

Nursing Management of Cryoablation Treatment of Cancer Patient

Rungnapa Buasuwan, RN.*, Amika Kolyanee, RN., Methawee Khaodee RN.

Radiology Nursing Department, Siriraj Hospital, Faculty of Medicine Siriraj Hospital, Mahidol University, Bangkok 10700 Thailand.

Siriraj Medical Bulletin 2026;19(3):286-292.

ABSTRACT

Cryoablation is an advanced treatment modality for cancer patients, utilizing the Joule-Thomson effect to destroy malignant tumors through cycles of freezing and thawing. This process causes cellular destruction via osmotic shock, ultimately leading to tumor necrosis. One of the primary advantages of this method is the ability to clearly monitor the ablation zone during the procedure, offering greater precision than other tumor ablation techniques. This is because cryoablation creates a visible "ice ball," which allows clinicians to accurately track the boundaries of the treatment area in real-time. In Thailand, cryoablation is increasingly used to treat tumors in various organs such as the kidney, lung, and liver. However, this technique carries a high risk of complications during and after the procedure. Proper patient preparation, accurate positioning, and specific procedural equipment are essential to minimizing complications and ensuring patient safety. This article provides essential knowledge on cryoablation and nursing care practices to support interventional radiology nurses and healthcare professionals in delivering effective patient care.

Keywords: Nursing management; cryoablation; cancer patients

*Correspondence to: Rungnapa Buasuwan

Email: rungnapa.nn1988@gmail.com

Received: 20 October 2025

Revised: 17 April 2026

Accepted: 17 August 2026

<https://dx.doi.org/10.33192/smb.v19i3.278380>

การพยาบาลผู้ป่วยมะเร็งที่ได้รับการรักษาด้วยการจี้ก้อนเนื้อด้วยความเย็น

รุ่งนภา บัวสุวรรณ, พย.ม., เอมิกา กลยณี, พย.ม., เมธาวี ขาวดี, พย.บ.

งานการพยาบาลรังสีวิทยา ฝ่ายการพยาบาล โรงพยาบาลศิริราช คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล กรุงเทพมหานคร 10700 ประเทศไทย.

บทคัดย่อ

การพยาบาลผู้ป่วยมะเร็งที่ได้รับการรักษาด้วยการจี้ก้อนเนื้อด้วยความเย็นเป็นเทคโนโลยีการรักษาก้อนเนื้อออกด้วยการจี้ด้วยความเย็นโดยอาศัยกลไก Joule-Thomson effect ซึ่งทำให้เกิดกระบวนการแช่แข็ง (freezing) และกระบวนการละลายน้ำแข็ง (thawing) จนทำให้เกิดเซลล์แตก (osmotic shock) ทำให้ก้อนเนื้อออกถูกทำลาย การรักษาด้วยวิธีนี้มีข้อดีคือสามารถติดตามขอบเขตของการทำลายเนื้อเยื่อด้วยพลังงานความเย็น (ablation zone) ระหว่างการทำหัตถการได้ชัดเจนกว่าการจี้ก้อนเนื้อออกด้วยวิธีอื่น ๆ เนื่องจากการรักษาด้วยการจี้ก้อนเนื้อออกด้วยความเย็นจะทำให้เกิดก้อนน้ำแข็ง (Iceball) ซึ่งสามารถเห็นทำให้ติดตามขอบเขตการรักษาได้ ปัจจุบันในประเทศไทยการรักษาด้วยการจี้ก้อนเนื้อออกด้วยความเย็นเข้ามามีบทบาทในการรักษามะเร็งหลายตำแหน่งทั้งไต ปอดและตับ มีความเสี่ยงสูงที่จะเกิดภาวะแทรกซ้อนระหว่างหรือหลังการทำหัตถการได้ อีกทั้งการเตรียมความพร้อมผู้ป่วยการจัดทำผู้ป่วยเพื่อทำหัตถการซึ่งมีความสำคัญในการป้องกันภาวะแทรกซ้อนจากการทำหัตถการได้และเรื่องการเตรียมอุปกรณ์สำหรับทำหัตถการยังมีความแตกต่างจากหัตถการอื่น ซึ่งในบทความฉบับนี้จะมีความรู้เรื่องการรักษาและการพยาบาลเพื่อให้พยาบาลรังสีร่วมรักษา บุคลากรทางการแพทย์เพื่อให้สามารถดูแลผู้ป่วยได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: การพยาบาล; การจี้ด้วยความเย็น; ผู้ป่วยมะเร็ง

บทนำ

โรคมะเร็งเป็นสาเหตุของการเสียชีวิตอันดับ 1 ของคนไทย อีกทั้งยังพบแนวโน้มการป่วยเป็นโรคมะเร็งในคนอายุน้อยลง เพราะนอกจากสาเหตุจากกรรมพันธุ์แล้ว ยังพบว่าพฤติกรรมการใช้ชีวิต การสูบบุหรี่ การรับประทานอาหารที่ไม่ดีต่อสุขภาพก็เป็นปัจจัยเสี่ยงที่เพิ่มโอกาสเสี่ยงของการเกิดโรคมะเร็งเพิ่มขึ้นเช่นกัน¹ การรักษาผู้ป่วยมะเร็งมีหลายวิธีขึ้นอยู่กับตำแหน่งการเกิดโรค ระยะของโรค ได้แก่ การผ่าตัด การรักษาด้วยการให้ยาเคมีบำบัด การรักษาด้วยการฉายรังสี และนอกเหนือจากนี้ยังมีการรักษาด้วยรังสีร่วมรักษาที่ปัจจุบันเข้ามามีบทบาทในการรักษาโรคมะเร็งต่าง ๆ เพิ่มขึ้นโดยรังสีแพทย์พิจารณาเทคนิคการรักษาตามตำแหน่งของอวัยวะ และลักษณะของรอยโรค เช่น มะเร็งตับสามารถใช้วิธีการให้ยาเคมีบำบัดผ่านสายสวนหลอดเลือดไปยังก้อนเนื้อออก (Transarterialchemo Embolization; TACE) การจี้ด้วยความร้อนคลื่นวิทยุ (Radiofrequency Ablation; RFA) การจี้ด้วยความร้อนคลื่นไมโครเวฟ (microwave ablation) การใช้ไฟฟ้าความต่างศักย์ทำลายก้อนเนื้อออก (Irreversible Electroporation; IRE) นอกเหนือจากนี้ปัจจุบันมีการรักษาด้วยวิธีการจี้ก้อนเนื้อด้วยความเย็น (cryoablation)²

