รายงานการฝึกอบรมแพทย์ประจำบ้านต่อยอด
เพื่อประกาศนียบัตรในวิชาชีพเวชกรรม
ด้านการผ่าตัดผ่านกล้องทางนรีเวช
ศูนย์ตรวจรักษาและผ่าตัดส่องกล้อง โรงพยาบาลเจริญกรุงประชารักษ์
ปี พ.ศ. ๒๕๖๕ - ๒๕๖๖

จัดทำโดย

นางสาวปรัชญ์รตนา นุชประมูล

นายแพทย์ชำนาญการ

กลุ่มงานสูติ-นรีเวชกรรม

โรงพยาบาลตากสิน สำนักการแพทย์

กรุงเทพมหานคร

รายงานการฝึกอบรมแพทย์ประจำบ้านต่อยอด
เพื่อประกาศนียบัตรในวิชาชีพเวชกรรม
ด้านการผ่าตัดผ่านกล้องทางนรีเวช
ศูนย์ตรวจรักษาและผ่าตัดส่องกล้อง โรงพยาบาลเจริญกรุงประชารักษ์
ปี พ.ศ. ๒๕๖๕ – ๒๕๖๖

ส่วนที่ ๑ ข้อมูลทั่วไป

๑.๑ ชื่อ/นามสกุล นางสาวปรัชญ์รตนา นุชประมูล

อายุ ๓๖ ปี การศึกษา แพทยศาสตร์บัณฑิต

๑.๒ ตำแหน่ง นายแพทย์ชำนาญการ

หน้าที่ความรับผิดชอบ มีหน้าที่ให้บริการผู้ป่วยสูตินรีเวช และมะเร็งนรีเวช

๑.๓ ชื่อเรื่อง / หลักสูตร ฝึกอบรมหลักสูตรเพื่อประกาศนียบัตรในวิชาชีพเวชกรรม ด้านการผ่าตัดผ่านกล้องทางนรีเวช

เพื่อ ☑ ศึกษา ☐ฝึกอบรม ☐ประชุม ☐ ดูงาน ☐ ปฏิบัติวิจัย

งบประมาณ ☐เงินงบประมาณกรุงเทพมหานคร ☐ เงินบำรุงโรงพยาบาล ☑ทุนส่วนตัว

จำนวนเงิน ไม่มี

ระหว่างวันที่ ๑ กรกฎาคม ๒๕๖๕ – ๓๐ มิถุนายน ๒๕๖๖

สถานที่ ศูนย์ตรวจรักษาและผ่าตัดส่องกล้องกรุงเทพมหานคร โรงพยาบาลเจริญกรุงประชารักษ์

คุณวุฒิ/วุฒิบัตร เพื่อประกาศนียบัตรในวิชาชีพเวชกรรม ด้านการผ่าตัดผ่านกล้องทางนรีเวช

๑.๔ การเผยแพร่รายงานผลการอบรม ผ่านเว็ปไซต์ สนพ. และ กทม.

☑ ยินยอม ☐ ไม่ยินยอม

ส่วนที่ ๒ ข้อมูลที่ได้รับจากการศึกษา ฝึกอบรม ประชุม ดูงาน สัมมนา ปฏิบัติการวิจัย

๒.๑ วัตถุประสงค์

เพื่อผลิตสูตินรีแพทย์ที่มีความรู้ความสามารถในการประกอบวิชาชีพเวชกรรมด้านการผ่าตัดผ่านกล้องทางนรีเวช โดยหลังผ่านการฝึกอบรมแล้ว แพทย์ที่ผ่านการฝึกอบรมแล้วจะต้อง

๑. มีความรู้ในการตรวจวินิจฉัย และคัดเลือกโรคที่เหมาะสมสำหรับผ่าตัดผ่านกล้อง ตลอดจนสามารถวางแผนการรักษาตามองค์ความรู้ที่ถูกต้อง มีมาตรฐาน และทันสมัย โดยยึดถือผู้ป่วยเป็นศูนย์กลางบนพื้นฐานการดูแลแบบองค์รวม

๒. มีเทคนิค และทักษะการผ่าตัดผ่านกล้องฯ ประกอบด้วย การเตรียมผู้ป่วย การวิเคราะห์ปัญหาที่อาจเกิดขึ้นระหว่างและหลังผ่าตัด จัดการป้องกันและดูแลเมื่อเกิดภาวะแทรกซ้อนจากการผ่าตัดได้อย่างเหมาะสม มีมาตรฐาน

๓. มีคุณธรรม จริยธรรม และเจตคติที่ดีต่อวิชาชีพ ผู้ป่วยและญาติ มีความเอื้ออาทรและใส่ใจในความปลอดภัย โดยคำนึงถึงหลักจริยธรรมแห่งวิชาชีพและกฎหมาย

๔. มีความสามารถในการสร้างองค์ความรู้ และเผยแพร่ไปสู่สาธารณะ อันจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาองค์ความรู้สาขาการผ่าตัดผ่านกล้องฯต่อไป

๕. มีความสามารถในการประสานงานและบริหารทรัพยากรที่เกี่ยวข้อง ตลอดจนช่วยสร้างสภาวะการทำงานที่เหมาะสมต่อการฝึกอบรม

๒.๒ เนื้อหาโดยย่อ

๒.๒.๑ ภาคทฤษฎี

เนื้อหาการฝึกอบรม ครอบคลุมหัวข้อต่อไปนี้

๑) กายวิภาคของอุ้งเชิงกราน (Anatomy of female reproductive organ) เพื่อมีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับกายวิภาคของอวัยวะสืบพันธุ์สตรีที่ดีพอที่จะนำไปใช้ในการดูแลผู้ป่วยได้

๒) สรีรวิทยาของระบบสืบพันธุ์สตรี (Embryology of female reproductive organ) เพื่อให้มีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับพัฒนาการของอวัยวะสืบพันธุ์สตรีตั้งแต่ระยะตัวอ่อนที่ดีพอเพื่อช่วยให้สามารถเข้าใจพยาธิกำเนิดของความผิดปกติของระบบสืบพันธุ์

๓) สรีรวิทยาและเภสัชวิทยาของระบบสืบพันธุ์ เพื่อให้มีพื้นฐานเกี่ยวกับสรีรวิทยาและเภสัชวิทยาของระบบสืบพันธุ์สตรีที่ดีพอที่จะนำไปใช้ในการดูแลผู้ป่วยได้

๔) เทคนิคการตรวจวินิจฉัยทางคลินิก (Clinical diagnostic techniques) เพื่อให้สามารถในการซักประวัติและตรวจร่างกายผู้ป่วยที่มีความผิดปกติของโรคนรีเวช รวมทั้งสามารถส่งตรวจวินิจฉัยเพิ่มเติม แปลผลการตรวจ ให้การวินิจฉัยที่ถูกต้อง และให้การรักษาที่เหมาะสม รวมทั้งประเมินผลการรักษา

๕) เทคนิคการผ่าตัด (Surgical technique) เพื่อให้สามารถอธิบายข้อบ่งชี้ของการผ่าตัดและเลือกวิธีการผ่าตัดที่เหมาะสม รวมทั้งรู้และสามารถแก้ไขภาวะแทรกซ้อนที่อาจเกิดขึ้น

๖) การทำวิจัยและเขียนรายงานการวิจัย (Research and thesis) เพื่อให้สามารถดำเนินงานวิจัยทางคลินิกหรือวิทยาศาสตร์พื้นฐาน

๗) การสอน (Teaching) เพื่อให้สามารถร่วมสอนและรับผิดชอบการสอนที่เกี่ยวข้องกับการผ่าตัดผ่านกล้องทางนรีเวช

๘) จริยธรรมและกฎหมาย (Ethical and legal aspect) เพื่อให้สามารถอธิบายและควรให้ความรู้ด้านจริยธรรมและกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการผ่าตัดผ่านกล้องทางนรีเวชได้

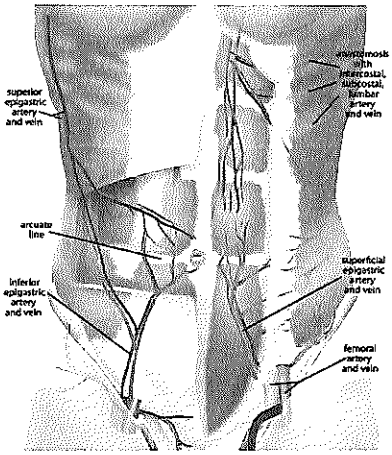
๙) ประสบการณ์ด้านบริการจัดการ (Administrative experience) ควรได้รับมอบหมายความรับผิดชอบด้านการบริหาร จัดการเพื่อจะได้รับประสบการณ์ด้านบริหาร จัดการโดยผู้เข้าฝึกอบรมควรมีความรับผิดชอบ ด้านบริหารจัดการ ซึ่งการพัฒนาทักษะดังกล่าวจะมีประโยชน์ในอนาคตต่อการบริหารจัดการในการให้บริการทางคลินิก

<u>กายวิภาคที่สำคัญสำหรับนรีแพทย์ผ่าตัดผ่านกล้อง</u>

ผนังหน้าท้องด้านหน้า

เส้นเลือดใหญ่ aorta แยกออกใกล้กับระดับกระดูกสันหลัง lumbar ที่ ๔ ซึ่งตรงกับระดับสะดือในคนปกติ ในคนอ้วนระดับระดับสะดือจะอยู่ต่ำกว่านี้

เส้นเลือด inferior epigastric แยกออกจากเส้นเลือด external iliac ทอดขึ้นไปทางศีรษะอยู่ระหว่างชั้นเยื่อบุช่องท้องและกล้ามเนื้อ rectus อยู่ทางด้านข้างต่อเส้นเลือด obliterated umbilical และอยู่ทางด้านในต่อ deep inguinal ring ซึ่งสังเกตได้จากตำแหน่งที่ เอ็นส่วนที่ยื่นออกจากมดลูก ทอดเข้าสู่ขาหนีบ ไม่สามารถใช้การตรวจด้วยแสงช่วยหาตำแหน่งเส้นเลือดนี้ได้ แต่สามารถมองเห็นได้โดยตรง ปกติมักประกอบด้วยเส้นเลือดแดงหนึ่งเส้นและเส้นเลือดดำสองเส้น บางรายที่ไม่สามารถมองเห็นเส้นเลือดนี้ ควรแทงท่อขนาดเล็กที่จะคอยถ่างปากแผลไว้ ในตำแหน่งข้างต่อกล้ามเนื้อ rectus และอยู่ห่างจากแนวกลางลำตัวออกไป ๘ ซม. และเหนือกว่า symphysis pubis ประมาณ ๔-๕ ซม. ข้อมูลจากการตรวจด้วยเอซเรย์คอมพิวเตอร์พบว่าระยะห่างเฉลี่ยจากแนวกลางลำตัวไปถึงเส้นเลือดนี้เท่ากับ ๕.๖ ซม. และ ๕.๒ ซม. ที่ระดับเหนือ symphysis pubis ๓ ซม. และ ๕ ซม. ตามลำดับ



เส้นเลือดชั้นผิวของผนังหน้าท้อง ได้แก่ superficial epigastric และ superficial circumflex iliac แยกออกมาจากเส้นเลือด femoral เส้นเลือด มีระยะห่างจากแนวกลางลำตัวเท่ากับ ๕.๒ ซม.และ ๙.๕ ซม. ตามลำดับที่ระดับเหนือกว่า symphysis pubis ๓ ซม.

ผนังอุ้งเชิงกราน

พื้นที่สามเหลี่ยมที่มีเส้นเลือด external iliac a. อยู่ทางด้านข้าง มีเส้นเลือด ovarian a. อยู่ทางด้านใน และ มี round ligament เป็นฐานเป็นกายวิภาคที่นรีแพทย์ผ่าตัดผ่านกล้องต้องทำความคุ้นเคย ท่อไตจะอยู่กับ broad ligament ส่วนด้านใน (medial leaf) ที่ระดับขอบบนกระดูกเชิงกราน (pelvic brim) ท่อไตอยู่ทางด้านในต่อเส้นเลือด ovarian ท่อไตจะทอดเข้าสู่อุ้งเชิงกรานและมักมองเห็นอยู่หน้าต่อ internal iliac a. เพื่อไปยังกระเพาะปัสสาวะ เส้นเลือด uterine a. ทอดขนานกับท่อไตเป็นระยะทางสั้นๆก่อนทอดข้ามท่อไตไปยังมดลูก ระยะห่างของท่อไตจาก uterosacral ligament ไปทางด้านข้าง ๑.๕-๒ ซม.

