एडामेंटेन वाले धातु संकुल: आईआईटी कानपुर की कैंसर-दवा रसायन की नई पहल

विज्ञान और प्रौद्योगिकी – रसायन / स्वास्थ्य-अनुसंधान – आंतरिक (मुख्य परीक्षा: सामान्य अध्ययन-III) | समाचार संदर्भ: 15 अक्टूबर 2026 (रिसर्च मैटर्स) | प्राथमिक अध्ययन: जर्नल ऑफ इनऑर्गेनिक बायोकेमिस्ट्री (Journal of Inorganic Biochemistry), खंड 286, लेख 113457 (क्रॉसरेफ़-दर्ज 11 सितंबर 2026; प्रिंट-अंक जनवरी 2027) | प्रकाशित: 24 अक्टूबर 2026

कीमोथेरेपी की सबसे पुरानी समस्या यह है कि दवा कैंसर-कोशिका और स्वस्थ कोशिका में फर्क नहीं कर पाती। सिस्प्लैटिन जैसी प्लैटिनम-आधारित दवाएँ दशकों से कैंसर-इलाज की रीढ़ हैं, पर इनके दुष्प्रभाव – गुर्दे, नसें और अन्य स्वस्थ ऊतकों पर असर – इलाज की खुराक तक सीमित कर देते हैं। आईआईटी कानपुर के रसायन विभाग के प्रोफेसर राजा अंगमुथु की प्रयोगशाला ने इसी दुविधा पर काम किया है: शोधकर्ताओं ने एडामेंटेन नाम की भारी, वसा-प्रेमी संरचना से जुड़े नए धातु संकुल (metallodrugs) बनाए हैं, जिनमें तांबे-आधारित संकुल आक्रामक स्तन-कैंसर कोशिकाओं को मारने में सफल हुए, जबकि तुलना के लिए ली गई HEK-293 प्रयोगशाला कोशिका-लाइन पर सिस्प्लैटिन से काफी कम विषाक्त रहे (यह रूपांतरित लाइन है, सामान्य ऊतक नहीं – सावधानियाँ देखें)। अध्ययन जर्नल ऑफ इनऑर्गेनिक बायोकेमिस्ट्री में छपा है (खंड 286, लेख 113457); तिथि-परतें अलग रखें: क्रॉसरेफ़-रिकॉर्ड सितंबर 2026 का, प्रिंट-अंक जनवरी 2027 का, और कवरज अक्टूबर 2026 की।

खबरों में क्यों

तीन वजहें। पहली, बीमारी का बोझ: विश्व स्वास्थ्य संगठन के अनुसार 2024 में विश्वभर में लगभग 24 लाख महिलाओं में स्तन कैंसर का पता चला और करीब 6.94 लाख मौतें हुईं; 186 देशों में से 164 में यह महिलाओं का सबसे आम कैंसर है। भारत में भी स्तन कैंसर महिलाओं के कैंसर-बोझ में सबसे आगे है। दूसरी, चुनौती का स्वरूप: ट्रिपल-नेगेटिव स्तन कैंसर (triple-negative breast cancer) वह उप-प्रकार है जिसमें तीनों आम लक्ष्य (एस्ट्रोजन, प्रोजेस्टेरोन रिसेप्टर और HER2 प्रोटीन) मौजूद नहीं होते, इसलिए हार्मोन-थेरेपी या लक्ष्यित दवाएँ काम नहीं करतीं – इलाज का मुख्य सहारा कीमोथेरेपी ही रह जाती है। तीसरी, परीक्षा-दृष्टि: यह अध्ययन सामान्य अध्ययन-III की विज्ञान-प्रौद्योगिकी (औषधि-खोज, रसायन) और स्वास्थ्य-अनुसंधान कड़ियों को जोड़ता है; सिस्प्लैटिन, धातु-आधारित दवाएँ और कैंसर-जीवविज्ञान प्रिलिम्स के स्थायी विषय हैं।

