

การวางยาระงับความรู้สึกโดยใช้ยาดมสลบเป็นหลัก

พลพันธ์ บุญมาก

ภาควิชาวิสัญญีวิทยา คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อ.เมือง จ.ขอนแก่น 40002

Volatile Induction and Maintenance Anesthesia; VIMA

Polpun Boonmak

Department of Anesthesiology, Faculty of Medicine, Khon Kaen University, Khon Kaen, Thailand 40002

การวางยาระงับความรู้สึกโดยใช้ยาดมสลบเป็นหลักสามารถทำได้ง่าย ปลอดภัย และประหยัด แต่อย่างไรก็ตามความรู้เกี่ยวกับเภสัชวิทยาของยาดมสลบรวมทั้งการเลือกผู้ป่วย การเตรียมอุปกรณ์อย่างเหมาะสมมีส่วนสำคัญต่อความสำเร็จ ซึ่งการนำสลบด้วยยาดมสลบทำได้ 2 วิธีด้วยกันคือ การใช้ยาดมสลบในความเข้มข้นสูง และการใช้ยาดมสลบในความเข้มข้นต่ำ ซึ่งทั้งสองวิธีสามารถทำได้ไม่ยากและมีภาวะแทรกซ้อนต่ำ หากมีการดูแลขณะและหลังการให้ยาระงับความรู้สึกอย่างใกล้ชิด

Volatile induction and maintenance anesthesia technique is simple, safe, and cost effectiveness. However, inhalation anesthetics pharmacologic knowledge, appropriate patient selection, and equipment preparation play role of successful. High concentration and low concentration inhalation induction are two accepted induction techniques with low complication. Peri and postanesthetic care also influence the successful.

ศรีนครินทร์เวชสาร 2552; 24(2): 159-66 • Srinagarind Med J 2009; 24(2): 159-66

ในปัจจุบันมีการพัฒนาด้านคุณสมบัติของยาดมสลบอย่างมาก ทำให้ลดภาวะแทรกซ้อนต่อร่างกายลงได้ รวมทั้งสามารถควบคุมการใช้ยาดมสลบได้ง่ายขึ้น ดังนั้นจึงมีการนำยาดมสลบมาใช้เป็นยาหลักในการวางยาระงับความรู้สึก ซึ่งแนวคิดของเทคนิค volatile induction and maintenance anesthesia (VIMA) คือ การนำสลบและรักษาระดับการสลบด้วยยาดมสลบเป็นหลัก โดยใช้คุณสมบัติที่ดีของยาดมสลบที่มีฤทธิ์ทำให้หลับ หย่อนกล้ามเนื้อ รวมทั้งระงับปวด โดยอาจมีการเสริมฤทธิ์ด้วยยาในกลุ่มอื่นตามความจำเป็น¹

ทำไมถึงใช้เทคนิค VIMA

ในปัจจุบันมีเทคนิคการวางยาระงับความรู้สึกที่น่าพึงพอใจอยู่แล้ว แต่ในปัจจุบัน สภาพผู้ป่วย สิ่งแวดล้อม สภาพสังคม และเศรษฐกิจมีการเปลี่ยนแปลงไป รวมทั้งการผ่าตัดที่เปลี่ยนเป็นการผ่าตัดเล็กเพิ่มขึ้น การผ่าตัดแบบผู้ป่วยนอกเพิ่มขึ้น ดังนั้นเทคนิคที่สามารถออกฤทธิ์และหมดฤทธิ์เร็ว และหลีกเลี่ยงการใช้ยาหย่อนกล้ามเนื้อได้จึงน่าจะเหมาะสม

รวมทั้งสามารถช่วยลดค่าใช้จ่ายเวชภัณฑ์และการดูแลผู้ป่วย ยาดมสลบจึงเป็นอีกหนึ่งทางเลือกในการนำสลบที่มีฤทธิ์หลากหลายในตัวเอง ซึ่งนำมาใช้ในเด็กได้อย่างปลอดภัยโดยไม่ส่งผลกระทบต่อพฤติกรรมในระยะยาว² ส่วนในผู้ใหญ่การนำสลบด้วยยาดมสลบพบว่ามีประสิทธิภาพมากกว่าการฉีดทางหลอดเลือด (ร้อยละ 50 และ 33 ตามลำดับ)³

ความรู้พื้นฐานของยาดมสลบที่จำเป็นสำหรับการทำ VIMA

คุณสมบัติของยาดมสลบในการนำสลบ

ยาดมสลบที่ใช้ในการนำสลบควรเป็นยาดมสลบที่มีกลิ่นไม่ฉุนและไม่ระคายเคืองทางเดินหายใจ และมีผลข้างเคียงน้อย^{4,5} ซึ่งในปัจจุบันยา sevoflurane มีคุณสมบัติใกล้เคียงที่ต้องการ โดยที่ยา halothane จะใช้นำสลบได้ดีแต่ไม่สามารถช่วยใส่ท่อหายใจได้เนื่องจากเกิดความดันโลหิตตกและหัวใจเต้นช้ามาก ส่วนยา isoflurane และ desflurane ยาดมสลบที่มีกลิ่นฉุนและระคายเคืองระบบทางเดินหายใจ จึงไม่เป็น

ที่นิยมเนื่องจากเพิ่มอัตราการเกิดภาวะแทรกซ้อนต่อระบบหายใจและมีกลิ่นฉุน⁴

คุณสมบัติของยาดมสลบ⁶⁻⁷

ยา sevoflurane เป็นยาที่ออกฤทธิ์เร็วเพราะการละลายในเลือดต่ำ (blood gas solubility)⁶ ทำให้ผู้ป่วยหลับเร็วรวมทั้งปรับเปลี่ยนให้ยาอยู่ในระดับที่ต้องการได้เร็ว ซึ่งการนำสลบด้วยยาดมสลบมีความต้องการให้ผู้ป่วยหลับเร็วทำให้ผู้ป่วยได้กลิ่นฉุนน้อยและยอมรับการนำสลบได้ดีขึ้น

ค่า minimal alveolar concentration (MAC) เป็นค่าที่ช่วยทำนายผลของยาดมสลบที่เกิดขึ้นต่อร่างกาย รวมทั้งบอกถึงขนาดยา (ความแรง) ค่า MAC คือ ความเข้มข้นของยาดมสลบในถุงลมปอด ณ ความดัน 1 บรรยากาศที่สามารถยับยั้งการตอบสนองต่อความเจ็บปวดในผู้ป่วยร้อยละ 50 ซึ่งค่านี้ไม่ใช่ค่าความเข้มข้นยาดมสลบที่เปิดใช้ แต่วัดจากความเข้มข้นยาดมสลบในถุงลมปอดโดยการวัดจากลมหายใจออก ทำให้ทราบได้ว่าผู้ป่วยได้รับยามากหรือน้อยเกินไปเพียงใดเทียบเคียงได้กับการให้ยาทางหลอดเลือดดำแล้วสามารถวัดระดับยาในเลือดอย่างต่อเนื่อง