การเลาะเนื้อเยื่อบริเวณด้านข้างของอุ้งเชิงกรานจะทำให้มองเห็นเส้นเลือด internal iliac a. และแขนงของมัน เส้นเลือด obliterated umbilical a. ทอดอยู่บริเวณผนังเชิงกรานจาก internal iliac a. ไปยังผนังหน้าท้องด้านหน้า เส้นเลือด uterine a. มักแยกออกที่ตำแหน่งนี้วิ่งลงล่างขนานกับท่อไต จะมองเห็นเส้นเลือด superior vesical a. แยกจาก umbilical a. ถัดจาก uterine a. ถ้าเลาะออกไปทางด้านข้างมากขึ้นจะมองเห็น obturator neurovascular bundle ได้

Presacral space

กายวิภาคส่วนนี้สำคัญสำหรับทำการตัดเส้นประสาทที่รับกระแสประสาทจากอวัยวะในอุ้งเชิงกราน (presacral neurectomy) หรือการผ่าตัดมดลูกผ่านทางช่องคลอด (vaginal vault suspension) โดย presacral space นี้มีส่วนพื้นคือ periosteum กับ ligament ของกระดูกสันหลัง lumbar ที่ ๕ และเส้นเลือด middle sacral ขอบเขตด้านขวาคือ common iliac a. และ ท่อไต ขอบเขตด้านซ้ายคือ เส้นเลือด inferior mesenteric ขอบเขตด้านบนคือ bifurcation ของ aorta และ common iliac v. ซ้าย ขอบเขตด้านล่างคือ กระดูกสันหลัง sacral ที่หนึ่ง

Space of Retzius

มีขอบเขตด้านบนคือ กระดูก pubis ขอบเขตด้านข้างคือ กล้ามเนื้อ obturator และ fascia กับ neurovascular bundle ขอบเขตด้านล่างคือ กระเพาะปัสสาวะและpubocervical fascia ส่วนของ fascia ที่อยู่ลึกลงไปในอุ้งเชิงกรานได้แก่ pubocervical, arcus tendineus และ obturator fascia ชั้น pubocervical fascia นั้นเป็นส่วนของ anterior vaginal fascia สำหรับ Cooper's ligament เปอยู่ที่ส่วนบนของกระดูกเชิงกราน ทอดอยู่ทางด้านในกว่าเส้นเลือด external iliac ๓-๔ ซม.

Obturator neurovascular bundle ทอดอยู่เหนือกว่า arcus tendineus ๓-๔ ซม. เส้นประสาทนี้ทอดเข้าสู่อุ้งเชิงกรานอยู่ใต้ต่อ external iliac v. และวิ่งอยู่บนผิวหน้าของกล้ามเนื้อ obturator internus เข้าสู่ obturator canal ร่วมกับเส้นเลือด

Paravesical and pararectal spaces

paravesical spacesเป็นบริเวณที่อยู่ทางด้านข้างของกระเพาะปัสสาวะไปจนถึงกล้ามเนื้อ obturator internus ประกอบด้วย loose areolar tissue มักจะมองเห็นขณะเลาะเข้าบริเวณ retropubic ส่วน pararectal spaces เป็นบริเวณที่อยู่ในส่วนลึกของอุ้งเชิงกรานสองข้างของลำไส้ rectum มักเข้าถึงได้ทางด้านในของ uterosacral ligament แต่อาจเข้าได้ทางด้านนอกของ uterosacral ligament ก็ได้ในรายที่มี severe endometriosis โดยเลาะท่อไตกันออกไปทางด้านข้างก่อน แล้วเลาะต่อลงไปทางด้านหลัง ถ้าเข้าถูกต้อง จะไม่มีเลือดออก

การเตรียมผู้ป่วยเพื่อผ่าตัดผ่านกล้อง

การนอนท่า Trendelenberg และ การมี pneumoperitoneum ด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ก่อให้เกิดเปลี่ยนแปลงอย่างมากมายทางสรรีวิทยา การเพิ่มความดันในช่องท้องทำให้เลือดไหลกลับสู่หัวใจ (venous return) ลดลงและอาจทำให้ cardiac output ลดลงด้วย นอกจากนี้ยังมีผลเพิ่ม แรงต้านในเส้นเลือดแดงของร่างกาย (systemic arterial pressure) เพิ่มสูงขึ้น ทำให้ afterload เพิ่มขึ้น ความดันในช่องท้องไม่ควรเกิน ๑๕ mmHg การมี pneumoperitoneum ทำให้กระบังลมถูกยกสูงขึ้น เป็นผลให้ความดันในช่องปอดเพิ่มขึ้น และจำกัดการเคลื่อนไหวของกระบังลม ดังนั้นวิสัญญีแพทย์จึงต้องปรับให้มีการชดเชยโดยการใช้ peak inspiratory pressure ที่สูงขึ้น

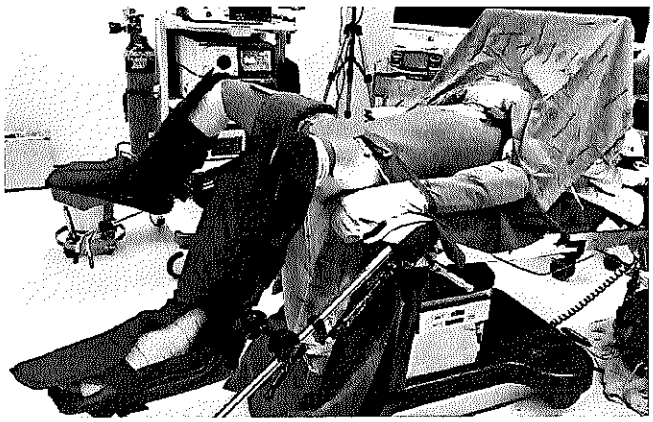
การที่มีความดันในช่องท้องสูงร่วมกับนอนในท่า Trendelenberg เพิ่มความเสี่ยงต่อการเกิด venous thrombosis และ การสำลัก gastric contents ผู้ป่วยจึงควรได้รับการดมยาสลบด้วยการใส่ท่อช่วยหายใจและใส่ท่อ orogastric หรือ nasogastric ถ้าระยะในการผ่าตัดนานและในรายที่คาดว่าไม่สามารถลุกเดินได้เร็ว ควรพิจารณาใช้ pneumatic compression stockings

ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นก๊าซที่ใช้ในการทำให้เกิด pneumoperitoneum เพราะไม่ลุกไหม้ (combustion) และละลายได้ดีในเลือด ทำให้ลดความเสี่ยงต่อการเกิด air embolism แต่ปัญหาจากการใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์คือ มันถูกดูดซึมจากพื้นผิวของเยื่อบุช่องท้องและเพิ่ม pCO_2 ซึ่งนำไปสู่ภาวะความเป็นกรดในเลือด (acidosis) วิสัญญีแพทย์สามารถชดเชยภาวะนี้ได้โดยการเพิ่มอัตราการหายใจเพื่อกำจัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ส่วนเกินนี้ออกทางการหายใจ นอกจากนี้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เย็นทำให้ผู้ป่วยเสี่ยงต่อภาวะ hypothermia อีกด้วยแม้ว่าในผู้ป่วยที่อายุน้อยที่แข็งแรงจะไม่เกิดผลแทรกซ้อนจากการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวนี้ แต่ผู้ป่วยที่มี cardiopulmonary status ไม่ดีและมีปริมาตรความจุน้อย อาจมีปัญหาทำให้เกิดภาวะหัวใจเต้นผิดจังหวะ ภาวะหัวใจขาดเลือด และ cardiopulmonary arrest ได้ นอกจากก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์แล้ว ก๊าซที่ถูกนำมาใช้ได้แก่ ไนตรัสออกไซด์ ซึ่งละลายได้ดีเช่นกันสามารถใช้ insufflator ที่มีอยู่ได้ แต่มีปัญหาเรื่องอาจเกิดการระเบิดขึ้นได้ ก๊าซฮีเลียมและอาก้อนนั้นละลายได้ไม่ดี จึงมีความเสี่ยงต่อ air embolism

ข้อห้ามในการผ่าตัดผ่านกล้อง ได้แก่ cardiopulmonary compromise, hemodynamic instability, large intra-abdominal mass, advanced pregnancy, bowel obstruction หรือ ileus, generalized peritonitis และ extensive abdominal adhesion หรือ carcinomatosis

ผู้ป่วยได้รับการเตรียมการผ่าตัดเช่นเดียวกับการผ่าตัดทางช่องท้อง ในรายที่มีความเสี่ยงที่จะผ่าตัดเข้าลำไส้เช่น รายที่ได้รับการผ่าตัดมาก่อนหลายครั้ง เป็นโรค inflammatory bowel disease มีประวัติ peritonitis หรือ คาดว่ามี endometriosis จะได้รับการเตรียมลำไส้ก่อนผ่าตัด โดยให้รับประทานอาหารกากน้อยหนึ่งวันก่อนผ่าตัด และให้ magnesium citrate ป่ายวันก่อนผ่าตัด

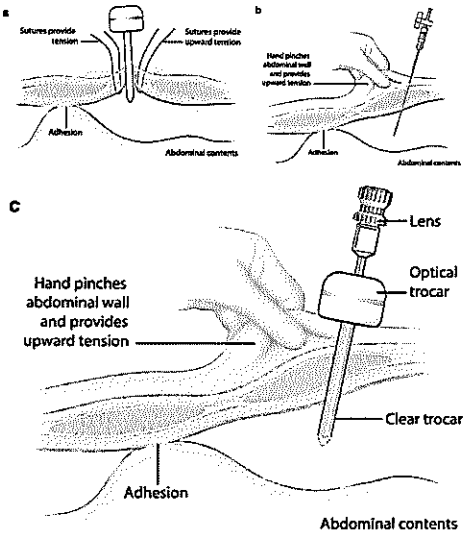
การจัดท่าผู้ป่วย



ผู้ป่วยจะได้รับการนอนขึ้นขาหยั่ง (stirrups) โดยให้ข้อต่อสะโพกอยู่ในลักษณะตรง (neutral) และให้เท้าช่วยรับน้ำหนักของขา เพื่อหลีกเลี่ยง joint sprain หรือ แรงกดทับบนขาทำให้ต้นขาไม่มาขวางการผ่าตัดของแพทย์ ท่อนแขนทั้งสองข้างอยู่แนบชิดลำตัวผู้ป่วยเพื่อหลีกเลี่ยงภยันตรายต่อ brachial plexus และให้รบกวนพื้นที่การผ่าตัดของแพทย์ อย่างไรก็ตามไม่ควรให้ Trendelenberg มากกว่า ๓๐ องศา

แผลที่ผ่าตัดและการแทง trocar

ใช้ intraumbilical incision ในแนวตั้งเพื่อความสวยงาม นิยม direct trocar insertion มากกว่าการใช้ Verres needle เพราะปลอดภัยกว่า ทั้งผู้ช่วยและผู้ผ่าตัดต่างก็ยกผนังหน้าท้องส่วนล่างบริเวณข้างๆ trocar ขึ้น ขณะแทงแพทย์ควรใช้นิ้วชี้แตะที่ trocar เพื่อกันไม่ให้แทงเข้าไปลึกเกินไป



Abdominal Entry Techniques (a) Trocar through upper mid-line abdominal entry point using Hasson technique.(b) Veress needle in left upper quadrant. (c) Optical trocar in left upper quadrant. Clear trocar tip allows light to pass from camera lens for visualization

ในรายที่มีโอกาสเสี่ยงต่อการแทง trocar โดนลำไส้ เช่นในรายที่เคยผ่าตัดมาหลายครั้งหรือมีประวัติการอักเสบในอุ้งเชิงกราน สามารถใช้กล้องส่องขนาดเล็ก ๒ มม. หรือ ๕ มม. แทงในแนว mid clavicular line ด้านซ้ายที่ระดับต่ำกว่าซี่โครงซี่สุดท้ายเล็กน้อย เพื่อหลีกเลี่ยงการเกิดภยันตรายต่อลำไส้เล็กที่มีพังผืดมายึดติดกับผนังหน้าท้องใต้สะดือ ซึ่งอาจเกิดขึ้นได้แม้แต่การแทง trocar แบบ direct insertion หรือการทำ open laparoscopy ควรใส่ท่อ orogastric หรือ nasogastric ก่อนเพื่อ decompress กระเพาะอาหาร

