

การศึกษาต้นทุนและประสิทธิผล ของการทำ Magnetic Resonance Imaging (MRI) Targeted Biopsy เปรียบเทียบกับ Systemic Transrectal Ultrasound Guide Biopsy ในการวินิจฉัยมะเร็งต่อมลูกหมาก

ดนัย มโนรมย์ พ.บ.

หน่วยศัลยศาสตร์ สถาบันมะเร็งแห่งชาติ, ถ.พระราม 6 เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร 10400

Abstract: The Study of Cost and Effectiveness of Magnetic Resonance Imaging (MRI) Targeted Biopsy Compared to Systemic Transrectal Ultrasound Guide Biopsy in Prostate Cancer Diagnosis

Danai Manorum, M.D.

Department of Surgery, National Cancer Institute, Rama 6 Road, Ratchathewi, Bangkok. 10400

(Email: danaimanorum@gmail.com)

(Received: 5 July, 2022; Revised: 25 September, 2022; Accepted: 4 November, 2022)

Background: At the present time, the examination of prostate cancer diagnosis with MRI is an early procedure when a prostate cancer is suspected. The biopsy is based on the process of magnetic resonance imaging (MRI) fusion targeted biopsy prostate (MRI-Bx), a 3D technology, along with real-time ultrasound, which encourages doctors to clearly see the details and location of the tumor in the prostate. This also allows doctors to accurately specify where the biopsy is done without any randomization. Multiparametric Magnetic Resonance Imaging (mp-MRI) reduces the unnecessary biopsy and side effects. In Thailand, the popularity of the process has increased, but biopsy with MRI can be expensive with the cost of mp-MRI and ultrasound tools which serve the MRI fusion. This research was to study the cost-effectiveness of magnetic resonance imaging (MRI) targeted biopsy, compared with systemic transrectal ultrasound-guided biopsy (TRUS-Bx) in prostate cancer diagnosis. **Objective:** To study cost and effectiveness of magnetic resonance imaging (MRI) targeted biopsy, compared with systemic transrectal ultrasound-guided biopsy in prostate cancer diagnosis. **Method:** This was a retrospective study of people at risk of prostate cancer examined by MRI fusion biopsy prostate and systemic TRUS-Bx by calculating the cost of MRI targeted biopsy and its effectiveness in reducing false negative results. The results were then compared with systemic transrectal ultrasound-guided biopsy. **Result:** There was an extra cost for MRI fusion biopsy and the incremental cost effectiveness ratio was 616.69 Baht per a natural unit increased of the clinical outcome of interest when compared with systemic transrectal ultrasound-guided biopsy. **Conclusion:** The prostate cancer diagnosis with MRI fusion biopsy prostate was more cost-effective when compared with systemic transrectal ultrasound-guided biopsy. The TRUS-Bx patients can be at risks for the side effects caused by unnecessary biopsy.

Keywords: MRI Targeted Biopsy Prostate, Transrectal Ultrasound Guide Biopsy, Prostate Cancer

บทคัดย่อ

ภูมิหลัง: ในปัจจุบันได้มีการนำวิธีการตรวจวินิจฉัยมะเร็งต่อมลูกหมากโดยการทำMRIต่อมลูกหมากก่อน หากมีลักษณะที่สงสัยมะเร็ง จึงทำการตัดชิ้นเนื้อด้วยวิธี Magnetic Resonance

Imaging Fusion Targeted Biopsy Prostate (MRI-Bx) เป็นเทคโนโลยีการสร้างภาพสามมิติพร้อมการทำอัลตราซาวด์แบบ real-time ที่ช่วยให้แพทย์เห็นรายละเอียดและตำแหน่งของก้อนมะเร็งในต่อมลูกหมากได้อย่างชัดเจน ทำให้สามารถกำหนดบริเวณที่

