

การนำส่งยาและอุปกรณ์สูดพ่นยาสำหรับโรคหืดและโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง (Drug delivery and Inhaler devices used in asthma and chronic obstructive pulmonary disease)

พิสิษฐ์ หรือสมบุญ*

*สาขาวิชาเภสัชกรรม
คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา
อำเภอเมืองพะเยา จังหวัดพะเยา 56000
Email: pisit.ru@up.ac.th

บทคัดย่อ

โรคหืดและโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังยังคงเป็นโรคที่พบได้บ่อยในปัจจุบัน ปัจจัยต่าง ๆ ส่งเสริมให้โรคมักมีการดำเนินไปอย่างต่อเนื่องจนทำให้ผู้ป่วยบางรายอาจมีอาการไม่คงที่ ส่งผลต่อคุณภาพชีวิต และความสามารถในการดำรงชีวิตได้ แม้จะมีการศึกษาค้นคว้า ยาชนิดใหม่ ๆ แต่การใช้ยาสูดพ่นยังคงเป็นช่องทางหลักในการรักษาโรคหืด และโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังที่ให้ผลการรักษาดีกว่าการบริหารยาแบบอื่น แต่ในการดูแลรักษา ผู้ป่วยกลับพบปัญหาจากการใช้ยาสูดพ่นที่ไม่ถูกต้อง ปัญหาดังกล่าวจึงยังเป็นประเด็นหลักที่ทำนายเภสัชกรที่ดูแลผู้ป่วยโรคหืด และโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง ซึ่งเป็นผู้มีบทบาทหลักในการแนะนำเทคนิคสูดยาที่ถูกต้องให้กับผู้ป่วย โดยในปัจจุบัน นโยบายการส่งเสริมให้ผู้ป่วยโรคไม่ติดต่อเรื้อรังสามารถรับยาที่ร้านยาใกล้บ้าน ส่งผลให้เภสัชกรร้านยาเข้ามามีส่วนร่วมในการดูแลผู้ป่วยมากขึ้น การให้คำแนะนำการใช้ยาสูดพ่นหรือเทคนิคการสูดพ่นยาที่ถูกต้องจึงไม่ใช่เรื่องไกลตัวอีกต่อไป

บทความนี้ จะกล่าวถึงกลไกการสะสมของยาในระบบทางเดินหายใจ และแนะนำอุปกรณ์นำส่งยาชนิดต่าง ๆ ที่พบได้บ่อย และอุปกรณ์ชนิดใหม่ ข้อดีของอุปกรณ์นำส่งยาแต่ละชนิด รวมถึงข้อจำกัด และข้อผิดพลาดที่มักพบจากการสูดพ่นยาในผู้ป่วย โดยขอเน้นย้ำถึงอุปกรณ์ประเภท pressurized metered dose inhaler และ dry powder inhaler ซึ่งเภสัชกรมีบทบาทมากในการแนะนำเทคนิคการใช้ยาสูดพ่นที่ถูกต้อง

คำสำคัญ ยาสูดพ่น, inhaler device, pressurized metered dose inhaler, dry powder inhaler

บทความการศึกษาต่อเนื่อง
จำนวน 3.5 หน่วยกิต
รหัสกิจกรรม 10110-1-000-001-12-2562
วันรับรอง 24 ธ.ค. 62

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อได้อ่านบทความแล้ว ผู้อ่านสามารถ

1. อธิบายลักษณะอุปกรณ์สูดพ่นยาแต่ละชนิด
2. ระบุข้อดี-ข้อเสีย และข้อผิดพลาดที่พบจากการใช้
อุปกรณ์สูดพ่นยาแต่ละชนิด

บทนำ

โรคหืดและโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังยังคงเป็นโรคที่พบได้บ่อยในปัจจุบัน นอกจากปัจจัยจากพันธุกรรมของผู้ป่วยแต่ละราย การรับสัมผัสมลพิษในอากาศ ทั้งควันจากการเผาไหม้ต่าง ๆ รวมถึงควันบุหรี่ต่างมีผลส่งเสริมให้โรคมีการดำเนินไปอย่างต่อเนื่อง ผู้ป่วยบางรายอาจมีอาการคงที่ ขณะที่ผู้ป่วยบางรายอาจมีอาการกำเริบจนต้องรับการรักษาเป็นผู้ป่วยใน ซึ่งมีสาเหตุส่วนหนึ่งมาจากการใช้ยาควบคุมอาการชนิดสูดพ่นไม่ถูกต้อง ขณะที่บางรายอาจมีปัญหาความร่วมมือในการใช้ยาจากความไม่เข้าใจ หรือได้รับผลข้างเคียงจากยาที่ได้รับ นอกจากนี้ ในปัจจุบันยังมีการส่งเสริมให้ผู้ป่วยโรคไม่ติดต่อเรื้อรังสามารถรับยารที่ร้านยาใกล้บ้าน เภสัชกรร้านยาจึงมีส่วนร่วมในการดูแลผู้ป่วยกลุ่มนี้มากขึ้น โดยมีส่วนช่วยดูแลเทคนิคการสูดพ่นยาของผู้ป่วยให้ถูกต้องยิ่งขึ้น ช่วยค้นหาและแก้ไข รวมถึงส่งเสริมความร่วมมือในการใช้ยาให้ต่อเนื่อง ซึ่งจะส่งผลให้การใช้ยาให้ผลการรักษาที่ดีต่อไป

การบริหารยาเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจโดยใช้อุปกรณ์สูดพ่นยาเป็นช่องทางสำคัญในการรักษาโรคในระบบทางเดินหายใจ โดยการใช้อุปกรณ์สูดพ่นยาแบบพกพาได้มีการพัฒนาขึ้นครั้งแรกในปี ค.ศ. 1956 ในรูปแบบ pressurized Metered Dose Inhaler (pMDI) และถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลาย ขณะเดียวกัน

ก็มีการพัฒนาอุปกรณ์ให้มีคุณสมบัติในการปลดปล่อยอนุภาคยาให้ดีขึ้นตามการศึกษาที่เพิ่มขึ้น[1] จนถึงจุดเปลี่ยนแปลงครั้งใหญ่ของอุปกรณ์สูดพ่นยาชนิด pMDI คือการประกาศสนธิสัญญาสากล Montreal protocol ซึ่งรณรงค์ให้งดใช้สาร chlorofluorocarbons (CFCs) ทั่วโลก เนื่องจากสารดังกล่าวมีผลทำลายโอโซนในชั้นบรรยากาศ จึงเกิดการพัฒนาสสูตรตำรับใหม่ของยาชนิด pMDI ขึ้นโดยใช้สาร hydrofluoroalkane (HFA) เป็นสารขับเคลื่อนยาแทน ซึ่งนอกจากไม่มีผลให้เกิดอาการเย็นวบบในคอ (Cold Freon) เหมือนสาร CFC และยังทำให้ความเร็วในการปลดปล่อยละอองยาลดลง และขนาดอนุภาคลดลง ผลทั้งหมดจึงช่วยให้อนุภาคที่มีตัวยาสำคัญเข้าไปสะสมในปอด (lung deposition) ได้เพิ่มขึ้น[1, 2] ต่อมาจึงมีการพัฒนายาสูดพ่นในรูปแบบ Dry Powder Inhalers (DPI) ในปี ค.ศ.1987 มีการใช้ multidose DPI device ในยา กลุ่ม inhaled glucocorticosteroid (ICS) ชนิดแรก คือ ยา budesonide[1] ข้อจำกัดของยาสูดจำพวก DPI คือแรงที่ใช้สูดยา (Inspiration flow rate) ซึ่งอุปกรณ์แต่ละชนิดต้องการแรงสูดที่แตกต่างกัน ดังนั้น การเกิดประสิทธิภาพจากการใช้ยาสูดพ่นนั้น จึงไม่ได้ขึ้นอยู่กับ การเลือกยา หรือปรับยาให้เข้ากับอาการของผู้ป่วยเท่านั้น แต่ยังขึ้นอยู่กับ การเลือกอุปกรณ์ให้เหมาะสม กับความร่วมมือและความสามารถในการสูดยาของผู้ป่วย ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่ช่วยให้ยาเข้าสู่ตำแหน่งออกฤทธิ์ได้ดี จึงส่งผลให้ประสิทธิภาพของการใช้ยาเกิดได้มาก และผู้ป่วยได้รับผลข้างเคียงจากการใช้นาน้อยที่สุดด้วย เภสัชกรจึงควรเข้าใจการออกฤทธิ์ของยาในทางเดินหายใจ และเข้าใจการทำงานของอุปกรณ์สูดพ่นยาชนิดต่าง ๆ ที่มีความหลากหลายในท้องตลาด เพื่อให้คำแนะนำวิธีการสูดยาให้กับผู้ป่วยได้ถูกต้องต่อไป

เนื่องจากระดับยาที่ตรวจวัดได้ในเลือดไม่สัมพันธ์กับการออกฤทธิ์ของยาที่ปอด แต่การวัดระดับความเข้มข้นของยาในเนื้อเยื่อปอดนั้นทำได้ยากมาก การศึกษาส่วนใหญ่จึงคาดการณ์จากคุณสมบัติทางเภสัชจลนศาสตร์ของยาที่บริหารยาผ่านอุปกรณ์นำส่งยาให้อยู่ในรูปแบบอนุภาคยาแขวนลอยในอากาศ (aerosol) และการตอบสนองของร่างกายหลังได้รับยาเป็นข้อมูลเพื่อวัดประสิทธิภาพของยา[3] ข้อมูลจากการศึกษาจึงถูกนำมาใช้ออกแบบการนำส่งยาในรูปแบบต่างๆ โดยมีเป้าหมายเพื่อให้ยาสูดพ่นไปถึงตำแหน่งออกฤทธิ์ได้

