

India's First Superconducting Magnet System Making MRI More Accessible Than Ever

Magnetic Resonance Imaging (MRI) is a critical diagnostic tool that employs powerful magnetic fields and radio waves to generate detailed images of the human body's internal structures. It is indispensable for examining various parts of the body, including the brain, spinal cord, bones, joints, heart, blood vessels, and internal organs. Despite their crucial role in diagnostics, the exorbitant costs of MRI machines and tests have significantly limited access to advanced healthcare in India. This financial barrier has prevented many from benefiting from essential MRI scans, which are vital for accurate and timely medical diagnosis.

In a groundbreaking development that could change this scenario, scientists at the Inter-University Accelerator Centre (IUAC), New Delhi, have successfully developed India's first superconducting magnet



imports has significantly driven up the cost of MRI machines and the associated diagnostic tests, thereby limiting access to advanced healthcare services. Presently, India has a mere 1.5 MRI machines per million people, a stark contrast to the more than 10 MRI machines per million found in developed nations. The imperative to increase the availability of MRI



system for MRI machines. This pioneering feat, which showcases India's growing prowess in high-tech innovation, promises to revolutionise the healthcare landscape. By creating this sophisticated technology domestically, the IUAC aims to reduce the cost of MRI machines, making advanced diagnostic services more accessible to the Indian population. Moreover, this development could enable India to export affordable MRI machines, thereby providing much-needed healthcare solutions to other countries, especially those in the developing world.

Up until now, India has been reliant on importing all of its superconducting MRI magnets from abroad, incurring an annual expense of nearly INR 1800 crores. This dependence on

machines is crucial for enhancing healthcare accessibility across the country.

Crucial Collaborations

Development of 1.5 Tesla Superconducting MRI Magnet System

Funded by the Ministry of Electronics & Information Technology (MeitY) under the MRI project, the development of the 1.5 Tesla superconducting MRI magnet system involved collaboration with several institutions: SAMEER-Mumbai for RF coils and electronics, CDAC-Kolkata and CDAC-Trivandrum for imaging software, and DSI-Bangalore for MR physics. The IUAC was specifically tasked with building the superconducting magnet and its zero-boil-off liquid Helium (LHe) cryostat.

The indigenous MRI magnet system comprises eight super-

INTERVIEW

Prof. Avinash Chandra Pandey
Director, Inter-University Accelerator Centre



Q: Could you elaborate on the key challenges your team faced during the MRI project and how you overcame them?

A: One of the major challenges we faced was achieving technological mastery, as developing an MRI magnet requires deep expertise and precision engineering. This was initially a significant hurdle. Additionally, traditional MRI machines depend heavily on liquid Helium for cooling, and since India does not have abundant Helium reserves, this posed a substantial obstacle. Cost constraints were another primary concern, as we needed to ensure the technology was cost-effective to produce and maintain. Finally, integrating artificial intelligence to enhance MRI imaging posed both technical and computational challenges.

To overcome these challenges, we brought together a multidisciplinary team of engineers, physicists, and medical professionals to address the technological complexities. We focused on developing Helium-free MRI machines by exploring alternative cooling methods and advanced materials to achieve the required superconductivity. By utilising domestically sourced materials and components, we were able to keep production costs down and streamlined the manufacturing process to ensure efficiency. To tackle AI integration, we partnered with IT experts and leveraged existing AI frameworks to develop sophisticated algorithms capable of enhancing MRI imaging, especially in low-field environments.

Q: How do you envision the impact of locally manufactured MRI machines on the healthcare landscape in India, particularly in terms of accessibility and affordability for the broader population?

A: The impact of locally manufactured MRI machines on the healthcare landscape in India will be significant. In terms of accessibility, domestic production will allow us to significantly increase the number of MRI machines available across the country, particularly in underserved rural and remote areas. Localised manufacturing means quicker and more responsive maintenance and support, reducing downtime and ensuring machines are operational more frequently.

Affordability will also improve as eliminating the need for imported MRI machines and parts reduces costs dramatically, making MRI scans more affordable for a broader segment of the population. Sustainable maintenance will further reduce overall expenditure on MRI machines by avoiding costly annual maintenance contracts with foreign companies, benefiting healthcare providers and patients alike.