จากประวัติศาสตร์การคิดค้นเทคนิคการรักษาโรคมะเร็งด้วยเทคนิค cryoablation เริ่มมาจากในปีศตวรรษที่ 19 Dr. James

M. Arnott ศัลยแพทย์ชาวอังกฤษประยุกต์การใช้ความเย็นในการลดขนาดของก้อนเนื้อออกบริเวณเต้านมและปากมดลูกได้ ต่อมาเริ่มมีการนำเทคนิคนี้ไปรักษาโรคอื่น เช่น มะเร็งต่อมลูกหมาก การรักษาโรคพาร์กินสัน จนต่อมาได้มีการพัฒนาเทคนิคการรักษาจนในปัจจุบันมีการใช้แก๊สอาร์กอน (argon gas) ในการทำให้เกิดความเย็นซึ่งมีข้อดีคือสามารถควบคุมอุณหภูมิความเย็นได้คงที่ สามารถทำให้อุณหภูมิลดลงหรือเพิ่มขึ้นได้รวดเร็ว³

การรักษามะเร็งด้วยการจี้ด้วยความเย็น (cryoablation treatment for cancer) เทคโนโลยีการรักษาก้อนเนื้อออกด้วยการจี้ด้วยความเย็นเข้ามาในประเทศไทยเมื่อปี พ.ศ. 2563 ทำได้โดยอาศัยกลไก Joule-Thomson effect เกิดขึ้นได้โดยการอัดแก๊สอาร์กอนผ่านเข็มที่เรียกว่า Cryoprobe ในระบบปิดเมื่อความดันแก๊สต่ำลงทำส่งผลให้อุณหภูมิลดลง โดยใช้กฎของกลไกเทอร์โมไดนามิกส์ (Thermodynamic) เป็นการถ่ายโอนพลังงานจากแหล่งหนึ่งไปอีกแหล่งหนึ่ง กล่าวคือการทำเกิด Freezing-Thawing cycle ซึ่งจะส่งผลให้เซลล์ของมะเร็งตายในที่สุด กระบวนการเกิดการแช่แข็ง (freezing) เมื่ออุณหภูมิลดลงอย่างรวดเร็ว เซลล์จะเริ่มคลายน้ำออกจากเซลล์ไปภายนอกเซลล์ (exosmosis) เซลล์เกิดการขาดน้ำ

และหดตัวลง จากอุณหภูมิลดลงจนติดลบ 40 องศาเซลเซียส ทำให้มีน้ำบางส่วนที่ออกมานอกเซลล์ไม่ทัน ทำให้เกิดการตกผลึกเป็นน้ำแข็งทั้งภายในและภายนอกเซลล์ จากนั้นเริ่มกระบวนการละลายน้ำแข็ง (thawing) อาจมีการใช้ไฟฟ้า (electronic management) ในการให้ความร้อน เมื่ออุณหภูมิค่อยๆ เพิ่มขึ้น จะให้น้ำแข็งก้อนเล็กๆ ภายในเซลล์เกิดการหลอมรวมกัน (recrystallization) กลายเป็นน้ำแข็งก้อนใหญ่จนทำลายเยื่อหุ้มเซลล์และส่วนประกอบต่าง ๆ ภายในเซลล์ โดยภายหลังกระบวนการละลายน้ำแข็งเสร็จสิ้น (post-thawing) เซลล์จะคายน้ำออกมารอบๆ เซลล์ จนบวม น้ำ จนเกิดความแตกต่างของความเข้มข้นของสารละลายระหว่างภายนอกและภายในเซลล์จนทำให้เซลล์แตก (osmotic shock) และตายในที่สุด⁴⁻⁵

เปรียบเทียบการรักษาด้วยเทคนิคการจี้ด้วยความเย็น Cryoablation กับ การจี้ด้วยความร้อน Radiofrequency ablation (RFA) หรือ Microwave ablation (MWA)

ข้อดีการเลือกใช้เทคนิค Cryoablation ในการรักษาก้อนเนื้องอก คือ สามารถติดตามขณะการรักษาจากการตกผลึกเป็นน้ำแข็ง (ice ball) เมื่อให้ความเย็น เรียกว่า Ablation zone โดยสามารถมองเห็นได้ผ่านการทำอัลตราซาวด์ ซึ่งสามารถรักษาในตำแหน่งที่ต้องการอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น และป้องกันภาวะแทรกซ้อนได้อย่างรวดเร็ว และยังพบรายงานว่าหลังทำหัตถการผู้ป่วยจะมีอาการปวดได้น้อยกว่าการรักษาด้วยความร้อน ในส่วนของข้อดีของการรักษาด้วยวิธี Cryoablation คือ Ablation zone ของการรักษาด้วยวิธีนี้มีลักษณะที่เล็กกว่าเมื่อเทียบกับการรักษาด้วย RFA หรือ MWA ทำให้เมื่อต้องการรักษาก้อนเนื้องอกที่มีขนาดใหญ่ต้องเพิ่มจำนวนเข็มในการทำหัตถการ นอกเหนือจากนี้ระยะเวลาในการทำ cryoablation ต่อรอบจะใช้เวลามากกว่าการรักษาด้วย MWA จากเหตุผลที่กล่าวมาจึงมีโอกาสดังกล่าวภาวะแทรกซ้อนได้มากขึ้น⁵

วิธีการทำหัตถการการจี้ก้อนเนื้องอกด้วยความเย็น (cryoablation)

การทำหัตถการการจี้ก้อนเนื้องอกด้วยความเย็น (cryoablation) ส่วนใหญ่จะทำได้โดยใช้การเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ (computed tomography; CT) และอัลตราซาวด์นำทาง และผู้ป่วยอาจได้รับการดมยาสลบแบบ General anesthesia (GA) การให้ยาดมยาสลบผ่านทางหลอดเลือดดำ (intravenous sedation) หรือการฉีดยาเฉพาะที่ (local anesthesia) ขึ้นกับแต่ละบริบทของหน่วยงาน จากนั้นรังสีแพทย์จะแทงเข็มผ่านผิวหนังไปยังบริเวณรอยโรคนั้นๆ โดยตรง โดยรังสีแพทย์จะเลือกเข็ม Cryoablation needle หรือ Cryoprobe โดยพิจารณาจากลักษณะ ตำแหน่งและขนาดของก้อน Lesion โดยประเมินจากภาพการตรวจทางรังสีวินิจฉัยเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ (computed tomography; CT) โดยเพิ่มทีนิยมใช้มีหลายชนิด ได้แก่ IcePearl

