बैटरी-रहित ई-पिल: छोटे सेंसर और वास्तविक उपयोग के बीच की दूरी

विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी / इलेक्ट्रॉनिकी और स्वास्थ्य तकनीक (मुख्य परीक्षा: सामान्य अध्ययन-III) | शोध संदर्भ: एनपीजे फ्लेक्सिबल इलेक्ट्रॉनिक्स, 3 फरवरी 2026 | प्रकाशित: 24 अक्टूबर 2026

खबरों में क्यों

दुर्गम स्थान के भीतर तापमान या रोशनी में बदलाव जानने के लिए छोटे इलेक्ट्रॉनिक उपकरण उपयोगी हो सकते हैं। भारतीय विज्ञान शिक्षा एवं अनुसंधान संस्थान, भोपाल के शोधकर्ताओं ने ऐसी इलेक्ट्रॉनिक कैप्सूल विकसित की है जिसमें भीतर बैटरी नहीं है। एनपीजे फ्लेक्सिबल इलेक्ट्रॉनिक्स में 3 फरवरी 2026 को प्रकाशित अध्ययन इसे ई-पिल कहता है। इसमें बाहरी चुंबक से सीमित दूरी पर स्थिति बदलने और पास रखे रीडर से संकेत लेने की व्यवस्था है। शोध स्वास्थ्य और संरचनात्मक निगरानी, दोनों संभावनाएँ दिखाता है। लेकिन इसकी जैविक जाँच जीवित मानव पर नहीं हुई। विधि खंड स्पष्ट करता है कि मछली वाला नमूना प्रयोग के समय जीवित नहीं था। इसलिए इसे जीवित शरीर में सफल परीक्षण या तैयार चिकित्सकीय उपकरण बताना गलत होगा। परिणाम को प्रयोगशाला स्तर की तकनीकी संभावना के रूप में समझना चाहिए।

उपकरण में वास्तव में क्या है?

कैप्सूल का व्यास छह मिलीमीटर और लंबाई बीस मिलीमीटर बताई गई है। इसमें एंटेना, चिप और चुंबकीय घटक जैसी व्यवस्थाएँ हैं। अध्ययन तापमान और प्रकाश-संवेदी विन्यास प्रस्तुत करता है। संरचनात्मक उपयोग के लिए रेजिन आधारित आवरण और निगलने योग्य विन्यास के लिए जिलेटिन का बाहरी आवरण अलग हैं। दूसरे विन्यास में इलेक्ट्रॉनिक भाग को पॉलीमर परत से ढका गया है। इसलिए आवरण घुलने का अर्थ पूरे इलेक्ट्रॉनिक उपकरण का शरीर में घुल जाना नहीं है। अलग विन्यासों की क्षमताएँ जोड़कर एक ही उपकरण में सभी कार्य एक साथ सिद्ध होने का दावा भी नहीं करना चाहिए। आकार छोटा होना डिजाइन की उपलब्धि है, पर मानव उपयोग की सुरक्षा का प्रमाण नहीं। उपकरण का पदार्थ, उसका शरीर में ठहराव और अंत में सुरक्षित निकास भी महत्त्वपूर्ण होंगे। लेख की आकार संबंधी तुलना को संसार की सबसे छोटी कैप्सूल का निर्विवाद दावा नहीं बनाया जाना चाहिए।

PCSMANTRA.COM

बैटरी-रहित होने का अर्थ क्या है?

यहाँ बैटरी-रहित का अर्थ कैप्सूल के भीतर बैटरी न होना है। यह ऊर्जा के बिना काम करने वाली मशीन नहीं है। नियर-फील्ड कम्युनिकेशन पास के रीडर से विद्युतचुंबकीय युग्मन द्वारा संवाद और संचालन की व्यवस्था देता है। बाहरी रीडर को बिजली चाहिए; अध्ययन के रीडर में पुनः चार्ज की जा सकने वाली बैटरी लगी है। रीडर आगे वाई-फाई और फोन के माध्यम से संकेत उपलब्ध कराता है। इसलिए कैप्सूल खुद शरीर के भीतर से किसी भी दूरस्थ फोन को सीधे इंटरनेट संदेश नहीं भेजती। संकेत लेने की दूरी और रीडर की स्थिति जरूरी हैं। कैप्सूल में बैटरी हटाने से आकार और रखरखाव की कुछ कठिनाइयाँ घट सकती हैं, पर ऊर्जा आपूर्ति, विश्वसनीय संपर्क और प्रणाली की लागत के प्रश्न समाप्त नहीं होते। पूरी प्रणाली और उसके भीतर के छोटे घटक में अंतर बनाए रखना तकनीकी मूल्यांकन का पहला कदम है।

तापमान और रोशनी कैसे मापे जाते हैं?

