

หลักการรักษาด้วยการอุดหลอดเลือดผ่านทางสายสวน

ชินรัตน์ บัวงาม¹, พนิตพงศ์ มารุ่งโรจน์²

¹ ภาควิชารังสีวิทยา คณะแพทยศาสตร์โรงพยาบาลรามาธิบดี มหาวิทยาลัยมหิดล กรุงเทพมหานคร

² ภาควิชารังสีวิทยา คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ นครนายก

บทคัดย่อ

การรักษาด้วยการอุดหลอดเลือดผ่านทางสายสวน (transcatheter vascular embolotherapy) เป็นหัตถการทางรังสีร่วมรักษาที่ทำโดยการฉีดวัสดุอุดกั้นหลอดเลือดผ่านทางสายสวนจนทำให้เกิดการลดลงของกระแสเลือดหรือเกิดการอุดตันที่สมบูรณ์ของหลอดเลือดที่ต้องการ การรักษาด้วยวิธีนี้ถือเป็นหัตถการที่ทำให้เกิดความชอกช้ำน้อย (minimal invasion) เมื่อเทียบกับการผ่าตัดเข้าไปผูกหลอดเลือดโดยตรง หัตถการดังกล่าวมีข้อบ่งชี้ทางคลินิกหลายอย่าง อาจมีบทบาทเพื่อช่วยรักษาชีวิตผู้ป่วยในภาวะวิกฤติที่มีเลือดออกจากสาเหตุต่างๆ หรือทำในภาวะไม่เร่งด่วน เช่น ลดปริมาณเลือดที่ไปเลี้ยงก้อนเนื้องอกก่อนการผ่าตัด เป็นต้น ปัจจุบันมีการพัฒนาด้านเทคโนโลยีของภาพรังสี อุปกรณ์สวนหลอดเลือดและวัสดุอุดกั้นหลอดเลือดเป็นอย่างมาก ทำให้การรักษาด้วยการอุดหลอดเลือดผ่านทางสายสวนมีความก้าวหน้าและมีประสิทธิภาพมากขึ้น

คำสำคัญ: อุดกั้นหลอดเลือด, วัสดุอุดกั้นหลอดเลือด, หัตถการ, รังสีร่วมรักษา

Corresponding author: ชินรัตน์ บัวงาม

หน่วยรังสีร่วมรักษาระบบลำตัว ภาควิชารังสีวิทยา คณะแพทยศาสตร์โรงพยาบาลรามาธิบดี มหาวิทยาลัยมหิดล 270 ถนนพระราม 6 เขตราชเทวี กรุงเทพฯ 10400 โทร (+66)2-201-2253 E-mail: pap191@hotmail.com



บทนำ

การรักษาด้วยการอุดหลอดเลือดผ่านทางสายสวน (Transcatheter vascular embolotherapy) คือ หัตถการทางรังสีร่วมรักษาที่ทำโดยการเจาะหลอดเลือดผ่านทางผิวหนัง และนำสายสวนเข้าไปในหลอดเลือดแขนงที่ต้องการ จากนั้นจึงปล่อยวัสดุอุดกั้นหลอดเลือดเข้าไปจนทำให้เกิดการลดลงของกระแสเลือดหรือเกิดการอุดตันที่สมบูรณ์ของหลอดเลือดที่ต้องการ การรักษาด้วยวิธีนี้ถือเป็นหัตถการที่ทำให้เกิดความชอกช้ำน้อย (minimal invasion) เมื่อเทียบกับ การผ่าตัดเข้าไปผูกหลอดเลือดโดยตรง ปัจจุบันมีการพัฒนา ด้านเทคโนโลยีของภาพรังสี อุปกรณ์สวนหลอดเลือดและ วัสดุอุดกั้นหลอดเลือดเป็นอย่างมาก ทำให้การรักษาด้วยการ อุดหลอดเลือดผ่านทางสายสวนมีความหลากหลาย ก้าวหน้า และมีประสิทธิภาพมากขึ้น

ประโยชน์ทางคลินิกของการรักษาด้วยการอุดหลอดเลือดผ่านสายสวน

การรักษาด้วยการอุดหลอดเลือดผ่านทางสายสวน เป็นหัตถการที่ทำโดยรังสีแพทย์ผู้เชี่ยวชาญทางด้านรังสีร่วม รักษา อาจทำเพื่อช่วยรักษาชีวิตผู้ป่วยในภาวะวิกฤติหรือทำ ในภาวะไม่เร่งด่วน มีข้อบ่งชี้ทางคลินิกหลายอย่าง ที่การรักษาด้วยวิธีนี้มีบทบาทเกี่ยวข้อง ได้แก่

1) ภาวะเลือดออกเฉียบพลันจากสาเหตุต่างๆ

ก. ภาวะเลือดออกในทางเดินอาหาร⁽¹⁻³⁾ โดยทั่วไป จะพิจารณาแยกว่าเป็นทางเดินอาหารส่วนบนหรือส่วนล่าง และเลือดที่ออกเป็นจากระบบหลอดเลือดแดงหรือดำ โดย ส่วนใหญ่จะทำการอุดหลอดเลือดภายในช่องท้องเมื่อมีเลือด ออกจากระบบหลอดเลือดแดงปริมาณมาก และไม่สามารถ รักษาหรือรักษาไม่สำเร็จด้วยการให้ยาหรือส่องกล้องทางเดิน อาหาร ในภาวะฉุกเฉินเช่นนี้อาจทำการอุดหลอดเลือดภายใน ช่องท้องที่เป็นสาเหตุของเลือดออก เพื่อรักษาชีวิตผู้ป่วยไว้ ก่อน เมื่อเลือดหยุดจึงให้การรักษาสาเหตุเพิ่มเติมต่อไป

ข. อาการไอเป็นเลือดสด ส่วนมากจะทำในผู้ป่วย ที่มีอาการไอเป็นเลือดอย่างรุนแรง (massive hemoptysis) อาจทำการอุดหลอดเลือดแดง bronchial (bronchial artery embolization) ซึ่งได้รับการยอมรับว่าเป็นการรักษาที่มี ประสิทธิภาพ⁽⁴⁾

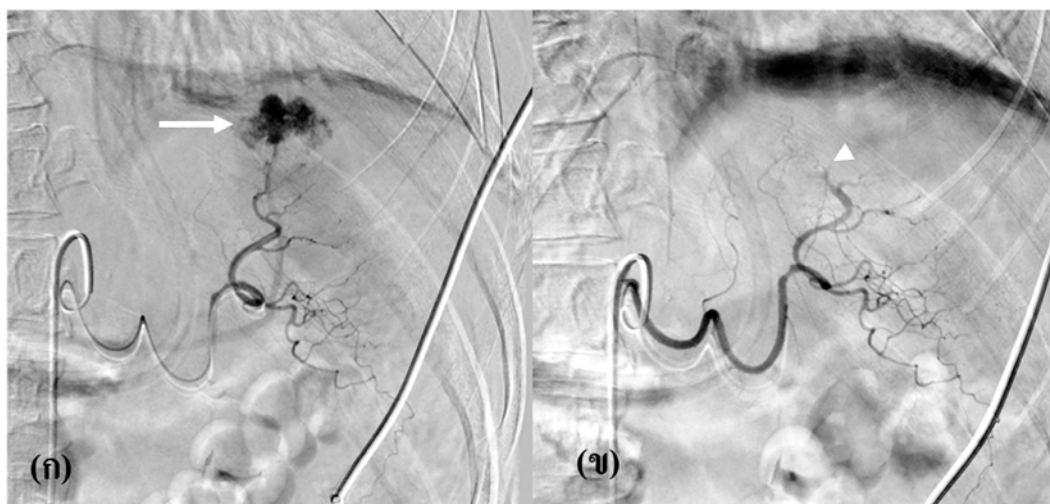
ค. อาการปัสสาวะเป็นเลือดสดที่เกิดจากความผิดปกติของหลอดเลือดไต^(1,2) เช่น renal artery aneurysm arteriovenous malformation การบาดเจ็บหลังเจาะเนื้อไต เป็นต้น อาจทำ renal artery embolization

