

ผลของเครื่องผสมยาเคมีบำบัดอัตโนมัติต่อระยะเวลาในการละลาย และคุณภาพชีวิตของผู้ปฏิบัติงาน โรงพยาบาลภูมิพลอดุลยเดช

The Effect of an automated Chemotherapy drug compounding machine on dissolution time and quality of life among healthcare workers, Bhumibol Adulyadej Hospital

กิตติยา มหาวิริโยทัย¹ วัลลภา อังคารา*¹ รุ่งชัย พันธน์แนม²

Kittiya Mahaviriyotai¹ Wallapha Undara*¹ Rungchai Phannaen²

¹วิทยาลัยพยาบาลทหารอากาศ กรมแพทย์ทหารอากาศ กรุงเทพฯ ประเทศไทย 10220

¹Royal Thai Air Force Nursing College, Directorate of Medical Services, Bangkok, Thailand 10220

²โรงพยาบาลภูมิพลอดุลยเดช กรมแพทย์ทหารอากาศ กรุงเทพฯ ประเทศไทย 10220

²Bhumibol Adulyadej Hospital, Directorate of Medical Services, Bangkok, Thailand 10220

บทคัดย่อ

การวิจัยกึ่งทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบระยะเวลาในการละลายของยาเคมีบำบัดชนิดฉีดระหว่างการใช้เครื่องผสมยาเคมีบำบัดอัตโนมัติกับการเขย่าด้วยมือและเพื่อศึกษาระดับคุณภาพชีวิตของผู้ปฏิบัติงานห้องผสมยาเคมีบำบัดภายหลังการใช้เครื่องผสมยาเคมีบำบัดอัตโนมัติ กลุ่มตัวอย่างคือผู้ปฏิบัติงานห้องผสมยาเคมีบำบัด จำนวน 20 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) แบบบันทึกข้อมูลทั่วไป 2) แบบบันทึกระยะเวลาการละลายของยา Cyclophosphamide และ 3) แบบวัดคุณภาพชีวิต โดยใช้เครื่องมือวัดคุณภาพชีวิตขององค์การอนามัยโลกชุดย่อฉบับภาษาไทย (WHOQOL-BREF-THAI) วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงพรรณนา การทดสอบวิล คอกซ์ การทดสอบแมนน์-วิทนีย์ และการทดสอบค่าที

ผลการศึกษาพบว่า ระยะเวลาในการละลายยาเคมีบำบัดชนิดฉีดโดยใช้เครื่องผสมยาเคมีบำบัดอัตโนมัติ น้อยกว่าการเขย่าด้วยมืออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($z = 11.807, p < .001$) และภายหลังการใช้เครื่องผสมยาเคมีบำบัดอัตโนมัติกลุ่มตัวอย่างมีระดับคุณภาพชีวิตดีขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการใช้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($t = -6.34, p < 0.001$) โดยคะแนนเพิ่มขึ้นในทุกองค์ประกอบของคุณภาพชีวิต ด้านสิ่งแวดล้อมเพิ่มขึ้นมากที่สุด รองลงมาคือด้านสุขภาพกาย ด้านจิตใจ และด้านสัมพันธภาพทางสังคม ดังนั้นเครื่องผสมยาเคมีบำบัดอัตโนมัติช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเตรียมยาเคมีบำบัดโดยลดระยะเวลาในการละลายยาเคมีบำบัดชนิดฉีดและส่งผลให้คุณภาพชีวิตของผู้ปฏิบัติงานดีขึ้น

คำสำคัญ: เครื่องผสมยาเคมีบำบัดอัตโนมัติ, ยาเคมีบำบัด, ระยะเวลาในการละลาย, คุณภาพชีวิต

Abstract

This quasi-experimental research aimed to compare the dissolution time of chemotherapy drug between the use of an automated chemotherapy drug compounding machine and manual shaking, and to examine the quality of life among healthcare workers following its implementation. The sample consisted of 20 healthcare workers. The research instruments included: 1) a demographic data form, 2) a record form for

Corresponding Author: *junjaw_28@yahoo.com

วันที่รับ (Received) 19 ธ.ค. 2569 วันที่แก้ไขเสร็จ (Revised) 30 ธ.ค. 2569 วันที่ตอบรับ (Accepted) 15 ม.ค. 2569

the dissolution time of Cyclophosphamide, and 3) a quality-of-life questionnaire using the Thai version of the World Health Organization Quality of Life instrument (WHOQOL-BREF-THAI). Data were analyzed using descriptive statistics, Wilcoxon signed-rank test, Mann-Whitney U test and paired t-tests.

The results showed that the dissolution time of chemotherapy drugs using the automated chemotherapy drug compounding machine was significantly shorter than that of manual shaking ($z = 11.807$, $p < .001$). Additionally, after the implementation of the automated machine, the quality of life of the healthcare workers significantly improved compared to the pre-intervention period ($t = -6.34$, $p < .001$). Improvements were observed across all domains of quality of life, with the greatest increase in the environmental domain, followed by physical health, psychological well-being, and social relationships. In conclusion, the automated chemotherapy drug compounding machine enhances the efficiency of chemotherapy preparation by reducing drug dissolution time and improving the quality of life of healthcare workers.

Keywords: Automated Chemotherapy drug compounding machine, Chemotherapy drug, Dissolution time, Quality of life

บทนำ

โรคมะเร็งเป็นปัญหาสาธารณสุขที่สำคัญของประเทศไทย ต่างๆ ทั่วโลก รวมถึงประเทศไทย จากข้อมูลสถาบันมะเร็งแห่งชาติ กรมการแพทย์ ปี พ.ศ. 2559-2561 พบผู้ป่วยมะเร็งรายใหม่ ปีละ 139,075 ราย แยกเป็นชาย 67,061 ราย หรือ 157.5 ต่อประชากรแสนคน หญิง 72,014 ราย หรือ 141.8 ต่อประชากรแสนคน และยังมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ซึ่งมะเร็งที่พบมากที่สุดเพศชายคือ มะเร็งตับ และเพศหญิงคือ มะเร็งเต้านม^{1,2} ข้อมูลจากกองยุทธศาสตร์และแผนงานกระทรวงสาธารณสุข ในปี พ.ศ. 2566 รายงานการเสียชีวิตจากโรคมะเร็ง จำนวน 86,310 ราย ถือเป็นอันดับหนึ่งของการเสียชีวิตที่ทราบสาเหตุ³

