

भारत और तंत्रिका प्रौद्योगिकी क्रांति: अवसर, नैतिकता और आगे की राह

UPSC प्रासंगिकता: सामान्य अध्ययन पेपर-3,
विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी

चर्चा में क्यों?

तंत्रिका प्रौद्योगिकी – विशेष रूप से मस्तिष्क-कंप्यूटर इंटरफेस (BCI) – दुनिया भर में तेज़ी से प्रगति कर रहा है। NIH (यू.एस.), न्यूरोलिंग और चाइना ब्रेन प्रोजेक्ट जैसी एजेंसियां अनुसंधान को गति दे रही हैं। भारत भी स्वदेशी न्यूरोटेक उपकरण विकसित कर रहा है, जिसमें आईआईटी कानपुर का BCI-सक्षम रोबोटिक हाथ शामिल है। भारत में तंत्रिका संबंधी विकारों में वृद्धि के कारण, यह तकनीक स्वास्थ्य देखभाल और आर्थिक क्षेत्र में बड़े अवसर प्रदान करती है।



पृष्ठभूमि

तंत्रिका प्रौद्योगिकी से तात्पर्य उन उपकरणों से है जो मस्तिष्क की गतिविधि को पढ़, रिकॉर्ड या उत्तेजित कर सकते हैं। इस क्रांति के केंद्र में BCI है, जो मस्तिष्क संकेतों को डिजिटल आदेशों में परिवर्तित करता है। BCI के अनुप्रयोगों में शामिल हैं:

- लकवाग्रस्त रोगियों को प्रोस्थेटिक्स (कृत्रिम अंग) हिलाने में मदद करना।
- अवसाद या पार्किंसंस रोग का उपचार करना।
- मानव-मशीन संपर्क को बेहतर बनाना।

— विश्व स्तर पर, देश तंत्रिका प्रौद्योगिकी को स्वास्थ्य नवाचार के साथ-साथ भविष्य की रणनीतिक

तकनीक के रूप में भी मान रहे हैं। resultmitra.com 9235313184, 9235440806

भारत का बढ़ता तंत्रिका प्रौद्योगिकी पारिस्थितिकी तंत्र

1. शैक्षणिक शक्ति:

- आईआईटी कानपुर: स्ट्रोक पुनर्वास के लिए BCI-संचालित रोबोटिक हाथ।
- राष्ट्रीय मस्तिष्क अनुसंधान केंद्र (NBRC), मानेसर: मस्तिष्क अनुसंधान का प्रमुख संस्थान।
- आईआईएससी बेंगलुरु: उन्नत मस्तिष्क अनुसंधान और न्यूरोइंजीनियरिंग।

2. निजी क्षेत्र का नवाचार:

- डोग्नोसिस जैसे स्टार्टअप कुत्तों के मस्तिष्क संकेतों को पढ़कर कैंसर के लक्षणों की पहचान कर रहे हैं – यह नवाचार कैंसर की शीघ्र जांच को बदल सकता है।

3. बढ़ती स्वास्थ्य देखभाल की आवश्यकता:

- भारत में तंत्रिका संबंधी रोगों का भार बहुत अधिक है और यह बढ़ रहा है।
- स्ट्रोक, रीढ़ की हड्डी की चोटें और न्यूरोडीजेनरेटिव रोग विकलांगता के प्रमुख कारण बन रहे हैं।

वैश्विक परिदृश्य (रणनीतिक दृष्टिकोण)

