บทความพิเศษ

การล้างหลอดลมและถุงลมในผู้ป่วยเด็ก

จิตลัดดา ดีโรจนวงศ์*

Deerojanawong J. Bronchoalveolar lavage in children. Chula Med J 1998 Feb;42(2): 71-89

Bronchoalveolar lavage (BAL) is a useful method for sampling fluid from the airways and alveoli. Its value in diagnosing opportunistic pulmonary infections in immunocompromised children has been established. The application of BAL in children has rapidly expanded to the diagnosis of other pulmonary disorders in immunocompetent children and has been used as a promising research tool in some pulmonary diseases. Recently, the technique of nonbronchoscopic BAL has been reported to provided a simple and effective way to obtain the BAL fluid in children with diffuse lung disease. However, the techniques of BAL, the indications for BAL and protocols for analysis of BAL fluid are still evolving. This article reviewed the techniques of BAL, both bronchoscopic and nonbronchoscopic, their common indications and complications, as well as the diagnostic and therapeutic values of BAL in children in order to establish a guideline in performing BAL and update the role of BAL in pediatric practice.

Key words : *Bronchoalveolar lavage, Children.*

Reprint request : Deerojanawong J. Department of Pediatrics, Faculty of Medicine. Chulalongkorn University, Bangkok 10330, Thailand.

Received for publication. January 1, 1998.

* ภาควิชากุมารเวชศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Bronchoalveolar lavage (BAL) เป็นเทคนิคการนำของเหลวซึ่งมักเป็นน้ำเกลือ (normal saline) ฉีดลงในทางเดินหายใจส่วนล่างและดูดกลับคืนในระยะเวลาสั้นๆ ของเหลวที่ดูดกลับคืนนี้จะประกอบด้วยเซลล์และสารต่างๆ จากถุงลมและหลอดลมส่วนปลาย ซึ่งมีประโยชน์อย่างยิ่งในการวินิจฉัยสาเหตุความผิดปกติต่างๆ ในปอดของผู้ป่วย และใช้ในการวินิจฉัยพยาธิสรีรวิทยาของการเกิดความผิดปกติต่างๆ ในทางเดินหายใจ [1-8]

การทำ BAL เริ่มมีขึ้นครั้งแรกเมื่อประมาณ 70 ปีก่อน โดยมีวัตถุประสงค์ที่จะช่วยระบายเสมหะในผู้ป่วย bronchiectasis โดยใช้ rigid bronchoscope[4] ระยะต่อมาก็มีการดัดแปลงนำเอา catheter ชนิดต่างๆ มาใช้ในการทำ lavage ที่สำคัญได้แก่ double lumen balloon anchored endobronchial catheter มาใช้ในการล้างปอด (whole lung lavage) ทีละข้าง ในการรักษาโรค alveolar proteinosis[9] และการนำ Metras catheter ซึ่งมีขนาดเล็ก ปลายทึบแสงสามารถเข้าถึงหลอดลมส่วนปลายโดยดูตำแหน่งจาก fluoroscopy และไม่ต้องให้ยาสลบ มาใช้ในการศึกษาวิจัยเซลล์ต่างๆ จากทางเดินหายใจของคนปกติ[10]

ในระยะ 20 กว่าปีนี้ หลังจากที่ fiberoptic bronchoscope (FOB) เริ่มมีใช้แพร่หลาย เทคนิคการทำ BAL โดย FOB ก็เป็นที่ยอมรับในทางคลินิกทั้งด้านการวินิจฉัย รักษาและการวิจัย มีรายงานการศึกษาในผู้ใหญ่มากมายถึงประโยชน์ในการวินิจฉัยความผิดปกติของปอด ได้แก่ diffuse interstitial lung disease[11-14] มะเร็งปอด[15] โรคติดเชื้อในปอด[16-22] และยังช่วยในการอธิบายพยาธิวิทยาอิมมูนของการเกิดหอบหืด[23,24] และ adult respiratory distress syndrome[25,26]

การทำ BAL ในเด็กเริ่มใช้แพร่หลายทางคลินิกในช่วงระยะ 10 ปีมานี้[27] ส่วนใหญ่เป็นการศึกษาเพื่อวินิจฉัยหาสาเหตุของการติดเชื้อในปอดในผู้ป่วยที่มีปัญหาภูมิคุ้มกันบกพร่อง[28-33] และใช้ศึกษาพยาธิสภาพของปอดในภาวะต่างๆ ได้แก่ หลังการผ่าตัดเปลี่ยนปอดและหัวใจ[34] และ chronic diffuse pulmonary infiltration[35-37]

แม้ว่าจะยังไม่มีการสรุปถึงข้อบ่งชี้และมาตรฐานการทำ BAL ในเด็ก ทั้งค่าปกติต่างๆ ของเซลล์และส่วนประกอบใน BAL ในเด็กก็เพิ่งเริ่มมีรายงาน[38-40] BAL ในเด็กก็เป็นที่ยอมรับทั่วไปว่าเป็นเทคนิคการทำที่ปลอดภัยและมีประโยชน์วิธีหนึ่ง การทำ BAL ในเด็กอาจทำได้โดยใช้ FOB ซึ่งเป็นวิธีมาตรฐานทั่วไป และต้องทำโดยผู้มีความชำนาญ ซึ่งมีผลดี คือสามารถเห็นรายละเอียดของหลอดลม และทราบตำแหน่งที่ทำ BAL ได้แน่ชัด[41] หรืออาจทำโดยวิธี nonbronchoscopic BAL โดยใช้สาย catheter ผ่านทางท่อช่วยหายใจ (endotracheal tube) ซึ่งสามารถทำได้โดยกุมารแพทย์ทั่วไป แต่จะได้ผลดีเฉพาะในรายที่พยาธิสภาพในปอดเป็นแบบแพร่กระจาย เนื่องจากไม่สามารถเห็นตำแหน่งของการทำ BAL ได้

ข้อบ่งชี้ทางคลินิกในการทำ BAL ในเด็ก

1. ปอดอักเสบในผู้ป่วยที่มีภูมิคุ้มกันบกพร่องเป็นข้อบ่งชี้ที่สำคัญ และมีประโยชน์มากในการวินิจฉัยการติดเชื้อฉวยโอกาส (opportunistic infection)[28-33]

2. ปอดอักเสบในผู้ป่วยที่ใช้เครื่องช่วยหายใจและไม่ตอบสนองต่อการรักษา[36,42] นอกจากการวินิจฉัยเชื้อที่เป็นสาเหตุแล้ว FOB-BAL ยังช่วยในการวินิจฉัยความผิดปกติต่าง ๆ ในหลอดลมที่อาจเป็นสาเหตุ เช่น endobronchial granuloma, หลอดลมตีบ (tracheal stenosis), bronchomalacia หรือหลอดลมถูกกดจากภายนอก[43-45]

3. ปอดอักเสบเรื้อรังหรือเป็นซ้ำในผู้ป่วยที่มีภูมิ

คุ้มกันปกติ ข้อบ่งชี้นี้ยังไม่เป็นที่ยอมรับกันทั่วไป แต่มีรายงานว่า BAL อาจช่วยในการวินิจฉัย การติดเชื้อวัณโรค[46,47] การสำลักสิ่งแปลกปลอมซ้ำ ๆ[48,49] และ pulmonary hemosiderosis[50] ได้

4. Interstitial lung disease ในผู้ป่วยเด็กเนื่องจากเป็นภาวะที่พบน้อย จึงยังไม่มีการศึกษามากนัก แต่มีรายงานว่าช่วยในการวินิจฉัย pulmonary hemosiderosis, alveolar proteinosis และ pulmonary histiocytosis x[43]

เทคนิคและวิธีการทำ BAL

1. Bronchoscopic BAL

เป็นวิธีมาตรฐานที่ทำทั่วไป โดยใช้ fiberoptic bronchoscope (FOB) ซึ่งมีข้อดีคือ สามารถใส่ FOB ตรงลงไปยังส่วนของปอดที่มีพยาธิสภาพได้โดยไม่กระทบกระแทกต่อผนังหลอดลม[51] และสามารถเห็นลักษณะของผนังหลอดลม ช่วยในการวินิจฉัยว่ามีการอักเสบหรือติดเชื้อร่วมด้วยหรือไม่[41]

อุปกรณ์

นิยมใช้ FOB ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายนอก 3.5 มม. ซึ่งจะมีช่องดูดเสมหะ (suction channel) ขนาด 1.2 มม. FOB ขนาดนี้สามารถใส่ผ่านท่อช่วยหายใจ (Endotracheal tube) ขนาดใหญ่กว่าเบอร์ 4.5 ได้โดยสะดวก[51] และสามารถทำ brush biopsy ได้ แต่ไม่สามารถใส่ transbronchial biopsy forceps หรือ protected brush ผ่าน ช่องดูดเสมหะ ขนาดเล็กนี้[48,51]

ในเด็กโต (อายุ > 6 ปี) อาจเลือกใช้ FOB ซึ่งมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายนอก 4.5 มม. และมี ช่องดูดเสมหะ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายใน 2 มม. ซึ่งเป็นขนาดที่นิยมใช้ในผู้ใหญ่และสามารถใส่ transbronchial biopsy forceps และ protected brush ผ่านได้