2) การบาดเจ็บของอวัยวะจากอุบัติเหตุ^(3,5) ข้อบ่งชี้ ในการอุดกั้นหลอดเลือดอาจทำในผู้ป่วยที่มีการบาดเจ็บของ ระบบกระดูกและกล้ามเนื้อที่มี hemodynamic instability เช่น pelvic bone fracture ที่เลือดไม่หยุดหลังการผ่าตัดยึด กระดูก ผู้ป่วยที่มีเลือดออกมากแต่ไม่สามารถผ่าตัดได้ด้วย สาเหตุต่างๆ โดยเฉพาะในกลุ่ม solid organ injury (liver, renal, spleen) เป็นต้น พบว่าการอุดกั้นหลอดเลือดผ่าน สายสวนสามารถเพิ่มอัตราการรักษาด้วยการไม่ผ่าตัด (non-operative management) ได้ (ภาพที่ 1) นอกจากนี้ยังสามารถใช้กรณีที่ยังมีเลือดออกมากหลังการผ่าตัด damage control laparotomy แล้ว

3) ความผิดปกติของการเชื่อมต่อของหลอดเลือดดำ และหลอดเลือดแดงที่มีแต่กำเนิด (arteriovenous malformation; AVM)⁽²⁾ ทำให้เลือดไหลเวียนผ่านระบบเลือดแดง ไประบบเลือดดำโดยไม่ผ่านร่างแหของหลอดเลือดฝอย (capillary network) การอุดหลอดเลือดดังกล่าวจะช่วยรักษา อาการผิดปกติที่เกี่ยวข้องได้ เช่น pulmonary artery embolization ใน pulmonary AVM จะช่วยป้องกันความเสี่ยง จากการที่มี right to left shunt ได้ เป็นต้น

4) อุดกั้นหลอดเลือดก่อนการผ่าตัดเพื่อช่วยลดปริมาณ เลือดที่ออกระหว่างการผ่าตัด (pre-operative embolization)^(6,7) เช่น อุดกั้นหลอดเลือดแดงของก้นเนื้ออกหรือ ความผิดปกติของหลอดเลือดก่อนการผ่าตัด, อุดกั้นหลอดเลือด แดงมดลูก (uterine artery embolization) ในผู้ป่วยตั้งครรภ์ที่มีภาวะรกติดแน่น (placenta adherens) เป็นต้น

5) อุดกั้นหลอดเลือดเพื่อลดปริมาณเลือดไปเลี้ยง อวัยวะต่างๆ⁽²⁾ เช่น splenic embolization ในผู้ป่วยที่มีภาวะ hypersplenism แทนการทำ splenectomy จะช่วยทำให้ ภาวะดังกล่าวดีขึ้นได้ การทำ portal vein embolization สำหรับผู้ป่วยที่ต้องการผ่าตัดตับออกเป็นปริมาณมากและ คาดการณ์ว่าจะเหลือเนื้อตับหลังผ่าตัด (future liver remnant) ไม่เพียงพอ การอุดหลอดเลือดแดงเพื่อลดขนาดของต่อม หลุมหมาก (prostatic artery embolization) ในผู้ป่วยที่ไม่



ภาพที่ 1 ผู้ป่วยชาย 58 ปีประสบอุบัติเหตุทางรถยนต์ เอกซเรย์คอมพิวเตอร์พบมีการฉีกขาดของม้าม และมีเลือดออกในช่องท้องปริมาณมาก (ไม่ได้แสดงในที่นี้) (ก) ลูกศรแสดงลักษณะของเลือดออกจากหลอดเลือดแดงของม้ามที่บริเวณขั้วบน (active contrast extravasation) (ข) หลังอุดกั้นหลอดเลือดสำเร็จด้วย polyvinyl alcohol (หัวลูกศร)

สามารถผ่าตัดได้ เป็นต้น

6) ใช้เพื่ออุดหลอดเลือดของก้อนเนื้องอกต่างๆ ที่มีเลือดไปเลี้ยงมาก^(1,2) อาจเป็นการทำเพื่อลดอาการที่เกิดจากตัวก้อน ป้องกันภาวะเลือดออกจากก้อนที่มีขนาดใหญ่ หรือรักษาภาวะเลือดออกจากตัวก้อนก็ได้ เช่น การทำ uterine artery embolization ในผู้ป่วยที่มีอาการจากก้อนเนื้องอกมดลูก (myoma) ที่ไม่สามารถผ่าตัดได้ จะช่วยลดอาการปวดหรือเลือดออกมากผิดปกติได้อย่างมีประสิทธิภาพ การอุดหลอดเลือดที่ไปเลี้ยงเนื้องอกของไตชนิด angiomyolipoma ที่มีขนาดใหญ่มากกว่า 4 เซนติเมตรจะช่วยลดโอกาสการเลือดออกจากก้อนได้

7) ใช้ร่วมกับการให้ยาเคมีบำบัดทางหลอดเลือดแดง เพื่อรักษาเนื้องอก เรียกว่า การทำ transarterial chemoembolization (TACE) อาจทำได้ในเนื้องอกปฐมภูมิหรือทุติยภูมิของตับก็ได้⁽⁸⁾

ข้อควรพิจารณาสำหรับการอุดหลอดเลือดผ่านสายสวน

การพิจารณาอุดหลอดเลือดในแต่ละสถานการณ์ทางคลินิกมีรายละเอียดปลีกย่อยที่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตาม จุดประสงค์หลักมักเป็นอย่างเดียวกันคือ ต้องอุดหลอดเลือดเป้าหมายที่ต้องการได้อย่างแม่นยำโดยไม่เกิดภาวะ

แทรกซ้อนจากการทำหัตถการ และปราศจากผลเสียที่อาจเกิดจากการอุดหลอดเลือดของอวัยวะนั้นๆ ดังนั้น ก่อนการทำหัตถการควรคำนึงถึงข้อบ่งชี้ทางคลินิก รวมทั้งพิจารณาเทียบระหว่างประโยชน์และความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้น นอกจากนี้ ยังต้องเลือกวัสดุอุดกั้นหลอดเลือดที่มีความเหมาะสม ซึ่งมีหลักการที่ต้องพิจารณาดังต่อไปนี้^(1-3,5,8-12)

