

หุ่นยนต์ทางการแพทย์และเภสัชกรรม MEDICAL AND PHARMACEUTICAL ROBOTS

ดรุณกร ตรีภาค และ พีรยศ ภมรศิลป์ธรรม*

DURONGRIT TRIPAK AND PERAYOT PAMONSINLAPATHAM*

ภาควิชาสารสนเทศศาสตร์ทางสุขภาพ คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร พระราชวังสนามจันทร์ นครปฐม

Department of Health-related Informatics, Faculty of Pharmacy, Silpakorn University, Sanamchandra Palace, Nakhon Pathom

*ติดต่อผู้พิมพ์: pamonsinlapa_p@su.ac.th

*Corresponding author: pamonsinlapa_p@su.ac.th

บทคัดย่อ

หุ่นยนต์ หมายถึงเครื่องจักรที่ออกแบบมาให้สามารถตั้งลำดับการทำงานได้ มีคุณสมบัตินำเข้าหรือรับรู้ข้อมูลจากสิ่งแวดล้อมภายนอกและสามารถกระทำการด้านกายภาพ เช่น จับ ยก ดัน หรือเคลื่อนย้ายวัตถุได้ โดยหุ่นยนต์สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในหลาย ๆ ด้าน เช่น ด้านอุตสาหกรรม ด้านการทหาร ด้านงานบันเทิงและการแสดง ด้านการวิจัยและพัฒนา ด้านการสำรวจ ด้านการเกษตรกรรม รวมถึงมีการใช้ด้านการแพทย์และเภสัชกรรมด้วย

หุ่นยนต์ทางการแพทย์นำไปใช้ประโยชน์ด้านการผ่าตัด ช่วยในด้านพัฒนาการของเด็ก ใช้ติดตามคนไข้บนหอผู้ป่วย ด้านการดูแลและการพยาบาล ใช้ขนส่งอุปกรณ์ทางการแพทย์และยา ใช้ในการกายภาพบำบัด ใช้ในห้องปฏิบัติการสำหรับตรวจวินิจฉัย ใช้สำหรับประชาสัมพันธ์ในโรงพยาบาล ใช้หุ่นยนต์ดูแลผู้สูงอายุ เป็นต้น

หุ่นยนต์ในทางเภสัชกรรมนำไปใช้ประโยชน์ในโรงงานอุตสาหกรรมยา ในการนับเม็ดยา ใช้จัดยาเฉพาะมือในโรงพยาบาล ใช้จัดยาในร้านขายยา ใช้ในการเตรียมยาสำหรับผู้ป่วยเฉพาะราย ทั้งยาน้ำ ยาฉีด ยาเคมียาเม็ด เป็นต้น

แม้ว่าการนำหุ่นยนต์มาใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ มีศักยภาพสูง แต่การใช้หุ่นยนต์มีข้อจำกัด เช่น ด้านราคาและการบำรุงรักษา ความกังวลที่หุ่นยนต์จะมาทดแทนมนุษย์ ความกังวลที่หุ่นยนต์เปลี่ยนแปลงพฤติกรรมมนุษย์ รวมถึงปัญหาความรู้ความเข้าใจของมนุษย์ที่มีต่อหุ่นยนต์ ในอนาคตเมื่อเทคโนโลยีด้านหุ่นยนต์พัฒนาไปมากขึ้น เราจะได้รับประโยชน์สูงสุดจากหุ่นยนต์

คำสำคัญ : หุ่นยนต์, ระบบอัตโนมัติ, การแพทย์, เภสัชกรรม, เทคโนโลยี

Abstract

Robots refer to machinery designed to operate to order. They can import or get information from external sources and perform physical actions such as capture, lift, push or move an object. Robots can be utilized in various fields such as industry, military service, entertainment and shows, research and development, surveying, and agriculture along with their use in the medical and pharmaceutical industries.

Medical robots are useful in many areas, including surgery, child development, in-patient tracking, nursing care, transportation of medicines and medical equipment, rehabilitation, diagnostic laboratories, hospital public relations departments and elderly care.

Pharmaceutical robots are useful in the pharmaceutical industry, drugstores, pill counting services, unit dose preparation and extemporaneous formulation for individual patients including liquid, injection and chemotherapeutic preparations.

Although the use of robots in various fields shows great potential, many limitations exist, such as cost and maintenance, concerns of human replacement by robots, concerns of changes in human behavior, and human understanding in robots. In the future, when robot technology is more advanced, maximum benefit will be gained.

Keywords: robot, automation, medicine, pharmacy, technology

บทนำ

มนุษย์สามารถพัฒนาตนเองให้ใช้เครื่องมือทุ่นแรงได้ตั้งแต่ยุคก่อนประวัติศาสตร์ และต่อมาได้พัฒนาขึ้นเป็นเครื่องจักรกลในยุคอุตสาหกรรมและเครื่องจักรที่สามารถตั้งโปรแกรมการทำงานได้ ประกอบกับเกิดการพัฒนาคอมพิวเตอร์ขึ้น ทำให้ปัจจุบันเครื่องจักรดังกล่าวได้ถูกพัฒนาไปเป็นหุ่นยนต์ เมื่อมีการพัฒนาทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสูงขึ้นเรื่อย ๆ จึงทำให้วิธีการสังเคราะห์มีความซับซ้อนมากขึ้น การทำงานของหุ่นยนต์จึงมีความสามารถมากขึ้น และมีความน่าสนใจที่จะนำมาใช้งานต่าง ๆ อย่างหลากหลาย

หุ่นยนต์ ตามคำนิยามของ Robot Institute of America (RIA) ที่ให้ไว้ในปี ค.ศ. 1979 หมายถึงแขนกลที่ออกแบบให้สามารถตั้งลำดับการทำงานได้ มีการใช้งานได้หลากหลายหน้าที่ ใช้เคลื่อนย้ายวัสดุอุปกรณ์ เครื่องมือหรืออุปกรณ์พิเศษต่าง ๆ ด้วยวิธีตั้งลำดับการทำงานของการเคลื่อนที่ เพื่อใช้ในกิจกรรมที่หลากหลาย¹

คำว่า Robot มาจากคำว่า Robota ซึ่งเป็นภาษาเชค หมายถึงทำงานอย่างหนัก เสมือนทาส นำมาใช้ครั้งแรกโดยนักเขียนชื่อ Karel Capek ในบทละครเวทีเรื่อง Rossum's Universal Robots (R. U. R.) เป็นที่รู้จักแพร่หลายโดยนักเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ชื่อ Isaac Asimov จากนิยายสั้นเรื่อง Runaround² หุ่นยนต์ตัวแรกถูกสร้างขึ้นในปี ค.ศ. 1948 โดย William Grey Walter มีลักษณะเป็นหุ่นยนต์เต่าที่มีล้อ 3 ล้อ³

วิวัฒนาการของหุ่นยนต์ อาจแบ่งตามการพัฒนาได้ ดังนี้

1. หุ่นยนต์ยุคโบราณ เป็นหุ่นยนต์ที่ใช้กลไกอัตโนมัติ (automata) ในการควบคุม เช่น ฟันเฟือง รอก สปริง ล้อ เฟลา ตัวอย่างเช่น ในยุคก่อนคริสตกาลมีการสร้างหุ่นยนต์ที่ชื่อว่า The Maidservant of Philon ซึ่งเป็นหุ่นยนต์ที่ใช้รีนไวน์ โดยเมื่อวางแก้วไวน์ไว้บนมือซ้ายของหุ่นยนต์ หุ่นยนต์จะรีนไวน์จากเหยือกในมือข้างขวาซึ่งใช้กลไกพวกท่อ สปริง และอาศัยหลักการของน้ำหนัก ความดันอากาศ สุญญากาศ

