

Increasing the Effectiveness of Clinical Chemistry Laboratory Report with Autoverification: A Case Study of Udonthani Hospital

Yaowaruk Jutrakul^{*}

*Department of Medical Laboratory and Clinical Pathology, Udonthani Hospital,
Udonthani Province, Thailand*

Abstract

The amount of laboratory work is increasing every year, therefore, development of work in the post-analytical process by using laboratory information system and quality control standards is required in the operation to achieve accuracy, completeness and fast as well as to help assist reducing laboratory workload. The aim of this retrospective study was to evaluate the effectiveness of laboratory report using the autoverification of 35 test items in clinical chemistry laboratories in Udonthani Hospital, Thailand. A data set was collected before and after using autoverification in which the former data was obtained from 1st July 2020 to 31st July 2020, in the total of 52,132 tests and the latter data was derived after using autoverification from 1st July to 31st July 2021, in the total of 32,880 tests. The results revealed that the total waiting time for laboratory results was reduced by 9.05 minutes with statistically significant difference ($p < 0.05$), except for CA15-3 and AFP. Furthermore, the staff's workload using autoverification reporting decreased by more than 60%, except for AST, ALP, LDH, and B-HCG which were reduced by 59.85, 58.13, 28.50, and 23.81%, respectively. The overall results of staff's workload exhibited reduction of 84.53%. For the percentage of achieved turnaround time to receipt report in routine lab and ordering tests that include special test items with setting time at 90 and 120 minutes, it was found that before the study the success scores were 87.60% and 95.80%, respectively, but after using autoverification reporting, it was shown that all achievement scores increased to 94.20 and 98.60%, respectively, with statistically significant difference ($p < 0.05$). The findings demonstrated that the developing laboratory services with autoverification for laboratory report can help to increase productivity in terms of reducing turnaround time for laboratory results,

*Corresponding author E-mail address: yaowa_ju@yahoo.co.th

reduce the staff's workload in checking and reporting results and improve the satisfaction and success of ensuring the timely test results of more than 90%. Interestingly, the usage of autoverification systems can expand the work and add more test items in clinical chemistry and in other laboratories with automated analyzers.

Keywords: Autoverification, Laboratory test results, Turnaround time

การเพิ่มประสิทธิภาพของการรายงานผลตรวจทางห้องปฏิบัติการ เคมีคลินิกด้วยการรายงานผลอัตโนมัติ: กรณีศึกษาของโรงพยาบาลอุดรธานี

เยาวรักษ์ จูตระกูล *

กลุ่มงานเทคนิคการแพทย์และพยาธิวิทยาคลินิก โรงพยาบาลอุดรธานี จังหวัดอุดรธานี

บทคัดย่อ

ปัจจุบันงานทางห้องปฏิบัติการมีปริมาณเพิ่มมากขึ้นทุกปี จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนางานในกระบวนการหลังการตรวจวิเคราะห์ โดยใช้เทคโนโลยีระบบสารสนเทศและมาตรฐานการควบคุมคุณภาพทางห้องปฏิบัติการ ซึ่งมีความสำคัญในการดำเนินงานเพื่อให้เกิดความถูกต้อง ครบถ้วน รวดเร็ว รวมถึงช่วยลดภาระงานทางห้องปฏิบัติการ การวิจัยย้อนหลังนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของการรายงานผลอัตโนมัติ ในการรายงานผลตรวจ 35 รายการทดสอบทางห้องปฏิบัติการเคมีคลินิก โรงพยาบาลอุดรธานี โดยใช้ข้อมูลก่อนการศึกษา ตั้งแต่วันที่ 1 กรกฎาคม ถึง 31 กรกฎาคม 2563 จำนวน 52,132 การทดสอบ และข้อมูลหลังการใช้การรายงานผลอัตโนมัติ ตั้งแต่วันที่ 1 กรกฎาคม ถึง 31 กรกฎาคม 2564 จำนวน 32,880 การทดสอบ ผลการศึกษาพบว่าระยะเวลารอคอยผลตรวจทางห้องปฏิบัติการ หลังใช้การรายงานผลอัตโนมัติใช้เวลารวมเฉลี่ยลดลง 9.05 นาทีและมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ในแต่ละรายการทดสอบ ยกเว้น CA15-3 และ AFP ส่วนการศึกษาภาระงานของเจ้าหน้าที่ในช่วงเวลาที่ใช้การรายงานผลอัตโนมัติ พบว่าในแต่ละรายการทดสอบ เมื่อใช้การรายงานผลอัตโนมัติสามารถช่วยลดภาระงานของเจ้าหน้าที่ได้มากกว่าร้อยละ 60 ยกเว้น AST, ALP, LDH และ B-HCG ที่ลดภาระงานลงได้ร้อยละ 59.85, 58.13, 28.50 และ 23.81 ตามลำดับ และในภาพรวมพบว่าช่วยลดภาระงานลงได้ร้อยละ 84.53 นอกจากนี้การศึกษาผลสำเร็จของการประกันเวลาได้รับผลตรวจทางห้องปฏิบัติการในการส่งตรวจแบบทั่วไปและการส่งตรวจที่มีรายการตรวจพิเศษร่วมด้วย ที่เวลาเฉลี่ย 90 และ 120 นาที พบว่าช่วงก่อนการศึกษาได้คะแนนความสำเร็จของการประกันเวลา คิดเป็นร้อยละ 87.60 และ 95.80 ตามลำดับ แต่หลังจากใช้การรายงานผลอัตโนมัติ พบว่ามีคะแนนความสำเร็จเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 94.20 และ 98.60 ตามลำดับ และค่าคะแนนผลสำเร็จก่อนและหลังการศึกษามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) จากผลการศึกษาสรุปได้ว่า การพัฒนางานให้บริการทางห้องปฏิบัติการด้วยระบบตรวจสอบ