1. เป้าหมายของหัตถการว่าต้องการอุดหลอดเลือดแบบชั่วคราว (temporary) หรือถาวร (permanent) โดยทั่วไปหากสาเหตุของเลือดออกเป็น benign และอาจหายเองได้ มักจะแนะนำให้เลือกวัสดุอุดเป็นชนิดอุดชั่วคราว
2. ตำแหน่งของหลอดเลือดที่ต้องการอุดว่าเป็นส่วนต้น (proximal) หรือส่วนปลาย (distal) เพื่อที่จะเลือกขนาดและชนิดของวัสดุอุดกั้นหลอดเลือดที่เหมาะสม
3. ความเหมาะสมทางกายวิภาคของหลอดเลือดที่จะทำการอุด เช่น มีหลอดเลือดบริเวณใกล้เคียงที่มีความเสี่ยงสูงที่วัสดุอุดกั้นจะปลิวไปอุดตันได้โดยไม่ตั้งใจ (non-target embolization) หรือไม่ หรือโอกาสที่จะเกิดการขาดเลือดของอวัยวะที่ทำการอุดหลอดเลือด เป็นต้น
4. ความเหมาะสมของสายสวนที่จะเป็นตัวนำวัสดุอุดกั้นหลอดเลือดไปยังบริเวณที่ต้องการ เช่น สายสวนหลอดเลือดที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางขนาดเล็กจะไม่สามารถนำวัสดุอุดกั้นหลอดเลือดที่มีขนาดใหญ่กว่าผ่านไปได้ วัสดุอุดกั้นบาง



ตารางที่ 1 ประเภทของวัสดุอุดกันหลอดเลือด

วัสดุอุดกันแบบชั่วคราว	วัสดุอุดกันแบบถาวร
Autologous blood clot	Particle: polyvinyl alcohol (PVA), embosphere
Gelfoam	Coils
Thrombin	Liquid agent: Glue, onyx, alcohol, ALGEL
Occlusion balloon catheter	Others: plugs, detachable balloon

ชนิดจำเป็นต้องใช้สายสวนหลอดเลือดชนิดพิเศษ เป็นต้น

5. ความถนัดและความชำนาญของผู้ทำหัตถการ

การจำแนกประเภทของวัสดุอุดกันหลอดเลือด

การแบ่งประเภทของวัสดุอุดกันหลอดเลือดอาจทำได้หลายวิธีโดยพิจารณาตามคุณสมบัติทางกายภาพและชีวภาพ ในบทความนี้จะแบ่งกลุ่มของวัสดุอุดกันหลอดเลือดตามระยะเวลาที่มีผลในการอุดกันเป็น 2 ประเภทหลักคือ วัสดุอุดกันหลอดเลือดแบบชั่วคราว (temporary) และวัสดุอุดกันหลอดเลือดแบบถาวร (permanent) ดังในตารางที่ 1 บทความนี้จะกล่าวรายละเอียดเฉพาะวัสดุอุดกันหลอดเลือดบางตัวที่นิยมใช้ในปัจจุบันเท่านั้น

1. วัสดุอุดกันหลอดเลือดแบบชั่วคราว

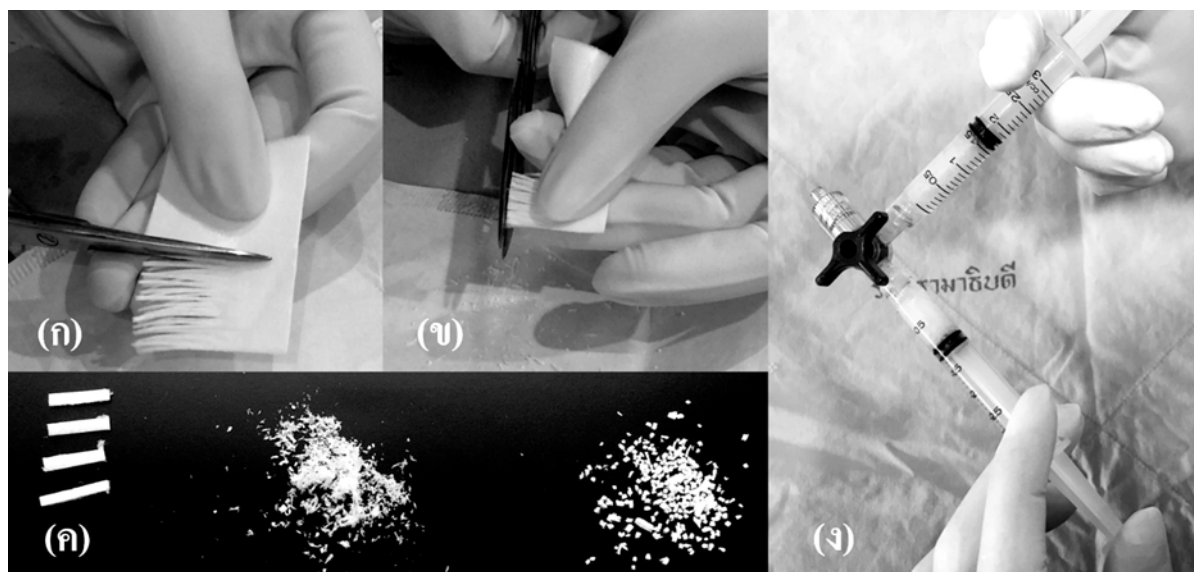
1.1 Autologous blood clot เป็นวัสดุที่ถูกนำมาใช้อุดหลอดเลือดผ่านสายสวนในยุคเริ่มต้น สามารถเตรียมได้โดยนำเลือดจากผู้ป่วยมารอให้เกิดการแข็งตัว จากนั้นนำลิ่มเลือดที่ได้มาตัดเป็นชิ้นเล็กๆ ขนาดตามที่ต้องการ แล้วฉีดผ่านสายสวนหลอดเลือดกลับไปยังตัวผู้ป่วย ลิ่มเลือดจะเกิดการสลายตัวได้เร็วใน 6-12 ชั่วโมง บางครั้งอาจมีการเติม thrombin หรือ epsilon-aminocaproic acid เพื่อให้ระยะเวลาในการสลายตัวของลิ่มเลือดนานขึ้น อย่างไรก็ตาม ลิ่มเลือดก็ยังสลายตัวได้เร็วใน 12-24 ชั่วโมง ปัจจุบันจึงไม่เป็นที่นิยม^(3,12)

1.2 Gelfoam (Gelatin sponge) ผลิตจาก purified porcine skin เป็นวัสดุอุดกันหลอดเลือดที่นิยมใช้มานานมากกว่า 30 ปี⁽¹²⁾ เนื่องจากหาได้ง่าย ราคาไม่แพง รูปแบบที่มีจำหน่ายในปัจจุบันมีทั้งที่เป็นแบบผง (powder) ซึ่งมีขนาดของอนุภาค 40-60 ไมครอน และแบบแผ่น (sponge)

ซึ่งสามารถตัดหรือปรับเปลี่ยนรูปแบบได้หลายแบบตามความต้องการใช้งาน เช่น ตัดเป็นชิ้นขนาด 1-2 มม. (pledgets), ใช้มีดขูดเป็นฝอยแล้วผสมกับสารที่บดสีโดยดันไปมาระหว่างกระบอกฉีดยาสองอันผ่านทาง T-way stopcock (slurry), ตัดเป็นท่อนขนาดใหญ่ขึ้นตามความต้องการเพื่อที่จะอุดหลอดเลือดส่วนต้นมากขึ้น (torpedo) ดังภาพที่ 2