14 G, IceFORCE 14 G และ IceSphere 17 G ในกรณีทีก้อนเนื้องอกมีขนาดใหญ่ รังสีแพทย์จะพิจารณาใช้เข็มมากกว่า 1 เข็ม และแต่ละเข็มจะวางห่างกันประมาณ 1-2 เซนติเมตร โดยใช้เอกซเรย์คอมพิวเตอร์ และการอัลตราซาวด์ช่วยนำทางตำแหน่งของเข็ม และเมื่อได้ตำแหน่งของเข็มแล้ว จะเริ่มทำการปล่อยพลังงานเพื่อทำลายก้อนเนื้องอกโดยระยะเวลาของกระบวนการแช่แข็งและละลายน้ำแข็งขึ้นอยู่กับอวัยวะที่ทำหัตถการ ชนิดของเข็มและเครื่องมือที่ใช้ในการรักษา ยกตัวอย่างเช่น มะเร็งไตใช้ระยะเวลากระบวนการแช่แข็งและละลายน้ำแข็งรอบละ 10 นาที โดยกระบวนการแช่แข็ง (freezing session) ใช้เวลา 9 นาที และกระบวนการละลายน้ำแข็ง ใช้เวลา 1 นาที (thaw session) โดยทำซ้ำแบบนี้ 2 รอบ (double freeze thaw protocol) ต่อรอยโรค และให้ประเมินการทำลายก้อนเนื้องอกโดยดูจากลักษณะของการตกผลึกเป็นน้ำแข็งหรือ Ice ball เรียกว่า Tumor ablation zone โดยดูจากลักษณะของการตกผลึกเป็นน้ำแข็งหรือ Iceball ต้องครอบคลุมก้อนเนื้องอกออกมาอย่างน้อย 5 มิลลิเมตร หากพบว่าไม่ครอบคลุมก้อนเนื้องอก ให้วางตำแหน่งเข็มใหม่ เมื่อทำหัตถการเสร็จให้ทำเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ตำแหน่งที่ทำ Cryoablation เพื่อประเมินภาวะแทรกซ้อนของอวัยวะนั้น⁶

สำหรับการรักษาด้วยวิธี Cryoablation สามารถรักษา มะเร็งได้หลายตำแหน่ง แต่ในประเทศไทยส่วนใหญ่นำเทคโนโลยีนี้รักษามะเร็งไตในไต ปอด และ ตับ ในบทความนี้จะขอกล่าวถึงมะเร็งทั้ง 3 ระบบนี้

การรักษามะเร็งไต (kidney cancer) ด้วยวิธีการจี้ด้วยความเย็น (cryoablation)

มะเร็งไตส่วนใหญ่ ร้อยละ 90 เป็นชนิด Renal cell carcinoma (RCC) พบว่าแนวทางการรักษาด้วยการจี้ก้อนเนื้องอกด้วยความเย็น ทำในผู้ป่วย RCC T1a ขนาดของก้อนเนื้องอกน้อยกว่า 4 เซนติเมตร⁷⁻⁸ พบว่ามีข้อดีในการรักษาด้วยวิธีนี้คือ ทำลายเนื้อไตเฉพาะส่วนที่เป็นเนื้องอก (nephron-sparing treatment) คงสภาพการทำงานของไต (preserved renal function) ลดความเสี่ยงในการทำลายอวัยวะข้างเคียง เช่น ลำไส้ ท่อน้ำดี ปัสสาวะ เป็นต้น อีกทั้งยังเพิ่มประสิทธิภาพของการรักษาจี้ก้อนเนื้องอกที่อยู่ใกล้หลอดเลือด เนื่องจากหากจี้ก้อนเนื้องอกด้วยความร้อนอาจเกิดการนำพาความร้อนไปด้วยเลือดหรือเรียกว่าภาวะ Heat sink effect⁸

อาการข้างเคียงที่อาจพบส่วนใหญ่เป็นอาการระดับน้อย (minor complication) ประมาณร้อยละ 7.8-20 ได้แก่ ภาวะปวดบริเวณเอว (flank pain) อาการ Post-ablation syndrome ซึ่งมีอาการแสดง คือ มีไข้ หนาวสั่น คลื่นไส้ อาเจียนหรือบางรายอาจพบการติดเชื้อทางเดินปัสสาวะ (urine tract infection) ปัสสาวะปนเลือด (hematuria) เลือดออก (hemorrhage) ก้อนเลือดบริเวณไต (perinephric hematoma) เป็นต้น⁸

การรักษามะเร็งปอด (lung cancer) ด้วยวิธีการจี้ด้วยความเย็น (cryoablation)

มะเร็งปอดเป็นมะเร็งที่คุกคามต่อชีวิตมาก พบว่ามีคนเสียชีวิตจากมะเร็งปอดถึง 1.59 ล้านคนต่อปี โดยชนิดของมะเร็งปอดที่พบบ่อยที่สุดคือ Non-small cell lung cancer (NSCLC) ซึ่งการวินิจฉัยมักพบในระยะรุนแรง (advanced stage) แล้ว จึงไม่สามารถทำการผ่าตัดได้ โดยส่วนใหญ่การรักษาจะเป็นการให้ยาเคมีบำบัดและการฉายรังสี ภายหลังมีการพัฒนาการรักษาโดยการให้ยามุ่งเป้า (targeted therapy) และรักษาด้วยภูมิคุ้มกันบำบัด (immunotherapy) ในผู้ป่วยมะเร็งปอดและมีการตอบสนองต่อการรักษาได้ดี นอกจากการรักษาดังที่กล่าวมาแล้ว การรักษามะเร็งปอดด้วยการจี้ด้วยความร้อน (thermal ablation) หรือการจี้ก้อนเนื้อ