ในศตวรรษที่ 15 Leonardo da Vinci ได้ ออกแบบหุ่นยนต์สิงโตและสัตว์ที่เคลื่อนที่ได้ โดยอาศัยความรู้ด้านกายวิภาค งานโลหะ และ ประติมากรรม ในศตวรรษที่ 16 นักประดิษฐ์ ทางยุโรปและญี่ปุ่นได้สร้างตุ๊กตาอัตโนมัติ เช่น ตุ๊กตาที่เล่นดนตรี ตุ๊กตาที่เขียนหนังสือ หรือ ตุ๊กตาที่เลิฟน้ำชา เป็นต้น⁴

2. หุ่นยนต์ทางอุตสาหกรรม ในปี ค.ศ.1954 George Devol และ Joe Engleberger ได้สร้างหุ่นยนต์สำหรับใช้ในงานอุตสาหกรรมตัว แรกขึ้นในชื่อ Unimate เพื่อใช้ในการยกชิ้นส่วน ร้อนจากเครื่องหล่อ หลังจากนั้นโรงงานต่าง ๆ ได้เริ่มหันมาใช้หุ่นยนต์ในการทำงานทดแทน มนุษย์หรือทำงานที่มนุษย์ไม่สามารถทำได้²

3. หุ่นยนต์ที่ให้บริการหรือทำงาน เฉพาะด้าน นอกเหนือจากหุ่นยนต์ที่พัฒนาขึ้น เพื่อใช้ในทางอุตสาหกรรมแล้ว ในสาขาอื่น ๆ นอกโรงงานอุตสาหกรรมก็ได้มีการใช้หุ่นยนต์ มากขึ้น ยกตัวอย่างเช่น ด้านการเกษตร การ ก่อสร้าง ด้านสุขภาพ ด้านการค้า การใช้งาน ภายในบ้าน และการทำงานในพื้นที่ที่มนุษย์ไม่ สามารถเข้าถึง เช่น ทะเลลึก อวกาศ หรืองานที่ เกี่ยวข้องกับสารพิษ สารกัมมันตรังสี โดย ลักษณะของหุ่นยนต์มักจะมีลักษณะดังนี้

1. ทำงานได้อย่างเชี่ยวชาญในงาน แบบใดแบบหนึ่ง ด้านใดด้านหนึ่ง หรือเฉพาะ สิ่งแวดล้อมอย่างใดอย่างหนึ่ง

2. มีความสามารถเพียงพอที่จะทำ ภารกิจได้เสร็จสิ้น

3. ยังไม่ได้รับการพิสูจน์ถึงความ คุ่มค่าด้านราคาของหุ่นยนต์ซึ่งต่างกับหุ่นยนต์ ทางอุตสาหกรรม

4. หุ่นยนต์ส่วนบุคคล แบ่งตาม ลักษณะการทำประโยชน์ได้ 2 ประเภท คือ

1. เพื่อสนทนากการทำให้รู้สึกมีความสุข คลายเครียด รู้สึกเหงาลดลง พูดคุยได้มากขึ้น และส่งผลต่ออารมณ์ของมนุษย์

2. เพื่อช่วยทำงานแทนมนุษย์เหมือน คนรับใช้⁵

เนื่องจากหุ่นยนต์มีความหลากหลาย ของชนิด ลักษณะ รวมถึงการทำงาน ทำให้ ความคิด ความเข้าใจของผู้คนที่มีต่อหุ่นยนต์ แตกต่างกัน Nomura และคณะ ต้องการทราบ ว่าหากกล่าวถึงคำว่า “หุ่นยนต์” ผู้คนจะนึกถึง หุ่นยนต์ในลักษณะใด จากการศึกษาพบว่า ผู้คนส่วนใหญ่คิดว่า หุ่นยนต์จะมีลักษณะ เหมือนมนุษย์ หรือที่เรียกว่า ฮิวแมนนอยด์ (Humanoid) ซึ่งจะประกอบด้วย หัว 1 หัว แขน 2 ข้าง และขา 2 ข้าง รองลงมาจะนึกถึงหุ่นยนต์ ในลักษณะของสัตว์เลี้ยง และหุ่นยนต์ทาง อุตสาหกรรมที่มีลักษณะเป็นแขนกล เมื่อ สอบถามถึงสถานที่หรือสถานการณ์ที่จะใช้ หุ่นยนต์ ผู้คนส่วนมากคิดว่า หุ่นยนต์จะทำงาน อยู่ในโรงงานอุตสาหกรรม รองลงมาจะเป็นการ ใช้หุ่นยนต์ตามบ้านพักหรือที่อยู่อาศัย และเมื่อ สอบถามถึงลักษณะการทำงานของหุ่นยนต์ ผู้คนส่วนมากตอบว่า หุ่นยนต์จะทำกิจกรรม ทางด้านกายภาพ เช่น เคลื่อนย้ายสิ่งของ รองลงมาเป็นกิจกรรมเพื่อบริการมนุษย์ ซึ่ง ผู้วิจัยคาดว่า ผลที่ได้นี้เกิดจากการที่ผู้คนได้รับ ข้อมูลของหุ่นยนต์ผ่านสื่อโทรทัศน์⁶

อย่างไรก็ตาม การเปลี่ยนมาใช้งาน หุ่นยนต์ย่อมส่งผลต่าง ๆ ต่อมนุษย์ รวมถึงผล ต่อการยอมรับในการใช้งานหุ่นยนต์ของมนุษย์ Nomura และคณะจึงได้พัฒนาเครื่องมือสำหรับ ประเมินการยอมรับของมนุษย์ที่มีต่อหุ่นยนต์ เหมือนมนุษย์ โดยอยู่ในรูปแบบสอบถาม ชื่อว่า Frankenstein Syndrome Questionnaire⁷ แบ่ง

กลุ่มผู้ตอบแบบสอบถามเป็น 3 กลุ่ม คือกลุ่มที่เคยมีประสบการณ์กับหุ่นยนต์จริง กลุ่มที่เคยเห็นหุ่นยนต์ในสื่อ และกลุ่มที่ไม่มีประสบการณ์กับหุ่นยนต์เลย แยกกลุ่มตามช่วงอายุต่าง ๆ ผลการศึกษาพบว่า ผู้สูงอายุจะมีการยอมรับหุ่นยนต์เหมือนมนุษย์ได้ดีกว่าผู้มีอายุน้อย และประสบการณ์การใช้งานหุ่นยนต์ทำให้มีการยอมรับหุ่นยนต์เหมือนมนุษย์ได้ดีกว่า⁷

หุ่นยนต์ทางการแพทย์

มีการนำหุ่นยนต์ที่ให้บริการหรือทำงานเฉพาะด้านได้มาใช้ทางการแพทย์มาเป็นเวลานานแล้ว โดยมีการใช้งานในด้านต่าง ๆ เช่น การใช้หุ่นยนต์ในการผ่าตัด การใช้หุ่นยนต์เพื่อช่วยในด้านพัฒนาการของเด็ก การใช้หุ่นยนต์เพื่อการติดตามผู้ป่วยบนหอผู้ป่วย การใช้หุ่นยนต์ทางการแพทย์ การใช้หุ่นยนต์เพื่อการขนส่งทางการแพทย์ การใช้หุ่นยนต์ในการทำกายภาพบำบัด การใช้หุ่นยนต์ในห้องปฏิบัติการ การใช้หุ่นยนต์ประชาสัมพันธ์ในโรงพยาบาล การใช้หุ่นยนต์ดูแลผู้สูงอายุและการใช้หุ่นยนต์ในด้านอื่น ๆ ทางทางการแพทย์

หุ่นยนต์ช่วยในการผ่าตัด (รูปภาพ 1) ชื่อ da Vinci ได้รับการรับรองจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาของสหรัฐอเมริกาในปี ค.ศ. 2000 โดยปี ค.ศ. 2012 มีการผ่าตัดโดยใช้หุ่นยนต์ผ่าตัดนี้แล้วประมาณ 2 แสนครั้ง แม้ว่าการผ่าตัดโดยใช้การส่องกล้องสามารถให้ผลการรักษาที่ดีเมื่อเทียบกับการผ่าตัดทั่วไป แต่ในการผ่าตัดแบบใช้การส่องกล้องก็ยังมีข้อดีอยู่กว่าการผ่าตัดโดยใช้หุ่นยนต์อยู่หลายด้าน เช่น การสูญเสียการมองเห็นในรูปแบบสามมิติ การใช้เครื่องมือในการผ่าตัดนาน ๆ อาจส่งผลต่อการสั่นของมือศัลยแพทย์ การสูญเสียมุมในการเคลื่อนไหว

