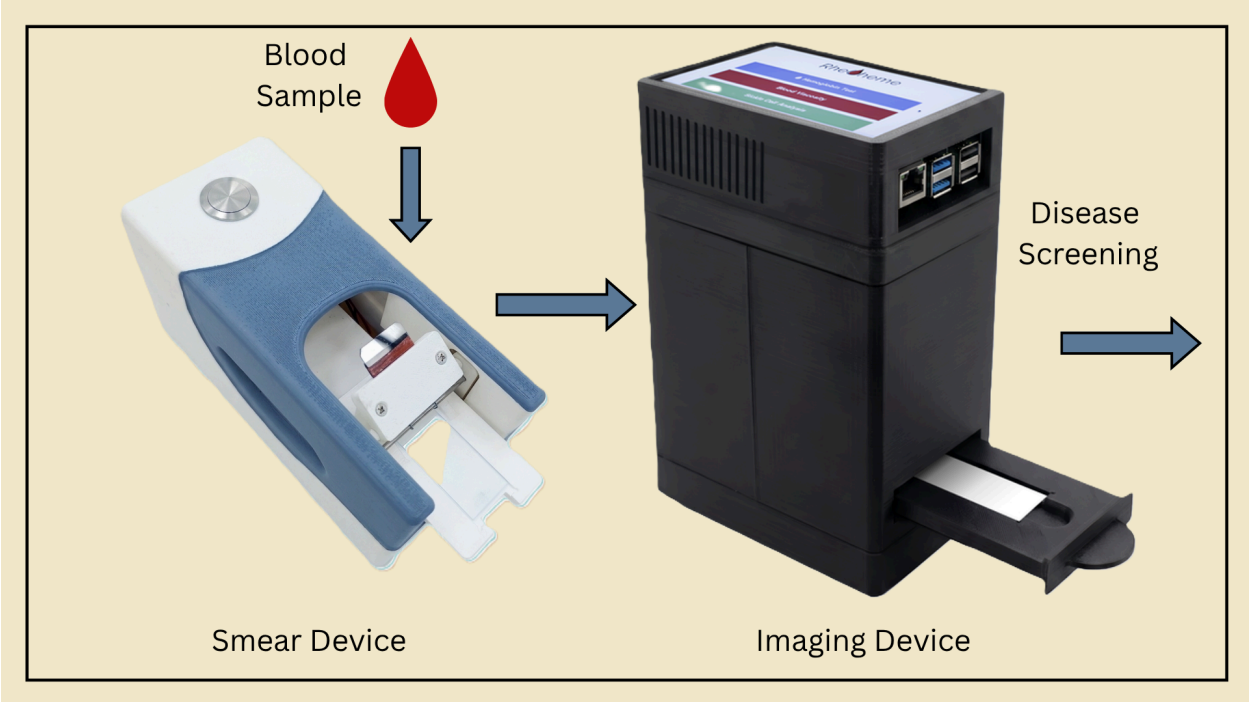
रक्ताच्या भौतिकशास्त्रीय चाचणीचा दोन रोगांच्या निदानासाठी उपयोग

आयआयटी मुंबईच्या संशोधकांनी लॅबची सुविधा उपलब्ध नसलेल्या ठिकाणी देखील ॲनिमिया आणि सिकल सेल आजारांची तपासणी करू शकणारे एक किफायती उपकरण विकसित केले आहे.



संशोधकांनी विकसित केलेली उपकरणे. डावीकडे : स्मियर उपकरण. उजवीकडे : इमेजिंग उपकरण.

प्रतिमा श्रेय : रिओहीम प्रायव्हेट लिमिटेड.