งอกด้วยความเย็นเป็นทางเลือกในการรักษาผู้ป่วยมะเร็งปอดเช่นกัน⁹ ผู้ป่วยโรคมะเร็งปอดที่รักษาด้วยการจี้ก้อนเนื้องอกด้วยความเย็นพบอัตราการรอดชีวิตประมาณ 3 ปี ร้อยละ 77-83 การรักษาสามารถรักษาก้อนเนื้องอกได้มีประสิทธิภาพโดยเฉพาะในตำแหน่งสำคัญใกล้หลอดเลือด (vessel) หรือใกล้หลอดลม (bronchus) ขนาดก้อนไม่เกิน 3 เซนติเมตร ข้อดีของการรักษาด้วยวิธีการจี้ก้อนเนื้องอกด้วยความเย็นเป็นวิธีที่ทำลายเนื้อปอดเฉพาะที่สามารถรักษาโครงสร้างของเซลล์ไว้ได้⁹ ทำให้การทำงานของปอดยังมีประสิทธิภาพ แต่อย่างไรก็ตามการจี้ก้อนเนื้องอกด้วยความเย็นบริเวณปอดสามารถเกิดภาวะแทรกซ้อนที่พบได้บ่อย ได้แก่ ภาวะปอดรั่ว (pneumothorax) โดยจำนวน cryoprobe หรือจำนวนเข็มที่ให้ความเย็นหากมีจำนวนมากก็ทำให้เกิดภาวะปอดรั่วได้มากขึ้นเช่นกัน ฉะนั้นภายหลังการทำหัตถการแพทย์จะทำการเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ทรวงอกทันที เพื่อประเมินภาวะปอดรั่ว และทำการเอกซเรย์ปอดซ้ำอีกที่ 24 ชั่วโมง นอกจากนี้บางรายอาจพบภาวะเลือดออกในช่องอก (hemothorax) ว่าเป็นเลือดจากมีเลือดออกในทางเดินหายใจ (hemoptysis) ได้ภายหลังการทำหัตถการ จึงต้องติดตามอาการไอเป็นเลือด สัญญาณชีพขณะและหลังทำหัตถการ¹⁰

การรักษามะเร็งตับ (liver cancer) ด้วยวิธีการจี้ด้วยความเย็น (cryoablation)

การจี้ก้อนเนื้องอกด้วยความเย็นใช้ในการรักษาโรคมะเร็งตับชนิด Hepatocellular Carcinoma (HCC) สำหรับก้อนเนื้องอกใกล้ตำแหน่งเสี่ยงสูงที่อาจทำให้เกิดภาวะแทรกซ้อน ได้แก่ ก้อนเนื้องอกใกล้หลอดเลือดคั่งลม ทางเดินน้ำดี ทางเดินอาหาร กระเพาะอาหาร เป็นต้น ซึ่งในตำแหน่งก้อนเนื้องอกใกล้หลอดเลือด หรือใกล้ทางเดินน้ำดี หากจี้ด้วยพลังงานความร้อน (thermal ablation) ความร้อนอาจทำให้เกิดภาวะแทรกซ้อนรุนแรง การใช้พลังงานความเย็นที่ทำให้เกิดก้อนน้ำแข็ง (iceball) ทำให้สามารถมองเห็นขอบเขตของการทำลายได้อย่างชัดเจน ทำให้ป้องกันการเกิดภาวะแทรกซ้อนได้¹¹

ผู้ป่วยโรคมะเร็งตับ มีข้อบ่งชี้ในการรักษาด้วยการจี้ก้อนเนื้องอกด้วยความเย็นได้ ได้แก่ 1) ไม่สามารถผ่าตัดได้ 2) ก้อนเนื้องอก 1 ก้อนมีขนาดไม่เกิน 5 เซนติเมตร หรือ ก้อนเนื้องอก 2-3 ก้อนขนาดไม่เกินก้อนละ 3 เซนติเมตร 3) ไม่มีการรุกรานของหลอดเลือดดำเข้าในก้อนเนื้องอก หรือไม่มีการแพร่กระจายไปยังตำแหน่งอื่น 4) สมรรถนะการทำงานของตับอยู่ในระดับรุนแรงน้อยถึงปานกลาง (Child-Pugh A-B)¹¹ ถึงแม้ว่าการรักษาด้วยเทคนิคจี้ก้อนเนื้องอกด้วยความเย็นในโรค HCC ตามข้อบ่งชี้จะมีข้อดีดังที่ได้กล่าวมาแล้ว ยังสามารถเกิดภาวะแทรกซ้อนจากการรักษาได้ พบภาวะแทรกซ้อนระดับรุนแรง (major complication) ร้อยละ 4.71 ได้แก่ เลือดออกภายในช่องท้อง (hemorrhage) ภาวะ Cryoshock กล่าวคือผู้ป่วยจะมีอาการไข้ หัวใจเต้นเร็ว หายใจเร็ว เป็นต้น นำไปสู่การเกิดอวัยวะล้มเหลวได้ ภาวะแทรกซ้อน Cryoshock เป็นภาวะแทรกซ้อนที่รุนแรงสำหรับการรักษาด้วยวิธีจี้ก้อนเนื้องอกที่ตับด้วยความเย็น แต่พบได้เพียงร้อยละ 0.3 สำหรับก้อนเนื้องอกที่ขนาดเล็กกว่า 3 เซนติเมตร¹²⁻¹³ ฉะนั้นการเลือกผู้ป่วยเข้าทำหัตถการเป็นสิ่งสำคัญ เพื่อให้ผู้ป่วยได้รับการรักษาอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด และมีความเสี่ยงต่อการเกิดภาวะแทรกซ้อนที่ลดลง

การพยาบาลผู้ป่วยมะเร็งที่ทำหัตถการจี้ก้อนเนื้องอกด้วยความเย็น

การพยาบาลผู้ป่วยมะเร็งที่ทำหัตถการจี้ก้อนเนื้องอกด้วยความเย็น แบ่งเป็น 3 ระยะ ได้แก่ ระยะก่อนทำหัตถการ ระยะทำหัตถการ และระยะหลังทำหัตถการ รายละเอียดมีดังนี้