पृष्ठभूमि: धातु-आधारित दवाएँ और सिस्प्लैटिन की सीमा

धातु संकुल वे अणु हैं जिनमें केंद्रीय धातु-आयन के चारों ओर लिगैंड नामक अणु या आयन जुड़े होते हैं। इनकी त्रि-आयामी बनावट अनोखी होती है, जिससे वे शरीर के अणुओं से खास ढंग से जुड़ सकते हैं। इसी सिद्धांत पर 1970 के दशक में सिस्प्लैटिन बनी, जिसने कई कैंसरों का इलाज बदल दिया। पर सिस्प्लैटिन का प्लैटिनम स्वस्थ ऊतकों को भी नुकसान पहुँचाता है, और कई कैंसर इसके प्रति प्रतिरोध भी विकसित कर लेते हैं। इसलिए दशकों से रसायनज्ञ अन्य धातुओं – तांबा, लोहा, जस्ता, रूथीनियम – के संकुल आजमा रहे हैं। तांबा और लोहा शरीर में स्वाभाविक रूप से मौजूद धातुएँ हैं, इसलिए उनके संकुलों से बेहतर सहनशीलता की उम्मीद रहती है। अंगमुथु समूह पहले से कोनेरामाइन (koneramine) नामक लिगैंड-ढाँचे पर काम कर रहा था; पुराने ढाँचों में ईथर-बंध नाजुक थे, जिससे अणु घोल में स्थिरता खो देते थे। नया काम इसी कमजोरी को दूर करता है।

तरीका: एडामेंटेन जोड़कर संकुल बनाना और परखना

टीम ने पहले चरणबद्ध रासायनिक प्रतिक्रियाओं से एडामेंटेन-संलग्न कोनेरामाइन लिगैंड बनाया – अपचयन और द्वितीयक संघनन के चरणों से गुजरकर। फिर इस लिगैंड को तांबा, जस्ता और लोहे के धातु-लवणों के साथ मिलाकर तीन प्रकार के संकुल बनाए गए। एकल-क्रिस्टल एक्स-रे विवर्तन (X-ray diffraction) से इनकी त्रि-आयामी संरचनाएँ पक्की हुईं: तांबा और जस्ता के संकुल विकृत समन्वय-

ज्यामिति में बने, जबकि लोहे का संकुल विकृत अष्टफलकीय (octahedral) आकार में। इसके बाद अणुओं की परख की लंबी कड़ी चली: समय-आश्रित पराबैंगनी-दृश्य स्पेक्ट्रोस्कोपी और द्रव्यमान-स्पेक्ट्रोमेट्री से घोल में स्थिरता जाँची गई; शेक-फ्लास्क विधि से वसा-प्रेम (lipophilicity) नापा गया – परिणाम लगभग तटस्थ वितरण का रहा, जो कोशिका-झिल्ली पार करने के लिए उपयुक्त माना जाता है; चक्रीय वोल्टामिति (cyclic voltammetry) से देखा गया कि तांबा-संकुल सुचारु, अर्ध-उत्क्रमणीय रेडॉक्स चक्र चलाता है; और प्रतिदीप्त जांच से पक्का हुआ कि यह कोशिका के भीतर हानिकारक हाइड्रॉक्सिल मूलक (hydroxyl radicals) पैदा करता है। अंत में इन संकुलों का असर कैंसर-कोशिका लाइन MDA-MB-231 (ट्रिपल-नेगेटिव स्तन कैंसर) और तुलना के लिए ली गई HEK-293 प्रयोगशाला कोशिका-लाइन (मानव भ्रूणीय गुर्दा से बनी रूपांतरित लाइन) पर मापा गया।

मिला क्या: कैंसर-कोशिकाओं और तुलना-लाइन पर अलग असर

तीन परतें। पहली, चयनात्मकता: तांबे-आधारित संकुल MDA-MB-231 कैंसर-कोशिकाओं पर उल्लेखनीय विषाक्तता दिखाते हैं, जबकि तुलना के लिए ली गई रूपांतरित HEK-293 प्रयोगशाला कोशिका-लाइन पर सिस्प्लैटिन की तुलना में काफी कम विषाक्त रहे – अध्ययन में सिस्प्लैटिन ने इस लाइन पर बहुत कम सांद्रता पर ही अवरोध दिखाया, यानी उसकी विषाक्तता ऊँची रही। दूसरी, तंत्र: तांबा-संकुल का रेडॉक्स चक्र कोशिका के भीतर ऑक्सीडेटिव तनाव पैदा करता है, जिससे कैंसर-कोशिकाएँ मरती हैं – यह तंत्र तांबे की रेडॉक्स-रसायन से जुड़ा है। तीसरी, डिजाइन-सुधार: एडामेंटेन का भारी, वसा-प्रेमी हिस्सा कोशिका-झिल्ली में घुसपैठ और कोशिकीय ग्रहण बढ़ाता है, बिना धातु-बंधन स्थलों को बिगाड़े; साथ ही नया ढाँचा पुराने कोनेरामाइन संस्करणों से रासायनिक रूप से अधिक स्थिर है। लेखकों के अनुसार यह काम अगली पीढ़ी की धातु-दवा खोज के लिए एक खाका पेश करता है (यह उनका आकलन है, कवरज से उद्धृत)।

