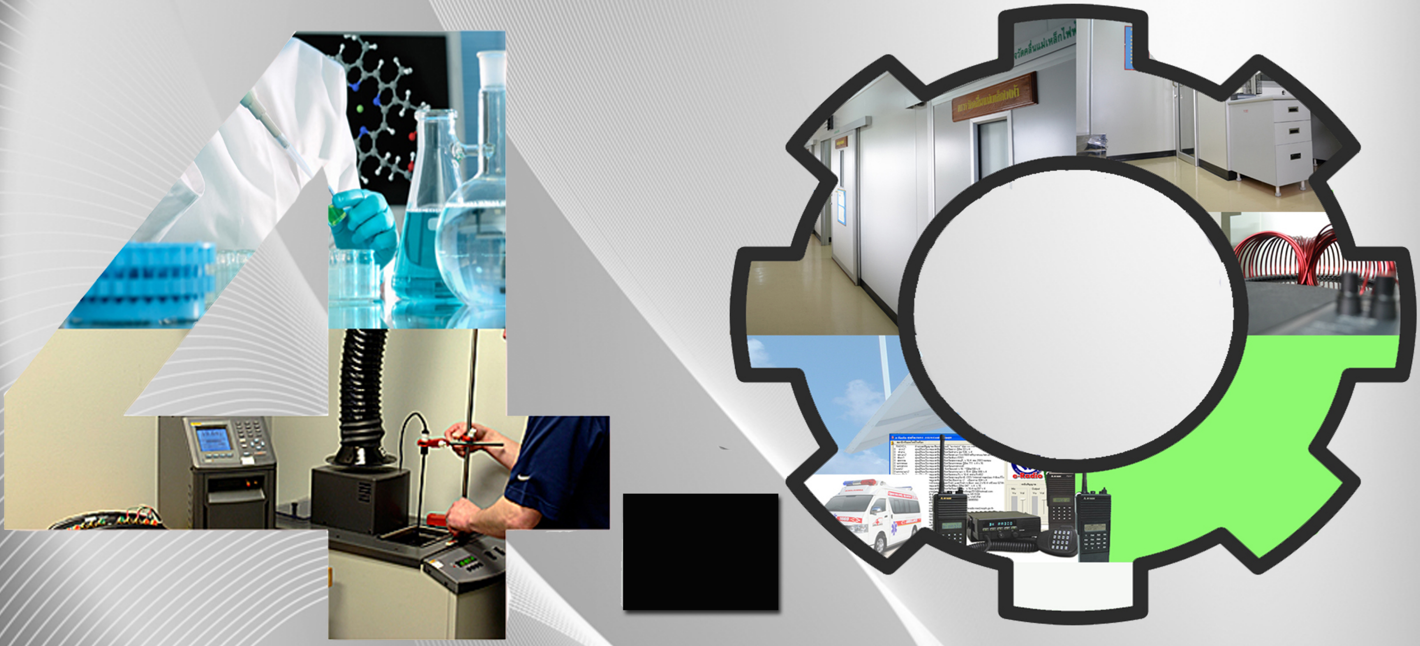
วารสาร

วิศวกรรมการแพทย์

THE JOURNAL OF MEDICAL ENGINEERING , DEPARTMENT OF HEALTH SERVICE SUPPORT
วารสารวิศวกรรมการแพทย์ ปี 2560



มาตรฐานระบบบริการสุขภาพ

คู่มือขั้นตอนการปฏิบัติงาน
การทดสอบเครื่องมือวัดทางการแพทย์

ประเมินประสิทธิภาพระบบสื่อสาร
ด้วยเครื่องวิทยุคมนาคมในการรองรับภัยพิบัติ
ทางธรรมชาติของสถานพยาบาล