การสร้าง pneumoperitoneum และ แทง ancillary ports

หลังจากแน่ใจว่า trocar sleeve อยู่ในช่องท้องโดยมองเห็นลำไส้และ omentum ผ่านกล้องแล้วจึงต่อก๊าซเข้ากับ trocar sleeve และควบคุมความดันของ insufflator ไม่ให้เกิน ๑๕ mmHg

สำหรับการแทง ancillary ports นั้นกระทำโดยมองผ่านกล้องเพื่อหลีกเลี่ยงภยันตราย จำนวนของ port มีสองแบบ

- two port set-up ใช้สำหรับการส่องกล้องเพื่อวินิจฉัย โดยแทงที่ตำแหน่งแนวกลางลำตัวสูงจาก symphysis pubis สองนิ้วมือ
- three port set-up ใช้สำหรับการผ่าตัดผ่านกล้อง โดยแทงที่ตำแหน่งบริเวณสองข้างของท้องน้อย ให้อยู่ทางด้านข้างกว่าเส้นเลือด inferior epigastria และนอกของด้านข้างของกล้ามเนื้อ rectus

การผ่าตัดโดยใช้การแสไฟฟ้า (electrosurgery)

ในปัจจุบันมีการใช้กระแสไฟฟ้าหรือคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในการผ่าตัดทางนรีเวชกันอย่างกว้างขวางและหลายรูปแบบ แต่เพื่อให้สามารถใช้งานเครื่องมือเหล่านี้ได้อย่างมีประสิทธิภาพและเกิดภาวะแทรกซ้อนน้อยที่สุด การมีความรู้ความเข้าใจในพื้นฐานการทำงานของเครื่องมือ การใช้คำนิยามต่างๆ การปรับตั้งเครื่องมือ การพิจารณาคุณลักษณะ คุณสมบัติ และลักษณะคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าแบบต่างๆ ตลอดจนผลของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าต่อเนื้อเยื่อของผู้ป่วย

วิวัฒนาการ

ได้มีการใช้ไฟฟ้ากระแสสลับที่มีความถี่สูงระดับคลื่นวิทยุ (radiofrequency) ในการผ่าตัดผ่านกล้องส่องช้องท้องมาประมาณ 30 ปีแล้ว หลังจากมีการค้นพบว่า ถ้าปล่อยไฟฟ้ากระแสสลับที่มีความถี่สูงไหลผ่านเนื้อเยื่อที่มีชีวิตจะไม่เกิดการกระตุ้นเส้นประสาทหรือกล้ามเนื้อ แต่จะเกิดความร้อนขึ้นภายในเนื้อเยื่อนั้นแทน เมื่อเริ่มยุคของการผ่าตัดผ่านกล้องส่องช่องท้อง ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1970 ได้มีการใช้เครื่องจี้ไฟฟ้าระบบ monopolar จี้ท่อนำไข่เพื่อทำหมันหญิงและเลาะตัดพังผืด และมีรายงานการเกิดอันตรายต่อลำไส้ จึงได้มีการพัฒนาเครื่องจี้ไฟฟ้าระบบ bipolar ขึ้น และอีก 10 ปีต่อมา เครื่องจี้ไฟฟ้า bipolar ได้ถูกจัดเป็นอุปกรณ์มาตรฐานของการผ่าตัดผ่านกล้องส่องช่องท้องทางนรีเวช

การเปลี่ยนแปลงของเนื้อเยื่อเมื่อได้รับความร้อน		
ระดับอุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	**ผลต่อเนื้อเยื่อ**	**การเปลี่ยนแปลงที่มองเห็น**
37-50	เซลล์ร้อนขึ้น	ไม่เห็นการเปลี่ยนแปลง
50-60	การทำงานของเอนไซม์ภายในเซลล์ลดลง	ไม่เห็นการเปลี่ยนแปลง
60-80	โปรตีนภายในเซลล์เปลี่ยนสภาพ เซลล์ตาย	เนื้อเยื่อสีซีดลง
90-100 (เพิ่มช้า)	น้ำในเซลล์เดือดอย่างช้าๆ เนื้อเยื่อสุก (coagulation) และแห้ง (desiccation)	ฟองไอน้ำระเหยออกมา เนื้อเยื่อสีซีดและหดตัวเล็กลง
100-200 (เพิ่มเร็ว)	น้ำในเซลล์เดือดระเหยอย่างรวดเร็ว ดันเยื่อหุ้มเซลล์แตก เซลล์ระเหยหายไปพร้อมไอน้ำ (vaporization)	เนื้อเยื่อส่วนที่ได้รับความร้อนหายไป เนื้อเยื่อที่เหลือแยกจากกันหรือเป็นหลุม

การเปลี่ยนแปลงของเนื้อเยื่อเมื่อได้รับความร้อน		
ระดับอุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	**ผลต่อเนื้อเยื่อ**	**การเปลี่ยนแปลงที่มองเห็น**
สูงกว่า 200 (เพิ่มช้า)	เซลล์ไหม้เกรียมเป็นคาร์บอน (carbonization)	เนื้อเยื่อไหม้เกรียมเป็นสีดำ

การผ่าตัดด้วยเครื่องจี้ไฟฟ้ายังมีปัญหาในการควบคุมกระแสไฟฟ้าให้ไหลไปในทิศทางที่ต้องการ และการควบคุมผลต่อเนื้อเยื่อมาจนถึงปัจจุบัน ทำให้ยังคงมีการพัฒนาเครื่องชนิดอื่นๆ ที่สามารถสร้างความร้อนให้เนื้อเยื่อได้โดยไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านเนื้อเยื่อ เช่น endocoagulator เลเซอร์ชนิดต่างๆ และมีดฮาร์มอนิก (harmonic scalpel)

การนำผลของความร้อนต่อเนื้อเยื่อมาใช้ประโยชน์ในการผ่าตัดนั้น ขึ้นกับผลสุดท้ายที่ต้องการ ได้แก่ การตัดเนื้อเยื่อหรือ cutting การจี้ทำลายเนื้อเยื่อหรือ ablation การจี้ให้เนื้อเยื่อแห้งหรือ desiccation หรือการจี้ให้เนื้อเยื่อสุกหรือ coagulation และไม่ว่าจะเลือกใช้ความร้อนจากพลังงานรูปแบบใด ผลสุดท้ายที่ต้องการในทางคลินิก จะเป็นผลรวมของการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นภายในและรอบๆ เซลล์จากการเพิ่มอุณหภูมิของเนื้อเยื่อ การเปลี่ยนแปลงแต่ละชนิดและขอบเขตของการถูกทำลายของเนื้อเยื่อจากความร้อน ขึ้นกับองค์ประกอบพื้นฐาน ได้แก่ อุณหภูมิสูงสุดของเนื้อเยื่อ ปริมาณทั้งหมดของเนื้อเยื่อที่ได้รับความร้อน อัตราการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิของเนื้อเยื่อ และระยะเวลาที่มีอุณหภูมิสูง เนื้อเยื่อจะสุกหรือขาดออกจากกันขึ้นอยู่กับอัตราการเพิ่มอุณหภูมิของเนื้อเยื่อซึ่งจะเป็นผลโดยตรงของความหนาแน่นของพลังงานเทียบกับปริมาณของเนื้อเยื่อที่ได้รับพลังงาน

เมื่อเซลล์ได้รับความร้อนอย่างช้าๆ น้ำภายในเซลล์ของค่อยๆ ร้อนขึ้นจนถึง 100 องศาเซลเซียสแล้วกลายเป็นไอน้ำ ถ้าไอน้ำค่อยๆ ระเหยออกจากเซลล์ผ่านเยื้อหุ้มเซลล์โดยเซลล์ไม่แตก เซลล์จะค่อยๆ แห้งลง น้ำในเซลล์จะรักษาอุณหภูมิของเซลล์ไว้ใกล้เคียงกับจุดเดือดของน้ำ คือ 100 องศาเซลเซียส เมื่อน้ำในเซลล์ระเหยออกหมด เนื้อเยื่อจะแห้งพอดี เรียกว่า complete desiccation อย่างไรก็ตามถ้าเซลล์ได้รับความร้อนอย่างรวดเร็วจนน้ำภายในเซลล์กลายเป็นไอน้ำในทันทีไอน้ำซึ่งมีปริมาตรมากกว่าน้ำหลายเท่าจะระเหยผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ไม่ทันจึงดันให้เซลล์แตก และระเหยรวมไปกับไอน้ำ เรียกว่า vaporization ผลที่มองเห็นคือเนื้อเยื่อจะแยกขาดจากกันหรือ cutting ขณะที่เนื้อเยื่อได้รับความร้อนจะมีการกระจายของความร้อนไปสู่เนื้อเยื่อข้างเคียง โดยขึ้นกับปัจจัยหลายประการ เช่น ส่วนประกอบของเนื้อเยื่อ องค์ประกอบที่เป็นน้ำ การนำความร้อนออกไปจากบริเวณนั้นโดยกระแสเลือด แต่การส่งผ่านความร้อนไปสู่เนื้อเยื่อข้างเคียงในระหว่าง vaporization มีน้อยมาก เนื่องจากระยะเวลาที่ใช้สั้นมาก และการระเหยของไอน้ำช่วยระบายความร้อนให้เซลล์ข้างเคียงด้วย ดังนั้นอัตราการส่งผ่านความร้อนจะบ่งชี้ถึงขอบเขตของการทำลายเนื้อเยื่อข้างเคียง

หลักการพื้นฐานของการผ่าตัดด้วยเครื่องจี้ไฟฟ้า

การผ่าตัดด้วยเครื่องจี้ไฟฟ้าเป็นการประยุกต์ใช้ไฟฟ้ากระแสสลับความถี่สูง เพื่อทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของเนื้อเยื่อด้วยความร้อน ซึ่งไม่ใช่ทั้ง electrocautery หรือ diathermy เราะ electrocautery หมายถึง การทำให้เนื้อเยื่อร้อนขึ้นโดยการจี้ด้วยวัตถุที่ร้อน ส่วน diathermy หมายถึง การทำให้เนื้อเยื่อปริมาณมากที่อยู่ระหว่างขั้วไฟฟ้าขนาดใหญ่เท่ากัน 2 ชิ้น ร้อนขึ้นทีละน้อย เครื่องจี้ไฟฟ้าจะใช้ไฟฟ้ากระแสสลับความถี่สูง ตั้งแต่ 500,000 ต่อวินาที หรือ 500 กิโลเฮิรตซ์ ถึง 4 ล้านรอบต่อวินาที หรือ 4 เมกะเฮิรตซ์ ความถี่ของกระแสไฟฟ้าที่สูงขึ้นจะทำลายขอบเนื้อเยื่อของรอยตัดน้อยลง แต่เมื่อความถี่สูงมากกว่า 4 เมกะเฮิรตซ์ กระแสไฟฟ้าจะไม่ไหลไปในสายไฟ แต่จะเดินผ่านอากาศได้เช่นเดียวกับคลื่นวิทยุ ทำให้ไม่สามารถควบคุมได้และไม่สามารถนำมาใช้ผ่าตัดได้ อย่างไรก็ตามแม้ว่าความถี่ที่สูงขึ้นจะมีประโยชน์ทางการแพทย์ แต่ราคาของเครื่องจะสูงตามไปด้วย

เมื่อกระแสไฟฟ้าไหลผ่านเนื้อเยื่อจะเกิดการแตกตัวของอิออน ทำให้เส้นประสาทเกิด depolarization ไปกระตุ้นกล้ามเนื้อ เรียกว่า faradic effects เมื่อกระแสไฟฟ้ามีความถี่ต่ำกว่า 100 กิโลเฮิรตซ์ แต่เมื่อความถี่สูงกว่า 300 กิโลเฮิรตซ์ การแลกเปลี่ยนอิออนจะเข้าสู่สมดุลเพราะการวิ่งกลับทิศทางของกระแสไฟฟ้ารวดเร็วมาก อย่างไรก็ตาม faradic effect จะยังมีอยู่เนื่องจากกระแสไฟฟ้าความถี่สูงบางส่วนจะถูกกรองออกไปเหลือกระแสไฟฟ้าความถี่ต่ำวิ่งไปสู่เนื้อเยื่อ จึงพบว่ากล้ามเนื้อจะกระตุกเมื่อจี้ไฟฟ้า นอกจากนี้ความถี่จะลดลงเมื่อมีการกระโดดของกระแสไฟฟ้าขณะทำ fulguration และ cutting