सीमाएँ और सावधानियाँ

आठ बातें संयत रखें। पहली, यह प्रयोगशाला-स्तर का, कोशिका-संवर्धन (in-vitro) अध्ययन है – कोई पशु-परीक्षण या मानव-नैदानिक परीक्षण नहीं हुआ; 'औषधीय क्षमता' का अर्थ संभावना है, दवा नहीं – कोशिका-परीक्षण से बाजार तक की दूरी में अधिकांश उम्मीदवार रास्ते में छंट जाते हैं। दूसरी, प्रकाशक का मूल पृष्ठ हमारी तकनीक से नहीं खुल पाया; सारांश सीधे नहीं पढ़ा जा सका – तथ्य कवरज और प्रयोगशाला-पृष्ठ से लिए गए हैं, आंकड़े पेपर से स्वतंत्र रूप से मेल नहीं खाए। तीसरी, कवरज-परिवार सीमित है: रिसर्च मैटर्स (15 अक्टूबर) मुख्य कवरज है; दूसरी हिंदी रिपोर्ट (19 अक्टूबर) सार-आधारित है, स्वतंत्र पुष्टि नहीं। चौथी, तिथि-परतें: क्रॉसरेफ़-रिकॉर्ड 11 सितंबर 2026 को बना (ऑनलाइन-प्रकाशन का संकेत, पुष्ट तिथि नहीं); प्रिंट-अंक जनवरी 2027 का है; कवरज अक्टूबर 2026 की – यानी खबर कुछ सप्ताह पुराने काम की है। पाँचवीं, प्रयोगशाला-पृष्ठ के अनुसार पेपर किसी विशेष-अंक के लिए आमंत्रित लेख है – समीक्षा-प्रक्रिया लागू रहती है, पर आमंत्रण-संदर्भ बताया जाना चाहिए। छठी, 'चयनात्मकता' का दावा दो विशिष्ट कोशिका-लाइनों की तुलना है (MDA-MB-231 बनाम HEK-293): कोशिका-बैंक ATCC के अनुसार HEK-293 एडेनोवायरस-5 DNA से रूपांतरित, असामान्य गुणसूत्र-संख्या वाली अमर प्रयोगशाला लाइन है – यह सामान्य स्वस्थ मानव ऊतक का प्रतिनिधि नहीं, इसलिए यह तुलना स्वस्थ-ऊतक सुरक्षा साबित नहीं करती, केवल सापेक्ष अंतर दिखाती है। सातवीं, 'अगली पीढ़ी की दवा-खोज का खाका' लेखकों की अपनी भाषा है, उद्धृत मानें। आठवीं, विश्व स्वास्थ्य संगठन के आंकड़े वैश्विक हैं; भारत-विशिष्ट ट्रिपल-नेगेटिव आंकड़े पढ़े गए स्रोतों में नहीं हैं।

आगे क्या देखना होगा?

तीन चीज़ें: (1) प्रयोगशाला से आगे की परख – क्या ये संकुल पशु-मॉडल में सुरक्षा और असर दिखाते हैं, और क्या जस्ता या लोहे के रूप भी आगे बढ़ते हैं; (2) तंत्र की गहरी पड़ताल – रेडॉक्स-आधारित मार्ग किन-किन कैंसर-प्रकारों में काम करता है, और क्या संकुल प्रतिरोधी कैंसर-कोशिकाओं पर भी असरदार रहते हैं; (3) क्षेत्र की दिशा – क्या अन्य समूह इस डिजाइन (वसा-प्रेमी भारी समूह +

रेडॉक्स-सक्रिय धातु) को अपनाकर स्वतंत्र परिणाम देते हैं। कोशिका-स्तर की सफलता का दवा बनना दुर्लभ होता है; यदि पशु-अध्ययन सफल हुए तो ही नैदानिक संभावना की बात सार्थक होगी – पर वह कदम अभी आगे है।

तिथियों का क्रम

1970 के दशक में सिस्प्लैटिन का विकास और 1978 में अमेरिकी मंजूरी – धातु-आधारित कैंसर-दवाओं की शुरुआत। अंगमुथु समूह पिछले वर्षों से कोनेरामाइन लिगैंड-ढाँचे पर काम कर रहा था। नया अध्ययन: क्रॉसरेफ़-रिकॉर्ड 11 सितंबर 2026 को बना; प्रिंट-अंक जर्नल ऑफ इनऑर्गेनिक बायोकेमिस्ट्री का खंड 286, जनवरी 2027; रिसर्च मैटर्स कवरज 15 अक्टूबर 2026; हिंदी सार-रिपोर्ट 19 अक्टूबर 2026। इतिहास, प्रकाशन और समाचार – तीनों परतें अलग हैं।