ระบบบำบัดน้ำเสีย
Sequencing Batch Reactor

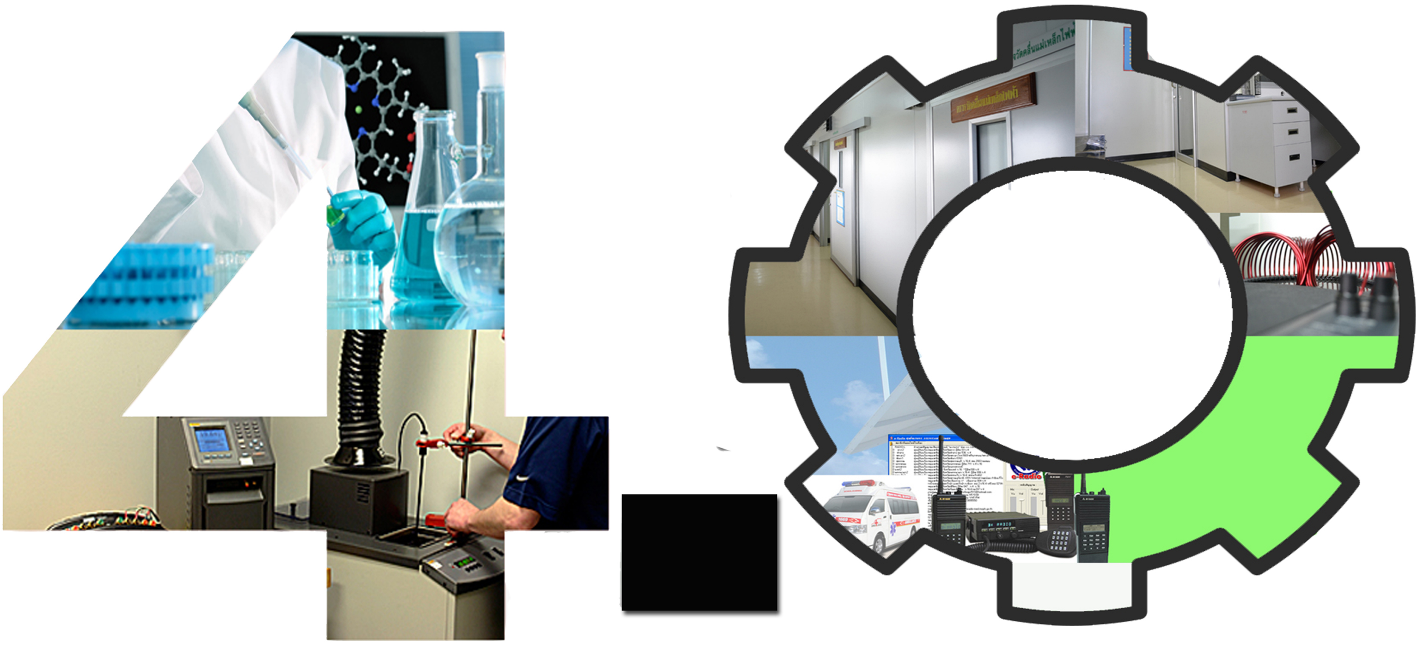
เตียงเข็นผู้ป่วยรุ่นออฟ-โรด

วารสาร

วิศวกรรมการแพทย์

THE JOURNAL OF MEDICAL ENGINEERING , DEPARTMENT OF HEALTH SERVICE SUPPORT

วารสารวิศวกรรมการแพทย์ ปี 2560



มาตรฐานระบบบริการสุขภาพ

คู่มือขั้นตอนการปฏิบัติงาน
การทดสอบเครื่องมือวัดทางการแพทย์

ประเมินประสิทธิภาพระบบสื่อสาร
ด้วยเครื่องวิทยุคมนาคมในการรองรับภัยพิบัติ
ทางธรรมชาติของสถานพยาบาล

ระบบบำบัดน้ำเสีย
Sequencing Batch Reactor

เตียงเข็นผู้ป่วยรุ่นออฟ-โรด

วารสารวิศวกรรมการแพทย์ ปี 2560

ที่ปรึกษา/ประเมินบทความ

นายสุรพันธ์ ชัยล้อรัตน์
นายปริญญา คุ้มตระกูล

บรรณาธิการ

นายสละ กสิวัตร์

กองบรรณาธิการ

นายสละ กสิวัตร์
นายรักศักดิ์ นิลฉาย
นายเกรียงศักดิ์ สุริยะป้อ
นายสมศักดิ์ จันทมาศ
นายภิญโญ รัตนตรัย
นายประวิทย์ สัพพะเลข
นายกิตติรักษ์ ชูกำลัง
นางสาวกมลรัตน์ สุวรรณวัฒน์
นางสาวรัตนา สังข์เพชร
นายวริศ เตชะวิภาค
นางสาวภัทรพร มีเพชร

