หอสมุดกลาง จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย

บทที่ ๖

การถ่ายภาพรังสีเอ๊กซทางการแพทย์

การถ่ายภาพรังสีเอ๊กซ แยกออกได้เป็นสองกรณีที่สำคัญ คือ การถ่ายภาพรังสีทางอุตสาหกรรม และการถ่ายภาพรังสีทางการแพทย์ ซึ่งการถ่ายภาพรังสีทางอุตสาหกรรมนั้น จะต้องใช้รังสีเอ๊กซที่มีพลังงานสูง ๆ กว่าทางการแพทย์

การถ่ายภาพรังสีเอ๊กซทางการแพทย์ในที่นี้หมายถึง การถ่ายภาพรังสีเอ๊กซของร่างกายมนุษย์ เพื่อการศึกษาและวินิจฉัยโรค ซึ่งพอจะแบ่งออกได้เป็นสองเทคนิค คือ เทคนิคในการถ่ายภาพรังสีโดยใช้พลังงานรังสีเอ๊กซสูง และ เทคนิคในการถ่ายภาพรังสีโดยใช้พลังงานเอ๊กซต่ำ ๆ

๖.๑ <u>การถ่ายภาพโดยใช้พลังงานรังสีสูง</u> พลังงานรังสีเอ๊กซที่ใช้ในการถ่ายภาพรังสีทางการแพทย์นั้นจะต่ำกว่า ๑๕๐ เควี โอกาสที่จะใช้รังสีเอ๊กซที่มีพลังงานสูงกว่านี้ ก็ต่อเมื่อในกรณีที่ต้องการลดความแตกต่างในการดูดกลืนรังสีของกระดูกและของเนื้อเยื่ออ่อนที่หุ้มกระดูกอยู่นั้นลง เพื่อช่วยให้เห็นโครงสร้างของเนื้อเยื่อและกระดูกดังกล่าวได้ชัดเจนยิ่งขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากพลังงานรังสีเอ๊กซที่ใช้ตามปกตินั้น จะให้ปฏิกริยาโฟโตอิเล็คตริก เกิดขึ้นในกระดูกเป็นส่วนใหญ่ และเมื่อพิจารณาถึงความสัมพันธ์ระหว่างค่าอะตอมมิคนัมเบอร์แล้ว กระดูกมีค่าสูงกว่าเนื้อเยื่ออ่อนมาก เป็นผลให้รังสีเอ๊กซในระดับพลังงานดังกล่าวนี้ถูกดูดกลืนไว้ในกระดูกเป็นปริมาณสูง ทำให้เหลือรังสีเอ๊กซฝ่านทะลุออกมาได้น้อย โดยเหตุนี้เอง ทำให้ภาพโครงสร้างของเนื้อเยื่อที่คลุมกระดูกอยู่นั้น ได้รับรังสีน้อย ทำให้การปรากฏภาพบนแผ่นฟิล์มไม่เด่นชัด ซึ่งตัวอย่างบริเวณอวัยวะดังกล่าวก็คือ การถ่ายภาพปอด ถ้าใช้เทคนิคธรรมดาโดยใช้พลังงานรังสีตามปกติแล้ว ภาพที่ได้จะไม่แสดงให้เห็นถึงดีเทลของโครงสร้างของเยื้อหุ้มปอดได้มากนัก ทั้งนี้เพราะเหตุผลที่ได้กล่าวแล้วข้างต้น คือ ปริมาณรังสีเอ๊กซที่ทะลุผ่านกระดูกซี่โครงนั้นไม่พอเพียงต่อการเอ๊กซโพสภาพปอดได้ดีพอนั่นเอง การใช้พลังงานที่สูง ๆ ในการเอ๊กซโพสก็เพื่อลดปฏิกริยาโฟโตอิเล็คตริก (ซึ่งเป็นปฏิกริยาในการดูดกลืนรังสี) ในกระดูกให้น้อยลง และได้กล่าวมาแต่ต้นแล้วว่า ที่พลังงานรังสีสูงกว่า ๑๒๐ เควี นั้น ปฏิกริยาในทางดูดกลืนรังสีเอ๊กซต่อมวลของกระดูกและกล้ามเนื้อมีค่าค่าใกล้เคียงกันมากจนเกือบจะเท่ากัน