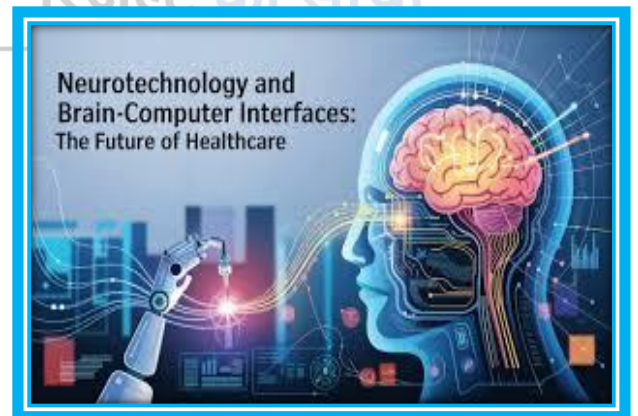
देश/क्षेत्र	प्रमुख पहलें	रणनीतिक फोकस
संयुक्त राज्य अमेरिका	BRAIN Initiative®, न्यूरोलिंग्ग (मानव परीक्षण)	वैश्विक न्यूरोटेक नवाचार नेतृत्व, व्यावसायीकरण।
चीन	चाइना ब्रेन प्रोजेक्ट (2016–2030)	रणनीतिक लाभ के लिए तंत्रिका विज्ञान, कृत्रिम बुद्धिमत्ता (AI) और संज्ञानात्मक विज्ञान का एकीकरण।
यूरोप और चिली	तंत्रिका अधिकारों (Neurorights) के लिए कानूनी ढाँचे का विकास	मानसिक गोपनीयता और सुरक्षित BCI उपयोग को प्राथमिकता देना (नैतिक नेतृत्व)।

भारत के लिए तंत्रिका प्रौद्योगिकी का महत्व

1. **स्वास्थ्य सेवा में परिवर्तन:** लकवे के लिए न्यूरोप्रोस्थेटिक्स, मानसिक स्वास्थ्य के लिए लक्षित तंत्रिका उत्तेजना, और वास्तविक समय में तंत्रिका संबंधी निदान।
2. **आर्थिक अवसर:** न्यूरोटेक AI, जैव प्रौद्योगिकी और इंजीनियरिंग के प्रतिच्छेदन पर स्थित है – ऐसे क्षेत्र जिनमें भारत की प्रतिस्पर्धी शक्ति है।
3. **रणनीतिक लाभ:** शीघ्र निवेश से भारत को विदेशी न्यूरोटेक पारिस्थितिकी तंत्र पर निर्भरता से बचने में मदद मिलेगी।

प्रमुख चुनौतियाँ

- **नैतिक जोखिम:** मानसिक गोपनीयता और संज्ञानात्मक हेरफेर।
- संवेदनशील मस्तिष्क संकेतों की डेटा सुरक्षा।
- BCIs के लिए विशिष्ट विनियमन का अभाव।
- पर्याप्त जागरूकता के बिना जनता का अविश्वास।
- वाणिज्यिक दुरुपयोग या सैन्य शोषण का जोखिम।



आगे की राह

1. नीति ढाँचा और तंत्रिका अधिकार

- आक्रामक और गैर-आक्रामक BCIs के बीच अंतर करते हुए एक व्यापक तंत्रिका प्रौद्योगिकी नीति बनाएँ।
- तंत्रिका अधिकारों (मानसिक गोपनीयता, संज्ञानात्मक स्वतंत्रता, एल्गोरिथम हेरफेर से स्वतंत्रता) की सुरक्षा करें।

2. सरकारी पहल और नीति एकीकरण

- **राष्ट्रीय मस्तिष्क अनुसंधान केंद्र (NBRC):** NBRC को न्यूरोटेक अनुसंधान और विकास समन्वय के लिए राष्ट्रीय नोडल बिंदु के रूप में मजबूत करें।
- **डिजिटल स्वास्थ्य मिशन (ABDM):** मौजूदा स्वास्थ्य सेवा प्रणाली में न्यूरोटेक्नोलॉजी उत्पादों के निर्बाध एकीकरण को सुनिश्चित करें।
- **राष्ट्रीय क्वांटम मिशन:** जटिल न्यूरोटेक डेटा विश्लेषण के लिए उन्नत कंप्यूटिंग क्षमताओं का लाभ उठाएँ।