กลไกการทำงานของ gelfoam คือจะไปอุดกันภายในหลอดเลือดทำให้กระแสเลือดไหลช้าลงและช่วยให้เกิดลิ่มเลือดได้ง่ายขึ้น ส่วนใหญ่มักจะสลายตัวไปหมดและเกิดการเปิดของหลอดเลือดที่ถูกอุดกันได้ใหม่ (recanalization) ทำให้มีผลในการอุดกันหลอดเลือดได้เพียงชั่วคราว^(1,2,8,12) ประมาณ 1 ถึง 3 สัปดาห์ อย่างไรก็ตาม gelfoam ยังทำให้เกิดการอักเสบของผนังของหลอดเลือดที่ทำการอุดกันและอาจเกิดพังผืดตามมา ซึ่งอาจส่งผลให้หลอดเลือดเกิดการอุดกันอย่างถาวรได้ในผู้ป่วยบางราย โดยทั่วไปมักใช้ในภาวะเลือดออกจากอุบัติเหตุหรือเกิดจากสาเหตุที่เมื่อเวลาผ่านไปร่างกายสามารถซ่อมแซมตัวเองได้ เพื่อไม่ต้องอุดกันหลอดเลือดถาวร ข้อควรระวังคือ อาจเกิดการติดเชื้อได้เนื่องจากมีฟองอากาศที่แทรกอยู่ภายใน gelfoam ในระหว่างการเตรียม นอกจากนี้การใช้ gelfoam powder อาจทำให้อวัยวะที่ถูกอุดกันหลอดเลือดเกิดการขาดเลือดได้ง่ายเนื่องจากขนาดของอนุภาคเล็กมากจนอาจไปอุดกันที่ระดับหลอดเลือดฝอย

1.3 Occlusion balloon catheter มีลักษณะเป็น balloon ที่ติดอยู่กับปลายสายสวนหลอดเลือด ปกติจะใช้ในกรณีที่ต้องการอุดหลอดเลือดเพียงชั่วคราว เช่น เพื่อลดปริมาณเลือดที่จะออกระหว่างการผ่าตัด หรือใช้ทดสอบว่าผู้ป่วยจะสามารถทนการปิดหลอดเลือดเส้นนั้นๆ ได้หรือไม่ เพื่อประกอบการตัดสินใจก่อนปิดหลอดเลือดอย่างถาวร



ภาพที่ 2 (ก, ข, ค) Gelfoam (gelatin sponge) สามารถเตรียมได้หลายแบบโดยตัดหรือขูดเป็นขนาดที่ต้องการ (ง) ภาพการเตรียม Gelfoam slurry โดยผสมกับสารทึบรังสีแล้วดันไปมาผ่าน T-way



ภาพที่ 3 (ก) แสดง polyvinyl alcohol (PVA) ขนาด 250-355 ไมครอน (ข) ลักษณะของอนุภาคเมื่อเทออกจากขวด (ค) เมื่อใช้งานต้องผสมกับสารทึบรังสีเพื่อให้เป็นสารแขวนลอยก่อน

2. วัสดุอุดกันหลอดเลือดแบบถาวร

2.1 Polyvinyl alcohol (PVA) particles เป็นวัสดุอุดกันหลอดเลือดชนิดถาวรรูปแบบผงซึ่งมีรูปร่างขรุขระ และขนาดไม่สม่ำเสมอ (non-uniform) อาจมีขนาดตั้งแต่ 100 จนถึง 1,100 ไมครอน⁽¹²⁾ โดยในแต่ละขวดของ PVA มักมีขนาดแตกต่างกันในช่วงประมาณ 200 ไมครอน⁽⁹⁾ เมื่อใช้งานต้องผสมกับสารทึบรังสีเพื่อให้เป็นสารแขวนลอยก่อนฉีดผ่านทางสายสวนเพื่อให้สามารถมองเห็นขณะเอกซเรย์ได้ (ภาพที่ 3) อนุภาคที่ฉีดเข้าไปมักจะไปอุดกันที่ระดับหลอดเลือด

เลือดที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางใกล้เคียงกับขนาดของ PVA ที่เลือกใช้ นอกจากนี้ยังส่งผลให้เกิดการอักเสบและพังผืดของผนังหลอดเลือดที่เกิดการอุดตันได้ ข้อควรระวังคือ PVA มีลักษณะขรุขระและขนาดไม่สม่ำเสมอส่งผลให้อนุภาคมักเกาะรวมกันเป็นกลุ่มก้อน ซึ่งอาจอุดตันภายในสายสวนหรือเกิดการอุดตันของหลอดเลือดที่ระดับต่ำกว่าที่ต้องการได้

2.2 Tris-acryl gelatin microspheres (TAGM)

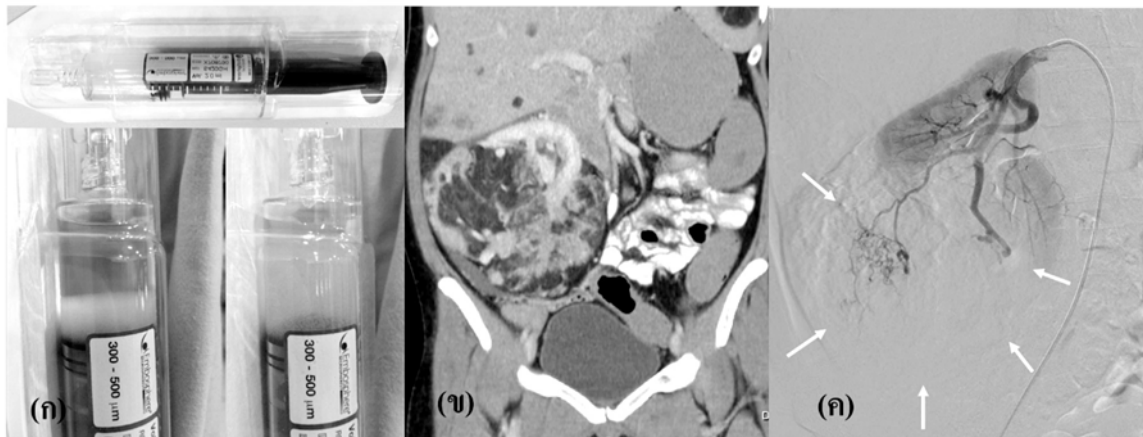
ผลิตจาก acrylic polymer ที่ชุบด้วย gelatin จากหมู จัดอยู่ในกลุ่มสารอุดกันหลอดเลือดชนิดอนุภาค (particles) เช่น



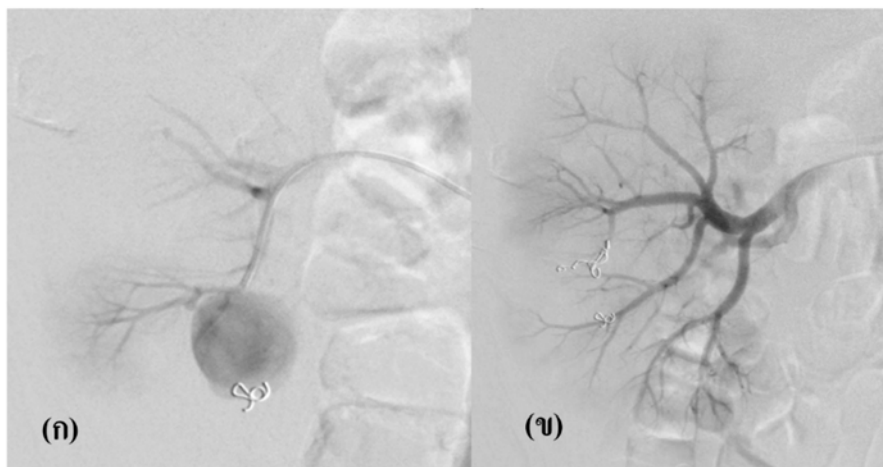
เดียวกับ PVA แต่มีรูปร่างกลมและขนาดที่สม่ำเสมอกว่า ทำให้ไม่รวมตัวกันเป็นกลุ่มก้อนหรืออุดตันภายในสายสวนหลอดเลือด นอกจากนี้ยังเชื่อว่าสามารถอุดตันหลอดเลือดที่ระดับปลายมากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับ PVA ที่มีขนาดอนุภาคเท่ากัน เนื่องจากอนุภาคมีความยืดหยุ่นทำให้สามารถถูกบีบอัดให้มีขนาดเล็กลงชั่วคราวได้ถึงร้อยละ 20-30 ของเส้นผ่านศูนย์กลางปกติ ปัจจุบันมีขนาดให้เลือกหลายช่วง คือ ขนาดเล็กที่สุดประมาณ 40-120 ไมครอนจนถึงขนาดใหญ่ที่สุดประมาณ 900-1200 ไมครอน บรรจุภัณฑ์จะเป็นหลอดชนิดยาขนาด 20 มิลลิลิตรซึ่งประกอบด้วย sphere 2 มิลลิลิตรในน้ำเกลือปราศจากเชื้อ (ภาพที่ 4) ข้อควรระวังเวลาใช้ควรเขย่าเบา ๆ เป็นระยะเพื่อป้องกันการตกตะกอนจับตัวเป็นกลุ่มก้อนอุดตัน