ในการใช้พลังงานรังสีสูง ๆ ในการถ่ายภาพรังสีนั้นมีข้อสังเกตอยู่ว่า สำหรับรังสีขนาดต่ำกว่า ๒๐๐ เควี การใช้แผ่นสกรีนโดยทั่ว ๆ ไป ได้ผลดี แต่ถ้าพลังงานสูงกว่า ๒๐๐ เควีขึ้นไป การใช้แผ่นสกรีนดังกล่าวจะได้ผลไม่ดีนัก เพราะรังสีเอ็กซ์ส่วนใหญ่จะทะลุผ่านแผ่นสกรีนออกไปมาก จึงควรใช้แผ่นสกรีนที่ทำด้วยตะกั่ว เพราะรังสีเอ็กซ์นี้จะทำปฏิกริยากับโฉหะตะกั่ว จะทำให้อิเล็คตรอนหลุดออกจากอะตอมของตะกั่ว โดยที่อิเล็คตรอนเหล่านี้จะเป็นตัวเอ็กซ์โพสบนแผ่นฟิล์ม

๖.๑.๑ ผลเสียที่อาจเกิดขึ้นจากเทคนิคการใช้พลังงานรังสีเอ็กซ์สูง ๆ

ก. คอนทราสท์ทั่ว ๆ ไปของภาพรังสีที่ได้ลดลง เพราะเนื้อเยื่อดูดกลืนรังสีไว้ได้น้อย

ข. รังสีแสก๊ตเตอร์ที่เกิดขึ้นจากปฏิกริยาคอมพตันของรังสีเอ็กซ์ที่มีพลังงานสูง ๆ นั้น จะมีทิศทางพุ่งไปข้างหน้า ซึ่งในทางปฏิบัตินั้นการใช้กริดเพื่อขจัดรังสีเหล่านี้ ในกรณีนี้ไม่สามารถที่จะทำได้ เพราะการสะท้อนของรังสีเหล่านี้เป็นมุมเล็กมาก และนอกจากนี้รังสีดังกล่าวมีอำนาจการทะลุทะลวงค่อนข้างสูง พฤติการเหล่านี้ล้วนมีส่วนทำให้คอนทราสท์ของภาพรังสีต่ำลงทั้งสิ้น

ค. ปริมาณรังสีที่คนไข้ได้รับสูงกว่าปกติ เพราะที่พลังงานสูง ๆ แผ่นสกรีนดูดกลืนรังสีไว้ได้น้อยนั่นเอง

๖.๒ <u>การถ่ายภาพโดยใช้พลังงานรังสีเอ็กซ์ต่ำ</u> เทคนิคนี้ จะเป็นเทคนิคที่ใช้เพื่อศึกษาถึงเนื้อเยื่ออ่อน เนื้อเยื่ออ่อนประเภทที่มีหินปูนปนอยู่ ตลอดจนเนื้อเยื่อที่มีลักษณะฟกช้ำ ซึ่งอยู่ล้อมรอบด้วยเนื้อเยื่ออ่อนปกติ ลักษณะของอวัยวะที่ประกอบขึ้นด้วยเนื้อเยื่อเหล่านี้ ก็คือ เต้านม เราเรียกว่าเทคนิคในการถ่ายภาพรังสีเต้านม การถ่ายภาพรังสีเต้านมก็เพื่อเป็นการวินิจฉัยและตรวจสอบว่า จะมีส่วนแปลกปลอมงอกเพิ่มขึ้น หรือเกิดมีอาการฟกช้ำเกิดขึ้นภายในเต้านมหรือไม่ โดยเหตุนี้เอง เพื่อให้ได้ภาพรังสีที่มีคุณภาพต่อการวินิจฉัยดังกล่าว เทคนิคที่ใช้ควรจะให้ได้ผล ๒ ประการ คือ

ก. ภาพเต้านมที่ได้จะต้องมีคอนทราสท์สูง

ข. สารแคลเซียมซึ่งอาจมีอยู่ในเนื้อเยื่อภายในเต้านม สามารถดูดกลืนรังสีเอ็กซ์ไว้ได้มาก

เพื่อให้ได้ผล ๒ ประการดังกล่าว รังสีเอ็กซ์ที่ใช้จะต้องมีพลังงานต่ำ และโดยมิต้องคำนึงถึงตำแหน่งในการปฏิกริยาดูดกลืนรังสีของอนุภาคในชั้นเคเชลของแคลเซียม (ประมาณ ๔ เคอีวี) แต่อย่างไร ทั้งนี้เพราะระดับพลังงานรังสีขนาดนี้ ไม่มีผลต่อการให้ภาพบนแผ่นฟิล์ม ดังนั้นเทคนิค

ที่สำคัญในการถ่ายภาพรังสีเต้านม ก็คือ จะต้องให้ได้รังสีที่มีความเข้มพอเพียง และพอเหมาะต่อการฉายลงบนแผ่นฟิล์ม เพื่อให้ได้ทั้งคอนทราสท และดีเทลที่ดี ความยุ่งยากในการถ่ายภาพรังสีของบริเวณเนื้อเยื่ออ่อน มีดังนี้