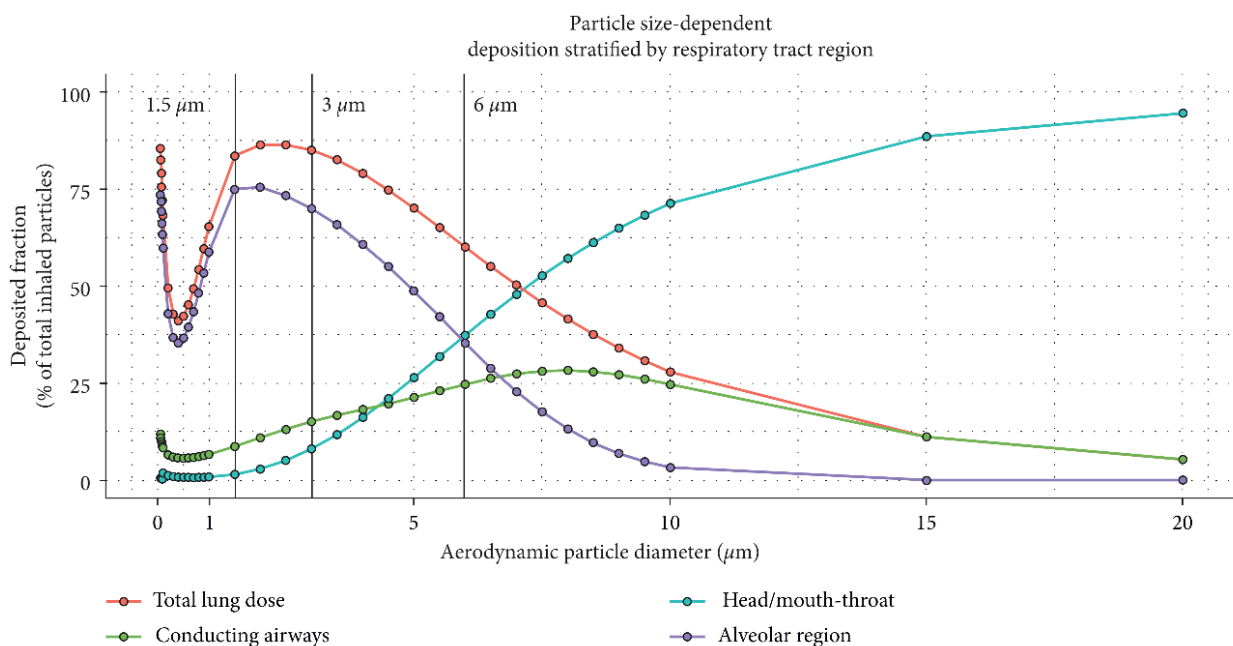
จากที่ได้กล่าวมา เภสัชกรจึงควรทบทวนความรู้เรื่องอุปกรณ์สูดพ่นยา และเทคนิคการสูดยาที่ถูกต้อง ในบทความนี้ขอกล่าวถึงกลไกการออกฤทธิ์ของยาในทางเดินหายใจ อุปกรณ์นำส่งยาชนิดต่าง ๆ ที่พบได้บ่อยและอุปกรณ์นำส่งยาชนิดใหม่ รวมถึงข้อจำกัดและข้อผิดพลาดที่มักพบจากการสูดพ่นยาในผู้ป่วย

2. ปัจจัยทางเภสัชจลนศาสตร์ที่มีผลต่อการออกฤทธิ์ของยาที่บริหารผ่านระบบทางเดินหายใจ

ยาสูดพ่นชนิดและรูปแบบต่าง ๆ ที่บริหารยาเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจมีปัจจัยที่มีผลต่อการออกฤทธิ์ของยาหลายประการ ดังนี้

2.1 ขนาดอนุภาคยา (Particle size) และการสะสมของอนุภาคยา (Droplet deposition)

ขนาดของอนุภาคเป็นปัจจัยสำคัญที่สุดที่มีผลต่อการสะสมของยาในตำแหน่งออกฤทธิ์ อุปกรณ์นำส่งยาประเภทให้กำเนิดอนุภาคยาที่มีคุณสมบัติ aerodynamic ขนาดอนุภาค (aerodynamic particle diameter) แตกต่างกันระหว่าง 0.5-35 μm [4] เมื่อผู้ป่วยสูดพ่นยา ยาส่วนหนึ่งจะเกิดการตกค้างอยู่กับอุปกรณ์สูดพ่นยา ส่วนปริมาณยาที่เหลือจะเคลื่อนที่ออกจากอุปกรณ์นำส่งยาเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจ และเกิดการสะสม (aerosol deposition) ในตำแหน่งต่างๆตามขนาดของอนุภาค ดังแสดงในรูปที่ 1 ดังนี้ [4]

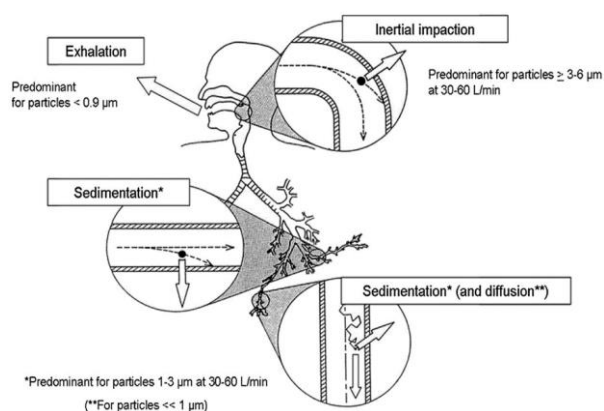


รูป 1 ขนาดอนุภาคยาที่เคลื่อนที่ และเกิดการสะสมในตำแหน่งต่าง ๆ ในทางเดินหายใจ [1]

1. ขนาดใหญ่กว่า 10 μm อนุภาคยาเคลื่อนที่ไปสะสมบริเวณ oropharynx
2. ขนาดระหว่าง 5-10 μm อนุภาคยาเคลื่อนที่ไปสะสมบริเวณ trachea และหลอดลมขนาดใหญ่
3. ขนาดระหว่าง 1-5 μm อนุภาคยาเคลื่อนที่ไปสะสมที่บริเวณทางเดินหายใจส่วนล่าง
4. ขนาดน้อยกว่า 0.5 μm อนุภาคยาประพฤติตัวเหมือนแก๊ส และเคลื่อนออกจากทางเดินหายใจเมื่อหายใจออก

ดังนั้น ขนาดอนุภาคของยาที่มีโอกาสเข้าสู่ทางเดินหายใจส่วนล่างและเกิดการสะสมในปอดได้มากที่สุดควรมี aerodynamic diameter ประมาณ 1.5–5 μm [3, 4] ขนาดอนุภาคดังกล่าวจึงเป็นเป้าหมายในการออกแบบการปลดปล่อยยาในอุปกรณ์ต่าง ๆ ขณะที่อนุภาคยาขนาดใหญ่ที่สะสมอยู่ในช่องปากหรือในลำคอจะถูกกลืนลงสู่ทางเดินอาหาร และอนุภาคยาที่มีขนาดเล็กมากที่ไม่เกิดการสะสมในทางเดินหายใจจะถูกพาออกมาพร้อมลมหายใจออก [5]

อนุภาคยาเมื่อเคลื่อนที่เข้าสู่ระบบทางเดินหายใจ จะเกิดการสะสมในตำแหน่งต่าง ๆ ด้วย 3 กลไก[4] ดังแสดงในรูปที่ 2 ได้แก่ Inertial impaction, Gravitational sedimentation และ Brownian diffusion



รูป 2 กลไกการสะสมของอนุภาคยาในระบบหายใจ[5]

นอกจากนี้ อีกปัจจัยที่มีผลต่อการสะสมยาคือความเร็วที่อนุภาคยาถูกปลดปล่อยออกมาจากอุปกรณ์ อุปกรณ์ที่ปลดปล่อยยาด้วยความเร็วสูงหรือผู้ป่วยที่สูดยาด้วยแรงสุดที่มากเกินไปอาจทำให้ยาเกิดการสะสมที่ช่องปาก และลำคอได้มากกว่าในปอด

2.2 การละลายของยาใน lung fluids

หลังจากยาเกิดการสะสมที่ปอดแล้ว ยาจะเกิดการละลายเข้าสู่ epithelial-lining fluids กระบวนการนี้มีปัจจัยที่เกี่ยวข้องคือ สูตรตำรับของยา คุณสมบัติทางฟิสิกส์เคมีของยาและปัจจัยทางกายภาพ ยาที่ถูกละลาย และอยู่ในรูปอิสระ (free form) จะถูกดูดซึมได้อย่างรวดเร็ว ขณะที่ยาที่ต้องการให้ออกฤทธิ์นานอาจปรับสูตรตำรับให้ยาเกิดการละลายได้ช้าลง แต่อาจถูกกำจัดด้วยกระบวนการ mucociliary clearance ได้เช่นกัน epithelial-lining fluids ในแต่ละตำแหน่งมีลักษณะที่แตกต่างกัน บริเวณทางเดินหายใจส่วนบนมีลักษณะเป็น biphasic gel-aqueous mucus layer ขณะที่บริเวณถุงลมจะมีลักษณะเป็น alveolar lining fluid ร่วมกับ pulmonary surfactant[3]

ความหนาและส่วนประกอบของชั้น pulmonary lining fluid เป็นอีกปัจจัยที่มีผลต่อการละลายของยา การต้องการให้ยาออกฤทธิ์ที่ตำแหน่งใดจึงอาจออกแบบได้จากคุณสมบัติของตัวยา และการปรับปรุงสูตรตำรับของยาร่วมกัน

2.3 กระบวนการ Mucociliary clearance และ macrophage clearance

ในหลอดลมยาที่ถูกสะสมแต่ไม่ถูกดูดซึมจะถูกกำจัดโดย mucociliary clearance ซึ่งเป็นกลไกของร่างกายในการกำจัดสิ่งแปลกปลอม เช่น ฝุ่น และแบคทีเรีย cilia จะทำหน้าที่โบกพัดเอาเยื่อเมือกที่มีสิ่งแปลกปลอมติดอยู่ขึ้นมาทาง pharynx อนุภาคยาที่

ถูกขับขึ้นมาจากหลอดเลือดสู่ทางเดินอาหารต่อไป ยาที่สะสมบริเวณหลอดเลือดส่วนต้นจะถูกกำจัดอย่างรวดเร็ว ขณะที่ยาที่สะสมบริเวณหลอดเลือดขนาดเล็กส่วนปลายอาจใช้เวลามากกว่าในการเคลื่อนที่ขึ้นตามลำดับ และขณะเคลื่อนที่ขึ้นมาก็อาจมีกระบวนการดูดซึมยาไปด้วย ทั้งนี้กระบวนการดังกล่าวในผู้ป่วยอาจเกิดได้ซ้ำเนื่องจากมีชั้น mucus ที่หนาและมีความเหนียวกว่าภาวะปกติจากกลไกของโรค[3]

ส่วนยาที่เคลื่อนที่ไปสะสมที่ alveoli จะถูกกำจัดโดยกระบวนการ phagocytosis ของ alveolar macrophages จากนั้นจึงถูกกำจัดโดยขนส่งไปยัง lung-draining lymph nodes กระบวนการนี้เกิดขึ้นช้ามาก บริเวณนี้ยาส่วนใหญ่จึงเกิดการละลายได้ก่อนถูกกระบวนการกำจัดยาดังกล่าวทำลาย[3]

2.4 การดูดซึมยาเข้าสู่เนื้อเยื่อปอด (Absorption to lung tissue)