पाठक के लिए संदर्भ-बिंदु

तीन बातें याद रखें। पहली, सिस्प्लैटिन – प्लैटिनम-आधारित कीमोथेरेपी दवा; स्वस्थ-ऊतक विषाक्तता और प्रतिरोध इसकी दो क्लासिक सीमाएँ – प्रिलिम्स-योग्य शब्द। दूसरी, ट्रिपल-नेगेटिव स्तन कैंसर – तीनों आम रिसेप्टर-लक्ष्यों से रहित आक्रामक उप-प्रकार; लक्ष्यित दवाओं के अभाव में कीमोथेरेपी-निर्भर – स्वास्थ्य-कड़ियों में पूछा जाता है। तीसरी, धातु संकुल और रेडॉक्स तंत्र – केंद्रीय धातु-आयन + लिगैंड की संरचना; तांबे का रेडॉक्स चक्र कोशिका में ऑक्सीडेटिव तनाव पैदा कर कैंसर-कोशिका मारता है। संस्था-युग्म: आईआईटी कानपुर रसायन विभाग (मुख्य लेखक (corresponding author) प्रोफेसर राजा अंगमुथु; पहली लेखिका अमनदीप श्रीवास्तव)।

मुख्य परीक्षा अभ्यास प्रश्न

‘दवा-खोज में चयनात्मकता ही असली चुनौती है – कैंसर-कोशिका मारना आसान है, स्वस्थ कोशिका बचाना कठिन।’ आईआईटी कानपुर के हालिया अध्ययन के आलोक में इस कथन की समीक्षा कीजिए; और बताइए कि मूलभूत रसायन-अनुसंधान भारत की स्वास्थ्य-आत्मनिर्भरता की दिशा में कैसे योगदान कर सकता है। (सामान्य अध्ययन-III: विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी; 250 शब्द, 15 अंक)

उत्तर की रूपरेखा:

भूमिका में: कीमोथेरेपी की पुरानी दुविधा से प्रश्न खोलें – सिस्प्लैटिन जैसी प्लैटिनम-दवाएँ कैंसर और स्वस्थ कोशिका में फर्क नहीं करतीं – और आईआईटी कानपुर के एडामेंटेन-संलग्न धातु संकुलों के अध्ययन (जर्नल ऑफ इनऑर्गेनिक बायोकेमिस्ट्री) का संदर्भ दें; स्तन-कैंसर के बोझ का उल्लेख करें।

मुख्य भाग में: समीक्षा करें – तांबे-आधारित संकुल MDA-MB-231 (ट्रिपल-नेगेटिव स्तन कैंसर) कोशिकाओं पर विषाक्त, जबकि तुलना की HEK-293 लाइन पर सिस्प्लैटिन से काफी कम विषाक्त रहे; रेडॉक्स-चक्र से ऑक्सीडेटिव तनाव का तंत्र और एडामेंटेन से कोशिकीय ग्रहण में सुधार समझाएँ। सीमाएँ अवश्य लिखें – केवल प्रयोगशाला-स्तरीय (in-vitro) अध्ययन, कोई पशु या नैदानिक परीक्षण नहीं; HEK-293 रूपांतरित लाइन है, सामान्य स्वस्थ ऊतक नहीं, अतः यह सापेक्ष अंतर है, स्वस्थ-ऊतक सुरक्षा का प्रमाण नहीं। दूसरे भाग में योगदान-मार्ग बताएँ – मूलभूत रसायन-अनुसंधान से देशी औषधि-खोज क्षमता, पशु-मॉडल और तंत्र-पड़ताल जैसे अगले कदम, और लागत-प्रभावी धातु-दवा डिजाइन की दिशा।

निष्कर्ष में: निष्कर्ष लिखें – चयनात्मकता की यह कोशिश सार्थक पर प्रारंभिक है; कोशिका-स्तरीय सफलता को दवा बनने तक की लंबी परख से गुजरना होगा – यही स्वास्थ्य-आत्मनिर्भरता का व्यावहारिक मार्ग है।