ก. ขบวนการที่จะให้ได้รังสีเอ๊กซที่มีพลังงานต่ำ ๆ ขนาดที่เหมาะสมต่อการถ่ายภาพอวัยวะที่ประกอบขึ้นด้วยเนื้อเยื่ออ่อนนี้ คือประมาณ ๓๐ เคอีวี ซึ่งเป็นขบวนการที่ลำบากมาก

ข. ความเข้มของรังสีเอ๊กซในระดับพลังงานดังกล่าวนี้ มักจะถูก สารที่เป็นส่วนโครงสร้างของหลอดผลิตรังสีเอ๊กซ ในบริเวณที่รังสีเอ๊กซจะต้องผ่านออกมานั้นดูดกลืนไว้บ้าง ทำให้ได้ความเข้มน้อยกว่าที่ควรจะได้

ค. พลังงานรังสีต่ำ ๆ เหล่านี้ส่วนมากมักจะถูกเนื้อเยื่อในเต้านมดูดกลืนเอาไว้จะเหลือเพียงส่วนน้อยที่สามารถทะลุผ่านออกมาสู่แผ่นฟิล์มได้

ง. ภาพรังสีของอวัยวะดังกล่าวจำเป็นจะต้องใช้เทคนิคที่ให้ได้รีโซลูชั่นสูง ซึ่งเทคนิคดังกล่าวการใช้ฉากเรืองแสงอิเทนซิไฟอิ่ง จึงต้องระมัดระวังเป็นพิเศษ

๖.๓ <u>เครื่องถ่ายภาพรังสีเอ๊กซ</u> เครื่องถ่ายภาพรังสีเอ๊กซมีหลายชนิด ซึ่งแต่ละชนิดมีส่วนประกอบและขบวนการเกิดรังสีเอ๊กซที่เหมือนกัน คือ ที่หลอดผลิตรังสีเอ๊กซ มีขั้วแคทโธด เป็นที่เกิดกระแสอนุภาคประจุลบ และที่ขั้วแอนโนด มีเป้าให้กระแสอนุภาคประจุไฟฟ้าชน และเป็นที่เกิดกระแสพลังงานรังสีเอ๊กซขึ้น ฯลฯ ในที่นี้จะขอกล่าวถึงส่วนสำคัญที่เกี่ยวข้องกับการใช้เพื่อการถ่ายภาพรังสีเอ๊กซทั่วไป และถ่ายภาพรังสีเอ๊กซเต้านม

๖.๓.๑ <u>เครื่องถ่ายภาพรังสีเอ๊กซทั่วไปทางการแพทย์</u> ที่แอนโนดนั้นมีทั้งชนิดที่ติดแน่นอยู่กับที่ และชนิดที่หมุนได้ มีเป้าทำด้วยโลหะทังสเตน หลอดสูญญากาศเป็นแก้วตลอด และนอกจากนี้บริเวณที่เป็นทางออกของรังสีเอ๊กซยังมีแผ่นโลหะกรองรังสี ที่เรียกว่า ฟิลเตอร์ ซึ่งมักทำด้วยโลหะอลูมิเนียมหนา ๒-๓ มม. มีกำลังสูงสุดไม่เกิน ๑๕๐ เควี และ กระแสไฟฟ้าไหลผ่านเข้าเครื่องในช่วง ๑๕๐-๑,๐๐๐ เอ็มเอ ซึ่งแบ่งออกเป็นดังนี้ คือ ๑๕๐ เอ็มเอ ที่ ๑๕๐ เควี, ๘๐๐ เอ็มเอ ที่ ๑๒๕ เควี และ ๑,๐๐๐ เอ็มเอ ที่ ต่ำกว่า ๑๐๐ เควี

๖.๓.๒ <u>เครื่องถ่ายภาพรังสีเต้านม</u> จุดมุ่งหมายของเครื่องนี้ก็เพื่อให้ได้รังสีเอ๊กซที่มีพลังงานต่ำเป็นปริมาณมากที่สุด ดังนั้นส่วนที่แตกต่างไปจากเครื่องถ่ายภาพรังสีเอ๊กซทั่วไปทางการแพทย์ที่สำคัญก็คือ เป้าของขั้วแอนโนด นั้น เป็นโลหะโมลิบเดนนัม ๗๐% รวมกับโลหะทังสเตน ๓๐% หรือเป็นโลหะ