ยาที่เกิดการละลายเข้าสู่ epithelial-lining fluids และรอดพ้นจากการถูกกำจัดออกจากทางเดินหายใจจะเกิดกระบวนการดูดซึมเข้าสู่ lung tissue ยาที่มีคุณสมบัติละลายได้ดีในไขมัน (lipophilic drugs) จะถูกดูดซึมอย่างรวดเร็วโดยแพร่ผ่าน epithelial cells ส่วนยาที่มีคุณสมบัติละลายได้ดีในน้ำ ชนิดที่มีขนาดเล็กอาจถูกดูดซึมผ่านรูที่เป็นทางเข้าออกของสารน้ำใน intercellular gap junctions นอกจากนี้คุณสมบัติของยาแล้ว คุณสมบัติทางกายภาพของผู้ป่วย เช่น พื้นที่ผิวของ alveolar space ระบบไหลเวียนโลหิตที่มาหล่อเลี้ยง รวมถึงความหนาของชั้น epithelial cells ก็มีผลต่อการดูดซึมยาเช่นกัน[3]

2.5 การคงอยู่ของยาในเนื้อเยื่อ (Pulmonary tissue retention) และการเปลี่ยนแปลงยาที่ปอด (pulmonary metabolism)

ยาจะคงอยู่ในเนื้อเยื่อของทางเดินหายใจได้ โดยมีปัจจัยส่วนหนึ่งขึ้นอยู่กับความสามารถในการละลายของยาในเนื้อเยื่อ (pulmonary tissue partition coefficient) รวมถึงความสามารถในการจับกับเนื้อเยื่อนั้น (tissue affinity) และยังมีผลจากการจับกับตัวรับได้นาน และปฏิกิริยาของยากับ membrane lipid bilayers นอกจากนี้ บริเวณปอดยังมีเอนไซม์ที่ทำลายยาอยู่ แม้จะเกิดการทำลายได้น้อยกว่าในระบบทางเดินอาหารและในตับก็ตาม[3]

2.6 การกำจัดยา (Absorptive drug clearance)

การกำจัดยาออกจากเนื้อเยื่อปอดเป็นกระบวนการสุดท้ายที่เกิดขึ้นในการบริหารยาทางปอด กระบวนการนี้ขึ้นอยู่กับระบบไหลเวียนโลหิตเป็นหลัก ยาที่เคลื่อนที่เข้ามาถึง alveoli จะถูกดูดซึมจากเนื้อเยื่อปอดเข้าสู่ระบบไหลเวียนโลหิตเพื่อเกิดกระบวนการทำลายหรือทำให้ยาหมดฤทธิ์ (absorptive clearance) ได้ง่ายกว่ายาที่มีการสะสมในหลอดเลือด เนื่องจากบริเวณ alveoli มีการไหลเวียนโลหิตสูงสุด มีพื้นที่ผิวมาก และเป็นตำแหน่งที่ epithelium บางมาก ทำให้ยาที่เกิดการละลายและสะสมใน alveoli คงอยู่ได้สั้นมากส่งผลให้ airway selectivity ของยาในบริเวณนี้น้อยกว่าในหลอดเลือด จึงอาจกล่าวได้ว่าการดูดซึมของยาที่ alveoli อาจไม่มีบทบาทในกระบวนการออกฤทธิ์ของยาที่ปอด[3]

ทั้งนี้เพื่อให้ยาเกิดผลข้างเคียงจากการออกฤทธิ์ในระบบไหลเวียนโลหิตน้อยที่สุด ยาที่ใช้สูตรพ่นจึงควรมี bioavailability ต่ำ เพื่อลดการดูดซึมยาเมื่อยาถูกกลืนลงสู่ทางเดินอาหารและยาที่ถูกดูดซึมเข้าสู่ระบบไหลเวียนโลหิตควรถูกทำลายอย่างรวดเร็ว[3]

จากที่ได้กล่าวมา ยาที่บริหารเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจต้องผ่านกระบวนการต่างๆมากมาย ปัจจัยทั้งหมดต่างมีผลต่อการออกฤทธิ์ของยาและประสิทธิภาพการรักษาทั้งสิ้น ดังนั้นนอกจากการตั้ง

เภสัชตำรับ คุณสมบัติทางกายภาพ และคุณสมบัติทางเคมีของยาแล้ว การออกแบบอุปกรณ์นำส่งยาเพื่อให้ขนาดอนุภาคยา และปริมาณที่เหมาะสมก็เป็นอีกปัจจัยที่มีความสำคัญมาก ซึ่งจะได้กล่าวถึงในหัวข้อต่อไป

3. อุปกรณ์นำส่งยา (Inhaler devices)

เมื่อเภสัชกรได้ศึกษาทำความเข้าใจถึงปัจจัยทางเภสัชจลนศาสตร์ของการบริหารยาเข้าสู่ทางเดินหายใจแล้ว ประเด็นต่อมาที่มีความสำคัญต่อการออกฤทธิ์ของยา คืออุปกรณ์นำส่งยา การออกแบบอุปกรณ์นำส่งยาที่ดี จะช่วยให้ขนาดอนุภาคยาเหมาะสมกับการเข้าไปยังตำแหน่งที่ต้องการให้ยาออกฤทธิ์ และอุปกรณ์นำส่งยาที่ดี ไม่ควรมีวิธีใช้ที่ซับซ้อนมากเกินไป จนอาจก่อความสับสน หรือไม่สะดวกกับผู้ป่วยบางราย นอกจากนี้ อุปกรณ์ควรต้องการแรงสูดที่เหมาะสมกับผู้ป่วยที่มีความผิดปกติของการทำงานของปอด โดยแรงสูดเฉลี่ยจากการหายใจปกติ (tidal breathing in seated position) ในเพศชาย และเพศหญิง เท่ากับ 18 และ 13 L/min ตามลำดับ[1] แต่การนำพายาเข้าสู่ทางเดินหายใจต้องใช้แรงสูดมาก ซึ่งผู้ป่วยที่มีโรคทางเดินหายใจอาจไม่สามารถสูดยาได้เมื่อใช้อุปกรณ์ที่ต้องการแรงสูดมาก ปัจจัยเหล่านี้จึงเป็นสิ่งที่ต้องคำนึงถึงเสมอเมื่อต้องเลือก หรือประเมินการใช้อุปกรณ์สูดยาให้ผู้ป่วยแต่ละราย โดยอุปกรณ์นำส่งยาแต่ละชนิดต่างมีจุดเด่น และจุดด้อยแตกต่างกัน ดังนั้นความสามารถในการสูดยาของผู้ป่วยเมื่อใช้อุปกรณ์ชนิดหนึ่ง อาจไม่สามารถนำไปใช้คาดเดาว่าสามารถสูดยาด้วยอุปกรณ์ชนิดอื่นได้

อุปกรณ์นำส่งยาในท้องตลาดมีความหลากหลายมาก ในบทเรียนนี้ จะขอกล่าวถึงเพียงอุปกรณ์ประเภท pMDI และ DPI ที่พบได้บ่อย ซึ่งเภสัชกรมีบทบาทสำคัญในการให้คำแนะนำ และประเมินการใช้อย่างถูกต้องให้กับผู้ป่วย ดังนี้

3.1 Pressurized metered dose inhalers (pMDIs)

อุปกรณ์ประเภทนี้สามารถนำส่งสู่ทางเดินหายใจได้ร้อยละ 15-50 จากปริมาณยาที่ถูกปลดปล่อยออกมา[4, 6] โดยยาถูกบรรจุในกระบอกบรรจุ (canister) และปลดปล่อยยาเป็นละอองฝอยตามขนาดที่กำหนดในปริมาณที่ผู้ผลิตระบุ (± 20 ครั้ง) [7] อุปกรณ์ประเภท pMDI มีทั้งชนิดที่ใช้เป็นยาบรรเทาอาการ และใช้เป็นยาควบคุมอาการ โดยประเภทที่ใช้เป็นยาควบคุมอาการอาจมีส่วนเสริมที่ระบุปริมาณยาเหลือ (dose counter) ช่วยให้ผู้ป่วยตรวจสอบปริมาณยาเหลือได้ง่าย สำหรับอุปกรณ์ที่ใช้เป็นยาควบคุมอาการที่ไม่มีตัวนับปริมาณยาเหลือ ควรแจ้งให้ผู้ป่วยทราบว่ายาดังกล่าวสามารถใช้ได้กี่ครั้ง และแนะนำให้บันทึกจำนวนครั้งที่ใช้ หรืออ้างอิงจากจำนวนวันที่ใช้ได้โดยคำนวณจากจำนวนกวดที่ใช้ต่อวัน เนื่องจากตัวยาสำคัญอาจหมดก่อน แต่ผู้ป่วยส่วนใหญ่มักใช้ยาต่อจนกว่าจะกวดไม่ออก ซึ่งทำให้ผู้ป่วยได้รับแต่สารขับเคลื่อนยา จึงมีโอกาที่ผู้ป่วยไม่ได้รับตัวยาสำคัญจนส่งผลต่อการควบคุมอาการได้

แรงสูดที่เหมาะสมสำหรับอุปกรณ์ชนิด pMDI ขั้นต่ำสุดที่ยอมรับได้เท่ากับ 10 L/min แต่มีการศึกษาในอุปกรณ์ที่ใช้ HFA พบว่าแรงสูดที่ 30 L/min มีผลให้ยาเกิดการสะสมในช่องปากและลำคอได้น้อยกว่าที่แรงสูด 15 L/min แต่ยังไม่มีการศึกษาที่ระบุได้อย่างชัดเจน ผู้เชี่ยวชาญหลายท่านแนะนำว่าอุปกรณ์ pMDI ต้องการแรงสูดที่เหมาะสมเท่ากับ 30 L/min แต่เมื่อเปรียบเทียบกับอุปกรณ์ชนิด breath actuated inhaler (BAI) ที่ระบุแรงสูดขั้นต่ำที่กระตุ้นให้เกิดการปลดปล่อยยาเท่ากับ 20 L/min จึงอาจจะระบุได้ว่าแรงสูดขั้นต่ำสำหรับอุปกรณ์จำพวก pMDI (และ BAI) ควรมากกว่า 20 L/min ส่วนแรงสูดสูงสุด (maximum inspiratory flow) สำหรับอุปกรณ์สูดยาจำพวก HFA pMDI (รวมถึง BAI)

กำหนดไว้ที่ 120 L/min การใช้แรงสุดที่มากเกินไป อาจทำให้ยาสะสมบริเวณช่องคอ แต่การใช้แรงสุด มากกว่าแรงสุดที่กำหนดไม่มีรายงานต่อการเกิดอาการ ไม่พึงประสงค์ และไม่ได้บ่งชี้ว่าเป็นวิธีสูดยาที่ไม่ ถูกต้องแต่อย่างใด[1] อย่างไรก็ตาม ผลิตภัณฑ์ pMDI ที่ผลิตออกมาอาจมีความแตกต่างกันในความต้องการ แรงสุดได้ ซึ่งบริษัทผู้ผลิตส่วนใหญ่ไม่ได้กำหนด หรือ ระบุข้อมูลแรงสุดอย่างชัดเจนให้กับผู้ป่วย หรือ บุคลากรทางการแพทย์ทราบยาประเภท pMDI แบ่งเป็นชนิดย่อย ๆ ได้แก่