*ผู้รับผิดชอบบทความ E-mail address: yaowa_ju@yahoo.co.th

รับบทความ: 8 มีนาคม 2566

แก้ไขบทความ: 6 พฤศจิกายน 2566

รับตีพิมพ์บทความ: 20 พฤศจิกายน 2566

และรายงานผลอัตโนมัติ สามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานทั้งด้านช่วยลดระยะเวลาการรอคอยผลตรวจทางห้องปฏิบัติการ ลดภาระงานของเจ้าหน้าที่ในการตรวจสอบและรายงานผล เพิ่มความพึงพอใจและความสำเร็จของการประกันเวลาได้รับผลตรวจตามเวลาที่กำหนดมากกว่าร้อยละ 90 นอกจากนี้การใช้ระบบรายงานผลอัตโนมัติสามารถขยายงานและเพิ่มรายการทดสอบให้มากขึ้นได้ ทั้งในงานเคมีคลินิกและงานห้องปฏิบัติการอื่น ๆ ที่มีการใช้เครื่องตรวจวิเคราะห์อัตโนมัติ

คำสำคัญ: การรายงานผลอัตโนมัติ ระยะเวลาการรอคอย การประกันเวลารับผลตรวจ

บทนำ

การตรวจทางห้องปฏิบัติการประกอบด้วย 3 กระบวนการหลัก คือ กระบวนการก่อนการตรวจวิเคราะห์ การตรวจวิเคราะห์และหลังการตรวจวิเคราะห์ ซึ่งในแต่ละกระบวนการจะใช้เวลาในการปฏิบัติงานมากขึ้นกับการบริหารจัดการในแต่ละห้องปฏิบัติการ การประกันระยะเวลารอคอยผลตรวจทางห้องปฏิบัติการ (turnaround time; TAT) จะนับเวลาตั้งแต่ห้องปฏิบัติการได้รับส่งตรวจหรือมีการรับและให้บริการคนไข้ที่ห้องปฏิบัติการจนถึงการรายงานผลในระบบสารสนเทศของโรงพยาบาล มีการประกันระยะเวลารอคอยผลตรวจโดยเฉลี่ยประมาณ 90-120 นาที แต่ปัจจุบันงานทางห้องปฏิบัติการมีปริมาณมากและเพิ่มขึ้นทุกปี ส่งผลให้ผู้รับบริการ เช่น แพทย์หรือคนไข้ ต้องรอผลตรวจนานขึ้นและความพึงพอใจต่อการให้บริการลดลง ดังนั้นการนำระบบ LEAN⁽¹⁾ มาพัฒนางานทางห้องปฏิบัติการโดยการวิเคราะห์การทำงานตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงสิ้นสุดกระบวนการ เช่น การปรับรูปแบบการทำงาน การลดขั้นตอนที่ซ้ำซ้อนต่าง ๆ การลดจำนวนคนปฏิบัติงานในขั้นตอนบางกิจกรรมโดยการเพิ่มวิธีการหรือการนำเทคโนโลยีสารสนเทศมาช่วยในการวิเคราะห์และรายงานผล รวมถึงการคัดเลือกเครื่องตรวจวิเคราะห์ให้เหมาะสมกับปริมาณงาน จึงนำมาใช้สำหรับการพัฒนาและปรับระบบการทำงานเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานให้มากขึ้น จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางห้องปฏิบัติการ พบว่ากระบวนการหลังการตรวจวิเคราะห์เป็นกระบวนการหนึ่งที่ได้มีการนำระบบ LEAN เข้ามาช่วยในการพัฒนางานคือ การรายงานผลในระบบเดิม ผู้ปฏิบัติงานเป็นผู้ตรวจสอบความถูกต้องของผลการทดสอบทุกรายการที่ส่งมาจากเครื่องตรวจวิเคราะห์อัตโนมัติ โดยใช้เกณฑ์การตรวจสอบ⁽²⁻³⁾ ดังนั้น พิจารณาค่าอ้างอิงปกติ (normal range) ช่วงค่า

ที่สามารถรายงานผลได้ (reportable range) ค่าความแตกต่างของผลตรวจปัจจุบันกับผลตรวจย้อนหลัง (delta check) ค่าการแจ้งเตือน (analyzer flag) จากเครื่องตรวจวิเคราะห์ ค่าความคลาดเคลื่อนของผลการควบคุมคุณภาพ (quality control error) ค่าวิกฤติ (critical range) และความสัมพันธ์ของรายการตรวจแต่ละการทดสอบ (rule violation) ก่อนการรายงานผล ซึ่งจากการปฏิบัติจริงผู้รายงานผลมีภาระงานที่ต้องปฏิบัติงานทางห้องปฏิบัติการในขั้นตอนอื่น ๆ ด้วย ทำให้ไม่สามารถรายงานผลได้อย่างต่อเนื่อง จึงมีโอกาที่จะทำให้การรายงานผลล่าช้าระยะเวลารอคอยผลตรวจนานขึ้นและอาจเกิดความผิดพลาดขึ้นได้ในกรณีที่มีปริมาณงานที่เพิ่มมากขึ้นจากปัญหาดังกล่าวจึงมีการศึกษาวิจัยจากสถาบันหรือหน่วยงานต่าง ๆ เพื่อช่วยลดระยะเวลารอคอยผลตรวจทางห้องปฏิบัติการ โดยการพัฒนาทางด้านซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์ของเครื่องตรวจวิเคราะห์อัตโนมัติร่วมกับการนำระบบสารสนเทศของห้องปฏิบัติการ (laboratory information systems; LIS) มาใช้ในการดักจับข้อผิดพลาดหรือความคลาดเคลื่อนในขั้นตอนการตรวจสอบต่าง ๆ โดยระบบคอมพิวเตอร์จะทำการตรวจสอบผลการตรวจวิเคราะห์เอง ซึ่งหากผลการตรวจผ่านตามกฎ/เกณฑ์ที่กำหนดขึ้นภายในห้องปฏิบัติการ ระบบคอมพิวเตอร์จะรายงานผลอัตโนมัติ (autoverification)⁽⁴⁻⁵⁾ และรายงานผลเข้าระบบสารสนเทศของโรงพยาบาล (hospital information systems; HIS) โดยไม่ต้องผ่านการตรวจสอบและยืนยันผลจากเจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงาน ส่วนผลการทดสอบที่อยู่นอกเกณฑ์ที่กำหนด ระบบจะเก็บผลการทดสอบดังกล่าวไว้ เพื่อให้ผู้ปฏิบัติการที่รับผิดชอบดำเนินการตรวจสอบและยืนยันผลการทดสอบในลำดับต่อไป ซึ่งงานทางห้องปฏิบัติการที่ได้มีผู้ศึกษาวิจัยไว้ก่อนหน้านี้ ได้แก่ การตั้งกฎการตรวจสอบในเครื่องตรวจวิเคราะห์