ทังสเตน หรือ โลหะโมลิบเดนนัม อย่างใดอย่างหนึ่ง แล้วแต่บริษัทที่ผลิตขึ้น และที่หลอดแก้วสูญญากาศบริเวณที่เป็นทางออกของรังสีเอ็กซจะเป็นช่องปิดผนึกด้วยแผ่นโลหะโมลิบเดนนัม แกนที่เป็นแผ่นแก้วตลอด เพราะแก้วมีอะตอมมิคนัมเบอร์สูงกว่าโมลิบเดนนัม (แก้ว = ๗๔ เบอรีลเลียม = ๔) ดังนั้นแก้วจึงดูดกลืนเอารังสีที่มีพลังงานสูงกว่า และนอกจากนี้ยังมีแผ่นฟิล์มกรองรังสีติดอยู่ทำด้วยแผ่นฟิล์มโมลิบเดนนัม หนา ๓๐ ไมโครมิเตอร์ กำลังของเครื่องที่มีใช้อยู่ขณะนี้ก็คือ

ตารางที่ ๖.๑ ชนิดของเครื่องถ่ายภาพรังสีเต้านม

สารที่ใช้ทำเป็นเป้า	ช่วงเควี	เอ็มเอ	ขนาดโฟกัส	เวลา วินาที	ระยะจาก เป้า ถึงฟิล์ม
๗๐% โมลิบเดนนัม ๓๐% ทังสเตน	๒๕-๖๐	๒๐๐ ๔๐๐	๑.๐ มม. ๒.๐ มม.	๐.๒-๘	๒๕ นิ้ว
โลหะทังสเตน	๒๐-๔๙	๕๐-๑๐๐	๐.๖ มม.	๐.๓-๖	๒๔ นิ้ว
โลหะทังสเตน	"	๒๐๐	๑.๒ มม.	"	"
โลหะทังสเตน	๒๕-๑๒๕	๓๐๐	๑.๐-๒.๐ มม.	๐.๐๑๖-๖	๒๐-๓๒ นิ้ว
โมลิบเดนนัม	๒๕-๕๐	๐-๒๐๐	๐.๖ มม.	๐.๑-๔	๔๕ นิ้ว
โมลิบเดนนัม	๒๕-๕๐	๘๐-๑๖๐	๐.๖ มม.	๐.๒-๔	๔๐,๔๕,๕๐ ซม.
โมลิบเดนนัม	๐-๕๐	๒๐-๔๐	๐.๖ มม.	๐.๕-๑๐	๒๖ นิ้ว

๖.๔ การเกิดภาพรังสี จากคุณสมบัติของรังสีเอ็กซ นอกจากคุณสมบัติทั่วไปของคลื่นรังสีแม่เหล็กแล้ว ยังมีคุณสมบัติพิเศษ คือ

ก. ทำให้สารประกอบเคมีพวกฟอสฟอร์เรืองแสงได้

ข. สามารถทะลุทะลวงเข้าไปในสารได้ และถูกสารทุกชนิดดูดกลืนไว้ได้ จะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับพลังงานของรังสีเอ็กซ ความหนาและความหนาแน่นของสารนั้น

ค. ทำให้เกิดประจุไฟฟ้าตามขบวนการอิออไนซเซชั่น ในตัวกลางที่มันผ่านเข้าไป ไม่ว่าจะเป็นอากาศ หรือสารใด ๆ

ง. เมื่อผ่านสารเคมีบางอย่างจะทำให้สารนั้นเกิดปฏิกริยาเปลี่ยนสภาพได้ เช่น สารประกอบเงินเฮไลด์

จ. รังสีเอ็กซเป็นเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางพันธุ์กรรมได้

I 15481584

จากคุณสมบัติพิเศษเหล่านี้ที่นำมาทำการถ่ายภาพรังสี เอ๊กซ และนำไปสู่แนวทางป้องกันอันตรายจากรังสี เอ๊กซ ดังนั้นการเกิดภาพรังสีจึงเป็นไปตามขบวนการดังนี้ คือ

๖.๔.๑ <u>ปฏิกริยาการดูดกลืนรังสี เอ๊กซของสารใด ๆ</u> ในการ ถ่ายภาพรังสี เอ๊กซทางการแพทย์นั้น หมายถึง ปฏิกริยาที่เกิดขึ้นเมื่อผ่านเข้าไปในอวัยวะส่วนใด ๆของร่างกาย และการทำปฏิกริยากับสารเรืองแสงของแผ่นสกรีนหรือผลึกเงิน เฮไลด์ในแผ่นฟิล์ม จึงจะเป็นไปได้ ๓ ขบวนการ คือ

