

रेडियो इमेजिंग - जीवाणु संक्रमण के निदान में अहम



डॉ. ज्योत्स्ना भट्टमित्रा और अनुष्का सचदेवा

भाभा परमाणु अनुसंधान केंद्र, मुंबई

बै

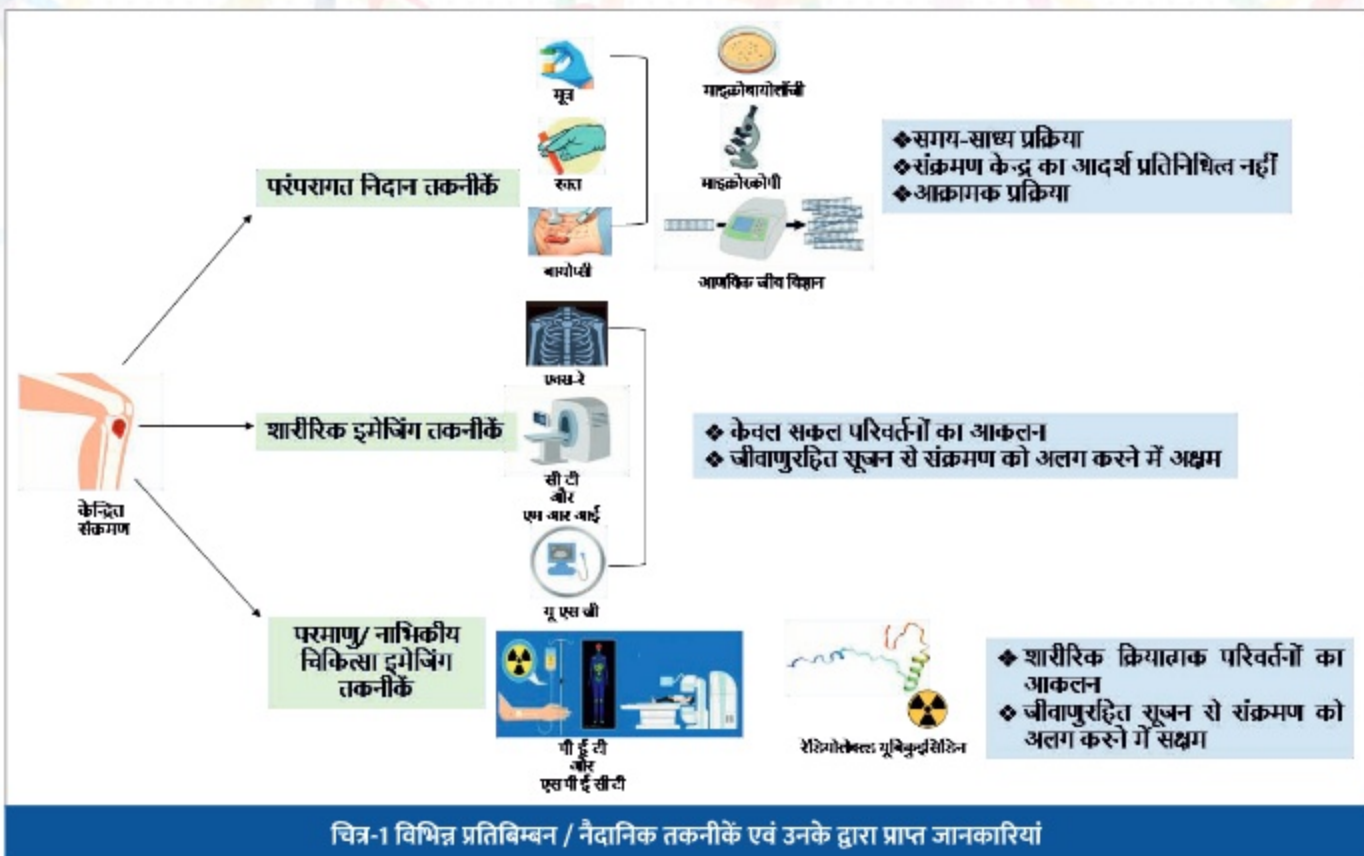
क्टीरिया, वायरस, कवक (फंगस) या परजीवी जैसे सूक्ष्मजीव जब शरीर में प्रवेश करते हैं और संख्या में बढ़ने लगते हैं तो व्यक्ति संक्रमण का शिकार होता है। संक्रमण सामान्यतः बुखार (ज्वर), लालिमा, सूजन, दर्द और प्रभावित स्थान पर गर्माहट (प्रदाह) जैसे लक्षणों के रूप में प्रकट होता है। संक्रमण के प्रकार और स्थान के अनुसार थकान, मवाद (पस) या साव (डिस्चार्ज), गले में खराश, खांसी, दस्त या उलटी जैसे अन्य लक्षण भी दिखाई दे सकते हैं। कई मामलों में रक्त परीक्षण में श्वेत रक्त कोशिकाओं (ल्यूकोसाइट्स) की संख्या अधिक पाई जाती है, जो शरीर की प्रतिरक्षा प्रतिक्रिया को दर्शाती है। ऐसा अनुमान है कि वर्ष 2050 तक कैंसर की तुलना में प्रतिजैविक (एंटीबायोटिक)-प्रतिरोधी संक्रमणों से जान गंवाने वालों की संख्या अधिक होगी। संक्रमणों का समय पर पता लगाना रोगाणुरोधी प्रतिरोध (एंटी-माइक्रोबियल रेजिस्टेंस) के खतरे से निपटने के लिए एक प्रभावी कार्यनीति है, जिससे रोगियों को उपयुक्त प्रतिजैविक (एंटीबायोटिक) औषधियां मिलना सुनिश्चित किया जा सकता है।