การพยาบาลผู้ป่วยก่อนทำหัตถการ (pre-procedure nursing care)¹⁴

1) ประเมินและซักประวัติผู้ป่วย ได้แก่ โรคประจำตัว ยา และอาหารเสริมที่รับประทานประจำ หากมียาต้านเกล็ดเลือด (antiplatelet) เช่น ยาแอสไพริน (aspirin) แพทย์มักพิจารณาหยุด 7 วัน ก่อนทำหัตถการ ยาป้องกันการแข็งตัวของเลือด (anticoagulants) เช่น ยาวาร์ฟาริน (warfarin) แพทย์มักพิจารณาหยุด 5 วัน ก่อนทำหัตถการ หรือยาด้านการแข็งตัวของเลือดชนิดรับประทานโดยตรงที่ใช้ป้องกันการเกิดลิ่มเลือด (direct oral anticoagulants; DOAC) แพทย์มักพิจารณาหยุด 3 วัน ส่วนอาหารเสริมที่ทำให้เลือดออกง่าย แนะนำให้งดก่อนทำหัตถการ 7 วัน เพื่อช่วยป้องกันภาวะเลือดออกจากการทำหัตถการ ทั้งนี้การพิจารณาเรื่องการหยุดยาด้านเกล็ดเลือดและยาด้านการแข็งตัวของเลือดต้องขึ้นอยู่กับแพทย์เจ้าของไข้ที่รักษาโรคร่วมของผู้ป่วยด้วย เพื่อป้องกันภาวะแทรกซ้อนจากการหยุดยาดังเช่นกัน นอกจากนี้พยาบาลต้องซักประวัติการแพ้ยา โดยเฉพาะการแพ้ยาชา 1% Lidocaine ยาปฏิชีวนะ ยาคุมสลบหรือยาอื่น ๆ หากพบว่าแพ้ให้แจ้งรังสีแพทย์หรือผู้รับทราบเพื่อพิจารณาเปลี่ยนยาที่ใช้กับผู้ป่วยระหว่างทำหัตถการ

2) ชักประวัติความเสี่ยงการตั้งครรภ์ หากเป็นหญิงวัยเจริญพันธุ์แนะนำให้คุมกำเนิดเนื่องจากการรักษาและการติดตามอาการผู้ป่วยต้องได้รับยาเข้าสู่ร่างกายและการเอกซเรย์ที่มีรังสี ซึ่งอาจทำให้เกิดอันตรายได้ต่อทารกและมารดาได้

3) ติดตามผลตรวจเลือดทางห้องปฏิบัติการโดยค่าที่ยอมรับได้ก่อนทำการหัตถการ ได้แก่ ค่าความเข้มข้นของเม็ดเลือดแดง (hematocrit) ค่าปกติระหว่างร้อยละ 24 ถึงร้อยละ 45 ค่าเกร็ดเลือด (platelets) มากกว่า 80,000 ตัว/ลูกบาศก์มิลลิเมตรค่าการแข็งตัวของเลือด (prothrombin time) ไม่เกิน 16 วินาทีและค่าอิเล็กโทรไลต์ในเลือดโดยเฉพาะค่าโพแทสเซียม (potassium) ค่าปกติ 3.5 ถึง 5.0 มิลลิอิกวาเลนต่อลิตร เป็นต้น หากพบว่าค่าใดผิดปกติอาจมีความเสี่ยงต่อภาวะเลือดออกหรือหัวใจเต้นผิดปกติได้ระหว่างหรือหลังทำการหัตถการ ให้พิจารณารายงานรังสีแพทย์และวิสัญญีแพทย์รับทราบให้รับทราบ

4) ดูแลให้ผู้ป่วยได้รับการตรวจคลื่นไฟฟ้าหัวใจ (electrocardiogram; EKG) และภาพรังสีทรวงอก (chest x-ray) เพื่อตรวจการทำงานของหัวใจและเพื่อให้แพทย์ได้พิจารณาโครงสร้างของปอดและหัวใจก่อนทำการหัตถการเพื่อประเมินความเสี่ยงและเตรียมความพร้อมก่อนทำการหัตถการ

5) แนะนำให้ผู้ป่วยดื่มน้ำและอาหารก่อนทำการหัตถการอย่างน้อย 8 ชั่วโมง โดยสามารถรับประทานยาโรคประจำตัวได้ยกเว้นยาเบาหวาน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับดุลพินิจของแพทย์

6) ดูแลประเมินความพร้อมทางด้านจิตใจของผู้ป่วยและญาติว่ามีความวิตกกังวลเกี่ยวกับโรคหรือการทำการหัตถการหรือไม่ หากพบว่ามีให้ดูแลพูดคุยตอบข้อซักถามหรือประเด็นที่วิตกกังวล เพื่อให้ผู้ป่วยและญาติคลายความวิตกกังวล

การพยาบาลผู้ป่วยระหว่างทำการหัตถการ (intraoperative nursing care)¹⁴

1) จัดเตรียมห้องหัตถการซึ่งเป็นห้องที่มีเครื่องเอกซเรย์คอมพิวเตอร์และเครื่องอัลตราซาวด์ ซึ่งใช้สำหรับการนำทางเข็มสำหรับจี้ก้อนเนื้อด้วยความเย็น (cryoprobe) และประเมินภาวะแทรกซ้อนระหว่างทำการหัตถการได้ เช่น ภาวะเลือดออก ภาวะปอดรั่ว เป็นต้น และจัดเตรียมเครื่องมือทางการแพทย์อื่นๆ ให้พร้อมใช้งาน ได้แก่ เครื่องวัดสัญญาณชีพ เครื่องดูดเสมหะและอุปกรณ์ให้ออกซิเจน เป็นต้น¹⁴⁻¹⁵

2) จัดเตรียมเซตปลอดเชื้อสำหรับการทำการหัตถการ ได้แก่ ผ้าปลอดเชื้อสำหรับคลุมตัวผู้ป่วย เสื้อปลอดเชื้อสำหรับแพทย์และผู้ช่วยแพทย์ กระบอกฉีดยาขนาด 10 มิลลิลิตร เข็มขนาด 20 และ 25 จี เพื่อใช้สำหรับดูดยาชา 1% Lidocaine without adrenaline แก้วสแตนเลสขนาด 30 มิลลิลิตร สำหรับใส่น้ำยาฆ่าเชื้อ 2% Chlorhexidine gluconate สำหรับทำความสะอาดผิวหนังก่อนทำการหัตถการ เป็นต้น

3) จัดเตรียมอุปกรณ์สำหรับทำการหัตถการการจี้ก้อนเนื้อออกด้วยความเย็น ได้แก่ เข็มนำความเย็น (cryoprobe) เครื่องควบคุมความเย็น (regulator) และก๊าซอาร์กอนหรือไนโตรเจน

4) ตรวจสอบประเมินผู้ป่วยเพื่อความปลอดภัยในการทำหัตถการ (surgical safety checklist) ได้แก่ ระบุตัวผู้ป่วย ตำแหน่งที่จะทำการหัตถการโรคประจำตัวของผู้ป่วย ประวัติการแพ้ยา การงดยาละลายลิ้มเลือดหรือยาป้องกันการแข็งตัวของเลือดหรืออาหารเสริมตามแผนการรักษา (ถ้ามี) ตรวจสอบยืนยันเครื่องมือที่ทำการหัตถการรังสีแพทย์ผู้ทำการหัตถการและข้อมูลความเสี่ยงที่ควรระวังเป็นพิเศษในระหว่างทำการหัตถการ เป็นต้น