पॅथॉलॉजी प्रयोगशाळांमध्ये विविध आजार आणि शारीरिक स्थितींचे निदान करण्यासाठी 'ब्लड स्मियर' म्हणजे रक्त नमुन्याच्या लेपाच्या चाचण्या नियमितपणे केल्या जातात. तरीही, दुर्गम भाग आणि लहान रुग्णालयांमध्ये ॲनिमियासारख्या (रक्तक्षय) सामान्य आरोग्य समस्यांसाठी देखील सुसज्ज चाचणी सुविधांचा अभाव दिसून येतो. ॲनिमियामध्ये हिमोग्लोबिनचे प्रमाण कमी होते आणि शरीराला ऑक्सिजनची कमतरता भासते. लाल रक्तपेशींशी संबंधित आणखी एक आजार म्हणजे 'सिकल सेल' रोग. हा एक अनुवांशिक विकार असून त्यामुळे लाल रक्तपेशी कडक बनतात आणि लहान रक्तवाहिन्यांमध्ये अडथळा निर्माण करू शकतात. हा आजार भारतातील आदिवासी समुदायांमध्ये मोठ्या प्रमाणावर आढळतो, पण तरी तुलनेने दुर्लक्षित राहिलेला आजार आहे.

भारतीय तंत्रज्ञान संस्था मुंबई (आयआयटी मुंबई) येथील रासायनिक अभियांत्रिकी विभागातील प्रा. महेश

तिरुमकूडुलु यांच्या नेतृत्वाखालील संशोधन गटाने रक्ताच्या नमुन्याच्या लेपाची लांबी, म्हणजेच काचेच्या पट्टीवर रक्ताचा थेंब किती अंतरापर्यंत पसरतो ह्या परिमाणाचा वापर करून एक सोपी आणि स्वस्त 'पॉइंट-ऑफ-केअर' चाचणी पद्धत विकसित केली आहे. म्हणजे ही पद्धत प्राथमिक आरोग्य केंद्रात किंवा रुग्णाजवळच पॅथॉलॉजी लॅब शिवाय वापरता येऊ शकते. ह्या पद्धतीद्वारे ॲनिमियाचे निदान करणे तसेच सिकल सेल आजाराचे निदान आणि त्याच्या उपचारांची पाहणी करणे शक्य होते. प्रा. तिरुमकूडुलु यांच्या प्रयोगशाळेतील माजी पीएचडी संशोधक डॉ. महरूख मीर ह्या अभ्यासाच्या प्रथम लेखिका आहेत आणि वलसाड रक्तदान केंद्राचे भावेश राईचा हे सह-लेखक आहेत. सदर शोधनिबंध *लॅब ऑन अ चिप* ह्या जर्नलमध्ये प्रकाशित झाला आहे.

पॅथॉलॉजी प्रयोगशाळांमध्ये रक्तपेशींचा आकार, त्यांची संख्या किंवा मलेरियासारख्या परजीवींची तपासणी करण्यासाठी सूक्ष्मदर्शकाखाली रक्त नमुन्याच्या लेपाचे निरीक्षण करणे ही पद्धत सहसा वापरली जाते. प्रयोगशाळेतील प्रशिक्षित तंत्रज्ञ काचेच्या पट्टीवर (स्लाईड) रक्ताच्या नमुन्याचा एक थेंब ठेवून दुसरी पट्टी त्यावर घासतात आणि रक्ताचा एक पातळ लेप तयार करतात. वैद्यकीय क्षेत्रात ही अत्यंत जुनी आणि नियमितपणे वापरली जाणारी पद्धत असली, तरी हाताने तयार केलेल्या रक्ताच्या लेपाची, म्हणजेच 'स्मियर'ची लांबी आणि जाडी ही तो लेप तयार करणाऱ्या व्यक्तीनुसार वेगवेगळी असू शकते.

प्रा. तिरुमकूडुलु यांच्या गटाने एकसमान पद्धतीने रक्ताचा स्मियर तयार करण्यासाठी स्वतःचे छोटे स्वयंचलित उपकरण तयार केले. त्यामध्ये एका काचेच्या पट्टीवर एका ठराविक कोनात दुसरी काचेची पट्टी टेकवली जाते. खाली असलेल्या काचेच्या पट्टीवर रक्ताच्या नमुन्याचा एक थेंब ठेवला जातो आणि वरची काच रक्ताच्या थेंबावरून नियंत्रित वेगाने पुढे सरकवली जाते. रक्ताचा थेंब खालील पट्टीवर जसजसा पसरत जातो, तसतसा त्याचा लेप अधिक पातळ होत जाऊन शेवटी संपतो; यामुळे तयार झालेल्या रक्ताच्या लेपाची लांबी अचूकपणे मोजता येते.

