เทคโนโลยีในการตรวจวินิจฉัยด้วยภาพในประเทศไทย: สถานการณ์ปัจจุบัน ปัญหาและแนวทางแก้ไข

พญ.สมใจ หวังศุภชาติ*

ประเทศไทยมีสถิติการใช้เทคโนโลยีชั้นสูงในการตรวจวินิจฉัยด้วยภาพค่อนข้างมาก แต่ยังไม่มีการประเมินความเหมาะสมของข้อบ่งชี้ในการตรวจ ไม่มีการประเมินว่าเราใช้เทคโนโลยีในการวินิจฉัยเกินความจำเป็นหรือไม่ ทำให้รัฐหรือผู้ป่วยเสียค่าใช้จ่ายมากโดยไม่จำเป็นหรือไม่

บทนำ

การใช้เทคโนโลยีการตรวจวินิจฉัยด้วยภาพในประเทศไทยมีมาประมาณ 100 ปีแล้ว โดยมีวิวัฒนาการมาเป็นลำดับดังนี้

1. นายแพทย์ชาวอเมริกันชื่อ Adamsen ได้นำเครื่องเอกซเรย์เครื่องแรกเข้ามาใช้ตรวจวินิจฉัยโรคของผู้ป่วยเมื่อปีพ.ศ. 2439 (ค.ศ. 1896)[1] และอีก 18 ปีต่อมาจึงมีการติดตั้งเครื่องเอกซเรย์เครื่องที่ 3 ของประเทศที่โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ สภากาชาดไทย เครื่องเอกซ์เรย์ในรุ่นแรกๆ ใช้สำหรับถ่ายภาพรังสีธรรมดาเป็นภาพนิ่งเท่านั้น

2. การนำเครื่องเอกซเรย์ที่สามารถตรวจเห็นอวัยวะในขณะกำลังเคลื่อนไหวได้ ที่เรียกว่า เครื่องเอกซเรย์ฟลูออโรสโคป มาใช้ในการตรวจทางเดินอาหารหรือหัวใจและหลอดเลือด ซึ่งต้องใช้ร่วมกับสารทึบรังสี ในการตรวจหัวใจและหลอดเลือดนั้นจะฉีดสารทึบรังสีผ่านสายสวนเข้าไปในหลอดเลือดหรือหัวใจ พร้อมทั้งต้องมีเครื่องถ่ายภาพซึ่งสามารถตั้งเวลาถ่ายอย่างรวดเร็วให้สอดคล้องกับจังหวะการฉีดสารทึบรังสีเพื่อให้ได้ภาพรังสีในขณะที่สารทึบรังสีอยู่ในหลอดเลือดแดง หลอดเลือดฝอย และหลอดเลือดดำตามลำดับ

3. การใช้คอมพิวเตอร์ร่วมกับการถ่ายภาพรังสีเป็นแบบ digital imaging ซึ่งสามารถปรับภาพให้มีความทึบของภาพชัดเจนได้จากภาพรังสีที่ได้ถ่ายเพียงครั้งเดียว ทำให้ลดการได้รับรังสีของผู้ป่วยลงได้ นอกจากนั้นยังสามารถลบภาพของส่วนที่บังซ้อนกับส่วนที่ต้องการจะศึกษารายละเอียดได้ เช่น ใช้ระบบ digital sub-traction ลบกระดูกที่ซ้อนอยู่กับหลอดเลือดซึ่งมีสารทึบรังสีอยู่ภายใน ทำให้เห็นหลอดเลือดได้ชัดเจนขึ้น

4. เครื่องเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ซึ่งจะให้ภาพตัดขวางของอวัยวะต่างๆ ในร่างกาย เช่น สามารถเห็นเนื้อสมองและสิ่งที่อยู่ในกระโหลกศีรษะได้ ต่างจากการถ่ายภาพเอกซเรย์ธรรมดาซึ่งจะเห็นเพียงเงาทึบของกระโหลกเท่านั้น ได้มีการนำเข้ามาในประเทศไทยเป็นเครื่องแรกเมื่อพ.ศ. 2529 (ค.ศ. 1976)[2]