ต้นในสายสวน นอกจากนี้ TAGM ยังมีโอกาสที่จะทำให้เกิดอาการแพ้ในผู้ป่วยที่แพ้หมูได้

2.3 Coils ใช้ในการอุดตันหลอดเลือดแบบถาวร ส่วนใหญ่มักใช้ในการอุดตันหลอดเลือดที่มีขนาดใหญ่หรือต้องการอุดบริเวณตอนต้นของหลอดเลือด โดยทำให้เกิดการอุดตันกระแสเลือดให้ไหลช้าลงและช่วยกระตุ้นการเกิดลิ่มเลือดทำให้หลอดเลือดอุดตันในที่สุด (ภาพที่ 5) ขดลวดทำจากโลหะได้หลายชนิด เช่น stainless steel, platinum หรือ nitinol (metal alloy of nickel และ titanium) บางชนิดจะเพิ่มวัสดุ fiber พันอยู่รอบๆ ตัวขดลวดเพื่อเพิ่มความสามารถในการอุดตันหลอดเลือด (thrombogenicity) เรียกว่า “fiber coil” สำหรับขดลวดโลหะชนิดที่ไม่มีวัสดุอื่นมาพันรอบๆ เรียกว่า



ภาพที่ 4 (ก) แสดงบรรจุภัณฑ์ของ Embosphere ขนาด 300-500 ไมครอน (ข) ภาพเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ของผู้ป่วยหญิงอายุ 37 ปี พบก้อน angiomyolipoma (AML) ขนาดใหญ่ที่ไตด้านขวา (ค) ภาพ angiogram ของหลอดเลือดไตด้านขวาหลังการอุดตันหลอดเลือดที่ไปเลี้ยง AML เพื่อป้องกันเลือดออกจากก้อน พบว่าหลอดเลือดภายในก้อนลดลงมาก (ลูกศรแสดงขอบเขตของก้อน)



ภาพที่ 5 ผู้ป่วยชายอายุ 48 ปี มีเลือดปัสสาวะเป็นเลือดสดหลังการสลายนิ่วที่ไตด้านขวา (ก) พบ pseudoaneurysm จากแขนงของหลอดเลือดแดงไต (ข) ภาพหลังการใช้ขดลวดเพื่ออุดกั้นหลอดเลือดที่มี pseudoaneurysm ได้สำเร็จ

“bare coil” ปัจจุบันมีให้เลือกใช้หลายขนาดและรูปร่าง ทำให้สามารถเลือกใช้ได้ในสายสวนหลอดเลือดหลายขนาด เช่น 0.014, 0.018 หรือ 0.035 นิ้ว ขดลวดมีหลายรูปทรง เช่น helical, conical, tornado, straight, complex three dimensional (3D) shape เป็นต้น

การปล่อยขดลวดออกจากสายสวนหลอดเลือด (deploy) ทำได้หลายวิธี เช่น ใช้ลวดตัวนำ (guidewire) หรือ ลวดที่ใช้ดันเฉพาะ (coil pusher) เป็นตัวดัน หรืออาจใช้น้ำเกลือฉีดผ่านหลอดเลือดจนเป็นตัวดันก็ได้ โดยทั่วไปเมื่อปล่อยขดลวดออกจากสายสวนแล้วจะไม่สามารถดึงกลับมาได้ ปัจจุบันมีการพัฒนาขดลวดชนิดที่สามารถทดสอบวางในหลอดเลือดที่ต้องการจนได้ตำแหน่งที่เหมาะสมแล้วค่อยปลดปล่อยจริง (deploy) เรียกว่า “detachable coil” ขดลวดชนิดนี้มีขนาดที่ใช้ได้กับสายสวนขนาด 0.018 และ 0.035 นิ้ว กลไกในการปล่อยอาจเป็นชนิด mechanical (interlocking, screw-release), hydrostatic, หรือ electrolytic⁽³⁾

2.4 Detachable balloon จัดเป็นวัสดุอุดกั้นหลอดเลือดชนิดถาวร ผลิตได้จากวัสดุ 2 ชนิดคือ silicone และ latex⁽¹²⁾ โดยออกแบบมาใช้สำหรับการปิดรูรั่วระหว่างหลอดเลือดดำและแดงที่มีขนาดรูรั่วใหญ่และมีความเร็วสูง เช่น carotid cavernous fistula ขนาดของบอลลูนที่ผลิตจาก silicone มีตั้งแต่ 4-10 มิลลิเมตร ส่วนที่ผลิตจาก latex มีขนาด 6-14 มิลลิเมตร เมื่อสามารถเลือกตำแหน่งของหลอดเลือด

เลือดที่จะอุดกั้นที่เหมาะสมได้แล้วบอลลูนจะถูกขยายขนาดด้วยสารที่บวมขึ้นโป่งพองมากพอที่จะอุดหลอดเลือดได้ จากนั้นจึงทำการดึงสายสวนออก เพื่อปล่อยบอลลูนทิ้งไว้ โดยปกติขนาดของบอลลูนจะลดลงช้าๆ ในช่วง 6-8 สัปดาห์ ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่รูรั่วของหลอดเลือดที่ต้องการอุดปิดลง

2.5 Amplatzer vascular plugs (AVP) เป็นวัสดุอุดหลอดเลือดถาวรที่ทำมาจากขดลวด nitinol ที่นำมาสานกันเป็นรูปร่างต่างๆ ที่เหมาะสมกับการอุดหลอดเลือด ได้รับการพัฒนามาจากอุปกรณ์ที่ใช้แก้ไขผนังกันห้องหัวใจรั่ว (cardiac septal occluder)

AVP เป็น self-expandable device ซึ่งใช้เป็นทางเลือกที่ดีเพื่อทดแทนการอุดหลอดเลือดด้วยขดลวด โดยเฉพาะเมื่อต้องการอุดหลอดเลือดที่มีขนาดกลาง/ใหญ่หรือรอยโรคที่มีความเร็วของการไหลเวียนเลือดสูง⁽¹³⁾ เนื่องจากสามารถปล่อยอุปกรณ์ได้อย่างแม่นยำ มีอัตราการหลุดหรือเคลื่อนหลังจากการใส่ค่อนข้างต่ำ (resistance to migration) นอกจากนี้เมื่อเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายและระยะเวลาในการทำหัตถการแล้วพบว่าการใช้ AVP มีความคุ้มค่ากว่าการใส่ขดลวดขนาดเล็กหลายตัวเพื่ออุดหลอดเลือดในขนาดใกล้เคียงกัน (ภาพที่ 6)