Q: You mentioned potential future developments, such as lighter and cost-effective whole-body scanners with AI integration. Could you share more information about these innovations and how they could transform rural healthcare in India?

A: In future, scanners will be designed to be smaller and lighter, making them easier to transport and install in rural clinics and hospitals. Developing MRI machines that do not require Helium will make them more economical and easier to maintain in remote areas. AI integration will play a pivotal role in enhancing image quality and diagnostic accuracy, even with smaller magnets and lower field strengths.

These innovations will significantly transform rural healthcare. Enhanced diagnostic capability, facilitated by advanced AI integration, will ensure that even smaller and less powerful MRI machines provide high-quality images for accurate diagnoses. Combined with telemedicine infrastructure, these scanners will enable remote consultations with specialists, ensuring timely diagnosis and treatment. This will reduce the need for patients to travel to urban centres for medical care, saving time and money. Early and accurate diagnosis facilitated by these innovations will lead to better health outcomes and improved quality of life for rural populations.

conducting coils-six primary and two active shield coils-made from Cu/NbTi conductors, which function at an incredibly low temperature of 4.2K (about -269°C). The system includes advanced features such as an efficient quench protection system, an external interference screening system, and the ability to maintain a magnetic field stability of 0.1 ppm/hr in persistent mode.

One of the standout achievements is the development of the zero-boil-off (ZBO) cryostat. This state-of-the-art cryostat ensures that the magnet remains cooled at 4.2K using a GM cryocooler and a heat exchanger-based recondensation technique, maintaining optimal operating conditions without the loss of liquid Helium.

The IUAC team's success in this area marks India's entry into a select group of nations capable of producing such advanced technology. The ability to produce MRI machines domestically not only reduces dependency on imports but also positions India as a potential exporter of these critical medical devices. This can significantly enhance healthcare access in developing countries, where the

cost and availability of advanced medical diagnostics remain a significant challenge.

Contributed by: Science Media Communication Cell (SMCC), CSIR-NIScPR, New Delhi.

Development of a 1.5 T whole body MRI magnet system at IUAC



A cut-view of the MRI magnet coils, service turret and a cryocooler

A view of the MRI magnet system after installing the magnet inside the cryostat

PUBLICATIONS DIVISION
Ministry of Information and Broadcasting
Government of India

**Confused About Career Choice?
Choose Wisely
Choose the Best!**

Career Calling

**Future-Proof Your Career with
Exclusive Expert Insights**

Available Now

Purchase From
www.publicationsdivision.nic.in
www.amazon.in
and
Book Gallery
Publications Division
Ministry of Information and Broadcasting
Government of India
Soochna Bhawan
Lodhi Road, New Delhi - 110003

For business related queries on this book
contact 011-24365609 or businesswng@gmail.com
or director.employmentnews@gmail.com

सुपरकंडक्टिंग मैग्नेट प्रणाली से होगा MRI सुलभ

मैग्नेटिक रेजोनेंस इमेजिंग (MRI) एक महत्वपूर्ण डायग्नोस्टिक टूल है, जो मानव शरीर की आंतरिक संरचनाओं की विस्तृत छवियाँ बनाने के लिए शक्तिशाली चुंबकीय क्षेत्रों और रेडियो तरंगों का उपयोग करता है। यह मस्तिष्क, रीढ़ की हड्डी, हृदय, जोड़ों, हृदय, रक्त वाहिकाओं और आंतरिक अंगों सहित शरीर के विभिन्न हिस्सों की जांच के लिए अपरिहार्य है। डायग्नोस्टिक में उनकी महत्वपूर्ण भूमिका के बावजूद, MRI मशीनों और परीक्षणों की अत्यधिक लागत ने भारत में उन्नत स्वास्थ्य सेवा तक पहुंच को काफी सीमित कर दिया है। इस वित्तीय बाधा ने कई लोगों को आवश्यक MRI स्कैन से लाभान्वित होने से रोक दिया है, जो सटीक और समय पर चिकित्सा निदान के लिए महत्वपूर्ण है।