3.1.1 Conventional pMDI เป็นชนิดที่ ต้องอาศัยการกดและสูดที่ต้องสัมพันธ์กัน หลังกด ยา จะถูกปลดปล่อยออกมาพร้อมสารขับเคลื่อนยา (propellant) จากนั้นสารขับเคลื่อนยาจะเกิดการระเหย เหลือแต่อนุภาคยาที่มีขนาดเล็ก และถูกสูดเข้าสู่ ทางเดินหายใจต่อไป ดังแสดงในรูปที่ 3 [6] โดย ข้อผิดพลาดที่มักพบจากการอุปกรณ์ conventional pMDI ได้แก่

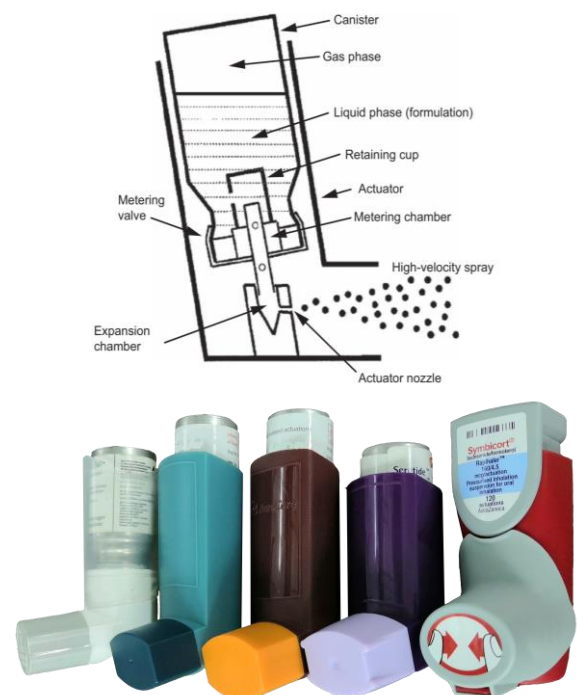
ผู้ป่วยไม่ทราบข้อบ่งใช้ของยา ผู้ป่วยไม่ใช่ว่า ควบคุมอาการอย่างต่อเนื่อง เนื่องจากไม่ทราบว่ายา ชนิดนั้นมีผลชะลอการดำเนินไปของโรค เกสซอร์จึง ควรอธิบายและเน้นย้ำข้อบ่งใช้ของยาสุดพ่นแต่ละ ชนิดให้ผู้ป่วยเข้าใจ เพื่อส่งเสริมความร่วมมือในการใช้ ยา

ผู้ป่วยไม่ทราบว่าตัวยาสสำคัญหมด ยาที่ใช้ เพื่อเป็นยาควบคุมอาการควรเน้นย้ำให้ผู้ป่วยสังเกต ปริมาณยาที่เหลือ อุปกรณ์บางชนิดอาจมีตัวเลขระบุ ปริมาณยาที่เหลือ (dose counter) ชัดเจน แต่ผู้ป่วย บางรายอาจไม่ได้สังเกต หรือมองเห็นไม่ชัดเจน ขณะที่ อุปกรณ์ส่วนใหญ่ไม่มีตัวเลขระบุ กรณีนี้ควรแนะนำให้ ผู้ป่วยนับจำนวนยาที่เหลือจากจำนวนขนาดทั้งหมดที่ ผู้ผลิตระบุ เนื่องจากอุปกรณ์มักมีสารขับเคลื่อนยาเหลือ จึงสามารถกดให้เกิดละอองควันได้ แม้ตัวยาสสำคัญ

หมดไปแล้วก็ตาม ผู้ป่วยจึงเสี่ยงต่อการไม่ได้รับตัวยาสสำคัญจนส่งผลต่อการควบคุมโรคได้

เทคนิคสูดยาไม่ถูกต้อง โดยจุดผิดพลาดที่มัก พบ เช่น ไม่เขย่าหลอดยา, ไม่หายใจออกก่อนสูด, กด ไม่พร้อมสูด (ซึ่งเป็นจุดสำคัญของอุปกรณ์ประเภท MDI) ไม่สามารถสูดยาแบบช้า-ลึก ได้ และไม่กลืน หายใจหลังสูดยา นอกจากนี้ผู้ป่วยที่ต้องใช้ยา 2 กดต่อ มื้อ มักกดยาดัดกัน 2 ครั้ง ซึ่งทำให้ได้รับปริมาณยา เข้าสู่ทางเดินหายใจส่วนล่างลดลง

หลังปรับเทคนิคการสูดยาแล้ว ผู้ป่วยบาง รายอาจทำได้ดีขึ้น แต่บางราย โดยเฉพาะเด็กเล็กและ ผู้สูงอายุ มักไม่สามารถกดยาพร้อมสูดยาได้และไม่สามารถกลืนหายใจได้ กรณีนี้อาจพิจารณาใช้กระบอก ช่วยสูดยาร่วมกัน



รูปที่ 3 ลักษณะภายในอุปกรณ์ pMDI [6] และ อุปกรณ์ pMDI ที่มีจำหน่ายในท้องตลาด

เช่น Seretide® Evohaler® (Salmeterol xinafoate/ Fluticasone propionate 25/250µg/puff และขนาดอื่นที่มีจำหน่าย คือ 25/50 และ 25/125µg/puff) และ Symbicort® Rapihaler™ (Budesonide/Formoterol fumarate dihydrate 160/4.5µg/puff) (ที่มา: คลินิกโรคปอด โรงพยาบาลพะเยา)

3.1.2 Spacers และ Valved holding chambers (VHC) กระบอกช่วยสูดยาหรือ spacer (รูปที่ 4) เป็นอุปกรณ์เสริมลักษณะเป็นกรวยกักละอองยาระหว่างบริเวณปลดปล่อยยากับช่องปากของผู้ป่วย ใช้ร่วมกับอุปกรณ์นำส่งยาจำพวก pMDI เนื่องจากปริมาณยาร้อยละ 80 อาจตกค้างอยู่บริเวณ oropharynx แต่ปริมาณยาเพียงร้อยละ 20 เท่านั้นที่ถูกนำส่งสู่ทางเดินหายใจส่วนล่าง และหากผู้ป่วยสูดยาไม่ถูกต้อง ปริมาณยาที่ถูกนำส่งสู่ทางเดินหายใจส่วนล่างอาจน้อยลงอีก กระบอกช่วยสูดยาจึงถูกพัฒนาขึ้นในช่วงปี ค.ศ. 1950 เพื่อแก้ไขบางปัญหาของการสูดยา pMDI ที่ไม่ถูกต้อง กระบอกช่วยสูดยาทุกชนิดมีข้อดีร่วมกันคือช่วยอำนวยความสะดวกให้ผู้ป่วยที่ไม่สามารถกดพร้อมสูดยาในเวลาเดียวกัน (hand-lung coordination) ได้ ซึ่งมักพบในผู้ป่วยเด็ก และผู้ป่วยสูงอายุ และช่วยลดการตกค้างของยาที่มีอนุภาคขนาดใหญ่ซึ่งอาจเคลื่อนตัวไปสะสมใน oropharynx โดยเฉพาะยาที่มีส่วนประกอบของ corticosteroids ซึ่งมักเป็นสาเหตุของการเกิดผลข้างเคียง เช่น เสียงแหบและเชื้อราในช่องปากจนทำให้ผู้ป่วยไม่ให้ความร่วมมือในการใช้ยาตามมาได้ หรือความรู้สึกรสขมในช่องปากจากการตกค้างของยาในช่องปาก นอกจากนี้กระบอกช่วยสูดยาส่วนใหญ่ยังช่วยนำส่งยาไปสู่ปอดดีขึ้น[8]

การใช้ spacer หรือ valved holding chamber (VHC) (ลักษณะคล้าย spacer แต่มี one-way valve เปิดให้ละอองยาไหลเข้าสู่ช่องปากตามแรงสูด โดยไม่ทำให้ละอองยาเกิดการไหลย้อนกลับ) spacer หรือ VHC ช่วยให้ละอองยาที่ถูกปลดปล่อยจากอุปกรณ์สูดยาเคลื่อนที่ช้าลง และเกิดการลดขนาดอนุภาคลง จึงมีผลช่วยให้ยาถูกนำส่งสู่ทางเดินหายใจส่วนล่างได้มากขึ้น[8]



รูป 4 กระบอกช่วยสูดยาชนิดต่าง ๆ ซึ่งมีความแตกต่างทั้งรูปร่าง และปริมาตร (ที่มา: คลินิกโรคปอด โรงพยาบาลพะเยา)

กระบอกช่วยสูดยาไม่ได้มีข้อดีเสมอไป การใช้ spacer อาจทำให้เกิดไฟฟ้าสถิต (static electricity) ซึ่งจะดูดซับอนุภาคยาขนาดเล็กไว้บริเวณผนังของกระบอกสูดได้ จึงอาจลดปริมาณยาที่ผู้ป่วยได้รับต่อครั้งได้[8] โดย spacer แต่ละชนิดอาจมีความสามารถในการนำส่งยาได้แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ เช่น

3.1.2.1 ขนาด และปริมาตร กระบอกช่วยสูดยาที่มีปริมาตรน้อย (ไม่เกิน 100mL) อาจสะดวกต่อการพกพา ขณะที่ กระบอกช่วยสูดยาขนาดกลาง (ปริมาตร 100-350 mL) และขนาดใหญ่ (ปริมาตรมากกว่า 700 mL) อาจไม่สะดวกต่อการพกพา แต่ในทางทฤษฎีแล้ว กระบอกช่วยสูดยาที่เหมาะสมควรมีปริมาตรระหว่าง 100-700 mL และควรมีระยะห่างจากอุปกรณ์ปลดปล่อยยาถึงปากผู้ป่วยอย่างน้อย 10 เซนติเมตร เพื่อเพิ่มระยะเวลาให้สารขับเคลื่อนยาเกิดการ

ระเหยให้อนุภาคยาลดขนาดลง ซึ่งจะช่วยให้ยาเข้าสู่ทางเดินหายใจส่วนล่างได้ดีขึ้น ดังนั้น จากปัจจัยเรื่องขนาด และปริมาตร กระบอกช่วยสูดยาบางชนิดอาจช่วยแก้ไขเรื่องการกดพร้อมสูดยา แต่อาจมีผลต่อการเพิ่มปริมาณยาที่เข้าสู่ปอดได้เพียงเล็กน้อย[8]