परंपरागत निदान प्रणाली में सूक्ष्मजीवविज्ञान (माइक्रोबायोलॉजी), सूक्ष्मदर्शिकी (माइक्रोस्कोपी) और आप्टिक जीवविज्ञान (मॉलिक्यूलर बायोलॉजी) का उपयोग किया जाता है, जिनमें मूत्र, रक्त (जो सामान्यतया संक्रमण केन्द्र का आदर्श प्रतिनिधित्व नहीं दर्शाता है) या उत्तक-परीक्षण (बायोप्सी; जो चीर-फाड़ युक्त प्रक्रिया है) जैसे जैवनमूनों की आवश्यकता होती है। साथ ही, ये तकनीकें काफी समय लेती हैं। आधुनिक प्रतिबिम्बन (इमेजिंग)

तकनीकें, इसके लिए प्रभावी नैदानिक विकल्प हैं।

नैदानिक प्रतिबिम्बन (इमेजिंग) का केन्द्रित / स्थानीय संक्रमणों, जैसे कि अज्ञात कारणों से होने वाला बुखार (एफ्यूओ), अस्थिमज्जा संक्रमण (ऑस्टियो-मायलाइटिस), कोमल ऊतक संक्रमण (एसटीआई), हड्डियों के प्रत्यारोपण / डिवाइस से संबंधित संक्रमण, संक्रामक अंतःहृद्शोथ (हृदय के अंदरूनी हिस्से की सूजन; एंडोकार्डाइटिस), इत्यादि की जांच में महत्वपूर्ण योगदान होता है। सामान्यतया प्रचलित प्रतिबिम्बन तकनीकें जैसे एक्स-रे, कम्प्यूटरीकृत टोमोग्राफी (सीटी स्कैन), चुंबकीय अनुनाद इमेजिंग (एमआरआई) और अल्ट्रासोनोग्राफी (यूएसजी) जीवाणुरहित सूजन से संक्रमण को भेद करने में सक्षम नहीं हैं। इसके अलावा, ये तकनीकें ऊतक/अंग में सकल परिवर्तनों का आकलन कर सकती हैं जो आमतौर पर संक्रमण के बाद के चरणों में होते हैं। शीघ्र परिणाम प्राप्त करने के लिए, नाभिकीय प्रतिबिम्बन (इमेजिंग) तकनीकें सहायक हो सकती हैं क्योंकि वे शारीरिक परिवर्तनों से पहले प्रकट होने वाले शारीरिक क्रियात्मक परिवर्तनों की जानकारी देती हैं। चित्र-1 में विभिन्न प्रतिबिम्बन/ नैदानिक तकनीकों एवं उनके द्वारा प्राप्त जानकारी को सांकेतिक रूप से दर्शाया गया है।

नाभिकीय चिकित्सा में रेडियोधर्मी तत्वों (जिन्हें रेडियोआइसोटोप भी कहा जाता है) का उपयोग किया जाता है। ये तत्व अस्थायी होते हैं एवं अधिक स्थायी अवस्था प्राप्त करने के लिए विविध प्रकार की विकिरण (रेडिएशन) उत्सर्जित करते हैं। नाभिकीय चिकित्सा में, इन तत्वों का



उपयोग विभिन्न रोगों के निदान एवं उपचार दोनों के लिए किया जाता है। इनका उपयोग शारीरिक क्रियाओं को देखने या विशिष्ट ऊतकों और अंगों को लक्षित करने के लिए अनुरेखक (ट्रेसर) के रूप में किया जा सकता है। कैंसर कोशिकाओं को नष्ट करने हेतु विकिरण प्रदान करने के लिए भी इनका उपयोग किया जा सकता है।