3. अनुसंधान और स्टार्टअप पारिस्थितिकी तंत्र का समर्थन

- एक समर्पित न्यूरोटेक नवाचार कोष की स्थापना करें।
- सार्वजनिक-निजी भागीदारी (PPP) को बढ़ावा दें और अनुसंधान को AI तथा बायोमेडिकल इंजीनियरिंग हब के साथ एकीकृत करें।



@resultmitra



www.resultmitra.com



9235313184, 9235440806

4. समावेशी दृष्टिकोण और सामाजिक न्याय

- **सस्ती पहुँच सुनिश्चित करना:** सरकार को यह सुनिश्चित करना चाहिए कि जीवन बदलने वाले न्यूरोप्रोस्थेटिक्स केवल धनी वर्ग तक सीमित न रहें, सामाजिक न्याय को बढ़ावा देते हुए विकलांग व्यक्तियों तक इनकी पहुँच सुनिश्चित करें।
- **टेली-न्यूरोलॉजी को बढ़ावा:** ग्रामीण क्षेत्रों में मानसिक और तंत्रिका संबंधी स्वास्थ्य देखभाल सेवाओं तक पहुँच बढ़ाने के लिए न्यूरोटेक्नोलॉजी का उपयोग करें।

5. डेटा और नैतिक सुरक्षा उपाय

- मस्तिष्क डेटा भंडारण और साझाकरण के लिए मजबूत नियम बनाएँ।
- पारदर्शी सहमति और उपयोगकर्ता नियंत्रण; BCI अनुसंधान के लिए नैतिक समीक्षा बोर्ड का गठन।

निष्कर्ष

तंत्रिका प्रौद्योगिकी स्वास्थ्य सेवा, AI और मानव-मशीन संपर्क की अगली सीमा है। बढ़ते तंत्रिका संबंधी विकारों और बढ़ती वैज्ञानिक विशेषज्ञता के साथ, भारत के पास वैश्विक न्यूरोटेक भविष्य को आकार देने का एक अनूठा अवसर है। आज लिया गया निर्णायक कदम, जो **रणनीतिक निवेश को नैतिक सुरक्षा उपायों और समावेशी पहुँच के साथ संतुलित करता है**, भारत को इस क्षेत्र में एक वैश्विक नेता के रूप में स्थापित कर सकता है।

UPSC प्रीलिम्स अभ्यास प्रश्न:

Q1. निम्न में से कौन सा Brain-Computer Interface (BCI) का सर्वोत्तम वर्णन करता है?

1. एक उपकरण जो मस्तिष्क के संकेत रिकॉर्ड और व्याख्या करता है ताकि बाहरी सिस्टम को नियंत्रित किया जा सके।
2. एक तकनीक जो न्यूरॉन्स को आनुवंशिक रूप से संशोधित करती है ताकि स्मृति बढ़ाई जा सके।
3. एक प्रणाली जो मस्तिष्क की तरंगों का पता लगाती है लेकिन न्यूरल गतिविधि को उत्तेजित नहीं कर सकती।
4. एक उपकरण जो मानव रीढ़ की हड्डी के कार्य को दोहराता है।

सही उत्तर चुनें:

- (A) केवल 1
- (B) केवल 1 और 3
- (C) केवल 2 और 4
- (D) 1, 2 और 4

सही उत्तर: (A)



Q2. निम्नलिखित न्यूरोटेक्नोलॉजी के अनुप्रयोगों

पर विचार करें: [resultmitra](http://resultmitra.com) www.resultmitra.com 9235313184, 9235440806

1. न्यूरोप्रोस्थेटिक्स के माध्यम से लकवाग्रस्त रोगियों में आंदोलन बहाल करना
2. न्यूरल स्टिमुलेशन के जरिए पार्किंसंस जैसी स्थितियों का इलाज
3. मानव मस्तिष्कों के बीच वास्तविक समय संचार सक्षम करना
4. प्रशिक्षित जानवरों में न्यूरल सिग्नल का उपयोग करके कैंसर का प्रारंभिक पता लगाना

इनमें से कितने वर्तमान में प्रदर्शित किए गए हैं या सक्रिय अनुसंधान के तहत हैं?