วิธีการทำ

การเตรียมผู้ป่วย

- ผู้ป่วยจะต้องงดน้ำและอาหารอย่างน้อย 6 ชั่วโมง (ในเด็กเล็ก งดนมเพียง 4 ชั่วโมง)

- เตรียม monitor ผู้ป่วย ควรมี pulse oximeter เพื่อ ติดตาม O_2 saturation และชีพจรผู้ป่วยโดยตลอด มีอุปกรณ์ resusitation เตรียมพร้อม และมีกุมารแพทย์ผู้ช่วยคอยเฝ้าระวังผู้ป่วยและให้การช่วยเหลือในกรณีฉุกเฉิน

- ให้น้ำเกลือทางหลอดเลือด เตรียมออกซิเจนและเครื่องดูดเสมหะให้พร้อมที่จะใช้งานได้

- การให้ยา sedate คนไข้ ขึ้นกับสภาวะของผู้ป่วยและความพร้อมของบุคลากร โดยทั่วไปในผู้ป่วยเด็กที่ไม่มีปัญหาทางการหายใจ สามารถทำได้โดยการให้ยา sedate และให้ยาชาเฉพาะที่ให้เพียงพอ[51] การให้ยา sedate คนไข้นิยมให้ทางหลอดเลือด โดยให้ meperidine 1-2 mg/kg หรือ fentanyl 1-2 mcg/kg (ขนาดสูงสุดไม่เกิน 3 mcg/kg) ร่วมกับ midazolam 0.05-0.15 mg/kg (ขนาดสูงสุดไม่เกิน 0.2 mg/kg) ควรเริ่มให้ทีละน้อยจนผู้ป่วยหลับ[48,51] การ sedate ที่เพียงพอเป็นสิ่งจำเป็น เพื่อให้ผู้ป่วยสงบ แต่ยังหายใจด้วยตนเองได้เพียงพอ การให้ midazolam ต้องระมัดระวังในเด็กเล็ก โดยเฉพาะเด็กต่ำกว่า 6 เดือน เพราะจะกดการหายใจได้มาก[43]

ในผู้ป่วยที่มีปัญหาทางการหายใจหรือมีภาวะพร่องออกซิเจน (hypoxia) นิยมการวางยาสลบ และช่วยหายใจทาง face mask, laryngeal mask หรือ endotracheal tube และจะต้องมี adapter พิเศษ ซึ่งมีรูให้ FOB ผ่านได้พอดี เพื่อสามารถช่วยหายใจได้ในขณะทำ BAL

ในบางสถาบัน นิยมให้ atropine เป็น premedication ด้วย โดยเฉพาะผู้ป่วยที่วางยาสลบ เพื่อลดภาวะหัวใจเต้นช้าจาก vagovagal reflex และช่วยลดเสมหะในหลอดลม[7] มีรายงานว่า ในผู้ป่วยที่ได้ atropine จำนวนของเหลวที่ได้กลับคืนจากการทำ BAL มีมากกว่ากลุ่มที่ไม่ได้ atropine[52]

- การให้ยาชาเฉพาะที่เป็นสิ่งจำเป็นและต้องให้ปริมาณมากพอ นิยมใช้ xylocaine jelly ป้ายบริเวณจมูกในผู้ป่วยที่ต้องใส่ FOB ผ่านทางจมูก หลังจากนั้นจะให้ในรูปของ xylocaine 1% ฉีดผ่าน ช่องดูดเสมหะของ FOB ตำแหน่งที่มีความจำเป็นมากคือกล่องเสียง แม้ในรายที่ได้รับการวางยาสลบ เพราะอาจเกิดการหดเกร็งของกล่องเสียง (laryngospasm) ได้ นอกจากนี้ยังควรให้ในหลอดลมโดยเฉพาะบริเวณ carina และแขนงทั้ง 2 ของหลอดลม เพื่อลดการไอ และการหดเกร็งของหลอดลมจากรีเฟล็กซ์ จำนวน xylocaine ที่ใช้ทั้งหมดไม่ควรเกิน 5-7 mg/kg[51]

วิธีการ

เมื่อใส่ FOB ลงไปยังหลอดลมแล้ว ควรเริ่มตรวจดูหลอดลมทั้ง 2 ข้าง เพื่อดูความผิดปกติของผนังหลอดลม รวมทั้งลักษณะ ปริมาณและสีของเสมหะ ในกรณีที่มีความผิดปกติเฉพาะที่ ควรใส่ FOB ลงไปตำแหน่งที่ผิดปกติมากที่สุด และใส่ให้ปลายกล้องตรงเข้าอุดแขนงของหลอดลมที่ผิดปกติ จนไม่สามารถเคลื่อนต่อไปได้อีก เรียกตำแหน่งนี้ว่า wedge position แล้วจึงเริ่ม lavage การอุดหลอดลมเป็นสิ่งสำคัญ เพื่อให้ของเหลวที่ lavage อยู่เฉพาะส่วนของหลอดลมที่ใต้ต่อตำแหน่งที่อุด ถ้าปลาย FOB ไม่อุดหลอดลมอาจมีของเหลวบางส่วนไหลไปหลอดลมข้างเคียง ทำให้เกิดอาการไอ และปริมาณของเหลวที่ได้กลับคืนลดลง[7,53]

ในกรณีที่ความผิดปกติเป็นกระจัดกระจาย (diffuse) ตำแหน่งที่นิยมทำ lavage คือ right middle lobe หรือ lingula lobe เนื่องจากเป็นตำแหน่งที่ง่ายต่อการ wedge มากที่สุดโดยลักษณะทางกายภาพ และจากการศึกษาพบว่าของเหลวที่ได้กลับคืนจากการlavage มีมากกว่าปอดกลีบอื่น[54] ทั้งยังมีการศึกษายืนยันว่าการทำ lavage ของปอดเพียงส่วนเดียวใน diffuse lung disease สามารถแสดงพยาธิสภาพของปอดโดยรวมได้[55,56]

ของเหลวที่ใช้ในการ lavage

นิยมใช้ nonbacteriostatic normal saline ที่อุณหภูมิห้องเพื่อความสะดวก แต่จากการศึกษาพบว่าการใช้ของเหลวที่อุณหภูมิ 37°c จะช่วยลดการเกิดการหดเกร็งของหลอดลม และมีจำนวนของเหลวที่กลับคืนในปริมาณมากขึ้น[54]

ปริมาณของเหลวที่ใช้ในการ lavage ผู้ป่วยเด็กจะขึ้นกับอาการทางคลินิกของผู้ป่วย และปรับตามน้ำหนักตัวผู้ป่วย โดยทั่วไปปริมาณรวมจะประมาณ 1-3 มล/น้ำหนักผู้ป่วยเป็นกิโลกรัม[27,48,57] หรือ 5-15% ของ FRC (functional residual capacity) ซึ่งเป็นสัดส่วนเดียวกับปริมาณที่ใช้ต่อ FRC ในผู้ใหญ่[51] การทำ lavage ในเด็กมักใส่ของเหลวเข้าไปในปอดครั้งละ 1 มล./กก. (มักไม่เกิน 20 มล./ครั้ง) และดูดกลับทันทีโดยใช้แรงดูดไม่เกิน 100-150 มม.ปรอท[27] เพื่อไม่ให้เกิดการตีบแคบของหลอดลมจากแรงดูดที่มากเกินและไม่เกิดอันตรายต่อเยื่อบุหลอดลม เมื่อดูดของเหลวจนหมดให้ทำซ้ำจนได้ปริมาณรวมตามที่ต้องการ เนื่องจากการ lavage ด้วยของเหลวปริมาณมากจะมีผลทำให้สมรรถภาพปอดลดลง ในผู้ป่วยที่มีความผิดปกติทางการหายใจมาก หรือมีภาวะพร่องออกซิเจนอยู่ มักไม่สามารถทนต่อการ lavage ปริมาณมาก ๆ ได้ อย่างไรก็ตามปริมาณรวมน้อยที่สุดไม่ควรต่ำกว่า 1 มล./กก.

โดยทั่วไปปริมาณของเหลวที่ดูดกลับควรได้ประมาณ 50% ของของเหลวที่ใส่เข้าไป การศึกษาใน

ผู้ใหญ่และเด็กพบว่า ของเหลวที่ได้กลับคืนจากการ lavage ครั้งแรก มักมีปริมาณของ epithelial cell และ neutrophil ในสัดส่วนที่มากกว่าครั้งหลัง บ่งถึงว่า ของเหลวที่ได้กลับคืนในครั้งแรกเป็นของเหลวที่ได้จากหลอดลม ส่วนของเหลวที่ได้จากครั้งหลังแสดงถึงภาวะในถุงลมมากกว่า[5,58] ในผู้ใหญ่นิยมแยกของเหลวจากการ lavage ครั้งแรกจากส่วนที่เหลือ แต่การศึกษาในเด็กเนื่องจากปริมาณของเหลวในแต่ละครั้งค่อนข้างน้อย จึงนิยมรวมของเหลวทั้งหมดไว้ด้วยกัน

2. Nonbronchoscopic BAL

เป็นวิธีการที่ดัดแปลงมาใช้ในเด็กทารกที่ใส่ท่อช่วยหายใจขนาดเล็ก ซึ่งไม่สามารถใส่ FOB เข้าไปทำ lavage มีรายงานการใช้ catheter ชนิดต่าง ๆ ใส่ผ่านท่อช่วยหายใจในเด็ก และทำ lavage พบว่าผลในการวินิจฉัยโรคใกล้เคียงกับการใช้ bronchoscopic BAL[42,59]