อัตโนมัติงานเคมีคลินิกและภูมิคุ้มกันวิทยาคลินิก⁽⁶⁻¹⁰⁾ การตั้งกฎการตรวจสอบและค่าการแจ้งเตือนใน เครื่องตรวจวิเคราะห์อัตโนมัติในงานโลหิตวิทยา เช่น การทดสอบดูความสมบูรณ์ของเม็ดเลือด⁽¹⁰⁻¹¹⁾ การทดสอบการแข็งตัวของเลือด^(9, 12) และงานตรวจ ปัสสาวะวิเคราะห์⁽¹³⁾

กลุ่มงานเทคนิคการแพทย์และพยาธิวิทยา คลินิก โรงพยาบาลอุดรธานี กำหนดการประกันเวลา ได้รับผลตรวจทางห้องปฏิบัติการในการส่งตรวจทั่วไป (routine test) ที่เวลาเฉลี่ย 90 นาทีและผลตรวจ รวมที่มีรายการตรวจพิเศษ (special test) ที่เวลาเฉลี่ย 120 นาที การประกันความสำเร็จได้รับผลตรวจตรง ตามเวลาที่กำหนดมากกว่าร้อยละ 80 จากข้อมูล สถิติย้อนหลังพบว่าในช่วงปีงบประมาณ 2562- 2564 มีการรายงานผลตรวจทางเคมีคลินิกจำนวน 1,855,775, 1,778,933 และ 1,924,509 การ ทดสอบ ตามลำดับ จากข้อมูลทางสถิติ ในปี 2562 มีระยะเวลาการรอคอยผลตรวจในการส่งตรวจทั่วไปและ การตรวจที่รวมรายการตรวจพิเศษ เฉลี่ยที่เวลา 75.15 และ 136 นาที ตามลำดับ ซึ่งระยะเวลาการรอคอยผลใน รายการตรวจพิเศษนานกว่าเวลาที่ทางกลุ่มงานกำหนดไว้ ในกรณีที่ผู้รับบริการจำนวนมาก ปริมาณงานมีแนวโน้ม เพิ่มขึ้น ทำให้การรายงานผลมีความล่าช้ามากกว่าปกติ จากปัญหาดังกล่าว ทางกลุ่มงานได้ทำการศึกษาโดย นำระบบรายงานผลอัตโนมัติมาช่วยคัดกรองและ รายงานผลแทนเจ้าหน้าที่ เพื่อให้ผู้รับบริการได้ผล การตรวจที่เร็วขึ้น โดยเริ่มการศึกษาที่งานเคมีคลินิก ก่อนในปี 2563 มีการกำหนดกฎสำหรับการตรวจสอบ ที่อ้างอิงตามมาตรฐานของสถาบันห้องปฏิบัติการ ทางวิทยาศาสตร์และการแพทย์ (Clinical and Laboratory Standards Institute; CLSI)⁽⁴⁻⁵⁾ มีการทดสอบและประเมินเทียบผลความถูกต้องของ ผลการใช้ระบบรายงานผลอัตโนมัติได้สำเร็จสามารถ นำระบบรายงานผลอัตโนมัติมาช่วยในการทำงาน

นอกจากนี้ได้ดำเนินการเพิ่มรายการทดสอบให้มากขึ้น โดยในเดือนมิถุนายน 2564 มีรายการทดสอบที่ผ่าน เกณฑ์การประเมินและสามารถใช้ระบบรายงานผล อัตโนมัติที่ช่วยในการรายงานผลตรวจงานเคมีคลินิก จำนวน 35 รายการทดสอบ

ดังนั้นเพื่อประเมินประสิทธิภาพในการนำ ระบบรายงานผลอัตโนมัติมาใช้พัฒนาระบบการทำงาน ดังกล่าว ผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาข้อมูลย้อนหลังโดย การวิเคราะห์เปรียบเทียบประสิทธิภาพของการรายงาน ผลตรวจทางห้องปฏิบัติการเคมีคลินิกหลังการใช้การ รายงานผลอัตโนมัติ ว่าจะสามารถลดระยะเวลาการ รอคอยผลตรวจทางห้องปฏิบัติการ (เวลาเฉลี่ย) และ ลดภาระงานของเจ้าหน้าที่ปฏิบัติงานลง รวมถึงความ สำเร็จในการประกันเวลาของการได้รับผลตรวจทาง ห้องปฏิบัติการตรงตามเวลาที่กำหนดหรือไม่

วัสดุและวิธีการ

1. วัสดุ อุปกรณ์

เครื่องตรวจวิเคราะห์อัตโนมัติที่ใช้ทำการ ตรวจวิเคราะห์และรายงานผลการทดสอบ คือเครื่อง Architect C1600 system, Architect C400 system ที่ต่อเชื่อมกันเป็นระบบปฏิบัติการ Total Laboratory Automation system (TLA) จาก บริษัท Abbott มี Middleware เป็นซอฟต์แวร์ ประมวลผลและเครื่องตรวจน้ำตาลสะสมในเลือด (HbA1c) คือเครื่องรุ่น TOSOH Automated Glycohemoglobin Analyzer HLC-723 Model G11

กำหนดการดึงข้อมูลผลตรวจทางห้องปฏิบัติ การ กลุ่มงานเทคนิคการแพทย์และพยาธิวิทยาคลินิก โรงพยาบาลอุดรธานี จากเครื่องตรวจวิเคราะห์อัตโนมัติ ดังกล่าวข้างต้นที่ต่อเชื่อมกับระบบ LIS เมื่อมี เจ้าหน้าที่ปฏิบัติงานเข้ามาตรวจสอบผลการทดสอบ ได้แก่ การตรวจสอบค่า delta check, analyzer flag,

normal range, critical range และค่า rule violation หรือกรณีการตรวจสอบผลอัตโนมัติ (ที่ตั้งค่าการตรวจสอบอ้างอิงตามมาตรฐาน CLSI และคู่มือปฏิบัติงานการรายงานผลอัตโนมัติ กลุ่มงานเทคนิคการแพทย์ และพยาธิวิทยาคลินิก โรงพยาบาลอุดรธานี)⁽¹⁴⁾ เมื่อผลการทดสอบรายงานนั้นผ่านกฎ/เกณฑ์ที่ตั้งไว้ เจ้าหน้าที่หรือระบบการตรวจสอบอัตโนมัติจะยืนยันผลการตรวจในระบบ LIS และส่งผลการตรวจเข้าสู่ระบบ HIS ของโรงพยาบาลแบบต่อเนื่อง