จะตัดชิ้นเนื้อออกมาตรวจได้อย่างแม่นยำโดยไม่ต้องส่องตรวจ การทำ Multiparametric Magnetic Resonance Imaging (mp-MRI) นี้จะลดการตรวจชิ้นเนื้อคนไข้โดยไม่จำเป็นและลดผลข้างเคียงจากการตัดชิ้นเนื้อได้ โดยในประเทศไทยเริ่มมีการนำเทคโนโลยีการตรวจชิ้นเนื้อแบบนี้เพิ่มมากขึ้นแต่การตรวจชิ้นเนื้อด้วยการทำ MRI นี้มีค่าใช้จ่ายที่สูงที่เพิ่มขึ้น คือค่า mp-MR และเครื่องมือตรวจอัลตราซาวด์ที่สามารถรองรับการทำ MRI fusion ได้ การศึกษานี้จึงเป็นการประเมินความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ การใช้ MRI-Bx เปรียบเทียบกับ Systemic Transrectal Ultrasound Guide Biopsy (TRUS-Bx) ในการวินิจฉัยมะเร็งต่อมลูกหมาก **วัตถุประสงค์:** การศึกษาต้นทุนและประสิทธิภาพของการใช้ MRI-Bx เปรียบเทียบกับ TRUS-Bx ในการวินิจฉัยมะเร็งต่อมลูกหมาก **วิธีการ:** เป็นการศึกษาย้อนหลังของผู้ที่มีความเสี่ยงเป็นโรคมะเร็งต่อมลูกหมากที่ได้รับการตรวจโดย MRI-Bx กับ Systemic TRUS-Bx โดยคำนวณต้นทุนของการทำ MRI-Bx และผลลัพธ์ในการลดผลลบลงในการวินิจฉัยมะเร็งต่อมลูกหมากเปรียบเทียบกับ Systemic TRUS-Bx **ผลลัพธ์:** ต้นทุนประสิทธิภาพส่วนเพิ่มในการทำ MRI-Bx คิดเป็นค่า incremental cost-effectiveness ratio เท่ากับ 616.69 บาทต่อการตรวจแต่ละครั้ง เมื่อเทียบกับการทำ Systemic TRUS-Bx **สรุป:** การตรวจวินิจฉัยมะเร็งต่อมลูกหมากด้วยวิธี MRI-Bx มีประสิทธิภาพเมื่อเปรียบเทียบกับ TRUS-Bx โดยที่วิธี TRUS-Bx คนไข้จะต้องพบความเสี่ยงจากผลข้างเคียงต่อการเอาชิ้นเนื้อไปตรวจโดยไม่จำเป็น

คำสำคัญ: การตัดชิ้นเนื้อต่อมลูกหมาก, การตัดชิ้นเนื้อต่อมลูกหมากด้วย MRI, มะเร็งต่อมลูกหมาก

บทนำ

อันเนื่องด้วยโรคมะเร็งนับวันจะเป็นปัญหาสำคัญของโลกจากการที่มีแนวโน้มที่มากขึ้นจากสาเหตุหลายประการ ได้แก่ ประชากรมีอายุเฉลี่ยสูงขึ้น การเพิ่มของประชากรมากขึ้น และที่สำคัญคือการเปลี่ยนแปลงวิถีชีวิตของคนเอเชีย ด้านการบริโภคอาหารที่เหมือนประเทศตะวันตก จากสถิติมะเร็งต่อมลูกหมากของประเทศอเมริกาเป็นอันดับหนึ่งของมะเร็งทั้งหมดหลายปี¹ และในประเทศไทยเองได้ก้าวขึ้นไปเป็นสังคมผู้สูงอายุ ซึ่งอายุนับเป็นปัจจัยสำคัญของโรคมะเร็งต่อมลูกหมาก การรักษาโรคนั้น เป้าหมายที่สำคัญคือการรักษาให้หายขาดโดยมีผลกระทบต่อผู้ป่วยจากการรักษาให้น้อยที่สุด จึงต้องควรมีความรู้การรักษาและเทคนิคการผ่าตัดใหม่ ๆ ในการรักษาคนไข้ที่เหมาะสมและเป็นมาตรฐานที่มากที่สุด จากข้อมูลหนังสือ Cancer in Thailand ปี 2016-2018², มะเร็งต่อมลูกหมาก เป็นมะเร็งอันดับที่ 4 ของมะเร็งเพศชายทั้งหมด คิดเป็น 7.7 ต่อประชากร 100,000 คน การวินิจฉัยมะเร็งอย่างรวดเร็วจึงจะช่วยเพิ่มอัตราการรอดชีวิตของผู้ป่วยได้