Grigg และคณะได้เสนอวิธีการทำ nonbronchoscopic BAL โดยใช้ สาย suction catheter และศึกษาเปรียบเทียบของเหลวที่ได้จากการ lavage โดยวิธีนี้กับ การทำ bronchoscopic BAL ในเด็กปกติ พบว่าผลที่ได้ไม่แตกต่างกัน[60]

Nonbronchoscopic BAL มีวิธีการทำเช่นเดียวกับการทำ bronchoscopic BAL ต่างกันที่อุปกรณ์ซึ่งสามารถใช้วัสดุที่หาได้ง่าย ราคาไม่แพง และสามารถทำได้โดยกุมารแพทย์ทั่วไป แม้ว่าข้อมูลที่ได้จะน้อยกว่าการทำ bronchoscopic BAL เนื่องจากไม่สามารถเห็นลักษณะความผิดปกติของผนังหลอดลม และเสมหะ ทั้งยังไม่สามารถบอกตำแหน่งที่แน่ชัดของการทำ lavage แต่ในผู้ป่วยที่มีพยาธิสภาพปอดแบบกระจาย nonbronchoscopic BAL เป็นวิธีที่ง่ายและได้ผลดีวิธีหนึ่งในการวินิจฉัยสาเหตุของโรค

อุปกรณ์

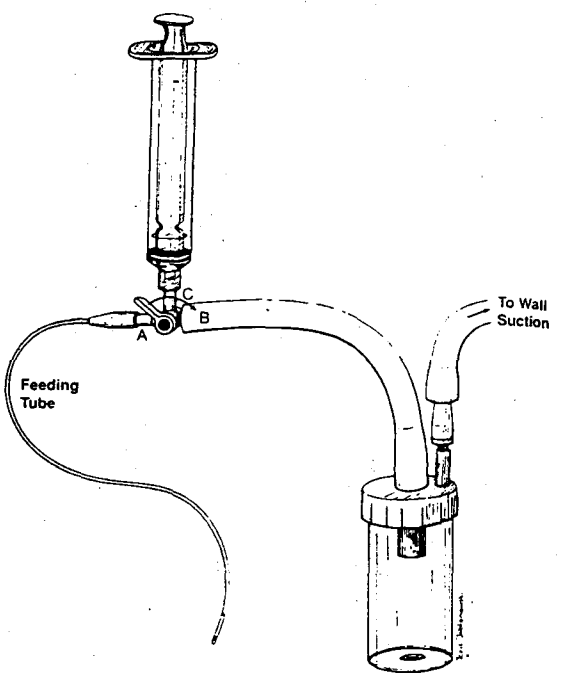
1. สาย end hole suction catheter เบอร์ 7[60] หรือ feeding tube เบอร์ 8[42] (ข้อเสียของ feeding tube คือ มีรูด้านข้างทำให้เวลาฉีดของเหลวมีรูรั่วออกเหนือตำแหน่งที่ wedge และเวลาดูดของเหลวกลับจะดูดผนังด้านข้างหลอดลม)

2. Threeway stopcock

3. Sputum tab ซึ่งควรมีความจุพอที่จะเก็บของเหลวที่ได้จากการ lavage

4. Syringe 10-20 cc จำนวน 2-3 อัน (ขึ้นกับปริมาณของเหลวที่ใช้ในการ lavage)

เตรียมอุปกรณ์โดยต่อสาย catheter เข้ากับ sputum tab และ syringe โดยผ่าน threeway ดังภาพ (รูปที่ 1) ปลายอีกข้างของ sputum tab ต่อเข้ากับเครื่องดูดเสมหะ ความแรงประมาณ 100-150 มม.ปรอท[27]



รูปที่ 1. แผนภาพแสดงเครื่องมือ nonbronchoscopic BAL.

การเตรียมคนไข้

- เช่นเดียวกับการทำ bronchoscopic BAL

- หลังจากให้ยา sedate ผู้ป่วยแล้ว ใส่ท่อช่วยหายใจขนาดที่พอเหมาะกับผู้ป่วย และตรึงท่อช่วยหายใจในตำแหน่งที่เหมาะสม

วิธีการ

- ใส่สาย catheter ผ่านทางท่อช่วยหายใจ ให้ลึกที่สุดจนไม่สามารถผ่านต่อไปได้ตำแหน่งนี้เป็นตำแหน่งที่ wedge จากนั้นเริ่มทำ lavage ด้วยปริมาณของเหลวเช่นเดียวกับการทำ bronchoscopic BAL เมื่อใส่ของเหลวหมด ปรับ threeway ให้เครื่องดูดเสมหะดูดของเหลวกลับคืนทันที เมื่อของเหลวที่ดูดกลับไม่เพิ่มขึ้นอีกให้ถอนสาย catheter ขึ้น ขณะที่ถอนสาย catheter จะต้อง off suction เสมอ เพื่อไม่ให้เสมหะตอนบนบริเวณหลอดลมปะปนกับของเหลวที่ได้จากการ lavage

- ทำซ้ำด้วยวิธีเดียวกันจนได้ปริมาณรวมที่ต้องการ

- ระหว่างทำแต่ละครั้ง ควรช่วยผู้ป่วยหายใจด้วยการ ambu 5-10 ครั้ง และเฝ้าระวังการเปลี่ยนแปลงในผู้ป่วยอย่างใกล้ชิด หลังทำควรช่วยดูดเสมหะและของเหลวที่คั่งค้างออก เมื่อผู้ป่วยหายใจดีจึงเอาท่อช่วยหายใจออกได้

ในกรณีที่ทำผ่านท่อช่วยหายใจในผู้ป่วยเด็กที่ใช้เครื่องช่วยหายใจต้องใส่สาย catheter ผ่านทาง adapter พิเศษ ซึ่งมีรูขนาดพอเหมาะให้สาย catheter ผ่านได้ ขณะที่เครื่องช่วยหายใจทำงานได้และทำการ lavage ด้วยวิธีเดียวกัน

ผลแทรกซ้อนจากการทำ BAL

การทำ BAL จัดว่าเป็นเทคนิคที่ปลอดภัย ผลแทรกซ้อนที่อาจพบได้แบ่งออกได้เป็น

1. ผลจากเทคนิคการทำ FOB ซึ่งมักขึ้นกับประสบการณ์และความชำนาญของผู้ทำ[51] ผลแทรกซ้อนที่พบได้แก่

1.1 mechanical trauma ต่อทางเดินหายใจที่พบบ่อยคือ เลือดกำเดาไหล[53,61] subglottic edema[48]

1.2 ภาวะพร่องออกซิเจน และหัวใจเต้นช้า[51,53] พบได้บ่อยในเด็กเล็กซึ่งขนาดของ FOB จะค่อนข้างใหญ่เมื่อเทียบกับทางเดินหายใจเด็ก การให้ออกซิเจนระหว่างทำ จะช่วยลดปัญหานี้[48]

1.3 ภาวะหลอดลมหดเกร็ง และกล่องเสียงหดเกร็ง[53] ซึ่งจะพบน้อยลงถ้าให้ ยาชาเฉพาะที่ ที่เพียงพอ[51]

1.4 ผลข้างเคียงจากการให้ยาชา และยา sedate[51,53] เช่น การกดการหายใจ ผื่นลมพิษ ชัก[43]

2. ผลจากการทำ lavage ส่วนใหญ่ไม่รุนแรง ได้แก่

2.1 ไข้ และหนาวสั่น พบได้ 10-40% เกิดหลังทำ 4-6 ชั่วโมง[7]

2.2 alveolar infiltration ในภาพรังสีปอดชั่วคราว พบมากขึ้นถ้าปริมาณของเหลวที่ใช้มาก[7,54]

2.3 เสียงผิดปกติในปอด เสียง crepitation มักหายไปใน 24 ชั่วโมง แต่ในรายที่มีหลอดลมไว (hyperactive airway) อาจได้ยิน wheezing เป็นสัปดาห์[62]

2.4 มีการลดลงของสมรรถภาพปอดชั่วคราว[63]

2.5 pneumothorax พบได้น้อย[42]

อย่างไรก็ดี มีรายงานผู้ป่วยเสียชีวิต 2 รายงานจากการทำ BAL รายแรกเสียชีวิตจากภาวะ sepsis ภายหลังการทำ BAL[64] และรายที่ 2 เป็นผู้ป่วย bone marrow transplant with bronchiolitis obliterans[65] เกิด pneumothorax หลังทำ BAL และ

เสียชีวิต 2 วันต่อมา

ส่วนใหญ่การทำ BAL ไม่มีปัญหาเรื่อง bleeding แต่ควรจะต้องระวังในผู้ที่มีความผิดปกติของการแข็งตัวของเลือด และแก้ไขให้ปกติก่อนทำ[51] สิ่งที่ต้องระวังมากอีกอย่างคือ การติดเชื้อ มีรายงานการแพร่เชื้อวัณโรคโดยผ่านทาง bronchoscope[66,67] การทำความสะอาด bronchoscope จึงมีความจำเป็นมากในการลดภาวะแทรกซ้อนนี้

