

## माइक्रोफ्लूडिक्स: पशु प्रजनन में बूँद-बूँद से आएगी क्रांति!

डॉ. अनूप कुमार, डॉ. प्रत्यांशु श्रीवास्तव, डॉ. अमृता प्रियदर्शी, डॉ. आशुतोष मिश्रा

### आधुनिक भारत की ज़रूरत, भारत की तकनीक

भारत दुनिया का सबसे बड़ा दुग्ध उत्पादक देश है, लेकिन इसके बावजूद हमारे दुधारू पशुओं की औसत उत्पादकता कई विकसित देशों से काफी पीछे है। देश में 30 करोड़ पशुधन हैं, पर हर 100 में 25 गायें बांझ रहती हैं। गर्भपात और बांझपन से हर साल हजारों करोड़ का नुकसान होता है। इन विट्रो फर्टिलाइजेशन (आईवीएफ) जैसी तकनीकें मौजूद हैं, लेकिन उनकी सफलता दर अस्थिर और महंगी है। इन्हीं समस्याओं को हल करने के लिए, अब एक नई वैज्ञानिक क्रांति आ रही है, माइक्रोफ्लूडिक्स। यह तकनीक न केवल इन विट्रो फर्टिलाइजेशन और एंब्रियो प्रोडक्शन को बेहतर बनाती है, बल्कि कम खर्च, कम समय और अधिक सफलता का वादा करती है।

### माइक्रोफ्लूडिक्स क्या है?

माइक्रोफ्लूडिक्स का मतलब है बहुत ही छोटे स्तर पर तरल पदार्थों को नियंत्रित करना। छोटी-छोटी नालियों से गुजरते ये तरल बूँदें पशु प्रजनन में क्रांतिकारी बदलाव ला रही हैं: इसे यूँ समझिए : एक छोटी सी चिप पर गर्भाशय जैसा माहौल बनाना।

- अंडाणु व शुक्राणु को बिना नुकसान के संभालना
- शुद्ध, नियंत्रित और प्राकृतिक जैसे माहौल में भ्रूण को विकसित करना
- इन विट्रो फर्टिलाइजेशन प्रक्रिया में उच्च सफलता दर पाना

### शुक्राणु चयन में क्रांति

परंपरागत तरीकों (जैसे स्विम-अप या सेंट्रीफ्यूज) में सिर्फ तेज़ी से तैरने वाले शुक्राणु चुने जाते हैं।

लेकिन अच्छे शुक्राणु में और भी खूबियाँ होती हैं:

व्यवहार	आसान भाषा में मतलब
रियोटैक्सिस	बहाव के विपरीत तैरने की क्षमता (जैसे नदी में मछली)
केमोटैक्सिस	अंडाणु द्वारा छोड़ी गई सुगंध या रसायन की ओर बढ़ना
थर्मोटैक्सिस	गर्मी की दिशा में तैरना (जैसे अंडाणु की ओर)

पॉलीस्पर्मि	जब एक अंडाणु में एक से अधिक शुक्राणु प्रवेश कर जाएं, जिससे भ्रूण बिगड़ जाता है
-------------	--

‘स्पार्टन चिप’ जैसी तकनीकें खराब शुक्राणुओं को अलग कर, अच्छे शुक्राणुओं का चुनाव करती हैं बिना किसी नुकसान के।

### अंडाणु का सुरक्षित प्रबंधन

अंडाणु बहुत ही नाजुक होते हैं। माइक्रोफ्लूडिक्स उन्हें सुरक्षित रखने में मदद करता है:

- ✓ नाजुक झिल्ली से बिना नुकसान के कोशिकाएं अलग करना
- ✓ अंडाणु की गुणवत्ता का सेंसर द्वारा मूल्यांकन
- ✓ फ्रीजिंग (जमाना) प्रक्रिया में धीरे-धीरे रसायन देना ताकि झटका न लगे