ในการวินิจฉัยมะเร็งต่อมลูกหมากจากการตัดชิ้นเนื้อต่อมลูกหมากผ่านทางอัลตราซาวด์ (Systemic Transrectal Ultrasound Guide Biopsy of Prostate) เป็นที่ยอมรับโดยทั่วไปในการวินิจฉัยมะเร็งต่อมลูกหมาก แต่การทำหัตถการนี้ อาจส่งผลให้เกิด การวินิจฉัยที่เกินจำเป็น, การรักษาที่เกินจำเป็นและผลข้างเคียงจากการตัดชิ้นเนื้อตามมา

ในปัจจุบันได้มีการนำวิธีการตรวจวินิจฉัยมะเร็งต่อมลูกหมากโดยการตรวจ MRI ต่อมลูกหมากก่อน หากมีลักษณะที่สงสัยมะเร็ง จึงทำการตัดชิ้นเนื้อด้วยวิธี Magnetic Resonance Imaging Fusion Targeted Biopsy Prostate (MRI-Bx) ซึ่งเป็นเทคโนโลยีการสร้างภาพสามมิติพร้อมการทำอัลตราซาวด์แบบ real-time ที่ช่วยให้แพทย์เห็นรายละเอียดและตำแหน่งของก้อนมะเร็งในต่อมลูกหมากได้อย่างชัดเจน ทำให้สามารถกำหนดบริเวณที่จะตัดชิ้นเนื้อออกมาตรวจได้อย่างแม่นยำโดยไม่ต้องส่องตรวจ การทำ MRI fusion นี้จะลดการตรวจชิ้นเนื้อคนไข้โดยไม่จำเป็นและลดผลข้างเคียงจากการตัดชิ้นเนื้อได้³ โดยในประเทศไทยเริ่มมีการนำเทคโนโลยีการตรวจชิ้นเนื้อแบบนี้เพิ่มมากขึ้นโดยทั้งสองวิธีนี้อยู่ในการมาตรฐานการตรวจระดับเดียวกันตามแนวทางการรักษามะเร็งต่อมลูกหมากในประเทศไทย⁴ แต่การตรวจชิ้นเนื้อด้วยการทำ MRI-Bx นี้มีค่าใช้จ่ายที่สูงที่เพิ่มขึ้น คือค่า MRI และเครื่องมือตรวจอัลตราซาวด์ที่สามารถรองรับการทำ MRI fusion ได้

การศึกษานี้จึงเป็นการศึกษาถึงต้นทุนและประสิทธิภาพการใช้ Magnetic Resonance Imaging Targeted Biopsy (MRI-Bx) เปรียบเทียบกับ Systemic Transrectal Ultrasound Guide Biopsy (TRUS-Bx) ในการวินิจฉัยมะเร็งต่อมลูกหมาก

วัสดุและวิธีการ

รูปแบบการวิจัย (Research Design)

- Retrospective study

ระเบียบวิธีวิจัย (Research Methodology)