ค่า MAC ของ sevoflurane สามารถใช้ทำนายผลของยาได้ตามต้องการ คือ

MAC awake คือ ความเข้มข้นยาดมสลบในถุงลมปอด ณ ความดัน 1 บรรยากาศ ที่ผู้ป่วยร้อยละ 50 สามารถตอบสนองต่อการปลุกด้วยเสียงปลุกโดยการลืมตา (0.5 เท่าของค่า MAC)

MAC intubation คือ ค่าความเข้มข้นยาดมสลบในถุงลมปอด ณ ความดัน 1 บรรยากาศ ที่สามารถใส่ท่อช่วยหายใจได้โดยไม่มีภาวะไอหรือขยับในผู้ป่วยร้อยละ 50 (1.3 เท่าของค่า MAC)

MAC BAR (Blockade Adrenergic Respond) คือ ค่าความเข้มข้นยาดมสลบในถุงลมปอด ณ ความดัน 1 บรรยากาศที่สามารถยับยั้งการตอบสนองของระบบประสาทซิมพาธิก

ตารางที่ 1 แสดงค่า MAC ของยา sevoflurane¹²

อายุ	Sevoflurane in O2 (%)	Sevoflurane in 65% N2O (%)
0 - <1 เดือน	3.3	-
1 - < 6 เดือน	3.0	-
0.5 - < 3 ปี	2.8	2.0
3 - 12 ปี	2.5	-
25 ปี	2.6	1.4
40 ปี	2.1	1.1
60 ปี	1.7	0.9
80 ปี	1.4	0.7

ต่อความปวด ในผู้ป่วยร้อยละ 50 (1.5 เท่า ของค่า MAC)

MAC amnesia คือ ค่าความเข้มข้นยาดมสลบในถุงลมปอด ณ ความดัน 1 บรรยากาศ ที่สามารถยับยั้ง anterograde memory ในผู้ป่วยร้อยละ 50 (0.25 ของค่า MAC)

MAC hour คือ ผลคูณของค่า MAC กับจำนวนชั่วโมง ซึ่งจะนำมาใช้กับยา sevoflurane ที่มีกรจำกัดการใช้เมื่อใช้ก๊าซในอัตรา 1 - 2 ลิตรต่อชั่วโมงอยู่ที่ 2 MAC hour ดังนั้นผู้ป่วยสามารถใช้ sevoflurane ความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ (1 MAC) นาน 2 ชั่วโมงเมื่อใช้ที่ปริมาณ 1 - 2 ลิตรต่อชั่วโมง

เมื่อนำค่า MAC intubation มาประเมินว่าควรใส่ท่อช่วยหายใจตอนไหน หรือใช้ MAC BAR เพื่อลดการตอบสนองของร่างกาย ซึ่งค่า MAC จะแปรตามอายุ โดยในเด็กจะมีค่า MAC ที่สูง ขณะที่ผู้สูงอายุมีความต้องการยาสลบลดลง โดยพบว่าเพศชายฟื้นจากยาดมสลบเร็วกว่าหญิง^{8,9} นอกจากนี้ยังมีค่า context-sensitive decrement time ที่บอกถึงระยะเวลาการฟื้นของผู้ป่วยภายหลังการให้ยาดมสลบเป็นเวลานาน ซึ่งพบว่ายา sevoflurane และ desflurane ไม่พบว่าตื่นช้ากว่าปกติแม้ว่าจะดมยาสลบนาน¹⁰

ยา sevoflurane มีผลต่อระบบไหลเวียนโลหิตน้อยทำให้ความดันโลหิตตกเล็กน้อยและการเต้นของหัวใจเร็วขึ้นเล็กน้อย มีฤทธิ์หย่อนกล้ามเนื้อดีเพียงพอที่จะใส่อุปกรณ์ช่วยหายใจได้ และใช้หย่อนกล้ามเนื้อขณะผ่าตัดแต่จำเป็นต้องใช้ยาดมสลบความเข้มข้นสูง^{6, 11}

ลักษณะผู้ป่วยเลือกใช้วิธี VIMA^{5, 11}

1. กรณีไม่ต้องการแทงเส้นให้น้ำเกลือก่อนการวางยาระงับความรู้สึก เช่น ผู้ป่วยเด็ก ผู้ใหญ่ที่กลัวเข็มฉีดยา ผู้ป่วยที่คิดว่าแทงเส้นให้น้ำเกลือยาก เป็นต้น
2. กรณีที่ผู้ป่วยที่มีแนวโน้มใส่ท่อช่วยหายใจลำบาก เนื่องจากผู้ป่วยสามารถกลับมาหายใจเองได้เร็วกว่าการใช้ยาหย่อนกล้ามเนื้อ

ตารางที่ 2 แสดงค่า MAC ชนิดต่างๆ ของยาดมสลบแต่ละชนิด¹³

	In O ₂ (%)	In N ₂ O (%)	MAC-Awake (%)	MAC-BAR (%)
Desflurane	6.00	2.83	2.42	1.45 MAC
Sevoflurane	1.71	0.66	0.61	2.24 MAC
Halothane	0.77	0.29	0.41	1.3 MAC
Isoflurane	1.15	0.50	0.39	1.3 MAC
Nitrous oxide	104	-	67	-

3. กรณีผู้ป่วยที่จำเป็นต้องหลีกเลี่ยงการให้ยาหย่อนกล้ามเนื้อ เช่น ผู้ป่วย myasthenia gravis เป็นต้น

4. ผู้ป่วยทั่วไปที่ไม่มีข้อห้าม เช่น มีภาวะ full stomach มีความดันโลหิตตก ลิ้นหัวใจตีบ malignant hyperthermia เป็นต้น ซึ่งร่วมมือในการนำสลบ ยอมรับกลิ่นที่อาจเกิดขึ้น

5. ระยะเวลาการผ่าตัดไม่มีผลต่อการเลือกใช้เนื่องจากระยะเวลาที่ดมยาสลบมีผลน้อยต่อระยะเวลาในการตื่น (มีค่า context sensitive half time ที่ไม่ยาวขึ้นเมื่อดมยาสลบนาน)