नियंत्रित परिस्थितीत केलेल्या ह्या चाचणीत वेगवेगळ्या व्यक्तींच्या रक्त नमुन्याच्या लेपाची लांबी वेगवेगळी असल्याचे दिसते. ह्या फरकामध्येच त्या व्यक्तीच्या आरोग्याबद्दल अत्यंत उपयुक्त माहिती दडलेली असते.

आपल्या पूर्वीच्या अभ्यासात संशोधकांनी रक्ताच्या लेपाच्या आधारे रक्ताची श्यानता (व्हिस्कॉसिटी) मोजता येऊ शकते हे गणितीयदृष्ट्या सिद्ध करून दाखवले होते. प्रा. तिरुमकूडुलू यांनी स्पष्ट केले, *"जास्त दाट रक्त सहजासहजी पसरत नाही आणि त्यामुळे समान स्थितीमध्ये तयार केलेला त्याचा लेप (दाटपणा किंवा श्यानता कमी असलेल्या रक्ताच्या लेपाच्या तुलनेने) कमी लांबीचा आणि अधिक जाडीचा तयार होतो."* त्यांनी रिओमीटरवर आधारित (द्रवांचे वहन मोजणारे एक उपकरण) प्रचलित मोजमाप पद्धतींच्या सहाय्याने

आपल्या निष्कर्षांची यशस्वी पडताळणी केली.

ही पद्धत रक्ताच्या श्यानतेतील सूक्ष्म बदलही ओळखू शकते याची खात्री झाल्यानंतर, ह्या फरकांचा वापर विविध आजारांचे निदान करण्यासाठी होऊ शकतो का याचा शोध घेण्याचे संशोधकांच्या गटाने ठरवले.

रक्ताची श्यानता किंवा त्याचा दाटपणा 'हिमॅटोक्रिट' म्हणजे रक्तातील लाल रक्तपेशींचे प्रमाण, प्लाझ्माची श्यानता आणि लाल रक्तपेशी किती सहजतेने आपला आकार बदलू शकतात यावर अवलंबून असते. आजारामध्ये ह्या घटकांमध्ये बदल होतो : ॲनिमियामध्ये लाल रक्तपेशींचे प्रमाण आणि हिमोग्लोबिन कमी होते, तर सिकल सेल आजारात पेशी कडक बनतात.

तीव्र ॲनिमियाचे निदान करता येऊ शकते का ते तपासण्यासाठी संशोधकांनी ५१६ व्यक्तींचा अभ्यास केला आणि त्यांच्या रक्ताच्या श्यानतेची तुलना त्यांच्या रक्तातील हिमोग्लोबिनच्या मात्रेशी केली. त्यांनी गोळा केलेल्या आकडेवारीवरून असे दिसून आले की हिमोग्लोबिनचे प्रमाण वाढले की रक्ताची श्यानताही वाढते. यावरून संशोधकांनी तीव्र ॲनिमिया दर्शवणाऱ्या हिमोग्लोबिनच्या प्रमाणाशी (प्रति डेसिलिटर ८ ग्रॅमपेक्षा कमी हिमोग्लोबिन) संबंधित रक्ताच्या श्यानतेच्या काही अंदाजे मर्यादा निश्चित केल्या. त्यांच्या निष्कर्षांवरून असे स्पष्ट झाले की ह्या आजाराने ग्रस्त असलेल्या ९५.१% व्यक्तींची आणि आजार नसलेल्या ८६% व्यक्तींची अचूक पडताळणी करता आली आणि त्यांची हिमोग्लोबिन पातळी सुमारे ±०.८ ग्रॅम प्रति डेसिलिटर इतक्या अचूकतेने ओळखता आली.