सेंसर के परिवेश में बदलाव होने पर एंटेना की अनुनाद विशेषताएँ बदलती हैं। शोध में इन्हीं बदलावों को तापमान या प्रकाश के संकेत से जोड़ा गया। यह सक्रिय इलेक्ट्रॉनिक परिपथ द्वारा लगातार संख्यात्मक आँकड़े प्रसारित करने से अलग तरीका है। पहले नियंत्रित परिस्थितियों में अंशांकन करके जानना पड़ता है कि कौन सा संकेत किस बदलाव से मेल खाता है। अध्ययन अलग सेंसर और एंटेना विन्यासों की जाँच करता है, जिनकी प्रतिक्रिया एक जैसी नहीं है। किसी निर्धारित सीमा को बदलते डिजाइन के लिए सार्वभौमिक मान नहीं माना जा सकता। तापमान या रोशनी का संकेत अपने आप किसी बीमारी की पहचान नहीं है। उसी तरह पाइप में प्रकाश आने से किसी संभावित छेद का संकेत मिल सकता है, पर उससे हर सामग्री में दरार की गहराई और संरचना की सुरक्षा सीधे नहीं बताई जा सकती। माप और उसकी व्याख्या अलग चरण हैं।

दूरी और दिशा की सीमा क्यों महत्त्वपूर्ण है?

रीडर और कैप्सूल के बीच कोण बदलने पर पहचान प्रभावित हुई। अध्ययन में एंटेना के संबंध में अनुकूल दिशा में संकेत मिला, जबकि लंबवत विन्यास में संकेत नहीं मिला। इसका अर्थ है कि दिशा को स्थिर रखना उपयोग में महत्त्वपूर्ण चुनौती हो सकता है। एक परीक्षण व्यवस्था में कैप्सूल की पहचान लगभग 1.6 सेंटीमीटर तक बताई गई, जबकि दूसरे अनुप्रयोग वर्णन में दो से पाँच सेंटीमीटर का उल्लेख है। ये अलग व्यवस्थाओं के परिणाम हैं; इन्हें हर ऊतक में एक निश्चित सार्वभौमिक सीमा बनाकर नहीं लिखना चाहिए। चुंबक से स्थिति बदलने की दूरी भी संकेत पढ़ने की दूरी के बराबर नहीं है। मानव शरीर में गहराई, ऊतक, गति और उपकरण की दिशा बदलने से नई कठिनाइयाँ आएँगी। फोन पर दृश्य दिख जाना इन भौतिक सीमाओं को समाप्त नहीं करता। इसलिए वास्तविक उपयोग के लिए अलग परिस्थितियों में विश्वसनीयता की जाँच चाहिए।

चुंबकीय नियंत्रण किस सीमा तक है?

बाहरी चुंबक से कैप्सूल को पाइप जैसी नियंत्रित व्यवस्था में चलाना और रोकना दिखाया गया। लेकिन विधि खंड इसे लंबी दूरी के सक्रिय संचालन या लगातार खींचने वाली व्यवस्था नहीं बताता। इसका मुख्य उद्देश्य कम दूरी पर स्थिति तय करना, दिशा स्थिर रखना या नियंत्रित स्थिति में पुनः प्राप्ति में सहायता है। निगलने योग्य उपयोग में निष्क्रिय गति के साथ चुंबक की मदद से स्थान निर्धारण या टिकाव अधिक उपयुक्त बताया गया है। इसलिए इसे स्वायत्त रोबोट की तरह पूरे पाचन तंत्र में इच्छानुसार घूमने वाला उपकरण कहना अतिशयोक्ति होगी। संरचनात्मक उपयोग की भी अपनी भौतिक सीमाएँ हैं। चुंबकीय संपर्क, सतह का प्रकार और संकीर्ण रास्ते की बनावट प्रभाव डाल सकते हैं। प्रयोग के नियंत्रित प्रदर्शन को सभी इमारतों या हर प्रकार की पाइपलाइन की स्वचालित निगरानी का प्रमाण नहीं माना जा सकता।

PCSMANTRA.COM

दवा छूटने की निगरानी का प्रमाण क्या है?

निगलने योग्य विन्यास में जिलेटिन आवरण के घुलने से आसपास की विद्युत विशेषताएँ और पढ़ा जाने वाला संकेत बदल सकते हैं। शोध ने दवा के दानों वाले विन्यास को नियंत्रित विलयन में रखकर इस परिवर्तन का अध्ययन किया। यह दवा निकलने की प्रक्रिया के संकेत का प्रदर्शन है। इससे शरीर में दवा की सटीक मात्रा पहुँचने, उसके रक्त में अवशोषण या उपचार की प्रभावशीलता का प्रमाण नहीं मिलता। प्रयोग में अम्लीय माध्यम का उपयोग हुआ; इसे वास्तविक मानव

पेट की सभी दशाओं का विकल्प नहीं मानना चाहिए। मछली के नमूने में भी आवरण की स्थिति के साथ संकेत का अंतर देखा गया। लेकिन मृत नमूना पाचन, जैविक गति, जीवित ऊतक की प्रतिक्रिया या लंबे समय की सुरक्षा नहीं दिखाता। केवल मुँह के पास उपकरण का चित्र होना किसी व्यक्ति द्वारा उसे निगलने का परीक्षण नहीं है।

सुरक्षा पर अभी क्या कहा जा सकता है?