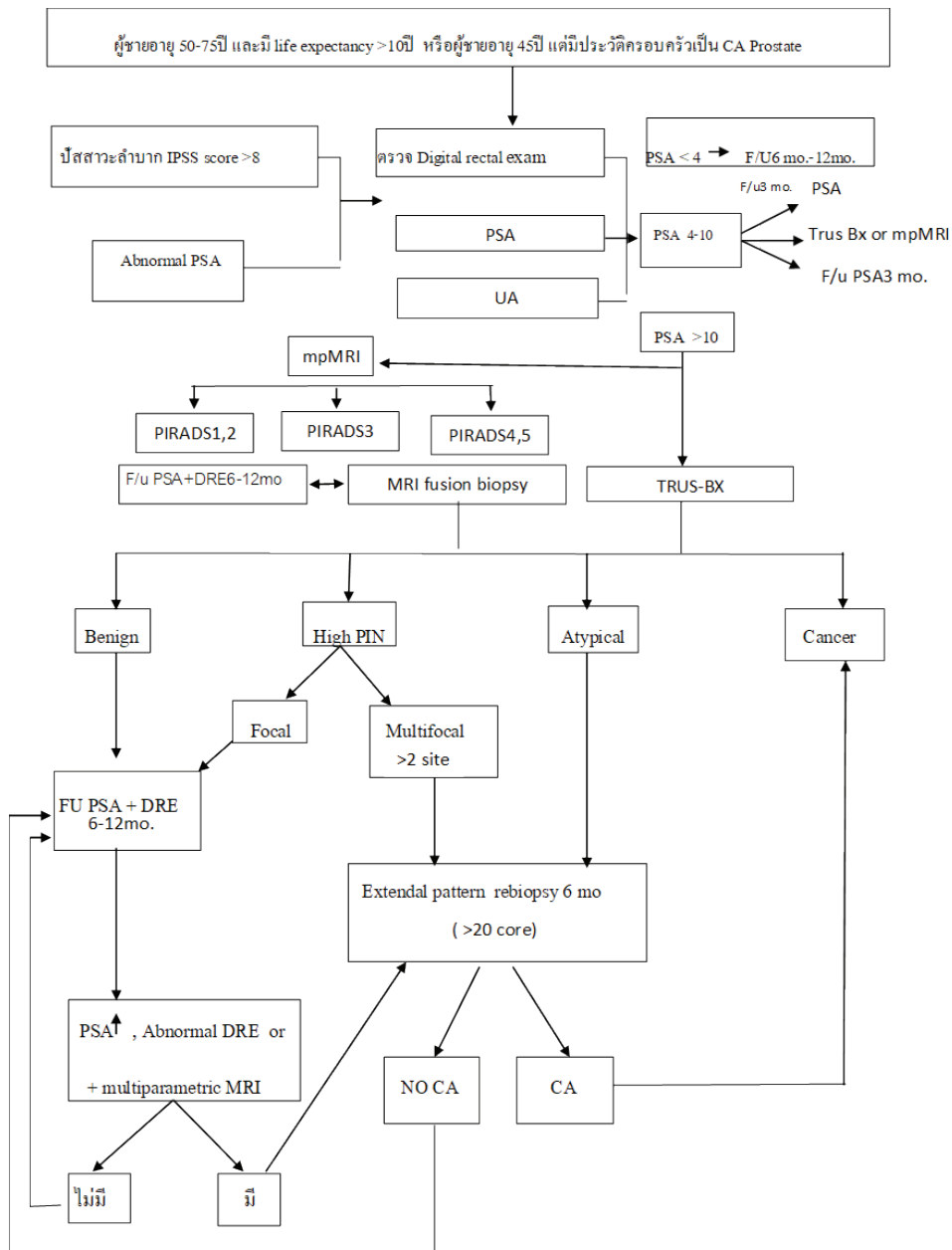
ประชากร

ผู้ชายอายุ 50-75 ปี และมี life expectancy >10 ปี (เพื่อลด overtreatment) หรือ ผู้ชายอายุ 45 ปี แต่มีประวัติครอบครัวเป็น CA Prostate

การคัดเลือกผู้เข้าร่วมการวิจัย (subject selection and allocation) ประกอบด้วย

1. เกณฑ์การคัดเลือกอาสาสมัครเข้าร่วมการวิจัย (inclusion criteria)

ผู้ที่มีความผิดปกติของ PSA หรือตรวจร่างกายต่อมลูกหมากมีความผิดปกติ ใช้การเก็บข้อมูลจากแพทย์คนไข้ช่วงเวลาปี พ.ศ. 2562-2564 ได้รับการทำ mp-MRI +/- MRI Fusion Biopsy หรือได้รับการตรวจด้วย Systemic TRUS Biopsy ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 ขั้นตอนการวินิจฉัยมะเร็งต่อมลูกหมาก¹

2. เกณฑ์การคัดออกผู้เข้าร่วมการวิจัย (exclusion criteria) ผู้ป่วยที่มีอาการแสดงของมะเร็งระยะสุดท้าย ได้แก่ ปวดกระดูก, ต่อม้ำเหลืองโต เป็นต้น หรือ ผู้ที่เคยทำการตรวจชิ้นเนื้อมะเร็งต่อมลูกหมากมาก่อน

การวัดผล/การวิเคราะห์ข้อมูล (outcome measurement/ data analysis)

วิเคราะห์ผลการทดลองทางสถิติโดยใช้ STATA

การศึกษานี้เป็นการศึกษาโดยใช้แบบจำลองทางเศรษฐศาสตร์แบบ decision tree โดยอ้างอิงจากรูปที่ 1 โดยการคัดเลือกผู้ป่วยที่ทำ mp-MRI กับ TRUS-Bx มาจากการแนะนำข้อดีข้อเสียของการตรวจทั้งสองแบบแล้วให้ผู้ป่วยเลือกการตรวจร่วมกับแพทย์ โดยกลุ่ม