गायों और चूहों में ये तकनीक अंडाणु की जीवित रहने की दर बढ़ाने में सफल रही है।

### इन विट्रो फर्टिलाइजेशन व भ्रूण संवर्धन: अधिक स्वाभाविक, अधिक सटीक

परंपरागत तरीके में भ्रूण को प्लेट में पाला जाता है। माइक्रोफ्लूडिक्स में वह बहता है, जैसे गर्भाशय में होता है ऐसे भ्रूण बेहतर सेल संख्या, बेहतर आकृति और बेहतर विकास दिखाते हैं।

- ✓ भ्रूण को ज्यादा पोषण व ऑक्सीजन मिलता है
- ✓ पॉलीस्पर्मि से बचाव होता है
- ✓ कम शुक्राणु में भी निषेचन संभव
- ✓ सेंसर से रियल-टाइम मॉनिटरिंग की सुविधा

### 3डी संस्कृति व जैल: चिप पर गर्भाशय का अनुभव

2डी प्लेटों में कोशिकाएं सपाट सतह पर चिपक जाती हैं पर 3डी जैल (जैसे ऐल्लिजनेट) में भ्रूण को फैलने, खिंचने और प्राकृतिक रूप से बढ़ने का मौका मिलता है और कम गर्भपात व ज्यादा जिंदा जन्म की संभावना होती है एवम कोशिकाएं खुद से विभाजित होती हैं, जैसे गर्भ में होता है। ऐसे जैल “जैली” जैसे होते हैं जो अंडाणु और भ्रूण को नरम गद्दे जैसा सहारा देते हैं।

### भारतीय पशुओं में इसका असर

पशु	शुक्राणु गुणवत्ता में सुधार	आईवीएफ भ्रूण में लाभ
गाय	30 प्रतिशत वृद्धि गतिशीलता, बेहतर डीएनए	25 प्रतिशत वृद्धि अधिक भ्रूण निर्माण
सुअर	कम डीएनए टूट-फूट	उच्च गर्भधारण दर
भैंस	बेहतर फ्रीजिंग उत्तरजीविता	तेज कोशिका विभाजन
बकरी	अधिक चुने हुए शुक्राणु	उच्च गुणवत्ता वाले भ्रूण

भारतीय कृषि अनुसंधान परिषद -आईवीआरआई और राष्ट्रीय डेयरी विकास बोर्ड जैसी संस्थाएं इस तकनीक पर काम कर रही हैं।

क्या माइक्रोफ्लूडिक्स अभी सस्ती और व्यावहारिक है?



फिलहाल, माइक्रोफ्लूडिक्स तकनीक का प्रयोग मुख्य रूप से अनुसंधान प्रयोगशालाओं और कुछ चुनिंदा उच्च स्तरीय इन विट्रो फर्टिलाइजेशन केंद्रों में हो रहा है। इसका कारण है—इस तकनीक के उपकरणों की उच्च लागत, प्रशिक्षण की आवश्यकता, और बुनियादी ढांचे की सीमाएँ। हालाँकि, हाल के वर्षों में दुनिया भर में लो-कॉस्ट 3 डी प्रिंटेड माइक्रोचिप्स विकसित किए गए हैं, जिनकी अनुमानित लागत ₹3000- ₹8000 के बीच हो सकती है (डिवाइस डिज़ाइन और उपयोग पर निर्भर)। भारत में कुछ भारतीय कृषि अनुसंधान परिषद संस्थानों, जैसे भारतीय पशु चिकित्सा अनुसंधान संस्थान और राष्ट्रीय डेयरी अनुसंधान संस्थान, तथा कृषि विश्वविद्यालयों में पायलट प्रोजेक्ट प्रारंभ हुए हैं जो इस तकनीक की प्रयोगशाला से खेत तक की संभावनाओं पर काम कर रहे हैं। निकट भविष्य में, यदि इस क्षेत्र में नीति-स्तर पर सहयोग (जैसे जैव प्रौद्योगिकी विभाग, भारतीय कृषि अनुसंधान परिषद संस्थानों या राज्य सरकारों की सहायता) मिलता है, तो यह तकनीक कृत्रिम गर्भाधान केंद्रों, पशु अस्पतालों और प्रजनन प्रशिक्षण इकाइयों तक पहुँच सकती है।