पॉलीमर आवरण इलेक्ट्रॉनिक हिस्सों को आसपास के माध्यम से अलग रखने के लिए है। अम्लीय वातावरण में विद्युत अखंडता की सीमित जाँच उपयोगी है, पर उससे हर परिस्थिति में पूर्ण जैवसंगतता सिद्ध नहीं होती। कैप्सूल टूटने, रुक जाने, गलत स्थान पर पहुँचने और दूसरी चिकित्सा प्रणालियों से हस्तक्षेप जैसे प्रश्न भविष्य के विकास में महत्त्वपूर्ण होंगे। अमेरिकी खाद्य एवं औषधि प्रशासन का अलग कैप्सूल इमेजिंग उपकरणों पर मार्गदर्शन ऐसे जोखिमों की ओर ध्यान दिलाता है। वह इस भारतीय प्रोटोटाइप की मंजूरी या उस पर लागू भारतीय नियम का प्रमाण नहीं है। तापमान और प्रकाश-संकेतक को कैमरे वाली कैप्सूल एंडोस्कोपी का विकल्प भी नहीं मानना चाहिए। मानव उपयोग के लिए अपेक्षित सुरक्षा, निकास और प्रदर्शन की जाँच उसके वास्तविक उद्देश्य के अनुसार करनी होगी। अध्ययन किसी रोगी के लिए इसे स्वयं निगलने या इस्तेमाल करने की सलाह नहीं देता।

भारत के लिए शोध का अर्थ

यह काम लचीली इलेक्ट्रॉनिकी, छोटे सेंसर, बाहरी ऊर्जा-संपर्क और चुंबकीय सहायता को जोड़ने का उदाहरण है। दुर्गम स्थानों पर निगरानी के लिए ऐसे डिजाइन शोध क्षमता बढ़ा सकते हैं। लेकिन चिकित्सा उपयोग और औद्योगिक उपयोग के प्रमाण अलग रखने होंगे। किसी पाइप में काम करना मानव शरीर में सफलता नहीं है। पहले के अंतरराष्ट्रीय शोध में भी बैटरी-रहित निगलने योग्य प्रणालियाँ रही हैं; यह पूरे क्षेत्र का पहला उदाहरण नहीं है। नए अध्ययन का मूल्य उसके विशिष्ट सेंसर और विन्यास में है। शोध के आँकड़े सार्वजनिक रूप से उपलब्ध नहीं बताए गए हैं, हालांकि उचित अनुरोध पर मिलने की बात है। स्वतंत्र जाँच और स्पष्ट अंशांकन आगे की विश्वसनीयता बढ़ा सकते हैं। कम लागत या व्यापक उपयोग के दावे के लिए निर्माण, बाहरी रीडर, प्रशिक्षण और रखरखाव का पूरा हिसाब चाहिए, केवल छोटे आकार का उल्लेख पर्याप्त नहीं है।

आगे क्या देखना होगा?

अगले चरण में अधिक जटिल और उपयोग-संगत परिस्थितियों में परीक्षण, संकेत की स्थिरता और सुरक्षा का सत्यापन देखना होगा। क्या दिशा बदलने पर भी पढ़ना विश्वसनीय रहेगा? क्या बाहरी रीडर की दूरी वास्तविक उपयोग के लिए पर्याप्त होगी? जैविक उपयोग में जीवित मॉडल, सुरक्षित ठहराव और निकास पर अलग प्रमाण चाहिए। मुख्य परीक्षा में इसे चिकित्सा नवाचार, वस्तुओं के इंटरनेट और प्रयोगशाला से उपयोग तक के अंतर से जोड़ना उचित है। मूल सीख यह है कि बैटरी हटाना एक डिजाइन समस्या का समाधान हो सकता है, पूरी प्रणाली के हर प्रश्न का नहीं। छोटे उपकरण की संभावना स्वीकार करते हुए उसके वास्तविक परीक्षण और भविष्य की आकांक्षा में अंतर रखना जरूरी है।

PCSMANTRA.COM

अभ्यास प्रश्न: बैटरी-रहित लघु सेंसर चिकित्सा और औद्योगिक निगरानी में कौन सी संभावनाएँ खोलते हैं? हालिया भारतीय ई-पिल शोध के संदर्भ में ऊर्जा, संपर्क-दूरी, सुरक्षा और सत्यापन की सीमाओं की चर्चा कीजिए। (250 शब्द)

स्रोत: मूल शोध; संस्थागत विवरण; पहले का अलग शोध; प्रणालीगत समीक्षा; अलग कैप्सूल इमेजिंग प्रणालियों पर अमेरिकी मार्गदर्शन।