6. ผู้ป่วยที่วางแผนการผ่าตัดสั้นๆ หรือวางแผนการวางยาระงับความรู้สึกแบบผู้ป่วยนอก สามารถเลือกใช้เทคนิคนี้ จะมีการตื่นที่เร็วสามารถหลีกเลี่ยงการใช้ยาหย่อนกล้ามเนื้อและยาแก้ฤทธิ์ยาหย่อนกล้ามเนื้อ โดยมีการศึกษาถึงระยะเวลาที่มีความพร้อมในการกลับบ้านได้ใกล้เคียงกับการใช้เทคนิค TIVA (total intravenous anesthesia technique) แต่อาจเพิ่มการคลื่นไส้อาเจียนซึ่งสัมพันธ์กับการใช้ในตรัสออกไซด์ อย่างไรก็ตามที่ค่าใช้จ่ายโดยรวมอาจถูกกว่า^{14, 15}

7. ผู้ป่วยเด็ก เนื่องจากไม่ต้องแทงเส้นให้น้ำเกลือก่อนและใช้ยาดมสลบใช้ได้ดีในเด็กเนื่องจากหย่อนกล้ามเนื้อได้ดี เด็กหลับและตื่นได้เร็วเนื่องจากมี FRC (functional residual capacity) น้อยกว่าผู้ใหญ่ มี alveolar ventilation หรือ minute ventilation มากกว่าผู้ใหญ่ มีเลือดไปเลี้ยงสมองในเปอร์เซ็นต์ที่สูงกว่าผู้ใหญ่ และมี cardiac output ที่สูงเมื่อเทียบกับโลกกรัม

หลักการของเทคนิค VIMA¹⁶⁻²¹

1. การใช้ยาดมสลบทำให้ผู้ป่วยสลบต้องการความเข้มข้นยาสลบในถุงลมปอดสูงจนผู้ป่วยสลบ หลังจากนั้นถ้าต้องการใส่ท่อช่วยหายใจหรือ laryngeal mask airway (LMA) ต้องทำให้ความเข้มข้นยาดมสลบเพิ่มสูง ซึ่งสามารถทำให้ความเข้มข้นยาสูงขึ้นอย่างรวดเร็วโดยการ

1.1 ใช้ก๊าซปริมาณสูง

1.2 ใช้ยาดมสลบความเข้มข้นสูง (เท่ากับ/สูงกว่าที่ต้องการ) เพื่อทำให้ความเข้มข้นยาดมสลบในถุงลมปอดเพิ่มอย่างรวดเร็ว (overpressurization)

1.3 เพิ่ม minute ventilation เพื่อให้ยาดมสลบที่เข้าไปแทนที่ยาที่ถูกละลายในเลือด

2. การทำให้ผู้ป่วยคงสภาพสลบที่มีระดับความลึกที่เหมาะสมต่อการกระตุ้นต่างๆ เช่น การลงมีด การใส่สายสวน เป็นต้น ซึ่งจะใช้ความรู้เกี่ยวกับเภสัชวิทยาประมาณระดับความลึกที่เหมาะสม

การเตรียมอุปกรณ์

การทำเทคนิค VIMA ต้องมีการเตรียมอุปกรณ์ที่เหมาะสมซึ่งประกอบด้วย

1. ยาดมสลบที่นิยมใช้ คือ sevoflurane

2. อุปกรณ์ที่ใช้ในการนำสลบ การนำสลบด้วยยาดมสลบ ตัวแปรหลักคือการส่งยาดมสลบไปยังผู้ป่วยได้อย่างเหมาะสม ซึ่งอุปกรณ์ประกอบด้วย

1) เครื่องวางยาสลบ กรณีที่ต้องการให้ออกซิเจนผู้ป่วยก่อนควรใช้รุ่นที่มี flow meter แยกจาก common gas outlet ทำให้สามารถเตรียมก๊าซให้ผู้ป่วยได้สะดวกขึ้น และถ้าต้องการใช้เทคนิค low flow ควรเลือกใช้เครื่องที่มีความพร้อมและมีอุปกรณ์เฝ้าระวังร่วม

2) วงจรวางยาสลบ ปัจจุบันมีวงจรให้เลือกหลายรูปแบบ

a) วงจรวางยาสลบกลุ่ม Mapleson มีข้อดีคือนำสลบได้ดี ระดับยาดมสลบในวงจรยาสลบสูงขึ้นเร็ว เบาทไม่ซับซ้อน ไม่มี valve ที่ต้องออกแรงดึง แต่มีข้อเสียคือใช้ก๊าซปริมาณมาก เปลืองยาดมสลบ²¹ สูญเสียความร้อนและน้ำในร่างกายทำให้ทางเดินหายใจแห้ง

b) วงจรวางยาสลบชนิดที่มีสารดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์มีข้อดีคือ ประหยัดค่าใช้จ่ายยาดมสลบ ลดการสูญเสียความร้อนและความชื้นในทางเดินหายใจ สะดวกในการใช้ ต่อใช้เครื่องช่วยหายใจสะดวก ข้อเสียคือ มีความซับซ้อน มี unidirectional valve ดังนั้นในเด็กเล็กต้องใช้แรงดึงในการหายใจ แต่จะเป็นปัญหาเฉพาะช่วงนำสลบและหายใจเองเท่านั้น

3) อุปกรณ์ประกอบ

a) bag เลือกขนาดที่เหมาะสมเพราะถ้าเล็กเกินไปทำให้ไม่มี reservoir ก๊าซช่วงนำสลบ

b) mask เลือกขนาดที่เหมาะสม ชนิดใส่ทำให้ผู้ป่วยยอมรับการสูดดมได้มากโดยเฉพาะในรายที่กลัวหรือผู้ป่วยเด็ก อาจใช้ก๊วยลินเสริมเพื่อกลบกลิ่นยาผสมช่วยให้ผู้ป่วยยอมรับได้ดี²²

c) airway เลือกขนาดที่เหมาะสม ระงับการใส่ขณะที่ผู้ป่วยยังสลบไม่ลึกพออาจกระตุ้นให้เกิด laryngospasm ได้

4) อุปกรณ์ช่วยหายใจ ขึ้นอยู่กับแผนในการวางยาระงับความรู้สึก ลักษณะผู้ป่วย การผ่าตัด ระยะเวลาผ่าตัด บุคลากรที่ดูแลผู้ป่วย การดูแลหลังผ่าตัด อาจเลือกใช้ mask หรือ LMA ในรายที่ผ่าตัดสั้นและหายใจเอง หรือใส่ท่อช่วยหายใจในกรณีที่ต้องการควบคุมการหายใจ ซึ่งการเลือกใช้ อุปกรณ์ต่างๆ ต้องประเมินความลึกการสลบขณะใส่อุปกรณ์ช่วยหายใจ โดยที่การใส่ LMA และอุปกรณ์ที่คล้ายกัน เช่น intubating LMA, flexible LMA, COPA, laryngeal tube, I gel เป็นต้น จะต้องการความลึกการสลบและการหย่อนกล้ามเนื้อน้อยกว่าการใส่ท่อช่วยหายใจ