ปัจจุบัน AVP มี 4 รูปแบบ (AVP, AVP II, AVP III และ AVP IV) ซึ่งแต่ละรูปแบบมีลักษณะการออกแบบที่เป็นเอกลักษณ์และเหมาะกับการอุดหลอดเลือดที่มีกายวิภาคลักษณะการไหลเวียนและสถานการณ์ทางคลินิกที่แตกต่างกัน



ภาพที่ 6 แสดงการอุดหลอดเลือดแดง internal iliac โดยใช้ Amplatzer vascular plug II (AVP II) ในระหว่างการทำ endovascular aortic repair (EVAR)



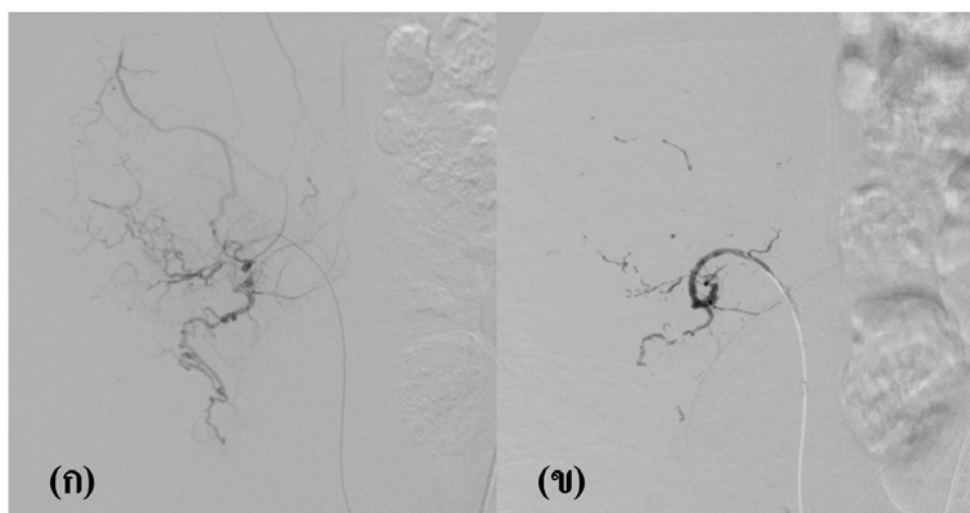
ดังนั้น รูปแบบที่ออกมาใหม่กว่าก็ไม่ได้ผลิตมาเพื่อทดแทนรูปแบบเก่า บริเวณปลายด้านหนึ่งของ AVP จะมี microcrew ซึ่งจะเชื่อมต่อกับลวดที่ใช้นำส่งอุปกรณ์ไปตามสายสวนหลอดเลือด ทำให้ผู้ใช้สามารถทดสอบตำแหน่งที่วางให้เหมาะสมก่อนการ deploy ด้วยการหมุนตัวลวดนำส่งอุปกรณ์ไปทางทวนเข็มนาฬิกา โดยทั่วไปขนาดของ AVP ที่เลือกใช้ควรมีขนาดใหญ่กว่าเส้นผ่านศูนย์กลางของหลอดเลือดบริเวณที่จะอุดประมาณร้อยละ 30-50 ตัวโครงร่างของ AVP ไม่มี fabric อยู่ภายในจึงไม่ได้เป็นตัวกั้นกระแสเลือดโดยตรง แต่ทำหน้าที่เป็นโครงให้เกิดลิ่มเลือดมาเกาะ ซึ่งมักทำให้หลอดเลือดอุดตันได้ภายใน 5-10 นาทีหลัง deploy แต่อาจพบข้อจำกัดได้ในกรณีที่ผู้ป่วยมีภาวะการแข็งตัวผิดปกติมาก นอกจากนี้ AVP ยังมีข้อจำกัดอื่นคือสามารถใช้ได้เฉพาะในหลอดเลือดที่ค่อนข้างตรงและไม่เรียวเล็กลง

2.6 N-butyl cyanoacrylate (NBCA, Glue) เป็นวัสดุอุดหลอดเลือดแบบถาวรซึ่งมีลักษณะเป็นของเหลว โดยทั่วไปนิยมเรียกว่า Glue NBCA เป็น monomer ที่สามารถเกิดปฏิกิริยา polymerization ทำให้เปลี่ยนสถานะเป็นของแข็งได้ทันทีเมื่อสัมผัสกับ ionic environment^(1-3,12) เช่น เลือดหรือน้ำเกลือ ทำให้เกิดการอุดตันบริเวณนั้นๆ ได้ (ภาพที่ 7) โดยจุดเด่นของ glue คือสามารถทำให้เกิดการอุดตันหลอดเลือดได้โดยไม่ขึ้นกับภาวะการแข็งตัวของเลือดนอกจากนี้ยังกระตุ้นให้เกิดการอักเสบและผังผืดบริเวณผนังหลอดเลือดได้

ก่อนการใช้แพทย์ต้องพิจารณาว่าต้องการให้ glue เกิดปฏิกิริยา polymerization ขึ้นเร็วหรือช้าเพียงใด โดยพิจารณาจากระดับของหลอดเลือดที่ต้องการอุดกั้นและพยาธิสภาพของโรคหลอดเลือดที่ต้องการรักษา ทั่วไปมักผสมกับ Lipiodol เพื่อทำหน้าที่เป็นสารทึบรังสีให้สามารถเห็นได้ขณะเอกซเรย์ นอกจากนี้ยังช่วยยืดระยะเวลาในการเกิดปฏิกิริยา polymerization ให้ช้าลงตามสัดส่วนของ Lipiodol ที่เพิ่มขึ้นด้วย

ข้อควรระวังในการใช้ glue คือ ผู้ใช้จะต้องทำการไล่ของเหลวหรือเลือดที่ค้างในสายสวนหลอดเลือดให้หมดด้วย 5% dextrose water ก่อนเพื่อป้องกันการเกิดปฏิกิริยา polymerization ภายในสายสวน เมื่อฉีด glue เรียบร้อยแล้วผู้ฉีดควรรีบดึงสายสวนหลอดเลือดย้อนกลับเพื่อหลีกเลี่ยงการติดของสายสวนกับผนังของหลอดเลือด

2.7 Ethylene vinyl alcohol copolymer (EVOH; Onyx) เป็นวัสดุอุดกั้นหลอดเลือดแบบถาวรประเภทของเหลวเป็นสารประกอบ copolymer ของ EVOH ซึ่งจะละลายใน dimethyl sulfoxide (DMSO) แต่ไม่ละลายในเลือดหรือน้ำ^(1,2,12) วัสดุอุดกั้นชนิดนี้ต้องมีส่วนผสมของผง tantalum เพื่อให้มีความทึบรังสี ในบรรจุภัณฑ์จะประกอบด้วย vial ของ onyx และ DMSO ที่แยกจากกัน และสายสวนหลอดเลือดพิเศษที่สามารถใช้ได้ดีกับ DMSO (DMSO-compatible catheter)