5. การใช้คลื่นเสียงความถี่สูงหรืออัลตร้าซาวด์เพื่อการตรวจวินิจฉัยโดยการบอกว่าส่วนใดในร่างกายเป็นเนื้อเยื่อ ส่วนใดเป็นโพรง ของเหลว หรือหลอดเลือด

6. การตรวจด้วยคลื่นสะท้อนแม่เหล็ก ไฟฟ้า

* รองศาสตราจารย์ ระดับ 9 ภาควิชารังสีวิทยา คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

(Magnetic Resonance Imaging หรือ MRI) มีการนำเข้ามาใช้แล้วอย่างแพร่หลายในระยะเวลา 5 ปีมานี้

7. เทคโนโลยีรังสีร่วมรักษา (Interventional Radiology) ก็กำลังเป็นที่นิยมเพิ่มขึ้น ทำให้มีการพัฒนาเครื่องมือต่างๆ เพื่อให้สะดวกและช่วยให้เห็นภาพในบริเวณที่ผิดปกติให้ดีขึ้น เป็นผลให้การรักษาถูกจุดและแม่นยำขึ้น

8. Teleradiology เป็นเทคโนโลยีชั้นสูงอีกชนิดหนึ่งซึ่งเชื่อมโยงภาพการวินิจฉัยแต่ละวิธีการตรวจของผู้ป่วยเข้าด้วยกัน ส่งจากสถานีหนึ่งไปยังอีกสถานีหนึ่งภายในโรงพยาบาลเดียวกัน หรือระหว่างโรงพยาบาลเพื่อทุ่นระยะเวลาและค่าใช้จ่ายในการเดินทางของรังสีแพทย์ในการวินิจฉัยหรือให้คำปรึกษา เทคโนโลยีนี้ได้เริ่มมีการนำเข้ามาใช้แล้ว และเชื่อว่าจะแพร่เข้ามาอย่างรวดเร็วเช่นเดียวกับเทคโนโลยีอื่นๆ ที่กล่าวถึงแล้ว