5) อุปกรณ์เฝ้าระวังผู้ป่วย เป็นการเฝ้าระวังตามมาตรฐานการวางยาสลบทั่วไปซึ่งอาศัยการสังเกตร่วมกับการใช้อุปกรณ์ โดยอาจใช้อุปกรณ์อื่นๆ ได้แก่

a) capnogram ช่วยประเมินการหายใจที่พอเพียง โดยเฉพาะในรายที่หายใจเองและตรวจดูการเกิด rebreathing ในวงจรวางยาสลบในรายที่ใช้ flow ต่ำ

b) ค่าออกซิเจนในลมหายใจเข้าและออกจะช่วยบอกถึงการได้รับออกซิเจนที่เพียงพอ

c) ค่ายาผสมในลมหายใจเข้าและออก ซึ่งค่าในลมหายใจเข้าจะช่วยบอกความเข้มข้นยาสลบที่ผู้ป่วยได้รับจริง และค่ายาผสมในลมหายใจออกจะใกล้เคียงกับความเข้มข้นยาสลบในถุงลมปอดซึ่งใช้ประเมินระดับการสลบได้ และลดความเสี่ยงจากการได้รับยามากเกินและต่ำกว่าความต้องการที่แท้จริง

d) อุปกรณ์ในการวัดคลื่นไฟฟ้าสมอง เช่น BIS®, CSM®, Narcotrend®, Entropy® เป็นต้น ช่วยประเมินระดับความลึกของผู้ป่วยทำให้สามารถวางยาสลบโดยที่ไม่ตื่นหรือลึกเกินไป และทำให้ประหยัดการใช้ยาผสมได้

วิธีการนำสลบ

การทำเทคนิค VIMA ในการนำสลบผู้ป่วยนั้นโดยทั่วไปแบ่งเป็น 2 วิธี ซึ่งแต่ละวิธีมีรายละเอียดปลีกย่อยที่ต่างกักันดังนี้

วิธีที่ 1 การใช้ยาผสมความเข้มข้นสูง โดยหวังผลให้ผู้ป่วยสลบอย่างรวดเร็ว วิธีนี้ต้องเตรียมก๊าซจำนวนมากที่มียาผสมความเข้มข้นสูงให้พร้อมใช้ จากนั้นจึงให้ผู้ป่วยหายใจเข้าไปทำให้ระดับยาในถุงลมปอดเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ข้อจำกัดของวิธีนี้คือพบการหยุดหายใจหลังนำสลบมากกว่าแบบความเข้มข้นต่ำ และวิธีนี้ต้องใช้การ priming ร่วมด้วยเพื่อให้มีก๊าซที่มียาผสมความเข้มข้นสูง วิธีการในลักษณะนี้แบ่งย่อยออกเป็น

1. ยาผสมความเข้มข้นสูงร่วมกับเพิ่มการหายใจ^{16, 17, 19} คือ การทำ vital capacity rapid inhalation induction (VCRil) โดยให้ผู้ป่วยสูดก๊าซที่มียาผสมความเข้มข้นสูง (priming) โดยก่อนสูดให้ผู้ป่วยหายใจออกจนสุดแล้วกลืนไว้เพื่อทำให้มีอากาศค้างภายในปอดอยู่น้อยที่สุดเพื่อให้ยาผสมที่สูดเข้าไปไม่ถูกเจือจาง จากนั้นให้ผู้ป่วยสูดก๊าซโดยการหายใจเข้าจนสุดแรงแล้วกลืนไว้ให้นานเท่าที่ทำได้ (vital capacity) ถ้าไม่หลับในครั้งแรกให้ผู้ป่วยสูดหายใจเข้าออกสลับซ้ำต่อไป การใช้วิธีนี้ร่วมกับยา sevoflurane 8 เปอร์เซ็นต์จะใช้เวลาประมาณ 45-90 วินาทีจึงสลบ (loss of eyelash reflex) ส่วนการใส่ท่อช่วยหายใจและการใส่ LMA จะใช้เวลา 150-240 วินาที และ 120-180 วินาที ตามลำดับ ซึ่งวิธีนี้สามารถใช้ออกซิเจนอย่างเดียวหรือร่วมกับไนตรัสออกไซด์ก็ได้

2. multiple vital capacity breath induction จะคล้ายกับวิธีแรก โดยให้ผู้ป่วยหายใจออกสุดค้างไว้แล้วให้สูดยาผสมความเข้มข้นสูงโดยใช้หายใจแบบ vital capacity 3 ครั้ง โดยไม่ต้องกลืน จะใช้เวลาในการสลบประมาณ 60-90 วินาที โดยวิธีนี้สามารถใช้กับเด็กได้ตั้งแต่อายุ 9 ปี²³

3. tidal volume induction ร่วมกับยาผสมความเข้มข้นสูง โดยการให้ผู้ป่วยหายใจเข้าออกตามปกติจนกว่าผู้ป่วยจะหลับ จะใช้เวลาประมาณ 90 วินาทีที่กว่าจะสลบเมื่อใช้ยา sevoflurane ร้อยละ 8

4. patient controlled inhalational induction (PCI)²⁴ โดยใช้ความเข้มข้นสูง และให้ผู้ป่วยควบคุมการหายใจเองพบว่าได้ผลดีใกล้เคียงกับ vital capacity induction แต่มีข้อดีคือ ไม่ต้องฝึกผู้ป่วยก่อน

การใช้ยาผสมความเข้มข้นสูงร่วมกับการหายใจแบบต่างๆ สิ่งที่สำคัญคือ การยอมรับกลิ่นยาผสมของผู้ป่วย การให้ความร่วมมือในการหายใจตามขั้นตอน มีการศึกษาความพึงพอใจพบว่า การใช้ทุกวิธี ผู้ป่วยมีความพึงพอใจใกล้เคียงกัน สิ่งที่สำคัญอีกอย่างคือ การทำให้มียาผสมความเข้มข้นสูงในวงจรวางยาสลบ (priming) โดยการเปิดยาผสมความเข้มข้นสูงร่วมกับก๊าซนานระยะเวลาหนึ่งทิ้งไว้ในวงจรวางยาสลบเพื่อแทนที่อากาศในวงจรวางยาสลบ เช่น การใช้ sevoflurane 6-8 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับ flow 6-8 ลิตรต่อนาที

นานตั้งแต่ 30 วินาที ถึง 5 นาที เป็นต้น ซึ่งการใช้วงจรวางยาสลบชนิดมีสารดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์จะใช้เวลา นานกว่าวงจรวางยาสลบชนิด Mapleson