ภาพที่ 7 (ก) Angiogram ของหลอดเลือดแดง iliac circumflex ของผู้ป่วยหญิงอายุ 26 ปีมีความผิดปกติของการเชื่อมต่อของหลอดเลือดดำและหลอดเลือดแดงที่มีแต่กำเนิดบริเวณผนังหน้าท้องด้านขวา (ข) อุดกั้นหลอดเลือดด้วย glue ซึ่งผสมกับ Lipiodol พบว่า glue สามารถไหลไปได้ถึงส่วนปลายของหลอดเลือดก่อนที่จะเปลี่ยนสถานะเป็นของแข็ง (polymerization)

วิธีใช้คือ เมื่อสามารถนำสายสวนไปอยู่บริเวณหลอดเลือดที่ต้องการอุดกันได้แล้ว จะต้องฉีด DMSO เพื่อไล่ของเหลวที่ค้างอยู่ภายในสายสวนหลอดเลือดให้หมด แล้วจึงฉีด Onyx ตามไป เพื่อป้องกันการแข็งตัวของ Onyx ภายในสายสวนหลอดเลือด ข้อดีของ EVOH คือ สารชนิดนี้จะไม่แปะติดกับหลอดเลือดหรือสายสวนเหมือน glue จึงทำให้มีเวลาในการฉีดเพื่ออุดหลอดเลือดที่ผิดปกติได้มากกว่า และไม่ต้องกังวลเรื่องสายสวนติดค้างไม่ออก อย่างไรก็ตาม EVOH ก็มีข้อเสียและข้อที่ควรระวังคือ สายสวนและหลอดเลือดชนิดที่ใช้ต้องเป็นชนิด DMSO-compatible เท่านั้น นอกจากนี้ DMSO ก็เป็นสารที่เป็นพิษ เมื่อฉีดด้วยอัตราเร็วอาจทำให้เกิดหลอดเลือดหดเกร็งตัวหรือมีการตายของผนังหลอดเลือดได้

2.8 Absolute alcohol เป็น alcohol ที่มีความเข้มข้นร้อยละ 95 ซึ่งเป็นสารที่มีพิษต่อเนื้อเยื่อที่มีชีวิตเป็นอย่างมาก สามารถทำให้เกิดการตายของเนื้อเยื่อได้โดยตรงจากการที่การสูญเสียสภาพธรรมชาติของโปรตีน (protein denaturation) เมื่อฉีดเข้าหลอดเลือดจะส่งผลให้หลอดเลือดอุดตันอย่างถาวรจากการที่เกิดลิ่มเลือดและพังผืด^(1,2,12) ปัจจุบันมีการใช้

ในวงจำกัดเฉพาะในกรณีที่เป็นหลอดเลือดที่มีความเสี่ยงต่ำที่จะเกิดการอุดตันหลอดเลือดเส้นที่ไม่ต้องการ (nontarget embolization) เช่น หลอดเลือดไต โดยทั่วไปเมื่อใช้ absolute alcohol มักต้องมีอุปกรณ์เสริมอื่น เช่น บอลลูนหรือขดลวด เพื่อช่วยลดอัตราเร็วการไหลของเลือดก่อน จะทำให้สามารถควบคุมอัตราการฉีดของ absolute alcohol ได้ดีขึ้น

ข้อเสียของการใช้ absolute alcohol คือ เป็นสารไม่ทึบรังสีทำให้มองไม่เห็นขณะเอกซเรย์ เวลาใช้จึงมักผสมกับ Lipiodol เพื่อทำหน้าที่เป็นสารทึบรังสี นอกจากนี้ absolute alcohol ยังสามารถละลายไปกับกระแสเลือดได้รวดเร็วส่งผลให้ควบคุมตำแหน่งที่ต้องการฉีดได้ยาก และอาจก่อให้เกิดอันตรายต่อเนื้อเยื่อใกล้เคียงบริเวณที่ฉีดได้ เช่น ผิวหนัง เส้นประสาท เยื่อต่างๆ เป็นต้น

การเลือกวัสดุอุดกันหลอดเลือดที่เหมาะสมมีแนวทางในการพิจารณาดังกล่าวข้างต้น โดยหนึ่งในข้อที่ต้องคำนึงคือ กลไกการอุดกันหลอดเลือดของวัสดุชนิดต่างๆ อาจสรุปได้ตามตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงกลไกสำหรับการอุดกันหลอดเลือดของวัสดุอุดกันหลอดเลือดชนิดต่างๆ⁽¹⁾

ชนิดของวัสดุอุดกันหลอดเลือด	Mechanical proximal occlusion ^๑	Mechanical distal occlusion ^๑	Flow dependent distal occlusion ^๒	Endosacular occlusion
Particles				
PVA	-	+	++	-
Calbrated Spheres				
Gelatin sponge				
Powder	-	+	+++	-
Pledget (>2 มม.)	++	+	+	-
Coils				
Macrocoils (0.035-0.038 นิ้ว)	+++	+	-	++
Microcoils (0.018 นิ้ว)	-	+++	+	++
Detachable microcoils	++	+++	-	+++
Liquids				
N-butyl 2-cyanoacrylate	-	+	++	+
Ethylene polyvinyl alcohol	-	+	++	++
Ethanol	-	-	+++	-

^๑ Mechanical คือ การอุดกันหลอดเลือดที่บริเวณใกล้กับตำแหน่งที่ปล่อยวัสดุอุดกัน

^๒ Flow dependent คือ การที่สารอุดกันถูกกระแสเลือดพาไปบริเวณที่ห่างจากตำแหน่งที่ปล่อยวัสดุอุดกัน

+ พบได้น้อย, ++ พบได้ปานกลาง, +++ พบได้มาก



คำนิยามผลการรักษาสำหรับ การอุดกั้นหลอดเลือดผ่านทางสายสวน

การประเมินความสำเร็จหลังการอุดกั้นหลอดเลือด อาจแบ่งออกได้เป็น technical success และ clinical success⁽¹⁾ โดย technical success หมายถึง ความสำเร็จของการอุดกั้นหลอดเลือดที่ประเมินทันทีหลังทำ โดยมักประเมินจากการฉีดสารทึบรังสีหลังทำการอุดหลอดเลือดทันที (completion angiogram) แล้วเห็นว่าไม่มีสารทึบรังสีผ่านไปบริเวณหลอดเลือดดังกล่าวแล้ว ส่วน clinical success นั้นจะประเมินจากอาการทางคลินิกและ/หรือภาพทางรังสีวิทยาภายใน 30 วันหลังการอุดหลอดเลือดแล้ว ซึ่งแบ่งย่อยได้อีกเป็น complete clinical success และ partial clinical success คือ โดยพิจารณาจากการหายไปหรือดีขึ้นอย่างชัดเจนของอาการและอาการแสดงของผู้ป่วย รวมทั้งผลกระทบต่อ clinical course หรือความจำเป็นที่จะต้องมาทำหัตถการอุดหลอดเลือดซ้ำอีกครั้ง

ภาวะแทรกซ้อนและข้อควรระวัง ในการอุดหลอดเลือดผ่านทางสายสวน

ภาวะแทรกซ้อนของการอุดหลอดเลือดผ่านทางสายสวนอาจเกิดได้ในทุกขั้นตอนของการทำหัตถการ โดยทั่วไปอาจแบ่งเป็นประเภทต่างๆ คือ