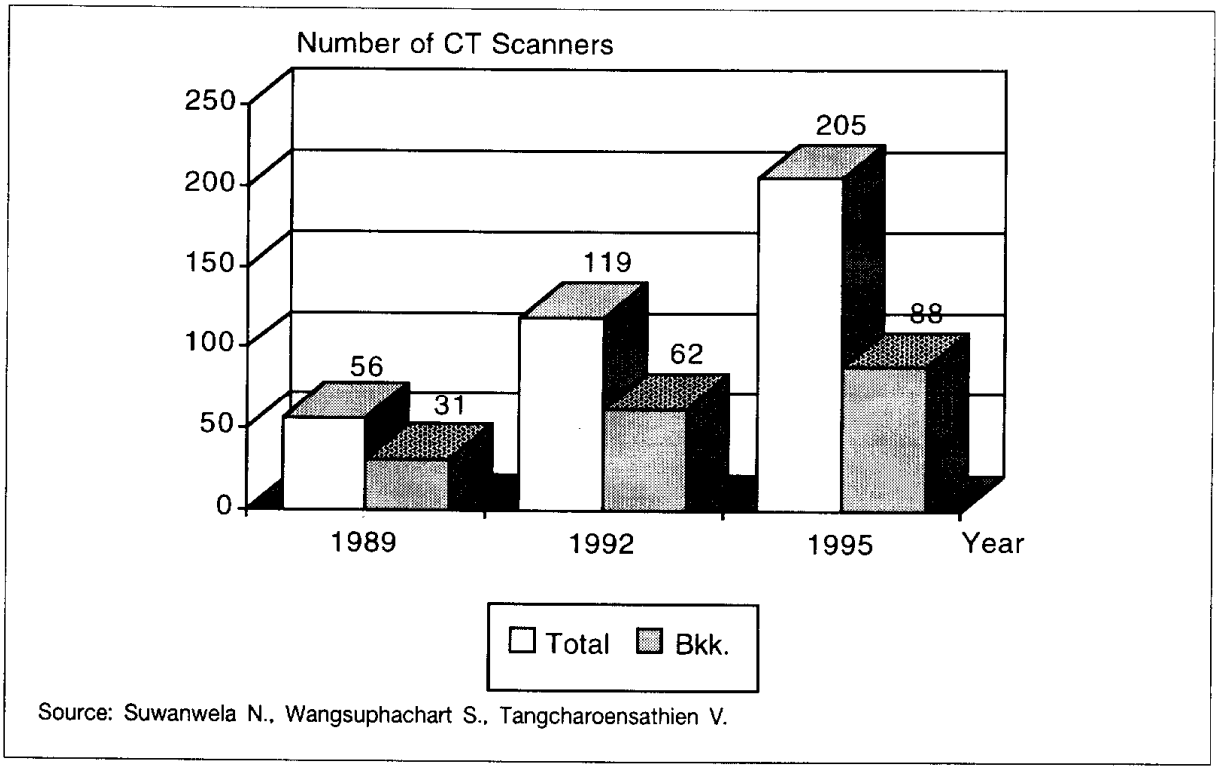
สถานการณ์ปัจจุบันและปัญหา

ปัญหาเรื่องเทคโนโลยีด้านการวินิจฉัยด้วยภาพเกิดขึ้นจาก ความต้องการเครื่องมือและเทคโนโลยีทันสมัยยังมีความจำเป็น เพื่อให้ได้การวินิจฉัยโรคที่ถูกต้องที่สุดและวางแผนการรักษาได้ดีที่สุด ในขณะที่ทรัพยากรของสังคมมีจำกัด สถานการณ์ปัญหาในปัจจุบันได้แก่

1. จำนวนเครื่องมือเทคโนโลยีชั้นสูงในการตรวจวินิจฉัยด้วยภาพ

เครื่องมือเทคโนโลยีเหล่านี้ส่วนใหญ่ต้องนำเข้าจากต่างประเทศและมีราคาแพง การนำเข้าเป็นไปอย่างเสรี ดังจะเห็นได้จากการเพิ่มจำนวนเครื่องเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ในประเทศไทย (ภาพที่ 1) เครื่องเอกซเรย์คอมพิวเตอร์เครื่องหนึ่งๆ มีราคาตั้งแต่ 10-30 ล้านบาท ขึ้นอยู่กับคุณลักษณะเฉพาะของเครื่อง ยัง

ภาพที่ 1 แสดงสถิติจำนวนเครื่องเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ในประเทศไทย และการกระจายในกรุงเทพมหานคร



Source: Suwanwela N., Wangsuphachart S., Tangcharoensathien V.

ไม่มีข้อสรุปว่าการมีเครื่องมือเทคโนโลยีชั้นสูงในประเทศจำนวนมาก จะสัมพันธ์กับการที่ผู้ป่วยจะได้รับการวินิจฉัยที่ถูกต้อง และแพทย์สามารถรักษาให้ผู้ป่วยหายจากโรคหรือไม่ แต่ที่แน่นอนก็คือ เหตุการณ์เช่นนี้สัมพันธ์กับการขาดดุลการค้าของประเทศ

2. สถิติการส่งตรวจ

สถิติการส่งตรวจวินิจฉัยด้วยภาพเพิ่มสูงขึ้นตามลำดับ เรามักติดตามประเมินสถิติของการส่งตรวจ ตัวอย่างเช่น สถิติการส่งตรวจ MRI ของโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ (ภาพที่ 2) สถิติดังกล่าวเป็นการแสดงผลงานที่มากขึ้น แต่ไม่มีการประเมินความเหมาะสมของข้อบ่งชี้ในการตรวจ ไม่มีการประเมินว่าเราใช้เทคโนโลยีการวินิจฉัยเกินความจำเป็นหรือไม่ ทำให้รัฐหรือผู้ป่วยต้องเสียค่าใช้จ่ายมากโดยไม่จำเป็นหรือไม่