2. วิธีการดำเนินการ

เก็บรวบรวมข้อมูลปริมาณงานของ 35 รายการทดสอบทางห้องปฏิบัติการเคมีคลินิกที่ผ่านเกณฑ์การใช้ระบบตรวจสอบ และรายงานผลอัตโนมัติ และระยะเวลารอคอยผลการตรวจโดยนับเวลาตั้งแต่ห้องปฏิบัติการได้รับสิ่งส่งตรวจหรือใบนำส่งจนกระทั่งรายงานผลสำเร็จในระบบ LIS ของกลุ่มงาน

2.1 เงื่อนไขการกำหนดช่วงเวลาในการดึงข้อมูล

เพื่อให้ข้อมูลระยะเวลารอคอยผลตรวจทางห้องปฏิบัติการถูกต้องและใกล้เคียงกับการปฏิบัติงานจริงของผู้ปฏิบัติงาน จึงกำหนดช่วงเวลาในการดึงข้อมูลให้ครอบคลุมเวลาของการตรวจวิเคราะห์ในแต่ละรายการทดสอบ ดังนี้ คือ การตรวจน้ำตาลสะสมในเลือด (HbA1c) ซึ่งใช้หลักการ high performance liquid chromatography (HPLC) ใช้เวลาในการตรวจวิเคราะห์และรายงานผลตัวอย่างแรกที่ 5 นาที การตรวจในรายการตรวจทั่วไป ใช้เวลาตรวจวิเคราะห์และรายงานผลอย่างน้อยที่ 15 นาทีและกลุ่มรายการตรวจพิเศษ ที่ใช้หลักการ chemiluminescence microparticle immunoassay (CMIA) ใช้เวลาตรวจวิเคราะห์และรายงานผลอย่างน้อยที่ 35 นาที นอกจากนี้การส่งตรวจที่มีระยะเวลารอคอยผลในระบบ

LIS นานเกิน 150 นาที จะตัดออกจากการเก็บข้อมูลเนื่องจากการปฏิบัติงานจริง เจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงานจะทำการตรวจสอบความสำเร็จในการรายงานผลในระบบ LIS ตลอดเวลา กรณีที่มีผลตรวจค้างในระบบนานเกิน 150 นาที ส่วนใหญ่เกิดจากสิ่งส่งตรวจไม่ถูกต้องเหมาะสม เช่น การเก็บตัวอย่างไม่ถูกต้อง ต้องรอการเก็บสิ่งส่งตรวจซ้ำใหม่ จึงได้กำหนดเงื่อนไขช่วงเวลาในการดึงข้อมูล ดังนี้

2.1.1 รายการ HbA1c กำหนดช่วงเวลาดึงข้อมูลระยะเวลารอคอยผลตรวจทางห้องปฏิบัติการที่ 10-150 นาที

2.1.2 กำหนดช่วงเวลาดึงข้อมูลระยะเวลารอคอยผลตรวจทางห้องปฏิบัติการที่เวลา 20-150 นาทีในการตรวจทั่วไป (routine test) จำนวน 23 รายการทดสอบคือ glucose, blood urea nitrogen (BUN), creatinine, total protein, albumin, total bilirubin, direct bilirubin, alkaline phosphatase (ALP), alanine aminotransferase (ALT), cholesterol, aspartate amino transferase (AST), triglyceride, high density lipoprotein cholesterol (HDL-Chol), low density lipoprotein cholesterol (LDL-Chol), uric acid, calcium, phosphorus, magnesium, lactate dehydrogenase (LDH), ferritin, transferrin, iron (Fe^{3+}) และ creatine kinase (CK)

2.1.3 กำหนดช่วงเวลาดึงข้อมูลระยะเวลารอคอยผลตรวจทางห้องปฏิบัติการที่เวลา 40-150 นาทีในรายการตรวจพิเศษ (special test) จำนวน 11 รายการทดสอบ คือ free triiodothyronine (FT3), free thyroxine (FT4), thyroid stimulating hormone (TSH), cortisol, carcinoembryonic antigen (CEA), beta-human chorionic gonadotropin (B-HCG), cancer antigen 19-9

(CA19-9), cancer antigen 125 (CA125), cancer antigen 15-3 (CA15-3), alpha-fetoprotein (AFP) และ prostate-specific antigen (PSA)

2.2 เกณฑ์คัดเลือกข้อมูล

ทำการคัดเลือก 2 กลุ่มข้อมูล ประกอบด้วย กลุ่มที่ 1 ข้อมูลก่อนการใช้การรายงานผลอัตโนมัติ (before data; B) คือวันที่ 1 กรกฎาคม 2563 ถึงวันที่ 31 กรกฎาคม 2563 มีจำนวนการส่งตรวจรวมเท่ากับ 52,132 การทดสอบ กลุ่มที่ 2 ข้อมูลในช่วงเวลาที่มีการรายงานผลอัตโนมัติ (after data; A1) คือวันที่ 1 กรกฎาคม 2564 ถึงวันที่ 31 กรกฎาคม 2564 มีจำนวนการส่งตรวจรวมเท่ากับ 38,898 การทดสอบและมีจำนวนการตรวจที่ใช้การรายงานผลอัตโนมัติ (autoverification; A2) เท่ากับ 32,880 การทดสอบ

2.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

2.3.1 รวบรวมข้อมูลระยะเวลาการรอคอยผลตรวจของทั้งสองกลุ่ม หาค่าเฉลี่ยเวลาสูงสุด ต่ำสุด วิเคราะห์ข้อมูล เปรียบเทียบระยะเวลาการรอคอยผลตรวจแยกรายการทดสอบและข้อมูลรวม วิเคราะห์เปรียบเทียบผลด้วยโปรแกรม SPSS (IBM SPSS version 22.0) โดยใช้สถิติอนุมาน independent t-test และ Mann-Whitney U test หาค่า p -value ($p < 0.05$)

2.3.2 วิเคราะห์ปริมาณงานของการรายงานผลตรวจทางห้องปฏิบัติการเคมีคลินิกที่ลดลง (ร้อยละ) เมื่อมีการใช้การรายงานผลอัตโนมัติ