การส่งตรวจของเหลวที่ได้จากการ lavage

เนื่องจากวัตถุประสงค์ในการทำ BAL ในเด็กส่วนใหญ่ทำเพื่อประโยชน์ในการวินิจฉัยโรคดังได้กล่าวมาแล้ว ดังนั้น การส่งตรวจที่รวดเร็วและถูกวิธีจึงเป็นสิ่งจำเป็น โดยทั่วไปนิยมแบ่งของเหลวที่ได้เพื่อการส่งตรวจต่าง ๆ ดังนี้

1. ตรวจทางห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา เพื่อทำการย้อมแกรม ย้อม AFB ย้อม KOH และเพาะเชื้อแบคทีเรีย วัณโรค เชื้อรา รวมทั้งการส่งตรวจ Antigen ของเชื้อไวรัสต่างๆ ขึ้นกับความสามารถของห้องปฏิบัติการนั้น ๆ

2. ตรวจทางพยาธิวิทยา การดูลักษณะ cytology โดยการย้อม Papanicolaou (pap smear) จะช่วยวินิจฉัยโรคต่าง ๆ โดยเฉพาะการติดเชื้อฉวยโอกาส ได้แก่ pneumocystis carinii, cytomegalovirus และเชื้อรา ซึ่งการย้อมพิเศษชนิดต่างๆ จะช่วยยืนยันการวินิจฉัยได้ นอกจากนี้ลักษณะทาง cytology ร่วมกับการย้อมพิเศษบางอย่าง ยังช่วยในการวินิจฉัยโรคอื่นๆ ซึ่งไม่ใช่การติดเชื้อได้แก่ pulmonary hemosiderosis, pulmonary histiocytosis, และ aspiration pneumonia

3. การตรวจดู cell count และ differential cell count โดยทั่วไปนิยมนับเซลโดย haemocytometer[7] หรือ counting chamber เช่นเดียวกับการนับเซลล์ในน้ำไขสันหลัง โดยนับเซลล์ที่มีนิวเคลียสทั้งหมด และรายงานเป็นจำนวนเซลล์ต่อ ลบ.ซม. การทำ differential cell count โดยทั่วไปนิยมทำโดย cytocentrifugation ด้วยเครื่อง cytospin ซึ่งปั่นที่ 1,000 รอบ เป็นเวลา 5 นาที วิธีนี้จะช่วยให้เซลล์อยู่เรียงกันเป็นจำนวนมาก สะดวกแก่การนับแยกชนิดของเซลล์ แม้ว่าจะเป็นวิธีที่มีรายงานว่าทำให้จำนวน lymphocyte ที่ได้น้อยกว่าปกติ[68] แต่ก็เป็นวิธีมาตรฐานที่ใช้กันทั่วไป ในสถานที่ไม่มีเครื่อง cytospin การทำ smear ด้วยมือก็สามารถใช้ในการย้อมเพื่อนับแยกชนิดของเซลล์ได้ โดยทั่วไปจะต้องนับเซลล์ อย่างน้อย 300 ตัวขึ้นไปในการแยกชนิดของเซลล์ต่าง ๆ และรายงานเป็นเปอร์เซ็นต์[7]

อย่างไรก็ดี ค่ามาตรฐานของ cell count และ differential cell count ในเด็กยังมีการศึกษาไม่มาก แต่ละรายงานก็มีวิธีและปริมาณของเหลวที่ใช้ในการ lavage ตลอดจนสัดส่วนของเหลวที่ได้คืน (fluid returned) ในปริมาณที่แตกต่างกัน การเปรียบเทียบค่าต่างๆ ที่ได้จึงค่อนข้างยากที่จะแปลผล ตัวอย่างค่าปกติจากการศึกษาในเด็กทั้งวิธี bronchoscopic[27, 38, 39] และ nonbronchoscopic[40] รวมทั้งค่าปกติในผู้ใหญ่ [69,70] แสดงไว้ในตารางที่ 1 จะเห็นได้ว่าจำนวนเซลล์ต่อลบ.ซม. และ differential cell count ไม่แตกต่างกันนัก แต่ในเด็กเล็กจำนวนเซลล์จะค่อนข้างสูงกว่าเด็กโตหรือผู้ใหญ่

ประโยชน์และข้อจำกัดของ BAL ในการวินิจฉัยโรคต่าง ๆ (Diagnostic values of BAL)

1. การวินิจฉัยการติดเชื้อในปอด

1.1 Bacterial pneumonia

BAL เป็นวิธีสำคัญที่ใช้ในการวินิจฉัย nosocomial pneumonia ในผู้ป่วยที่ใช้เครื่องช่วยหายใจ ซึ่งการวินิจฉัยทางคลินิกทำได้ยาก และเนื่องจากของเหลวที่ได้จาก BAL อาจถูกปนเปื้อนจากเชื้อแบคที-

ตารางที่ 1. เปรียบเทียบจำนวนเซล และชนิดของเซลจาก BAL ในเด็กปกติ และผู้ใหญ่ที่ไม่สูบบุหรี่

References	n	ชนิดของ BAL	อายุ ปี	% ของเหลวที่ได้จาก BAL	จำนวนเซล x 10^4 / ml	AM %	L %	N %	E %
Ratjen et al (1994)[38]	48	FOB	3-14	58	10.3	81.2	16.2	1.9	0.4
Riedler et al (1995)[39]	18	FOB	3/12-10	40	15.5	91.0	7.5	1.7	0.2
Midulla et al (1995)[27]	16	FOB	2/12-3	43	59.9	86.0	8.7	5.5	0.2
Heaney et al (1996)[40]	55	NB	5/12-14	35	9.5*	70.8	3.8	5.7	0.14
Baughman et al (1986)[69]	16	FOB	16-68	ND	ND	92.1	6.6	1.3	0.0
Ettensohn et al (1988)[70]	78	FOB	20-30	63	9.4	95.1	3.9	0.7	0.2

n = จำนวนประชากรที่ศึกษา BAL = bronchoalveolar lavage FOB = fiberoptic bronchoscope
AM = alveolar macrophage L = lymphocyte NB = nonbronchoscopic
N = neutrophil E = eosinophil
* พบ epithelial cell 19.6% ND = no data

เรียที่ colonized อยู่บริเวณทางเดินหายใจส่วนบน หรือท่อช่วยหายใจ การวินิจฉัยการติดเชื้อแบคทีเรียจาก BAL จึงต้องเพาะเชื้อโดยวิธี quantitative culture[1,71,72] การศึกษาในผู้ใหญ่ พบว่าจำนวนเชื้อที่มากกว่า 10^4-10^5 cfu/ml สามารถวินิจฉัย bacterial pneumonia ได้โดยมีความไว (sensitivity) ระหว่าง 75-100% และความจำเพาะ (specificity) ระหว่าง 95-100%[73] การย้อมแกรม และตรวจหา intracellular organism จากของเหลวที่ได้จาก BAL เป็นอีกวิธีที่ช่วยวินิจฉัย bacterial pneumonia ได้อย่างง่ายๆ และรวดเร็วโดยมีความไวระหว่าง 36 - 67% และความจำเพาะ 96 -100%[71,74] นอกจากนี้สัดส่วนของเซลล์ที่พบในการนับแยกเซลล์จะช่วย สนับสนุนการวินิจฉัยได้ดีขึ้นโดยมีการศึกษาพบว่าจำนวน squamous epithelial cell ในสัดส่วนที่มากกว่า 1 % บ่งถึงการปนเปื้อนจากทางเดินหายใจส่วนบน[72] ทั้งยังพบว่าจำนวนเซลที่เพิ่ม และสัดส่วนของนิวโตรฟิลที่สูงขึ้นบ่งถึงการติดเชื้อแบคทีเรีย และพบได้แม้ในเด็กที่มีภูมิคุ้มกันบกพร่องและมีจำนวนนิวโตรฟิลในเลือดต่ำ (neutropenia)[75] ซึ่งอาจอธิบายได้จากการศึกษาในสัตว์ทดลองที่พบว่าจำนวน alveolar macrophage และเซลล์ในปอดมิได้ขึ้นกับการทำงานของไขกระดูกแต่เพียงอย่างเดียว[76] อย่างไรก็ตาม การศึกษาในผู้ใหญ่พบว่า จำนวน alveolar macrophage และนิวโตรฟิล ในของเหลวจาก BAL จะลดลงในภาวะ neutropenia และ ลดลงมากขึ้นเมื่อผู้ป่วยได้ยาเคมีบำบัดอย่างแรง (intensive chemotherapy)[77] นอกจากนี้จำนวนนิวโตรฟิลที่สูงขึ้น ยังพบได้ในภาวะการติดเชื้อชนิดอื่นอีก เช่น เชื้อรา pneumocystis carinii รวมทั้งภาวะ ARDS และ active pulmonary fibrosis ด้วย[1]

1.2 วัณโรคปอด

การวินิจฉัยเชื้อวัณโรคปอดในเด็กนั้นต่างจากผู้ใหญ่เนื่องจากเด็กส่วนใหญ่ไม่สามารถไอเอาเสมหะออก การตรวจเชื้อจากเสมหะจึงทำได้ยาก การทำ gastric lavage ในเด็กมีการศึกษาว่าให้ผลในการวินิจฉัยแตกต่างกัน ตั้งแต่ 8.5 - 39%[78,79] ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความ

รุนแรงของโรค แม้ว่าจะมีรายงานในเด็กซึ่งแสดงว่า gastric lavage มีความไวในการวินิจฉัยวัณโรคมากกว่าการทำ BAL[80,81] แต่ก็มีรายงานที่ให้ผลตรงข้าม[47] การทำ FOB-BAL ในผู้ป่วยวัณโรคมีการศึกษามากในผู้ใหญ่ พบว่าช่วยเพิ่มความไวในการวินิจฉัยโรค[1] และยังสามารถวินิจฉัย endobronchial TB ด้วย ความไวในการวินิจฉัยวัณโรคจาก BAL มีรายงานแตกต่างกันตั้งแต่ 57-95%[73] สำหรับ miliary TB ซึ่งผลเพาะเชื้อจากเสมหะส่วนใหญ่ค่อนข้างต่ำ แต่ผลเพาะเชื้อจาก bronchoscopic BAL พบว่ามีความไวถึง 100%[82] มีรายงานว่าสามารถตรวจพบ epitheloid cell granuloma ได้จาก BAL ในผู้ป่วยที่เป็น miliary TB[1]

นอกจากวิธีย้อม AFB และการเพาะเชื้อจากเสมหะ หรือ BAL ซึ่งเป็นวิธีมาตรฐานในการวินิจฉัยวัณโรคแล้ว ปัจจุบันมีการคิดค้นวิธีการใหม่ ๆ ที่จะช่วยในการวินิจฉัยได้รวดเร็ว และแม่นยำขึ้น ได้แก่ Polymerase chain reaction (PCR) ซึ่งช่วยเพิ่มความไวในการวินิจฉัย และใช้กันมากขึ้นในปัจจุบัน วิธีนี้จะให้ผลบวกเฉพาะ mycobacterium tuberculosis เท่านั้น แต่อาจให้ผลบวกได้แม้ในผู้ที่เคยได้รับการรักษาไปแล้วหรือ เคยได้ PPD test โดยมิได้กำลังมีอาการของโรค[83] PCR จาก BAL ที่ให้ผลลบ มีประโยชน์ในการวินิจฉัยว่าไม่ใช่การติดเชื้อวัณโรค[83]

1.3 Pneumocystis carinii pneumonia (PCP)

BAL มีประโยชน์อย่างมากในการวินิจฉัย PCP มีรายงานว่าได้ผลตั้งแต่ 80-90% ทั้งวิธี FOB-BAL[30,84] และ nonbronchoscopic BAL[85] มีบางรายงานว่ามีความไวมากกว่า brush biopsy ด้วย[1]

วิธีมาตรฐานในการวินิจฉัย คือ การดู cytology[1,73] ซึ่งสามารถวินิจฉัยได้โดยพบ encysted sporozoites ใน alveolar cell การย้อมพิเศษด้วย methenamine silver stain ซึ่งย้อมติดสี cell wall จะช่วยให้การวินิจฉัยแม่นยำขึ้น ปัจจุบันมีวิธีการใหม่ ๆ ที่เพิ่มความไว และความจำเพาะในการวินิจฉัย ได้แก่ monoclonal antibody และ immunofluorescent ซึ่งจะสามารถเพิ่มความไวและความจำเพาะในการวินิจฉัย ในการพบเชื้อจากเสมหะและ BAL ได้สูงถึง 78% และ 100% ตามลำดับ[83] ส่วนการใช้เทคนิค PCR มีการศึกษาว่าช่วยเพิ่มความไวในการตรวจหาเชื้อจากเสมหะ แต่การตรวจหาเชื้อโดย PCR จาก BAL ได้ผลใกล้เคียงกับการตรวจทาง cytology และยังมีปัญหา false positive ซึ่งอาจเนื่องจากความไวเกินของเทคนิคนี้ที่สามารถตรวจพบเชื้อจำนวนน้อยที่ไม่ก่อให้เกิดโรคได้[86] จึงยังไม่แนะนำให้ใช้เทคนิค PCR ในการวินิจฉัย PCP จาก BAL

1.4 Fungal pneumonia

การวินิจฉัยการติดเชื้อราในเด็กที่มีภูมิคุ้มกันบกพร่องยังเป็นปัญหาสำคัญ การตรวจพบเชื้อราจากการตรวจเสมหะมีความไว และความจำเพาะต่ำมาก ส่วนใหญ่ต้องอาศัย invasive method ได้แก่ bronchial brushing, transbronchial biopsy และ open lung biopsy เพื่อให้ได้ tissue diagnosis ซึ่งเป็น gold standard[83] BAL เป็นวิธีหนึ่งที่มีความไวในการวินิจฉัยสูง มีรายงานตั้งแต่ 30-80% ขึ้นกับชนิดของเชื้อรา[73]

Aspergillosis เป็นเชื้อราที่มีความไวค่อนข้างต่ำในการวินิจฉัยด้วย BAL ทั้งการย้อมเชื้อและเพาะเชื้อ โดยมีความไวเพียง 20-53%[1] แต่มีความจำเพาะสูงถึง 97% [1] การพบเชื้อในเสมหะหรือ BAL บอกได้ว่ามี invasive aspergillosis ในทางตรงกันข้าม candida เป็นเชื้อที่มีปัญหาในด้านของความจำเพาะโดยการวินิจฉัยด้วย BAL เนื่องจากพบ asymptomatic colonization ได้ถึง 25%[73] แต่ยังไม่มีการศึกษาถึงการทำ quantitative culture เพื่อช่วยในการวินิจฉัย โดยทั่วไปการวินิจฉัย

candida pneumonia ยังต้องอาศัยหลักฐานทางพยาธิวิทยาว่าพบลักษณะการอักเสบร่วมกับพบเชื้อcandida[83]

1.5 Cytomegalovirus(CMV) pneumonia

CMV เป็นสาเหตุของ pneumonia ที่สำคัญในผู้ป่วยเด็กที่มีภูมิคุ้มกันบกพร่อง โดยเฉพาะเด็กที่ผ่าตัดเปลี่ยนอวัยวะ การวินิจฉัยที่ถูกต้องและรวดเร็วมีความสำคัญอย่างยิ่งในการดูแลรักษาผู้ป่วย การทำ BAL เป็นวิธีที่ดีที่สุดในการวินิจฉัย CMV pneumonia[1] การส่งตรวจทำได้หลายวิธี ได้แก่การตรวจทาง cytology โดย ตรวจหา inclusion body ใน alveolar macrophage วิธีนี้มีความจำเพาะสูงถึง 98% แต่มีความไวเพียง 21%[87] การเพาะเชื้อโดยวิธีมาตรฐานทั่วไปซึ่งใช้เวลาประมาณ 21 วัน มีความไวประมาณ 86-100% แต่มีความจำเพาะเพียง 70%[87] การตรวจ viral antigen โดย monoclonal antibody เป็นอีกวิธีที่ให้ผลเร็ว มีความไวสูงถึง 86% และมีความจำเพาะ 84%[1]

ตารางที่ 2. แสดงชนิดต่าง ๆ ของ alveolitis ตามความผิดปกติของเซลล์ที่พบจาก BAL และการวินิจฉัยแยกโรค

Alveolitis Type	Differential Diagnosis
Neutrophilic (increased macrophages and neutrophils)	Diseases marked by IPF, histiocytosis X, asbestosis, hypersensitivity pneumonitis, ARDS, BOOP, smoking, chronic ILD due to collagen vascular disease.
Lymphocytic (increased lymphcytes and macrophages)	Sarcoidosis, hypersensitivity pneumonitis, berylliosis, tuberculosis, lymphoma, drug-induced pneumonitis, interstitial pneumonitis due to autoimmune thyroid disease, BOOP, radiation pneumonitis, and collagen vascular disease.
Eosinophilic (eosinophils predominate)	Drug-induced interstitial lung disease, fibrosing alveolitis in systemic sclerosis, BOOP, Churg-Strauss syndrome, Loeffler's syndrome, and chronic eosinophilic pneumonitis.
Mixed (cellularity is mixed)	Late-stage sarcoidosis, drug induced pneumonitis, and rarely IPF.

IPF = Idiopathic pulmonary fibrosis, ARDS = Adult respiratory distress syndrome
BOOP = Bronchiolitis obliterans with organizing pneumonia ILD = Interstitial lung disease

จาก Emand A. Bronchoalveolar lavage: A useful method for diagnosis of some pulmonary disorders. Respir Care 1997;42:773

นอกจากนั้นเทคนิคการตรวจโดย in situ DNA hybridization ก็เป็นอีกวิธีที่ให้ผลใน 24 ชั่วโมง โดยมีความไวถึง 90% และความจำเพาะ 63%[1]

2. การวินิจฉัย non infectious interstitial lung disease อื่น ๆ

การศึกษา BAL ใน interstitial lung disease ส่วนใหญ่เป็นการศึกษาในผู้ใหญ่ ได้มีการแบ่งชนิดของ alveolitis เป็น 4 ชนิด ตามความผิดปกติของเซลล์ที่พบจาก BAL เพื่อช่วยในการวินิจฉัยโรค ดังแสดงในตารางที่ 2[1] พบว่าไม่มีความสัมพันธ์ระหว่างชนิดและความรุนแรงของความผิดปกติจากภาพรังสีปอดและผลของ BAL เนื่องจาก BAL สามารถแสดงการเปลี่ยนแปลงของเซลล์ซึ่งเกิดจากการอักเสบ (alveolitis) ก่อนที่จะเกิด fibrosis และภาพรังสีปอดก็ไม่สามารถแยกความผิดปกติที่เกิดจากการอักเสบหรือ fibrosis ออกจากกัน และการเปลี่ยนแปลงของ BAL ในผู้ป่วย interstitial lung disease บางรายพบได้ก่อนที่จะมีความผิดปกติทางภาพรังสีปอด[88]