ที่ทำ mp-MRI ที่ได้รับการวินิจฉัยว่าเป็น PIRADS1, 2 จะได้รับการตรวจ PSA ต่อเนื่องทุก 6-12 เดือน, ผู้ที่ได้รับการวินิจฉัย PIRADS3 จะได้รับการแนะนำถึงโอกาสเป็นมะเร็ง เป็นทางเลือกว่าจะตรวจชิ้นเนื้อหรือตรวจต่อเนื่อง ขึ้นอยู่กับอาการคนไข้, ค่าเลือด PSA, ขนาดของ PIRADS เป็นต้น ผู้ที่ได้ PIRADS4 หรือ 5 จะได้รับการตรวจชิ้น MRI Fusion Bx ทุกราย

ส่วนกลุ่มที่ทำ TRUS-Bx หากค่า PSA < 4 จะไม่ทำการตรวจชิ้นเนื้อ, ค่า PSA 4-10 จะแนะนำถึงโอกาสเป็นมะเร็ง เป็นทางเลือกว่าจะตรวจชิ้นเนื้อหรือตรวจต่อเนื่อง ขึ้นอยู่กับค่าเลือด free PSA, PSA velocity, PSA density เป็นต้น, ค่า PSA > 10 จะได้รับการตรวจ TRUS-Bx ทุกราย

ผล

จากการเก็บข้อมูลตัวอย่างจากแฟ้มการรักษาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2562-2564 ได้รวบรวมลักษณะสำคัญที่นำมาใช้ในการวิจัยดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ลักษณะคนไข้ที่ได้รับการตรวจชิ้นเนื้อด้วยวิธี MRI-Bx และ TRUS-Bx

ข้อมูล	MRI-Bx	TRUS-Bx
จำนวน	49 ราย (CA36, Benign12, Atypical1)	85 ราย (CA46, Benign35, Atypical4)
อายุ (เฉลี่ย)	69.06 ปี	69.63 ปี
PSA (median)	9.84	10.15
	min 3.7	min 3.98
	max 136	max 2943

โดยมีผู้ป่วยที่ได้รับการทำ MRI ทั้งหมด 116 รายและได้รับการส่งทำ MRI Fusion Biopsy Prostate 49 ราย พบเป็นมะเร็งต่อมลูกหมาก 36 ราย (73.4%) ส่งทำ TRUS-Bx 85 ราย พบเป็นมะเร็งต่อมลูกหมาก 46 ราย (54.1%), อายุเฉลี่ยของ MRI-Bx และ TRUS-Bx คือ 69.0 ปี และ 69.6 ปี ตามลำดับ ค่า PSA (มัธยฐาน) ของ MRI-Bx และ TRUS-Bx คือ 9.84 และ 10.15 ตามลำดับ

ตารางที่ 2 ลักษณะคนไข้ที่พบ PIRADS 3 ถึง 5 และพบว่าเป็นมะเร็งต่อมลูกหมาก

PIRADS	จำนวน MRI-Bx	จำนวนที่พบเป็นมะเร็งต่อมลูกหมาก
3	7 ราย	3 ราย
4	23 ราย	18 ราย
5	18 ราย	15 ราย

ผลการตรวจ MRI ที่พบความผิดปกติที่ได้ทำการตรวจชิ้นเนื้อ มี 61 ราย ตามตารางที่ 2 ซึ่งมี PIRADS ดังนี้ PIRADS 3 มี 3 รายพบเป็นมะเร็งต่อมลูกหมาก 1 รายคิดเป็น 42.8% PIRADS 4 มี 23 รายพบเป็นมะเร็งต่อมลูกหมาก 18 รายคิดเป็น 78.2% และ PIRADS 5 มี 18 รายพบเป็นมะเร็งต่อมลูกหมาก 15 ราย คิดเป็น 83.3%

ตารางที่ 3 ค่าใช้จ่ายระหว่างการตรวจ MR และTRUS-Bx

ข้อมูล	ราคาเฉลี่ย (บาท)
PSA (fix cost)	400
MRI (fix cost)	19,000
MRI-Bx	9,299
TRUS-Bx	4,734
LRP	66,451