एक अभूतपूर्व विकास में जो इस परिदृश्य को बदल सकता है, इंटर-यूनिवर्सिटी एक्सप्लोरैटरी सेंटर (IUAC) के वैज्ञानिकों ने MRI मशीनों के लिए भारत की पहली सुपर-कंडक्टिंग मैग्नेट प्रणाली को सफलतापूर्वक विकसित किया है। यह अग्रणी उपलब्धि, जो उच्च तकनीक नवाचार में भारत की बढ़ती हुई शक्ति को प्रदर्शित करती है, स्वास्थ्य सेवा



स्वास्थ्य सेवाओं तक पहुंच सीमित हो गई है। वर्तमान समय में, भारत में प्रति दस लाख लोगों पर मात्र 1.5 MRI मशीनें हैं, जो विकसित देशों में प्रति दस लाख पर 10 से अधिक MRI मशीनों के विपरीत है।

महत्वपूर्ण सहयोग

1.5 टेस्ला सुपरकंडक्टिंग MRI चुंबक प्रणाली का विकास

MRI परियोजना के तहत इलेक्ट्रॉनिक्स और सूचना प्रौद्योगिकी मंत्रालय (MeitY) द्वारा वित्तपोषित, 1.5 टेस्ला सुपरकंडक्टिंग MRI चुंबक प्रणाली के विकास में कई



परिदृश्य में क्रांति लाने का वादा करती है। धरेलू स्तर पर इस परिष्कृत तकनीक का निर्माण करके, IUAC का लक्ष्य MRI मशीनों की लागत को कम करना है, जिससे भारतीय आबादी के लिए उन्नत नैदानिक सेवाएं अधिक सुलभ हो सकेंगी। इसके अलावा, यह तकनीकी विकास भारत को सस्ती MRI मशीनों का निर्यात करने में सक्षम बना सकता है, जिससे अन्य देशों, विशेष रूप से विकासशील देशों को बहुत जरूरी स्वास्थ्य सेवा समाधान प्रदान किए जा सकेंगे। अब तक, भारत अपने सभी सुपरकंडक्टिंग MRI मैग्नेट को विदेशों से आयात करने पर निर्भर रहा है, जिस पर लगभग रूप 1800 करोड़ का वार्षिक खर्च होता है। आयात पर इस निर्भरता ने MRI मशीनों और संबंधित नैदानिक परीक्षणों की लागत को काफी बढ़ा दिया है, जिससे उन्नत

संस्थानों के साथ सहयोग शामिल था: RF कॉइल और इलेक्ट्रॉनिक्स के लिए SAMEER-मुंबई, इमेजिंग सॉफ्टवेयर के लिए CDAC-कोलकाता और CDAC-त्रिवेन्द्रम, और MR भौतिकी के लिए DSI-बैंगलोर। IUAC को विशेष रूप से सुपरकंडक्टिंग चुंबक और इसके जीरो-बॉयल-ऑफ लिक्विड हीलियम (LHe) क्रायोस्टेट के निर्माण का काम सौंपा गया था। स्वदेशी MRI चुंबक प्रणाली में आठ सुपर-कंडक्टिंग कॉइल शामिल हैं। छह प्राथमिक और दो सक्रिय शील्ड कॉइल। Cu/NbTi कंडक्टर से बने हैं, जो 4.2K (लगभग -269°C) के अविश्वसनीय रूप से कम तापमान पर काम करते हैं। इस प्रणाली में कुशल शमन सुरक्षा प्रणाली, बाहरी हस्तक्षेप स्क्रीनिंग प्रणाली और लगातार मोड में 0.1 ppm/घंटा की चुंबकीय क्षेत्र स्थिरता

साक्षात्कार

प्रो. अविनाश चंद्र पांडेय
निदेशक, अंतर-विश्वविद्यालयीय गतिवर्धक केंद्र

प्रश्न: MRI परियोजना के दौरान आपकी टीम को किन मुख्य चुनौतियों का सामना करना पड़ा और आपने उनसे कैसे पार पाया?