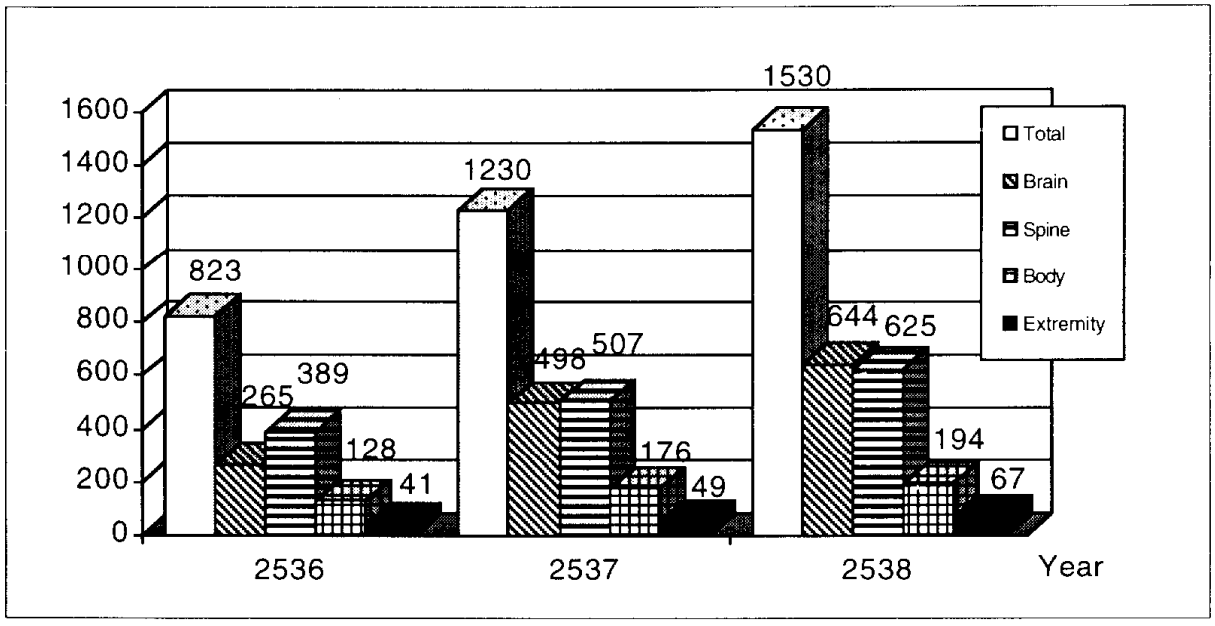
สถิติการตรวจอวัยวะแต่ละส่วนอาจบอกถึงระดับความเหมาะสมในการส่งตรวจทางอ้อม เช่น การตรวจ MRI ที่ให้ประโยชน์มากคือการตรวจโรคของสมองส่วนหลัง กระดูกสันหลัง รวมทั้งไขสันหลัง และเส้นประสาท ซึ่งการตรวจด้วยวิธีอื่นยังไม่สามารถให้การวินิจฉัยโรคได้ดีเท่า[3] ดังนั้น นั้นถ้าเครื่องมือที่มีอยู่ถูกใช้ตรวจอวัยวะเหล่านี้เป็นอัตราสูง ก็อาจแสดงว่าการส่งตรวจนั้นเหมาะสมในระดับหนึ่ง

อย่างไรก็ตาม การประเมินความเหมาะสมของการส่งตรวจโดยการประเมินความจำเป็นของข้อบ่งชี้ในแต่ละอาการ หรือแต่ละโรคของผู้ป่วยย่อมดีที่สุด เช่น ผู้ป่วยที่ได้รับบาดเจ็บที่ศีรษะที่มีอาการผิดปกติของระดับความรู้สึกตัว ไม่มีข้อบ่งชี้ในการส่งตรวจ MRI แต่การตรวจเอกซเรย์คอมพิวเตอร์จะทำให้ได้การวินิจฉัยที่ถูกต้องรวดเร็วกว่าและราคาถูกกว่า หรือเมื่อสงสัยว่าจะมีนิ่วในถุงน้ำดี การตรวจด้วยอัลตร้าซาวด์จะให้ผลการวินิจฉัยที่ถูกต้องรวดเร็วที่สุด เป็นต้น