ไหวของมือเมื่อเทียบกับการผ่าตัดโดยใช้หุ่นยนต์ที่ระบุว่าสามารถแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นจากการผ่าตัดโดยวิธีส่องกล้อง เช่น กล้องถ่ายภาพที่มีประสิทธิภาพสูงกว่า ความคล่องแคล่วของเครื่องมือสูงกว่า มีระบบกรองการสั่นของมือ การจุดติ่งของอุปกรณ์ให้คงที่ สามารถเพิ่มระดับการเคลื่อนที่ให้ละเอียดขึ้นได้ถึง 5 เท่า การใช้หน้าจอความละเอียดสูงแยกสองจอในลักษณะของแว่นตาทำให้สามารถมองภาพ 3 มิติได้ และเพิ่มความถูกต้องแม่นยำของการตัด จากการเปรียบเทียบการผ่าตัดโดยใช้หุ่นยนต์กับการผ่าตัดโดยการส่องกล้อง พบว่าการใช้หุ่นยนต์ผ่าตัดจะใช้ระยะเวลาของการผ่าตัดมากกว่า ค่ารักษาพยาบาลสูงกว่า แต่มีประโยชน์ในด้านการสูญเสียเลือดน้อยกว่า ลดโอกาสที่จะต้องเปลี่ยนไปผ่าตัดแบบเปิด ลดระยะเวลาในการนอนรักษาที่โรงพยาบาล ลดระยะเวลาในการกลับมารับประทานอาหารได้ ภาวะแทรกซ้อนน้อยกว่า⁸⁻¹¹

นอกจากนี้ยังมีหุ่นยนต์ประเภทหนึ่งที่มีการใช้ในห้องผ่าตัด คือหุ่นยนต์ที่ช่วยหยิบอุปกรณ์การผ่าตัดให้กับทีมผ่าตัด อาศัยการสั่งการหุ่นยนต์ด้วยเสียง มีการรับรู้ตำแหน่งของอุปกรณ์โดยการใช้การประมวลผลภาพและการจดจำรูปแบบ และใช้หลักการของแม่เหล็กไฟฟ้าในการหยิบจับเครื่องมือ¹³

หุ่นยนต์ที่ใช้ในการติดตามผู้ป่วยบนหอผู้ป่วย (รูปภาพ 2A) เป็นหุ่นยนต์ที่แพทย์สามารถควบคุมจากระยะไกลผ่านระบบเครือข่ายโดยคอมพิวเตอร์ส่วนตัว โดยหุ่นยนต์จะมีกล้องจอภาพ ไมโครโฟนและลำโพงเสียง หุ่นยนต์ประเภทนี้มีการใช้ทำงานตัวแรกใน Johns Hopkins Hospital, Baltimore, Maryland โดย Dr. Louis Kavoussi ในปี ค.ศ. 2004 โดยแพทย์จะควบคุมหุ่นยนต์จากที่บ้าน อย่างไรก็ตามใน

การใช้หุ่นยนต์ติดตามผู้ป่วยบนหอผู้ป่วยนี้ยังต้องมีเจ้าหน้าที่ทางสาธารณสุขที่โรงพยาบาลใน



การให้ความช่วยเหลือเพื่อให้การตรวจรักษาทำได้อย่างราบรื่น^{14,15}



ภาพที่ 1 ภาพหุ่นยนต์ผ่าตัด da Vinci และการผ่าตัดด้วยหุ่นยนต์^{11,12}

นักวิทยาศาสตร์ได้พัฒนาหุ่นยนต์เพื่อใช้เป็นผู้ช่วยพยาบาลในหลาย ๆ รูปแบบ แต่ละชนิดนั้นสามารถทำงานได้เฉพาะด้าน^{16,17} เช่น หุ่นยนต์ที่ช่วยยกผู้ป่วยขึ้นบนเตียงหรือลงจากเตียงสู่รถเข็น (รูปภาพ 2B) หุ่นยนต์เช็ดตัวผู้ป่วย หุ่นยนต์ช่วยเตือนในการเปลี่ยนผ้าอ้อม หุ่นยนต์ที่ใช้วัดอุณหภูมิคนไข้โดยใช้กล้องตรวจจับความร้อน จากการที่มีการใช้หุ่นยนต์ในทางการแพทย์ และการพัฒนาหุ่นยนต์เหมือนมนุษย์ที่มีแขน มือจับ ขา ซึ่งสามารถทำกิจกรรมต่าง ๆ ได้เหมือนมนุษย์ จึงมีคำถามว่าเราจะใช้หุ่นยนต์เหมือนมนุษย์นั้น มาทำงานแทนพยาบาลได้หรือไม่ Fuji และคณะได้ศึกษาโดยส่งแบบสอบถามให้พยาบาล ผู้ช่วยพยาบาลเป็นผู้แจกแจงกิจกรรมทางการแพทย์ และให้ประเมินว่าหุ่นยนต์เหมือนมนุษย์สามารถทำกิจกรรมดังกล่าวได้หรือไม่ พบว่า ร้อยละ 44.55 ของพยาบาลและผู้ช่วยพยาบาลตอบว่าสามารถทำได้ ส่วนผู้ที่ตอบว่าหุ่นยนต์เหมือนมนุษย์ไม่สามารถทำกิจกรรมทางการแพทย์ทั้งหมดได้ ส่วนใหญ่ให้เหตุผลว่าไม่มีความสามารถของหุ่นยนต์อย่างแน่ชัด และผู้ป่วยไม่ได้รับความรู้สึกอบอุ่นทางจิตใจในการดูแล¹⁸

หุ่นยนต์ส่งของในโรงพยาบาล (รูปภาพ 2C) สามารถใช้ในการส่งแฟ้มประวัติผู้ป่วย ส่งยาจากห้องยาไปยังหอผู้ป่วย ส่งวัสดุทางการแพทย์ ส่งตัวอย่างทางห้องปฏิบัติการ ส่งอาหารส่งเสื้อผ้าหรือผ้าปูเตียง มีระบบเซนเซอร์ป้องกันการชนผู้คน มีระบบการสแกนรหัสแท่งเพื่อระบุสถานที่ สามารถเชื่อมต่อกับเครือข่ายไร้สายในโรงพยาบาลเพื่อระบุที่อยู่ มีระบบเตือนพลังงานสามารถกลับไปชาร์จตัวเองเมื่อแบตเตอรี่ใกล้หมดได้^{19,20}

หุ่นยนต์ในงานกายภาพบำบัดช่วยรองรับจำนวนผู้ป่วยที่ทำกายภาพบำบัดให้มากขึ้นในช่วงเวลาหนึ่ง ๆ สามารถทำการตรวจวัดสัญญาณหรือกิจกรรมทางกายภาพของผู้ป่วยรวมถึงสามารถใช้ร่วมกับระบบการแพทย์ทางไกล²¹ นอกจากนี้ยังมีอุปกรณ์ช่วยเดินของผู้สูงอายุหรือผู้พิการ (Exoskeleton) ที่ช่วยพยุงร่างกายผู้ป่วยหรือเพิ่มผลกำลังในการทำงานของกล้ามเนื้อได้