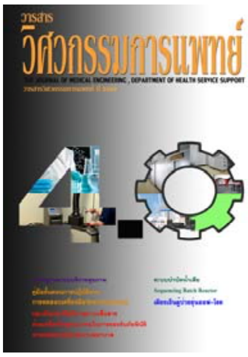
สำนักงานกองบรรณาธิการ

กลุ่มมาตรฐานและประเมินเทคโนโลยี
กองวิศวกรรมการแพทย์
กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ
88/33 ถ.สาธารณสุข 8 ต.ตลาดขวัญ
อ.เมือง จ.นนทบุรี 11000
โทร. 0 2149 5680
โทรสาร 0 2149 5657

เจ้าของ

กองวิศวกรรมการแพทย์
กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ

กองวิศวกรรมการแพทย์
Medical Engineering Division



บทบรรณาธิการ

ด้วยการพัฒนางานวิศวกรรมการแพทย์ การมี การใช้ระบบงานวิศวกรรมและครุภัณฑ์ทางการแพทย์ของสถานบริการสุขภาพ ตามแบบนโยบายการพัฒนาชาติ Thailand 4.0 ของกองวิศวกรรมการแพทย์ กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ ในปัจจุบันนั้น คือ การสร้างสรรค์นวัตกรรมและการนำระบบเทคโนโลยีสารสนเทศ มาใช้ในการบริหารจัดการการพัฒนางานด้านวิศวกรรมการแพทย์อย่างเต็มรูปแบบ ได้แก่ การจัดการองค์ความรู้ด้านวิศวกรรมการแพทย์ด้วยตัวเอง ด้วยสื่อ Video online การส่งเสริม สนับสนุน ชี้แจง การถ่ายทอดงานสู่ภูมิภาคด้วย Video conference การใช้ Program ในการบริหารจัดการฐานข้อมูลด้านวิศวกรรมการแพทย์ (เครื่องมือวัดทางการแพทย์) และมาตรฐานระบบบริการสุขภาพ เพื่อการใช้งานขององค์กร การส่งเสริม สร้างสรรค์ผลงานนวัตกรรมในการพัฒนางานด้วยการแก้ไขปัญหางาน ด้านวิศวกรรมการแพทย์ในสถานบริการสุขภาพ

วารสารวิศวกรรมการแพทย์ฉบับนี้ ได้จัดทำขึ้นเพื่อนำเสนอภารกิจและผลงานวิชาการ ด้านวิศวกรรมการแพทย์ผ่านระบบเทคโนโลยีสารสนเทศ ในการเชื่อมโยง เชื่อมต่อข้อมูลทั้งในรูปแบบ Video ฐานข้อมูล program, webpage, website, weblink, application, e-book ตามแบบนโยบายของพัฒนาชาติ Thailand 4.0 ได้แก่ งานศึกษา งานวิจัย นวัตกรรม มาตรฐาน องค์ความรู้ทางวิชาการที่เกี่ยวข้องและในเรื่องการคำนวณ ออกแบบ จัดทำ กำหนดหลักเกณฑ์ วิธีการ ศึกษา วิจัย พัฒนา ในการควบคุม กำกับ ดูแล สร้างงานด้านวิศวกรรมการแพทย์ให้มีคุณภาพ ปลอดภัย พร้อมใช้ ที่ได้จัดทำขึ้นทุกปี เพื่อประโยชน์ ในการนำไปพัฒนางานด้านวิศวกรรมการแพทย์ให้กับสถานบริการสุขภาพ พร้อมกันนี้ยังใช้เป็นเวทีในการเผยแพร่ เวทีแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ผลงานวิชาการด้านวิศวกรรมการแพทย์ ทั้งในส่วนกลางและส่วนภูมิภาค ในการคุ้มครองบริโภคของงานบริการด้านสุขภาพอย่างยั่งยืนต่อไป