### नियम और नैतिकता का पक्ष

मानव चिकित्सा में, इन विट्रो फर्टिलाइजेशन के लिए प्रयुक्त माइक्रोफ्लूडिक चिप्स को यूरोपीय अनुरूपता और खाद्य एवं औषधि प्रशासन, संयुक्त राज्य अमेरिका जैसी संस्थाओं द्वारा प्रमाणित किया गया है। पशु चिकित्सा क्षेत्र में, यह तकनीक अभी अनुसंधान एवं प्रायोगिक स्तर पर ही सीमित है। इस तकनीक के व्यापक उपयोग से पहले, मानकीकरण, जैव-संगतता, और क्षेत्रीय अनुमोदन प्रक्रियाएं आवश्यक हैं। इसके साथ ही, एक बड़ा नैतिक प्रश्न यह भी है कि अगर कुछ ही “सीर” (सांड/नर जनक) को बार-बार इस्तेमाल किया गया, तो इससे आनुवंशिक विविधता में गिरावट हो सकती है जो दीर्घकालीन दृष्टि से नस्ल सुधार कार्यक्रमों के लिए हानिकारक होगा। इसलिए आवश्यक है कि प्रजनन तकनीकों का उपयोग वैज्ञानिक विवेक और नस्ल-संरक्षण के दृष्टिकोण से संतुलित रूप में किया जाए।

### आगे क्या करें? – आप कैसे जुड़ सकते हैं

- 1) **पशु चिकित्सक:** क्षेत्रीय केवीके या कृषि विश्वविद्यालयों में माइक्रोफ्लूडिक्स आधारित प्रजनन पर कार्यशालाएं और प्रायोगिक परीक्षण आयोजित करें। युवा पशु चिकित्सकों को नवीन तकनीकों की ट्रेनिंग दिलवाने में पहल करें।
- 2) **किसान / डेयरी प्रबंधक:** नई तकनीकों को अपनाने के लिए भारतीय कृषि अनुसंधान परिषद संस्थानों, कृषि विज्ञान केन्द्रों, राष्ट्रीय डेयरी विकास बोर्ड या राज्य दुग्ध बोर्ड से तकनीक का प्रदर्शन मांगें। स्थानीय नस्लों के संरक्षण और सुधार के प्रयासों में भाग लें, ताकि तकनीक और परंपरा का संतुलन बना रहे।
- 3) **शोधकर्ता:** बायोटेक स्टार्टअप्स, भारतीय पशु चिकित्सा अनुसंधान संस्थान, राष्ट्रीय डेयरी अनुसंधान संस्थान, या डेयरी अनुसंधान संस्थानों के साथ मिलकर लो-कॉस्ट माइक्रोचिप्स



पर कार्य करें। भारतीय मवेशियों पर माइक्रोफ्लूइडिक चिप्स की प्रभावशीलता और उपयोगिता के लिए क्षेत्रीय ट्रायल करें।

### निष्कर्ष

माइक्रोफ्लूइडिक्स अब केवल विज्ञान की किताबों या प्रयोगशालाओं तक सीमित नहीं है, यह एक नई सोच, नई दिशा और एक शक्तिशाली औज़ार है जो पशुओं की उपजाऊ क्षमता को बेहतर कर सकता है, शुद्ध, स्वस्थ और टिकाऊ भ्रूण तैयार कर सकता है, और पूरे पशु प्रजनन विज्ञान को एक नई ऊंचाई पर ले जा सकता है।

भारत के पास वैज्ञानिक प्रतिभा, पशुधन विविधता और अनुसंधान संस्थानों का नेटवर्क है अगर हम समय रहते इस तकनीक को अपनाएं, तो हम केवल लाभार्थी नहीं, विश्व के अगुआ बन सकते हैं।

