มติชน

ปีที่ 27 ฉบับที่ 9611 3 กรกฎาคม พุทธศักราช 2547

ก5806

Siam Photon

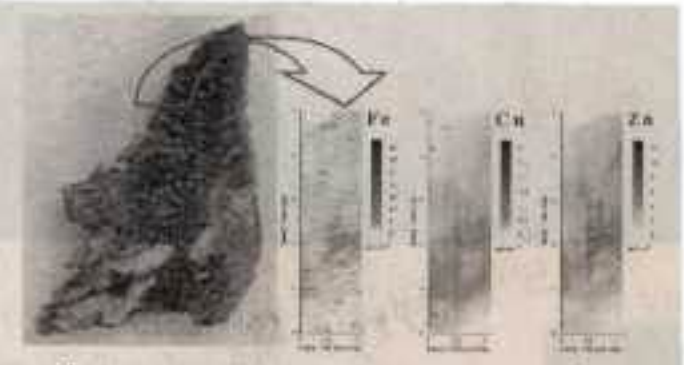
แสงซินโครตรอนในงานวิจัยเกี่ยวกับมะเร็ง

แสงซินโครตรอนเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่ประกอบด้วยรังสีพลังงานต่างๆ ตั้งแต่รังสีอินฟราเรดจนถึงรังสีเอ็กซ์ ซึ่งเป็นทางเลือกใหม่ของแหล่งกำเนิดแสงที่มีคุณภาพสูงในวงการทดลอง และการวิจัยทางการแพทย์ โดยเฉพาะการศึกษาความผิดปกติในระดับของเซลล์และเนื้อเยื่อ เพื่อนำไปสู่การรักษาโรค แม้กระทั่งการศึกษาโครงสร้างอะตอมเพื่อการแก้ไขในระดับของยีนและโปรตีน งานวิจัยด้านชีววิทยาของมะเร็งส่วนหนึ่งจึงให้ความสำคัญกับการควบคุมการแบ่งตัวของเซลล์และการเปลี่ยนแปลงของสารเคมีในเซลล์มะเร็ง เทคนิคการทดลองด้วยแสงซินโครตรอนได้ถูกนำมาใช้อย่างกว้างขวางในการค้นหาข้อมูลในระดับเซลล์และโมเลกุลภายในเซลล์ ซึ่งในฉบับนี้จะกล่าวถึงเทคนิคทางสเปกโตรสโคปีในย่านพลังงานแสงที่แตกต่างกันคือ รังสีเอ็กซ์และรังสีอินฟราเรด

เทคนิค **x-ray absorption spectroscopy (XAS)** เป็นเทคนิคที่ใช้วิเคราะห์อะตอมของธาตุโลหะที่ถูกกระตุ้นด้วยรังสีเอ็กซ์ ทำให้อะตอมเกิดการดูดกลืนพลังงานของรังสี (x-ray absorption) และยังสามารถกระตุ้นให้อะตอมแต่ละชนิดเกิดการเรืองแสงได้ (x-ray fluorescence, XRF) นักวิจัยอาศัยการวิเคราะห์รูปแบบของโครงสร้าง XANES และ EXAFS ที่ได้จากการทดลองด้วยแสงซินโครตรอน ในการศึกษาสถานะเคมี (สถานะออกซิเดชัน) ของอะตอมที่ถูกกระตุ้นและอะตอมที่อยู่ในบริเวณข้างเคียง นอกจากนี้ยังสามารถวัด XRF ที่มีค่าพลังงานเจาะจงตามชนิดของอะตอม สำหรับหาการกระจายตัวและความเข้มข้นของอะตอมโลหะได้หลายชนิด

การใช้แสงซินโครตรอนที่มีขนาดเล็กในการทดลองช่วยให้นักวิจัยวัดความเข้มข้นของโลหะในเซลล์และเนื้อเยื่อที่เจือจางมากๆ ได้ (ระดับไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร) เทคนิคนี้ใช้ได้ดีสำหรับวิเคราะห์เนื้อเยื่อของผู้ป่วยโรคมะเร็งดังตัวอย่างในรูปที่ 1 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าเนื้องอกจากมะเร็งปอดมีปริมาณของเหล็ก (Fe) ทองแดง (Cu) และสังกะสี (Zn) มากกว่าปกติ *[1]*