स्रोत

- प्राथमिक पेपर: Srivastav A, Dewan S, Sonker H, Gautam Singh R, Angamuthu R, “Adamantane-appended koneramine metal complexes: anticancer activity and therapeutic potential”, Journal of Inorganic Biochemistry 286, लेख 113457, DOI 10.1016/j.jinorgbio.2026.113457 – प्रकाशक पृष्ठ नहीं खुला; सारांश सीधे नहीं पढ़ा गया।
- क्रॉसरेफ़ अभिलेख: api.crossref.org/works/10.1016/j.jinorgbio.2026.113457 – रिकॉर्ड-निर्माण 11 सितंबर 2026, प्रिंट-अंक जनवरी 2027, खंड 286 (तिथि-पुष्टि)।
- रिसर्च मैटर्स (15 अक्टूबर 2026): “IIT Kanpur develops new metal complexes with adamantane to fight aggressive cancers” – मुख्य कवरज; संश्लेषण-चरण, परख-विधियाँ, चयनात्मकता-तुलना यहीं से।
- द इंटेलिजेंट (19 अक्टूबर 2026): हिंदी सार-रिपोर्ट – MDA-MB-231/HEK-293 तुलना की पुष्टि; सार-आधारित, स्वतंत्र पुष्टि नहीं।
- प्रयोगशाला पृष्ठ (lisbic.com/publications) – पेपर सूची; ‘आमंत्रित – विशेष-अंक’ उल्लेख।
- आईआईटी कानपुर संकाय-पृष्ठ (iitk.ac.in/raja-angamuthu) – प्रोफेसर राजा अंगमुथु, रसायन विभाग; अनुसंधान-क्षेत्र संदर्भ।
- विश्व स्वास्थ्य संगठन तथ्य-पत्रक (who.int) – 2024 अनुमान: 24 लाख निदान, 6.94 लाख मौतें; 164/186 देशों में महिलाओं का सबसे आम कैंसर।
- एटीसीसी (ATCC) कोशिका-बैंक अभिलेख CRL-1573 (293 [HEK-293]): atcc.org/products/crl-1573 – मानव भ्रूणीय गुर्दा से बनी, एडेनोवायरस-5 DNA से रूपांतरित, असामान्य गुणसूत्र-संख्या (hypotriploid, modal 64) वाली अमर प्रयोगशाला लाइन; कोशिका-लाइन पहचान का सत्यापन-स्रोत।
- सीमाएँ: कोशिका-स्तरीय अध्ययन, पशु/नैदानिक परीक्षण बाकी; प्रकाशक-पृष्ठ अपठित; कवरज सार-आधारित दूसरी रिपोर्ट सहित सीमित; तिथि-परतें अलग।

अक्सर पूछे जाने वाले प्रश्न (FAQ)

संक्षिप्त उत्तर: धातु संकुल वे अणु हैं जिनमें केंद्रीय धातु-आयन के चारों ओर लिगैंड नामक अणु या आयन जुड़े होते हैं। इनकी त्रि-आयामी बनावट अनोखी होती है, जिससे वे शरीर के अणुओं से खास ढंग से जुड़ सकते हैं।

प्रश्न: धातु संकुल क्या हैं?

धातु संकुल वे अणु हैं जिनमें केंद्रीय धातु-आयन के चारों ओर लिगैंड नामक अणु या आयन जुड़े होते हैं। इनकी त्रि-आयामी बनावट अनोखी होती है, जिससे वे शरीर के अणुओं से खास ढंग से जुड़ सकते हैं।

प्रश्न: एडामेंटेन-संलग्न संकुल कैसे बनाए गए?

टीम ने पहले चरणबद्ध रासायनिक प्रतिक्रियाओं से एडामेंटेन-संलग्न कोनेरामाइन लिगैंड बनाया – अपचयन और द्वितीयक संघनन के चरणों से गुजरकर। फिर इस लिगैंड को तांबा, जस्ता और लोहे के धातु-लवणों के साथ मिलाकर तीन प्रकार के संकुल बनाए गए।

प्रश्न: तांबा-संकुलों की प्रयोगशाला परख में क्या परिणाम मिले?

पहली, चयनात्मकता: तांबे-आधारित संकुल MDA-MB-231 कैंसर-कोशिकाओं पर उल्लेखनीय विषाक्तता दिखाते हैं, जबकि तुलना के लिए ली गई रूपांतरित HEK-293 प्रयोगशाला कोशिका-लाइन पर सिस्प्लैटिन की तुलना में काफी कम विषाक्त रहे – अध्ययन में

सिस्प्लैटिन ने इस लाइन पर बहुत कम सांद्रता पर ही अवरोध दिखाया, यानी उसकी विषाक्तता ऊँची रही। दूसरी, तंत्र: तांबा-संकुल का रेडॉक्स चक्र कोशिका के भीतर ऑक्सीडेटिव तनाव पैदा करता है, जिससे कैंसर-कोशिकाएँ मरती हैं – यह तंत्र तांबे की रेडॉक्स-रसायन से जुड़ा है।