234176

การขนส่งยา (drug delivery) ในทางเดินหายใจโดยการฉีดพ่นผ่านช่องปากของมนุษย์ยังคงเป็นเรื่องที่ท้าทายสำหรับนักวิจัยอยู่ ด้วยเพราะเหตุของความซับซ้อนของรูปร่างทางเดินหายใจและคุณสมบัติของตัวยา ปัจจุบันมีผู้ป่วยที่เป็นโรคทางเดินหายใจ ซึ่งต้องได้รับการรักษาโดยใช้ยาชนิดพ่นเป็นจำนวนมาก และการศึกษาการขนส่งยาถือเป็นพื้นฐานสำคัญที่จะนำไปสู่การรักษาที่ดีขึ้นได้ ด้วยข้อจำกัดของการศึกษาโดยการทดลอง ทั้งงบประมาณและระยะเวลา ทำให้การศึกษาโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์เข้ามามีบทบาทสำคัญมากขึ้น

การศึกษาพฤติกรรมของอนุภาคยา จะดูการเคลื่อนที่และการยึดเกาะควบคู่กัน เนื่องจากทางเดินหายใจซึ่งเปรียบเสมือนท่อขนส่งยา มีอากาศไหล เข้า-ออก อยู่ภายในตลอดเวลา ในงานวิจัยชิ้นนี้ จึงได้กำหนดจุดประสงค์ของการศึกษาพฤติกรรมของอนุภาคยาในทางเดินหายใจภายใต้อิทธิพลของสนามอากาศ โดยทำการศึกษาในโดเมนสองมิติ เริ่มตั้งแต่บริเวณช่องปากผ่านหลอดลมไปจนถึงขั้วปอด ซึ่งได้นำเสนอแบบจำลองทางคณิตศาสตร์สองแบบจำลอง คือ แบบจำลองสำหรับการไหลของอากาศ และแบบจำลองสำหรับการเคลื่อนที่ของอนุภาคยา สำหรับแบบจำลองการไหลของอากาศ จะอาศัยสมการเนเวียร์-สโตกส์ (Navier-Stokes equations) และสมการการไหลต่อเนื่อง (continuity equation) ซึ่งค่าขอบด้านหนึ่งจะถูกกำหนดเป็นฟังก์ชันแกว่งกวัดตามคาบของเวลา (oscillating function) แบบจำลองนี้จะถูกหาผลเฉลยโดยวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป COMSOL Multiphysics® 3.5a แล้วนำผลเฉลยเชิงตัวเลขมาจำลองความเร็วและทิศทางการไหลของอากาศที่เวลาต่างๆ ในส่วนของแบบจำลองสำหรับการเคลื่อนที่ของอนุภาคยา ถูกสร้างโดยอาศัยเทคนิคการกระจัดกระจายวัฏภาคแบบลากรานจ์ (Lagrangian dispersed phase) การหาผลเฉลยของแบบจำลองนี้จะใช้วิธีของออยเลอร์ (Euler's method) ผลที่ได้จากแบบจำลองได้ถูกนำมาจำลองวิถีการเคลื่อนที่และการยึดเกาะของอนุภาคยาในทางเดินหายใจ รวมทั้งวิเคราะห์การกระจายตัวของการยึดเกาะของอนุภาคยาในบริเวณต่างๆ ผลจากแบบจำลองการไหลของอากาศ และแบบจำลองการเคลื่อนที่ของอนุภาคยาในทางเดินหายใจ ให้ผลลัพธ์ที่สอดคล้องกับความเป็นจริงและงานวิจัยชิ้นก่อนๆ เป็นอย่างยิ่ง ซึ่งถือเป็นประโยชน์ต่อการนำไปศึกษาในภายหน้า และนำไปสู่การพัฒนาการรักษาโดยใช้ยาชนิดพ่นต่อไป

234176

Drug delivery in human respiratory system is long standing study for the better treatment. Since the time consuming and expensive nature of experimental study, the mathematical modeling becomes another choice for this development.

Detailed information about airflow pattern is highly important in accurately predicting droplet particle flow. A two-dimensional study of airflow and droplet particle transport/deposition in a human upper airway covering mouth inlet to trachea are presented in this research. The model of oscillating airflow is constructed by using Navier-Stokes equations, continuity equation, and oscillating in pressure gradient condition. The numerical results are solved by finite element method in COMSOL Multiphysics® 3.5a, and then the airflow patterns at different times are simulated. In addition, the particle mobility and deposition characteristics through the airflow are investigated by using Lagrangian dispersed phase model. The model is solved by Euler's method. Moreover, the particle trajectories and the distribution of particle deposition are investigated for different values of particle density, particle injection angle and initial injection speed. Finally, the numerical results show good agreement with previous studies, which useful for promoting the treatment of pharmacological drug particle via target delivery such as the optimization design of therapy methodologies, treatment device and drug materials.