"केवळ श्यानतेचे मूल्य कळणे निदानासाठी उपयुक्त नाही," असे प्रा. तिरुमकूडुलु यांनी नमूद केले. *"एखाद्या डॉक्टरांना आपण रुग्णाच्या रक्ताची श्यानता सांगितली, तर त्यावरून ते उपचाराबाबत कोणताही ठोस निर्णय घेऊ शकत नाहीत. पण जर आपण त्यांना सांगितले की हिमोग्लोबिनची पातळी आठ आहे, तर पुढे नेमके काय उपचार करायचे हे त्यांना अचूकपणे सांगता येते."*

संशोधकांनी 'इमेजिंग'च्या आधारे (प्रतिमा घेऊन त्या आधारे) हिमोग्लोबिनची पातळी सांगू शकणारी आणखी एक पद्धत विकसित केली आहे. ह्या पद्धतीत केवळ लेपाच्या लांबीवर अवलंबून न राहता रक्त नमुन्याच्या सुकलेल्या लेपाच्या रंगाच्या गडदपणावरून हिमोग्लोबिनचा अंदाज लावला जातो. १,००० हून अधिक वैद्यकीय रुग्णांवर ह्या पद्धतीची चाचणी घेण्यात आली. ह्या पद्धतीचे निष्कर्ष प्रमाणित हिमोग्लोबिन मोजमापांशी अत्यंत सुसंगत असल्याचे आढळले. पद्धतीची अचूकता सुमारे ±०.५ ग्रॅम प्रति डेसिलिटर इतकी दिसून आली आणि याद्वारे प्रति डेसिलिटर २.० ग्रॅम इतके कमी असलेले हिमोग्लोबिनचे प्रमाणही अचूकपणे ओळखता आले.

सिकल सेल रोगाच्या निदानासाठी मात्र एका वेगळ्या प्रक्रियेची गरज असते. सिकल सेल बाधित व्यक्तींच्या

शरीरात हिमोग्लोबिनचे एक बदललेले स्वरूप तयार होते, ज्याला एचबीएस असे म्हणतात. रक्तातील ऑक्सिजनचे प्रमाण सामान्य असताना एचबीएस असलेल्या रक्ताच्या नमुन्याच्या श्यानतेमध्ये फारसा बदल दिसून येत नाही, परंतु जेव्हा रक्तातील ऑक्सिजनचे प्रमाण कमी होते तेव्हा एचबीएस असलेले रक्त अधिक दाट होण्याकडे त्याचा कल असतो. केवळ रक्त नमुन्याच्या लेपाच्या (स्मियर) लांबीवरून सिकल सेल रोगाचे निदान करणे शक्य होत नाही. त्यामुळे केवळ तेवढ्यावर अवलंबून न राहता, संशोधकांनी रक्ताच्या नमुन्याच्या लेपाची लांबी आणि त्या नमुन्यातून ऑक्सिजन काढून घेतल्यानंतर त्याच्या लेपाची लांबी ह्या दोन्ही मधील फरकाचा वापर केला.

रक्ताच्या नमुन्यांमधील ऑक्सिजन काढून घेण्यासाठी (सिकलिंग प्रक्रिया) संशोधकांनी सोडियम मेटाबायसल्फाइट ह्या स्वस्त आणि सहज उपलब्ध होणाऱ्या रसायनाचा वापर केला. ऑक्सिजन काढण्यापूर्वी आणि काढल्यानंतरच्या रक्ताच्या लेपांच्या लांबीची तुलना केल्यावर ऑक्सिजन काढल्यानंतर रक्त किती दाट झाले आहे हे समजते, आणि त्यावरून श्यानतेमध्ये झालेली वाढ टक्केवारीमध्ये स्पष्टपणे मोजता येते.

"सिकलसेल आजार नसलेल्या सामान्य व्यक्तीच्या रक्तातील ऑक्सिजन काढून घेतल्यानंतर देखील रक्ताच्या श्यानतेमध्ये फारसा बदल होत नाही," असे डॉ. महरूख म्हणाल्या. जर एखाद्या व्यक्तीला एकाच पालकाकडून सिकल सेल रोगाचे जनुक मिळालेले असेल (या व्यक्तीला वाहक म्हणतात), तर श्यानतेत केवळ किंचित वाढ होते. याउलट, जर व्यक्तीला दोन्ही पालकांकडून सिकल सेल रोगाचे जनुक मिळालेले असेल, म्हणजेच ती व्यक्ती पूर्णपणे सिकल सेल रोगग्रस्त असेल, तर श्यानतेतील ही वाढ सरासरी १२५% पर्यंत होते.