3. การประเมินคุณค่าของเทคโนโลยีการวินิจฉัยด้วยภาพ

ระดับของการประเมินคุณค่ามี 6 ระดับ[4] ตามตารางที่ 1 ในปัจจุบันการวิจัยเกี่ยวกับการประเมินคุณค่าของเทคโนโลยีส่วนใหญ่อยู่ในระดับที่ 1 ซึ่งดูเฉพาะความสามารถของเครื่องมือที่ให้ภาพละเอียดชัดเจนรวดเร็วเท่านั้นเราเพิ่งจะเริ่มมีการประเมินคุณค่าในระดับ

ภาพที่ 2 แสดงสถิติการตรวจ MRI รวมและแยกส่วน ในโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์



ตารางที่ 1 ระดับของการประเมินคุณค่าของการตรวจวินิจฉัย[4]

ระดับ	ตัวอย่าง
1. คุณลักษณะทางเทคนิคของเครื่องมือ	ความละเอียด ชัดเจนของภาพที่ได้เห็น ความสามารถในการแยกความทึบของเนื้อเยื่อ ซึ่งแตกต่างกันเพียงเล็กน้อยได้ เป็นต้น
2. ความแม่นยำของการวินิจฉัย	
2.1 ความแม่นยำในเชิงพรรณา	- การสรุปผลว่าปกติหรือผิดปกติ
2.2 ความแม่นยำในเชิงปริมาณ	- *การประเมินค่าในรูป ความไว/ความจำเพาะ หรือกราฟ ROC (receiver operating- characteristic curve) หรือ likelihood ratio
3. ความแน่นอนของการวินิจฉัย	ถ้าผลการตรวจบอกว่าผิดปกติ เช่น เป็นฝีในตับโอกาสที่ผู้ป่วยจะเป็นฝีในตับจริงมีเท่าใด และ ถ้าผลการตรวจเป็นลบ ผู้ป่วยจะไม่เป็นฝีในตับ 100 เปอร์เซนต์หรือไม่ ยังมีโอกาสที่จะเป็นฝีในตับเท่าใด (posttest probability หรือ predictive value)
4. ผลต่อการรักษาผู้ป่วย	การรักษาถูกเปลี่ยนไป เนื่องจากผลการตรวจวินิจฉัยเช่นผู้ป่วยมีพฤติกรรมที่เปลี่ยนไป ความจำเสื่อม เดิมได้รับการรักษาทางจิตเวชศาสตร์ หลังจากตรวจเอกซเรย์คอมพิวเตอร์พบก้อนเนื้องอกในช่องโพรงสมอง ทำให้การรักษาเปลี่ยนเป็นการผ่าตัด เป็นต้น
5. ผลต่ออาการของผู้ป่วย	อาการของผู้ป่วยเปลี่ยนไป หลังจากการรักษาเปลี่ยนไปเนื่องจากผลของการตรวจวินิจฉัยหรือไม่ เปลี่ยนไปในทางที่ดีขึ้นหรือเลวลง
6. ผลต่อสังคม	จำนวนเงินที่ผู้ป่วยหรือสังคมต้องจ่ายเพื่อการตรวจวินิจฉัยนั้น คุ้มกับอาการระยะสุดท้ายของผู้ป่วยหรือไม่หรือถ้าใช้การตรวจวินิจฉัยวิธีหนึ่งๆ จะต้องลงทุนอย่างน้อยที่สุดเท่าใด เพื่อป้องกันการเสียชีวิตของผู้ป่วยได้มากที่สุด วิธีการตรวจที่ลงทุนน้อยที่สุด แต่สามารถป้องกันการเสียชีวิตได้มากที่สุด ย่อมเป็นวิธีการตรวจที่ดีที่สุดสำหรับโรคนั้น ๆ

* ดูคำจัดความและวิธีคำนวณในภาคผนวก 1

2 และระดับ 3 แต่ก็ยังมีความสับสนในด้านวิธีการประเมิน ซึ่งมักมีอคติในการเลือกกลุ่มผู้ป่วยที่มารับการตรวจ ความรู้ความชำนาญและความเห็นของรังสีแพทย์ที่ต่างกันในแง่การวินิจฉัย เป็นต้น