เมื่ออิเล็กตรอนอิสระไหลจากบริเวณที่มีแรงดันไฟฟ้า (V) สูงไปสู่บริเวณที่มีแรงดันต่ำกว่า จะทำให้เกิดกระแสไฟฟ้า (I) ไหลในวงจร ปริมาณของกระแสไฟฟ้าที่ไหลในวงจรขึ้นกับความแตกต่างของแรงดันไฟฟ้าระหว่างขั้นและความต้านทาน (R) ของวงจรนั้น ความต้านทานที่ใช้กับไฟฟ้ากระแสตรงเรียกว่า resistance ส่วนความต้านทานที่ใช้กับไฟฟ้ากระแสสลับเรียกว่า impedance แทนความต้านทานของเนื้อเยื่อ ซึ่งความต้านทานของเนื้อเยื่อจะขึ้นกับส่วนประกอบที่เป็นน้ำ โดยความต้านทานจะสูงมากในเนื้อเยื่อกระดูก ปานกลางในไขมัน และน้อยที่สุดในเนื้อเยื่อที่มีเลือดมาเลี้ยงมาก แรงดันไฟฟ้ามีหน่วยเป็นโวลต์ ปริมาณกระแสไฟฟ้ามีหน่วยเป็นแอมแปร์ ส่วนความต้านทานมีหน่วยเป็นโอห์ม กระแสไฟฟ้าเปรียบได้กับน้ำไหลผ่านกังหัน ความแรงหรือแรงดันของน้ำขึ้นกับความแตกต่างของระดับ ความฝืดของกังหันจะต้านการไหลของน้ำเปรียบเหมือนความต้านทาน การหมุนของกังหันเกิดกำลังงาน ปริมาณน้ำไหลผ่านเปรียบเหมือนปริมาณกระแสไฟฟ้า ความเข้าใจพื้นฐานนี้จะช่วยให้เข้าใจปรากฏการณ์ต่างๆ ของกระแสไฟฟ้าได้ง่ายยิ่งขึ้น

กระแสไฟฟ้า (I) หรือปริมาณอิเล็กตรอนจะเพิ่มเป็นสัดส่วนตามแรงดัน (V) แต่จะลดลงเมื่อความต้านทาน (R) เพิ่มขึ้น ตามกฎของโอห์ม

$$I = V/R$$

เมื่อกระแสไฟฟ้าไหลผ่านความต้านทานจะเกิดงานหรือความร้อน ปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้นหรือกำลังไฟฟ้า (W) จะสัมพันธ์กับกระแสไฟฟ้า (I) และแรงดัน (V) ตามสมการ

$$W = I \times V$$

เมื่อพิจารณาจากกฎของโอห์มจะพบว่า กำลังไฟฟ้าแปรผันตามกระแสไฟฟ้ายกกำลังสอง และแรงดันยกกำลังสอง ดังสมการ

$$W = I^2 \times R \text{ และ } W = V^2/R$$

ระบบของเครื่องจี้ไฟฟ้า

เครื่องจี้ไฟฟ้าแบ่งเป็น 2 ระบบ ได้แก่ ระบบ monopolar และระบบ bipolar ในระบบ monopolar กระแสไฟฟ้าจะไหลจากหัวจี้ผ่านเนื้อเยื่อไปสู่แผ่นสายดินที่ติดไว้บริเวณต้นขาผู้ป่วยเพื่อไหลกลับเครื่องจี้ไฟฟ้า ซึ่งทิศทางการไฟลของกระแสไฟฟ้าผ่านเนื้อเยื่อไม่สามารถควบคุมได้ จึงเกิดการทำลายเนื้อเยื่อข้างเคียงได้มาก ส่วนระบบ bipolar ขั้วส่งและรับกระแสไฟฟ้าจะอยู่ที่ปลายหัวจี้ กระแสไฟฟ้าไหลผ่านเนื้อเยื่อผู้ป่วยเฉพาะในบริเวณหัวจี้ เนื้อเยื่อจะถูกทำลายน้อย จึงได้รับความนิยมมากในการผ่าตัดผ่านกล้องส่องช่องท้องทางนรีเวช

รูปแบบของคลื่นไฟฟ้า

แม้ว่าเครื่องจี้ไฟฟ้าที่ใช้ในการผ่าตัดทั่วไป จะมีปุ่มกดบนแผงควบคุมของเครื่องให้เลือกว่าจะใช้ “cut mode” “blend mode” หรือ “coag mode” ซึ่งคำเหล่านี้ไม่จำเป็นต้องสัมพันธ์กับผลของกระแสไฟฟ้าที่เกิดกับเนื้อเยื่อ แต่เป็นการเลือกรูปแบบของคลื่นไฟฟ้า เมื่อปรับเลือก “cut mode” เครื่องจะสร้างคลื่นไฟฟ้ารูปฟันปลาหรือ sine wave เพียงอย่างเดียวแบบต่อเนื่อง โดยมีแรงดันสูงสุด 600 โวลต์ เมื่อเลือก “blend mode” เครื่องจะสร้างคลื่นไฟฟ้าแบบ cut แต่จะมีช่วงหยุดพักไม่ปล่อยกระแสไฟฟ้าเพื่อให้เนื้อเยื่อได้ระบายความร้อน โดยทั่วไปจะมีให้เลือกตั้งแต่ blend-1 ถึง blend-3 ขึ้นกับช่วงเวลาที่หยุดปล่อยกระแสไฟฟ้า แต่เพื่อรักษาระดับกำลังที่ต้องการจึงต้องเพิ่มแรงดันให้สูงขึ้น เพื่อให้มีกระแสไฟฟ้าไหลมากขึ้นในช่วงสั้นๆ สำหรับ “coag mode” จะมีช่วงการปล่อยคลื่นแบบ cut ในช่วงเวลาสั้นที่สุด คือ ประมาณร้อยละ 6 มีช่วงพักร้อยละ 94 ของเวลาทั้งหมด เนื้อเยื่อจึงสุกแต่ไม่ขาดออกจากกันเนื่องจากเนื้อเยื่อระบายความร้อนได้ทัน แต่เพื่อชดเชยให้ได้กำลังตามต้องการจึงต้องเพิ่มแรงดันขึ้นถึง 2,500 โวลต์ ซึ่งกระแสไฟฟ้าที่มีแรงดันสูงจะสามารถกระโดดไปยังจุดใกล้เคียงที่แรงดันต่ำกว่าได้ง่าย การใช้เครื่องจี้ไฟฟ้าใน “coag mode” จึงมีโอกาสเกิดอันตรายได้มาก

เนื่องจากเครื่องจี้ไฟฟ้าได้รับการออกแบบให้สามารถปล่อยกระแสไฟฟ้าด้วยกำลังคงที่ แม้ว่าความต้านทานของเนื้อเยื่อจะเปลี่ยนแปลงไป แรงดันไฟฟ้าสูงสุดที่เครื่องจะปล่อยออกมาขึ้นกับคุณสมบัติเฉพาะของเครื่องกำลังที่ปรับตั้งไว้ และความต้านทานของเนื้อเยื่อที่เปลี่ยนแปลงตลอดเวลา เครื่องจี้ไฟฟ้ารุ่นใหม่ ๆ สามารถตรวจวัดการเปลี่ยนแปลงความต้านทานของเนื้อเยื่อในขณะใช้งานได้ ขณะใช้งานเครื่องจะตรวจวัด

แรงดันไฟฟ้า ปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ไหล และความต้านทานของเนื้อเยื่อเพื่อรักษาระดับกำลังไฟฟ้าที่ปล่อยออกมาให้คงที่มากที่สุด แม้ว่าความต้านทานจะสูงขึ้นอย่างมากเมื่อเนื้อเยื่อร้อนและแห้งลง ผลจากความร้อนที่เกิดขึ้นเมื่อกระแสไฟฟ้าไหลผ่านเนื้อเยื่อ ได้ถูกนำมาใช้ในการผ่าตัด เช่น การตัด การจี้ให้แห้งหรือ desiccate การจี้ให้สุกหรือ coagulate ศิลปะในการใช้เครื่องจี้ไฟฟ้าในการผ่าตัด คือ การเลือกจุดสมดุลของการห้ามเลือดที่ดีที่สุด โดยทำลายเนื้อเยื่อจากความร้อนน้อยที่สุด

<u>การใช้เครื่องจี้ไฟฟ้าระบบ monopolar</u>

การจี้ตัด

การตัดจะเกิดขึ้นเมื่อแรงดันระหว่างหัวจี้ไฟฟ้าและเนื้อเยื่อมากพอหรืออย่างน้อย 600 โวลต์ เพื่อให้เกิดมีการกระโดดของกระแสไฟฟ้า เมื่อกระแสไฟฟ้ากระโดดผ่านอากาศจากปลายหัวจี้จะทำให้อิออนในอากาศแตกตัว ปล่อยแสงและเกิดเสียงขึ้น เมื่อกระแสฟฟ้ากระทบกับเนื้อเยื่อจะทำให้น้ำภายในเซลล์ของเนื้อเยื่อร้อนขึ้นอย่างรวดเร็วและระเหยเป็นไอในทันที ส่งผลให้เซลล์ทั้งหมดระเหยกลายเป็นไอด้วย เรียกว่า vaporization การเกิดกลุ่มไอน้ำซึ่งแตกตัวเป็นอิออนได้ง่ายบนผิวของเนื้อเยื่อจะยิ่งช่วยให้กระแสไฟฟ้ากระโดดผ่านช่องว่างระหว่างหัวจี้ไฟฟ้าและเนื้อเยื่อได้ง่ายขึ้น อีกทั้ง “cut mode” ไม่มีช่วงพักทำให้มีกลุ่มไอน้ำทำให้เนื้อเยื่อแยกจากกันเป็นแนวยาว การเลือกใช้หัวจี้ไฟฟ้าแบบปลายแหลมจะเพิ่มความหนาแน่นของกระแสไฟฟ้าก่อนจะกระโดดไปกระทบผิวเนื้อเยื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพองการตัดมากขึ้น แต่ถ้าหัวจี้สัมผัสเนื้อเยื่อกระแสไฟฟ้าจะไหลผ่านได้โดยตรงความหนาแน่นของพลังงานลดลงอย่างมาก เนื้อเยื่อจะสุกและแห้งจากความร้อน แต่ไม่ขาดจากกัน

โดยทั่วไปความลึกของการทำลายเนื้อเยื่อที่ขอบรอยตัดจะเพิ่มขึ้นตามแรงดันไฟฟ้าและระยะห่าง ซึ่งส่งผลถึงความแรงของการกระโดดของกระแสไฟฟ้าอย่างไรก็ตาม การตัดด้วยคลื่นไฟฟ้าแบบ cut จะมีการทำลายเนื้อเยื่อจากความร้อนบริเวณขอบรอยตัดน้อยที่สุด ในขณะที่คลื่นไฟฟ้าแบบ coag ซึ่งมีแรงดันสูงจะทำให้เกิดการทำลายเนื้อเยื่อข้างเคียงได้กว้างมากกว่า เมื่อเปรียบเทียบการใช้คลื่อนไฟฟ้าแบบ cut กับแบบ coag ในการผ่าตัดเปิดหน้าท้องพบว่า ความแข็งแรงหรือ tensile strength ของ fascia ลดลงอย่างมีนัยสำคัญเมื่อตัดด้วยคลื่นไฟฟ้าแบบ coag การใช้เครื่องจี้ไฟฟ้าตัดเนื้อเยื่อให้ขอบรอยตัดถูกทำลายน้อยที่สุด ต้องเลือกใช้หัวจี้ตัดที่มีขนาดเล็กที่สุดที่เป็นไปได้หรือควรใช้ขอบบางแทนด้านข้างที่หนา ใช้คลื่นไฟฟ้าแบบ cut เหยียบสวิตช์ให้มีแรงดันไฟฟ้ารออยู่ที่ปลายหัวจี้ก่อนนำปลายหัวจี้เข้าใกล้เนื้อเยื่อโดยไม่สัมผัสและเคลื่อนผ่านเนื้อเยื่อตลอดแนวเพียงครั้งเดียวโดยไม่หยุดนิ่งบริเวณใดบริเวณหนึ่ง

การจี้ห้ามเลือด

การจี้ห้ามเลือดมีวัตถุประสงค์เพื่อทำให้เนื้อเยื่อสุด (coagulate) หรือทำให้เนื้อเยื่อสุกและแห้ง (desiccate) การห้ามเลือดจะเกิดขึ้นเมื่อปลายหัวจี้ไฟฟ้าสัมผัสกับผิวของเนื้อเยื่อ กระแสไฟฟ้าจะไหลผ่านเนื้อเยื่อได้ง่ายด้วยความหนาแน่นต่ำ เนื้อเยื่อจะค่อยๆ ร้อนขึ้นจนโปรตีนเปลี่ยนสภาพ น้ำในเซลล์เดือดและระเหยออกทำให้เซลล์หดตัว ทั้งนี้ไม่ขึ้นกับรูปแบบของคลื่นไฟฟ้าที่ใช้ เมื่อหลอดเลือดและเนื้อเยื่อที่อยู่รอบ ๆ หดตัวจึง

