# บทคัดย่อ


ชื่อเรื่อง : การส่งถ่ายยาหรือวัคซีนผ่านผิวหนังโดยใช้ลำพุ่งความเร็วสูง

โดย : รศ.ดร.กุลเชษฐ์ เพียรทอง

ศัพท์สำคัญ : ลำพุ่งความเร็วสูง การส่งถ่ายยา การฉีดยาด้วยลำพุ่งความเร็วสูง วิธีพลศาสตร์ของไหลเชิงตัวเลข

ลำพุ่งความเร็วสูงสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับงานหลากหลายสาขา รวมทั้งงานวิศวกรรมและการแพทย์ งานวิจัยนี้ เน้นศึกษาคุณลักษณะของลำพุ่งความเร็วสูง เพื่อประยุกต์ใช้กับการนำส่งยาผ่านผิวหนัง ซึ่งรู้จักกันโดยทั่วไปว่า Needle-free jet injection ในการสร้างแรงดันให้กับยา ใช้วิธีการขับยาด้วยการเคลื่อนที่ของวัตถุ ทั้งที่เป็นแบบกระแทก และ กดต่อเนื่อง โดยทำการศึกษาคุณลักษณะของลำพุ่งน้ำที่ฉีดในอากาศ และ ฉีดในเนื้อเยื่อจำลอง จากอุปกรณ์ฉีดสองประเภท คือ Cool.Click (ของ บริษัท Bioject2000) และ Med-jet NFIS (ชุดทดลองต้นแบบ) ซึ่งใช้แรงขับลำพุ่งจากด้วยการกดของสปริงและการกระแทกด้วยลูกปืนขับโดยก๊าซแรงดันสูงตามลำดับ นอกจากนี้ ยังได้นำวิธีพลศาสตร์ของไหลเชิงตัวเลข (CFD) ยืนยันผลการทดลองในอดีต และ นำมาช่วยอธิบายการกำเนิดลำพุ่งความเร็วสูง ทำนายผลและกำหนดค่าในการออกแบบชุดทดลองต้นแบบ ผลการศึกษา พบว่าลำพุ่งที่ฉีดจาก Cool. Click มีความเร็วออกและความดันกระแทกของลำพุ่งที่เหมาะสมสำหรับการนำส่งยาผ่านผิวหนัง อยู่ในช่วง 80 - 150 m/s และ 15 – 55 MPa ตามลำดับ และ พบว่ากระบวนการเจาะเนื้อเยื่อของลำพุ่งแบ่งออกเป็น 3 ช่วง คือ ช่วงเริ่มต้น ช่วงเจาะ และ ช่วงแพร่กระจาย ส่วนการศึกษาลำพุ่งจากชุด Med-jet NFIS พบว่า กรณีขับแบบไม่ใช้การกระแทก ความเร็วและความดันกระแทกของลำพุ่งเปลี่ยนแปลงตามปริมาณของเหลวที่บรรจุน้อย ส่วนกรณีขับแบบใช้การกระแทก พบว่าความเร็วออกและความดันกระแทกมีค่าสูงกว่า คือ 150 m/s และ 25 MPa แต่ความดันกระแทกเปลี่ยนแปลงขึ้นลงตลอดช่วงการฉีด ผลที่ได้จากการทดลองเหล่านี้มีความสอดคล้องกับผลที่จำลองได้จาก CFD ซึ่งทำให้สามารถนำผลจาก CFD ที่คำนวณได้มาช่วยอธิบายพฤติกรรมการไหลระหว่างการฉีดลำพุ่งได้อย่างชัดเจนมากยิ่งขึ้น ผลจากการศึกษานี้เป็นองค์องค์ความรู้ใหม่ เกี่ยวกับพฤติกรรมและการออกแบบ อุปกรณ์ในการนำส่งยาผ่านผิวหนังด้วยลำพุ่งความเร็วสูง และ เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับพัฒนาอุปกรณ์สำหรับฉีดยาต่อไป

# Abstract


**TITLE** : Drug delivery through skin using pulsed high-speed jets

**BY** : Assoc. Prof. Dr. Kulachate Pianthong

**KEYWORDS** : High speed liquid jet, Needle-free jet injection, Drug delivery, Computational Fluid Dynamics (CFD)

High speed liquid jets can be applied to many fields including engineering and biomedical applications. This research focus on investigating the characteristics of high speed liquid jets especially for the application called "Needle free jet injection". To build the injection pressure, the driving object method is used by both impulse driving and continuous compression. Jet characteristics in air and in simulant tissue are investigated from Cool. Click (Bioject2000) and Med-jet NFIS (prototype test rig). The Cool. Click uses the spring compression to drive the drug through the nozzle orifice while the Med-jet NFIS uses the impact from the projectile driven by high pressure gas. In addition, the Computational Fluid Dynamics (CFD) technique is employed to calculate and validate the previous studies. CFD results are useful to elucidate the behavior and data on the generation of the jets and helpful to design the test rig. From the study, the appropriate exit velocity and injection pressure from Cool. Click are 80-150 m/s and 15-55 MPa respectively. The drug delivery into tissue can be separated into 3 phases; initial stage (pressure build up), penetration, and dispersion. For the Med-jet NFIS, case of non-impact driving, the jet velocity and the driving pressure are slightly varied with the volume of the liquid. In the case of impact driving, the exit velocity and the injection pressure are 150 m/s and 25 MPa respectively, but always fluctuates during the injection process. These results agree well with the CFD predictions. These are new findings associated with needle free jet injection behaviors and can be applied to further development of the needle free jet injection equipments.