ก. ปฏิกริยาโฟโตอิเล็คตริกเกิดขึ้นกับรังสี เอ๊กซที่มีพลังงาน ๐.๕ Mev
ข. ปฏิกริยาคอมตันสแกตเตอร์เกิดขึ้นกับรังสี เอ๊กซที่มีพลังงาน ๐.๑-๓ Mev
ค. ปฏิกริยาแพโพรดั๊กชั่นเกิดขึ้นกับรังสี เอ๊กซที่มีพลังงาน ๑.๐๒ Mev
ง. ปฏิกริยาการเกิดรังสี เอ๊กซสแกตเตอร์

๖.๔.๒ <u>การเกิดซัพเจคอิมเมดจ</u> เมื่อกลุ่มพลังงานรังสีฉายลงบนอวัยวะใด ๆ ซึ่งประกอบด้วยเนื้อเยื่อต่าง ๆ ชนิดกัน มีความหนาและความหนาแน่นต่าง ๆ กัน บริเวณใดที่มีความหนาแน่นมากกว่า ก็จะดูดกลืนรังสี เอ๊กซได้มาก เหลือปริมาณรังสี เอ๊กซที่ทะลุออกจากส่วนนั้นน้อยหรือไม่มีเลย และบริเวณที่มีความหนาแน่นน้อยก็จะดูดกลืนรังสี เอ๊กซไว้ได้น้อย เหลือปริมาณรังสี เอ๊กซที่ทะลุออกจากบริเวณนั้นมากเป็นลำดับ ความเข้มที่ต่างกันของรังสี เอ๊กซที่ทะลุออกจากอวัยวะนั้น ๆ จะเป็นรูปร่างภายในอวัยวะส่วนนั้น ๆ เรียกว่าการเกิด ซัพเจคอิมเมดจ ซึ่งเรามองไม่เห็น ซัพเจคอิมเมดจนั้นเกิดจาก ซัพเจคคอนทราสท์ คือ ความเข้มของรังสี เอ๊กซที่ต่างกันของบริเวณที่ติดกัน

๖.๔.๓ <u>การเกิดภาพเงาแฝงบนแผ่นฟิล์ม</u> ปริมาณพลังงานรังสี เอ๊กซต่าง ๆ ที่ก่อตัวเป็นซัพเจค-อิมเมดจ นั้น จะเข้าทำปฏิกริยากับสารเรืองแสงของแผ่นสกรีนในกรณีที่ใช้สกรีนเทคนิค ส่วนใดที่มีปริมาณกลุ่มพลังงานรังสีมากก็จะทำให้ส่วนนั้นของสกรีนให้ปริมาณของรังสีแสงเรืองออกมามาก และในทางกลับกัน ดังนั้นกลุ่มพลังงานแสงที่ประกอบด้วยบริเวณที่มีความเข้มของรังสีแสงต่าง ๆ กันนี้เอง จะเข้าไปทำปฏิกริยากับผลึกสารประกอบเงิน เฮไลด์ ของแผ่นฟิล์มที่ประกอบติดอยู่กับแผ่นสกรีนนั้น ส่วนใดของฟิล์มได้รับรังสีแสง หรือรังสี เอ๊กซมาก ในกรณีใช้นอนสกรีนเมทธอด บริเวณนั้นของฟิล์มก็จะมีปริมาณผลึกเงินเฮไลด์ได้เข้าทำปฏิกริยามาก และในทางกลับกัน ดังนั้นจึงเกิดมีบริเวณต่าง ๆ บนแผ่นฟิล์มที่ผลึกเงินเฮไลด์ถูกทำปฏิกริยามีปริมาณแตกต่าง ๆ กัน ทำให้เกิดภาพเงาแฝงขึ้นบนแผ่นฟิล์ม ซึ่งเรามองไม่เห็น และไม่ถาวร

๖.๔.๔ <u>การเกิดภาพบนแผ่นฟิล์ม</u> เงาภาพแฝงนี้เมื่อผ่านการทำปฏิกริยาเคมีกับสารเคมีของน้ำยาดีเวลลอปเปอร์ ในขบวนการล้างฟิล์มแล้ว ผลึกเงินเฮไลด์ที่ได้รับรังสีแสงหรือเอ๊กซมาก ก็จะมีความดำมาก และในทางกลับกัน ระดับความดำแตกต่างกันบนแผ่นฟิล์มทำให้เรามองเห็นเป็นภาพได้ และเมื่อผ่านขบวนการล้างฟิล์มจนครบแล้ว ก็จะได้แผ่นฟิล์มภาพรังสีที่สมบูรณ์