ห้ามเลือดได้ การจี้เพื่อห้ามเลือดจึงต้องใช้หัวจี้ไฟฟ้าขนาดใหญ่หรือเป็นทรงกลม แตะหัวจี้กับเนื้อเยื่อก่อนปล่อยกระแสไฟฟ้า

การเลือกใช้คลื่นไฟฟ้าแบบ cut ที่มีแรงดันต่ำเพื่อจี้ห้ามเลือดจะมีอันตรายน้อย กระแสไฟฟ้าจะสามารถไฟลผ่านเข้าไปในเนื้อเยื่อได้ลึกจนเนื้อเยื่อแห้งสนิทซึ่งสังเกตได้จากไม่มีไอน้ำปุดออกมาจากบริเวณนั้น ถ้ายังปล่อยกระแสไฟฟ้าให้ผ่านเนื้อเยื่อต่อไปอีก เนื้อเยื่อจะไหม้เกรียมติดกับหัวจี้ไฟฟ้า ถ้าใช้คลื่นไฟฟ้าแบบ blend หรือ coag ที่มีแรงดันสูงกับเนื้อเยื่อที่แห้งสนิทแล้ว กระแสไฟฟ้าจะสามารถกระโดดลงไปในส่วนลึกได้มากขึ้น แต่เนื้อเยื่อจะร้อนและติดกับหัวจี้มากขึ้น การจี้หลอดเลือดต้องใช้ grasping forceps หนีบหลอดเลือดจนไม่มีเลือดไหลผ่านแล้วจึงปล่อยคลื่นไฟฟ้าแบบ cut จะทำให้ผนังด้านในของหลอดเลือดถูกเชื่อมติดกัน (vessel welding) สาเหตุที่ต้องหนีบหลอดเลือดก่อนเพราะเลือดที่ไหลผ่านจะช่วยระบายความร้อนออกจากบริเวณนั้น จนไม่สามารถทำให้อุณหภูมิสูงถึง 100 องศาเซลเซียส เนื้อเยื่อจึงไม่แห้ง จะเห็นได้ว่าคลื่นไฟฟ้าแบบ cut สามารถใช้ห้ามเลือดได้อีกทั้งยังมีข้อดีเนื่องจากแรงดันต่ำภาวะแทรกซ้อนน้อย ดังนั้นจึงควรจี้ห้ามเลือดด้วยคลื่นไฟฟ้าแบบ cut ใช้หัวจี้ขนาดใหญ่สัมผัสกับเนื้อเยื่อและหยุดปล่อยกระแสไฟฟ้าเมื่อไม่มีไอน้ำระเหย ในทางปฏิบัติสำหรับการผ่าตัดผ่านกล้องส่องช่องท้อง เมื่อใช้จี้ไฟฟ้าระบบ monopolar ควรเลือกใช้คลื่นไฟฟ้าแบบ cut เท่านั้น โดยใช้ร่วมกับหัวจี้ไฟฟ้าแบบแผ่น เมื่อต้องการตัดให้ใช้ขอบบางเข้าใกล้เนื้อเยื่อแล้วปล่อยกระแสไฟฟ้า แต่เมื่อต้องการจี้ห้ามเลือดให้ใช้ด้านแบนซึ่งมีพื้นที่มากสัมผัสเนื้อเยื่อก่อนปล่อยกระแสไฟฟ้า ด้วยวิธีนี้จะช่วยประหยัดเวลาที่ใช้ระหว่างการเปลี่ยนเครื่องมือห้ามเลือดและเครื่องมือตัดและไม่ต้องเปลี่ยน mode เครื่องจี้ไฟฟ้าบ่อยๆ

การจี้แบบ fulguration

การจี้ห้ามเลือดวิธีนี้ใช้การกระโดดของคลื่นไฟฟ้าแบบ coag ที่มีแรงดันสูงมากสามารถทำให้ผิวของเนื้อเยื่อสุกได้ในบริเวณกว้างแต่ตื้น โดยสามารถห้ามเลือดจากหลอดเลือดขนาดเล็กกว่า 2 มิลลิเมตร แต่วิธีนี้จะใช้ไม่ได้ถ้าพื้นผิวบริเวณนั้นเปียกชื้นทั้งจากน้ำเกลือหรือเลือด แม้ว่าวิธีนี้หัวจี้ไฟฟ้าจะไม่สัมผัสกับเนื้อเยื่อเช่นเดียวกับการจี้ตัดด้วยคลื่นไฟฟ้าแบบ cut แต่วิธีนี้ใช้คลื่นไฟฟ้าแบบ coag กลุ่มไอน้ำที่เกิดขึ้นจะกระจายหายไปในช่วงพักซึ่งไม่มีการปล่อยกระแสไฟฟ้า จึงไม่ช่วยการกระโดดของกระแสไฟฟ้าเป็นผลให้กระแสไฟฟ้ากระจายเป็นบริเวณกว้าง แม้ว่ากระโดดของกระแสไฟฟ้าที่แรงดันสูงมากจะทำให้เกิดเนื้อตายเป็นบริเวณกว้าง แต่กระแสไฟฟ้าจะไหลเฉพาะในชั้นผิวเนื่องจากเนื้อเยื่อจะแห้งอย่างรวดเร็วและกระแสไฟฟ้ากระโดดแบบกระจาย ในทางปฏิบัติเมื่อใช้การจี้แบบสัมผัสต้องระลึกไว้เสมอว่า เนื้อเยื่อจะถูกทำลายลึกลงไปมากกว่าตำแหน่งที่มองเห็นเนื้อเยื่อเปลี่ยนเป็นสีขาวซีด การจี้ห้ามเลือดแบบ fulguration เหมาะสำหรับการห้ามเลือดที่ไหลซึมในบริเวณกว้างไม่มีจุดเลือดออกชัดเจน และเนื่องจากใช้แรงดันไฟฟ้าสูงจึงต้องใช้ด้วยความระมัดระวังไม่ให้หัวจี้ไฟฟ้าเข้าใกล้อวัยวะที่ไม่ต้องการ

การใช้เครื่องจี้ไฟฟ้าแบบ bipolar

การจี้ไฟฟ้าระบบ bipolar เป็นการนำขั้วไฟฟ้าขนาดเล็กาหนีบเนื้อเยื่อ เพื่อให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านเฉพาะเนื้อเยื่อที่อยู่ระหว่างขั้ว ต่างจากการจี้ไฟฟ้าระบบ monopolar ที่ใช้หัวจี้ไฟฟ้าขนาดเล็กปล่อยกระแสไฟฟ้าไปสู่เนื้อเยื่อแล้วไหลกลับทางขั้วสายดินที่มีขนาดใหญ่ซึ่งอยู่บริเวณต้นขาของผู้ป่วย ในระบบ bipolar เนื่องจากขั้วไฟฟ้ามีขนาดเล็กและอยู่ใกล้กันจึงช่วยลดกำลังไฟฟ้าที่ต้องใช้ลงได้มาก เมื่อปรับสวิตช์ไปที่ bipolar mode เครื่องจี้ไฟฟ้าจะปล่อยคลื่นไฟฟ้าแบบ cut ซึ่งมีแรงดันไฟฟ้าต่ำ เนื้อเยื่อจึงสุกและแห้งโดยไม่ขาดออกจากกัน การจี้ไฟฟ้าระบบ bipolar นี้มีประโยชน์หลายประการ ได้แก่ กระแสไฟฟ้าจะไหลผ่านเฉพาะเนื้อเยื่อที่อยู่ระหว่างขั้วไฟฟ้าทำให้มีเนื้อเยื่อถูกทำลายในบริเวณจำกัด ขั้วไฟฟ้าทั้งสองสามารถใช้หนีบหลอดเลือดให้ตีบตันก่อนใช้ความร้อนเชื่อมผนังภายในให้ติดกัน เนื่องจากขั้วไฟฟ้าทั้งสองมีขนาดเล็กและอยู่ใกล้กันมาก จึงสามารถใช้จี้ห้ามเลือดใต้น้ำได้

แม้ว่ากระแสไฟฟ้าจะไหลผ่านเนื้อเยื่อที่อยู่ระหว่างขั้วไฟฟ้า แต่ความร้อนที่เกิดขึ้นสามารถกระจายไปทำลายเนื้อเยื่อที่อยู่ห่างออกไปได้ อัตราการเกิดความร้อนในเนื้อเยื่อจากการจี้ไฟฟ้าระบบ bipolar ขึ้นกับหลายปัจจัยเช่นเดียวกับการจี้ไฟฟ้าระบบ monopolar ได้แก่ พื้นที่ผิวของเนื้อเยื่อที่หัวจี้ไฟฟ้าสัมผัส ความหนาของเนื้อเยื่อ การไหลผ่านของเลือด การเกิดชั้นไอน้ำ และความชื้นของเนื้อเยื่อ เนื้อเยื่อจะถูกทำลายด้วยความร้อนน้อยที่สุดเมื่อใช้ปลายของ microbipolar forceps ซึ่งอยู่ห่างกันเล็กน้อยแตะหรือลากผ่านเบาๆ เพื่อห้ามเลือดโดยตรง

วัตถุประสงค์หลักของการใช้เครื่องจี้ไฟฟ้าระบบ bipolar คือการห้ามเลือดด้วยการทำให้เนื้อเยื่อสุกและแห้งพอดี รอยจี้จึงจะแข็งแรงไม่เกิดเลือดออกในภายหลัง ดังนั้นจึงต้องหยุดจี้ทันทีที่เนื้อเยื่อแห้งซึ่งเป็นจุดที่ความต้านทานของเนื้อเยื่อเพิ่มขึ้นสูงมาก ถ้าปล่อยกระแสไฟฟ้าต่อไปอีกจะทำให้อุณหภูมิสูงขึ้นรวดเร็วและสูงกว่า 100 องศาเซลเซียส ส่งผลให้เนื้อเยื่อข้างเคียงหดเข้ามามาก เนื้อเยื่อบริเวณนั้นจะไหม้เกรียมกลายเป็นคาร์บอนติดกับปลายหัวจี้ และส่งผ่านความร้อนไปยังเนื้อเยื่อข้างเคียงที่ไม่ต้องการได้ ตามมาตรฐานเครื่องจี้ไฟฟ้าระบบ bipolar จะมีเครื่องวัดการไหลของกระแสไฟฟ้าเพื่อช่วยเตือนเมื่อถึงจุดที่ควรหยุดจี้โดยมักจะแสดงการเปลี่ยนโทนเสียงของเครื่อง เนื่องจากการเปลี่ยนโทนเสียงของเครื่องจี้ส่วนใหญ่ต่างกันไม่ชัดเจน สังเกตการเปลี่ยนเสียงได้ค่อนข้างยาก ในทางปฏิบัติจึงนิยมสังเกตุจุดสิ้นสุดของการจี้จากการที่เนื้อเยื่อเปลี่ยนเป็นสีขาวและฟองไอน้ำที่ปุดออกมาจางหายไป (ภาพที่ 3-11) อย่างไรก็ตาม การประเมินการเปลี่ยนแปลงของเนื้อเยื่อด้วยตาไม่สามารถประเมินความลึกของการเปลี่ยนแปลงได้ จึงต้องใช้แอมมิเตอร์ช่วยในการจี้ท่อนำไข่เพื่อทำหมัน อันตรายต่ออวัยวะข้างเคียงสามารถลดลงได้โดยฉีดน้ำเพื่อระบายความร้อน ควรปล่อยกระแสไฟฟ้าเป็นช่วงๆ และการจี้เนื้อเยื่อที่หนาและมีหลอดเลือดอยู่ด้วยควรจี้ครั้งละน้อยๆ แล้วตัดสลับกันไปแทนการจี้เนื้อเยื่อปริมาณมากๆ

ภาวะแทรกซ้อนจากการผ่าตัดด้วยเครื่องจี้ไฟฟ้า

ภาวะแทรกซ้อนจากการใช้เครื่องจี้ไฟฟ้าเกิดจากผลของความร้อนที่ไม่ถึงประสงค์ซึ่งกลไกการเกิดอันตรายแบ่งได้ดังนี้