การรักษาโรคมะเร็งที่มีประสิทธิภาพ วิธีการหนึ่งคือการให้ยาเคมีบำบัด หรือที่เรียกกันว่า “เคมี” หรือ “คีโม” เป็นยาที่ออกฤทธิ์ยับยั้งการเจริญเติบโตของเซลล์ที่มีการแบ่งตัวอย่างรวดเร็ว ซึ่งเป็นคุณสมบัติหนึ่งของเซลล์มะเร็ง ทำให้เกิดความเสียหายต่อสารพันธุกรรม (DNA) ในเซลล์ หรือยับยั้งกระบวนการปกติที่เกิดภายในเซลล์ ทำให้เซลล์ไม่สามารถแบ่งตัว เป็นผลให้เซลล์ตาย⁴ หลักการรักษาด้วยการให้ยาเคมีบำบัดจะต้องคำนึงถึงความถูกต้องตามมาตรฐานและการบริหารการใช้ยาที่มีประสิทธิภาพเพื่อให้ผู้ป่วยได้รับยาอย่างถูกต้องครบถ้วน ซึ่งยาเคมีบำบัดส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปแบบของยาฉีด โดยผู้ป่วยมะเร็งแต่ละคนจะได้รับปริมาณยาที่แตกต่างกันตามชนิดของโรคมะเร็ง น้ำหนัก ส่วนสูง และการคำนวณพื้นที่ผิวของร่างกาย

(Body surface area; BSA) ของผู้ป่วยแต่ละคน ตลอดจนการกลูกลามและความรุนแรงของโรค นอกจากนี้คุณสมบัติของยาเคมีบำบัดแต่ละชนิดจะส่งผลต่อความสามารถในการทำลายและลดการกลูกลามของเซลล์มะเร็งที่มีประสิทธิภาพแตกต่างกัน อีกทั้งยาเคมีบำบัดแต่ละชนิดและขนาดยังมีความเป็นพิษต่อร่างกายทำให้เกิดความเสี่ยงและผลกระทบในการรักษาต่อผู้ป่วยที่แตกต่างกันอีกด้วย⁵

โรงพยาบาลภูมิพลอดุลยเดช กรมแพทย์ทหารอากาศ เป็นโรงพยาบาลที่ให้การรักษาผู้ป่วยมะเร็งอย่างครบวงจรทั้งการรักษาด้วยการผ่าตัด ฉายรังสี และเคมีบำบัด จากการเก็บข้อมูลพบว่าสถิติผู้ป่วยมะเร็งทั้งหมดที่ได้รับยาเคมีบำบัดชนิดฉีดปี พ.ศ. 2566 – 2568 มีจำนวน 9,488 ราย 9,742 ราย และ 9,894 ราย ตามลำดับ จากข้อมูลสถิติการให้บริการผู้ป่วยมะเร็งจำนวนมากและมีแนวโน้มที่สูงขึ้นส่งผลให้มีปริมาณภาระงานในการผสมยาเคมีบำบัดของผู้ปฏิบัติงานห้องผสมยาเคมีบำบัดเพิ่มมากขึ้น อีกทั้งต้องทันต่อเวลาให้บริการทางการแพทย์ ผู้ปฏิบัติงานห้องผสมยาเคมีบำบัดจึงอาจมีโอกาสเกิดผลข้างเคียงจากการปนเปื้อนหรือการสัมผัสยาเคมีบำบัดสูงขึ้น ถึงแม้ว่าจะมีกระบวนการป้องกันการสัมผัสและระมัดระวังการปนเปื้อนยาอย่างรัดกุมตามมาตรฐาน

จากการศึกษาการปนเปื้อนยาเคมีบำบัดโดยการตรวจติดตามทางชีวภาพ พบว่าจากการเก็บรวบรวมตัวอย่างปัสสาวะจากบุคลากรทางการแพทย์หลากหลายสาขา จำนวน 250 คน จากโรงพยาบาล 12 แห่ง ในประเทศฝรั่งเศส

เป็นระยะเวลานาน 8 ปี ครอบคลุมหน่วยงานเภสัชกรรม และหน่วยงานด้านมะเร็งวิทยา ได้แก่ แพทย์ เภสัชกร ผู้ช่วยเภสัชกร พยาบาล ผู้ช่วยพยาบาล และเจ้าหน้าที่ทำความสะอาด โดยทำการตรวจวิเคราะห์ยา cyclophosphamide, ifosfamide, methotrexate และ α -fluoro- β -alanine ซึ่งเป็นสารเมตาบอไลต์หลักในปัสสาวะของยา 5-fluorouracil ผลการศึกษาพบว่า ผู้เข้าร่วมการศึกษามากกว่าร้อยละ 50 จากทุกกลุ่มที่มีความเสี่ยงต่อการสัมผัส ตรวจพบการปนเปื้อนของยาเคมีบำบัดอย่างน้อยหนึ่งชนิด⁶ เช่นเดียวกับการศึกษาการประเมินการปนเปื้อนยาเคมีบำบัดจากการวิเคราะห์ปริมาณยาในปัสสาวะของพยาบาลที่ปฏิบัติงานในหอผู้ป่วยหรือหน่วยงานที่มีการใช้ยาเคมีบำบัดพบว่าในกลุ่มพยาบาลที่ตรวจพบการปนเปื้อนภายในร่างกายจำนวน 45 คน มีการตรวจพบยาเคมีบำบัดชนิด cyclophosphamide ในปัสสาวะสูงถึงร้อยละ 37.80⁷ นอกจากนี้ผู้ปฏิบัติงานห้องผสมยาเคมีบำบัดมีโอกาสเสี่ยงต่อการสัมผัสยาเคมีบำบัดโดยไม่ได้ตั้งใจระหว่างการเตรียมยาจากการสูดดม และการดูดซึมผ่านผิวหนังโดยไม่ได้ตั้งใจ แม้ว่าจะใช้ถุงเก็บยาที่ปลอดภัยสำหรับการผสมเคมีบำบัดด้วยมือ⁸ ดังนั้น ผู้ปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องกับการผสมยาเคมีบำบัดจำเป็นต้องปฏิบัติงานด้วยความระมัดระวังอย่างเคร่งครัด และปฏิบัติตามมาตรฐานการปฏิบัติงานเกี่ยวกับการผสมยาเคมีบำบัดอย่างเหมาะสม เพื่อช่วยลดความเสี่ยงต่อการปนเปื้อนลดการกระจายของยาเคมีบำบัดสู่สิ่งแวดล้อม และลดอันตรายที่อาจเกิดขึ้นจากการสัมผัสหรือได้รับยาเคมีบำบัดระหว่างการปฏิบัติงาน ซึ่งจะส่งผลให้ผู้ปฏิบัติงานมีความปลอดภัยและมีคุณภาพชีวิตที่ดี