สละ กสิวัตร์
บรรณาธิการ

สารจากผู้นำองค์กร

ด้วยกองวิศวกรรมการแพทย์ กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ เป็นหน่วยงานภาครัฐเพียงแห่งเดียว ที่เป็นเอกภาพในการให้บริการงานวิชาการด้านวิศวกรรมการแพทย์ ในเรื่องขั้นตอน วิธีการ ข้อกำหนด ห้องทดสอบ ห้องสอบเทียบเครื่องมือวัดทางการแพทย์ งานศึกษา วิจัย ออกแบบ คำนวณ จัดทำ ส่งเสริม สนับสนุนการมี การใช้ การได้มา การบำรุงรักษางานด้านวิศวกรรมการแพทย์ให้กับสถานบริการสุขภาพ ภายใต้ของการสนับสนุนและความร่วมมือกับภาคีเครือข่ายในหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ทั้งภาครัฐและภาคเอกชน เพื่อการพัฒนางานด้านมาตรฐานวิศวกรรมและมาตรฐานวิศวกรรมการแพทย์ภายในสถานบริการสุขภาพให้เกิดความพร้อมใช้ ปลอดภัยและคุ้มค่า

ในส่วนของกองวิศวกรรมการแพทย์ ปีนี้ได้มีการพัฒนางาน เพื่อการรองรับการให้บริการกับสถานบริการสุขภาพตามอำนาจหน้าที่และภารกิจที่ได้รับมอบหมาย ตามนโยบายการพัฒนาชาติ Thailand 4.0 ด้วยระบบเทคโนโลยีสารสนเทศ ให้เกิดความครอบคลุมในทุกๆงานการให้บริการของหน่วยงาน ในการพัฒนางานบริการด้านสุขภาพของสถานบริการสุขภาพภายในประเทศ ที่มีการเติบโต การพัฒนา การเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ให้สอดคล้องกับเทคโนโลยีที่เปลี่ยนไป เพื่อเกิดการพัฒนาอย่างยั่งยืน

นายสุรพันธ์ ชัยล้อรัตน์
ผู้อำนวยการกองวิศวกรรมการแพทย์

สารบัญ

เรื่อง **หน้า**

สารจากผู้นำองค์กร.. ข

มาตรฐานระบบบริการสุขภาพ.. 1

กองวิศวกรรมการแพทย์ พัฒนาห้องปฏิบัติการทดสอบเครื่องมือวัดทางการแพทย์............................ 3
(เครื่องวัดความดันโลหิต) เพื่อขอการรับรอง ISO/IEC 17025

พัฒนาหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ด้านเครื่องมือแพทย์.. 4

ผลงานนวัตกรรมวิศวกรรมการแพทย์/กิจกรรมกองวิศวกรรมการพทย์.. 6

บทความวิชาการ / งานวิจัย / งานนวัตกรรม

การพัฒนาชุดเคลื่อนย้ายผู้ป่วยฉุกเฉิน... 16

การตรวจสอบประสิทธิภาพและความพร้อมห้องแยกโรคชนิดความดันลบ... 20
ของโรงพยาบาลศูนย์/ทั่วไปใน 8 จังหวัดที่มีด่านเข้าออกระหว่างประเทศ

ความสัมพันธ์เชิงประจักษ์ของเวลาที่ใช้ในการอพยพหนีไฟกับจำนวนคนในโรงพยาบาล...................... 26

โครงการควบคุมกำกับมาตรฐานสถานบริการสุขภาพด้านวิศวกรรมการแพทย์..................................... 32

การเปรียบเทียบค่าความผิดพลาดของการให้สารละลาย เครื่องควบคุมการให้สารละลาย.................... 45
ทางหลอดเลือดดำที่ใช้กับชุดให้สารละลาย (IV Set) แยกต่างยี่ห้อในโรงพยาบาลสังกัด
กระทรวงสาธารณสุข

การสำรวจปริมาณการแพร่กระจายรังสีเอ็กซ์ เมื่อทำการฉายรังสีเครื่องเอ็กซ์เรย์วินิจฉัย..................... 52
ในโรงพยาบาลชุมชุนขนาดเล็ก

การประเมินประสิทธิภาพระบบสื่อสารด้วยเครื่องวิทยุคมนาคมในการรองรับ...................................... 62
ภัยพิบัติทางธรรมชาติของสถานพยาบาลในประเทศไทย

ระบบบำบัดน้ำเสีย Sequencing Batch Reactor (SBR) 65

คู่มือขั้นตอนการปฏิบัติงานการทดลองเครื่องมือวัดทางการแพทย์.. 70

ผลงานวิชาการกองวิศวกรรมการแพทย์ที่ได้รับรางวัลในการประกวดผลงานวิจัย................................. 71