3.1.2.2 วาล์วเปิดปิด (valves) วาล์วเปิดปิดแบบ one-way (unidirectional valve) ช่วยให้ละอองยาถูกกักอยู่ในกระบอกช่วยสูดยาโดยไม่ล่องลอยสู่อากาศไปก่อนผู้ป่วยสูดยา นอกจากนี้ยังช่วยป้องกันไม่ใหลมจากการหายใจออกไหลย้อนสู่กระบอกช่วยสูดยาอีกด้วย[8]

3.2.1.3 วัสดุที่ใช้ผลิต spacer วัสดุที่มีผลให้เกิดประจุไฟฟ้า (electrostatic charge) อาจดึงดูดอนุภาคยาไว้ได้มากถึงร้อยละ 50 จึงมีผลให้ขนาดยาที่ถูกนำสู่ทางเดินหายใจลดลงได้ การแก้ไขอาจทำได้โดยพ่นยาใส่กระบอกช่วยสูดยาให้ละอองยาเคลือบไว้ก่อน แต่อาจทำให้สิ้นเปลืองยาได้ หรืออาจใช้น้ำสบู่อ่อนๆทำความสะอาด และหลังทำความสะอาดควรปล่อย spacer ให้แห้งเอง หลีกเลี่ยงการขัดหรือถูบริเวณภายใน เพื่อลดโอกาสการสร้างประจุไฟฟ้าให้เกิดขึ้นอีก[8]

จากความแตกต่างของลักษณะกระบอกช่วยสูดยา เกสเซอร์ควรประเมินปัญหาในการสูดยาให้ถูกต้อง ซึ่งจะนำไปสู่การเลือกกระบอกช่วยสูดยาที่เหมาะสม เพื่อแก้ไขปัญหาในการสูดยาสำหรับผู้ป่วยรายนั้นได้ถูกต้อง สำหรับแรงสุตที่ใช้สำหรับอุปกรณ์ pMDI ที่ต่อกับ spacers หรือ VHC ใช้แรงสุตใกล้เคียงกับการสูด pMDI เดียวๆ (ประมาณ 30 L/min) แต่แรงสุตที่น้อยเกินไป เช่นในผู้ป่วยเด็ก อาจไม่เพียงพอจะมีผลให้วาล์วใน VHC บางชนิดเปิดให้ละอองยาเคลื่อนออกมาได้[1]

ข้อผิดพลาดที่มักพบจากการใช้กระบอกช่วยสูดยา

ผู้ป่วยมักกดยาแล้วสูดเพียงครั้งเดียว จากนั้นนำกระบอกช่วยสูดยาออกทันที ทำให้ปริมาณยาที่ได้รับน้อย โดยเฉพาะผู้ป่วยที่มีแรงสุदन้อย กรณีที่ประเมินพบว่าผู้ป่วยมีแรงสุदन้อย หรือกลืนหายใจไม่ได้ ควรให้ผู้ป่วยหายใจเข้า ออกในกระบอกช่วยสูดยาประมาณ 3-5 ครั้ง โดยไม่นำกระบอกช่วยสูดยาออกก่อน

การทำความสะอาดกระบอกช่วยสูดยาควรล้างด้วยน้ำเปล่าหรือน้ำสบู่อ่อน แล้วจึงล้างออกด้วยน้ำเปล่า จากนั้นผึ่งลมให้แห้งโดยไม่ควรเช็ดผึ่งด้านในอุปกรณ์ ซึ่งอาจเป็นการทำให้เกิดไฟฟ้าสถิตและดูดซับผงยาไว้ที่ผิวกระบอกสูดยาได้

3.2 Soft-Mist inhaler (SMI)

เป็นอุปกรณ์นำส่งยาที่ถูกคิดค้นขึ้นมาใหม่ (รูปที่ 5) โดยชื่ออุปกรณ์ที่มีจำหน่ายในท้องตลาดปัจจุบันยังมีชนิดเดียวคือ Respimat® โดยนำส่งยาในรูปแบบละอองฝอยโดยไม่ใช้สารขับเคลื่อนยา (propellant-free) กลไกแรงดันจากสปริงขับสารละลายยาปริมาตร 15 µL ยาผ่านรูเปิดขนาดเล็กจนเกิดควันละอองยาขนาดเล็ก (soft mist aerosol)



รูป 5 อุปกรณ์ Respimat® ที่มีจำหน่ายในประเทศไทย ได้แก่ (ซ้าย) Spiriva® Respimat® (Tiotropium Br monohydrate 2.5µg/dose)[9] และ (ขวา) Spiolto® Respimat® (Tiotropium Br monohydrate 2.5µg/Olodaterol HCl 2.5µg/dose) [10] และลักษณะภายในอุปกรณ์[6]

Respimat® มีข้อดีกว่ายา pMDI ทั่วไปคือ ยาถูกปลดปล่อยออกมาอย่างช้าๆ และยาวนานกว่า และให้กำเนิด fine particle fraction ได้สูงกว่า อุปกรณ์ pMDI และ DPI ชนิดอื่น จึงส่งผลให้การสะสมของยาในปอดได้มากขึ้น โดยการศึกษาเปรียบเทียบกับประสิทธิภาพการนำส่งยาในผู้ป่วย COPD พบว่าอุปกรณ์ Respimat ให้ประสิทธิภาพเท่ากับขนาดยาทั้งหมดของขนาดยาที่ใช้ผ่าน pMDI และมีประสิทธิภาพกว่าการใช้ Handihaler® ถึง 3.6 เท่า ข้อจำกัดของอุปกรณ์ชนิดนี้คือนำส่งปริมาณยาได้น้อย ยาที่ใช้ต้องเตรียมและคงตัวในรูปสารละลายได้เพื่อนำส่งยาในขนาดที่คงที่ และการบรรจุรวมถึงการเตรียมยาก่อนสูดต้องหมุนอุปกรณ์ด้วยแรงที่มากพอควร จึงอาจเป็นข้อจำกัดในผู้ป่วยสูงอายุได้[11]

ข้อผิดพลาดที่มักพบจากการใช้ Respimat® การประกอบยาทำได้ยากและการหมุนเพื่อบรรจุยาต้องใช้แรงมาก จึงอาจไม่เหมาะสมกับผู้ป่วยสูงอายุที่ต้องใช้ยาเอง โดยขณะหมุนยาควรระวังไม่ให้กดปุ่มปล่อยยาก่อนและผู้ป่วยต้องกลืนหายใจหลังสูดยาได้เช่นเดียวกับอุปกรณ์พวก conventional MDI

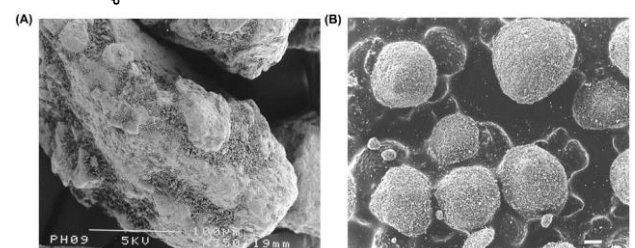
3.3 Dry powder inhaler (DPI)

ยาที่ถูกเตรียมให้ใช้กับอุปกรณ์นำส่งยาจำพวก DPIs แบ่งเป็น 2 รูปแบบ คือ adhesive mixture formulations คือการนำอนุภาคยาที่ผ่านการบดลดขนาดแล้วไปกระจายตัวบนอนุภาคตัวพา และ spherical agglomerates (pellet formulation) คือ การนำอนุภาคยาเดี่ยวๆ หรือยาผสมกับสูตรตำรับแล้วนำไปผ่านกระบวนการให้ได้ขนาดอนุภาคทรงกลมที่ใกล้เคียงกัน (รูปที่ 6) ส่วนประกอบในสูตรตำรับของทั้ง 2 รูปแบบมักเป็น lactose ซึ่งนอกจากช่วยให้เกิดการกระจายของขนาดยาแล้ว ยังช่วยให้เพิ่มคุณสมบัติการลอยตัวของอนุภาคด้วย เมื่อผู้ป่วยสูดยา อนุภาคของตัวพาที่บรรจุ

ยาจะถูกทำให้กระจายออก (อุปกรณ์หลายชนิดอาจใช้ตะแกรงให้อนุภาควิ่งชน) จากนั้นอนุภาคยาจึงถูกกระจายออก และนำพาสู่ระบบทางเดินหายใจต่อไป [5] โดยยานำส่งสู่ทางเดินหายใจได้ร้อยละ 10-30 จากปริมาณยาที่ระบุ[4]

ปัจจัยที่สำคัญสำหรับอุปกรณ์จำพวก DPIs คือแรงต้านภายในอุปกรณ์นำส่งยา (intrinsic resistance devices) อุปกรณ์ที่ออกแบบให้อนุภาคยาแตกตัว หรือกระจายตัวออกจากตัวพาได้ดี (อาจใช้แรงเหวี่ยง หรือใช้การชนกับตะแกรง) จะมี airflow resistance มากกว่า แม้จะช่วยให้เกิด lung deposition ได้มากกว่าอุปกรณ์ที่มีแรงต้านภายในน้อย แต่กลับต้องใช้แรงสุดที่ต้องการในการทำให้เกิดการชนกันของอนุภาคยามากขึ้น[5, 11] ซึ่งอาจเป็นปัญหาสำหรับผู้ป่วยที่มีการทำงานของระบบทางเดินหายใจผิดปกติได้ หากแบ่งอุปกรณ์จำพวก DPIs ตามแรงต้านภายในของอุปกรณ์ (intrinsic resistance) จะแบ่งได้เป็น 3 ระดับ โดยแต่ละระดับต้องการแรงสุดแตกต่างกัน[11] ได้แก่

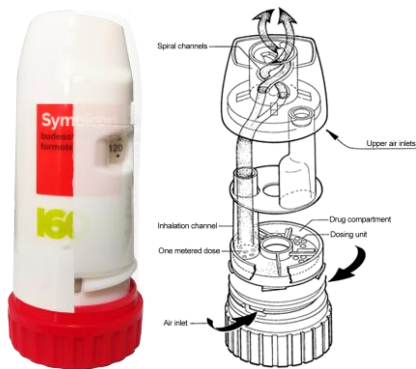
- High intrinsic resistance devices ต้องอาศัยแรงสูดอย่างน้อย 90 L/min
- Medium intrinsic resistance devices ต้องอาศัยแรงสูดอย่างน้อย 60-90 L/min
- Low intrinsic resistance devices ต้องอาศัยแรงสูดต่ำกว่า 50 L/min ก็เพียงพอ



รูป 6 ลักษณะอนุภาคยาผงแห้งที่เตรียมใน 2 รูปแบบ (A) Adhesive mixture และ (B) Soft spherical agglomerates/pellets [5]