ยา Cyclophosphamide (ซัย-โคล-ฟอส-ฟา-ไมด์) เป็นยาเคมีบำบัดใช้รักษาโรคมะเร็งได้หลายชนิด ได้แก่ มะเร็งเม็ดเลือดขาว มะเร็งต่อมน้ำเหลือง มะเร็งรังไข่ มะเร็งเต้านม รวมถึงสามารถใช้ในการรักษาโรคภูมิคุ้มกันทำลายตนเอง เช่น โรคข้อรูมาตอยด์ กลุ่มอาการของโรคไตอักเสบ⁹ จากสถิติข้อมูลผู้มารับบริการรับยาเคมีบำบัดชนิดฉีด โดยศึกษาเฉพาะยา cyclophosphamide ที่หน่วยให้ยาเคมีบำบัด โรงพยาบาลภูมิพลอดุลยเดช ปี พ.ศ. 2566 – 2568 มีจำนวน 223 คน, 225 คน และ 232 คน ตามลำดับ ซึ่งมีแนวโน้มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง จากการสอบถามข้อมูลผู้ปฏิบัติงานห้องผสมยาเคมีบำบัด กองเภสัชกรรม โรงพยาบาลภูมิพลอดุลยเดช และจากการเก็บสถิติพบว่า ยา Cyclophosphamide ใช้เวลาในการเตรียมสารละลายสำหรับฉีด จะต้องผสมน้ำเกลือลง

ในผงยาแห้งนี้และเขย่าขวดยาแรง ๆ จนผงยาละลายหมดจนกลายเป็นเนื้อเดียวกัน แล้วจึงนำไปเตรียมหยดเข้าทางหลอดเลือดดำให้กับผู้ป่วยมะเร็งได้ ซึ่งการเขย่าขวดยาเพื่อให้ยาละลายจนเป็นเนื้อเดียวกันเป็นหนึ่งในขั้นตอนการเตรียมที่ใช้ระยะเวลามากที่สุดเนื่องจากตัวยาค่อยๆแตกตัวละลายยาก และระยะเวลายังขึ้นอยู่กับความแรงในการเขย่าขวดยาของผู้ปฏิบัติงานแต่ละคน เฉลี่ยระยะเวลาเขย่าขวดยาเพื่อให้ยาละลายจะอยู่ระหว่าง 20 นาที/ขวด ด้วยเหตุนี้นอกจากจะใช้เวลาในการเตรียมยาที่นานแล้ว ก็ยังอาจจะเพิ่มโอกาสเสี่ยงการปนเปื้อนยาและสารเคมีต่อผู้ปฏิบัติงานห้องผสมยาเคมีบำบัดได้อีกด้วย นอกจากนี้การเตรียมและผสมยาเคมีบำบัดเป็นกระบวนการที่มีความซับซ้อนและมีความเสี่ยงต่อบุคลากรทางสุขภาพ ทั้งในด้านการสัมผัสสารเคมีและภาระงานที่สูงซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อคุณภาพชีวิตของผู้ปฏิบัติงาน^{10,11}

จากสถานการณ์ดังกล่าวข้างต้น วิทยาลัยพยาบาลทหารอากาศ กรมแพทย์ทหารอากาศ ร่วมกับกรมสรรพาวุธ กองทัพอากาศ ได้ออกแบบและผลิตเครื่องผสมยาเคมีบำบัดอัตโนมัติ โดยนำเทคโนโลยีทางการแพทย์ที่ทันสมัยมาใช้เพิ่มประสิทธิภาพการเตรียมยาเคมีบำบัดชนิดฉีดที่ละลายยาก คณะผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาผลของเครื่องผสมยาเคมีบำบัดอัตโนมัติต่อระยะเวลาในการละลายของยาเคมีบำบัดชนิดฉีด และคุณภาพชีวิตของผู้ปฏิบัติงานในห้องผสมยาเคมีบำบัด โดยมุ่งเน้นประเมินผลลัพธ์ทั้งด้านประสิทธิภาพของกระบวนการทำงานและผลกระทบต่อผู้ปฏิบัติงาน ผลการศึกษาที่ได้คาดว่าจะจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาระบบการเตรียมยาเคมีบำบัดให้มีความรวดเร็ว มีมาตรฐาน และมีความปลอดภัยมากยิ่งขึ้น ตลอดจนช่วยลดภาระงานของผู้ปฏิบัติงาน และส่งเสริมคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้นของผู้ปฏิบัติงานในห้องผสมยาเคมีบำบัด

วัตถุประสงค์การวิจัย

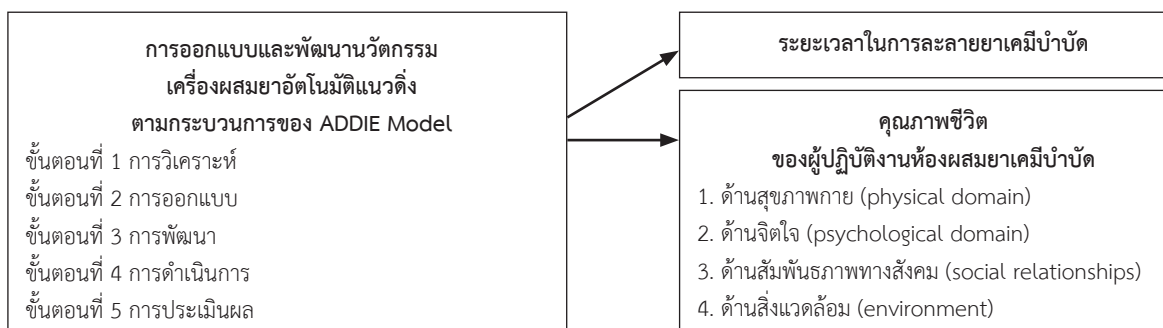
1. เพื่อเปรียบเทียบระยะเวลาในการละลายยาเคมีบำบัดระหว่างการใช้เครื่องผสมยาเคมีบำบัดอัตโนมัติกับการเขย่าด้วยมือ
2. เพื่อศึกษาระดับคุณภาพชีวิตต่อการใช้เครื่องผสมยาเคมีบำบัดอัตโนมัติของผู้ปฏิบัติงานห้องผสมยาเคมีบำบัด

สมมติฐานการวิจัย

1. ระยะเวลาในการละลายยาเคมีบำบัดชนิดฉีดด้วยการใช้เครื่องผสมยาเคมีบำบัดอัตโนมัติน้อยกว่าการเขย่ายาด้วยมือ
2. ระดับคุณภาพชีวิตหลังใช้เครื่องผสมยาเคมีบำบัดอัตโนมัติของผู้ปฏิบัติงานห้องผสมยาเคมีบำบัดดีขึ้น

กรอบแนวคิดการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ประยุกต์ใช้แนวคิดทฤษฎีจำนวน 2 แนวคิด ได้แก่ 1) แนวคิด ADDIE Model¹² ซึ่งเป็นกระบวนการเชิงระบบสำหรับการออกแบบและพัฒนาโปรแกรม โดยประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ การวิเคราะห์ (Analysis) การออกแบบ (Design) การพัฒนา (Development) การนำไปใช้ (Implementation) และการประเมินผล (Evaluation) ผู้วิจัยได้นำแนวคิดดังกล่าวมาใช้เป็นกรอบในการพัฒนานวัตกรรมเครื่องผสมยาเคมีบำบัด



ภาพ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย เรื่อง ผลของเครื่องผสมยาเคมีบำบัดอัตโนมัติต่อระยะเวลาในการละลายและคุณภาพชีวิตของผู้ปฏิบัติงาน โรงพยาบาลภูมิพลอดุลยเดช

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นวิจัยแบบกึ่งทดลอง (Quasi-Experimental Research) แบ่งเป็น 2 แบบ ได้แก่

1. การวิจัยแบบ 2 กลุ่มวัดหลังการทดลอง (Static Group Comparison Design) เปรียบเทียบผลลัพธ์ระยะเวลาในการละลายของยาเคมีบำบัดชนิดฉีด (คิดเป็นจำนวนขวด) ระหว่างการเขย่าด้วยมือกับการใช้เครื่องผสมยาเคมีบำบัดอัตโนมัติเก็บข้อมูลระยะเวลาในการละลายยาเคมีบำบัดชนิดฉีดที่มีคำสั่งใช้ยาและใช้การเขย่าด้วยมือเป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ และใช้เครื่องผสมยาเคมีบำบัดอัตโนมัติ เป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์
2. การวิจัยแบบหนึ่งกลุ่มวัดก่อนและหลังการทดลอง (one group pretest-posttest design) กลุ่มตัวอย่าง

อัตโนมัติเพื่อให้ได้นวัตกรรมที่มีประสิทธิภาพ สามารถตอบสนองต่อการใช้งานทางคลินิก และช่วยลดระยะเวลาในการละลายยาเคมีบำบัด 2) แนวคิดคุณภาพชีวิตขององค์การอนามัยโลก (WHOQOL)¹³ กล่าวว่าคุณภาพชีวิตเป็นการรับรู้ของบุคคลต่อสถานะชีวิตของตนเอง ภายใต้บริบทของวัฒนธรรมและระบบค่านิยมที่บุคคลนั้นอาศัยอยู่ และมีความสัมพันธ์กับเป้าหมาย ความคาดหวัง มาตรฐาน และความกังวลของบุคคล โดยมีลักษณะเป็นแนวคิดเชิงองค์รวมครอบคลุม 4 องค์ประกอบ ได้แก่ ด้านสุขภาพกาย ด้านจิตใจ ด้านสัมพันธภาพทางสังคม และด้านสิ่งแวดล้อม ซึ่งผู้วิจัยนำมาใช้ในการประเมินคุณภาพชีวิตของกลุ่มตัวอย่าง จากการบูรณาการแนวคิดทั้งสองดังกล่าว เครื่องผสมยาเคมีบำบัดอัตโนมัติที่พัฒนาขึ้น คาดว่าจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเตรียมยาเคมีบำบัด โดยลดระยะเวลาในการละลายยา และส่งผลเชิงบวกต่อคุณภาพชีวิตของผู้ปฏิบัติงานห้องผสมยาเคมีบำบัด

คือ ผู้ปฏิบัติงานห้องผสมยาเคมีบำบัด จำนวน 20 คน ที่ปฏิบัติงานห้องผสมยาเคมีบำบัด โรงพยาบาลภูมิพลอดุลยเดช ได้จากการคัดเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling) ตามคุณสมบัติที่กำหนด ดังนี้ 1) ผู้ปฏิบัติงานห้องผสมยาเคมีบำบัด 2) ปฏิบัติงานห้องผสมยาเคมีบำบัด ไม่น้อยกว่า 6 เดือน 3) สามารถฟังและพูดภาษาไทยได้ และสามารถตอบแบบสอบถามได้ 4) มีความยินดีเข้าร่วมโครงการวิจัยด้วยความสมัครใจ สำหรับเกณฑ์การคัดออกมีดังนี้ 1) ผู้ปฏิบัติงานห้องผสมยาเคมีบำบัด ที่มีความจำเป็นต้องขอยกออกจากโครงการก่อนกำหนด เช่น ลาออก ลาคลอด ย้ายแผนก เป็นต้น เก็บข้อมูลคุณภาพชีวิตของผู้ปฏิบัติงานห้องผสมยาเคมีบำบัดก่อนและหลังใช้เครื่องผสมยาเคมีบำบัดอัตโนมัติ

การเก็บรวบรวมข้อมูล ตั้งแต่วันที่ 22 กันยายน 2568 ถึง 12 ธันวาคม 2568 รวมระยะเวลา 12 สัปดาห์ โดยมีขั้นตอนดำเนินงาน ดังนี้

1. เมื่อได้รับการรับรองจากคณะกรรมการจริยธรรม การวิจัยในคน โรงพยาบาลภูมิพลอดุลยเดช กรมแพทย์ทหารอากาศ ผู้วิจัยนำหนังสือส่งถึงผู้อำนวยการโรงพยาบาล ภูมิพลอดุลยเดช กรมแพทย์ทหารอากาศ เพื่อพิจารณาอนุมัติ ในการเก็บข้อมูล

2. ผู้วิจัยสำรวจรายชื่อผู้ปฏิบัติงานห้องผสมยาเคมีบำบัดแล้วคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างที่ตามเกณฑ์การคัดเลือก กลุ่มตัวอย่างที่กำหนดไว้

3. ผู้วิจัยแนะนำตัว และสร้างสัมพันธภาพ ชี้แจงวัตถุประสงค์ของการวิจัย เพื่อขอความร่วมมือในการทำวิจัย โดยคำนึงถึงสิทธิผู้เข้าร่วมในโครงการวิจัย เมื่อกลุ่มตัวอย่างยินยอมเข้าร่วมวิจัย ให้ลงลายมือชื่อในหนังสือยินยอม โดยได้รับการบอกกล่าวและเต็มใจ (informed consent form) และให้กลุ่มตัวอย่างตอบแบบสอบถามในส่วนของแบบบันทึกข้อมูลทั่วไป