5) เตรียมผู้ป่วยให้พร้อมบนเตียงทำการหัตถการ และจัดทำสำหรับทำการหัตถการตามที่ได้วางแผนการรักษา ทั้งนี้การจัดท่าผู้ป่วยสำหรับทำการหัตถการมีความสำคัญเป็นอย่างมาก เนื่องจากต้องจัดให้เหมาะสมกับตำแหน่งของรอยโรคที่จะทำการหัตถการ ฉะนั้นพยาบาลจำเป็นต้องมีความรู้ของลักษณะทางกายวิภาคของอวัยวะที่จะทำการหัตถการและความรู้การจัดท่าเพื่อป้องกันความเสี่ยงต่อการเกิดภาวะแทรกซ้อนจากการทำการหัตถการได้ ดังนี้

5.1) การจัดท่าผู้ป่วยสำหรับการทำการหัตถการจี้ก้อนเนื้อในผู้ป่วยมะเร็งรังไข่ โดยส่วนใหญ่รอยโรคที่ผู้ป่วยมักได้รับการรักษาในท่าคว่ำ (prone position) แต่หากรอยโรคอยู่ด้านหลังของไต ผู้ป่วยจะได้รับการจัดท่าให้นอนท่าตะแคง (lateral decubitus) หรือท่าเฉียง (oblique) ให้ด้านของรอยโรคโตขึ้นนั้นๆ ขึ้น เพื่อจำกัดการขยายตัวของปอดและเปิดช่องว่างให้สามารถใส่ Cryoprobe เข้าไปยังรอยโรคได้⁶

5.2) การจัดท่าผู้ป่วยสำหรับการทำการหัตถการจี้ก้อนเนื้อในผู้ป่วยมะเร็งปอด โดยส่วนใหญ่รอยโรคบริเวณปอดมักจัดท่าให้ผู้ป่วยนอนคว่ำ (prone position) เนื่องจากสามารถลดการเคลื่อนไหวของร่างกายของผู้ป่วยได้หากระหว่างทางเข็มผู้ป่วยยังรู้สึกตัวอยู่ โดยจะหลีกเลี่ยงการจัดท่านอนตะแคง (lateral decubitus) หรือการแทงเข็มจากด้านข้างเนื่องจากการเคลื่อนไหวของกระดูกซี่โครง และยังทำให้ปอดด้านล่างที่ไม่ได้มีรอยโรคจะมีปริมาตรลดลงหรือยุบตัวลงได้ ทำให้เกิดการระบายอากาศผ่านปอดด้านบนซึ่งเสี่ยงต่อการเกิดภาวะปอดรั่ว (pneumothorax) ได้^{12,15}

5.3) การจัดท่าผู้ป่วยสำหรับการทำการหัตถการจี้ก้อนเนื้อในผู้ป่วยมะเร็งตับ พิจารณาการจัดท่าจากตำแหน่งของรอยโรคว่าอยู่บริเวณตับกลีบใดหรือส่วนใหญ่ โดยส่วนใหญ่จะจัดท่านอนหงาย (supine position) เมื่อรอยโรคอยู่บริเวณตับ Segment ที่ I-V และ VIII หรืออาจจัดท่านอนตะแคงขวา (right lateral decubitus) เหมาะกับก้อนที่อยู่บริเวณกลีบซ้าย ส่วนเมื่อรอยโรคอยู่บริเวณส่วนบนของตับ Segment ที่ VI-VII มักพิจารณาการจัดท่านอนตะแคงซ้าย (left lateral decubitus) ซึ่งจะช่วยให้ตับอยู่ห่างกับลำไส้และกระเพาะอาหารมากขึ้น หรือในผู้ป่วยบางรายแพทย์อาจพิจารณาการจัดท่านอนตะแคงกึ่งคว่ำได้ เมื่อก่อนอยู่

เยื้องมาทางด้านหลัง ส่วนใหญ่รอยโรคมักอยู่ในตำแหน่ง Segment VII-VIII¹³ ทั้งนี้การจัดท่ามักพิจารณาตามรอยโรคในอวัยวะต่าง ๆ เป็นสำคัญที่สุด แต่ก็ยังขึ้นอยู่กับดุลพินิจของแพทย์ โดยพิจารณาจากลักษณะทางกายวิภาคตามทฤษฎีและผู้ป่วยที่มีความแตกต่างกันเฉพาะราย

6) ประเมินอาการและสัญญาณชีพของผู้ป่วยระหว่างทำหัตถการซ้ำทุก 3-5 นาที ทั้งนี้จะอยู่ภายใต้การดูแลของทีมนิวสัญญินด้วย ได้แก่ ความดันโลหิต (blood pressure) ชีพจร (pulse) และออกซิเจนในเลือด (oxygen saturation) เป็นต้น

7) ประเมินอาการผิดปกติที่เกิดขึ้นระหว่างทำหัตถการ ยกตัวอย่างเช่น หากจี้ก้อนเนื้อบริเวณปอดให้สังเกตเลือดออกจากปากหรือจมูกของผู้ป่วยระหว่างทำหัตถการ เนื่องจากอาจเกิดภาวะเลือดออกในช่องอกได้ เป็นต้น

8) ภายหลังทำหัตถการเสร็จสิ้นให้ประเมินแผลที่แทงเข็มว่าพบเลือดออกไม่หยุดหรือไม่ หากไม่พบให้ดูแลปิดแผลด้วยเทคนิคปลอดเชื้อ

การพยาบาลผู้ป่วยระหว่างทำหัตถการ (postoperative nursing care)¹⁴⁻¹⁵

1) ดูแลให้ผู้ป่วยได้รับออกซิเจน 1-3 ลิตร/นาทีระหว่างหลังทำหัตถการจนกว่าผู้ป่วยจะรู้สึกตัวดี ภายหลังพ้นจากยาสลบ

2) ประเมินสัญญาณชีพทุก 15 นาที จำนวน 4 ครั้ง 30 นาทีจำนวน 2 ครั้งจากนั้นทุก 1 ชั่วโมงจนครบ 4 ชั่วโมงหลังทำหัตถการหรือจนกว่าอาการจะคงที่ โดยประเมินอัตราการหายใจ 16-20 ครั้ง/นาที ชีพจร 60-100 ครั้ง/นาที ความดันโลหิตตัวบนไม่เกิน 140 มิลลิเมตรปรอทและความดันตัวล่างไม่เกิน 90 มิลลิเมตรปรอท ออกซิเจนในเลือดมากกว่าร้อยละ 94 รวมทั้งประเมินระดับความรู้สึกตัว ห้ามนั่งจากเตียงนอนจน 24 ชั่วโมงภายหลังทำหัตถการ