อุปกรณ์ประเภท DPI มีความหลากหลายมาก แตกต่างกันตามแนวทางการออกแบบการนำส่งยา และสร้างความเป็นเอกลักษณ์ของผู้ผลิต แต่การใช้ อุปกรณ์สูดยาเหล่านี้ต้องเน้นย้ำให้ผู้ป่วยเป่าลมหายใจ ออกก่อนสูด โดยระวังอย่าเป่าลมหายใจเข้าไปใน อุปกรณ์ และแนะนำให้สูดแบบ แรง-ลึก ขอยกตัวอย่าง อุปกรณ์สูดยาที่มีจำหน่ายในประเทศและพบได้บ่อย เพื่อให้เภสัชกรได้ศึกษาการทำงานของอุปกรณ์และ ข้อผิดพลาดที่มักพบจากการใช้ยา ดังนี้

3.3.1 Turbuhaler® ผลิตภัณฑ์นำส่งยา เป็น multidose powder inhaler ที่มีการเก็บตัวยา ในภาชนะบรรจุแบบ reservoir (รูปที่ 7) โดยบรรจุยา ในช่องที่ตวงปริมาณยาแล้วสูด ข้อเสียของผลิตภัณฑ์ที่ บรรจุยาแบบ reservoir คือยาอาจสัมผัสความชื้นใน อากาศหลังเปิดใช้ยาได้ แรงสูดที่เหมาะสมสำหรับ อุปกรณ์ turbuhaler® ระดับที่รับได้อยู่ระหว่าง 30- 60 L/min แต่แรงสูดที่มากกว่า 60 L/min จะให้ ขนาดอนุภาค และการนำส่งยาสู่ทางเดินหายใจถึง ส่วนล่างได้ดี[1]



รูป 7 อุปกรณ์ Turbuhaler® ที่มีจำหน่ายในประเทศ ได้แก่ Symbicort® Turbuhaler® (Budesonide/Formoterol fumarate dihydrate 80/4.5 และ 160/4.5µg/dose), Symbicort® Forte Turbuhaler® (320/9 µg/dose) และ Pulmicort® Turbuhaler® (Budesonide 100 และ 2005µg/dose) และลักษณะภายในอุปกรณ์[12]

อย่างไรก็ตาม แรงสูดที่ใช้สำหรับอุปกรณ์ ชนิด turbuhaler® อาจแตกต่างกันตามตำแหน่งของ ทางเดินหายใจที่ต้องการให้ยาออกฤทธิ์ ยาสูดชนิด turbuhaler® ที่มียาออกฤทธิ์ต่างกันจึงต้องการแรงสูด ที่แตกต่างกัน โดยข้อผิดพลาดที่มักพบจากการใช้ Turbuhaler® ได้แก่

ผู้ป่วยเตรียมยาไม่ถูกต้อง ผู้ป่วยมักหมุนฐาน กระบอกสูดยาเพียงครั้งเดียว ทำให้ร่องจานบรรจุยาไม่ หมุนไปสู่ช่องสูดยา ควรเน้นย้ำผู้ป่วยให้หมุนฐาน กระบอกสูดยา 2 ครั้ง ให้ได้ยินเสียง “คลิก” 1 ครั้ง ต่อการสูดยา 1 ขนาด นอกจากนี้ การเปิดใช้อุปกรณ์ เป็นครั้งแรก ควรหมุนให้ได้ยินเสียงดัง “คลิก” 3 ครั้ง ก่อนสูดยา เพื่อให้ร่องจานที่มียาบรรจุแล้วหมุนมาอยู่ ในช่องสูดยา นอกจากนี้ ผู้ป่วยบางรายอาจจับ กระบอกสูดยาไม่ถูกต้อง โดยอาจจับโดยใช้นิ้วบ้งช่อง ลมหลักที่ฐานกระบอกสูดยาซึ่งอาจส่งผลให้แรงลมที่ ช่วยนำพาเข้าสู่ทางเดินหายใจลดลง

การใช้ในขนาดควบคุมอาการ และบรรเทา อาการ เนื่องจากยาสามารถใช้เป็นยาควบคุมอาการ และยาบรรเทาอาการได้ จึงควรเน้นย้ำผู้ป่วยถึง ปริมาณที่ต้องใช้เพื่อเป็นยาควบคุมอาการและให้ ผู้ป่วยนับจำนวนครั้งที่ใช้เพื่อบรรเทาอาการเพื่อ พิจารณาปรับขนาดยาควบคุมอาการต่อไป

การสังเกตยาหมด ยารูปแบบ มีตัวเลขระบุ จำนวนยาที่เหลือ ผู้ป่วยบางรายอาจเข้าใจผิดว่าแถบสี แดงปรากฏหมายถึงยาหมด จึงไม่ใช้ต่อหรือนำยาไป ทิ้ง ควรแจ้งผู้ป่วยว่าเมื่อยาหมดจะเห็นแถบสีแดงทั้ง ช่องร่วมกับตัวเลข “0” (รูปที่ 8)



รูป 8 ตัวอย่าง dose counter ของยา Symbicort® Turbuhaler®

3.3.2 Accuhaler® (Diskus®) อุปกรณ์สูดยาชนิดนี้จัดเป็น multidose powder inhaler ที่มีตัวยาสำคัญและสูตรตำรับบรรจุใน blister strip (รูปที่ 9) ให้ปริมาณยา 1 สูดต่อการบรรจยา 1 ครั้ง จึงมีข้อดีที่ยาจะมีความคงตัวต่อความชื้นได้มากกว่าผลิตภัณฑ์ที่บรรจุยาแบบ reservoir แรงสูดยาที่เหมาะสมสำหรับอุปกรณ์ชนิดนี้ควรมีค่าอย่างน้อย 30 L/min ขึ้นไป การใช้แรงสูดที่มากขึ้นสามารถช่วยให้การนำส่งยา และขนาดอนุภาคยาดีขึ้น[1] โดยข้อผิดพลาดที่มักพบจากการใช้ Accuhaler® ได้แก่

ผู้ป่วยเขย่ายาก่อนเปิด หรือหลังกดบรรจยา
แนะนำผู้ป่วยไม่จำเป็นต้องเขย่ายา

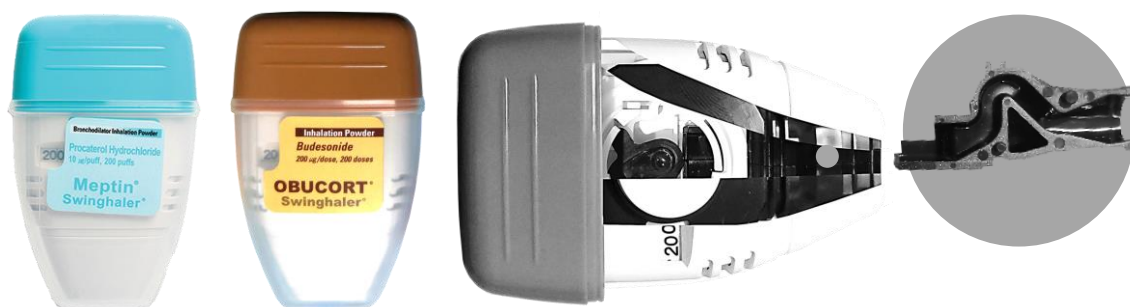
ผู้ป่วยถืออุปกรณ์สูดยาในแนวตั้ง ซึ่งอาจไม่สะดวกในการสูด แนะนำถืออุปกรณ์ในแนวระนาบ โดยหันด้านที่มีตัวเลขระบุปริมาณยาเหลือขึ้นด้านบน

หากแนะนำให้ผู้ป่วยสูดยาซ้ำ 1-2 สูด ควรเน้นย้ำว่าไม่ต้องกดบรรจยาซ้ำ

3.3.3 Swinghaler® เป็นอุปกรณ์ที่ถูกพัฒนาขึ้นในประเทศญี่ปุ่น จึงไม่มีข้อมูลศึกษาเปรียบเทียบกับอุปกรณ์นำส่งยาชนิดอื่น รวมถึงข้อมูลแรงต้านภายในอุปกรณ์หรือแรงสูดขั้นต่ำ ปัจจุบันยังพบการใช้อุปกรณ์ชนิดนี้บ้างในโรงพยาบาลบางแห่ง (รูปที่ 10) โดยข้อผิดพลาดที่มักพบจากการใช้ Swinghaler® ได้แก่ ผู้ป่วยไม่เขย่ายาก่อนใช้ และหลังสูดยาผู้ป่วยมักลืมกดกระบอกสูดยาซ้ำอีก 1 ครั้ง



รูป 9 อุปกรณ์ Accuhaler® ที่มีจำหน่ายในประเทศ ได้แก่ Seretide® Accuhaler® (Salmeterol/Fluticasone propionate) ในหลายความแรง ได้แก่ 50/100, 50/250 และ 50/500 µg/dose และลักษณะภายในอุปกรณ์ (ที่มา: คลินิกโรคปอด โรงพยาบาลพะเยา)



รูป 10 อุปกรณ์ Swinghaler® ที่มีจำหน่ายในประเทศ ได้แก่ Meptin® Swinghaler® (Procaterol HCl 10 µg/dose)[13], Obucort® Swinghaler® (Budesonide 200 µg/dose) และลักษณะภายในอุปกรณ์ (ที่มา: คลินิกโรคปอด โรงพยาบาลพะเยา)

3.3.4 Ellipta™ อุปกรณ์ชนิดนี้อาจมีผงยาภายใน 1 หรือ 2 ชนิดแยกกัน (**รูปที่ 11**) ตามชนิดยาที่บรรจุภายใน มีข้อดีที่เป็นอุปกรณ์พร้อมใช้ โดยไม่ต้องบรรจุยาก่อนสูดเหมือนอุปกรณ์ DPI บางชนิด ผู้ป่วยสามารถกดเปิดแล้วสูดยาได้เลย จึงมีขั้นตอนการใช้ใช้น้อยกว่า อุปกรณ์จัดว่ามีแรงต้านภายในระดับปานกลาง จากการศึกษาพบว่าอุปกรณ์สามารถนำส่งยาด้วยแรงสูด 30 L/min และการศึกษาพบว่าการใช้แรงสูดในช่วง 43.5-130 L/min สามารถนำส่งขนาดยาได้คงที่ ซึ่งสอดคล้องกับแรงสูดที่ระบุจากผู้ผลิตคือ 30-90 L/min[1] ข้อผิดพลาดที่มักพบจากการใช้อุปกรณ์ชนิดนี้เหมือนกับใน Accuhaler® ข้อมูลจากการศึกษาแสดงว่าผู้ป่วยสามารถสูดยาได้แม้มีระยะของโรคที่รุนแรงก็ตาม แต่อาจมีความแปรปรวนได้ในผู้ป่วยจริงเนื่องจากความแตกต่างของสมรรถภาพปอดที่หลงเหลือเมื่อโรคดำเนินไป[11] โดยข้อผิดพลาดที่มักพบจากการใช้ Ellipta™ ได้แก่