4. จริยธรรมของแพทย์ในการส่งตรวจและการวินิจฉัย

แพทย์ผู้เลือกวิธีการส่งตรวจให้แก่ผู้ป่วยเพื่อให้ได้การวินิจฉัยขั้นสุดท้าย จะต้องเห็นแก่ประโยชน์ของผู้ป่วยเป็นสิ่งสำคัญที่สุด ระบบการให้ค่าตอบแทนแก่แพทย์ผู้ส่งตรวจ หรือการตรวจวินิจฉัยโดยแพทย์ผู้ไม่มีความชำนาญในการใช้เทคโนโลยีเฉพาะ จะเป็นการทำลายระบบการแพทย์ ลดคุณค่าของเทคโนโลยีซึ่งในตัวมันเองมีคุณค่าระดับหนึ่งอยู่แล้ว การที่ผู้ใช้นำไปใช้อย่างไม่ถูกต้องจะทำให้ผู้ป่วยและสังคมเสียประโยชน์อย่างน่าเสียดาย

แนวทางในการแก้ปัญหา

1. ข้อมูลข่าวสารและการวางแผน

รัฐควรมีหน่วยงานที่มีข้อมูลการกระจายของเครื่องมือเทคโนโลยีเหล่านี้อย่างเป็นระบบและต่อเนื่อง เป็นข้อมูลที่ทันสมัยอยู่เสมอ และอาจกำหนดการกระจายของเครื่องมือบางอย่างให้อยู่ในขอบเขตที่จะเป็นประโยชน์ต่อผู้ป่วยมากที่สุด ให้คุ้มค่ากับการลงทุน โดยเฉพาะอย่างยิ่งเครื่องมือราคาแพง ทั้งนี้จะพิจารณาปัจจัยร่วมหลายประการ เช่น ชุมชนหนึ่งมีสถิติของโรคทางสมองและไขสันหลังมาก ก็สมควรที่จะมีเครื่อง MRI เพื่อช่วยในการวินิจฉัย แต่ชุมชนแห่งนั้นก็จะต้องมีรังสีแพทย์ และเจ้าหน้าที่รังสีเทคนิคที่มีความรู้ความชำนาญในด้านนี้ มีแพทย์ที่สามารถทำการรักษาผู้ป่วยได้หลังจากได้รับการวินิจฉัยโรคแล้ว ถ้าปัจจัยใดถูกตัดตอนไป เทคโนโลยีนั้นก็จะไม่เป็นประโยชน์ต่อสังคมหรือชุมชนนั้นๆ ปัจจัยดังกล่าวจึงมีความสำคัญในการวางแผนติดตั้งเทคโนโลยีใหม่ๆ ขึ้น

2. ข้อบ่งชี้ในการตรวจ

สมควรมีการกำหนดแนวทางข้อบ่งชี้ในการตรวจด้วยวิธีการตรวจแต่ละชนิด และแนวทางขั้นตอนการวินิจฉัยในโรคหรืออาการของผู้ป่วยแต่ละอย่าง เพื่อลดอัตราการส่งตรวจเกินความจำเป็น แนวทางเหล่านี้จะต้องนำไปเผยแพร่ให้ได้ทั่วถึง โดยเฉพาะถ้าสามารถนำไปใช้อย่างเป็นระบบในโรงเรียนแพทย์ได้ก็จะเป็นแบบอย่างที่ดีสำหรับนิสิต นักศึกษาที่จะนำไปใช้ในอนาคต การกำหนดแนวทางดังกล่าวจะต้องมีการปรับปรุงแก้ไขเป็นระยะๆ เพื่อให้ทันกับเทคโนโลยีทันสมัยที่เข้ามาในประเทศอย่างรวดเร็ว