นอกจากการสะสมของอะตอมโลหะในระดับที่ผิดปกติแล้วสถานะออกซิเดชันของโลหะเองก็มีส่วนเกี่ยวข้องกับมะเร็ง ในกรณีของเนื้องอกจากมะเร็งต่อม ลูกหมากและไต นักวิจัยกลุ่มหนึ่งพบว่ามีการสะสมของอะตอมของธาตุเหล็กในสถานะออกซิเดชันที่แตกต่างไปจากปกติ คือ Fe3+ แทนที่จะเป็น Fe2+ จากการวิเคราะห์โครงสร้าง XANES *[2]*

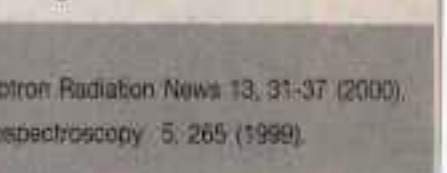


รูปที่ 1 ภาพจากการทดลองแสดงการสะสมของเหล็ก (Fe) ทองแดง (Cu) และสังกะสี (Zn) ในเนื้อเยื่อจากปอด โลหะทั้งสามชนิดนี้สะสมมากในบริเวณที่เป็นมะเร็ง (ส่วนที่เป็นสีขาวในรูปซ้าย) [1]

นอกจากการใช้เทคนิคทางสเปกโตรสโคปีในย่านรังสีเอ็กซ์แล้ว เราสามารถใช้แสงซินโครตรอนในย่านรังสีอินฟราเรดสำหรับวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงทางเคมีในเซลล์และเนื้อเยื่อได้ ซึ่งจะใช้ได้ดีกว่าแสงจากหลอดผลิตรังสีอินฟราเรดทั่วไปเพราะสามารถ

> **"เทคนิคการทดลองด้วยแสงซินโครตรอนได้ถูกนำมาใช้อย่างกว้างขวางในการค้นหาข้อมูลในระดับเซลล์และโมเลกุลภายในเซลล์"**

ปรับขนาดของลำแสงซินโครตรอนให้อยู่ในระดับ 20-30 ไมโครเมตร ได้เทคนิคนี้เรียกว่า **infrared microspectroscopy** พลังงานของรังสีอินฟราเรดที่เซลล์หรือเนื้อเยื่อดูดกลืนไป จะไปกระตุ้นการสั่นของโมเลกุลชนิดต่างๆ เช่น โปรตีน คาร์โบไฮเดรต



รูปที่ 2 ภาพเนื้อเยื่อจากผิวหนัง (A) และผลการทดลองด้วยเทคนิค infrared microspectroscopy (B) เนื้อเยื่อในส่วนของหนังกำพร้า และหนังแท้ วิเคราะห์จากการดูดกลืนรังสีอินฟราเรดของกรดนิวคลีอิก ไลปิด และคอลลาเจน สำหรับในบริเวณเนื้องอก (บริเวณที่มีการแบ่งตัวของเซลมากกว่าปกติ) จะมีกรดนิวคลีอิกเป็นส่วนใหญ่ [4]

สารไขมัน (lipid) และ กรดนิวคลีอิก(nucleic acid) เราสามารถใช้สเปกตรัมของแต่ละโมเลกุลที่มีลักษณะเฉพาะตัว *[3]* เพื่อติดตามสัญญาณเคมีภายในเซลล์และเนื้อเยื่อได้โดยเฉพาะในเนื้องอกซึ่งมีปริมาณกรดนิวคลีอิกมากกว่าปกติ เทคนิคนี้จึงเป็นประโยชน์ต่อการศึกษาจุลกายวิภาคศาสตร์ของเนื้อเยื่อมะเร็งและโรคอื่นๆ และคาดว่าจะได้รับการพัฒนาต่อไปเพื่อใช้ในการตรวจความผิดปกติของเนื้อเยื่อในระยะแรกเริ่มซึ่งเป็นระยะที่ทำการรักษาได้ก่อนที่จะเข้าสู่ระยะร้ายแรง

ศูนย์ปฏิบัติการวิจัยเครื่องกำเนิดแสงซินโครตรอนแห่งชาติ
กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

เรียบเรียงโดย :
ดร. วันทนา คล้ายสุบรรณ์
นักวิจัยศูนย์ฯ
E-mail : wantana@nsrc.or.th

ตู้ ปณ. 93 ปณจ.นครราชสีมา 30000
Tel. 0-4421-7040
http:\\ www.nsrc.or.th

เอกสารอ้างอิง

[1] P. Pleshnov et. al., a research at Advance Light Source
[2] W. M. Kwiatek et. al., Journal of Trace Elements in Medicine and Biology 16, 155-160 (2002).
[3] L. M. Miller et. al., Synchrotron Radiation News 13, 31-37 (2000).
[4] L. M. McIntosh et. al., Biospectroscopy 5, 265 (1999).