ในคนไข้ที่ต้องทำ MRI-Bx (ทำ MRI ก่อน ผลผิดปกติแล้วทำ MRI-Bx) พบต้นทุนเพิ่มขึ้น 38,357.98 บาท/คน (incremental cost-effectiveness ratio) 616.69 บาท

วิจารณ์

มะเร็งต่อมลูกหมากรายใหม่ที่พบในสถาบันมะเร็งแห่งชาติ พบประมาณ 100 รายต่อปี⁵ การตรวจคัดกรองมะเร็งต่อมลูกหมาก ด้วยการเจาะเลือด PSA และการตรวจร่างกาย หากมีความผิดปกติ จะนำไปสู่การตัดชิ้นเนื้อเพื่อการวินิจฉัยมะเร็งต่อมลูกหมาก ใน การศึกษานี้ได้นำผู้มีความเสี่ยงมะเร็งต่อมลูกหมาก 116 ราย มี ผู้ที่ต้องตรวจชิ้นเนื้อ 49 รายและพบว่าผู้ที่ไม่มีความจำเป็นในการ ตรวจชิ้นเนื้อต่อมลูกหมากอยู่ 67 ราย (PIRADS 1, 2 และ 3 บาง ราย) โดยคนในกลุ่มนี้จะลดความเสี่ยงผลข้างเคียงของการตรวจชิ้น เนื้อต่อมลูกหมากโดยไม่จำเป็นได้³ ซึ่งพบว่าเกิดการวินิจฉัยที่เกิน จำเป็น (overdiagnosis), การรักษาที่เกินจำเป็น (overtreatment) ถึง 25-50%⁶ และผลข้างเคียงจากการตัดชิ้นเนื้อที่เกิดขึ้นอันส่งผล ต่อคุณภาพชีวิตของคนไข้ที่ได้รับการตรวจชิ้นเนื้อต่อมลูกหมาก แบบตัดชิ้นเนื้อต่อมลูกหมากผ่านทางกล้องอัลตราซาวด์ (Systemic Transrectal Ultrasound Guide Biopsy of Prostate)⁷

จึงได้มีการนำการทำ Magnetic Resonance Imaging (MRI) Fusion Targeted Biopsy Prostate เป็นเทคโนโลยีการสร้าง ภาพสามมิติพร้อมการทำอัลตราซาวด์แบบ real-time โดยมีการ ศึกษาของค่าใช้จ่ายของการทำ MRI Fusion Biopsy of Prostate เมื่อเทียบกับ Systemic Transrectal Ultrasound Biopsy of Prostate พบว่าไม่แตกต่างกันในแง่การรักษาตามมาตรฐาน สามารถลดการวินิจฉัยที่เกินจำเป็น (overdiagnosis), การรักษาที่ เกินจำเป็น (overtreatment) และมีคุณภาพชีวิตที่ดีกว่าเมื่อเทียบ กับการตัดชิ้นเนื้อแบบ systemic transrectal ultrasound guide⁴

ในแบบแผนการตรวจคัดกรองมะเร็งต่อมลูกหมากของ National Comprehensive Cancer Network (NCCN)

Guidelines Version 2, 2021 ในเรื่อง prostate cancer early detection ได้นำการทำ multiparametric MRI แทนการ ทำการตัดชิ้นเนื้อต่อมลูกหมากแบบปกติ Systemic Transrectal Ultrasound Biopsy of Prostate ในกรณีที่สามารถทำได้⁸ เนื่องจากการทำ multiparametric MRI นั้นสามารถช่วยพบชิ้น เนื้อที่มีความสำคัญของมะเร็ง (significant cancer) ได้ดีกว่าเมื่อ เทียบกับการทำการตัดชิ้นเนื้อต่อมลูกหมากแบบปกติ⁹

เนื่องจากยังไม่มีการศึกษาการประเมินความคุ้มค่าใน ประเทศไทย การศึกษาในต่างประเทศประเมินความคุ้มค่าของการทำ Magnetic Resonance Imaging (MRI) targeted biopsy เปรียบ เทียบกับ Systemic Transrectal Ultrasound Guide Biopsy พบ ว่าการทำ MRI Targeted Biopsy มีความคุ้มค่าเมื่อเทียบกับการ ตัดชิ้นเนื้อแบบปกติ¹⁰