4. เก็บรวบรวมข้อมูลตามขั้นตอน ต่อไปนี้

4.1 เก็บข้อมูลระยะเวลาในการละลายยาเคมีบำบัดชนิดฉีดที่มีคำสั่งให้ยาเป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ โดยใน 6 สัปดาห์แรกจะเก็บข้อมูลระยะเวลาในการเริ่มเขย่ายาเคมีบำบัดชนิดฉีด Cyclophosphamide ขนาด 1,000 mg และระยะเวลาสิ้นสุดที่ผงยาเคมีบำบัดละลายในน้ำเกลือหมดจนกลายเป็นเนื้อเดียวกันแบบเขย่าด้วยมือ ประเมินโดยผู้ปฏิบัติงานและผู้วิจัย และอีก 6 สัปดาห์จะเก็บข้อมูลระยะเวลาในการเริ่มเขย่ายาเคมีบำบัดชนิดฉีด Cyclophosphamide ขนาด 1,000 mg และระยะเวลาสิ้นสุดที่ผงยาเคมีบำบัดละลายในน้ำเกลือหมดจนกลายเป็นเนื้อเดียวกันแบบเขย่าด้วยเครื่องผสมยาเคมีบำบัดอัตโนมัติ ประเมินโดยผู้ปฏิบัติงานและผู้วิจัย

4.2 หลังจากสิ้นสุดการเก็บข้อมูลระยะเวลาในการละลายยาเคมีบำบัดด้วยวิธีการเขย่ามือ (เป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์) ให้กลุ่มตัวอย่างตอบแบบสอบถามคุณภาพชีวิตก่อนใช้เครื่องผสมยาเคมีบำบัดอัตโนมัติ

4.3 หลังจากสิ้นสุดการเก็บข้อมูลระยะเวลาในการละลายยาเคมีบำบัดด้วยวิธีการเขย่าด้วยเครื่องผสมยาเคมีบำบัดอัตโนมัติ (เป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์) ให้กลุ่มตัวอย่างตอบแบบสอบถามคุณภาพชีวิตหลังใช้เครื่องผสมยาเคมีบำบัดอัตโนมัติ

4.4 เมื่อเสร็จสิ้นระยะเวลา 12 สัปดาห์ ผู้วิจัยตรวจสอบความสมบูรณ์ของข้อมูล ผู้วิจัยกล่าวขอบคุณที่ให้ความร่วมมือในการทำวิจัย

การพิทักษ์สิทธิของกลุ่มตัวอย่าง

การวิจัยโครงการวิจัยนี้ดำเนินการภายใต้การรับรองจริยธรรมจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ โรงพยาบาลภูมิพลอดุลยเดช รหัส 49/68 วันที่ 18 สิงหาคม พ.ศ.2568 ก่อนเริ่มการเก็บข้อมูล ผู้วิจัยชี้แจงรายละเอียดของโครงการวิจัย วัตถุประสงค์ให้กลุ่มตัวอย่างรับทราบอย่างละเอียด กลุ่มตัวอย่างมีสิทธิที่จะตัดสินใจเข้าร่วมการวิจัยได้อย่างอิสระ โดยจะต้องลงนามแสดงความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษร หากกลุ่มตัวอย่างประสงค์จะยกเลิกการเข้าร่วมวิจัยสามารถทำได้ตลอดเวลา โดยไม่ส่งผลกระทบต่อการทำงานที่โรงพยาบาลภูมิพลอดุลยเดช ข้อมูลที่ได้จากการวิจัยจะถูกเก็บเป็นความลับและผลการวิเคราะห์ จะนำเสนอในภาพรวมเท่านั้นและเมื่อสิ้นสุดการวิจัยแล้ว

เครื่องมือในการวิจัยและคุณภาพของเครื่องมือ

1. เครื่องมือที่ใช้ในทดลอง คือ เครื่องผสมยาเคมีบำบัดอัตโนมัติมีช่องใส่ขวดยาสามารถปรับตามขนาดของขวดยาได้ตามต้องการ ในการเขย่าขวดยาจะใช้กำลังจากชุดมอเตอร์ไฟฟ้าประกอบชุดกลไก ทำให้การเขย่ายาเป็นการเคลื่อนไหวในแนวตั้ง และสามารถตั้งเวลาและความเร็วหรือความแรงในการเขย่าได้ พร้อมทั้งออกแบบและติดตั้งระบบให้เกิดความปลอดภัยทุกรูปแบบ ได้แก่ ฝาปิดอะคริลิกใส ระบบระบายความร้อน รวมทั้งระบบตัดวงจรไฟฟ้าอัตโนมัติ ซึ่งได้รับการออกแบบและตรวจสอบคุณภาพโดยกรมสรรพากร กองทัพอากาศ และได้รับการรับรองมาตรฐานทางการแพทย์จากกรมแพทย์ทหารอากาศ

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล แบ่งออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 แบบบันทึกข้อมูลทั่วไป จำนวน 11 ข้อ ได้แก่ เพศ อายุ สถานภาพสมรส BMI ระดับการศึกษา ตำแหน่งงาน ระยะเวลาที่ปฏิบัติงานห้องผสมยาเคมีบำบัด รายได้ ความเพียงพอของรายได้ โรคประจำตัว และประวัติการเจ็บป่วยใน 1 ปีที่ผ่านมา

ส่วนที่ 2 แบบบันทึกระยะเวลาในการละลายยาเคมีบำบัดชนิดฉีด Cyclophosphamide โดยบันทึกจำนวนขวดยา

Cyclophosphamide ระยะเวลาในการเริ่มเขย่า และระยะเวลาสิ้นสุดที่ผงยาเคมีบำบัดละลายในน้ำเกลือหมดจนกลายเป็นเนื้อเดียวกัน ทั้งแบบเขย่าด้วยมือ และเขย่าด้วยเครื่องผสมยาเคมีบำบัดอัตโนมัติ โดยประเมินจากผู้ปฏิบัติงานและผู้วิจัย และใช้นาฬิกาจับเวลาแบบดิจิทัล