3) ประเมินอาการผิดปกติที่อาจเกิดจากภาวะแทรกซ้อนได้ เช่น เลือดออกจากแผล ปวดท้อง ปวดหลังหรือปวดแผลรุนแรง หายใจลำบาก เป็นต้น หากพบให้รีบรายงานแพทย์ทันที¹⁴

4) แนะนำให้ผู้ป่วยดื่มน้ำและอาหาร 4 ชั่วโมงหลังทำหัตถการ หากมีอาการผิดปกติสามารถรับประทานอาหารได้

การป้องกันและการจัดการเมื่อเกิดภาวะแทรกซ้อนที่เกิดขึ้นได้ภายหลังทำหัตถการ¹⁴⁻¹⁶

1. กลุ่มอาการหลังการจี้ก้อนเนื้ออก (post-ablation syndrome) เกิดจากก้อนเนื้ออกถูกทำลายและมีกระบวนการอักเสบภายในร่างกายเกิดขึ้น ผู้ป่วยจะมีอาการมีไข้ หนาวสั่น คลื่นไส้ อาเจียน โดยอาการเหล่านี้จะเกิดขึ้นได้ในช่วง 1-3 วัน ภายหลังทำหัตถการ ส่วนใหญ่จะหายได้เองภายใน 2-3 วัน แต่ไม่เกิน 10 วัน ให้ติดตามอุณหภูมิของร่างกายทำให้ร่างกายอบอุ่น เช็ดตัวลดไข้เข้าหาหัวใจหรือเรียกว่าเทคนิค Tepid sponge หากมีไข้ต่ำ อุณหภูมิอยู่ระหว่าง 37.5-38.5 องศาเซลเซียส แนะนำให้รับ

ประทานยาพาราเซตามอน 500 มิลลิกรัม 1 เม็ด และดูแลให้รับประทานอาหารรสชาติไม่จัด อาหารอ่อนจนกว่าจะหายคลื่นไส้อาเจียน

2. ปวด อาการปวดเป็นอาการปกติที่สามารถเกิดขึ้นได้ประมาณ 1-3 วัน ภายหลังทำหัตถการ ซึ่งเกิดจากกระบวนการทำให้เนื้อเยื่อได้รับการบาดเจ็บ การจี้ด้วยความเย็นทำให้เนื้อตายทำให้เกิดการบวมและอักเสบ ซึ่งสามารถรับประทานยาพาราเซตามอน 500 มิลลิกรัม 1 เม็ด ได้เพื่อบรรเทาอาการปวดหรือดูแลให้ผ่อนคลายด้วยเทคนิคการหายใจเข้าทางจมูกและหายใจออกทางปากแบบช้าๆ จะสามารถช่วยให้อาการปวดคลายลงได้

3. อาการผิดปกติที่สำคัญอื่น ๆ ในตำแหน่งที่ทำหัตถการ

3.1) เลือดออกภายในตับ (intrahepatic bleeding) สามารถเกิดขึ้นได้ใน 48 ชั่วโมงแรกภายหลังการจี้ก้อนเนื้ออกด้วยความเย็น จากกระบวนการทำให้เกิดน้ำแข็ง (iceball) บริเวณก้อนเนื้ออกจนก้อนเนื้ออกแตก (tumor rupture) เกิดเลือดออกภายในช่องท้องรุนแรง (massive hemoperitoneum) และเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดภาวะเกร็ดเลือดต่ำ (thrombocytopenia) ดังนั้นควรติดตามสัญญาณชีพผู้ป่วย อาการเลือดออกจากตำแหน่งที่แทงเข็มและอาการปวดท้องรุนแรงอย่างใกล้ชิดโดยเฉพาะใน 24 ชั่วโมงแรกภายหลังทำหัตถการ¹⁴

3.2) การบาดเจ็บของไต (renal function injury) การรักษาด้วยการจี้ก้อนเนื้ออกด้วยความเย็น จะมีกระบวนการแช่แข็ง (freezing session) และกระบวนการละลายน้ำแข็ง ซึ่งทำให้เกิดการเผาผลาญเป็นของเหลวในร่างกายและอาจถูกดูดซึมเข้าสู่กระแสเลือดจนอาจนำไปสู่การตกตะกอนในกรวยไต จนกระทั่งทำให้ไตทำงานผิดปกติจนถึงขั้นไตวายเฉียบพลันได้ ภายหลังทำหัตถการต้องดูแลให้ผู้ป่วยได้รับสารน้ำทางหลอดเลือดดำและแนะนำให้ผู้ป่วยดื่มน้ำอย่างน้อย 2 ลิตร/วัน จะช่วยลดการทำลายไตได้ และต้องสังเกตปริมาณน้ำปัสสาวะและสีของปัสสาวะของผู้ป่วยใน 24 ชั่วโมงแรก หากพบว่าปัสสาวะของผู้ป่วยมีสีเข้มเกินไปหรือปัสสาวะควรออกน้อยกว่า 30 มิลลิลิตร/ชั่วโมง ให้รายงานแพทย์เจ้าของไข้ทันที¹⁴

3.3) ภาวะแทรกซ้อนในทรวงอก (thoracic complications) เกิดได้จากการทำหัตถการจี้ก้อนเนื้ออกที่ปอด ซึ่งภาวะแทรกซ้อนในทรวงอกที่เกิดขึ้นได้บ่อย ได้แก่ ภาวะลมรั่วในช่องเยื่อหุ้มปอด (pneumothorax) และภาวะเลือดออกในช่องเยื่อหุ้มปอด (hemothorax) เกิดได้จากการผู้ป่วยมีรอยโรคอยู่บริเวณยอดของกะบังลมหรือใกล้กะบังลม อาจทำให้เข็มทะลุทะลวงได้ ในระหว่างทำหัตถการ จึงควรเฝ้าระวังและสังเกตระบบหายใจของผู้ป่วยอย่างใกล้ชิด ได้แก่ อัตราการหายใจปกติอยู่ระหว่าง 16-20 ครั้ง/นาที และออกซิเจนในเลือดปกติต้องมากกว่าร้อยละ 94 กรณีที่มีลมรั่วในช่องเยื่อหุ้มปอดในปริมาณน้อยภายหลังทำหัตถการจะดูแลให้ผู้ป่วยได้รับออกซิเจน 10 ลิตร/นาทีผ่านหน้ากากออกซิเจนพร้อมถุงลมซึ่งร่างกายสามารถดูดซึมได้เอง แต่ในกรณีที่ลมรั่ว