- หลังดึงฝาครอบลงเพื่อบรรจุยา ผู้ป่วยบางรายมักเผลอดึงฝาครอบกลับ โดยไม่สูดยา
- ผู้ป่วยเอามือปิดช่องตะแกรงทางเดินอากาศ ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อแรงลมที่นำพายาสู่ทางเดินหายใจ

3.3.5 Easyhaler® เป็นอุปกรณ์ที่มีแรงต้านภายในสูง โดยต้องการแรงสูดขั้นต่ำ 30L/min (**รูปที่ 12**) แต่การใช้แรงสูดที่มากขึ้น (เช่น แรงสูดที่มีการศึกษาที่ 60L/min) ก็ให้ผลดีกว่าทั้งการให้กำเนิดขนาดอนุภาคที่เหมาะสมและการสะสมของยาในปอด [1] โดยข้อผิดพลาดที่มักพบจากการใช้ Easyhaler® ได้แก่

ระวังอย่าให้น้ำเข้าไปในอุปกรณ์ เนื่องจากผงยาอาจดูดซับความชื้นจนส่งผลให้ยาเสื่อมสภาพได้

หากต้องใช้ยามากกว่า 1 ครั้ง ให้เคาะปากกระบอกสูดยากับพื้นหรือฝ่ามือเบาๆ เพื่อนำผงยาเดิม

ออกให้หมดก่อน โดยควรสังเกตปริมาณผงยา หากยังเหลือมากควรใช้แรงสูดที่มากขึ้นในครั้งต่อไป

3.3.6 Single-dose capsule DPI มีอุปกรณ์นำส่งยา แยกกับตัวยาสำคัญ โดยตัวยาสำคัญถูกบรรจุในแคปซูล ผู้ป่วยต้องเตรียมยาโดยนำแคปซูลบรรจุในอุปกรณ์นำส่งยาแล้วเตรียมยาตามชนิดอุปกรณ์

3.3.6.1 Breezhaler® ตัวยาสำคัญถูกบรรจุในแคปซูล (**รูปที่ 13**) ผู้ป่วยต้องแกะแคปซูลยาแล้วนำแคปซูลบรรจุในเครื่องแล้วเจาะเพื่อสูดยา โดยทั่วไปการสูดยาเพียง 1 สูดก็เพียงพอต่อการนำพายาสู่ทางเดินหายใจ แต่กรณีที่ผู้ป่วยมีแรงสูदन้อย หรือผู้ป่วยที่สูดสั้นๆอาจทำให้มีผงยาหลงเหลืออยู่ในแคปซูล (ซึ่งมักเป็นแคปซูลโปร่งแสง ทำให้มองเห็นผงยาภายในได้) ซึ่งเป็นข้อดีที่ผู้ป่วยจะสังเกตได้ โดยอาจแนะนำให้ผู้ป่วยใช้แรงสูดที่มากขึ้น หรือสูดซ้ำจนกว่าไม่มีผงยาหลงเหลือในแคปซูล นอกจากนี้ หากผู้ป่วยมีแรงสูดที่เพียงพอ ขณะสูดยาผู้ป่วยจะได้ยินเสียงจากการสั่นของแคปซูลในช่องบรรจุยา[11] อุปกรณ์ชนิดนี้มีแรงต้านต่ำ โดยต้องการแรงสูดขั้นต่ำอย่างน้อย 30 L/min โดยนำส่งปริมาณยาได้ไม่แตกต่างกันหากใช้แรงสูดในช่วง 30-100 L/min บางการศึกษาพบว่าอุปกรณ์ Breezhaler® สามารถสร้างสัดส่วนอนุภาคยาแบบละเอียด (fine particle fraction) และทำให้ยาสะสมในปอดได้มากกว่าอุปกรณ์ Handihaler®[1, 11] แต่อุปกรณ์มีข้อจำกัดคือ มีขั้นตอนการใช้หลายขั้นตอน ซึ่งอาจทำให้ผู้ป่วยสับสนได้

3.3.6.2 HandiHaler® (**รูปที่ 14**) ข้อมูลตามการศึกษาสรุปได้ว่าแรงสูดขั้นต่ำสำหรับอุปกรณ์สูดยาชนิดนี้เท่ากับ 20 L/min ขณะที่แรงสูดที่เหมาะสมควรมากกว่า 30 L/min[1] ยาที่พบได้บ่อยในการปฏิบัติงาน ได้แก่ tiotropium bromide



รูป 11 อุปกรณ์ Ellipta™ ที่มีจำหน่ายในประเทศ ได้แก่ Relvar™ Ellipta™ (Vilanterol/fluticasone furoate) ในความแรง 25/100[14] และ 25/200 $\mu\text{g}/\text{dose}$ [15] และลักษณะภายในอุปกรณ์



รูป 12 อุปกรณ์ Easyhaler ที่มีจำหน่ายในประเทศ ได้แก่ Beclomet (Beclomethasone dipropionate 200 $\mu\text{g}/\text{สูด}$ [16], Giona (Budesonide 200 $\mu\text{g}/\text{สูด}$) [17] และ Buventol (Salbutamol sulphate 200 $\mu\text{g}/\text{สูด}$) [18]



รูป 13 อุปกรณ์ Breezhaler® ที่มีจำหน่ายในประเทศ ได้แก่ Onbrez® (Indacaterol maleate 150 และ 300 $\mu\text{g}/\text{capsule}$), Seebri® (Glycopyrronium Br 50 $\mu\text{g}/\text{capsule}$) และ Ultibro (Indacaterol maleate 143 μg [indacaterol 110 μg]/Glycopyrronium Br 63 μg [glycopyrronium 50 μg])



รูป 14 อุปกรณ์ HandiHaler® ที่มีจำหน่ายในประเทศ ได้แก่ Spiriva® HandiHaler® (Tiotropium Br monohydrate 18 $\mu\text{g}/\text{capsule}$)

ยา HandiHaler® สามารถดูดซับความชื้นในอากาศได้ง่าย จึงส่งผลต่อประสิทธิภาพการออกฤทธิ์ของยาได้ การนำแคปซูลยาออกจากแผงจึงต้องระวังไม่ให้ฉีกแผงบรรจุยาเกินขีดที่ระบุ โดยข้อผิดพลาดที่มักพบจากการใช้ Breezhaler® และ HandiHaler® ได้แก่

ผู้ป่วยไม่ควรฉีกแคปซูลยาทิ้งไว้ล่วงหน้า และต้องเช็ดมือให้แห้งขณะหยิบแคปซูล

ผู้ป่วยสามารถสูดยาไรเม็ดแคปซูลเดิมซ้ำได้โดยไม่จำเป็นต้องกดเข็มเจาะยาซ้ำ

ควรแนะนำผู้ป่วยว่าผงยามีขนาดเล็กและมีปริมาณน้อยมาก การสูดยาที่เหมาะสมอาจไม่มีผงยาตกค้างในช่องปาก ผู้ป่วยจึงไม่รับรู้รสชาติของยา เนื่องจากผู้ป่วยบางรายอาจเข้าใจผิดโดยนำเม็ดยาไปรับประทานได้

บทสรุป

ปัจจุบันมีอุปกรณ์การสูดยาชนิดใหม่หลายชนิด โดยแต่ละชนิดต่างมีข้อดี และข้อเสียแตกต่างกัน อุปกรณ์แต่ละชนิดต้องการแรงสูดที่แตกต่างกัน ขณะที่ผู้ป่วยแต่ละรายก็มีความสามารถในการสูดข้อจำกัดทางร่างกายที่อาจมีผลต่อการสูดยาและข้อผิดพลาดในการใช้อุปกรณ์สูดยาที่แตกต่างกันไป ซึ่งจะได้นำไปใช้เฝ้าระวังและให้คำแนะนำเทคนิคการสูดพ่นยาที่ถูกต้องให้กับผู้ป่วยต่อไป

เอกสารอ้างอิง

1. Haidl P, Heindl S, Siemon K, Bernacka M, Cloes RM. Inhalation device requirements for patients' inhalation maneuvers. *Respir Med.* 2016;118:65–75.
2. Rogliani P, Calzetta L, Coppola A, Cavalli F, Ora J, Puxeddu E, et al. Optimizing

drug delivery in COPD: The role of inhaler devices. *Respir Med.* 2017;124:6–14.

3. Borghardt JM, Kloft C, Sharma A. Inhaled Therapy in Respiratory Disease: The Complex Interplay of Pulmonary Kinetic Processes. *Can Respir J.* 2018;1–11.
4. Kelly HW, Sorkness CA. Asthma. In: DiPiro JT, Talbert RL, Yee GC, Matzke GR, Wells BG, Posey LM, editors. *Pharmacotherapy a pathophysiologic approach*, 10th ed. New York, NY: McGraw-Hill Education; 2017. p. 343–373.
5. Demoly P, Hagedoorn P, de Boer AH, Frijlink HW. The clinical relevance of dry powder inhaler performance for drug delivery. *Respir Med.* 2014;108(8):1195–203.
6. Pleasants RA, Hess DR. Aerosol Delivery Devices for Obstructive Lung Diseases. *Respir Care.* 2018;63(6):708–33.
7. Myers TR. The Science Guiding Selection of an Aerosol Delivery Device. *Respir Care.* 2013;58(11):1963–73.
8. Vincken W, Levy ML, Scullion J, Usmani OS, Dekhuijzen PNR, Corrigan CJ. Spacer devices for inhaled therapy: why use them, and how? *ERJ Open Res.* 2018;4(2):00065–2018.
9. Image of spiriva respimat soln for inhalation 2.5 mcg/puff 2.5 mcg/puff x 60 puffs Inhaler | MIMS.com Thailand [Internet]. [cited 2019 Nov 17]. Available