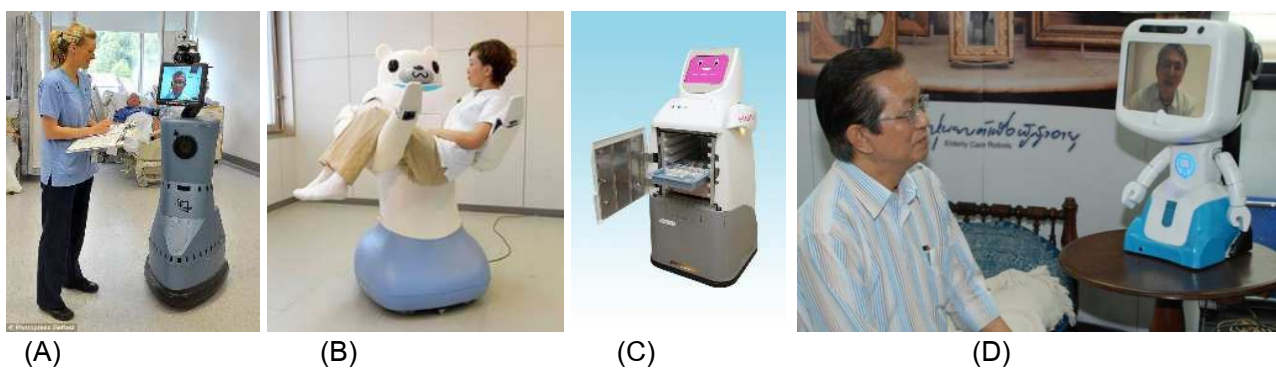
หุ่นยนต์เสริมสร้างพัฒนาการของเด็กออทิสซึม โดยกลุ่มเด็กออทิสซึมจะตอบสนองต่อเครื่องเล่นหรือสิ่งของมากกว่ามนุษย์ จากการศึกษาของ Shamsuddin และคณะ พบว่า

การใช้หุ่นยนต์เหมือนมนุษย์ยังไม่สามารถใช้แทนนักบำบัดจริงได้ แต่สามารถใช้ดึงดูดความสนใจของเด็กและสามารถตั้งโปรแกรมให้ตอบสนองในรูปแบบต่าง ๆ ได้ เช่น การหมุนหัว เปลี่ยนสีตา เคลื่อนไหวแขนขา พูด เล่นดนตรี เล่นเพลงได้ ซึ่งการพัฒนาโปรแกรมของหุ่นยนต์ต้องอาศัยนักบำบัดและวิศวกรเพื่อปรับแต่งให้เหมาะสมกับเด็กแต่ละคนในการทำกิจกรรมของการบำบัด และมีข้อจำกัดในปัจจุบันเพราะว่าหุ่นยนต์โดยมากสามารถสื่อสารแบบทิศทางเดียวเท่านั้น^{22,23}

หุ่นยนต์ดูแลผู้สูงอายุ ตัวอย่างเช่น หุ่นยนต์ชื่อ “ดินสอ” (รูปภาพ 2D) ซึ่งเป็นหุ่นยนต์ที่ถูกคิดค้นและสร้างขึ้นโดยคนไทย สามารถเฝ้าติดตามผู้สูงอายุ มีระบบติดต่อไปยังแพทย์หรือญาติผ่านทางโทรศัพท์หรือช่องทาง

อื่น ๆ ระบบเตือนการกินยา การเชื่อมต่อเครื่องวัดความดันแบบไร้สาย ระบบเก็บประวัติคนไข้ มีแขนกลที่สามารถหมุนได้ 7 จุด สามารถเสิร์ฟอาหาร หยิบจับสิ่งของ และมีระบบบันทึกการ²⁴

หุ่นยนต์ในห้องปฏิบัติการ ช่วยให้ทำงานได้นานขึ้นจากกระบวนการทำงานเดิม การเตรียมตัวอย่าง ทดสอบค่าผลตรวจทางห้องปฏิบัติการ การเตรียมสารมาตรฐาน ทำโดยเจ้าหน้าที่หรือนักเทคนิคการแพทย์ ซึ่งอาจมีปัญหาในการตรวจหรือการวิจัยที่มีจำนวนตัวอย่างที่ต้องตรวจครั้งละมาก ๆ ในปัจจุบันโรงพยาบาลขนาดใหญ่ได้นำหุ่นยนต์มาใช้ประโยชน์ในห้องปฏิบัติการ โดยมักมีการเชื่อมต่อกับระบบสารสนเทศโรงพยาบาล เพื่อความสะดวกและรวดเร็ว ในการส่งผลการตรวจไปยังแพทย์และพยาบาลที่ทำการดูแลรักษา²⁵



รูปภาพ 2 หุ่นยนต์ทางการแพทย์ ที่มีการนำมาใช้ในรูปแบบต่าง ๆ^{15,16,20,24}

หุ่นยนต์ที่ใช้ในทางการแพทย์อื่น ๆ เช่น หุ่นยนต์ประชาสัมพันธ์ หุ่นยนต์เตียงที่สามารถปรับเปลี่ยนตัวเองไปเป็นรถเข็นได้ หุ่นยนต์ที่เข้าไปฆ่าเชื้อในห้องด้วยแสงอัลตราไวโอเลต (Ultra-Violet) สำหรับห้องผู้ป่วยที่มีการติดเชื้ออันตราย เช่น โรคอีโบล่า หุ่นยนต์ที่ช่วยในการย้ายผู้ป่วยจากเตียงเพื่อไปเข้าห้องสุขา รถเข็นคนพิการที่ดัดแปลงเฉพาะบุคคล เช่น รถเข็นคนพิการของ Stephen Hawking การผ่าตัดโดย

ใช้แขนกลที่สั่งงานโดยระบบประสาทซึ่งเป็นการทำงานร่วมกันของมนุษย์และหุ่นยนต์ การรวมกันของหุ่นยนต์กับสิ่งมีชีวิตนี้ เรียกว่า ไซบอร์ก (Cyborg)²⁶ เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีนวัตกรรมหุ่นยนต์แบบใหม่ที่มีแนวคิดที่จะนำมาใช้ในทางการแพทย์ เรียกว่า “Nano Robots” เป็นหุ่นยนต์ที่มีส่วนประกอบที่มีสเกลหรือขนาดในระดับนาโนเมตร สร้างขึ้นด้วยนาโนเทคโนโลยีในระดับโมเลกุล ขนาดโดยรวม

0.1-10 ไมครอน โดยหุ่นยนต์ดังกล่าวอาจมีลักษณะเป็นไมโครชิป โมเลกุลที่ติดกับผิวอนุภาค กรดนิวคลีอิก แบคทีเรีย ไวรัส สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้หลายอย่าง เช่น การวินิจฉัยโรค ระบบนำส่งยาตรงเป้าหมายสำหรับยามะเร็ง การติดตามระดับน้ำตาลในเลือด และรวมถึงการซ่อมแซมเนื้อเยื่อ²⁷

หุ่นยนต์ทางเภสัชกรรม

การใช้หุ่นยนต์ในทางเภสัชกรรมเริ่มต้นมาจากการใช้เครื่องนับเม็ดยาอัตโนมัติ โดยในอดีตการนับเม็ดยาอาศัยถาดนับยาและไม้พายทำงานโดยใช้มนุษย์ในการนับยา จัดเป็นภาระงานที่หนัก ใช้เวลา และทำให้เภสัชกรไม่

สามารถมุ่งเน้นเรื่องความปลอดภัยของผู้ป่วยด้านอื่น ๆ ได้ ในปี ค.ศ. 1967 John Kirby และ Frank Kirby จากประเทศอังกฤษ ได้พัฒนาอุปกรณ์นับเม็ดยาอิเล็กทรอนิกส์ที่สามารถนับยาเม็ดและแคปซูลได้ ในปี ค.ศ. 1971 พวกเขาและผู้ช่วยของเขา Rodney Lester ได้เปิดจำหน่ายเครื่องนับเม็ดยาในเชิงการค้าและพาณิชย์ และหลังจากนั้นเครื่องนับเม็ดยาดังกล่าวก็ได้พัฒนาขึ้นอย่างต่อเนื่องให้สามารถนับเม็ดยาได้เร็วขึ้น มีความถูกต้องมากขึ้น (รูปภาพ 3) ภายหลังต่อมามีการใช้บรรจุภัณฑ์ทางเภสัชกรรมแบบแผงสำเร็จรูป การจำหน่ายเครื่องนับเม็ดยาจึงได้ลดลงไปอย่างมาก²⁸