2.3.3 การศึกษาประสิทธิผลคะแนนร้อยละของความสำเร็จในการประกันเวลาได้รับผลตรวจทางห้องปฏิบัติการตามเวลาที่กำหนดไว้ในรายการส่งตรวจทั่วไปและการส่งตรวจที่รวมรายการตรวจพิเศษที่เวลา 90 และ 120 นาที ตามลำดับ เปรียบเทียบคะแนนก่อนและหลังการใช้ระบบตรวจสอบอัตโนมัติว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติหรือไม่ ($p <$

0.05) โดยใช้สถิติ ร้อยละ และสถิติ independent t-test

ผลการศึกษา

การศึกษาประสิทธิผลด้านระยะเวลาการรอคอยผลตรวจทางห้องปฏิบัติการเคมีคลินิก 35 รายการทดสอบก่อนและหลังการใช้การรายงานผลอัตโนมัติ

จากข้อมูลจำนวนการส่งตรวจก่อนการศึกษา (B) มีปริมาณงานทั้งหมด คือ 52,132 การทดสอบ มีจำนวนการส่งตรวจหลังการศึกษาในรายการทดสอบที่มีการรายงานผลอัตโนมัติ (A2) ทั้งหมด คือ 32,880 การทดสอบ ในการศึกษาระยะเวลาการรอคอยผลตรวจทางห้องปฏิบัติการเคมีคลินิกของ 35 รายการทดสอบก่อนการศึกษาเปรียบเทียบกับหลังการใช้การรายงานผลอัตโนมัติ พบว่า ระยะเวลาการรอคอยผลตรวจหลังการศึกษาน้อยลง ยกเว้น CA15-3 ที่หลังการศึกษาใช้เวลา นานกว่าก่อนการศึกษา 19.18 นาที และพบว่า เวลาเฉลี่ยในแต่ละรายการทดสอบมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ยกเว้น AFP ($p = 0.207$) สำหรับภาพรวมของผลการศึกษ พบว่าการรอคอยผลตรวจทางห้องปฏิบัติการก่อนการศึกษา มีเวลาเฉลี่ยรวม คือ 65.37 นาที และเวลาเฉลี่ยรวมหลังการศึกษา คือ 56.32 นาที โดยการรายงานผลอัตโนมัติสามารถลดระยะเวลาการรอคอยผลตรวจทางห้องปฏิบัติการรวมของ 35 รายการทดสอบลงเฉลี่ยที่ 9.05 นาที (Table 1)

การศึกษาประสิทธิผลด้านการลดปริมาณงานของเจ้าหน้าที่ในการรายงานผลตรวจทางห้องปฏิบัติการ

จากข้อมูลปริมาณงานทั้งหมดของ 35 รายการทดสอบ ในช่วงเวลาที่ใช้การรายงานผลอัตโนมัติ (A1) มีปริมาณงานรวมทั้งหมด คือ 38,898 การทดสอบ มีการตรวจโดยใช้ระบบการรายงาน

Table 1 Comparison of the turnaround time in clinical chemistry results before and after using autoverification in 35 test items.

Test	Before (B) (1-31 July 2020)				After using autoverification (A2) (1-31 July 2021)				Average time	p-value
	Total (test)	Total mean (min)	Max (min)	Min (min)	Total (test)	Total mean (min)	Max (min)	Min (min)	Total mean (B-A2)	
AFP	74	79.04	145.48	45.24	54	72.28	143.44	42.19	6.36	0.207
Albumin	3,615	54.08	50.73	20.00	1,779	45.33	149.51	20.04	8.35	<0.05
ALP	2,610	60.35	51.33	20.07	1,047	51.28	131.21	20.08	9.07	<0.05
Beta - HCG	32	68.00	133.35	40.50	5	63.21	96.12	44.33	4.40	<0.05
BUN	8,209	56.03	150.00	20.00	6,212	47.21	149.17	20.00	8.41	<0.05
CA 125	29	82.20	140.58	46.10	28	60.18	83.50	41.29	22.02	<0.05
CA 15-3	6	63.55	75.17	57.45	5	83.13	111.03	59.09	-19.18	<0.05
CA 19-9	71	81.44	145.48	45.24	57	70.38	143.13	42.49	11.05	<0.05
Calcium	2,542	52.22	146.33	20.01	1,666	42.35	147.35	20.00	9.47	<0.05
CEA	79	79.42	145.48	44.29	76	71.04	143.14	42.24	8.38	<0.05
Cholesterol	1,184	64.47	149.56	21.36	679	56.50	138.27	20.58	7.58	<0.05
Cortisol	301	80.58	147.48	43.22	244	72.30	146.48	40.24	8.27	<0.05
Creatinine	8,383	57.00	150.00	20.01	6,512	48.02	147.49	20.00	8.57	<0.05
CK	347	57.48	145.59	20.23	274	48.57	139.34	20.01	8.51	<0.05
Direct bilirubin	2,577	62.28	149.56	20.08	1,830	54.29	138.49	20.12	8.00	<0.05
Fe ³⁺	170	59.25	138.17	24.45	87	51.37	132.40	24.27	7.48	<0.05
Ferritin	194	65.49	149.54	24.45	110	54.04	141.50	24.30	11.45	<0.05
FT3	420	77.50	148.55	41.10	171	69.42	120.53	41.05	8.08	<0.05
FT4	433	77.46	148.55	41.12	281	69.42	122.29	40.48	8.05	<0.05
Glucose	1,061	59.58	148.11	20.08	708	48.01	145.15	20.20	11.57	<0.05
HbA1c	495	50.49	149.41	10.20	323	30.02	147.34	11.07	20.47	<0.05
HDL - Chol	512	71.12	143.44	25.36	337	59.55	121.58	27.03	11.18	<0.05
LDH	305	59.28	146.13	20.11	55	54.25	122.18	20.03	5.03	<0.05
LDL-Chol	522	70.55	143.44	25.36	373	60.03	128.39	27.03	0.52	<0.05
Magnesium	3,033	54.32	146.32	20.04	1,934	45.08	147.47	20.00	9.24	<0.05
Phosphorus	2,605	53.35	146.32	20.07	1,290	44.17	146.11	20.00	9.18	<0.05
Protein	2,648	58.40	146.58	20.05	1,548	49.45	148.36	20.15	8.55	<0.05
PSA	18	83.30	145.48	55.00	15	65.16	115.15	40.17	18.14	<0.05
AST	2,893	62.56	149.56	20.08	1,227	53.01	138.50	20.12	9.56	<0.05
ALT	2,903	62.57	149.56	20.08	1,276	53.09	138.51	20.13	9.47	<0.05
Total bilirubin	2,573	59.58	147.17	20.08	1,831	51.33	149.11	20.13	8.25	<0.05
Transferrin	131	58.05	138.17	25.42	79	51.17	131.37	23.57	6.48	<0.05
Triglyceride	499	68.17	137.50	20.06	353	54.17	114.21	20.35	14.00	<0.05
TSH	426	77.39	148.55	41.12	262	69.31	123.09	41.27	8.08	<0.05
Uric acid	232	62.17	144.38	22.19	152	54.54	144.11	25.17	7.23	<0.05
Total	52,132	65.37			32,880	56.32			9.05	<0.05