วิธีที่ 2 การใช้ยาสลบความเข้มข้นต่ำแล้วค่อยๆ เพิ่มระดับจนผู้ป่วยสลบ อาจเพิ่มความเข้มข้นทีละน้อยทุกครั้ง ผู้ป่วยหายใจ โดยเพิ่มยา sevoflurane 1-2 เปอร์เซ็นต์ และอาจใช้ร่วมกันระหว่างออกซิเจนกับไนตรัสออกไซด์ วิธีนี้ จะสะดวกแต่อาจจะช้ากว่าแบบความเข้มข้นสูง^{5, 25}

การทำเทคนิค VIMA ด้วย VCRII

1. เตรียมผู้ป่วยตามมาตรฐานการวางยาสลบโดยอาจให้ยา premedication ได้ตามความจำเป็น แต่ที่ต้องระวังคือ ต้องอาศัยความร่วมมือจากผู้ป่วยในการนำสลบจึงต้องให้ผู้ป่วยสามารถพูดคุยรู้เรื่อง

2. อธิบายให้ผู้ป่วยเข้าใจสิ่งที่จะทำ ดังต่อไปนี้

2.1 บอกเหตุผลที่ต้องนำสลบด้วยวิธีดังกล่าว เช่น ไม่ต้องการแทงเส้นให้น้ำเกลือก่อน จำเป็นต้องได้รับยาฤทธิ์สั้นในผู้ป่วยนอก คาดว่าใส่ท่อช่วยหายใจยาก เป็นต้น

2.2 อธิบายสิ่งที่ผู้ป่วยต้องทำในขณะนำสลบให้เข้าใจและทำได้จริง การที่ผู้ป่วยทำตามขั้นตอนแล้วไม่สลบผู้ป่วยจะกังวล ควรอธิบายว่าผู้ป่วยต้องหายใจออกเต็มที่ แล้วกลืนไว้ แล้วจะมีการครอบหน้ากากแล้วจึงสูดหายใจเข้าเต็มที่แล้วกลืนไว้ให้นานที่สุด ถ้ากลืนต่อไม่ได้ให้หายใจออกแล้วหายใจเข้าแบบเดิมซ้ำ และเพื่อลดการรับกลิ่นควรแนะนำให้หายใจทางปากแทน และควรให้ผู้ป่วยหายใจร่วมกับหน้ากากและซักซ้อมประมาณ 1-2 ครั้ง

2.3 อธิบายสิ่งที่ จะเกิดกับผู้ป่วยทุกขั้นตอน กลิ่นฉุนในช่วงแรกเมื่อผู้ป่วยหายใจเข้าออกสักพักก็จะหลับ อธิบายการแทงเส้นให้น้ำเกลือขณะที่ผู้ป่วยหลับ อธิบายเกี่ยวกับหน้ากากว่าจะรู้สึกอึดอัดเล็กน้อยในช่วงแรก

3. ทำการ priming circuit ด้วยการให้ยา sevoflurane 8 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับเปิดออกซิเจนหรือร่วมกับไนตรัสออกไซด์รวมมากกว่า 6 ลิตรต่อนาที นาน 60-90 วินาที โดยใช้วิธีดังนี้ ซึ่งแต่ละวิธีมีความเร็วในการ priming แตกต่างกันไปเล็กน้อย

วิธีที่ 1 ต่อหน้ากากกับ connector ของวงจรวางยาสลบ แล้วครอบซ้ำด้วยถุงมือยาง เปิด valve ที่ความดัน 10-20 มม.ปรอท หลังจากนั้นทิ้งไว้ 60-90 วินาที แล้วบีบ bag ให้แฟบแล้วปล่อยให้ไปงสลบไปมา (fill and empty) จะทำให้ภายในวงจรวางยาสลบมีความเข้มข้นยาสลบสูงกว่า 6 เปอร์เซ็นต์ และ bag จะโป่งพร้อมใช้ ขณะนำสลบให้ปลดถุงมือออก

วิธีที่ 2 ปิด connector ด้วยมือให้แน่น หลังจากนั้นเปิดก๊าซและยาสลบ เปิด APL valve จนสุดทิ้งไว้ 60-90 วินาที จะทำให้ภายในวงจรวางยาสลบมีความเข้มข้นยาสลบสูงกว่า

6 เปอร์เซ็นต์

วิธีที่ 3 ไม่ต้องปิด connector เปิดก๊าซและยาสลบเปิด valve ที่ความดัน 10-20 มม.ปรอท หลังจากนั้นทิ้งไว้ 60-90 วินาที จะทำให้ภายในวงจรวางยาสลบมีความเข้มข้นของยาสลบสูงกว่า 6 เปอร์เซ็นต์ และ bag จะโป่งเพื่อใช้ขณะหายใจเข้า

4. การใช้ไนตรัสออกไซด์ร่วมกับยา sevoflurane นั้น อาจไม่ได้ช่วยให้นำสลบเร็วขึ้นมากนัก เนื่องจากยา sevoflurane นำสลบเร็วและอาจมีการคืนมากขึ้นในเด็ก²⁶

5. การเฝ้าระวังผู้ป่วยตามมาตรฐานการวางยาระดับความรู้สึกทั่วไปโดยควรวัดความดันโลหิตก่อนนำสลบเพื่อใช้เป็นค่าพื้นฐานในการช่วยประเมินความลึกของการสลบ

6. ทำ denitrogenation ก่อนนำสลบโดยให้ออกซิเจน 100 เปอร์เซ็นต์

7. เมื่อผู้ป่วยหลับอาจช่วยหายใจผู้ป่วยและลดปริมาณก๊าซที่ใช้ลงเพื่อประหยัดก๊าซ จนกระทั่งถึงระยะที่เหมาะสมที่จะแทงเส้นให้น้ำเกลือ และใส่อุปกรณ์ช่วยหายใจ การใส่ท่อช่วยหายใจโดย sevoflurane โดยเฉพาะในเด็ก มีการศึกษาพบว่าสามารถใช้ได้อย่างปลอดภัย²⁷ ซึ่งสามารถประเมินได้จาก

1. ระยะเวลาการแทงเส้นให้น้ำเกลือพบว่าเวลาที่เวลา 120 วินาที จะมีการขยับและกลืนน้อยกว่าที่ 30 วินาที²⁸ กรณีที่ต้องการใส่ท่อช่วยหายใจจะใช้เวลาประมาณ 3-4 นาที ส่วนในกรณีที่ต้องการใส่ LMA หรืออุปกรณ์ที่คล้ายกันใช้เวลาประมาณ 2-3 นาที

2. ความดันโลหิต เมื่อช่วยหายใจจนกระทั่งความดันโลหิตลดลงจากค่าปกติประมาณร้อยละ 20 จะสัมพันธ์กับระดับยาในถุงลมปอดที่เหมาะสมในการใส่ท่อช่วยหายใจ

3. ค่าความเข้มข้นยาดมสลบในถุงลมปอด ซึ่งค่าที่เหมาะสมในการใส่ท่อช่วยหายใจที่มากกว่า 5-6 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการใส่ LMA มากกว่า 4-5 เปอร์เซ็นต์