- from:
<https://www.mims.com/thailand/image/info/spiriva%20respimat%20soln%20for%20inhalation%202-5%20mcg-puff/2-5%20mcg-puff%20x%2060%20puffs?id=fcda86cd-9189-483a-b3c6-a65d00fb6fc3>
10. Image of spiolto respimat soln for inhalation 2.5 mcg 2.5 mcg Inhaler | MIMS.com Thailand [Internet]. [cited 2019 Nov 17]. Available from: <https://www.mims.com/thailand/image/info/spiolto%20respimat%20soln%20for%20inhalation%202.5%20mcg/2.5%20mcg?id=583d98ce-40cd-499e-ac59-a73000eb4161>
 11. D'Urzo A, Chapman KR, Donohue JF, Kardos P, Maleki-Yazdi MR, Price D. Inhaler Devices for Delivery of LABA/LAMA Fixed-Dose Combinations in Patients with COPD. *Pulm Ther*. 2019;5(1):23–41.
 12. Turbuhaler. Courtesy AstraZeneca. | Download Scientific Diagram [Internet]. [cited 2019 Nov 17]. Available from: https://www.researchgate.net/figure/Turbuhaler-Courtesy-AstraZeneca_fig1_257838713
 13. Image of meptin swinghaler dry powd inhaler 10 mcg/puff 10 mcg/puff x 200 puffs Inhaler | MIMS.com Thailand [Internet]. [cited 2019 Nov 17]. Available from: <https://www.mims.com/thailand/image/info/meptin%20swinghaler%20dry%20powd%20inhaler%2010%20mcg-puff/10%20mcg-puff%20x%20200%20puffs?id=9f782f1d-5f55-48f1-a2fc-a82300c9518c>
 14. Image of relvar ellipta inhalation powd 100/25 mcg 100/25 mcg Inhaler | MIMS.com Thailand [Internet]. [cited 2019 Nov 17]. Available from: <https://www.mims.com/thailand/image/info/relvar%20ellipta%20inhalation%20powd%20100-25%20mcg/100-25%20mcg?id=70abc4cb-1a98-4f72-8f01-a6a600e1e989>
 15. Image of relvar ellipta inhalation powd 200/25 mcg 200/25 mcg Inhaler | MIMS.com Thailand [Internet]. [cited 2019 Nov 17]. Available from: <https://www.mims.com/thailand/image/info/relvar%20ellipta%20inhalation%20powd%20200-25%20mcg/200-25%20mcg?id=dd9408a6-f8c3-4909-a40d-a6a600e1e997>
 16. Image of beclomet easyhaler powd for inhalation 200 mcg/dose 200 mcg/dose x 200 doses Inhaler | MIMS.com Thailand [Internet]. [cited 2019 Nov 17]. Available from: <https://www.mims.com/thailand/image/info/beclomet%20easyhaler%20powd%20for%20inhalation%20200%20mcg-dose/200%20mcg-dose%20x%20200%20doses?id=370172dc-f4e9-47c5-a4b4-a7c100ec228b>

17. Image of giona easyhaler powd for inhalation 200 mcg/dose 200 mcg/dose x 200 doses Inhaler | MIMS.com Thailand [Internet]. [cited 2019 Nov 17]. Available from: <https://www.mims.com/thailand/image/info/giona%20easyhaler%20powd%20for%20inhalation%20200%20mcg-dose/200%20mcg-dose%20x%20200%20doses?id=d214d6b2-cb63-4773-98a1-a7c100f2b17f>
18. Image of buventol easyhaler powd for inhalation 200 mcg/dose 200 mcg/dose x 200 doses Inhaler | MIMS.com Thailand [Internet]. [cited 2019 Nov 17]. Available from: <https://www.mims.com/thailand/image/info/buventol%20easyhaler%20powd%20for%20inhalation%20200%20mcg-dose/200%20mcg-dose%20x%20200%20doses?id=1fc6a1ac-f6e7-4f3f-b01b-a7c100eec363>

แบบทดสอบการศึกษาต่อเนื่อง สำหรับผู้ประกอบวิชาชีพเภสัชกรรม

รหัสกิจกรรม 10110-1-000-003-12-2562 จำนวน 3.5 หน่วยกิต

วันที่รับรอง 24 ธ.ค. 62 วันที่หมดอายุ 23 ธ.ค. 63

- สำหรับโรคหืดและโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังข้อใดคือข้อดีของการใช้สารขับเคลื่อนยาเป็นสารกลุ่ม hydrofluoroalkane
 - ทำลายชั้นโอโซนได้เทียบเท่ากับสารกลุ่ม CFC
 - ขนาดอนุภาคลดลง
 - เกิด cold Freon ช่วยให้ทราบว่าผู้ป่วยสูดยาได้ลึก
 - ยาตกค้างในปอดลดลง
 - ละอองยาฟุ้งกระจายได้น้อย
- อนุภาคยาที่เหมาะสมต่อการสะสมที่ปอดได้มาก ควรมีขนาดเท่าใด
 - มากกว่า 10 ไมโครเมตร
 - 0.5-35 ไมโครเมตร
 - 5-10 ไมโครเมตร
 - 1.5-5 ไมโครเมตร
 - น้อยกว่า 0.5 ไมโครเมตร
- ข้อใดคือคุณสมบัติที่ดีของยาที่บริหารสู่ระบบทางเดินหายใจ
 - อยู่ในรูป ionized-form
 - มี bioavailability ต่ำ
 - ถูกทำลายได้ช้าหลังดูดซึมเข้าสู่ระบบไหลเวียนโลหิต
 - มีความสามารถในการจับกับเนื้อเยื่อในปอดได้น้อยและจับในเวลาอันสั้น
 - คุณสมบัติละลายได้ดีในไขมัน
- การเกิดไฟฟ้าสถิตในกระบอกช่วยสูดยามีผลต่อยาสูดพ่นอย่างไร
 - ช่วยผลักให้ยาเข้าสู่ปอดมากขึ้น
 - ไม่มีผลต่อปริมาณยาที่สูดได้
 - ดูดซับอนุภาคยาไว้ที่กระบอกช่วยสูดยา
 - ช่วยให้อนุภาคยาเกิดประจุและเคลื่อนที่ได้ดีขึ้น
 - ลดการสะสมของยาในช่องปาก
- ประโยชน์ของการเขย่ายาสูดพ่นชนิด pMDI ก่อนสูดยาคือข้อใด
 - สารละลายยากระจายตัวเข้าตัวสารขับเคลื่อนยาได้ดี
 - ทำให้ขนาดอนุภาคลดลง
 - ลดปริมาณสารขับเคลื่อนยา
 - ลดการตกค้างของยาในช่องปาก
 - ยาออกฤทธิ์ได้มากขึ้น
- ข้อดีของการใช้กระบอกช่วยสูดยาร่วมกับยาสูดชนิด pMDI มีดังนี้ ยกเว้น
 - ลดปริมาณยาที่ตกค้างในช่องปาก
 - ช่วยแก้ไขการต้องกดยาพร้อมสูดยาในเวลาเดียวกัน
 - ช่วยให้นำส่งยาสูดได้ดีขึ้น
 - ลดการเกิดผลข้างเคียงจากยา corticosteroids
 - ช่วยให้ผู้ป่วยกลืนหายใจได้ดีขึ้น
- ข้อใดไม่ใช่ปัจจัยสำคัญในการออกแบบอุปกรณ์นำส่งยา
 - ให้กำเนิดขนาดอนุภาพที่เหมาะสม
 - วิธีใช้ง่าย ไม่ซับซ้อน
 - ไม่ดูดซับตัวยาคือสำคัญไว้ในอุปกรณ์
 - ไม่ต้องใช้แรงสูดยามาก
 - ขนาดใหญ่

8. ลักษณะที่ดีของอุปกรณ์จำพวก DPIs คือข้อใด
 - ก. สูดแล้วให้รสชาติดีหวาน
 - ข. มี intrinsic resistance มาก
 - ค. มี intrinsic resistance น้อย
 - ง. นำส่งเม็ดยาออกจากอุปกรณ์ได้อย่างเป็นระเบียบ
 - จ. ลดการแตกตัวของอนุภาคยา
9. ข้อเสียของอุปกรณ์ที่มี intrinsic resistance มากคือข้อใด
 - ก. ต้องการแรงสูดมาก
 - ข. ไม่มีตัวเลขระบุจำนวนยาที่เหลือ
 - ค. อนุภาคยาแตกตัวได้น้อย
 - ง. ต้องใช้หลักการขนตะแกรงเท่านั้น
 - จ. เกิดการสะสมของยาในปอดได้น้อย
10. ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการนำส่งยาแบบ DPIs คือข้อใด
 - ก. ปริมาตรอุปกรณ์สูดยา
 - ข. แรงสูดยาของผู้ป่วย
 - ค. ปริมาณผงยา
 - ง. ลักษณะอนุภาคผงยา
 - จ. การเก็บรักษา
11. ข้อควรระวังในการใช้ Spiriva® Handihaler® คือข้อใด
 - ก. ด้วยาอุดซับความชื้นได้ จึงห้ามฉีกแคปซูลทิ้งไว้
 - ข. ควรเจาะแคปซูลหลายๆครั้งเพื่อให้ผงยากระจายทั่วช่องสูดยา
 - ค. ยาเป็นผง ไม่จำเป็นต้องเป่าลมหายใจออกก่อนสูด
 - ง. หากสูดยาไม่ถูกต้องจะมีเสียงแคปซูลลั่น
 - จ. ควรเป่าลมใส่อุปกรณ์เพื่อให้ยากระจายตัวก่อนสูด
12. ข้อดีของอุปกรณ์สูดยา Breezhaler® คือข้อใด
 - ก. แคปซูลส่วนใหญ่มีลักษณะใส ทำให้สังเกตได้ว่าสูดยาหมดหรือไม่
 - ข. ผู้ป่วยใช้แรงสูदन้อยก็เพียงพอต่อการสูดยา
 - ค. อุปกรณ์ให้กำเนิดอนุภาคละเอียดได้น้อย
 - ง. อุปกรณ์มีขั้นตอนการใช้ที่น้อย และใช้ง่าย
 - จ. สามารถแกะแคปซูลเพื่อนำผงยาผสมน้ำได้
13. ข้อใดไม่ใช่อุปกรณ์สูดยาแบบ DPIs ที่มีการบรรจุยาแบบ reservoir
 - ก. Turbuhaler®
 - ข. Accuhaler®
 - ค. Swinghaler®
 - ง. Easyhaler®
 - จ. ไม่มีคำตอบที่ถูกต้อง
14. ข้อดีของการบรรจุยา DPIs แบบ blister strip ที่เหนือกว่าแบบ reservoir คือข้อใด
 - ก. ยาคงตัวต่อความชื้นได้มากกว่า
 - ข. สามารถบรรจุยาได้มากกว่า
 - ค. ใช้แรงสูदन้อยกว่า
 - ง. ไม่ต้องเขย่ายาก่อนสูด
 - จ. มีตัวเลขระบุจำนวนยาที่เหลือ
15. ข้อใดไม่ใช่คำแนะนำการใช้ยา DPIs ที่ถูกต้อง
 - ก. หากสูดยาถูกต้องจะรู้สึกมีรสชาติดีที่ลิ้น
 - ข. ยาที่บรรจุในแคปซูลสามารถสูดซ้ำได้
 - ค. ก่อนสูดยาควรเป่าลมหายใจออกก่อน
 - ง. ควรใช้ยาควบคุมอาการตามแพทย์สั่งอย่างต่อเนื่อง
 - จ. ระวังอย่าเป่าลมหายใจเข้าไปในอุปกรณ์