ผลอัตโนมัติ (A2) จำนวนทั้งหมด คือ 32,880 การทดสอบ พบว่ามีจำนวน 21 รายการทดสอบ ที่ระบบการรายงานผลอัตโนมัติสามารถช่วยลดปริมาณภาระงานของเจ้าหน้าที่ลงมากกว่าร้อยละ 90 มีรายการทดสอบจำนวน 10 รายการ ที่ระบบการรายงานผลอัตโนมัติช่วยลดปริมาณภาระงานลงร้อยละ 60-90 และมีจำนวน 4 รายการทดสอบที่ลดปริมาณภาระงานลงได้น้อยกว่าร้อยละ 60 คือ AST, ALP, LDH และ B-HCG ที่ร้อยละ 59.85, 58.13, 28.50 และ 23.81 ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่าความสำเร็จของระบบรายงานผลอัตโนมัติที่ได้มากกว่าร้อยละ 60 ในการช่วยลดภาระงานของเจ้าหน้าที่ของรายการทดสอบทั่วไปและในรายการส่งตรวจพิเศษ คิดเป็นร้อยละ 87.50 และ 90.90 ตามลำดับ แต่เมื่อศึกษาในภาพรวมทั้งหมดพบว่าระบบการรายงานผลอัตโนมัติ สามารถช่วยลดปริมาณภาระงานของเจ้าหน้าที่ลงคิดเป็นร้อยละ 84.53 (Table 2)

การศึกษาประสิทธิภาพคะแนนร้อยละความสำเร็จของการประกันเวลาได้ผลตรวจทางห้องปฏิบัติการในเวลาที่กำหนด

จากข้อมูลในช่วงก่อนการศึกษา พบว่าความสำเร็จของการประกันเวลาได้รับผลตรวจทางห้องปฏิบัติการเคมีคลินิกในการส่งตรวจแบบทั่วไปที่เวลาเฉลี่ย 90 นาที ได้คะแนนความสำเร็จคิดเป็นร้อยละ 87.60 และความสำเร็จในการได้รับผลตรวจรวมที่มีการส่งตรวจพิเศษร่วมด้วยที่เวลาเฉลี่ย 120 นาที ได้คะแนนความสำเร็จคิดเป็นร้อยละ 95.80 แต่หลังจากมีการใช้การรายงานผลอัตโนมัติ พบว่าได้คะแนนความสำเร็จเพิ่มขึ้นทั้งหมด คือร้อยละ 94.20 และ 98.60 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบข้อมูลคะแนนความสำเร็จของการประกันเวลาได้รับผลตรวจตามเวลากำหนดที่ 90 และ 120 นาที ของข้อมูลก่อนและหลังการศึกษา พบว่าค่าคะแนนเพิ่มขึ้นและมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) (Table 3)

Table 2 Comparison of the percentage (%) of the workload decreased using autoverification between 1-31 July 2021.

Test	Total test (A1)	Total test used autoverification (A2)	The workload decreased (%)
AFP	58	54	93.10
Albumin	2,594	1,779	68.58
ALP	1,801	1,047	58.13
Beta - HCG	21	5	23.81
BUN	6,369	6,212	97.53
CA 125	32	28	87.50
CA 15-3	5	5	100.00
CA 19-9	65	57	87.69
Calcium	1,837	1,666	90.69
CEA	81	76	93.83
Cholesterol	697	679	97.42
Cortisol	248	244	98.39
Creatinine	6,628	6,512	98.25
CK	307	274	89.25
Direct bilirubin	1,906	1,830	96.01
Fe ³⁺	100	87	87.00
Ferritin	113	110	97.35
FT3	271	171	63.10
FT4	289	281	97.23
Glucose	760	708	93.16
HbA1c	350	323	92.29
HDL - Chol	361	337	93.35
LDH	193	55	28.50
LDL - Chol	382	373	97.64
Magnesium	2,554	1,934	75.72
Phosphorus	2,118	1,290	60.91
Protein	1,860	1,548	83.23
PSA	16	15	93.75
AST	2,050	1,227	59.85
ALT	2,051	1,276	62.21
Total bilirubin	1,887	1,831	97.03
Transferrin	81	79	97.53
Triglyceride	360	353	98.06
TSH	285	262	91.93
Uric Acid	168	152	90.48
Total	38,898	32,880	84.53

Table 3 Percentage (%) of achieved turnaround time (TAT) goal within 90 min and 120 min before and after using autoverification between 1-31 July 2020 and 1-31 July 2021.