1. จากหัวจี้ไฟฟ้าสัมผัสหรืออยู่ใกล้กับอวัยวะที่ไม่ต้องการ

2. จากกระแสไฟฟ้าไหลผ่านเส้นทางที่ไม่ต้องการ
3. จากแผ่นสายดินรับกระแสไฟฟ้าไหลกับเครื่องจี้ไฟฟ้า

อันตรายจากหัวจี้ไฟฟ้าพบได้ทั้งจากเครื่องไฟฟ้าระบบ monopolar และระบบ bipolar ในขณะที่อันตรายจากแผ่สายดินจะเกิดเฉพาะเครื่องจี้ไฟฟ้าระบบ monopolar เท่านั้น แพทย์ผู้ใช้เครื่องจี้ไฟฟ้าต้องมีความรู้พื้นฐานของเครื่องจี้ไฟฟ้าเป็นอย่างดีและต้องปฏิบัติตามข้อกำหนดความปลอดภัยโดยเคร่งครัด

1) ภาวะแทรกซ้อนจากหัวจี้ไฟฟ้า (Insulation Failure)

มักเกิดจากการเหยียบสวิตช์โดยไม่ตั้งใจ ในขณะที่ปลายหัวจี้ไฟฟ้าสัมผัสหรืออยู่ใกล้กับอวัยวะอื่น ๆ ของผู้ป่วย แม้ว่าจะเลือกใช้หัวจี้ไฟฟ้าระบบ bipolar ก็ไม่สามารถหลีกเลี่ยงปัญหานี้ได้แต่ความรุนแรงจะน้อยกว่า อย่างไรก็ตามควรเลาะแยกหลอดเลือดออกห่างจากอวัยวะสำคัญก่อนการจี้ เมื่อเกิดการจี้โดยไม่ตั้งใจต้องประเมินอันตรายต่ออวัยวะที่อยู่ใกล้หัวจี้ไฟฟ้าโดยละเอียด การตรวจพบการบาดเจ็บของลำไส้มักจะช้าหลังจากมีการรั่วของกากอาหารหรือน้ำย่อยเข้าสู่ช่องท้อง ซึ่งมักใช้เวลาประมาณ 2-10 วันหลังผ่าตัด ผู้ป่วยทุกรายควรได้รับคำแนะนำให้รีบกลับมาพบแพทย์ทันทีเมื่อมีไข้หรือปวดท้องมากขึ้นหลังผ่าตัด

อันตรายจากการจี้ไฟฟ้าโดยไม่ตั้งใจนี้สามารถหลีกเลี่ยงได้โดยให้แพทย์ผู้ผ่าตัดเป็นผู้ควบคุมการใช้เครื่องจี้ไฟฟ้าเพียงคนเดียว ควรนำเครื่องมือทุกชิ้นออกจากช่องท้องเมื่อไม่ใช้งาน และควรถอดสายไฟออกจากเครื่องมือหรือสอดพักไว้ในถุงที่เป็นฉนวน เมื่อพบว่าเกิดการบาดเจ็บของลำไส้ กระเพาะปัสสาวะหรือท่อไตระหว่างการผ่าตัดต้องประเมินและแก้ไขด้วยการผ่าตัดเปิดหน้าท้องในทันที และต้องนึกเสมอว่าอันตรายที่เกิดขึ้นอาจมากกว่าที่มองเห็นด้วยตาเปล่า แผลที่เกิดจากหัวจี้ไฟฟ้าขนาดเล็กจะมีอันตรายจากความร้อนน้อยกว่าหัวจี้ไฟฟ้าขนาดใหญ่ ซึ่งอาจเกิดการบาดเจ็บห่างจากขอบแผลออกไปได้หลายเซนติเมตรในรายเช่นนี้จำเป็นต้อนตัดเนื้อเยื่อรอบรอยแผลออกเป็นบริเวณกว้าง

2) อันตรายจากกระแสไฟฟ้าไหลผ่านเส้นทางที่ไม่ต้องการ

โดยปกติเครื่องจี้ไฟฟ้าระบบ monopolar กระแสไฟฟ้าจะไหลจากหัวจี้ไฟฟ้าผ่านเนื้อเยื่อไปยังแผ่นสายดินซึ่งติดอยู่บริเวณต้นขาของผู้ป่วย ในกรณีที่ติดแผ่นสายดินไม่แนบสนิทกับผิวหนังของผู้ป่วย กระแสไฟฟ้าจากหัวจี้ไฟฟ้าจะพยายามหาทางกลับสู่เครื่องจี้ไฟฟ้าโดยไหลผ่านทางขั้วไฟฟ้าอื่นๆ ที่สัมผัสผิวหนังของผู้ป่วย เช่น ขั้วสายเครื่องตรวจคลื่นไฟฟ้าหัวใจ แต่เนื่องจากขั้วสายเครื่องตรวจคลื่นไฟฟ้าหัวใจมีขาดเล็กจึงเกิดการบาดเจ็บต่อผิวหนังบริเวณที่ขั้วไฟฟ้าสัมผัส เครื่องจี้ไฟฟ้ารุ่นใหม่ๆ จะมีวงจรตรวจสอบการทำงานของแผ่นสายดินจึงช่วยลดอันตรายในจุดนี้ นอกจากนี้ยังพบว่าถ้าฉนวนหุ้มหัวจี้ไฟฟ้าฉีกขาดและสัมผัสกับอวัยวะอื่นๆ กระแสไฟฟ้าจะไหลผ่านตำแหน่งนี้เกิดอันตรายได้เช่นกัน จึงควรตรวจสอบฉนวนหุ้มหัวจี้ไฟฟ้าก่อนใช้งานทุกครั้งและไม่นำหัวจี้ไฟฟ้าสัมผัสหรืออยู่ใกล้อวัยวะหรือเครื่องมืออื่นๆ ที่นำไฟฟ้าได้

อันตรายจากกระแสไฟฟ้าของเครื่องจี้ไฟฟ้า monopolar ซึ่งแพทย์โดยทั่วไปมักไม่คุ้นเคย คือ capacitive coupling ซึ่งเกิดจากคุณสมบัติของตัวนำไฟฟ้าที่จะถูกเหนี่ยวนำให้เกิดกระแสไฟฟ้าขึ้นได้เอง เมื่อมีกระแสไฟฟ้าแรงดันสูงไหลผ่านใกล้ ๆ โดยไม่ต้องสัมผัส ปริมารณกระแสไฟฟ้าที่เกิดจากการเหนี่ยวนำขึ้นอยู่กับแรงดันไฟฟ้าหรือโวลต์ของกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำ จึงมักพบปรากฏการณีนี้ร่วมกับเครื่องจี้ไฟฟ้าระบบ monopolar ด้วยคลื่นไฟฟ้าแบบ coag ในกรณีที่ใช้ช่องสอดเครื่องมือโลหะกระแสไฟฟ้าจากการเหนี่ยวนำสามารถไหลกระจายไปในผนังหน้าท้องจึงไม่เกิดอันตราย แต่ถ้าช่องสอดเครื่องมือเป็นพลาสติกหรือเป็นโลหะที่มีพลาสติกหุ้ม กระแสไฟฟ้าจากการเหนี่ยวนำจะสะสมอยู่รอบตัวหัวจี้ไฟฟ้า และเมื่อแรงดันไฟฟ้ามากพอจะสามารถกระโดดไปยังอวัยวะข้างเคียง เกิดอันตรายได้โดยผู้ทำผ่าตัดไม่สามารถรู้ได้เลยในขณะทำผ่าตัด จึงควรระมัดระวังและลดความเสี่ยงด้วยการเลือกใช้คลื่นไฟฟ้าแบบ cut ที่มีแรงดันไฟฟ้าต่ำในเครื่องจี้ไฟฟ้าระบบ monopolar และหลีกเลี่ยงการใช้ช่องสอดเครื่องมือที่เป็นพลาสติกหรือมีพลาสติกหุ้มภายนอกโลหะ

เครื่องจี้ไฟฟ้าระบบ bipolar รุ่นใหม่

เนื่องจากการจี้ไฟฟ้าระบบ bipolar ช่วยลดอันตรายจากกระแสไฟฟ้าไหลผ่านร่างกายผู้ป่วยลงได้มากและสามารถจี้ห้ามเลือดจากหลอดเลือดขนาดใหญ่ได้ถึง 5 มิลลิเมตร แต่ยังมีปัญหาในการจี้ในตำแหน่งที่เนื้อเยื่อหนา เนื่องจากแรงบีบของ bipolar forceps มีน้อยทำให้ห้ามเลือดในเนื้อเยื่อหนาได้ไม่ดี นอกจากนี้ความร้อนที่เกิดขึ้นควบคุมได้ยากและมักสูงกว่า 150 องศาเซลเซียส เนื่องจากความร้อนจะทำให้น้ำระเหยออก เนื้อเยื่อแห้งลงความต้านทางไฟฟ้าเพิ่มขึ้น ระบบควบคุมแบบเก่าจะเพิ่มแรงดันไฟฟ้าให้สูงขึ้น เพื่อให้มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านเนื้อเยื่อมากที่สุด จึงพบว่ารอยจี้มีเนื้อเยื่อไหม้เกรียมได้บ่อยและความร้อนกระจายไปไกล ด้วยเหตุนี้จึงมีการพัฒนาเครื่องจี้ไฟฟ้าระบบ bipolar ขึ้นใหม่ โดยเพิ่มคุณสมบัติเข้าไปอีก 2 ประการ ได้แก่ การเพิ่มแรงบีบเนื้อเยื่อด้วยการออกแบบ forceps ที่แข็งแรง และเพิ่มระบบคอมพิวเตอร์ตรวจวัดความต้านทานของเนื้อเยื่อในตำแหน่งที่ทำการจี้ตลอดเวลาที่ปล่อยกระแสไฟฟ้า โดยปลายหัวจี้ไฟฟ้าจะทำหน้าที่ทั้งปล่อยกระแสไฟฟ้าและวัดความต้านทานไปพร้อมกัน จึงทำให้สามารถจี้ห้ามเลือดจากหลอดเลือดแดงขนาดใหญ่ได้ถึง 6 มิลลิเมตร และทนความดันได้สูงถึง 662 มิลลิเมตรปรอท นอกจากนี้ยังมี bipolar clamps สำหรับใช้ในการผ่าตัดเปิดหน้าท้องได้อีกด้วย

Laparoscopic in special conditions

• laparoscopy in obesity

Physiology in obesity

ระบบหายใจ:

- increase: O2 consumption, also CO2 production
- decrease: chest wall compliance, lung compliance, expiratory reserve volume (decrease FRC), and functional reserve capacity

ระบบหัวใจ:

- increase: Preload, resting cardiac output, and stroke vol
- decrease: vascular resistance

- มักสัมพันธ์กับความดันโลหิตสูงและหัวใจห้อง left ventricular hypertrophy

ระบบทางเดินอาหาร:

- increase: metabolic demand
- Delayed emptying time, high risk of aspiration
- ดังนั้นควรให้ยาเพื่อป้องกันการสำลัก: H2 blocker (ranitidine20 mg) and a pro-kinetic (metoclopramide) given 12 and 2 h prior to surgery

ระบบภูมิคุ้มกัน:

- impair immune surveillance
- increase risk of infection

<u>การดูแลและเตรียมพร้อมก่อนผ่าตัดผ่านกล้อง</u>

- **ซักประวัติและตรวจร่างกายโดยละเอียด**: Functional capacity, underlying disease, OSA, smoking

(advice quit 4 wks), alcohol drinking

- **ปรึกษาวิสัญญีแพทย์**: difficult airway, pre-op evaluation
- **ปรึกษาอายุรแพทย์**: for co-morbid medical conditions
- จองหอผู้ป่วยวิกฤต
- คัดกรอง OSA โดยใช้ STOP-Bang score.
- Prophylaxis antibiotics: Cefazolin 2 g IV within 1 h before procedure **(3g ถ้าน้ำหนักมากกว่า 120 กิโลกรัม)**
- VTE prophylaxis โดยประเมินจาก Caprini Risk Score

Table 7

Modified Caprini risk assessment for minimally invasive gynecologic surgery

1 point	2 points	3 points	5 points
Age 41–60 y	Age 61–74 y	Age ≥75 y	Stroke (<1 mo)
Minor surgery	Major open surgery (>45 min)	History of VTE	Hip, pelvis, or leg fracture
BMI ≥40 kg/m^2*	Minimally invasive surgery (≥180 min)*	Family history of VTE	Acute spinal cord injury (< 1 mo)
Swollen legs	Malignancy	Factor V Leiden	Elective arthroplasty
Varicose veins	Bed rest (>72 hr)	Prothrombin 2021A	
Pregnancy or postpartum	Immobilizing plaster cast	Lupus anticoagulant	
Swollen legs	Malignancy	Factor V Leiden	Elective arthroplasty
Varicose veins	Bed rest (>72 hr)	Prothrombin 2021A	
Pregnancy or postpartum	Immobilizing plaster cast	Lupus anticoagulant	
History of unexplained or recurrent spontaneous abortion	Central venous access	Anticardiolipin antibodies	
Oral contraceptives or hormone replacement	Arthroscopic surgery	Elevated serum homocysteine	
Sepsis (<1 mo)		Heparin-induced thrombocytopenia	
Severe lung disease, including pneumonia (<1 mo)		Other congenital or acquired thrombophilia	
Abnormal pulmonary function			
Acute myocardial infarction			
Congestive heart failure (<1 mo)			
History of inflammatory bowel disease			

BMI = body mass index; VTE = venous thromboembolism.
* Modifications.