- 1) ภาวะแทรกซ้อนที่เกี่ยวข้องกับการฉีดสารทึบรังสีเพื่อประเมินก่อนการอุดหลอดเลือด ได้แก่ เลือดออกบริเวณที่เจาะใส่สายสวน เกิดลิ่มเลือดอุดตันหรือมีผนังฉีกขาด (dissection) ของหลอดเลือดที่เจาะใส่สายสวน เป็นต้น
- 2) ภาวะแทรกซ้อนที่เกิดจากการอุดหลอดเลือด ได้แก่ การอุดกั้นหลอดเลือดที่อยู่นอกบริเวณที่ต้องการโดยไม่ตั้งใจ (non-target embolization) การตายของอวัยวะที่ถูกอุดกั้นหลอดเลือด (organ infarction), กลุ่มอาการหลังการอุดกั้นหลอดเลือด (post embolization syndrome) เป็นต้น
- 3) ภาวะแทรกซ้อนที่เกิดจากสารทึบรังสี เช่น การแพ้

สารทึบรังสี ค่าการทำงานของไตแย่ง เป็นต้น

นอกจากนี้อาจมีข้อควรระวังและภาวะแทรกซ้อนปลีกย่อยอื่นๆ ในการอุดกั้นหลอดเลือดแต่ละตำแหน่ง ซึ่งไม่อาจกล่าวได้ทั้งหมดในบทความนี้ เช่น โอกาสที่จะมีเลือดออกซ้ำหลังการอุดหลอดเลือดในภาวะเลือดออกในทางเดินอาหารจากการที่มีเลือดมาเลี้ยงจากหลอดเลือดเส้นอื่น (collateral supply) เป็นต้น

การจำแนกภาวะแทรกซ้อนที่แนะนำตาม society of interventional radiology standards of practice committee⁽¹⁾ แบ่งออกเป็น 2 ประเภทตามผลลัพธ์ที่เกิดขึ้น คือ

- 1) ภาวะแทรกซ้อนที่ไม่รุนแรง (minor complication) ซึ่งไม่ต้องได้รับการรักษาพิเศษเพิ่มเติมและไม่มีผลต่อเนื้อเยื่อภายหลัง
- 2) ภาวะแทรกซ้อนที่รุนแรง (major complication) ซึ่งต้องได้รับการรักษาเพิ่มเติม ทำให้ต้องนอนโรงพยาบาลนานขึ้น, เกิดผลเสียต่อเนื่องถาวรตามมา หรือเสียชีวิต

บทสรุป

การรักษาด้วยการอุดหลอดเลือดผ่านทางสายสวนเป็นหัตถการทางรังสีร่วมรักษาที่มีบทบาทมากขึ้นในการรักษาผู้ป่วย โดยมีข้อบ่งชี้ในภาวะต่างๆ เช่น ภาวะเลือดออกเฉียบพลันอุดกั้นหลอดเลือดก่อนการผ่าตัดเพื่อช่วยลดปริมาณการตกเลือดจากการผ่าตัด ใช้ร่วมกับการให้ยาเคมีบำบัดทางหลอดเลือดแดงเพื่อรักษาเนื้องอกตับ เป็นต้น การพิจารณาอุดหลอดเลือดในแต่ละข้อบ่งชี้ทางคลินิกมีรายละเอียดปลีกย่อยที่แตกต่างกัน นอกจากนี้หัตถการยังมีความเสี่ยงที่จะเกิดภาวะแทรกซ้อนได้ ดังนั้น ก่อนการทำหัตถการควรคำนึงถึงข้อบ่งชี้ทางคลินิก รวมทั้งพิจารณาเทียบระหว่างประโยชน์และความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้น นอกจากนี้ ยังต้องเลือกวัสดุอุดกั้นหลอดเลือดที่มีความเหมาะสม เพื่อให้เกิดความสัมฤทธิ์ของการรักษาตามที่คาดหวังไว้

เอกสารอ้างอิง

1. Golzarian J, Sun S, Sharafuddin MJ. Vascular embolotherapy: a comprehensive approach. Vol. 1. Heidelberg: Springer; 2006.
2. Lee MJ, Kaufman JA. Vascular and interventional Radiology: the requisites. 2nd ed. Philadelphia: Elsevier; 2014.
3. Medsinge A, Zajko A, Orons P, Amesur N, Santos E. A case-based approach to common embolization agents used in vascular interventional radiology. *Am J Roentgenol* 2014;203:699-708.
4. Sopko DR, Smith TP. Bronchial Artery Embolization for Hemoptysis. *Semin Intervent Radiol* 2011;28:48-62.
5. Lopera JE. Embolization in Trauma: Principles and Techniques. *Semin Intervent Radiol* 2010;27:14-28.
6. Rilling WS, Chen GW. Preoperative Embolization. *Semin Intervent Radiol* 2004;21:3-9.
7. Li Q, Yang ZQ, Mohammed W, Feng YL, Shi HB, Zhou X. Prophylactic uterine artery embolization assisted cesarean section for the prevention of intrapartum hemorrhage in high-risk patients. *Cardiovasc Intervent Radiol* 2014;37:1458-63.
8. Bradley B, Pua PK, Akhilesh K, Sista. Clinical Interventional Oncology. Philadelphia: Elsevier; 2014.
9. Lubarsky M, Ray C, Funaki B. Embolization agents-which one should be used when? part 2: small-vessel embolization. *Semin Intervent Radiol* 2010;27:99-104.
10. Lubarsky M, Ray CE, Funaki B. Embolization agents-which one should be used when? part 1: large-vessel embolization. *Semin Intervent Radiol* 2009;26:352-7.
11. Angle JF, Siddiqi NH, Wallace MJ, Kundu S, Stokes L, Wojak JC, et al. Quality improvement guidelines for percutaneous transcatheter embolization. *J Vasc Interv Radiol* 2010;21:1479-86.
12. Vaidya S, Tozer KR, Chen J. An overview of embolic Agents. *Semin Intervent Radiol* 2008;25:204-15.
13. Wang W, Li H, Tam MD, Zhou D, Wang DX, Spain J. The Amplatzer Vascular Plug: A Review of the Device and its Clinical Applications. *Cardiovasc Intervent Radiol* 2012;35:725-40.



Principle of Transcatheter Vascular Embolotherapy

Chinnarat Bua-ngam¹, Panipong Maroongroge²

¹ Department of Radiology, Faculty of Medicine Ramathibodi Hospital, Mahidol University, Bangkok, Thailand

² Department of Radiology, Faculty of Medicine, Srinakharinwirot University, Nakhon Nayok, Thailand

Abstract

Transcatheter vascular embolotherapy is a part of interventional radiology procedure which defined as the percutaneous endovascular use of agents or materials to accomplish target vascular occlusion. Its applications continue to expand and have become an integral component of the multimodality management paradigms in many emergency setting, such as trauma, massive bleeding from various causes. Therapeutic embolization also has a major role in many elective scenarios, particularly in modern oncologic center such as performed following transarterial infusion of chemotherapeutic drugs for treatment of hepatic tumors (known as chemoembolization). The approach to each clinical scenarios is different, including the choice of embolic agents and potential risks or complication of embolization. Improvement of therapeutic outcomes and complication preventive strategy can be achieved with good knowledge of principles of embolization, proper patient selection and good technical skill.

Keywords: embolotherapy, embolic agents, interventional radiology, occlusion

Corresponding author: Chinnarat Bua-ngam

Vascular and body interventional radiology Unit, Department of Diagnostic and Therapeutic Radiology, Faculty of Medicine Ramathibodi Hospital, Mahidol University 270 Rama VI Road, Ratchatewi, Bangkok, 10400 Thailand

Tel. (+66)2-201-2253 E-mail: pap191@hotmail.com