ในช่องเยื่อหุ้มปอดระดับปานกลางถึงมากรังสีแพทย์จะพิจารณาเจาะระบายลมหรือใส่ท่อระบายทรวงอกแบบปิดและต่อขดระบายระบบ 1 ขวด (intercostal drainage) แต่หากพบว่ามีเลือดออกในทรวงอกแพทย์อาจจะพิจารณาใส่ท่อระบายทรวงอกแบบปิดและต่อขดระบายระบบ 2 ขวด¹⁵⁻¹⁶

สรุป

การรักษามะเร็งด้วยการจี้ก้อนเนื้อด้วยความเย็น เป็นหัตถการที่ใช้เทคโนโลยีการทำลายเซลล์เนื้องอกด้วยความเย็นที่อุณหภูมิต่ำมาก ถึงแม้ว่าจะมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลการรักษาที่ได้ผลดี แต่ก็พบว่ามีภาวะแทรกซ้อนจากการทำหัตถการเฉพาะโรคเฉพาะราย พยาบาลควรศึกษาความรู้เกี่ยวกับการดูแลผู้ป่วยที่มารับการรักษามะเร็งด้วยการจี้ก้อนเนื้อด้วยความเย็นในแต่ละตำแหน่งของร่างกาย เพื่อเพิ่มความรู้ในการดูแลผู้ป่วยระยะก่อน ขณะ และหลังทำหัตถการ และเตรียมความพร้อมในการดูแลรักษาผู้ป่วย เตรียมอุปกรณ์เครื่องมือพิเศษสำหรับทำหัตถการและอุปกรณ์ช่วยชีวิตเมื่อเกิดเหตุฉุกเฉินและให้การพยาบาลผู้ป่วยได้ อีกทั้งควรพัฒนาสมรรถนะทางการประสานงานกับทีมสหสาขาวิชาชีพอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อให้การดูแลผู้ป่วย ฝ่าระงังภาวะแทรกซ้อน และดูแลผู้ป่วยทั้งทางด้านร่างกายและจิตใจอย่างรอบด้าน เพื่อให้มีผลลัพธ์ในการรักษาที่ดีที่สุด และมีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้นภายหลังการรักษาพยาบาล

เอกสารอ้างอิง

1. กรมการแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข. แผนการป้องกันและควบคุมโรคมะเร็งแห่งชาติ พ.ศ. 2567-2575. กรุงเทพฯ: สถาบันมะเร็งแห่งชาติ กรมการแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข; 2567.
2. Dejene TD, Seke GM, Heraro KD, Ndalama MT, Betelhiem WM, Dagimawi CH, et al. New approaches and procedures for cancer treatment: Current perspective. *SAGE Open Med*. 2021;9:1-10
3. Song KD. Percutaneous Cryoablation for Hepatocellular Carcinoma. *Clin Mol Hepatol*. 2016;22(4):509-15.
4. Yakkala C, Chiang CL, Kandalaft L, Denys A, Duran R. Cryoablation and Immunotherapy : An Enthralling Synergy to comfort the Tumors. *Cancers (Basel)*. 2019;10(6):2283.
5. Pisano U, Morgan M, Glick Y. Cryoablation. *Radio-paedia.org*. 2021. [cited 2023 June 7]. available from: <http://doi.org/10.53347/rID-92759>
6. Cernic S, Marrocchio C, Ciabattini R, Fiorese I, Stacul F, Giudici F, et al. Percutaneous CT-Guided Renal Cryoablation: Technical Aspects, Safety, and Long-Term Oncological Outcomes in a Single Center. *Medicina (Kaunas)*. 2021;57(3):291.
7. Barjolle I, Ah-Thiane L, Frampas E, Karam G, Rigaud J, David A. Efficacy and safety of cryoablation for localized renal tumor as an alternative approach to partial nephrectomy. *Frontiers in Oncology*. 2023. [cited 2025 Mar 25]. available from: doi: 10.3389/fonc.2023.1235705.
8. Deivasigamani S, Adams ES, Seguer D, Kotamarti S, Polascik TJ. Cryoablation for the management of small renal masses. *Mini-invasive Surgery*. 2023;7:9. [cited 2025 Mar 25]. available from: doi: 10.20517/2574-1225.2022.99
9. Yulong T, Xingshun Q, Xin J, Liqi S, Ke X, Haibo S. Cryoablation and immune synergistic effect for lung cancer: A review. *Frontiers in Immunology*. 2022;13:969145.
10. Li ZH, Ma YY, Nui LZ, Xu KC. Cryoablation for intrapulmonary bronchial cyst: A case report. *World J Radiol*. 2024;16(10):616-620. [cited 2025 Apr 24]. available from: doi: 10.4329/wjr.v16.i10.616.
11. Zhang W, Wang Y, Zhao X, Gao W, Liu C, Si T & et al. Efficacy and Safety of CT-guided Percutaneous Cryoablation for Hepatocellular Carcinoma at High-risk Sites. *Academic Radiology*. 2024;31(11).
12. Tafti BA, Genshaft S, Suh B, Abtin F. Lung Ablation: Indications and Techniques. *Semin Intervent Radiol*. 2019; 36:163-175.
13. Takada H, Komiya Y, Osawa L, Muraoka M, Suzuki Y, Sato M & et al. Usefulness of Body Position Change during Local Ablation. Therapies for the High-Risk Location Hepatocellular Carcinoma Cancer. 2024;16(5):1036.
14. He J, Shen M, Ye X, Ren X, Chen K, Zhang J & et al. Expert consensus on perioperative management for liver tumors treated with co-ablation system therapy. *Asia-Pacific Journal of Oncology Nursing*. 2024;11:100318.
15. Xu Y, Yang R, Xiao S, Chen K, Zhao X, Gao L & et al. Expert consensus on perioperative management of patients with lung cancer treated with co-ablation system therapy. *Asia-Pacific Journal of Oncology Nursing*. 2025;12:100392.
16. Aoun HD, Littrup PJ, Ristic G, Krycia M, Prus M, Baciewicz F & et al. Percutaneous thoracic cryoablation of primary lung and pleural tumors: Analysis of long-term experience of feasibility, safety, and recurrence parameters. *American Journal of Interventional Radiology*. 2020;4:17.