- (A) केवल एक
- (B) केवल दो
- (C) तीन
- (D) सभी चार

सही उत्तर: (C)

(मानवों में ब्रेन-टू-ब्रेन संचार अभी तक प्रदर्शित नहीं हुआ है; केवल चूहों में किया गया है।)

Q3. निम्नलिखित वैश्विक पहलें अपने देश के साथ सही रूप से मेल खाती हैं:

1. BRAIN Initiative® – संयुक्त राज्य अमेरिका
2. China Brain Project – चीन
3. Neurorights Legislation – चिली

(A) केवल 1 और 2

(B) केवल 2 और 3

(C) केवल 1 और 3

(D) 1, 2 और 3

सही उत्तर: (D)



Q4. न्यूरोटेक्नोलॉजी के संदर्भ में, निम्नलिखित कथनों पर विचार करें:

1. गैर-आक्रामक BCIs EEG हेडसेट का उपयोग करके न्यूरल सिग्नल रिकॉर्ड करते हैं।
2. आक्रामक BCIs में प्रत्यारोपित इलेक्ट्रोड होते हैं जो उत्तम सटीकता प्रदान करते हैं।
3. भारत में वर्तमान में उपयोग किए जाने वाले सभी BCIs आक्रामक हैं।
4. BCIs मस्तिष्क संकेतों को डिजिटल कमांड में बदल सकते हैं।

कौन से कथन सही हैं?

(A) 1, 2 और 4

(B) 1 और 4

(C) 2 और 3

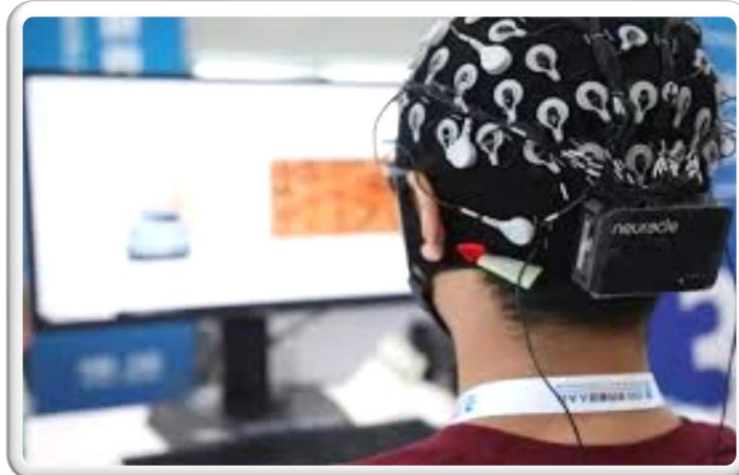
(D) 1, 2, 3 और 4

सही उत्तर: (A)

Q5. Dognosis, एक भारतीय स्टार्टअप, निम्न में से किस क्षेत्र में कार्य करता है?

- (A) न्यूरोलॉजिकल विकारों के लिए जीन संपादन
- (B) प्रारंभिक कैंसर का पता लगाने के लिए कुत्तों में मस्तिष्क संकेतों का अध्ययन
- (C) AI आधारित झूठ पहचानने वाले उपकरण विकसित करना
- (D) मस्तिष्क सर्जरी के लिए माइक्रो-इम्प्लांट बनाना

सही उत्तर: (B)



UPSC Mains अभ्यास प्रश्न

प्रश्न: “न्यूरोटेक्नोलॉजी, विशेष रूप से ब्रेन-कंप्यूटर इंटरफेसेस (BCIs), भारत में स्वास्थ्य देखभाल और रणनीतिक तकनीकों को बदलने की क्षमता रखती है, लेकिन इसका तेज़ विकास जटिल नैतिक और नियामक चुनौतियों को जन्म देता है।” विवेचना कीजिए। (250 शब्द)

IAS-PCS Institute



Result Mitra
रिजल्ट का साथी



@resultmitra



www.resultmitra.com



9235313184, 9235440806



www.resultmitra.com