ส่วนที่ 3 แบบวัดคุณภาพชีวิตของผู้ปฏิบัติงาน ผู้วิจัยขออนุญาตใช้เครื่องมือวัดคุณภาพชีวิตขององค์การอนามัยโลก ชื่อย่อ ฉบับภาษาไทย (WHOQOL-BREF-THAI) ซึ่งแปลและปรับปรุงโดย สุวัฒน์ มัทธินันต์รกุล และคณะ (2545) ประกอบด้วยข้อคำถามจำนวน 26 ข้อ โดยแบ่งออกเป็น 4 องค์ประกอบ คือ 1) ด้านสุขภาพกาย จำนวน 7 ข้อ 2) ด้านจิตใจ จำนวน 6 ข้อ 3) ด้านสัมพันธภาพทางสังคม จำนวน 3 ข้อ และ 4) ด้านสิ่งแวดล้อม จำนวน 8 ข้อ ส่วนข้อคำถามอีก 2 ข้อ เป็นตัวชี้วัดที่อยู่ในหมวดคุณภาพชีวิตและสุขภาพโดยรวม ซึ่งไม่รวมอยู่ในองค์ประกอบคุณภาพชีวิตทั้ง 4 ด้าน เครื่องมือวัดคุณภาพชีวิตนี้จะมีข้อคำถามที่มีความหมายทางบวก 23 ข้อ และข้อคำถามที่มีความหมายทางลบ 3 ข้อ แต่ละข้อจะมีคำตอบเป็นมาตราส่วนประมาณค่า (rating scale) 5 ระดับ ให้ผู้ตอบคำถามเลือกตอบ คะแนนคุณภาพชีวิตมีคะแนน ตั้งแต่ 26 – 130 คะแนน ซึ่งการแปลผลแบ่งระดับคุณภาพชีวิตออกเป็น 3 ระดับ คือ คะแนน 26 – 60 คะแนน แสดงถึงการมีคุณภาพชีวิตที่ไม่ดีคะแนน 61 – 95

คะแนน แสดงถึงการมีคุณภาพชีวิตกลาง ๆ และคะแนน 96 – 130 คะแนน แสดงถึงการมีคุณภาพชีวิตที่ดี ซึ่งมีค่าความเชื่อมั่น Cronbach's alpha coefficient เท่ากับ 0.84¹⁴

ผลการวิจัย

1. ข้อมูลทั่วไป กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง (ร้อยละ 80) มากกว่าเพศชาย (ร้อยละ 20) กลุ่มตัวอย่างมีอายุระหว่าง 28-55 ปี อายุเฉลี่ย 36.75 ปี (SD=7.77) กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีสถานภาพโสด (ร้อยละ 60) รองลงมาสถานภาพสมรส (ร้อยละ 40) ส่วนใหญ่มีค่า BMI อยู่ระหว่าง 18.5 – 24.9 kg/m² (ร้อยละ 60) รองลงมา อยู่ระหว่าง 25 – 29.9 kg/m² (ร้อยละ 25) ส่วนใหญ่มีระดับการศึกษาระดับปริญญาตรีหรือสูงกว่า (ร้อยละ 75) รองลงมาอนุปริญญา (ร้อยละ 15) ส่วนใหญ่มีตำแหน่งงานเภสัชกร (ร้อยละ 55) รองลงมาพยาบาลวิชาชีพ (ร้อยละ 30) ระยะเวลาที่ปฏิบัติงานห้องผสมยาเคมีบำบัด ส่วนใหญ่ปฏิบัติงานน้อยกว่า 5 ปี (ร้อยละ 50) รองลงมาปฏิบัติงาน 5-10 ปี (ร้อยละ 40) กลุ่มตัวอย่างมีรายได้เฉลี่ย 29,000 บาท/เดือน (SD=13,000) ส่วนใหญ่รายได้เพียงพอและมีเหลือเก็บ (ร้อยละ 65) รองลงมา รายได้เพียงพอแต่ไม่มีเหลือเก็บ (ร้อยละ 20) ส่วนใหญ่ไม่มีโรคประจำตัวและไม่มีประวัติการเจ็บป่วยใน 1 ปีที่ผ่านมา (ร้อยละ 85)

2. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อทดสอบสมมติฐาน

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระยะเวลาในการละลายยาเคมีบำบัดชนิดฉีดระหว่างการใช้เครื่องผสมยาเคมีบำบัดอัตโนมัติกับการเขย่าด้วยมือ (n=167)

	เครื่องผสมยาเคมีบำบัดอัตโนมัติ (n=79)		เขย่าด้วยมือ (n=88)		Mann-Whitney U Test	p-value
	Mean	SD	Mean	SD		
ระยะเวลาในการละลายยาเคมีบำบัด (นาที)	2.00	.00	16.16	3.68	11.807	.000*

* < .001

จากตารางที่ 1 ระยะเวลาในการละลายยาเคมีบำบัดชนิดฉีดด้วยการใช้เครื่องผสมยาเคมีบำบัดอัตโนมัติ น้อยกว่าการเขย่าด้วยมืออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (z = 11.807, p < 0.001)

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงมาตรฐาน และระดับคุณภาพชีวิต ก่อนและหลังใช้เครื่องผสมยาเคมีบำบัดอัตโนมัติ ของกลุ่มตัวอย่าง (n=20)

คุณภาพชีวิต	ก่อน		หลัง	
	ใช้เครื่องผสมยาเคมีบำบัดอัตโนมัติ	แปลผล	ใช้เครื่องผสมยาเคมีบำบัดอัตโนมัติ	แปลผล
	Mean (SD)		Mean (SD)	
องค์ประกอบ				
ด้านสุขภาพกาย	24.50 (2.01)	คุณภาพชีวิตกลาง ๆ	27.15 (1.53)	คุณภาพชีวิตที่ดี
ด้านจิตใจ	17.95 (3.72)	คุณภาพชีวิตกลาง ๆ	21.00 (3.43)	คุณภาพชีวิตกลาง ๆ
ด้านสัมพันธภาพทางสังคม	8.85 (2.23)	คุณภาพชีวิตกลาง ๆ	10.05 (2.14)	คุณภาพชีวิตกลาง ๆ
ด้านสิ่งแวดล้อม	25.90 (3.82)	คุณภาพชีวิตกลาง ๆ	30.70 (2.20)	คุณภาพชีวิตที่ดี
คุณภาพชีวิตโดยรวม	82.36 (12.55)	คุณภาพชีวิตกลาง ๆ	96.20 (8.04)	คุณภาพชีวิตที่ดี

จากตารางที่ 2 ระดับคุณภาพชีวิตโดยรวมหลังใช้เครื่องผสมยาเคมีบำบัดอัตโนมัติของกลุ่มตัวอย่างอยู่ในระดับคุณภาพชีวิตที่ดี (Mean=96.20, SD=8.04) เมื่อพิจารณาเป็นองค์ประกอบย่อยพบว่าองค์ประกอบคุณภาพชีวิต 4 ด้านหลังใช้เครื่องผสมยาเคมีบำบัดอัตโนมัติมีคะแนนเพิ่มขึ้นทุกด้าน โดยด้านที่เพิ่มขึ้นมากที่สุดคือด้านสิ่งแวดล้อม รองลงมาด้านสุขภาพกาย ด้านจิตใจ และด้านสัมพันธภาพทางสังคม ตามลำดับ