8. เมื่อพร้อมในการใส่อุปกรณ์ช่วยหายใจอาจเปิดออกซิเจน 100 เปอร์เซ็นต์ก่อน โดยอาจให้ lidocaine 2 มก./กก. นำไปก่อนจะทำให้การลดตบสของจากการใส่ท่อ²⁹

9. ถ้าพยายามใส่แล้วมีปัญหาผู้ป่วยยังไม่นิ่งให้กลับไปช่วยหายใจต่อ การช่วยหายใจที่มีประสิทธิภาพจะช่วยให้อาสาสลบเข้าสู่ร่างกายได้ดี

10. หลังจากใส่อุปกรณ์ช่วยหายใจ ผู้ป่วยจะใช้เวลาสักพักจึงจะกลับมาหายใจเอง ซึ่งช่วงนี้จำเป็นต้องช่วยหายใจและระวังระดับคาร์บอนไดออกไซด์ที่ต่ำเกินไปจะไม่กระตุ้นให้ผู้ป่วยหายใจ

11. รักษาระดับการสลบโดยใช้ยาดมสลบประมาณ 1-2 MAC ร่วมกับการใช้ออกซิเจนไนตรัสออกไซด์ ขึ้นกับระดับความเจ็บปวด โดยอาจเสริมฤทธิ์ระงับปวดด้วยยา opioid

หรือ NSAIDS

12. ขณะผ่าตัดอาจจำเป็นต้องปรับระดับยาสลบตาม การผ่าตัดที่เปลี่ยนแปลงระดับความปวด โดยประเมินความลึก การสลบได้จากการขยับแขนขา ขนาดรูม่านตา (เมื่อไม่ได้รับ ยาที่มีผล) ความดันโลหิต อัตราการเต้นหัวใจ ระดับยาสลบ ในถุงลมปอด การตรวจคลื่นไฟฟ้าสมอง ซึ่งสามารถช่วยให้ ไม่ใช้ยาสลบมากเกินไป

13. สามารถพิจารณาใช้ high flow (มากกว่า 2 ลิตร/ นาที), low flow (น้อยกว่า 1 ลิตร/นาที), minimal flow (น้อยกว่า 0.5 ลิตร/นาที) หรือ close system ในการรักษา ระดับการสลบ อย่างไรก็ตามควรคำนึงถึง MAC hour ด้วย อาจต้องเพิ่มก๊าซบางช่วงเพื่อไล่ compound A และควรคำนึง ถึงระดับคาร์บอนมอนอกไซด์³⁰

14. เมื่อเสร็จสิ้นการผ่าตัดพิจารณาหยุดยาสลบ การทำให้ยาสลบหมดฤทธิ์คือการที่มี ventilation ที่ดีเพื่อขับ ยาดมสลบออกทางลมหายใจ เมื่อเสร็จผ่าตัด ความเจ็บปวด จะลดลงทำให้ผู้ป่วยหายใจลดลง การขับออกของยาดมสลบ ลดลง ดังนั้นช่วงที่ผู้ป่วยหายใจลดลงควรมีการช่วยหายใจ ให้เพียงพอโดยอาจเพิ่ม FGF ระยะเวลาที่ใช้และความอ้วน มีผลน้อยต่อการตื่นจากยาที่มี context sensitive half time สั้น อย่าง sevoflurane และระงับฤทธิ์ในการระงับปวดของยาดม สลบก็หมดลงด้วย ดังนั้นพิจารณาให้ยาระงับปวดในช่วงใกล้ เสร็จผ่าตัด

ปัญหาที่อาจเกิดขึ้นในช่วงนำสลบและระหว่างผ่าตัด

1. ระบบทางเดินหายใจ

1.1 การกลืนหายใจ อาจเกิดจากผู้ป่วยไม่ร่วมมือ ยอมรับกลืนไม่ได้

1.2 อาการไอ แบ่งเป็น 2 ช่วง คือในช่วงนำสลบซึ่ง พบได้น้อย สำหรับอาการไอขณะใส่อุปกรณ์ช่วยหายใจเกิด จากการประเมินระดับความลึกผิดพลาด

1.3 Laryngospasm มักเกิดจากการกระตุ้นผู้ป่วย ขณะที่ยังสลบไม่ลึกพอ

1.4 ภาวะสำลักเศษอาหาร พบในรายที่มีความเสี่ยง หรือในรายที่ช่วยหายใจไม่ดีทำให้ลมเข้ากระเพาะ

1.5 ทางเดินหายใจอุดตัน แก้ไขเปิดทางเดินหายใจ และระวังว่าผู้ป่วยอาจได้ยาดมสลบไม่เพียงพอ

1.6 ภาวะคาร์บอนไดออกไซด์คั่งในขณะผ่าตัด ถ้าให้ผู้ป่วยหายใจเองจะมีคาร์บอนไดออกไซด์คั่งเล็กน้อย เพราะระดับคาร์บอนไดออกไซด์ที่กระตุ้นให้ผู้ป่วยหายใจ จะสูงขึ้น แต่อาจเกิดจากหายใจไม่เพียงพอได้เช่นกัน

2. ระบบไหลเวียนโลหิต

2.1 ความดันโลหิตต่ำ สามารถเกิดได้ตั้งแต่ในช่วง

นำสลบ โดยเฉพาะผู้ป่วยที่มีภาวะพร่องน้ำ

2.2 ความดันโลหิตสูง จะเกิดขณะใส่ท่อช่วยหายใจ หรือขณะผ่าตัดที่ระดับความลึกไม่เพียงพอ หรืออาจเกิด ร่วมกับคาร์บอนไดออกไซด์คั่งหรือภาวะขาดออกซิเจน

2.3 หัวใจเต้นผิดปกติ การใช้ sevoflurane อาจพบ หัวใจเต้นช้าได้บ้าง³¹

3. ระบบประสาทและกล้ามเนื้อ

3.1 ผู้ป่วยตื่นช้าภายหลังการวางยาระงับความรู้สึก เป็นสิ่งที่ทุกคนกังวลใช้เทคนิคนี้เนื่องจากใช้ยาดมสลบมาก แต่การศึกษาพบว่าเมื่อใช้อย่างเหมาะสมเป็นทางเลือกที่ดี ในการวางยาสลบผู้ป่วยนอก แต่ต้องประเมินความลึกให้ เหมาะสมและไม่ควรใช้ยาดมสลบเป็น antihypertensive drug โดยอาจวัด BIS, การวัดความเข้มข้นของยาสลบในถุงลมปอด มาช่วยประเมิน

