प्रोटीनों में विसंगतियों की जांच करती हैं जो गतिशील खिंचाव से गुजरती हैं।

हमारे शरीर में ऊतक अनिसोट्रोपिक और विस्कोइलेस्टिक दोनों गुणों का प्रदर्शन करते हैं। ऐनिसोट्रोपी का परिणाम प्रत्येक दिशा के साथ अलग-अलग गुणों का प्रदर्शन करने वाली सामग्री में होता है, और विस्कोइलेस्टिकता सामग्री के विरूपण के तहत चिपचिपा और लोचदार दोनों गुणों को प्रदर्शित करने में सक्षम बनाती है। चिपचिपे पदार्थ

समय-निर्भर प्रतिक्रियाओं को प्रदर्शित करते हैं, जबकि लोचदार सामग्री खिंचाव होने पर तुरंत प्रतिक्रिया करते हैं और लोड हटाने पर अपनी मूल स्थिति में लौट आते हैं। ऊतक व्यवहारों में इन कारणों की व्यक्तिगत और युग्मित भूमिकाओं की व्याख्या करना इसलिए उनके समूह के लिए एक रोमांचक शोध दिशा है।

आईआईएससी में उनकी प्रयोगशाला की मुख्य रुचि तंतुमयता/फाइब्रोसिस में रही है। कोलेजन, हालांकि शरीर में एक महत्वपूर्ण संरचनात्मक प्रोटीन है, कभी-कभी ऊतकों पर अत्यधिक जमा हो जाता है, जिससे फाइब्रोसिस होता है - जिसके परिणामस्वरूप ऊतकों का पुनः निर्माण होता है और रोग हो जाता है। मायोकार्डियल फाइब्रोसिस, जो हृदय को प्रभावित करता है, हृदय की विफलता का कारण बन सकता है। यह समझने के लिए कि ऊतकों के भौतिक गुण फाइब्रोसिस में कैसे विकसित होते हैं, समूह गैर-रैखिक ऊतक यांत्रिकी में सामग्री समरूपता के योगदान का पता लगाने के लिए यांत्रिकी से तकनीकों का उपयोग करता है और उन कोशिकाओं में अंतर्निहित परिवर्तन को ऐसे जोड़ता है जिस तरह से कोशिकाएं अपने पर्यावरण के साथ संवाद करती हैं।

एक अन्य क्षेत्र जो गुंडैया की प्रयोगशाला में रुचिकर है, वह, यह निर्धारित करना है कि कोशिकाएं एक दूसरे से और अंतर्निहित अर्ध-स्तर से कैसे चिपकी रहती हैं, और वे



विभिन्न संकेतों के तहत कैसे पलायन करती हैं। कीटों द्वारा लकड़ी काटने की घटनाओं के लिए चिप उत्पत्ति में अनिवार्य टिप कठोरता और फ्रैक्चर प्रक्रियाओं का मात्राकरण (छवि: लक्ष्मीनाथ कुंदनती और नम्रता गुंडैया) ऊतकों के लक्षण कोशिकाओं और बाह्य कोशिकीय मैट्रिक्स द्वारा प्रभावित होते हैं, जो कि प्रोटीन और कार्बोहाइड्रेट का एक जटिल 3 डी नेटवर्क होता है जो कोशिकाओं द्वारा उनके परिवेश में सावित होता है। ऊतकों में कोशिकाएं अति संवेदनशील होती हैं अपने पर्यावरण के लिए लगातार यांत्रिक और जैव रासायनिक अवशेषों के एक विशाल भंडार के अधीन होती हैं।

गुंडैया की प्रयोगशाला में एक तकनीक विकसित की गई है ताकि आसंजन और प्रवासन के दौरान कोशिका द्वारा सबस्ट्रेट्स पर लगाए गए बलों का मापन किया जा सके और इसकी प्रतिक्रिया में तनाव, चक्रीय खिंचाव और परिरोध को कम किया जा सके। कोशिका प्रवासन घाव भरने, विकास और कैसर प्रगति जैसी प्रक्रियाओं को समझने में भी महत्वपूर्ण है। समूह ने नुकीली लकीरों सहित माइक्रोन के आकार के स्तंभ सरणी डिटेक्टरों का निर्माण किया है, जो उन्हें कोशिका प्रवासन को निर्देशित करने और कोशिकाओं द्वारा निकाले गए संकर्षण बलों की गणना करने में सक्षम बनाते हैं।

ऊतक यांत्रिकी के अलावा, समूह में प्राकृतिक जैव सामग्री और जैव प्रेरित संरचनाओं में रुचियां हैं।

"मुझे कीड़े पसंद हैं!" गुंडैया कहती है कि जब वह उनके हाल ही के काम के बारे में बात करती हैं कि कैसे कॉफी लकड़ी के बीट लार्वा लकड़ी के चिप्स को बनाने के लिए लकड़ी को काटती है जो यह कि वो निगलती है। सामग्री भेदन, सामग्री के माध्यम से कीटों द्वारा प्रोब को काटना और स्टीयरिंग करना, प्रकृति में सर्वव्यापी है। इन प्रक्रियाओं की बेहतर समझ जैव-प्रेरित कटिंग उपकरणों के डिजाइन में मदद कर सकती है।

समूह का एक और दिलचस्प काम कैटरपिलर जैसे नरम शरीर वाले जानवरों से प्रेरित है जो भार ले जा सकते हैं, आसन बनाए रख सकते हैं और कठिन और जटिल इलाके में संवाद कर सकते हैं। इन जानवरों के शरीर में विशिष्ट कोणों पर उन्मुख मांसपेशी फाइबर होते हैं जो संचलन को सक्षम करते हैं।

ऐसे जानवरों से प्रेरित सामग्री डिजाइन करना, बाहरी भार के तहत उनके आकार और कठोरता को

बदलने की क्षमता, सॉफ्ट रोबोटिक्स में महत्वपूर्ण अनुप्रयोग हैं।

अपने काम के लिए, गुंडैया अक्सर विभिन्न क्षेत्रों के विशेषज्ञों के साथ सहयोग करती है। "मुझे लगता है कि विभिन्न पृष्ठभूमि से आने वाले लोगों के साथ काम करना बहुत सम्माननीय है," वे कहती हैं।

आगे के अनुसंधानों के लिए उनकी योजनाओं के बारे में पूछे जाने पर, गुंडैया कहती हैं, "फाइब्रोसिस का पूरा विचार एक ऐसा सवाल है जो मुझे एक और दशक तक अपने कब्जे में रखेगा।" उन्हें लगता है कि फाइब्रोसिस एक समृद्ध और विविध क्षेत्र है जिसमें कई जटिल समस्याएं हैं जो अभी हल की जानी हैं। "मैंने कोशिकीय स्तर से ऊतक स्तर तक लिंक स्थापित किया है," वे कहती हैं, "इन लिंकों को एक सुसंगत चित्र में एकीकृत करना एक चुनौतीपूर्ण कार्य है जिसकी ओर हम वर्तमान में काम कर रहे हैं।"

- गौरी पाटिल

नम्रता गुंडैया अपनी टीम के साथ प्रयोगशाला में (फोटो: राहुल विश्वास)



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



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

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