महाराष्ट्र आणि मध्य भारतातील आदिवासी भागात ३९४ लोकांवर ह्या पद्धतीच्या केलेल्या प्रत्यक्ष चाचण्यांवरून संशोधकांची पद्धत प्रभावी असल्याचे सिद्ध झाले. निरोगी व्यक्तींमध्ये ऑक्सिजन काढून घेतल्यानंतर रक्ताच्या श्यानतेत १७% पेक्षा कमी वाढ झाली. सिकल सेलचे केवळ वाहक असलेल्या व्यक्तींमध्ये ही वाढ १७ ते ७०% पर्यंत दिसून आली, तर पूर्णपणे सिकल सेल रोगग्रस्त असलेल्या रुग्णांमध्ये ही वाढ ७०% पेक्षा अधिक असल्याचे आढळले. ह्या स्पष्ट फरकामुळे संशोधकांच्या चाचणीद्वारे सुमारे ९५% बाधित रुग्णांना अचूक ओळखण्यात आणि सुमारे ९५% निरोगी व्यक्तींना वेगळे करण्यात यश मिळाले.

ही चाचणी सिकल सेल रोगाच्या उपचारासाठी प्रामुख्याने वापरले जाणारे हायड्रॉक्सियुरिया हे औषध घेणाऱ्या रुग्णांसाठीही तितकीच उपयुक्त ठरली. हायड्रॉक्सियुरिया हे औषध साधारण निम्म्या रुग्णांमध्येच गुणकारी ठरते आणि उपचारांना मिळणारा प्रतिसादही प्रत्येक रुग्णामध्ये वेगवेगळा असू शकतो. ह्या औषधाचा वापर करणाऱ्या रुग्णांमध्ये ऑक्सिजन काढून घेतल्यानंतर रक्ताच्या नमुन्याच्या श्यानतेतील वाढ सुमारे १२५% वरून घसरून ७०% पर्यंत खाली आली. यावरून हे औषध शरीरात प्रभावीपणे काम करत

असल्याचे सिद्ध झाले. सिकल सेल रोगावर उपचार सुरू असताना ते किती परिणाम करत आहेत ह्यावर लक्ष ठेवण्यासाठीही ह्या चाचणीचा उपयोग केला जाऊ शकतो हे स्पष्ट झाले.

साधी-सोपी असल्यामुळे ॲनिमिया आणि सिकल सेल रोगाचे निदान करण्यासाठी सदर पद्धत एक उत्तम पर्याय आहे असे संशोधकांना वाटते. त्यांनी तयार केलेले पेटंटप्राप्त स्वयंचलित उपकरण देखील माफक खर्चात तयार करता येते असे त्यांनी सांगितले. याशिवाय, ह्या चाचणीसाठी केवळ एक पिपेट, काचेच्या पट्ट्या (स्लाईड), एक स्वस्त रसायन, सिकलिंगच्या प्रक्रियेसाठी लागणाऱ्या काचेच्या लहान बाटल्या आणि लेपाची लांबी मोजण्यासाठी एक पट्टी (स्वयंचलित असल्यास इमेजिंग उपकरण) इतक्याच सामग्रीची गरज असते.

आपल्या उपकरणाचा वापर थेट रुग्णांजवळच करता येण्याचे महत्त्व सांगताना डॉ. महरूख यांनी सांगितले, *"पारंपारिक पद्धतीने निदान करणाऱ्या प्रयोगशाळांपर्यंत पोहोचणे जिथे कठीण असते तिथे आमचे हे तंत्र अत्यंत उपयुक्त ठरते. शिवाय, हे उपकरण वापरण्यासाठी कोणत्याही विशेष कौशल्याची आवश्यकता नसते."*

संशोधकांनी हे स्पष्ट केले की वेगवेगळ्या लोकांमध्ये रक्ताच्या श्यानतेची मर्यादा वेगवेगळी असते, कारण ऑक्सिजनचे प्रमाण कमी झाल्यावर रक्त कसे प्रतिसाद देते यावर काही अनुवांशिक बदलांचा परिणाम होतो. याशिवाय, जेव्हा रक्ताची श्यानता आणि ॲनिमिया यांच्यातील नेहमीचा संबंध जुळत नाही तेव्हा ॲनिमियाच्या ह्या चाचणीद्वारे काही रुग्णांच्या बाबतीत निदान चुकू शकते, उदाहरणार्थ जेव्हा 'हायपरव्हिस्कोसिटी सिंड्रोम' नावाच्या एका दुर्मीळ आजारात रक्तातील प्लाझ्मा असामान्यपणे दाट असते.