Metrics	% of achieved TAT goal		T stat*	p-value
	Before (1-31 July 2020)	After used autoverification (1-31 July 2021)		
number of sample (test)	52,132	32,880		
% of achieved TAT goal in routine laboratory (within 90 min)	87.20	94.20	12.1044	< 0.05
% of achieved TAT goal in total chemistry laboratory (within 120 min)	95.80	98.60	6.4635	< 0.05

T stat*: independent t-test

วิจารณ์

จากการศึกษาประสิทธิภาพของการรายงานผลตรวจทางห้องปฏิบัติการเคมีคลินิกใน 35 รายการทดสอบ ที่ประกอบด้วยข้อมูลปริมาณงานก่อนการศึกษาจำนวน 52,132 การทดสอบและหลังการศึกษาที่ใช้ระบบการรายงานผลอัตโนมัติจำนวน 32,880 การทดสอบ พบว่าการนำระบบรายงานผลอัตโนมัติมาใช้ดำเนินการ สามารถลดระยะเวลารอคอยลงได้มากกว่าร้อยละ 97 (ผ่าน 34 ใน 35 รายการทดสอบ) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยที่ได้ศึกษาไว้ก่อนหน้านี้ (ร้อยละ 94-98)^(9-10, 15) ยกเว้นในรายการทดสอบ CA15-3 ที่พบว่าระยะเวลารอคอยผลตรวจหลังการศึกษานานกว่าก่อนการศึกษา อาจเนื่องจากมีจำนวนการทดสอบน้อยและเป็นรายการตรวจพิเศษ ที่อาจมีค่าสูงผิดปกติในบางราย ส่งผลให้ต้องใช้เวลานานขึ้น เช่น ต้องเจาะจางตัวอย่างและตรวจวิเคราะห์ใหม่

ส่วนรายการตรวจ AFP มีระยะเวลารอคอยรวมเฉลี่ยหลังการศึกษาน้อยกว่าก่อนการศึกษาย่างชัดเจนคือ 6.36 นาที แต่เมื่อศึกษาในรายละเอียดของเวลาเฉลี่ยในการตรวจวิเคราะห์ก่อนและหลังการศึกษา พบว่าไม่แตกต่างกัน จึงทำให้เวลารอคอยเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) นอกจากนี้ในงานวิจัยที่ได้ศึกษาไว้ก่อนหน้านี้^(7, 9, 10, 15) มีรายการทดสอบหาสารอิเล็กโทรไลต์ ที่ประกอบด้วยการตรวจโซเดียม โพแทสเซียม คลอไรด์ และ ไบคาร์บอเนต ที่เป็นรายการส่งตรวจทั่วไปและมีการส่งตรวจจำนวนมาก มีผลการทดสอบผ่านเกณฑ์การประเมินและสามารถใช้ระบบการรายงานผลอัตโนมัติได้ แต่เนื่องจากรายการตรวจหาสารอิเล็กโทรไลต์ทางห้องปฏิบัติการของโรงพยาบาลอุดรธานี ได้กำหนดเป็นรายการตรวจที่ต้องรายงานค่าวิกฤติ ถึงแม้การประเมินผลจะผ่านเกณฑ์ที่ทางกลุ่มงานตั้งไว้ แต่ไม่อนุญาตให้ระบบ LIS

ทำการรายงานผลแบบอัตโนมัติ และมีข้อกำหนดให้เจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงานต้องตรวจสอบความถูกต้องสมบูรณ์ของตัวอย่างเลือดก่อนการรายงานผลการทดสอบทุกครั้ง เช่น ไม่มีการแตกของเซลล์เม็ดเลือดแดง (hemolysis) เลือดไม่มีการเจือจางจากการเจาะเลือดจากแขนด้านให้สารน้ำ เมื่อดูในภาพรวมของการศึกษาพบว่าการใช้ระบบรายงานผลอัตโนมัติสามารถช่วยลดระยะเวลาการรอคอยผลตรวจทางห้องปฏิบัติการลงได้ 9.05 นาที และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

การศึกษาประสิทธิผลด้านการลดปริมาณงานของเจ้าหน้าที่ในการรายงานผลทางห้องปฏิบัติการพบว่า ที่ค่าคะแนนมากกว่าร้อยละ 60 การใช้ระบบรายงานผลอัตโนมัติช่วยลดภาระงานของเจ้าหน้าที่ในการรายงานผลตรวจในรายการทดสอบทั่วไปคิดเป็นร้อยละ 87.50 และในรายการส่งตรวจพิเศษคิดเป็นร้อยละ 90.90 แต่เมื่อศึกษาข้อมูลในแต่ละรายการพบว่า มีรายการทดสอบ 33 รายการที่สามารถลดภาระงานลงได้มากกว่าร้อยละ 50 และมีเพียง 2 รายการทดสอบที่ช่วยลดภาระงานของเจ้าหน้าที่ได้น้อยกว่าร้อยละ 30 คือ B-HCG และ LDH ซึ่งให้ผลแตกต่างจากงานวิจัยที่ได้ศึกษาไว้ก่อนหน้านี้⁽¹⁵⁾ คือ การตรวจ LDH ช่วยลดภาระงานของเจ้าหน้าที่ถึงคิดเป็นร้อยละ 68.42 ซึ่งมากกว่าการศึกษาที่ได้ทำไว้ในโรงพยาบาลอุดรธานี สาเหตุอาจเนื่องจากความแตกต่างในเงื่อนไขการตั้งกฎระบบตรวจสอบอัตโนมัติของแต่ละหน่วยงาน รวมถึงค่าความผิดปกติของคนไข้ที่มาใช้บริการ แต่เมื่อศึกษาข้อมูลในภาพรวมพบว่า การรายงานผลอัตโนมัติสามารถลดภาระงานของเจ้าหน้าที่ได้มากกว่าร้อยละ 84.53 ซึ่งใกล้เคียงกับงานวิจัยที่ได้ศึกษาไว้ก่อนหน้านี้⁽¹⁵⁾ คือร้อยละ 81.36

ปัจจุบันการส่งตรวจทางห้องปฏิบัติการเคมีคลินิก มักมีค่าส่งตรวจในรายการตรวจทั่วไปและ

รายการตรวจพิเศษพร้อมกันโดยเฉพาะในโรงพยาบาลขนาดใหญ่ที่มีการให้บริการแบบตติยภูมิ จากผลการศึกษานี้ได้แสดงให้เห็นว่าการรายงานผลอัตโนมัติสามารถนำไปใช้ได้กับรายการทดสอบทั้งการตรวจแบบทั่วไปและการตรวจพิเศษ ช่วยลดระยะเวลาการรอคอยและลดภาระงานของเจ้าหน้าที่โดยเฉพาะในรายการตรวจแบบพิเศษ ได้มากกว่าร้อยละ 90.90 จึงมีประโยชน์มากในการนำระบบรายงานผลอัตโนมัติมาช่วยช่วยคัดกรองและรายงานผลในรายที่มีค่าผลตรวจปกติผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้แทนเจ้าหน้าที่ เป็นการลดภาระงานในการรายงานผลตรวจและมีเวลาเพื่อไปดำเนินการแก้ไขผลการตรวจที่ไม่ผ่านเกณฑ์ได้เร็วขึ้น นอกจากนั้นการกำหนดวิธีและช่วงเวลาในการตรวจสอบความถูกต้อง ครบถ้วน ของระบบ LIS เทียบกับผลการตรวจที่มีการรายงานแบบอัตโนมัติ จึงมีความจำเป็นและสำคัญมากเพื่อให้การรายงานผลมีความถูกต้อง ตรงตามวัตถุประสงค์ของการใช้งาน