ภาพที่ 3 เครื่องนับเม็ดยาแบบต่าง ๆ

การพัฒนาการของเครื่องนับเม็ดยาจากเดิมนับเม็ดยาได้แค่ชนิดเดียวในแต่ละครั้ง แต่ละเครื่อง พัฒนาไปเป็นเครื่องนับเม็ดยาที่มีความสามารถสูงขึ้นเครื่องหนึ่งสามารถนับเม็ดยาได้หลายชนิด รวมถึงมีความสามารถในการพิมพ์ฉลากและบรรจุลงในกระปุกยาสำหรับผู้ป่วยนอก²⁹ (รูปภาพ 4A) หรือในรูปแบบของยาแบบการใช้ยารายวันสำหรับผู้ป่วยนอนในโรงพยาบาล³⁰ (รูปภาพ 4B) มีโรงพยาบาลในประเทศไทยหลายโรงพยาบาลนำหุ่นยนต์จัดยามาใช้ วัตถุประสงค์เพื่อการเพิ่มประสิทธิภาพ

การทำงาน ลดระยะเวลาในการจัดยา ลดค่าใช้จ่ายด้านแรงงาน ลดภาระงานของฝ่ายเภสัชกรรม ปรับเปลี่ยนรูปแบบงานของเภสัชกรจากการดูแลด้านการจ่ายยา (dispensing) เป็นการบริบาลทางเภสัชกรรม (Pharmaceutical care) จัดทำระบบการจ่ายยาต่อมือ (unit dose drug distribution system) ลดข้อผิดพลาดที่เกิดจากการใช้ยา (medication error) เป็นต้น

มีกรณีศึกษาที่น่าสนใจของโรงพยาบาลที่มีการปรับเปลี่ยนระบบจากการจัดยาด้วยคนเป็นหุ่นยนต์ โดย Novek และคณะ ได้ทำการ

ศึกษาในโรงพยาบาลในประเทศแคนาดา 3 โรงพยาบาลที่มีการปรับเปลี่ยนระบบด้วยเหตุผลต่าง ๆ กัน ดังนี้

โรงพยาบาล A เป็นโรงพยาบาลขนาด 330 เตียง มีระบบการกระจายยาแบบยูนิตโดสสำหรับการใช้ยาแบบ 1 ครั้งต่อมือ ห้องยาแบบรวมศูนย์ มีหัวหน้า 1 คน เภสัชกร 8 คน และเจ้าหน้าที่ 6 คน มีการใช้หุ่นยนต์ Baxter ATC-212 โดยเจตนาหลักในการปรับเปลี่ยนคือต้องการเพิ่มประสิทธิภาพของการทำงานและลดแรงงานโดยปรับเปลี่ยนเภสัชกรให้ทำการกรอกข้อมูลแทนระบบเดิมที่ให้เจ้าหน้าที่กรอก แม้ว่าประเทศแคนาดา เจ้าหน้าที่สามารถตรวจสอบยาได้ แต่ทางโรงพยาบาลก็ยังให้เภสัชกรเป็นผู้ตรวจสอบยาก่อนจ่ายให้ผู้ป่วย จากการศึกษาพบว่าการกรอกข้อมูลใช้เวลาทั้งหมดร้อยละ 25 ของเวลางานของเภสัชกร เวลาในการจ่ายยาใช้เวลาทั้งหมดร้อยละ 60 ของเวลางานของเภสัชกร โดยเภสัชกรมีความมั่นใจในการทำงานมากขึ้นเนื่องจากความเครียดในการเกิดข้อผิดพลาดลดลง เจ้าหน้าที่ที่มีความเครียดน้อยลงจากการลดข้อผิดพลาดของการทำงานกรอกข้อมูล การประเมินในด้านการลดแรงงานสามารถลดเจ้าหน้าที่ได้ 1 คน โดยเจ้าหน้าที่รายนั้นถูกเปลี่ยนไปทำงานด้านการเตรียมยาปราศจากเชื้อ

โรงพยาบาล B เป็นโรงพยาบาลขนาด 220 เตียง มีระบบการกระจายยาแบบยูนิตโดส ห้องยาแบบรวมศูนย์ มีหัวหน้า 1 คน เภสัชกร 6 คน และเจ้าหน้าที่ 5 คน มีการใช้หุ่นยนต์ Baxter ATC-212 โดยเจตนาหลักในการปรับเปลี่ยนคือการปรับเปลี่ยนรูปแบบงานเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของเจ้าหน้าที่ และทำให้เภสัชกรมีเวลาไปทำงานด้านคลินิกมากขึ้น

อีกร้อยละ 10 ของเวลาทำงานของเภสัชกร ทำให้ 6 เดือนหลังจากเปลี่ยนระบบ ได้มีการปรับเภสัชกรไปทำหน้าที่กรอกข้อมูลและตรวจสอบข้อมูลและปรับเปลี่ยนเจ้าหน้าที่ 2 คนที่ความสามารถสูงมาทำหน้าที่ตรวจสอบยาแทน โดยเลือกจากการทดสอบความสามารถด้วยการสุ่มตรวจสอบโดยเภสัชกรแล้วจะต้องมีความถูกต้องร้อยละ 99.8

โรงพยาบาล C เป็นโรงพยาบาลขนาด 388 เตียง มีระบบการกระจายยาแบบยูนิตโดส ห้องยาแบบกระจายศูนย์ มีหัวหน้า 1 คน เภสัชกร 8 คน และเจ้าหน้าที่ 7 คน มีการใช้หุ่นยนต์ของบริษัท Meditrol โดยเจตนาหลักในการปรับเปลี่ยนคือปรับเปลี่ยนระบบการทำงานโดยแยกเภสัชกร 4 คนไปทำงานด้านคลินิก และเภสัชกรที่เหลือทำงานด้านจ่ายยา ในระยะแรกเภสัชกรกลุ่มที่ทำหน้าที่ทางด้านเภสัชกรรมคลินิกมีความเครียดและกังวลในการทำหน้าที่ของตนเอง ในอีก 6 เดือนต่อมา เภสัชกรในกลุ่มทำงานด้านจ่ายยา 2 คนลาออก และอีก 1 คนเกือบลาออก แม้จะมีการจ้างเภสัชกรมาทดแทนในภายหลัง โดยเภสัชกรกลุ่มนี้ให้เหตุผลว่าเกิดจากความเครียดในการทำงาน ภาระงานเพิ่มสูงขึ้น ระบบคอมพิวเตอร์และหุ่นยนต์เกิดความผิดพลาดในหลาย ๆ รูปแบบ เกิดความคลาดเคลื่อนทางยา จนพยาบาลโทรศัพท์มาต่อว่าและต้องมีการแก้ไข ส่วนในกลุ่มที่ทำงานด้านเภสัชกรรมคลินิกมีความสุขในการทำงาน ภายหลังต่อมา 18 เดือนหลังเปลี่ยนระบบ หัวหน้าได้ลาออกและหนึ่งในเภสัชกรในกลุ่มที่ทำหน้าที่ทางด้านคลินิกได้ขึ้นเป็นหัวหน้าผู้บริหารได้ทราบถึงความล้มเหลวของการแยกงานด้านคลินิกและการจ่ายยาออกจากกัน จึงได้ปรับเปลี่ยนให้เภสัชกรทั้งหมดหมุนเวียนกันทำ

หน้าที่กรอกข้อมูล โดยไม่แย่งงานด้านเภสัชกรรมคลินิกและจ่ายยาออกจากกัน³¹

Lahtela และคณะ³² ได้ศึกษาถึงการลดความคลาดเคลื่อนทางยาโดยใช้หุ่นยนต์จัดยาที่มีการจัดยาควบคู่กับการพิมพ์ฉลากในโรงพยาบาลในประเทศฟินแลนด์แห่งหนึ่งพบว่า มีความคลาดเคลื่อนทางยาในส่วนของการ