व्यावसायिक उत्पादनासाठी आयआयटी मुंबईच्या 'रिओहीम प्रायव्हेट लिमिटेड' ह्या नवउद्योगाला (स्टार्टअप) ह्या तंत्रज्ञानाचा परवाना देण्यात आला आहे. हे तंत्रज्ञान बाजारात आणण्यासाठी आणि त्याला प्रशासकीय मंजुरी मिळवण्यासाठी संशोधकांचा गट सध्या जबलपूर येथील राष्ट्रीय आदिवासी आरोग्य संशोधन संस्था (आयसीएमआर-एनआयटीएचआर) आणि नागपूर येथील अखिल भारतीय आयुर्विज्ञान संस्था (एम्स) यांच्याबरोबर काम करत आहे. याशिवाय ह्या तंत्रज्ञानाचा वापर रक्ताच्या गुठळ्या होण्यासाठी लागणारा वेळ आणि साखरेचे प्रमाण मोजण्यासाठी करता येऊ शकतो का याचाही शोध घेणे चालू आहे.

"सुरुवातीला आमचा उद्देश केवळ रक्ताच्या पसरणाऱ्या थेंबामागील भौतिकशास्त्र समजून घेणे हा होता. त्यातूनच पुढे ह्या वैद्यकीय अनुप्रयोगांचा मार्ग मोकळा झाला," द्रवयांत्रिकीच्या (फ्लुइड मेकॅनिक्स) मूलभूत अभ्यासापासून ते निदान करण्यासाठी एका संभाव्य उपकरणापर्यंतच्या आपल्या ह्या प्रवासावर प्रकाश टाकताना प्रा. तिरुमकूडुलू यांनी शेवटी सांगितले.

VETTED / UNVETTED	Vetted

Title of Research Paper	Fluid mechanics of thin blood films to detect anemia and sickle cell disease
DOI of the Research Paper as a link	https://doi.org/10.1039/d5lc00943j
List of all researchers with affiliations	Mahrukh A. Mir - Department of Chemical Engineering, Indian Institute of Technology, Bombay, Powai Mahesh S. Tirumkudulu - Department of Chemical Engineering, Indian Institute of Technology, Bombay, Powai Bhavesh Raicha - Valsad Raktdan Kendra, RNC Free Eye Hospital Campus, Valsad, Gujarat
Email of researcher/s	mahesh@iitb.ac.in
Writer name	Manjeera Gowravaram
Transcreator name	Shilpa Inamdar-Joshi
Credits to Graphic:	Rheoheme Private Limited
Subject [FOR EDITOR] - Please Highlight in RED (Multiple allowed)	Science/Technology/Engineering/Ecology/Health/Society
Article to be Sectioned Under	Deep Dive/Friday Features/Fiction Friday/Joy of Science/News+Views/News/Scitoons/Catching up/OpEd/Featured/Sci-Qs/Infographics/Events
Social Media TAGS separated by Comma	#anemia, #sicklecelldisease, #bloodtest, #diagnosis, #ruralcommunities
Social Media Posts Suggestions/ Links to interesting relevant content [optional] [writer]	
Social Media Handles to be added	@iitbombay

Social Media handles of writer	https://www.linkedin.com/in/manjeera-gowravaram/
Social Media handles of researchers	
Funding information (Source: Research paper)	Abdul Kalam Technology Innovation National Fellowship, TiH Foundation and WRCB at IIT Bombay, Department of Science and Technology, Department of Biotechnology, BFIBiome Program, t Coal India Limited via the RuTaG program of CTARA IIT Bombay, ICMR and ANRF
Conflict of Interest/Competing Interest information (Source: Research paper)	Mahesh Tirumkudulu and Mahrukh Mir hold two patents related to the smear device and one patent for using smear assay for sickle cell disease. Mahesh Tirumkudulu is the founder of Rheoheme Private Limited, a biomedical device company.
Co-PI information (Source: Research paper)	None
Location:	Mumbai