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบคะแนนคุณภาพชีวิต ก่อนและหลังใช้เครื่องผสมยาเคมีบำบัดอัตโนมัติของกลุ่มตัวอย่าง (n=20)

คุณภาพชีวิต	ก่อน		หลัง		t	p-value
	ใช้เครื่องผสมยาเคมีบำบัดอัตโนมัติ		ใช้เครื่องผสมยาเคมีบำบัดอัตโนมัติ			
	Mean	SD	Mean	SD		
องค์ประกอบ						
ด้านสุขภาพกาย	24.50	2.01	27.15	1.53	-6.75	.000*
ด้านจิตใจ	17.95	3.72	21.00	3.43	-3.47	.003
ด้านสัมพันธภาพทางสังคม	8.85	2.23	10.05	2.14	-2.99	.008
ด้านสิ่งแวดล้อม	25.90	3.82	30.70	2.20	-8.29	.000*
คุณภาพชีวิตโดยรวม	82.36	12.55	96.20	8.04	-6.34	.000*

* < .001

จากตารางที่ 3 คะแนนคุณภาพชีวิตโดยรวมหลังใช้เครื่องผสมยาเคมีบำบัดอัตโนมัติมากกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (t = -6.34, p < 0.001)

การอภิปรายผลการวิจัย

1. ผลการศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นว่า ระยะเวลาในการละลายยาเคมีบำบัดชนิดฉีดโดยใช้เครื่องผสมยาเคมีบำบัดอัตโนมัติน้อยกว่าการเขย่ายาด้วยมืออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (z = 11.807, p < .001) แสดงว่าเครื่องผสมยาเคมีบำบัดอัตโนมัติช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการเตรียมยาได้อย่างมีนัยสำคัญ ทั้งนี้สอดคล้องกับแนวคิดของ ADDIE Model ที่มุ่งเน้นการพัฒนานวัตกรรมอย่างเป็นระบบ ตั้งแต่การ

วิเคราะห์ปัญหา การออกแบบ การพัฒนา การนำไปใช้ และการประเมินผล เพื่อให้ได้นวัตกรรมที่มีประสิทธิภาพและตอบสนองต่อการใช้งานจริง ผลลัพธ์ดังกล่าวอาจอธิบายได้จากความสามารถของเครื่องผสมยาเคมีบำบัดอัตโนมัติควบคุมรูปแบบการเคลื่อนไหว ความเร็ว และความสม่ำเสมอของแรงในการเขย่าได้อย่างคงที่ ส่งผลให้การละลายของตัวยามีประสิทธิภาพมากกว่าการเขย่าด้วยมือ ซึ่งมักมีความแปรปรวนตามทักษะ ประสบการณ์ และความเหนื่อยล้าของผู้ปฏิบัติงาน สอดคล้องกับการใช้หุ่นยนต์ในการเตรียมยาเคมีบำบัดสามารถให้ความถูกต้องและความแม่นยำสูง โดยมีมัธยฐานร้อยละความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 0.0 (ค่าต่ำสุด = 2.69, ค่าสูงสุด = 4.06) และช่วยลดการสัมผัสยาเคมีบำบัดของ

บุคลากรได้ผลดังกล่าวสนับสนุนบทบาทของเทคโนโลยีอัตโนมัติในการเพิ่มประสิทธิภาพ ลดความคลาดเคลื่อน และยกระดับมาตรฐานความปลอดภัยในกระบวนการเตรียมยา¹⁵ และจากการสัมภาษณ์ผู้ปฏิบัติงานให้ข้อมูลว่าเครื่องผสมยาเคมีบำบัดอัตโนมัติ ช่วยลดภาระงาน และความเหนื่อยล้าจากเขย่ายาด้วยมือ ลดความเสี่ยงจากการสัมผัสและการปนเปื้อนของยาเคมีบำบัด เพิ่มความปลอดภัยในสถานที่ปฏิบัติงาน และสร้างความพึงพอใจในการทำงาน

2. หลังการใช้เครื่องผสมยาเคมีบำบัดอัตโนมัติ กลุ่มตัวอย่างมีระดับคุณภาพชีวิตดีขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการใช้งาน ซึ่งอาจอธิบายได้จากการที่นวัตกรรมดังกล่าว ช่วยลดภาระงานและความเหนื่อยล้าในการปฏิบัติงาน ส่งผลให้การรับรู้ต่อคุณภาพชีวิตดีขึ้น ทั้งนี้สอดคล้องกับการศึกษาที่พบว่าภาระงานและความเหนื่อยล้ามีความสัมพันธ์เชิงลบกับคุณภาพชีวิตของบุคลากรทางสุขภาพ^{16,17} นอกจากนี้ การเตรียมและผสมยาเคมีบำบัดเป็นกระบวนการที่มีความซับซ้อนและมีความเสี่ยงสูงต่อบุคลากรทางสุขภาพ ทั้งในด้านการสัมผัสสารเคมีและภาระงานที่สูง ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในการทำงาน สุขภาพกาย และคุณภาพชีวิตของผู้ปฏิบัติงาน^{9,10,18} ดังนั้น การนำเทคโนโลยีอัตโนมัติเข้ามาประยุกต์ใช้จึงมีบทบาทสำคัญในการลดความเสี่ยงและภาระงาน อันนำไปสู่การมีคุณภาพชีวิตที่ดีของผู้ปฏิบัติงาน ผลการศึกษานี้ยังสอดคล้องกับแนวคิดคุณภาพชีวิตขององค์การอนามัยโลกซึ่งอธิบายคุณภาพชีวิตในมิติโดยรวม ครอบคลุม 4 องค์ประกอบ ได้แก่ ด้านสุขภาพกาย ด้านจิตใจ ด้านสัมพันธภาพทางสังคม และด้านสิ่งแวดล้อม โดยเมื่อพิจารณาเป็นรายองค์ประกอบ พบว่าคะแนนคุณภาพชีวิตเพิ่มขึ้นในทุกด้าน โดยด้านสิ่งแวดล้อมมีการเพิ่มขึ้นมากที่สุด ซึ่งสะท้อนถึงการปรับปรุงสภาพแวดล้อมในการทำงาน ความสะดวก และความปลอดภัยในการปฏิบัติงานที่เพิ่มขึ้น รองลงมาคือด้านสุขภาพกายและจิตใจ ซึ่งอาจเป็นผลจากการลดภาระงานและความเหนื่อยล้าในการเตรียมยา ในขณะที่ด้านสัมพันธภาพทางสังคมมีการเปลี่ยนแปลงน้อยกว่า เนื่องจากนวัตกรรมดังกล่าวส่งผลโดยตรงต่อกระบวนการทำงานมากกว่าปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคล

สรุปการวิจัยนี้ได้ยืนยันถึงประสิทธิผลของเครื่องผสมยาเคมีบำบัดอัตโนมัติช่วยลดระยะเวลาในการละลายของยาเคมีบำบัดชนิดฉีด และเพิ่มคุณภาพชีวิตของผู้ปฏิบัติงานห้องผสมยาเคมีบำบัด

ข้อเสนอแนะที่ได้จากการทำวิจัย

1. ควรส่งเสริมการนำเครื่องผสมยาเคมีบำบัดอัตโนมัติไปใช้ในกระบวนการเตรียมยาเคมีบำบัด เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ ลดระยะเวลาในการเตรียมยา และคุณภาพชีวิตที่ดีของผู้ปฏิบัติงาน
2. นำเครื่องผสมยาเคมีบำบัดอัตโนมัติไปใช้ในกระบวนการเตรียมยาเคมีบำบัดร่วมกับการดูแลตามมาตรฐาน และขยายผลไปใช้กับหน่วยงานอื่นๆ
3. ดำเนินการจดทะเบียนคุ้มครองทรัพย์สินทางปัญญา และสนับสนุนการนำไปใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์และเชิงระบบบริการสุขภาพในอนาคต

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยในครั้งต่อไป

1. การศึกษาครั้งนี้ดำเนินการในบริบทของหน่วยงานเดียว และมีการประเมินผลในระยะสั้น ซึ่งอาจจำกัดความสามารถในการอ้างอิงผลไปยังบริบทอื่น ดังนั้นในการศึกษาครั้งต่อไปควรดำเนินการวิจัยในหลายหน่วยงานหรือหลายระดับบริการ
2. ควรมีการติดตามผลในระยะยาว เพื่อประเมินผลของเครื่องผสมยาเคมีบำบัดอัตโนมัติต่อคุณภาพชีวิตของผู้ปฏิบัติงานอย่างต่อเนื่อง เช่น ภาวะความเหนื่อยล้า (fatigue) หรือภาวะหมดไฟในการทำงาน (burnout)

References

1. Rojanamatin J, Ukranun W, Supaattagorn P, Chiawiriyabunya I, Wongsena M, Chaiwerawattana A, et al. Cancer in Thailand vol. X, 2016–2018. Bangkok: National Cancer Institute; 2021. (in Thai)
2. National Cancer Institute. Cancer anywhere. Journal of The Department of Medical Services. 2022;47(4):5-9. (in Thai)
3. Ministry of Public Health. Public health statistics A.D. 2023. Nonthaburi: Division of Strategy and Planning; 2023. (in Thai)

4. Anand U, Dey A, Chandel AKS, Sanyal R, Mishra A, Pandey DK, et al. Cancer chemotherapy and beyond: current status, drug candidates, associated risks and progress in targeted therapeutics. *Genes & diseases*. 2022;10(4): 1367–401.
5. Zhang XH, Hao S, Gao B, Tian WG, Jiang Y, Zhang S, et al. A network meta-analysis for toxicity of eight chemotherapy regimens in the treatment of metastatic/advanced breast cancer. *Oncotarget*. 2016;7(51):84533-43.
6. Ndaw S, & Remy A. Occupational exposure to antineoplastic drugs in twelve French health care settings: biological monitoring and surface contamination. *International journal of environmental research and public health*. 2023;20(6):4952.
7. Villa A, Molimard M, Sakr D, Lassalle R, Bignon E, Martinez B, et al. Nurses' internal contamination by antineoplastic drugs in hospital centers: a cross-sectional descriptive study. *International archives of occupational and environmental health*. 2021;94(8):1839–50.
8. Batson S, Mitchell SA, Lau D, Canobbio M, de Goede A, Singh I, et al. Automated compounding technology and workflow solutions for the preparation of chemotherapy: a systematic review. *European journal of hospital pharmacy*. 2020;27(6):330–6.
9. Baxter Healthcare (Thailand) Co., Ltd. Endoxan (cyclophosphamide): package insert. 2016. (in Thai)
10. Abu-Alhaija MA, Al-Khawaldeh OA, & Al Bashtawy M. Factors influencing occupational exposure to chemotherapy among oncology nurses. *Journal of Oncology Pharmacy Practice*. 2023;29(5):1–10.
11. Reis TR, Silva AB, & Oliveira MC. Health effects of ergonomics and personal protective equipment in chemotherapy handling. *Current oncology*. 2025;32(10):563.
12. Branch RM. Instructional design: the ADDIE approach. New York: Springer; 2009.
13. WHOQOL Group. The World Health Organization quality of life assessment (WHOQOL): position paper from the World Health Organization. *Social science & medicine*. 1995;41(10):1403–9.
14. Mahatnirunkul S, Pongpanich V, & Pattanapong N. WHOQOL-BREF-THAI: Thai version of the World Health Organization quality of life instrument (brief version). Bangkok: Department of Mental Health, Ministry of Public Health; 2002. (in Thai)
15. Lakkhanawanakul A, Siripakornkarn T, & Tungkhasamit T. Effectiveness of a chemotherapy preparation robot in terms of accuracy, precision, and preparation time for injectable anticancer drugs in Udonthani Cancer Hospital. *Journal of The Department of Medical Services*. 2023;48(4):47–54. (in Thai)
16. Khatatbeh H, Pakai A, Al-Dwaikat T, Onchonga D, Amer F, Prémusz V, et al. Nurses' burnout and quality of life: a systematic review and critical analysis of measures used. *Nursing open*. 2022;9(3):1564-74.
17. Ruiz-Fernández MD, Ramos-Pichardo JD, Ibáñez-Masero O, Cabrera-Troya J, Carmona-Rega MI, & Ortega-Galán ÁM. Compassion fatigue, burnout, compassion satisfaction and perceived stress in healthcare professionals: a systematic review. *Journal of clinical nursing*. 2020;29(21–22):4321–33.
18. Wongpimon B, & Aumtaanee A. Nursing care for patients receiving chemotherapy: a qualitative study. *Journal of The Royal Thai Army Nurses*. 2017;18(Suppl):229-38. (in Thai)