ในเด็ก BAL ช่วยในการวินิจฉัยสาเหตุของ interstitial lung disease บางโรค จากลักษณะทาง cytology และการย้อมพิเศษที่มีรายงาน ได้แก่

2.1 pulmonary alveolar proteinosis ซึ่งวินิจฉัยได้จากสีของ BAL fluid ซึ่งขาวขุ่นเหมือนน้ำนม[1] และการย้อมติดสี periodic acid schiff (PAS) โดยไม่ติดสี alcian blue[51] พบจำนวน macrophage ลดลง และไม่พบเซลล์ซึ่งแสดงการอักเสบ[1] นอกจากนี้ยังพบระดับของ LDH ในของเหลวที่ได้จาก BAL สูงกว่าที่พบในคนปกติมาก[1]

การทำ BAL ในโรคนี้ยังใช้เป็นการรักษาซึ่งจะทำในปอดทีละข้าง หรือ ทำในปอดแต่ละกลีบ พบว่าได้ผลเช่นกัน

2.2 pulmonary hemosiderosis

วินิจฉัยได้โดยการตรวจพบ hemosiderin laden macrophages ซึ่งบ่งถึงภาวะที่มีเลือดออกเรื้อรังในปอด[51] การย้อมพิเศษด้วยสี prussian blue จะช่วยให้เห็น hemosiderin ได้ง่ายและชัดเจนขึ้น การศึกษาในผู้ใหญ่พบว่า hemosiderin laden macrophage นี้สามารถพบได้ในภาวะอื่น ๆ อีก ได้แก่ การติดเชื้อโดยเฉพาะ aspergillosis ในภาวะ chronic congestive heart failure และในคนที่สูบบุหรี่[89] แต่จะพบเพียงจำนวนน้อย การนับจำนวน hemosiderin laden macrophage จะช่วยในการวินิจฉัยแยกโรคได้[89] การจะพบ hemosiderin ใน macrophage ได้จะต้องมีเลือดออกในปอดแล้วอย่างน้อย 48 ชั่วโมง และจะหายไปได้ถ้าไม่มีเลือดออกอีก ภายใน 2-4 สัปดาห์[90]

2.3 Pulmonary histiocytosis x โดยการตรวจพบ Langerhan's cell ซึ่งมี x bodies[1] เซลนี้จะมี specific CD-1 antigen ซึ่งสามารถตรวจพบได้โดย monoclonal antibody anti T6[1] แต่การตรวจพบ CD 1 positive Langerhan's cell นี้ยังอาจพบได้ใน fibrotic lung disease อื่น และในผู้ใหญ่ที่สูบบุหรี่โดยพบในปริมาณน้อย ๆ[1]

จำนวนเซลในของเหลวที่ได้จาก BAL ในผู้ป่วยกลุ่มนี้จะเพิ่มขึ้นมาก โดยเฉพาะ macrophage และพบ Langerhan's cell ซึ่งมี x bodies ได้สูงถึง 20% เซลชนิดอื่นๆ ทั้ง neutrophil และ eosinophil ก็มีจำนวนเพิ่มขึ้น[1]

2.4 Aspiration pneumonia การตรวจพบ lipid laden macrophage ช่วยสนับสนุนการวินิจฉัย[91] แต่ก็อาจพบได้ในโรคอื่น ๆ อีก

ประโยชน์อื่น ๆ ของการทำ BAL ในเด็ก

1. ในด้านการรักษา ที่เป็นที่ยอมรับได้แก่ การ

ทำ BAL ในการรักษา alveolar proteinosis ดังกล่าวมาแล้ว นอกจากนี้ ก็มีรายงานการทำ BAL เพื่อรักษาผู้ป่วย cystic fibrosis ซึ่งมีเสมหะอุดตันและมีปอดแฟบ[92] แต่ยังไม่มีการศึกษาเปรียบเทียบกับการรักษาทั่วไปโดยการให้ยาปฏิชีวนะและกายภาพบำบัด

2. ในด้านการวิจัย BAL เป็นวิธีที่สำคัญที่ใช้ในการวิจัย และค้นหาความรู้เกี่ยวกับพยาธิวิทยาของการเกิดความผิดปกติเรื้อรังของปอดที่สำคัญในเด็ก ได้แก่ bronchopulmonary dysplasia, adult respiratory distress syndrome, cystic fibrosis และ asthma[51]

สรุป

BAL ในเด็กเป็นเทคนิคที่ได้รับการยอมรับว่ามีความปลอดภัยและมีประโยชน์ในการวินิจฉัยความผิดปกติของปอด โดยเฉพาะการวินิจฉัยการติดเชื้อในผู้ป่วยที่มีภูมิคุ้มกันบกพร่อง การทำ FOB-BAL เป็นเทคนิคที่มีประโยชน์มากเพราะสามารถเห็นความผิดปกติต่าง ๆ ภายในทางเดินหายใจ และเลือกตำแหน่งของการทำ lavage ได้แน่นอน ช่วยเพิ่มความแม่นยำในการวินิจฉัย แต่เนื่องจากเป็นเทคนิคที่ต้องใช้เครื่องมือพิเศษซึ่งราคาแพง และต้องอาศัยความชำนาญของผู้ทำ ประโยชน์ของการทำ FOB-BAL จึงอยู่ในวงจำกัด การทำ nonbronchoscopic BAL เป็นวิธีหนึ่งที่กุมารแพทย์ทั่วไปสามารถดัดแปลงไปใช้ได้ในผู้ป่วยที่มีความผิดปกติแบบกระจัดกระจาย (diffuse infiltration) ซึ่งตำแหน่งของการ lavage ไม่มีผลต่อการวินิจฉัย

การส่งตรวจของเหลวที่ได้จาก BAL ก็เป็นปัญหาสำคัญประการหนึ่ง เทคนิคบางอย่าง เช่น PCR การเพาะเชื้อไวรัส และการตรวจ monoclonal antibody เป็นวิธีที่ต้องใช้เทคนิคยุ่งยาก ค่าใช้จ่ายสูง และทำได้ในวงจำกัด เทคนิคมาตรฐานที่ทำได้ในโรงพยาบาลทั่วไป คือ การเพาะเชื้อแบคทีเรียโดยวิธี quantitative และการตรวจทาง cytology มีความไว และความจำเพาะสูงพอที่จะช่วยวินิจฉัยสาเหตุของความผิดปกติในปอดของผู้ป่วย จึงเป็นวิธีที่กุมารแพทย์ทั่วไปน่าจะพิจารณาทำการตรวจแต่เนิ่น ๆ ในผู้ป่วยที่มีภูมิคุ้มกันบกพร่อง หรือ ผู้ป่วยที่ใช้เครื่องช่วยหายใจร่วมกับความผิดปกติในปอดที่ไม่ตอบสนองต่อการรักษา เพื่อให้ได้การวินิจฉัยจำเพาะ ที่รวดเร็วขึ้น ช่วยลดการใช้ board spectrum antibioticโดยไม่จำเป็นเป็นการประหยัดค่าใช้จ่าย และลดผลแทรกซ้อนต่าง ๆ ที่อาจเกิดจากการใช้ยาได้

อย่างไรก็ตาม การทำ BAL ยังเป็นวิธีที่ค่อนข้าง invasive และอาจเกิดผลแทรกซ้อนที่ร้ายแรงได้ เทคนิคการทำที่ถูกต้อง การเฝ้าระวังผู้ป่วยอย่างใกล้ชิดขณะทำ และการดูแลรักษาความสะอาดของเครื่องมือเป็นหัวใจสำคัญที่ต้องคำนึงถึงเสมอ เพื่อให้ได้ประโยชน์ในการวินิจฉัยสูงสุดโดยไม่มีผลแทรกซ้อนต่อผู้ป่วย

อ้างอิง

1. Emad A. Bronchoalveolar lavage: a useful method for diagnosis of some pulmonary disorders. Respir Care 1997;42:765-90
2. Henderson AJW. Bronchoalveolar lavage. Arch Dis Child 1994 Mar;70 (3):167-9
3. Kvale PA. Bronchoscopic biopsies and bronchoalveolar lavage. Chest Surg Clin North Am 1996 May;6 (2):205-22
4. Reynolds HY. State of the art. Bronchoalveolar lavage. Am Rev Resp Dis 1987 Jan;135 (1):250-63
5. Walters EH, Gardiner PV. Bronchoalveolar lavage as a research tool. Thorax 1991 Sep;46 (9):613-8