โดยการศึกษานี้ได้พบว่าต้นทุนที่ต้องจ่ายเพิ่มในการทำ MRI-Bx เมื่อเทียบกับการทำ TRUS-Bx 616.69 บาท จึงมีประสิทธิผล เมื่อเทียบกับการนำผู้ป่วยที่ไม่จำเป็นได้รับการทำ TRUS-Bx ไปทำ การตรวจชิ้นเนื้อซึ่งมีโอกาสพบผลแทรกซ้อนจากการตรวจชิ้นเนื้อ โดยวิธี TRUS-Bx ได้แก่ ปัสสาวะเป็นเลือด หรือ ติดเชื้อทางเดิน ปัสสาวะ เป็นต้น

สรุป

การตรวจวินิจฉัยมะเร็งต่อมลูกหมากด้วยวิธี MRI Fusion Biopsy prostate มีประสิทธิภาพ เมื่อเทียบกับ Systemic Transrectal Ultrasound Guide Biopsy โดยที่วิธี TRUS-Bx คนไข้อาจต้องพบความเสี่ยง ผลข้างเคียงต่อการเอาชิ้นเนื้อไปตรวจ โดยไม่จำเป็น

References

1. Manomom D., Paripatananon C. แนวทางการตรวจคัดกรอง วินิจฉัยและ รักษาโรคมะเร็งต่อมลูกหมาก. National cancer institute; [internet] 2017. [cited 2022]. Available from: <https://www.nci.go.th/th/cpg/TextBook%20มะเร็งต่อมลูกหมาก.pdf>
2. Rojanamatin J. Cancer in Thailand Volume X ,2016-2018; [internet] 2021 [cited 2021]. Available from: https://www.nci.go.th/e_book/cit_x/index.html
3. Suttimaneerat S., Siriboonrid S., Choeypun N. Complications of transrectal ultrasound prostate biopsy in Phramongkutklao hospital. Division of Urology, Department of Surgery, Phramongkutklao Hospita; [internet] 2014. [cited 2022]. Available from: <https://he02.tci-thaijo.org/index.php/TJU/article/view/63048/51807>
4. de Rooij M, Crijnen S, Witjes JA, Barentsz JO, Rovers MM, Grutters JP. Cost-effectiveness of magnetic resonance (MR) imaging and MR-guided targeted biopsy versus systematic transrectal ultrasound-guided biopsy in diagnosing prostate cancer: a modelling study from a health care perspective. Eur Urol. 2014; 66:430-6.
5. Sangviriyanpan A. Department of medical service, National Cancer Institution. Hospital-base cancer registry 2020; [internet] 2021. [cited 2022]. Available from: https://www.nci.go.th/e_book/hosbased_2563/index.html
6. Tonry CL, Leacy E, Raso C, Finn SP, Armstrong J, Pennington SR. The Role of Proteomics in Biomarker Development for Improved Patient Diagnosis and Clinical Decision Making in Prostate Cancer. Diagnostics (Basel). 2016; 6:27.
7. Loeb S, Vellekoop A, Ahmed HU, Catto J, Emberton M, Nam R, et al. Systematic review of complications of prostate biopsy. Eur Urol. 2013; 64:876-92.
8. Kelvin A. Moses, Preston C. Sprenkle, Geoffrey Box. Prostate Cancer Early Detection, Version 1.2022. NCCN Clinical practice Guidelines in Oncology; [internet] 2022. [cited 2022]. Available from: https://www.nccn.org/professionals/physician_gls/pdf/prostate_detection.pdf
9. Ahmed HU, El-Shater Bosaily A, Brown LC, Gabe R, Kaplan R, Parmar MK, et al. PROMIS study group. Diagnostic accuracy of multi-parametric MRI and TRUS biopsy in prostate cancer (PROMIS): a paired validating confirmatory study. Lancet. 2017; 389:815-22.
10. Venderink W, Govers TM, de Rooij M, Fütterer JJ, Sedelaar JPM. Cost-Effectiveness Comparison of Imaging-Guided Prostate Biopsy Techniques: Systematic Transrectal Ultrasound, Direct In-Bore MRI, and Image Fusion. AJR Am J Roentgenol. 2017; 208:1058-63.