नैदानिक प्रतिबिम्बन (इमेजिंग) में कई प्रकार के रेडियोआइसोटोपों का व्यापक रूप से उपयोग किया जाता है। ^{99m}Tc सबसे अधिक उपयोग किया जाने वाला रेडियोआइसोटोप है। उपयुक्त अर्ध-आयु ($t_{1/2}$ = छह घंटे) और गामा विकिरण उत्सर्जन के कारण हड्डियों, हृदय, गुर्दे और यकृत के प्रतिबिम्बन (इमेजिंग) के लिए इसे वाहक अणुओं (कैरियर मॉलेक्यूल्स) से जोड़ने के बाद उपयोग में लाया जाता है। अन्य रेडियोआइसोटोप जैसे कि ^{131}I और ^{123}I का उपयोग थायरॉयड और मस्तिष्क के

प्रतिबिम्बन (इमेजिंग) के लिए किया जाता है। ^{201}Tl आमतौर पर मायोकार्डियल परफ्यूजन (हृदय रक्त प्रवाह) अध्ययनों में प्रयुक्त होता है। ^{18}F (विशेष रूप से फ्लोरोडीऑक्सीग्लूकोस; ^{18}F -FDG के रूप में) कैंसर, मस्तिष्क और हृदय के चयापचय (मेटाबोलिज्म) का मूल्यांकन करने के लिए एक मानक ट्रेसर है। ^{68}Ga का उपयोग सूजन, संक्रमण और कैंसर के निदान में व्यापक रूप से होता है।

पॉज़िट्रॉन एमिशन टोमोग्राफी (PET) और सिंगल फोटॉन एमिशन कंप्यूटेड टोमोग्राफी (SPECT) भी बहुप्रचलित नाभिकीय चिकित्सा पद्धतियाँ हैं। दोनों में ही इमेजिंग स्कैन के लिए उपयुक्त रेडियोआइसोटोप (ट्रेसर) को अंतर्शिरा (इंट्रावेनस) इंजेक्शन द्वारा शरीर में प्रवेशित कराया जाता है। रेडियोधर्मी ट्रेसर ऐसे वाहक अणुओं (कैरियर मॉलेक्यूल्स) से बने होते हैं जो रेडियोधर्मी परमाणु से दृढ़ रूप से बंधित

होते हैं। ये वाहक अणु स्कैन के उद्देश्य के आधार पर अनेक प्रकार के होते हैं। कुछ ट्रेसर ऐसे अणुओं का उपयोग करते हैं जो शरीर में किसी विशिष्ट प्रोटीन या शर्करा की ओर निर्देशित होते हैं। शोधकर्ताओं द्वारा एक आदर्श अनुरेखक की चर्चा भी की गई है। सबसे महत्वपूर्ण यह है कि रेडियोट्रेसर को संक्रमण की इमेजिंग के लिए उच्च सुग्राह्यता और विशिष्टता प्रदर्शित करनी चाहिए। इसके द्वारा संक्रमण को जीवाणुरहित सूजन से स्पष्ट रूप से अलग किया जाना चाहिए और गैर-लक्षित ऊतकों में न्यूनतम अवशोषण प्रदर्शित करना चाहिए।

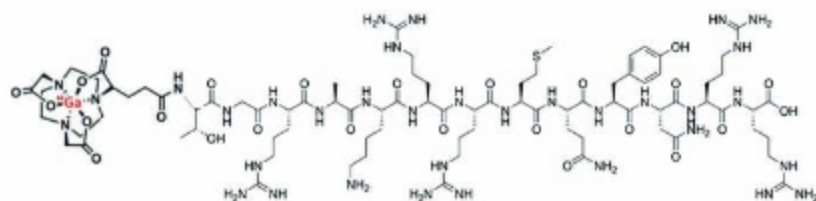
संक्रमण प्रतिबिम्बन (इमेजिंग) में रेडियोभेषजों की भागीदारी 1970 के दशक में शुरू हुई, जब ^{67}Ga एक प्रमुख रेडियोआइसोटोप के रूप में उभरा। ^{67}Ga साइट्रेट के बाद, 1980 के दशक में, पात्रे (इनविट्रो) ^{111}In या $^{99\text{m}}\text{Tc}$ रेडियोचिह्नित श्वेत रक्त कोशिकाओं जो संक्रमण के स्थान पर एकत्रित हो सकते हैं, रेडियो इमेजिंग हेतु विकल्प के रूप में उभरे और अभी भी संक्रमण निदान के लिए महत्वपूर्ण हैं। ये तकनीकें संक्रमण को नहीं, बल्कि उसके प्रभावों या लक्षणों का विश्लेषण कर रही थीं। तत्पश्चात, प्रत्यक्ष संसूचन (डायरेक्ट डिटेक्शन) के लिए संक्रमण-विशिष्ट एजेंट विकसित किए गए। संक्रमण इमेजिंग में इस विशिष्टता को लाने के लिए, प्रतिजैविक (एंटीबायोटिक्स), जो चयनात्मक रूप से रोगजनकों के साथ अंतःक्रिया करते हैं, रेडियोचिह्नित किए जाने वाले पहले विकल्पों में से एक थे और ट्रेसर के रूप में उपयोग किए जाते थे (उदाहरणार्थ $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -सिप्रोफ्लॉक्सासिन)।