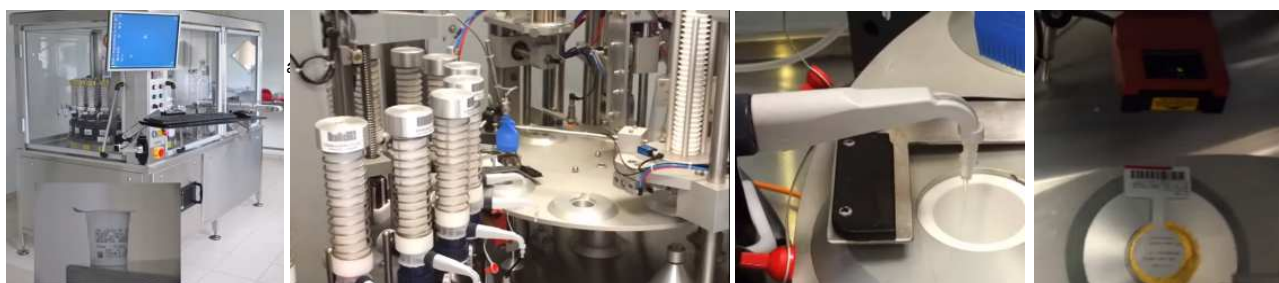
การจัดยาที่พบในห้องยาเกิดขึ้นร้อยละ 0.36 (110/30400) โดยสาเหตุส่วนใหญ่เกิดจากเม็ดยาแตกหัก รองลงมาเป็น การได้ยาผิดจำนวนจากการที่ขาดเม็ดยาไปหรือเม็ดยาเกินมา คิดเป็นความคลาดเคลื่อนทางยาร้อยละ 0.013 (2/15000) โดยเป็นการได้ยาผิดจำนวนจากการขาดเม็ดยาไป 1 ครั้งและเม็ดยาเกินมา 1 ครั้ง³²



ภาพที่ 4 A) หุ่นยนต์จัดยาสำหรับผู้ป่วยนอก B) หุ่นยนต์จัดยาสำหรับผู้ป่วยในแบบยูนิตโดส^{29,30}

หุ่นยนต์จัดยามีข้อจำกัดที่สามารถใช้ได้เฉพาะยาเม็ดและแคปซูล สำหรับการจ่ายน้ำแบบยูนิตโดส ในหลายแห่งอาจให้พยาบาลทำการเตรียมสำหรับผู้ป่วยแต่ละราย หรือให้เภสัชกรในงานผลิตเป็นผู้เตรียม มีหุ่นยนต์ที่นำมาใช้ประโยชน์ในการเตรียมยาน้ำ (รูปภาพ 5) โดยภาชนะของยาน้ำที่เตรียมได้จะมีลักษณะเหมือนน้ำพร้อมดื่มแบบแก้วที่มีฝาปิดและมีหลักการทำงานคือการรับข้อมูลจากระบบ

สารสนเทศโรงพยาบาลที่เชื่อมต่อกับหุ่นยนต์ หุ่นยนต์มีปัมป์ที่บรรจุยาน้ำที่มีความเข้มข้นสูงไว้ โดยปัมป์แต่ละตัวจะมีรหัสแท่งกำกับไว้เมื่อทำงาน ตัวภาชนะบรรจุจะเลื่อนมาเพื่อให้มีการบรรจุยาน้ำที่มีความเข้มข้นสูงลงไป แล้วจึงทำการผสมตัวทำละลาย ปิดภาชนะบรรจุ ตีฉลาก และนำตรวจสอบ แล้วเก็บสำรองเพื่อเตรียมจ่ายต่อไป^{33,34}



ภาพที่ 5 หุ่นยนต์เตรียมยาน้ำ (ดัดแปลงจากเอกสารอ้างอิง^{33, 34})

หุ่นยนต์สำหรับเตรียมยาเคมีบำบัดเป็นการพัฒนาต่อมาจากหุ่นยนต์ในเตรียมยาฉีด มีประโยชน์ต่อเภสัชกรในการทำงานที่เกี่ยวข้องกับยาที่มีอันตรายสูง โดยหุ่นยนต์เตรียมยาเคมีบำบัดมี 2 ลักษณะ คือหุ่นยนต์ที่ต้องใช้มนุษย์ในการควบคุมแขนกลในการทำงานทุกขั้นตอน³⁵ (รูปภาพ 6A) และหุ่นยนต์ที่สามารถสั่งการทำงานแล้วแขนกลจะทำงานโดยอัตโนมัติ³⁶ (รูปภาพ 6B)

ขั้นตอนการทำงานเริ่มจากการรับคำสั่งการรักษาของแพทย์ นำเข้าข้อมูลดังกล่าวไปยังหุ่นยนต์ เจ้าหน้าที่เตรียมยาเคมีบำบัดและอุปกรณ์ต่าง ๆ ส่งผ่านช่องส่งของ (pass box) เข้าไปในห้องที่เตรียมยาเคมีบำบัด โดยเภสัชกรที่อยู่ในห้อง เมื่อรับยาเคมีบำบัดและอุปกรณ์ต่าง ๆ แล้ว ก็จะมีการติดฉลากที่มีรหัสแท่งและเตรียมสารทำลายของยาเคมีบำบัดตามปริมาณในถุงบรรจุยาที่ต้องการ จากนั้นจึงส่งยาเคมีบำบัด ถุงบรรจุสารทำลายของยาเคมีบำบัดและอุปกรณ์เข็มฉีดยาเข้าไปในช่องส่งของหุ่นยนต์ จากนั้นป้อนข้อมูลเข้าหุ่นยนต์เพื่อเตรียมยา โดยหุ่นยนต์จะใช้แขนกลทำขั้นตอนต่าง ๆ ในการเตรียมยา ยาเคมีบำบัดที่เตรียมเสร็จส่งออกมาทางช่องส่งของ เภสัชกรสามารถนำมาตรวจเช็ค เพื่อเตรียมจ่ายยาเคมีบำบัดให้ผู้ป่วยต่อไป โดยหุ่นยนต์จะมีฐานข้อมูลของยา ความหนาแน่น น้ำหนัก ลักษณะขวดยาและอื่น ๆ เมื่อเตรียมยาจะมีการเช็คความถูกต้องโดยการชั่งน้ำหนักก่อนและหลัง หากมีความแตกต่างจากที่คำนวณได้เกินร้อยละ 5 หุ่นยนต์จะยกเลิกยาที่ผลิตนั้น นอกจากนี้หุ่นยนต์บางรูปแบบยังมีความสามารถในการเช็คน้ำหนักขยะ การนำยาที่เหลือจากขวดเดิมไปใช้ต่อร่วมกับอีกขวดหนึ่ง การระบุยาด้วยรหัสแท่ง หรือการประมวลผล

ภาพ การใช้เลเซอร์เพื่อระบุตำแหน่งของลูกสูบของกระบอกฉีดยา การใช้แสงฟลูออเรสซิน (fluorescein) ในการตรวจการปนเปื้อนก่อนและหลังการผลิต มีการเก็บประวัติการทำงานของหุ่นยนต์ เป็นต้น