3. การวิจัยประเมินคุณค่าเทคโนโลยี

สมควรมีการส่งเสริมการวิจัยเพื่อประเมินคุณค่าทางเทคโนโลยีในระดับที่สูงขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งการประเมินด้านเศรษฐศาสตร์สาธารณสุขเพื่อให้ได้เทคโนโลยีที่ดีที่สุด คุ้มทุนที่สุด สำหรับผู้ป่วยและสังคม ทั้งควรส่งเสริมให้แพทย์มีความรู้พื้นฐาน และรู้วิธีการในการประเมินคุณค่าเทคโนโลยีในระดับต่างๆ ด้วย

4. ความรับผิดชอบของแพทย์

จะต้องมีการปลุกจิตสำนึกของแพทย์ผู้ส่งตรวจให้รับผิดชอบต่อผู้ป่วยและสังคม โดยการหมั่นขวนขวายค้นคว้าหาความรู้ในเรื่องข้อบ่งชี้และแนวทางการส่งตรวจวินิจฉัยโดยเครื่องมือแต่ละชนิด ต้องมีการฝึกอบรมแพทย์ผู้วินิจฉัย และเจ้าหน้าที่รังสีเทคนิคให้มีความรู้ในการวินิจฉัยภาพ หรือการตรวจโดยเทคโนโลยีเฉพาะอย่างสม่ำเสมอ และให้มีปริมาณเพียงพอ แพทย์ควรใช้พื้นฐานของความรู้ในการส่งตรวจและในการรับตรวจ โดยคำนึงถึงประโยชน์ของผู้ป่วยเป็นหลัก ไม่ใช่จากอามิสสินจ้างหรือค่าตอบแทนที่จะได้

ประเทศไทยยังเป็นประเทศที่กำลังพัฒนา มีทรัพยากรทางการเงินและบุคลากรที่เกี่ยวข้องกับทางการแพทย์จำกัด โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสาขาการวินิจฉัยด้วยภาพ การกระจายเครื่องมือเทคโนโลยีให้ทั่วถึงอย่างเหมาะสมตามความจำเป็นของชุมชน การส่งตรวจที่ถูกต้องตามข้อบ่งชี้ การมีรังสีแพทย์และเจ้าหน้าที่รังสีเทคนิคที่มีความรู้ความชำนาญ ตลอดจนแพทย์ผู้สามารถรักษาผู้ป่วยได้หลังการวินิจฉัย การประเมินคุณค่าของเทคโนโลยีอย่างเป็นระบบ ย่อมให้ประโยชน์สูงสุดต่อผู้ป่วยและสังคม คุ้มค่าใช้จ่ายที่ผู้ป่วยหรือรัฐต้องจ่ายไป

ภาคผนวก 1

1. การคำนวณความไวและความจำเพาะ

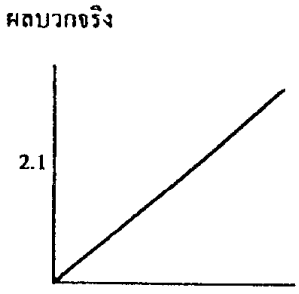
การวินิจฉัยจากภาพ	ผู้ป่วยที่มีโรคจริง	ผู้ป่วยไม่มีโรค
ผิดปกติ	ผลบวกจริง (True-positive)	ผลบวกเท็จ (False-positive)
ปกติ	ผลลบเท็จ (False-negative)	ผลลบจริง (True-negative)

ความไว = อัตราส่วนของผลบวกจริงในกลุ่มของผู้ป่วยที่เป็นโรคจริง
= (ผลบวกจริง) / (ผลบวกจริง + ผลลบเท็จ)

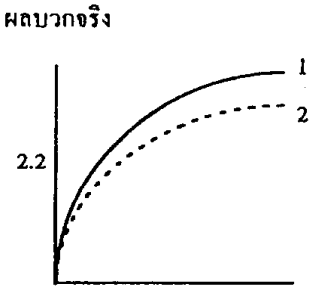
ความจำเพาะ = อัตราส่วนของผลลบจริงในกลุ่มของผู้ป่วยที่ไม่มีโรค
= (ผลลบจริง) / (ผลลบจริง + ผลบวกเท็จ)