उत्तर: हमारे सामने आई प्रमुख चुनौतियों में से एक तकनीकी महारत हासिल करना था, क्योंकि MRI चुंबक विकसित करने के लिए गहन विशेषज्ञता और सटीक इंजीनियरिंग की आवश्यकता होती है। यह शुरू में एक बड़ी बाधा थी। इसके अतिरिक्त, पारंपरिक MRI मशीनें शीतलन के लिए तरल हीलियम पर बहुत अधिक निर्भर करती हैं, और चूंकि भारत में हीलियम का प्रचुर भंडार नहीं है, इसलिए यह एक बड़ी बाधा थी। लागत को कमो और प्राथमिक चिंता थी, क्योंकि हमें यह सुनिश्चित करने की आवश्यकता थी कि प्रौद्योगिकी का उत्पादन और रख-रखाव किफायती हो। अंत में, MRI इमेजिंग को बढ़ाने के लिए कृत्रिम बुद्धिमत्ता (AI) को एकीकृत करना तकनीकी और कम्प्यूटेशनल दोनों चुनौतियों का सामना करता है।

इन चुनौतियों से पार पाने के लिए, हम तकनीकी जटिलताओं को दूर करने के लिए इंजीनियरों, भौतिकविदों और चिकित्सा पेशेवरों की एक बहु-विषयक टीम को एक साथ लाए। हमने आवश्यक सुपरकंडक्टिविटी प्राप्त करने के लिए वैकल्पिक शीतलन विधियों और उन्नत सामग्रियों की खोज करके हीलियम-मुक्त MRI मशीनों को विकसित करने पर ध्यान केंद्रित किया। धरेलू रूप से सोर्स की गई सामग्रियों और घटकों का उपयोग करके, हम उत्पादन लागत को कम रखने में सक्षम थे और दक्षता सुनिश्चित करने के लिए विनिर्माण प्रक्रिया को सुव्यवस्थित किया। AI एकीकरण से निपटने के लिए, हमने IT विशेषज्ञों के साथ साझेदारी की और मौजूदा AI फ्रेमवर्क का लाभ उठाकर परिष्कृत एल्गोरिदम विकसित किया, जो विशेष रूप से निम्न-क्षेत्र वातावरण में MRI इमेजिंग को बढ़ाने में सक्षम है।

प्रश्न: आप भारत में स्वास्थ्य सेवा परिदृश्य पर स्थानीय रूप से निर्मित MRI मशीनों के प्रभाव को किस तरह देखते हैं, विशेष रूप से व्यापक आबादी के लिए पहुंच और सामर्थ्य के संदर्भ में?

उत्तर: भारत में स्वास्थ्य सेवा परिदृश्य पर स्थानीय रूप से निर्मित MRI मशीनों का प्रभाव महत्वपूर्ण होगा। पहुंच के संदर्भ में, धरेलू उत्पादन हमें देशभर में उपलब्ध MRI मशीनों की संख्या में उल्लेखनीय वृद्धि करने की अनुमति देगा, विशेष रूप से कम सेवा वाले ग्रामीण और दूरदराज के क्षेत्रों में। स्थानीयकृत विनिर्माण का अर्थ है तेज और अधिक उत्तरदायी रखरखाव और सहायता, डउनटाइम को कम करना और यह सुनिश्चित करना कि मशीनें अधिक बार चालू हों। आयातित MRI मशीनों और भागों की आवश्यकता को समाप्त करने से लागत में नाटकीय रूप से कमी आने से वहीनयता में भी सुधार होगा, जिससे MRI स्कैन आबादी के व्यापक हिस्से के लिए अधिक किफायती हो जाएगा। स्थायी रखरखाव विदेशी कंपनियों के साथ महंगे वार्षिक रखरखाव अनुबंधों से बचकर MRI मशीनों पर समग्र व्यय को और कम करेगा, जिससे स्वास्थ्य सेवा प्रदाताओं और रोगियों दोनों को लाभ होगा।

प्रश्न: AI एकीकरण के साथ हल्के और लागत प्रभावी पूरे शरीर के स्कैनर जैसे नवाचार भारत में ग्रामीण स्वास्थ्य सेवा को कैसे बदल सकते हैं?