- Port placement & pneumoperitoneum

Cochrane 2019 ไม่มีข้อมูลเพียงพอถึงความแตกต่างในแต่ละ techniques of entry และ major complications (แต่เมื่อเทียบกับแล้ว directed trocar มี failed rate น้อยกว่า Veress needle) ในคนอ้วนสะดือจะมี caudal displacement ได้ (แต่ vessels ยังอยู่ที่เดิม) ดังนั้นควรระวัง bifurcation of aorta บางรายงาน แนะนาให้ลง primary port ที่ supraumbilical หรือ Palmer's point ส่วนเรื่องการแทง primary port แนะนำแทง 90 องศา โดยให้ Abdominal pressure อยู่ที่ 12-15 mmHg สำหรับการลง Ancillary trocar ขึ้นอยู่กับพยาธิสภาพ bowel retractor สามารถช่วย improve visualization ได้ และเลือกใช้ trocar และ instrument ที่มีความยาวเพิ่มขึ้นตามความเหมาะสม ในกรณีที่ port 10 mm หากปิด sheet ยาก แนะนำให้ใช้ fascial closure devices ช่วย

<u>การดูแลหลังผ่าตัดผ่านกล้อง</u>

- Early ambulation

- Aggressive pulmonary toilet (regular incentive spirometry, deep breathing, coughing exercises)

- Balance IV fluid ระวัง volume overload

- Prefer short-acting opioid เนื่องจาก risk respiratory depression น้อยกว่า

• Laparoscopy in pregnancy

Physiology in pregnancy

TABLE 49-4. Physiological Effects of CO_2 Insufflation of the Peritoneal Cavity

System	Effects[a]	Mechanisms	Possible Maternal-Fetal Effects
Respiratory	Increased $Paco_2$, decreased pH	CO_2 absorption	Hypercarbia, acidosis
Cardiovascular	Increased: heart rate; systemic vascular resistance; pulmonary, central venous, and mean arterial pressures	Hypercarbia and increased intraabdominal pressure	Uteroplacental hypoperfusion—possible fetal hypoxia, acidosis, and hypoperfusion[b]
	Decreased cardiac output	Decreased venous return	
Blood flow	Decreased splanchnic flow with hypoperfusion of liver, kidneys, and gastrointestinal organs	Increased intraabdominal pressure	As above
	Decreased venous return from lower extremities	Increased intraabdominal pressure	As above
	Increased cerebral blood flow	Hypercarbia possibly from shunting due to splanchnic tamponade	Increased CSF pressure[b]

[a]Effects intensified when insufflation pressure >20 mm Hg in baboons (Reedy, 1995).
[b]Data primarily from animal studies.
CO_2 = carbon dioxide; CSF = cerebrospinal fluid; $Paco_2$ = partial pressure of CO_2.
Data from O'Rourke, 2006; Reynolds, 2003.

- ข้อดีเมื่อเทียบกับ laparotomy:

o มารดา: เวลาผ่าตัดน้อยกว่า, เวลานอนรพ. น้อยกว่า, ได้รับเลือดน้อยกว่า, การฟื้นตัวหลังผ่าตัดดีกว่า (ปวดน้อย ทำให้เกิด post-op hypoventilation น้อยกว่า, ileus น้อยกว่า, กลับทำงานได้เร็วกว่า, ลดโอกาสเกิดภาวะแทรกซ้อนจากแผลผ่าตัดและเกิด VTE น้อยกว่า)

o ผลต่อทารกน้อยกว่า (fetal respiratory depression น้อยเนื่องจากได้รับยากลุ่ม narcotic น้อยกว่า), laparoscopy เห็นได้ชัดเจนกว่าจึงลดความเสี่ยงในการเคลื่อนไหวมดลูก

- อายุครรภ์ที่เหมาะสม

o emergency สามารถทำได้ทุกอายุครรภ์

o elective: 2nd trimester เป็นช่วงเวลาที่เหมาะสมในการผ่าตัด หลีกเลี่ยงช่วง 1st and 3rd trimester (การเกิด abortion และ preterm น้อย ตามลำดับ), SAGES แนะนำถึง 26-28 wk,

<u>การดูแลและเตรียมพร้อมก่อนผ่าตัดผ่านกล้อง</u>

o **เตรียมลำไส้:** ไม่จำเป็น แต่อาจจะใส่ OG หรือ NG decompression เพื่อลด stomach trocar puncture และ aspiration

o **VTE prophylaxis:** ให้ใช้ mechanical prophylaxis (wrapped around the calves หรือ pneumatic compression devices ในช่วง Intraoperative และ postoperative และ early postoperative ambulation, Uptodate แนะนำเพิ่มว่าถ้า OR เกิน 45 นาทีให้ใช้ LMWH เพิ่ม

o **Position:** ถ้าผ่าหลัง 1st trimester ให้อยู่ในท่า left lateral decubitus เพื่อหลีกเลี่ยง vena cava and aortocaval compression, Uptodate บอกว่า supine or low lithotomy position with a leftward tilt (after 16 weeks of gestation)

o **หลีกเลี่ยง Intrauterine manipulators**

<u>การดูแลระหว่างผ่าตัดผ่านกล้อง</u>

o **monitor EtCO 2** ให้อยู่ในช่วง 30 and 35 mmHg เพื่อไม่ให้เกิด respiratory acidosis

o **Entry technique**

สำหรับอายุครรภ์มากกว่าช่วง 1st trimester ให้ระวังช่วงที่เข้าท้องเพื่อหลีกลี่ยง uterine puncture or laceration ถ้าอายุครรภ์มาก อาจเข้าท้องด้วย direct entry ตรง Palmer point (a left upper quadrant port in the midclavicular line, 2 cm beneath the costal margin) หรือแนะนำเป็น open entry techniques เพื่อหลีกลี่ยง perforations of the uterus, pelvic vessels, and adnexa.

o **Pneumoperitoneum pressure** แนะนำ 12 mmHg ไม่เกิน 15 mmHg และช่วงแรกของการ insufflation ควรเป็น low flow เพื่อสามารถประเมินและสามารถหยุดหากมี pressure-related effects การลง **secondary trocars** ให้ทำ direct laparoscopic view และ Gasless laparoscopy เพื่อหลีกเลี่ยงผลของ cardiovascular changes โดยใช้เครื่องมือยกหน้าท้อง

- Perinatal outcomes:

o การผ่าตัดในหญิงตั้งครรภ์เพิ่มความเสี่ยงในการเกิด low birthweight, preterm delivery, and fetal growth restriction แต่ไม่ต่างกันเมื่อเทียบ laparoscopy กับ laparotomy

o abortion and stillbirth เกิดน้อย แต่ laparotomy เกิดมากกว่าเมื่อเทียบกับ laparoscopy

ข้อดีของการผ่าตัดผ่านกล้อง

๑. ผู้ป่วยมีแผลผ่าตัดขนาดเล็กแตกต่างจากการผ่าตัดด้วยวิธีเดิม ขนาดแผลที่เกิดขึ้นประมาณ ๐.๕-๑ เซนติเมตร รวม ๓-๔ แผล ที่ผนังหน้าท้องน้อย

๒. เนื่องจากแผลผ่าตัดมีขนาดเล็ก ความเจ็บปวดหลังผ่าตัดจะมีน้อยกว่าวิธีเดิม ดังนั้นจึงไม่จำเป็นต้องใช้ยาแก้ปวดชนิดแรง

๓. ผู้ป่วยสามารถลุกเดินได้ภายใน ๑ วันหลังการผ่าตัด สามารถปฏิบัติกิจวัตรส่วนตัวได้ด้วยตนเอง มีความสะดวกสบายมากขึ้นและสามารถออกจากโรงพยาบาลไปพักฟื้นที่บ้านได้เร็วขึ้นกว่าเดิม ส่วนใหญ่พักฟื้นในโรงพยาบาลประมาณ ๑-๓ วัน หลังจากผ่าตัด

๔. ไม่ต้องหยุดงานนานเหมือนวิธีเดิม ผู้ป่วยพักฟื้นที่บ้านเพียง ๑ - ๒ สัปดาห์ สามารถกลับไปทำงานได้ตามปกติ

๕. การเกิดพังผืดและภาวะแทรกซ้อนหลังผ่าตัดพบน้อยกว่าวิธีเดิม

ข้อด้อยของการผ่าตัดผ่านกล้อง

๑. ไม่สามารถใช้การผ่าตัดชนิดนี้ได้กับผู้ป่วยทุกราย เช่น ผู้ป่วยที่มีเนื้องอกขนาดใหญ่มากเกิน สงสัยมะเร็ง หรือมีโรคประจำตัวที่ไม่สามารถเพิ่มความดันในช่องท้องได้ เช่น โรคปอดหรือหัวใจ, กระบังลมรั่ว หรือ ภาวะที่มีความดันในศีรษะสูง อาจจะไม่สามารถใช้วิธีการผ่าตัดผ่านกล้องได้

๒. ผู้ป่วยที่มีพังผืดในช่องท้องหรืออุ้งเชิงกรานมากเกินไป เช่นผู้ป่วยที่เคยเป็นโรคติดเชื้อในช่องท้องหรืออุ้งเชิงกรานมาก่อน ผู้ป่วยที่เคยรับการผ่าตัดช่องท้องมาหลายครั้ง เป็นต้น

๓. ประการสำคัญที่สุดคือ แพทย์ที่ทำผ่าตัดผ่านกล้องต้องเป็นแพทย์ผู้เชี่ยวชาญเฉพาะทางด้านผ่าตัดผ่านกล้องที่ได้รับการอบรมและฝึกฝนมาอย่างดีเท่านั้น จึงสามารถทำผ่าตัดผ่านกล้องได้

โรคที่สามารถรักษาด้วยการผ่าตัดผ่านกล้อง

๑. โรคที่ทำให้เกิดการปวดท้องเรื้อรัง

๒. โรคเยื่อบุมดลูกเจริญผิดที่ (Endometriosis)

๓. โรคเนื้องอกที่รังไข่และมดลูก

๔. ท้องนอกมดลูก

๕. การทำหมันแห้ง

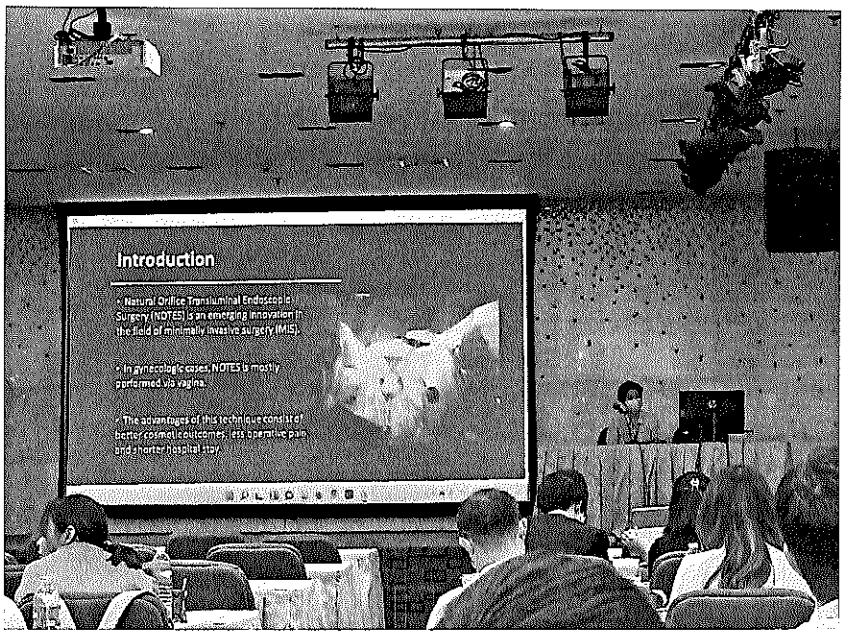
๖. การรักษาโรคที่มีบุตรยาก เช่น การตัดท่อนำไข่ที่ตันออกและต่อใหม่