6. Davis GS. Bronchoalveolar lavage and the technological dilemma. Am Rev Respir Dis 1986 Feb;133 (2): 181-3
7. Technical recommendations and guidelines for bronchoalveolar lavage (BAL). Report of the European Society of Pneumology Task Group. Eur Respir J 1989 Jun;2 (6):561-85
8. Crystal RG, Reynolds HY, Kalica AR. Bronchoalveolar lavage. The report of an international conference. Chest 1986 Jul; 90 (1):122-31
9. Ramirez RJ, Schultz RB, Dutlon RE. Pulmonary alveolar proteinosis. A new technique and rational of treatment. Arch Intern Med 1963;112:419-31
10. Finley TN, Swenson EW, Curran WS, Huber GL, Labman AJ. Bronchoalveolar lavage in normal subjects and patients with obstructive lung disease. Ann Intern Med 1967 Apr;66 (4): 651-8
11. Daniele RP, Elias JA, Epstein PE, Rossman MD. Bronchoalveolar lavage: role in pathogenesis, diagnosis, and management of interstitial lung diseases. Ann Intern Med 1985 Jan;102 (1): 93-108
12. Witt C, Dorner T, Hiepe F, Borges AC, Fietze I, Baumann G. Diagnosis of alveolitis in interstitial lung manifestation in connective tissue disease: importance of late inspiratory crackles, 67 galluim scan and bronchoalveolar lavage. Lupus 1996 Dec;5 (6):606-12
13. Spertini F, Aubert JD, Leimgruber A. The potential of bronchoalveolar lavage in the prognosis and treatment of connective-vascular diseases. Clin Ep Rheumatol 1996 Nov-Dec;14 (6): 681-8
14. Raghu G. Interstitial lung disease: a diagnostic approach. Are CT scan and lung biopsy indicated in every patient ? Am J Respir Crit Care Med 1995 Mar;151 (3 pt 1): 909-14
15. Debeljak A, Mermolja M, Sorli J, Zupancic M, Zorman M, Remskar J. Bronchoalveolar lavage in the diagnosis of peripheral primary and secondary malignant lung tumors. Respiration 1994;61 (4): 226-30
16. Sanchez Nieto JM, Carillo Alcarez A. The role of bronchoalveolar lavage in the diagnosis of bacterial pneumonia. Eur J Clin Microbiol Infect Dis 1995 Oct; 14 (10): 839-50
17. von Eiff M, Zuhlsdorf M, Ross N, Thomas M, Buchner T, Van de Lor J. Pulmonary infiltrates in patients with haematologic malignancies: clinical usefulness of non-invasive bronchoscopic procedures. Eur J Haematol 1995 Mar;54 (3):157-62
18. Stover DE, Zaman MB, Hajdu SI, Lange M, Gold J, Armstrong D. Bronchoalveolar lavage in the diagnosis of diffuse pulmonary infiltrates in the immunosuppressed host. Ann Intern Med 1984 Jul; 101 (1):1-7
19. Sternberg RI, Baughman RP, Dohn MN,

First MR. Utility of bronchoalveolar lavage in assessing pneumonia in immunosuppressed renal transplant recipients. Am J Med 1993 Oct;95 (4): 358-64

20. Croce MA, Fabian TC, Schurr MJ, Boscarino R, Pritchard FE, Minard G, Patton JH Jr. Using bronchoalveolar lavage to distinguish nosocomial pneumonia from systemic inflammatory response syndrome: a prospective analysis. J Trauma 1995 Dec;39 (6): 1134-9
21. Valles J, Rello J, Fernandez R, Blanch L, Baigorri F, Mestre J, Matas L, Marin A. Role of bronchoalveolar lavage in mechanically ventilated patients with suspected pneumonia. Eur J Clin Microbiol Infect Dis 1994 Jul;13 (7): 549-58
22. Kahn FW, Jones JM. Diagnosing bacterial respiratory infection by bronchoalveolar lavage. J Infect Dis 1987 May;155 (5): 862-9
23. Smith DL, Deshazo RD. Bronchoalveolar lavage in asthma. An update and perspective. Am Rev Respir Dis 1993 Aug;148 (2): 523-32
24. Ferguson AC, Whitelaw M, Brown H. Correlation of bronchial eosinophil and mast cell activation with bronchial hyperresponsiveness in children with asthma. J Allergy Clin Immunol 1992 Oct; 90 (4 pt 1): 609-13
25. Hallman M, Maasilta P, Sipila I, Tahvanainen J. Composition and function of pulmonary surfactant in adult respiratory distress syndrome. Eur Respir J 1989 Mar;2 (Suppl):104S-108S
26. Modig J. Adult respiratory distress syndrome. Pathophysiology and inflammatory mediators in bronchoalveolar lavage. Prog Clin Biol Res 1989;308:17-25
27. Midulla F, Villani A, Merolla R, Bjermer L, Sandstrom T, Ronchetti R. Bronchoalveolar lavage studies in children without parenchymal disease: cellular constituent and protein levels. Pediatr Pulmonol 1995 Aug; 20 (2): 112-8
28. de Blic H, McKelvie P, Le Bourgeois M, Blanche S, Benoist MR. Value of bronchoalveolar lavage in the management of severe acute pneumonia and interstitial pneumonitis in the immunocompromised child. Thorax 1987 Oct;42 (10): 759-65
29. Winthop AL, Waddell T, Superina RA. The diagnosis of pneumonia in the immunocompromised child: use of bronchoalveolar lavage. J Pediatr Surg 1990 Aug;25 (8): 878-80
30. Frankel LR, Smith DW, Lewiston NJ. Bronchoalveolar lavage for diagnosis of pneumonia in the immunocompromised child. Peadiatrics 1988 Jun;81 (6): 785-8
31. Mc Cubbin MM, Trigg ME, Hendricker CM, Wagener JS. Bronchoscopy with bronchoalveolar lavage in the evaluation of pulmonary complications of bone marrow transplantation in children. Pediatr

Pulmonol 1992 Jan;12 (1):43-7

32. Stokes DC, Shenep JL, Parham D, Bozeman PM, Marienchek W, Mackert PW. Role of flexible bronchoscopy in the diagnosis of pulmonary infiltrates in pediatric patients with cancer. J Pediatr 1989 Oct; 115 (4): 561-7

33. Pattishall EN, Noyes BE, Orenstein DM. Use of bronchoalveolar lavage in immunocompromised children with pneumonia. Pediatr Pulmonol 1988;5 (1): 1-5

34. Mallory GB Jr. Major medical complications of lung transplantation: a pediatric perspective. Semin Thoracic Cardiovasc Surg 1996 Jul;8 (3): 305-12

35. Fan LL, Lung MC, Wagener JS. The diagnostic value of bronchoalveolar lavage in immunocompetent children with chronic diffuse pulmonary infilrates. Pediatr Pulmonol 1997 Jan;23 (1): 8-13

36. Riedler J, Grigg J, Robertson CF. Role of bronchoalveolar lavage in children with lung disease. Eur Respir J 1995 Oct;8 (10): 1725-30

37. Yagoda MR, Stavola J, Ward R, Steinberg C, Jones J. Role of bronchoalveolar lavage in hospitalized pediatric patients. Ann Otol Rhinol Laryngol 1996 Nov; 105 (11): 863-7

38. Ratjen F, Bredendiek M, Brendel M, Meltzer J, Costabel U. Differential cytology of bronchoalveolar lavage fluid in normal children. Eur Respir J 1994 Oct;7 (10): 1865-70

39. Riedler J, Grigg J, Stone C, Tauro G, Robertson CF. Bronchoalveolar lavage cellularity in healthy children. Am J Respir Crit Care Med 1995 Jul;152 (1): 163-8

40. Heaney LG, Stevenson EC, Turner G, Cadden IS, Taylor R, Shields MD, Emuis M. Investigating paediatric airways by non bronchoscopic lavage: normal cellular data. Clin Exp Allergy 1996 Jul;26 (7): 799-806

41. Timsit JF, Misset B, Azoulay E, Renaud B, Garrouste-Orgeas M, Carlet J. Usefulness of airway visualization in the diagnosis of nosocomial pneumonia in ventilated patients. Chest 1996 Jul;110 (1): 172-9

42. Koumbourlis AC, Kurland G. Nonbronchoscopic bronchoalveolar lavage in mechanically ventilated infants: technique, efficacy, and applications. Pediatr Pulmonol 1993 Apr;15 (4): 257-62

43. de Blic J, Scheinmann P. Fiberoptic bronchoscopy in infants. Arch Dis Child 1992 Feb;67 (2): 159-61

44. Schellhase DE, Graham LM, Fise EJ, Sparks LM, Fan LL. Diagnosis of tracheal injury in mechanically ventilated premature infants by flexible bronchoscopy. A pilot study. Chest 1990 Nov;98 (5): 1219-25

45. Shinwell ES, Higgins RD, Auten RL, Shapiro DL. Fiberoptic bronchoscopy in the treatment of intubated neonates. Am J Dis Child 1989 Sep;143 (9): 1064-5

46. de Gracia J, Curull V, Vidal R, Riba A, Orriols R, Martin N, Morell F. Diagnostic value of bronchoalveolar lavage in suspected pulmonary tuberculosis. Chest 1988 Feb;93 (2): 329-32

47. Norrman E, Keistinen T, Uddenfeldt M, Rydstrom PO, Lundgren R. Bronchoalveolar lavage is better than gastric lavage in the diagnosis of pulmonary tuberculosis. Scand J Inf Dis 1988;20 (1):77-80

48. Gibson NA, Coutts JAP, Paton JY. Flexible bronchoscopy under 10 kg. Respir Med 1994 Feb;88 (2): 131-4

49. Moran JR, Block SM, Lyerly AD, Brooks LE, Dillard RG. Lipid-laden alveolar macrophage and lactose assay as markers of aspiration in neonates with lung disease. J Pediatr 1988 Apr;112 (4): 643-5