ข้อจำกัดที่มักพบของหุ่นยนต์เตรียมยาเคมีบำบัดคือ ใช้ได้กับยาที่มีลักษณะขวดเป็น vial ไม่สามารถใช้กับยาที่เป็น ampoule ได้ โดย vial ที่มีขนาดเล็กจะใช้เวลาในการดูยานานขึ้น นอกจากนี้ ชนิดและขนาดของกระบอกฉีดยามีผลต่อการทำงานของหุ่นยนต์ อาจมีความผิดพลาดจากอากาศ เนื่องจากแขนกลมีความคล่องแคล่วไม่มากพอ การดูยามากกว่า 1 vial ในช่วงการแทงเข็มอาจมีอากาศเข้าไปในกระบอกฉีดยา และหุ่นยนต์ยังไม่สามารถแยกแยะส่วนของยาและอากาศออกจากกันได้ ความผิดพลาดอื่น เช่น การหยิบจับขวดยาของหุ่นยนต์ไม่แน่นพอ ขึ้นกับขนาด รูปร่าง และส่วนโค้งของคอขวด ปัญหาการเคลื่อนของแขนกลในขั้นตอนทำความสะอาด การใส่กระบอกฉีดยาเข้าไปในหุ่นยนต์ไม่แน่นหรือไม่ถูกตำแหน่ง ฝาของถังขยะปิดไม่สนิท ทำให้เกิดสัญญาณเตือน หรือปัญหาจากระบบไฟ³⁷

Chen และคณะ³⁷ ได้ทำการศึกษาเพื่อประเมินประสิทธิภาพของหุ่นยนต์เตรียมยาเคมีบำบัด ยี่ห้อ Cyto Care เพื่อดูว่าหุ่นยนต์สามารถลดการทำงานของเภสัชกรที่เตรียมยาเคมีบำบัดได้หรือไม่ พบว่าในระยะแรกของการติดตั้งหุ่นยนต์สามารถเตรียมยาได้สำเร็จคิดเป็นร้อยละ 76.8 และหลังจากปรับปรุงการทำงานระหว่างเภสัชกรและวิศวกร ใน 2 เดือน หุ่นยนต์สามารถเตรียมยาได้สำเร็จคิดเป็นร้อยละ 95.3 ด้านการลดการทำงานของเภสัชกรพบว่าหุ่นยนต์ไม่สามารถลดได้ เนื่องจากขั้นตอนการ

ทำงานยังเหมือนเดิมและต้องมีเภสัชกรเฝ้าดูการทำงานของหุ่นยนต์หากเกิดปัญหานอกจากนี้ เมื่อนับเวลาที่ต้องปิดปรับปรุงหรือซ่อมแซม ยังต้องใช้เภสัชกรในการทำงาน หุ่นยนต์ยังทำงานได้ช้ากว่าเภสัชกรที่มีความชำนาญในการเตรียมยา³⁷ อีกการศึกษาของ Palma และคณะ หุ่นยนต์เตรียมยาเคมีบำบัด

ยี่ห้อ APOTECA chemo พบความผิดพลาดของการเตรียมยาร้อยละ 1.1 ของการเตรียมทั้งหมด มีความเข้มข้นของยาเกินจากข้อกำหนดของเภสัชตำรับ โดยความผิดพลาดของความเข้มข้นเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 0.8 (SD 1.7%)³⁸



ภาพที่ 6 หุ่นยนต์เตรียมยาเคมีบำบัด 6A) หุ่นยนต์เตรียมยาเคมีบำบัดแบบบังคับแขนกลด้วยมือ 6B) หุ่นยนต์เตรียมยาเคมีบำบัดแบบแขนกลอัตโนมัติ (ดัดแปลงจากเอกสารอ้างอิง^{35, 36})

หุ่นยนต์สำหรับร้านขายยา แบบแรกเป็นหุ่นยนต์ที่สามารถเตรียมการบรรจุยา Unit dose ในร้านยาโดยเตรียมแบบแผงลักษณะ blister ที่บรรจุยาแต่ละมือ พร้อมระบบพิมพ์ฉลากโดยการใช้แขนกล รหัสแท่ง และแผงยาแบบที่ 2 เป็นหุ่นยนต์จัดยาที่มีระบบการพิมพ์ฉลากและระบบคลังสินค้า (รูปภาพ 7) โดยมี

การกรอกข้อมูลใบสั่งยา หุ่นยนต์แยกยาตามผู้ผลิตได้จากรหัสแท่งของผู้ผลิต สามารถจัดยาได้ตามใบสั่งยาโดยใช้ระบบแขนกล โดยจัดยาเป็นกล่อง มีระบบจัดการคลังสินค้า เภสัชกรทำหน้าที่จ่ายยา และสามารถตัดเม็ดยาออกจากแผงบางส่วนและทำการรับคืนเข้าสู่ระบบคลังสินค้าได้^{39,40}



ภาพที่ 7 หุ่นยนต์จัดยาสำหรับร้านขายยา ซึ่งสามารถบริหารจัดการคลังยา และการให้บริการจำหน่ายหรือจ่ายยาให้กับผู้ป่วยได้ (ดัดแปลงจากเอกสารอ้างอิง³⁹)

หุ่นยนต์สำหรับอุตสาหกรรมยา แบบแรกเป็นหุ่นยนต์ที่ใช้ในการผลิตยาในโรงงานอุตสาหกรรมยา ใช้ในการผลิตยาที่ต้องมีการควบคุมสภาพแวดล้อมเป็นพิเศษ ยาที่มีความอันตราย การผลิตยาที่อาศัยนาโนเทคโนโลยีหรือสารทางชีวภาพ รวมถึงอุปกรณ์นำส่งยาที่มีชิ้นส่วนขนาดเล็ก ต้องการความละเอียดและถูกต้องสูง การผลิตสามารถปรับลด/เพิ่มระดับการผลิตโดยการลดหรือเพิ่มโมดูลต่าง ๆ ของหุ่นยนต์ แบบที่สองเป็นหุ่นยนต์ใช้ศึกษาวิจัยและพัฒนา มีลักษณะหุ่นยนต์เหมือนที่ทำงานในห้องปฏิบัติการ โดยทำงานกับตัวอย่างจำนวนมากและไม่ต้องหยุดพัก หรือทำงานเฉพาะเกี่ยวกับสารเคมี จุลชีพ โปรตีน ดีเอ็นเอ⁴¹

บทสรุป

เทคโนโลยีหุ่นยนต์มีการใช้ประโยชน์มานานแล้ว ตั้งแต่สมัยโบราณ การควบคุมหรือตั้งค่าผ่านอุปกรณ์กลไกต่าง ๆ จนถึงการพัฒนาระบบดิจิทัล โดยการใช้ประโยชน์ของหุ่นยนต์มีการใช้หลากหลายสาขา รวมถึงทางด้านสุขภาพ เหตุผลในการนำหุ่นยนต์มาใช้งานทางสุขภาพ ไม่ว่าจะเป็นทางการแพทย์หรือทางเภสัชกรรมมีเหตุผลมากมาย เช่น การลดแรงงาน การเพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน การลดข้อผิดพลาดที่เกิดจากมนุษย์ การทำงานที่มนุษย์ไม่สามารถทำได้ แต่จะสามารถทำตามจุดมุ่งหมายหรือไม่ขึ้นกับประสิทธิภาพในด้านต่าง ๆ ของหุ่นยนต์ซึ่งสามารถพัฒนาขึ้นได้ในอนาคต นอกจากนี้ข้อจำกัดในการใช้งานหุ่นยนต์ เช่น ด้านราคา ความรู้ความเข้าใจและทัศนคติที่มีต่อหุ่นยนต์ของมนุษย์ ยังเป็นอุปสรรคสำคัญ ซึ่งในอนาคตเมื่อเรามีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับหุ่นยนต์มากขึ้น มีทัศนคติที่ดีในการใช้งานหุ่นยนต์ และเทคโนโลยีต่าง ๆ

ทางด้านหุ่นยนต์ที่เกี่ยวข้องมีการพัฒนามากขึ้น เราก็คงได้ใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีหุ่นยนต์ได้เต็มทีมากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