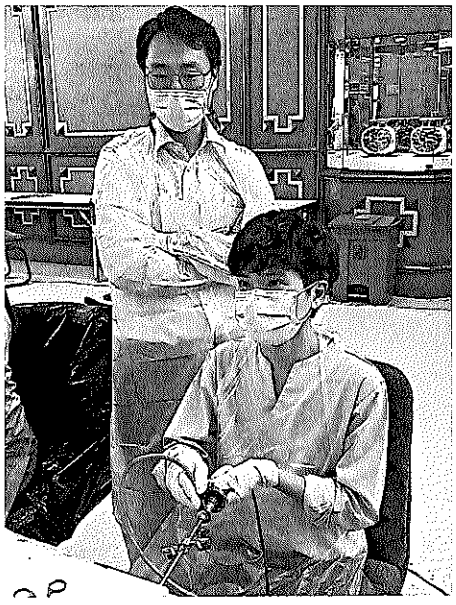
๗. การรักษาโรคของโพรงมดลูก

๒.๒.๒ การเข้าร่วมประชุมวิชาการ

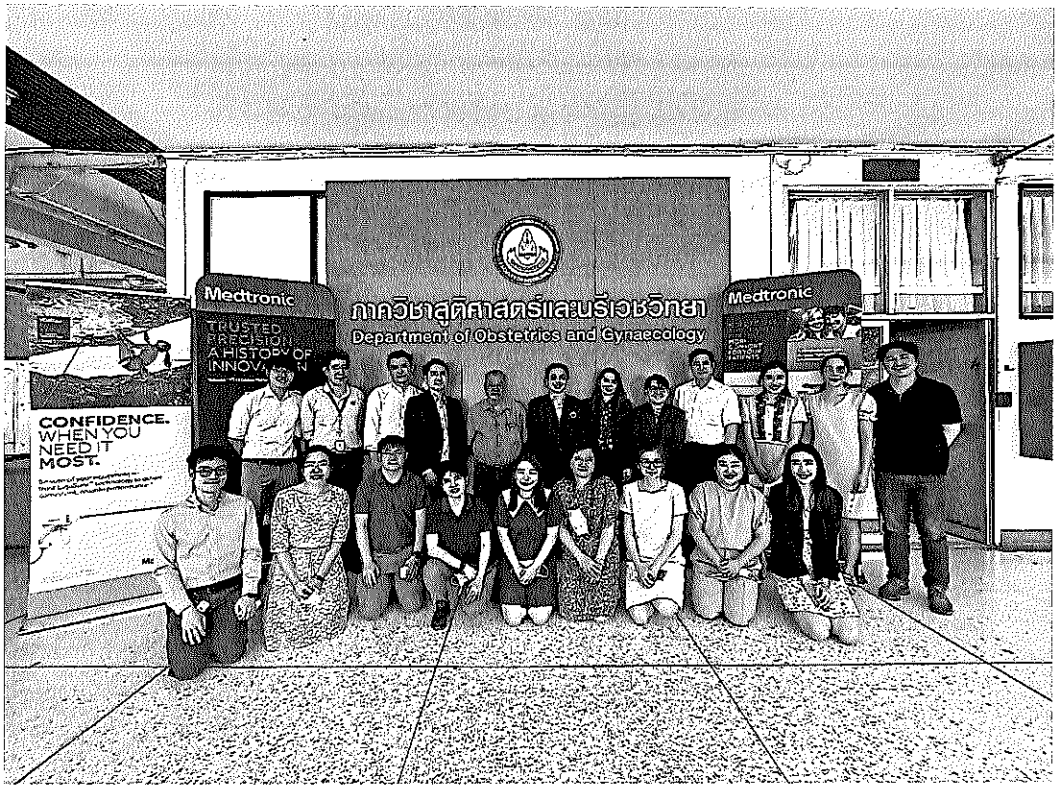
- ประชุม ๑th APGET-TGMET gynecological endoscopy training course วันที่ ๖-๗ สิงหาคม ๒๕๖๕, กรุงเทพมหานคร, ประเทศไทย

- ประชุม ๑๕th reproductive APAGE Workshop and TSGE Annual Scientific Meeting ๒๐๒๒ "Ramp-up the glamorous pelviscopic surgical technique" และได้นำเสนอวีดีโอ เรื่อง NOTES myomectomy วันที่ ๓๐ พฤษจิการยน – ๒ ธันวาคม ๒๕๖๕, กรุงเทพมหานคร, ประเทศไทย





- ประชุม Cadaveric workshop in gynecologic laparoscopy วันที่ ๑-๒ มีนาคม ๒๕๖๖, ขอนแก่น, ประเทศไทย



๒.๓ ประโยชน์ที่ได้รับ

๒.๓.๑ ประโยชน์ต่อตนเอง

๑. ได้เรียนรู้การดูแลผู้ป่วยที่มีปัญหาทางด้านนรีเวชที่ซับซ้อนอย่างมีมาตรฐาน ตามองค์ความรู้ที่ถูกต้องและทันสมัย

๒. ได้เรียนรู้ทักษะในการดูแลรักษาแบบผ่าตัดผ่านกล้องด้านนรีเวชวิทยา

๓. ได้ศึกษาเข้าใจวิทยาศาสตร์การแพทย์พื้นฐานของร่างกายสตรี

๔. ได้ศึกษาเข้าใจวิทยาศาสตร์การแพทย์ทางด้านเครื่องมือ, อุปกรณ์ และระบบไฟฟ้า ที่ใช้ในการผ่าตัดผ่านกล้อง

๕. ได้เรียนรู้ทักษะและเทคนิคต่างๆ จากผู้เชี่ยวชาญด้านผ่าตัดผ่านกล้อง และฝึกฝนการผ่าตัดผ่านกล้องในจำนวนที่เหมาะสม

๖. ได้มีประสบการณ์ในการนำเสนอวีดีโอการผ่าตัดส่องกล้องในระดับนานาชาติ

๒.๓.๒ ประโยชน์ต่อหน่วยงาน

๑. เพิ่มประสิทธิภาพในการดูแลรักษาและผ่าตัดผู้ป่วยทางด้านนรีเวชให้ดีขึ้น

๒. เป็นที่ปรึกษาการรักษาผู้ป่วยทางนรีเวชด้านการผ่าตัดส่องกล้อง

๓. เพิ่มประสิทธิภาพในการดูแลและรักษาทั้งด้านก่อนผ่าตัดและหลังผ่าตัดผู้ป่วยทางนรีเวชวิทยา ให้ผู้ป่วยฟื้นตัวและสามารถกลับไปใช้ชีวิตปกติได้เร็วขึ้น

๔. พัฒนาการดูแล ประเมินแบบองค์รวม ในผู้ป่วยนรีเวชที่สามารถผ่าตัดส่องกล้องได้

๕.เพิ่มประสิทธิภาพด้านการเรียน การสอนแก่นักศึกษาแพทย์ หรือแพทย์ประจำบ้านที่มาปฏิบัติงานที่โรงพยาบาล รวมถึงบุคลากรทางการแพทย์

ส่วนที่ ๓ ปัญหา/อุปสรรคการฝึกอบรม

ไม่มี

ส่วนที่ ๔ ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะ

ปัจจุบันยังมีสูติ-นรีแพทย์ที่สามารถทำการรักษาผู้ป่วยด้วยการผ่าตัดผ่านกล้องทางนรีเวชได้มีจำนวนไม่เพียงพอเมื่อเทียบกับจำนวนผู้ป่วยนรีเวชกรรมที่มีจำนวนสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง จึงจำเป็นต้องสนับสนุนให้สูติ-นรีแพทย์ได้รับการอบรมและฝึกฝนทักษะด้านการผ่าตัดผ่านกล้องจนเกิดความชำนาญเพื่อนำความรู้และประสบการณ์จากการฝึกฝนมาใช้สร้างประโยชน์ในเวชปฏิบัติ ซึ่งจะเป็นผลดีแก่ผู้ป่วย และองค์กรต่อไป

ลงชื่อ.....ผู้รายงาน
(นางสาวปรัชญ์รตนา นุชประมูล)
นายแพทย์ชำนาญการ

ส่วนที่ ๕ ความคิดเห็นของผู้บังคับบัญชา

ขอให้นำความรู้ที่ได้ มาพัฒนาหน่วยงาน และโรงพยาบาลตากสิน

ลงชื่อ.....
(นายขจร อินทรบุหรั่น)
ผู้อำนวยการโรงพยาบาลตากสิน

การฝึกอบรมแพทย์ประจำบ้านต่อยอด เพื่อประกาศนียบัตรในวิชาชีพเวชกรรม ด้านการผ่าตัดผ่านกล้องทางนรีเวช ณ ศูนย์ตรวจรักษาและผ่าตัดส่องกล้อง โรงพยาบาลเจริญกรุงประชารักษ์ ปี พ.ศ. 2565 – 2566

โรคที่สามารถรักษาด้วยการผ่าตัดผ่านกล้อง

1. โรคที่ทำให้เกิดการปวดท้องเรื้อรัง
2. โรคเยื่อบุมดลูกเจริญผิดที่
3. โรคเนื้องอกที่รังไข่และมดลูก
4. การรักษาโรคที่มีบุตรยาก เช่น การตัดท่อนำไข่ที่ตันออกและต่อใหม่
5. การทำหมันแห้ง
6. ท้องนอกมดลูก
7. การรักษาโรคของโพรงมดลูก

ข้อดีของการผ่าตัดผ่านกล้อง

1. ผู้ป่วยมีแผลผ่าตัดขนาดเล็ก ประมาณ 0.5-1 เซนติเมตร รวม 3-4 แผล ที่ผนังหน้าท้องน้อย

2. ความเจ็บปวดหลังผ่าตัดจะมีน้อยกว่าวิธีเดิม ดังนั้นจึงไม่จำเป็นต้องใช้ยาแก้ปวดชนิดแรง

3. ผู้ป่วยสามารถลุกเดินได้ภายใน 1 วันหลังการผ่าตัด สามารถปฏิบัติกิจวัตรส่วนตัวได้ด้วยตนเอง มีความสะดวกสบายมากขึ้นและสามารถออกจากโรงพยาบาลไปพักฟื้นที่บ้านได้เร็วขึ้นกว่าเดิม ส่วนใหญ่พักฟื้นในโรงพยาบาลประมาณ 1-3 วัน หลังจากผ่าตัด

4. ไม่ต้องหยุดงานนานเหมือนวิธีเดิม ผู้ป่วยพักฟื้นที่บ้านเพียง 1 - 2 สัปดาห์ สามารถกลับไปทำงานได้ตามปกติ

5.การเกิดพังผืดและภาวะแทรกซ้อนหลังผ่าตัดพบน้อยกว่าวิธีเดิม

ข้อด้อยของการผ่าตัดผ่านกล้อง

1. ไม่สามารถใช้การผ่าตัดชนิดนี้ได้กับผู้ป่วยทุกราย เช่น ผู้ป่วยที่มีเนื้องอกขนาดใหญ่มากเกิน สงสัยมะเร็ง หรือมีโรคประจำตัวที่ไม่สามารถเพิ่มความดันในช่องท้องได้ เช่น โรคปอดหรือหัวใจ, กระบังลมรั่ว หรือ ภาวะที่มีความดันในศีรษะสูง อาจจะไม่สามารถใช้วิธีการผ่าตัดผ่านกล้องได้

2. ผู้ป่วยที่มีพังผืดในช่องท้องหรืออุ้งเชิงกรานมากเกินไป เช่น ผู้ป่วยที่เคยเป็นโรคติดเชื้อในช่องท้องหรืออุ้งเชิงกรานมาก่อน ผู้ป่วยที่เคยรับการผ่าตัดช่องท้องมาหลายครั้ง เป็นต้น

3. แพทย์ที่ทำผ่าตัดผ่านกล้องต้องเป็นแพทย์ผู้เชี่ยวชาญเฉพาะทางด้านผ่าตัดผ่านกล้องที่ได้รับการอบรมและฝึกฝนมาอย่างดีเท่านั้น จึงสามารถทำผ่าตัดผ่านกล้องได้

พญ.ปรัชญ์รตนา นุชประมูล กลุ่มงานสูติ-นรีเวช รพ.ตากสิน