उत्तर: भविष्य में, स्कैनर को छोटा और हल्का बनाया जाएगा, जिससे उन्हें ग्रामीण क्लीनिकों और अस्पतालों में ले जाना और स्थापित करना आसान हो जाएगा। ऐसी MRI मशीनें विकसित करना, जिन्हें हीलियम की आवश्यकता नहीं है, उन्हें दूरदराज के क्षेत्रों में अधिक किफायती और रखरखाव में आसान बना देगा। AI एकीकरण छोटे चुंबकों और कम क्षेत्र शक्तियों के साथ भी छवि गुणवत्ता और निदान सटीकता को बढ़ाने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाएगा। ये नवाचार ग्रामीण स्वास्थ्य सेवा को महत्वपूर्ण रूप से बदल देंगे। उन्नत AI एकीकरण द्वारा सुगम नैदानिक क्षमता, यह सुनिश्चित करेगी कि छोटी और कम शक्तिशाली MRI मशीनें भी सटीक निदान के लिए उच्च गुणवत्ता वाली छवियाँ प्रदान करें। टेलीमेडिसिन बुनियादी ढांचे के साथ मिलकर, ये स्कैनर विशेषज्ञों के साथ दूरस्थ परामर्श को सक्षम करेंगे, जिससे समय पर निदान और उपचार सुनिश्चित होगा। इससे रोगियों को चिकित्सा देखभाल के लिए शहरी केंद्रों की यात्रा करने की आवश्यकता कम हो जाएगी, जिससे समय और पैसा बचेगा। इन नवाचारों द्वारा सुगम प्रारंभिक और सटीक निदान से ग्रामीण आबादी के लिए बेहतर स्वास्थ्य परिणाम और जीवन की गुणवत्ता में सुधार होगा।

बनाए रखने की क्षमता जैसी उन्नत विशेषताएं शामिल हैं।

एक उल्लेखनीय उपलब्धि जीरो-बॉयल-ऑफ (ZBO) क्रायोस्टेट का विकास है। यह अत्याधुनिक क्रायोस्टेट सुनिश्चित करता है कि चुंबक GM क्रायोस्टैट और हीट एक्सचेंजर-आधारित पुनः संघनन तकनीक का उपयोग करके 4.2K पर ठंडा रहे, जिससे तरल हीलियम की हानि के बिना इष्टतम परिचालन स्थिति बनी रहे।

इस क्षेत्र में IUAC टीम की सफलता ने भारत को ऐसे चुनिंदा देशों के समूह में शामिल कर दिया है जो ऐसी उन्नत तकनीक का उत्पादन करने में सक्षम हैं। धरेलू स्तर पर MRI मशीनों का उत्पादन करने की क्षमता न केवल आयात पर निर्भरता को कम करती है बल्कि भारत को इन महत्वपूर्ण चिकित्सा उपकरणों के संभावित निर्यातक के रूप में भी स्थापित करती है। यह विकासशील देशों में स्वास्थ्य सेवा की पहुंच को महत्वपूर्ण रूप से बढ़ा सकता है, जहां उन्नत चिकित्सा निदान की लागत और उपलब्धता एक महत्वपूर्ण चुनौती बनी हुई है।

सौजन्य से: साइंस मीडिया कम्युनिकेशन सेल, CSIR-NIScPR नई दिल्ली।

भारत सरकार

पत्तन, पोत परिवहन और

जलमार्ग मंत्रालय

जहाजरानी महानिदेशालय, मुंबई

शुद्धिपत्र जारी करने हेतु सूचना

सभी संबंधितों के ध्यान में लाया जाता है कि रोजगार समाचार दिनांक 3-9 फरवरी, 2024 को प्रकाशित मकेंटाइल मरीन विभाग, कोलकाता और चेन्नै में भरे जाने वाले वरिष्ठ व्यक्तिगत सहायक (प्रतिनियुक्ति के आधार पर स्थानांतरण द्वारा) के पद के लिए प्रतिनियुक्ति की अवधि 02 वर्ष के बजाय 03 वर्ष के रूप में बढ़ी जा सकती है।

(ऐश मोहम्मद)

नौवहन उप महानिदेशक (पीबी)

नौवहन महानिदेशालय

बीटा बिल्डिंग, 9वीं मंजिल

आई-थिंक टेक्नो कैंपस

कांजूर मार्ग (ई), मुंबई-400042

फोन नं. : 022-25752040/41/42/43

सीबीसी 37206/11/0005/2425

रो.स. 13/102

Development of a 1.5 T Whole body MRI Magnet System at IUAC



A cutview of the MRI magnet coils, service turret and a cryocooler

A view of the MRI magnet system after installing the magnet inside the cryostat