การศึกษาประสิทธิผลคะแนนร้อยละของความสำเร็จในการประกันเวลาได้รับผลตรวจทางห้องปฏิบัติการตามเวลาที่กำหนดไว้ในรายการส่งตรวจทั่วไปที่เวลาเฉลี่ย 90 นาที และการส่งตรวจที่รวมรายการตรวจพิเศษที่เวลาเฉลี่ย 120 นาที พบว่าหลังจากมีการใช้การรายงานผลอัตโนมัติของทั้งสองรายการได้ค่าคะแนนความสำเร็จเพิ่มขึ้น (มากกว่าร้อยละ 90) มากกว่าก่อนทำการศึกษาและมีคะแนนความสำเร็จแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) การใช้ระบบรายงานผลอัตโนมัติสามารถช่วยลดระยะเวลาการรอคอยผลตรวจรวมงานเคมีคลินิก 9.05 นาที มีผลทำให้เพิ่มคะแนนความสำเร็จในการประกันเวลาได้รับผลตรวจทางห้องปฏิบัติการเคมีคลินิก โรงพยาบาลอุดรธานี เกินเกณฑ์ที่ทางกลุ่มงานกำหนดไว้ (มากกว่าร้อยละ 80) ส่งผลให้ผู้รับบริการได้รับผลตรวจที่เร็วขึ้น

สรุป

การพัฒนางานการให้บริการทางห้องปฏิบัติการ โดยการนำระบบตรวจสอบและรายงานผลอัตโนมัติมาใช้ในการรายงานผลตรวจ สามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานในการช่วยลดระยะเวลาการคอยผลตรวจทางห้องปฏิบัติการ การลดภาระงานของเจ้าหน้าที่ในการตรวจสอบผลและรายงานผล รวมถึงการเพิ่มความพึงพอใจและความสำเร็จของการประกันเวลาการได้รับผลตรวจตามเวลาที่กำหนดมากกว่าร้อยละ 90 นอกจากนี้การใช้ระบบรายงานผลอัตโนมัติสามารถขยายงานและเพิ่มรายการทดสอบให้มากขึ้น ทั้งในงานเคมีคลินิกและงานห้องปฏิบัติการอื่น ๆ ที่มีการใช้เครื่องตรวจวิเคราะห์อัตโนมัติ

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่กลุ่มงานเทคนิคการแพทย์และพยาธิวิทยาคลินิก โรงพยาบาลอุดรธานี ที่ให้บริการงานทางเทคนิคการแพทย์และการตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการเคมีคลินิก

ขอขอบคุณ คุณจรัญ แซ่ลิ้ว หัวหน้างานสารสนเทศ กลุ่มงานเทคนิคการแพทย์และพยาธิวิทยาคลินิก โรงพยาบาลอุดรธานี ที่อนุเคราะห์ในการดึงข้อมูลปริมาณงานและข้อมูลทางสถิติที่ใช้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

1. HREX.asia. 5 principles of lean system (LEAN) how to use them to increase organizational efficiency; 2021 [cited 2022 Jul 4]. Available from: <https://th.hrnote.asia/orgdevelopment/lean-management-210621/html/>
2. The Medical Technology Council. Thailand medical technology standard: 2022. 1st ed. Nonthaburi; 2022. P. 36-64. (in Thai)
3. Fort Krit Siwara Hospital. Department of Pathology. Ensuring the quality of test results. WP-LAB-2. 2022; 11: 1-39.
4. Clinical and Laboratory Standard Institute. Autoverification of clinical laboratory test results; Approved Guideline. AUTO10-A. Wayne, PA: CLSI; 2006.
5. Clinical and Laboratory Standard Institute. AUTO 15 Autoverification of medical laboratory results for specific disciplines - Second Edition. CLSI document; Wayne (PA): CLSI; 2019.
6. Randell EW, Short G, Lee N, *et al*. Autoverification process improvement by six sigma approach: clinical chemistry & immunoassay. Clin Biochem 2018; 55: 42-8.
7. Promnuch S, Vanavanant S, Kumproa N, Bumrungrat P. Autoverification in clinical chemistry laboratory. J Med Tech Assoc Thailand 2019; 47: 7001-15.
8. Yan C, Zhang Y, Li J, *et al*. Establishing and validating of a laboratory information system-based auto-verification system for biochemical test results in cancer patients. J Clin Lab Anal 2019; 33: 1-8.

9. Nuanin S, Tientadakul P, Reesukumal K, Piyophrapong S, Gerald JK, Pratumvinit B. Autoverification improved process efficiency, reduced staff workload, and enhanced staff satisfaction using a critical path for result validation. *SMJ* 2020; 4: 296-306.
10. Topcu DI, Gulbahar O. A model to establish autoverification in the clinical laboratory. *Clin Chem* 2021; 93: 90-8.
11. Kumsaen P, Najermploy A, Rujanan Kachenchat R. Development of autoverification system for complete blood count (CBC) analysis. *Srinagarind Med J* 2023; 38: 120-9.
12. Wang Z, Peng C, Kang H, *et al.* Design and evaluation of a LIS-based autoverification system for coagulation assays in a core clinical laboratory. *BMC Med Inform Decis Mak* 2019; 19: 123.
13. Wongkrajang P, Reesukumal K, Pratumvinit B. Increased effectiveness of urinalysis testing via autoverification. *J Clin Lab Anal* 2020; 34: e23029. 1-6
14. Udonthani Hospital. Department of Medical Laboratory and Clinical Pathology. Reporting test results autoverification and manual verification. UD-WI-LAB(CHE)-006. 2020; 12: 1-8.
15. Kumfong A, Taecheusai P. Effectiveness of clinical chemistry laboratory report via autoverification system in Lopburi Cancer Hospital. *J DMS* 2022; 1: 64-71.