50. Levy J, Wilmott RW. Pulmonary hemosiderosis. Pediatr Pulmonol 1986 Nov-Dec;2 (6):384-91

51. Regelmann WE, Elliott GR. Bronchoalveolar lavage. In: Hilman BC, ed. Pediatric Respiratory Disease: Diagnosis and treatment. Philadelphia: W.B. Saunders, 1993:116-22

52. Pirozynski M, Silwinski P, Polubiez M. Atropine influences bronchoalveolar lavage induced arterial oxygen desaturation. Eur Respir J 1988:1 (Suppl 2);312

53. Wood RE. Bronchoscopy. In: Loughlin GM, Eigen H, eds. Respiratory Disease in Children: Diagnosis and Management. Baltimore: William & Wilkins, 1994: 117-33

54. Pingleton AK, Harrison GF, Stechschulte DJ, et al. Effect on location, pH and temperature of instillate in bronchoalveolar lavage in normal volunteers. Am Rev Respir Dis 1983;128:1035-7

55. Garcia JGN, Wolven RG, Garcia PL, Keogh BA. Assessment of interlobar variation of bronchoalveolar cellular differentials in interstitial lung disease. Am Rev Respir Dis 1986 Mar;133 (3): 444-9

56. Peterson MW, Nugent KM, Jolles H, Monick M, Hunninghake GW. Uniformity of bronchoalveolar lavage in patients with sarcoidosis. Am Rev Respir Dis 1988 Jan;137 (1): 79-84

57. Ratjen F, Bruch J. Adjustment of bronchoalveolar lavage volume to body weight in children. Pediatr Pulmonol 1996 Mar;21 (3): 184-8

58. Pohunek P, Pokorna H, Striz I. Comparison of cell profiles in separately evalvated fractions of bronchoalveolar lavage (BAL) fluid in children. Thorax 1996 Jun;51 (6): 615-8

59. Alpert BE, O'Sullivan BP, Panitch HB. Nonbronchoscopic approach to bronchoalveolar lavage in children with artificial airways. Pediatr Pulmonol 1992 May; 13 (1): 38-41

60. Grigg J, Riedler J, Robertson C. Broncho-

alveolar lavage of children without pulmonary pathology using a wedge suction catheter. Am J Respir Crit Care Med 1994;149:A372

61. Birriel JA, Jr, Adams JA, Saldana MA, Mavunda K, Goldfinger S, Vermon D, Holzman B, McKey RM Jr. Role of flexible bronchoscopy and broncho-alveolar lavage in the diagnosis of pediatric acquired immunodeficiency syndrome-related pulmonary disease. Pediatrics 1991 Jun;87 (6): 897-9
62. Wardlaw AJ, Collins JV, Kay AB. Mechanisms in asthma using the technique of bronchoalveolar lavage. Int Arch Allergy Appl Immunol 1987;82 (3-4): 518-25
63. Tilles TS, Goldenheim PD, Ginns LC, Hales CA. Pulmonary function in normal subjects and patients with sarcoidosis after bronchoalveolar lavage. Chest 1986 Feb;89 (2): 244-8
64. de Fijter JW, van der Hoeven JG, Eggelmeijer F, Meinders AE. Sepsis syndrome and death after bronchoalveolar lavage. Chest 1993 Oct;104 (4):1296-7
65. Cazzadori A, Di Perri GD, Bonora S, Lanzafame M, Allegranzi B, Concia E. Fatal pneumothorax complicating BAL in a bone marrow transplant recipient with bronchiolitis obliterans.Chest 1997 May;111 (5): 1468-9
66. Nelson KE, Larson PA, Schraufnagel DE, Jackson J. Transmission of Tuberculosis by flexible fiberbronchoscopes. Am Rev Respir Dis 1983 Jan;127 (1): 97-100
67. Bezel R, Salfinger M. Brandli O. The transmision of mycobacteria through the fiberoptic bronchoscope. Schweiz Med Wochenschr. 1985 Sep;115 (39): 1360-5
68. Laviolette M, Carreau M, Coulombe R. Bronchoalveolar lavage cell differential on microscope glass cover. A simple and accurate technique. Am Rev Respir Dis 1988 Aug;138 (2): 451-7
69. Baughman R, Strohofer S, Kim CK. Variation of differential cell counts of broncho-alveolar lavage fluid. Arch Pathol Lab Med. 1986 Apr;110 (4): 341-3
70. Ettensohn DB, Jankowski MJ, Duncan PG, Lalor PA. Bronchoalveolar lavage in normal volunteer subjects 1. Technical aspects and intersubjects variability. Chest 1988 Aug;94 (2): 275-80
71. Thorpe JE, Baughman RP, Frame PT, Wesseler TA, Staneck JL. Bronchoalveolar lavage for diagnosing acute bacterial pneumonia. J Infect Dis 1987 May;155 (5): 855-61
72. Kahn FW, Jones JM. Diagnosing bacterial respiratory infection by bronchoalveolar lavage. J Infect Dis 1987 May;155 (5): 862-9
73. Baselski VS, Wunderink RG. Bronchoscopic diagnosis of pneumonia. Clin Microbiol Rev 1994 Oct;7 (4): 533-58

74. Marquette CH, Copin MC, Wallet F, Neviere R, Saulnier F, Mathieu D, Durocher A, Ramon P. Diagnostic tests for pneumonia in ventilated patients: prospective evaluation of diagnostic accuracy using histology as a diagnostic gold standard. Am J Respir Cri Care Med 1995 Jun; 151 (6):1878-88

75. Ratjen F, Costabel U, Havers W. Differential cytology of bronchoalveolar lavage fluid in immunosuppressed children with pulmonary infiltrates. Arch Dis Child 1996 Jun;74 (6): 507-11

76. Tarling JD, Lin HS, Hsu S. Self-renewal of pulmonary alveolar macrophages: evidence from radiation chimera studies. J Leuk Biol 1987 Nov;42 (5): 443-6

77. Cordonnier C, Escudier E, Verra F, Brochard L, Bernaudin JF, Fleury-Feith J. Bronchoalveolar lavage during neutropenic episodes: diagnostic yield and cellular pattern. Eur Respir J 1994 Jan;7 (1): 114-20

78. Starke JR, Taylor-Watts KT. Tuberculosis in the pediatric population of Houston, Texas. Pediatrics 1989 Jul;84 (1): 28-35

79. Fox TG. Occult Tuberculous infection in children. Tubercle 1977;58:91-96

80. Somu N, Swaminathan S, Paramasivan CN, Vijayasekarn D, Chandrabhooshanam A, Vijayan VK, Prabhakar R. Value of bronchoalveolar lavage and gastric lavage in the diagnosis of pulmonary tuberculosis in children. Tuber Lung Dis 1995 Aug; 76 (4): 295-9

81. Abadco DL. Steiner P. Gastric lavage is better than bronchoalveolar lavage for isolation of Mycobacterium tuberculosis in childhood pulmonary tuberculosis. Pediatr Infect Dis J 1992 Sep;11 (9): 735-8

82. Baughman RP, Dohn MN, Loudon RG, Frame PT. Bronchoscopy with broncho-alveolar lavage in tuberculosis and fungal infections. Chest 1991 Jan;99 (1): 92-7

83. Shelhamer JH, Gill VJ, Quinn TC, Crawford SW, Kovacs JA, Masur H, Ognibene FP. The laboratory evaluation of opportunistic pulmonary infections. Ann Intern Med 1996 Mar 15;124 (6): 585-99

84. Bye MR, Bernstein L, Shah K, Ellaurie M, Rubinstein A. Diagnostic bronchoalveolar lavage in children with AIDS. Pediatr Pulmonol 1987 Nov-Dec;3 (6): 425-8

85. Mann JM, Altus CS, Webber CA, Smith PR, Muto R, Heurich AE. Nonbronchos-copic lung lavage for diagnostic of opportunistic infection in AIDS. Chest 1987 Mar;9 (3): 319-22

86. Leibovitz E, Pollack H, Moore T, Papellas J, Gallo L, Krasinski K, Borkowsky W. Comparison of PCR and standard cytological staining for detection of

Pneumocystis carinii from respiratory specimens from patients with or at high risk for infection by Human Immunodeficiency virus. J Clin Microbiol 1995 Nov;33 (11): 3004-7

87. Paradis IL, Grgurich WF, Dummer JS, Dekker A, Dauber JH. Rapid detection of cytomegalovirus pneumonia from lung lavage cells. Am Rev Respir Dis 1988 Sep; 138 (3): 697-702

88. Nugent KM, Peterson MW, Jolles H, Monick MM, Hunninghake GW. Correlation of chest roentgenograms with pulmonary function and bronchoalveolar lavage in interstitial lung disease. Chest 1989 Dec;96 (6): 1224-7

89. Grebski E, Hess T, Hold G, Speich R, Russi E. Diagnostic value of hemosiderin-containing macrophages in bronchoalveolar lavage. Chest 1992 Dec;102 (6): 1794-99

90. Sherman JM, Winnic G, Thomassen MJ, et al. Time course of hemosiderin production and clearance by human pulmonary macrophages. Chest 1984;86:409-11

91. Columbo JL, Hallberg TK. Recurrent aspiration in children: lipid-laden alveolar macrophage quantitation. Pediatr Pulmonol 1987 Mar-Apr; 3 (2): 86-9

92. Quick C, Warwick W: Bronchoscopy and lavage in management of pulmonary complications of cystic fibrosis. Chest 1978;73(5):755-8