3.2 ภาวะรู้สึกตัวขณะผ่าตัด โอกาสพบน้อยเนื่องจาก ไม่ได้ให้ยาหย่อนกล้ามเนื้อทำให้สามารถประเมินความลึก ของผู้ป่วยได้แม่นยำขึ้น

3.3 อาจมีผลต่อคลื่นสมอง พบว่าทำให้เกิดคลื่น สมองคล้ายชักในเด็ก แต่ไม่มีผลเพิ่มการชักจากการใช้ยา sevoflurane นำสลบ³²

การดูแลในช่วงหลังผ่าตัด

การดูแลเหมือนการดูแลผู้ป่วยที่วางยาระงับความรู้สึก ทั่วไป เมื่อนำผู้ป่วยมาห้องพักฟื้นจะต้องทำการประเมิน สภาพผู้ป่วยโดยตรวจวัด pulse oximetry อัตราการเต้นของ หัวใจ อัตราการหายใจ ความดันโลหิต หรืออาจตรวจคลื่น ไฟฟ้าหัวใจตามความจำเป็น จะต้องดูแลผู้ป่วยต่อโดยต้อง ตรวจ vital signs ซ้ำทุก 5 นาที เป็นเวลา 15 นาที หรือ จนกว่าจะปกติและคงที่ จากนั้นตรวจซ้ำทุก 15 นาที ผู้ป่วย ทุกรายต้องให้ออกซิเจนเมื่ออยู่ในห้องพักฟื้นเพื่อป้องกัน ภาวะขาดออกซิเจน การประเมินผู้ป่วยในห้องพักฟื้นโดย การให้คะแนน (postanesthetic recovery score, PARS) จะ ทำให้สามารถดูแลผู้ป่วยได้เป็นระบบและสะดวกขึ้น สิ่ง ที่ต้องคำนึงเป็นพิเศษคือ ในเรื่องของทางเดินหายใจที่อาจเกิด จากยาดมสลบยังไม่หมดฤทธิ์

ปัญหาที่พบได้ในช่วงหลังผ่าตัด

1. คลื่นไส้ อาเจียน ซึ่งเป็นปัญหาที่พบเมื่อใช้ยาดม สลบ เป็นปัญหาที่ทำให้ผู้ป่วยนอกจำเป็นต้องนอนโรงพยาบาล การป้องกันและรักษาสามารถทำได้โดยงดหรือเลี่ยงการใช้ ยาระงับปวดกลุ่ม opioid โดยเฉพาะในรายที่เป็นผู้ป่วยนอก การใช้ไนโตรสออกไซด์เพิ่มอุบัติการณ์คลื่นไส้ อาเจียน พิจารณาให้ยา เช่น droperidol, metoclopramide, dramamine,

ondansetron เป็นต้น ป้องกันโดยการไม่งดน้ำงดอาหารผู้ป่วย นานเกินไป เมื่อผู้ป่วยฟื้นไม่ควรรีบให้ดื่มน้ำ ในรายที่เสี่ยงสูง เช่น มีประวัติคลื่นไส้อาเจียนหลังผ่าตัดมาก่อน ผ่าตัด กล้ามเนื้อตา ผ่าตัดบริเวณหู เป็นต้น อาจให้ยาป้องกันคลื่นไส้ อาเจียน

2. การเกิด post operative agitation เป็นการอะอะ โวยวาย ดิ้น พบมากในเด็กเล็กโดยเฉพาะที่ใช้ยาดมสลบ ที่ตื่นเร็ว สาเหตุอาจสัมพันธ์กับการที่ยาดมสลบทำให้ผู้ป่วย ตื่นเร็ว อาจพบตั้งแต่ร้อยละ 10-60³³ การป้องกันและรักษา โดยการไม่กระตุ้นผู้ป่วย การทำ caudal block สามารถ ลดการเกิดในเด็กได้ถึงจากร้อยละ 59 เป็นร้อยละ 4³⁴ ยา dexmedetomidine 0.3 มคก./กก. สามารถลดได้จากร้อยละ 37 เป็นร้อยละ 10³⁵ ยา ketamine 0.25 มคก./กก.³⁶ ก็ให้ผลลด เช่นกัน ส่วนยากลุ่ม benzodiazepine, opioid ไม่สามารถช่วยลดอุบัติการณ์ได้อย่างชัดเจน^{37, 38} โดยที่ปัจจัยที่เกี่ยวข้อง คือ อายุ ความสามารถในการปรับตัวของเด็ก การผ่าตัดตา การใช้ยาดมสลบ (sevoflurane, isoflurane, desflurane) การให้ ยาระงับปวด³⁹

3. อาการปวด พบได้ในทุกเทคนิคในการวางยาระงับ ความรู้สึก แต่การใช้เทคนิคนี้ต้องคำนึงถึงเนื่องจากเมื่อยาสลบ หมดยุติผู้ป่วยก็จะเริ่มปวด ดังนั้นจึงควรให้ยาระงับปวด ในช่วงทำยาดมสลบ หรือเมื่อเสร็จการผ่าตัดทันที ซึ่งไม่ พบว่าทำให้ผู้ป่วยตื่นช้าแต่อย่างใด

สรุป

การวางยาสลบด้วยเทคนิค VIMA เป็นวิธีหนึ่งที่สามารถ ใช้ได้อย่างปลอดภัย แต่อย่างไรก็ตามต้องเลือกใช้ในผู้ป่วยที่ เหมาะสม และมีความเข้าใจในการใช้ยาดมสลบอย่างเหมาะสม

เอกสารอ้างอิง

1. Watson KR, Shah MV. Clinical comparison of 'single agent' anaesthesia with sevoflurane versus target controlled infusion of propofol. Br J Anaesth 2000; 85:541-6.
2. Aguilera IM, Patel D, Meakin GH, Masterson J. Perioperative anxiety and postoperative behavioral disturbances in children undergoing intravenous or inhalation induction of anaesthesia. Paediatr Anaesth 2003; 13:501-7.
3. Van den Berg AA, Chitty DA, Jones RD, Sohel MS, Shahen A. Intravenous or inhaled induction of anesthesia in adults? An audit of preoperative patient preferences. Anesth Analg 2005; 100:1422-4.