जीवाणुरहित सूजन और संक्रमण में अंतर करना बहुत जरूरी है क्योंकि उससे चिकित्सा प्रवृत्ति का निर्णय लिया जा सकता है। कई मौजूदा तकनीकें ये अंतर करने में असमर्थ हैं या उनमें सुधार की संभावनाएँ हैं।

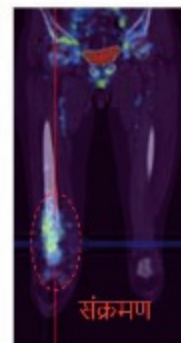
इसलिए, नए निदान एजेंटों की खोज जारी है। रोगाणुरोधी / एंटीमाइक्रोबियल पेप्टाइडों संक्रमण इमेजिंग एजेंट्स के डिजाइन के लिए आशाजनक विकल्प हैं। संक्रमण के इलाज में इन पेप्टाइडों को संभावित औषधियों के रूप में भी परखा जा रहा है। भाभा परमाणु अनुसंधान केंद्र के रेडियोफार्मास्युटिकल्स प्रभाग में ऐसे ही कुछ रेडियोचिह्नित रोगाणुरोधी पेप्टाइडों पर शोध कार्य किया जा रहा है।

यूबिक्विटिनिन एक प्राकृतिक रूप से पाया जाने वाला राइबोसोमिक प्रोटीन है जो अंतरण (ट्रांसलेशन-mRNA से प्रोटीन निर्माण) की प्रक्रिया में शामिल होता है। इसके अतिरिक्त, यह भी रिपोर्ट किया गया है कि इसमें रोगाणुरोधी गुण होते हैं और यह जीवाणु झिल्लियों से अंतर्क्रिया करने में सक्षम हो सकता है। यूबिक्विटिनिन एक धनायनिक AMP है, जो 59 एमिनो अम्लों से बना है। संक्रमण प्रतिबिम्बन के क्षेत्र में यह एक अच्छी तरह से जांचा गया AMP है। अक्षुण्ण लक्ष्यीकरण गुणों UBI पेप्टाइड अंशों (जैसे कि UBI (29-41)) को $^{99\text{m}}\text{Tc}$ और ^{68}Ga से चिह्नित करने के बाद प्रतिबिम्बन के लिए उपयोग में लाया जाता है। UBI (29-41) में पांच आर्जिनिन और एक लाइसिन की उपस्थिति, ऋणात्मक रूप से आवेशित जीवाणु झिल्ली के साथ स्थिरवैद्युतीय अंतर्क्रिया स्थापित करने के लिए जिम्मेदार है।

भाभा परमाणु अनुसंधान केंद्र के वैज्ञानिकों के निरंतर प्रयासों के फलस्वरूप रेडियोचिह्नित यूबिक्विटिनिन (UBI) की उपयोगिता, प्रयोगशाला में अच्छे परिणाम मिलने के बाद, अस्पतालों में सीमित नैदानिक परीक्षणों के माध्यम से देखी जा चुकी है। केंद्र के रेडियोभेषज प्रभाग में मौजूदा उपायों को बेहतर बनाने और संक्रमण प्रतिबिम्बन के लिए नए उपायों के विकास हेतु प्रयास निरंतर जारी हैं।



^{68}Ga -नोडागा-यू बी आई (29-41) की रासायनिक संरचना



दाहिने ऊरु में संक्रमण की पुष्टि करने वाली टू पॉजिटिव पी ई टी/सी टी स्कैन की नैदानिक छवि

चित्र- 2 ^{68}Ga -नोडागा-UBI (29-41) की रासायनिक संरचना एवं इसके उपयोग से प्राप्त PET/CT नैदानिक छवि



लेखिकागण का परिचय



डॉ. ज्योत्सना भट्टमित्रा



सुश्री अनुष्का सचदेवा

डॉ. ज्योत्सना भट्टमित्र, वैज्ञानिक अधिकारी-ई और सुश्री अनुष्का सचदेवा, वैज्ञानिक अधिकारी-सी वर्तमान में, भाभा परमाणु अनुसंधान केंद्र, मुंबई के रेडियोभेषज प्रभाग में कार्यरत हैं।

“ऊर्जा का एकमात्र नवीन स्रोत, जिसके प्रति मैं आशान्वित हूँ, वह परमाणु ऊर्जा है।”

— परमाणु ऊर्जा की संभावित भूमिका पर डॉ. भाभा के विचार