ความแม่นยำรวม = อัตราส่วนของการวินิจฉัยที่ถูกต้องทั้งที่ปกติและผิดปกติในกลุ่มประชากรที่ได้รับการตรวจวินิจฉัยทั้งหมด
= (ผลบวกจริง + ผลลบจริง) / (ผลบวกจริง + ผลลบจริง + ผลบวกเท็จ + ผลลบเท็จ)

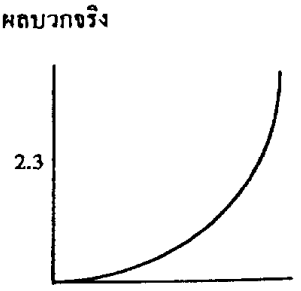
2. กราฟ ROC เกิดจากการหาความสัมพันธ์ระหว่างผลบวกจริงในแกน Y และผลบวกเท็จในแกน X วิธีการตรวจวินิจฉัยที่ดีมีประโยชน์ ผลบวกจริงย่อมมากกว่าผลบวกเท็จ



2.1 การตรวจวินิจฉัยนี้ให้ผลบวกจริงเท่ากับผลบวกเท็จ ย่อมไม่ให้ประโยชน์กับผู้ป่วย



2.2 การตรวจวินิจฉัยนี้ให้ผลบวกจริงมากกว่าผลบวกเท็จ วิธีการตรวจวินิจฉัยใดที่ให้โค้ง ROC สูงกว่าย่อมเป็นการวินิจฉัยที่ดีกว่า (1 ดีกว่า 2)



2.3 การตรวจวินิจฉัยนี้ให้ผลบวกเท็จมากกว่าผลบวกจริง วิธีนี้จึงให้ผลเสียและเป็นอันตรายต่อผู้ป่วย

3. **Likelihood ratio อัตราส่วนของโอกาสที่พบความผิดปกติจากการตรวจวินิจฉัยในผู้ป่วยที่มีโรคต่อผู้ที่ไม่มีโรค ตัวอย่างดังตารางสมมติ**

ความผิดปกติจากภาพ	ผู้ป่วยที่มีโรคจริง	ผู้ป่วยที่ไม่มีโรค	Likelihood Ratio
ความผิดปกติที่ 1	.5	.005	100 (.5/.005)
ความผิดปกติที่ 2	.25	.025	10 (.25/025)
ความผิดปกติที่ 3	.1	.1	1 (.1/.1)

สรุปได้ว่า เมื่อผู้ป่วยได้รับการตรวจวินิจฉัยด้วยเครื่องมือชนิดหนึ่ง ถ้าพบความผิดปกติที่ 1 ผู้ป่วย จะมีโอกาสเป็นโรค 100 เท่า ถ้าพบความผิดปกติที่ 2 ผู้ป่วย จะมีโอกาสเป็นโรค 10 เท่า ถ้าพบความผิดปกติที่ 3 ผู้ป่วยมีโอกาสเป็นโรคหรือไม่เป็นโรคก็ได้เท่าๆ กัน ซึ่งความผิดปกติที่ 3 นี้ย่อมไม่ช่วยในการวินิจฉัย

เอกสารอ้างอิง

1. Sitisara B. "Historical development of roentgenology in Thailand." Proceedings of Annual Meeting of Radiological Society of Thailand. 1994; Jan 20-22: 216-219.
2. Wangsuphachart S. "Impact of cranial CT scan on the management of patients presenting with head injury or seizures: A before and after study." Thesis for MSc degree in clinical epidemiology-Mc Master University 1990.
3. SBU-The Swedish Council on Technology Assessment in Health Care. *MRI-Magnetic Resonance Imaging.* September 1992.
4. Royal HD. "Technology Assessment: Scientific Challenges." *AJR* 1994; 163: 503-507.

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ คุณวีรนุช กิจสุขจิต, คุณวิภา ศักดิ์สุรีย์มงคล ที่ช่วยในการเตรียมข้อมูลทางสถิติ คุณอรพรรณ สุจินดาวัฒน์ ที่ช่วยในการพิมพ์เอกสารทั้งหมด