4. Eger EI 2nd. Characteristics of anesthetic agents used for induction and maintenance of general anesthesia. Am J Health Syst Pharm 2004;61 Suppl 4:S3-10.
5. Eger EI 2nd, Eisenkraft JB, Weiskopf RB. Clinical applications of inhaled anesthetics. In Eger EI 2nd, Eisenkraft JB, Weiskopf RB, eds. The pharmacology of inhaled anesthetics. 3rd eds. California: Baxtor Health Corporation, 2003:227-59.
6. Eger EI 2nd. Uptake and distribution. In: Miller RD, ed. Miller's Anesthesia. 6th ed. Tokyo: Churchill Livingstone, 2005:131-55.
7. Sonner JM, Antognini JF, Dutton RC, Flood P, Gray AT, Harris RA, et al. Inhaled anesthetics and immobility: mechanisms, mysteries, and minimum alveolar anesthetic concentration. Anesth Analg 2003; 97:718-40.
8. Kodaka M, Johansen JW, Sebel PS. The influence of gender on loss of consciousness with sevoflurane or propofol. Anesth Analg 2005; 101:377-81.
9. Tercan E, Kotanoglu MS, Yildiz K, Dogru K, Boyaci A. Comparison of recovery properties of desflurane and sevoflurane according to gender differences. Acta Anaesthesiol Scand 2005; 49:243-7.
10. Eger EI 2nd, Shafer SL. Tutorial: context-sensitive decrement times for inhaled anesthetics. Anesth Analg 2005; 101:688-96.
11. Ghatge S, Lee J, Smith I. Sevoflurane: an ideal agent for adult day-case anesthesia? Acta Anaesthesiol Scand 2003; 47:917-31.
12. Eger EI 2nd. Age, minimum alveolar anesthetic concentration, and minimum alveolar anesthetic concentration-awake. Anesth Analg 2001; 93:947-53.
13. Eger EI 2nd, Eisenkraft JB, Weiskopf RB. MAC. In Eger EI 2nd, Eisenkraft JB, Weiskopf RB, eds. The pharmacology of inhaled anesthetics. 3rd eds. California: Baxtor Health Corporation, 2003:21-32.
14. Joshi GP. Inhalational techniques in ambulatory anesthesia. Anesthesiol Clin North America 2003; 21:263-72.
15. Myles PS, Leslie K, Silbert B, Paech MJ, Peyton P. A review of the risks and benefits of nitrous oxide in current anaesthetic practice. Anaesth Intensive Care 2004; 32:165-72.
16. Yurino M, Kimura H. A comparison of vital capacity breath and tidal breathing techniques for induction of anaesthesia with high sevoflurane concentrations in nitrous oxide and oxygen. Anaesthesia 1995; 50:308-11.

17. Yurino M, Kimura H. Efficient inspired concentration of sevoflurane for vital capacity rapid inhalation induction technique. *J Clin Anesth* 1995; 7:228-31.
18. Muzi M, Robinson BJ. Induction of anesthesia and tracheal intubation with sevoflurane in adults. *Anesthesiology* 1996; 85:536-43.
19. Agnor RC, Sikich N, Lerman J. Single breathing vital capacity rapid inhalation induction in children: 8% sevoflurane versus 5% halothane. *Anesthesiology* 1998; 89:379-84.
20. Baker CE, Smith I. Sevoflurane: a comparison between vital capacity and tidal breathing techniques for the induction of anaesthesia and laryngeal mask airway placement. *Anaesthesia* 1999; 54:841-4.
21. Knaggs CL, Drummond GB. Randomized comparison of three methods of induction of anaesthesia with sevoflurane. *Br J Anaesth* 2005; 95:178-82.
22. Fukumoto M, Arima H, Ito S, Takeuchi N, Nakano H. Distorted perception of smell by volatile agents facilitated inhalational induction of anesthesia. *Paediatr Anaesth* 2005; 15:98-101.
23. Fernandez M, Lejus C, Rivault O et al. Single-breath vital capacity rapid inhalation induction with sevoflurane: feasibility in children. *Paediatr Anaesth* 2005; 15:307-13.
24. Yogendran S, Prabhu A, Hendy A, et al. Vital capacity and patient controlled sevoflurane inhalation result in similar induction characteristics. *Can J Anaesth* 2005; 52:45-9.
25. Martin-Larrauri R, Gilsanz F, Rodrigo J, Vila P, Ledesma M, Casimiro C. Conventional stepwise vs. vital capacity rapid inhalation induction at two concentrations of sevoflurane. *Eur J Anaesthesiol* 2004; 21:265-71.
26. Goldman LJ. Anesthetic uptake of sevoflurane and nitrous oxide during an inhaled induction in children. *Anesth Analg* 2003; 96:400-6.
27. Wappler F, Frings DP, Scholz J, Mann V, Koch C, Schulte am Esch J. Inhalational induction of anaesthesia with 8% sevoflurane in children: conditions for endotracheal intubation and side-effects. *Eur J Anaesthesiol* 2003; 20:548-54.
28. Schwartz D, Connelly NR, Gutta S, Freeman K, Gibson C. Early intravenous cannulation in children during sevoflurane induction. *Paediatr Anaesth* 2004; 14:820-4.
29. Aouad MT, Sayyid SS, Zalaket MI, Baraka AS. Intravenous lidocaine as adjuvant to sevoflurane anesthesia for endotracheal intubation in children. *Anesth Analg* 2003; 96:1325-7.
30. Coppens MJ, Versichelen LF, Rolly G, Mortier EP, Struys. The mechanisms of carbon monoxide production by inhalational agents. *Anaesthesia* 2006; 61:462-8.
31. Roodman S, Bothwell M, Tobias JD. Bradycardia with sevoflurane induction in patients with trisomy 21. *Paediatr Anaesth* 2003; 13:538-40.
32. Constant I, Seeman R, Murat I. Sevoflurane and epileptiform EEG changes. *Paediatr Anaesth* 2005; 15:266-74.
33. Lerman J. Inhalational anesthetics. *Paediatr Anaesth* 2004; 14:380-3.
34. Aouad MT, Kanazi GE, Siddik-Sayyid SM, Gerges FJ, Rizk LB, Baraka AS. Preoperative caudal block prevents emergence agitation in children following sevoflurane anesthesia. *Acta Anaesthesiol Scand* 2005; 49:300-4.
35. Ibacache ME, Munoz HR, Brandes V, Morales AL. Single-dose dexmedetomidine reduces agitation after sevoflurane anesthesia in children. *Anesth Analg* 2004; 98:60-3.
36. Abu-Shahwan I, Chowdary K. Ketamine is effective in decreasing the incidence of emergence agitation in children undergoing dental repair under sevoflurane general anesthesia. *Paediatr Anaesth* 2007; 17:846-50.
37. Malmgren W, Akesson J. Similar excitation after sevoflurane anaesthesia in young children given rectal morphine or midazolam as premedication. *Acta Anaesthesiol Scand* 2004; 48:1277-82.
38. Demirbilek S, Tugal T, Cicek M, Aslan U, Sizanli E, Ersoy MO. Effects of fentanyl on the incidence of emergence agitation in children receiving desflurane or sevoflurane anaesthesia. *Eur J Anaesthesiol* 2004; 21:538-42.
39. Voepel-Lewis T, Malviya S, Tait AR. A prospective cohort study of emergence agitation in the pediatric postanesthesia care unit. *Anesth Analg* 2003; 96:1625-30.