1. Nagpal B, Lewis A. Robotics-the scope for growth. *Prod Eng.* 1984;63(9):26–8.
2. Isaac Asimov, I, *Robot*, New York: Doubleday & Company, 1950
3. Walter G. The Pioneer of Real Artificial Life. *Proceedings of the 5th International Workshop on Artificial Life*, Christopher Langton (Ed), MIT Press, Cambridge, 1997,34-44.
4. Ten Amazing Robots Built Without Modern Technology - Listverse [Internet]. [cited 2015 May 10]. Available from: <http://listverse.com/2014/11/06/10-amazing-robots-built-without-modern-technology/>
5. Graefe V, Bischoff R. From ancient machines to intelligent robots - A technical evolution. *Electronic Measurement & Instruments*, 2009 ICEMI '09 9th International Conference on. 2009.3–418.
6. Nomura T, Kanda T, Suzuki T, Kato K. People's assumptions about robots: investigation of their relationships with attitudes and emotions toward robots. *Robot and Human Interactive Communication*, 2005 ROMAN 2005 IEEE International Workshop on. 2005. 125–30.
7. Nomura T, Sugimoto K, Syrdal DS, Dautenhahn K. Social acceptance of

- humanoid robots in Japan: A survey for development of the frankenstein syndrome questionnaire. Humanoid Robots (Humanoids), 2012. 12th IEEE-RAS International Conference on. 2012. 242–7.
8. Chang Y, Wang J, Chang D. A meta-analysis of robotic versus laparoscopic colectomy. *J Surg Res.* 2015;195(2): 465–74.
 9. Chiou HY, Chiu LH, Chen CH, Yen YK, Chang CW, Liu WM. Comparing robotic surgery with laparoscopy and laparotomy for endometrial cancer management: A cohort study. *Int J Surg.* 2015;13:17–22.
 10. Desille-Gbaguidi H, Hebert T, Paternotte-Villemagne J, Gaborit C, Rush E, Body G. Overall care cost comparison between robotic and laparoscopic surgery for endometrial and cervical cancer. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol.* 2013;171(2):348–52.
 11. Lanfranco AR, Castellanos AE, Desai JP, Meyers WC. Robotic Surgery: A Current Perspective. *Annals of Surgery.* 2004;239(1):14-21.
 12. Intuitive Surgical - Image Gallery - da Vinci Si System [Internet]. [cited 2015 May 20]. Available from: http://www.intuitivesurgical.com/company/media/images/davinci_si_images.html
 13. Perez-Vidal C, Carpintero E, Garcia-Aracil N, Sabater-Navarro JM, Azorin JM, Candela A, et al. Steps in the development of a robotic scrub nurse. *Robot Auton Syst.* 2012; 60(6): 901–11.
 14. Dobson R. Meet Rudy, the world's first "robodoc.". *BMJ : British Medical J.* 2004;329(7464):474.
 15. Andalo D. Robodoc revolutionises ward rounds [Internet]. *the Guardian.* [cited 2015 May 12]. Available from: <http://www.theguardian.com/society/2005/may/18/health.medicineandhealth>
 16. Tak SH, Benefield L, Mahoney DF. Technology for Long-Term Care. *Research in gerontological nursing.* 2010;3(1):61-72.
 17. Nguyen HG, Morrell J, Mullens KD, Burmeister AB, Miles S, Farrington N, et al. Segway robotic mobility platform. *Proc. SPIE 5609, Mobile Robots XVII,* (December 29, 2004):207.
 18. Fuji S, Date M, Nagai Y, Yasuhara Y, Tanioka T, Ren F. Research on the possibility of humanoid robots to assist in medical activities in nursing homes and convalescent wards. *Natural Language Processing and Knowledge Engineering (NLP-KE), 2011 7th International Conference on* 2011:459–63.
 19. Ackerman E. Panasonic Revives Hospital Delivery Robot". *IEEE Spectrum.* (Internet) [cited 2014 May 15].

20. Chung YF, Liu CH. Design of a Wireless Sensor Network Platform for Tele-Homecare. *Sensors* (Basel, Switzerland, 2013;13(12):17156–75.
21. Jobbágya B, Šimšík D, Karchňák J, Onofreiová D. Robotic Arm with Artificial Muscles in Rehabilitation. *Procedia Engineering*. 2014;96:195–202.
22. Shamsuddin S, Yussof H, Mohamed S, Hanapiah FA. Design and Ethical Concerns in Robotic Adjunct Therapy Protocols for Children with Autism. *Med Rehabil Robot Instrum MRR* 2013. *Procedia Computer Science*. 2014;42: 9–16.
23. Scassellati B, Admoni H, Matarić M. Robots for use in autism research. *Annu Rev Biomed Eng*. 2012;14:275-94.
24. Welcome to Dinsow mini [Internet]. [cited 2015 August 12]. Available from: <http://dinsowminirobot.weebly.com/>
25. Wei B, Feng J, Rehmani IJ, Miller S, McGuffey JE, Blount BC, et al. A high-throughput robotic sample preparation system and HPLC-MS/MS for measuring urinary anatabine, anabasine, nicotine and major nicotine metabolites. *Clin Chim Acta*. 2014;25;436:290–7.
26. Service RF. Bioelectronics. The cyborg era begins. *Science*. 2013;340(6137): 1162-5.
27. Cavalcanti A, Freitas RA. Nanorobotics control design: a collective behavior approach for medicine. *IEEE Trans Nanobioscience*. 2005;4(2):133-40.
28. Thomsen CJ. Pharmacy automation-practical technology solutions for the pharmacy. Business briefing: US Pharmacy review 2004. The Thompson Group.19-23.
29. Smart Dispensing Robot EVV220: 1 st in Asia [Internet]. [cited 2015 May 20]. Available from: <http://www.vejthani.com/web-thailand/Vial-Filling-Systems-EV-220.php>
30. Hospital Advanced Technologies - Bumrungrad International [Internet]. [cited 2015 May 20]. Available from: <https://www.bumrungrad.com/en/about-us/advanced-technologies>
31. Novek J. Hospital pharmacy automation: collective mobility or collective control? *Soc Sci Med*. 2000;51:491–503.
32. Lahtela A, Jylhä V, Saranto K, Naaranlahti T. Effects of Automated Dose-Dispensing System on Medication Management Process. *Advances in Human-Oriented and Personalized Mechanisms, Technologies and Services (CENTRIC), 2010 Third International Conference on*. 2010.p. 56–60.
33. Lagrange FJ, Jacq F. Developing an innovative oral unit dose robot dispenser: Patient care performance and industrial perspectives. *Le Pharmacien Hospitalier et Clinicien*, 2014;49(2):e1–e14.

34. Oral Unit Dose Robot Dispenser: Patient Care Performance and Industrial Perspectives in Fluid Dispensing [Internet]. [cited 2015 May 14]. Available from: http://omicsonline.org/abstract/Oral_Unit_Dose_Robot_Dispenser_Patient_Care_Performance_And_Industrial_Perspectives_In_Fluid_Dispensing/
35. Shibuya Hoppmann. Robot Isolator Pharmaceutical Packaging [Internet]. [cited 2015 May 20]. Available from: <http://www.shibuyahoppmann.com/decontamination/robotics/>
36. Nurgat Z, Faris D, Mominah M, Vibar A, Al-Jazairi A, Ewing S, et al. A three-year study of a first-generation chemotherapy-compounding robot. *Am J Health Syst Pharm.* 2015;72(12): 1036-45.
37. Chen WH, Shen LJ, Guan RJ, Lin Wu FL. Assessment of an automatic robotic arm for dispensing of chemotherapy in a 2500-bed medical center. *JFMA.* 2013;112 (4):193–200.
38. Palma E, Bufarini C. Robot-assisted preparation of oncology drugs: The role of nurses. *Int J Pharm.* 2012;439(1–2): 286–8.
39. SureMed by Omnicell Standard Multimed Blister Cards [Internet]. [cited 2015 May 16]. Available from: http://www.mts-mt.com/Products_and_Solutions_For_Pharmacy/Medication_Packaging/Multimed/Multimed_Standard.aspx
40. R.B. Vrabel, L. Mackowiak. Automation in pharmacy: two institutions' experiences with novel distribution systems. *Hosp Formul,* 1995;30:106–113.
41. Williams DJ, Ratchev S, Chandra A, Hirani H. The application of assembly and automation technologies to healthcare products. *CIRP Ann - Manuf Technol.* 2006;55(2):617–42.