สถิตอยู่ในใจตราบนิรันดร์

น้อมรำลึกถึงพระมหากรุณาธิคุณเป็นล้นพ้นอันหาที่สุดมิได้

ด้วยเกล้าด้วยกระหม่อมขอเดชะ

ข้าพระพุทธเจ้า กองวิศวกรรมการแพทย์ กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ

มาตรฐานระบบบริการสุขภาพ

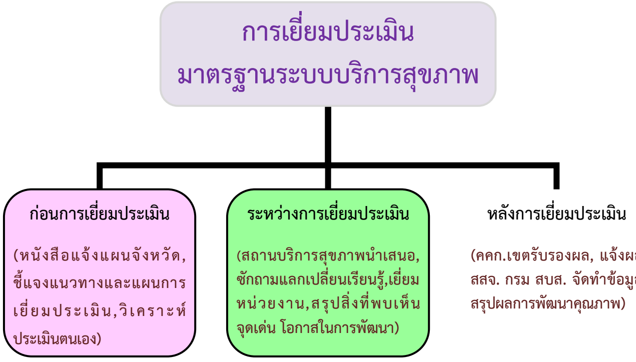
กลุ่มมาตรฐานและประเมินเทคโนโลยี กองวิศวกรรมการแพทย์

กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ เป็นองค์กรหลักในการให้บริการ ด้านวิศวกรรมการแพทย์ของกระทรวงสาธารณสุข เพื่อการคุ้มครองผู้บริโภคในงานบริการด้านวิศวกรรมการแพทย์ของสถานพยาบาล โดยการส่งเสริมการบริหารจัดการ การพัฒนา การบำรุงรักษางานด้านวิศวกรรมการแพทย์ ให้เป็นไปตามหลักวิชาการมาตรฐาน กฎหมายหรือระเบียบที่เกี่ยวข้อง เพื่อแก้ไขปัญหา ปรับปรุง พัฒนางานด้านวิศวกรรมการแพทย์ของสถานพยาบาลให้มีความพร้อมใช้งาน ในการให้บริการอย่างมีคุณภาพและปลอดภัย ซึ่งช่วย ส่งเสริมให้สถานพยาบาล ได้รับการพัฒนางานด้านวิศวกรรมการแพทย์ จากหน่วยงานต่างๆภายใต้กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ ให้มี การนำไปสู่การปฏิบัติจริง เกิดผลอย่างเป็นรูปธรรม ขณะเดียวกันในงานวิชาการด้านวิศวกรรมการแพทย์ ก็มีความชัดเจนมากขึ้น โดย กองวิศวกรรมการแพทย์ ในฐานะผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรมการแพทย์ ได้มีการจัดทำทั้งทางด้านเนื้อหาวิชาการกระบวนการบริหาร จัดการที่สามารถเรียนรู้ได้ง่ายและมีความสอดคล้อง เหมาะสมกับสถานพยาบาล เพื่อใช้ในการพัฒนางานและการให้บริการ งานด้านวิศวกรรมการแพทย์ของสถานพยาบาล อันส่งผลต่อการคุ้มครองผู้บริโภค

กองวิศวกรรมการแพทย์ กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ ซึ่งมีหน้าที่ในการส่งเสริม พัฒนางานวิชาการด้านวิศวกรรมการแพทย์ ในการพัฒนางานบริการด้านวิศวกรรมการแพทย์ในสถานพยาบาลให้มีประสิทธิภาพมีคุณภาพและเกิดความปลอดภัยกับผู้ให้บริการและผู้มารับบริการของสถานพยาบาลภาครัฐ โดยตระหนักถึงความสำคัญอย่างยิ่งต่อการพัฒนาระบบบริการสุขภาพของประเทศให้มีคุณภาพและ ความปลอดภัยอย่างมีมาตรฐานสากล จึงได้สร้างองค์ความรู้และแนวทางปฏิบัติเพื่อขับเคลื่อนในระดับประเทศ ส่งเสริมสนับสนุนให้ สถานบริการสุขภาพของกระทรวงสาธารณสุข นำมาตรฐานระบบบริการสุขภาพไปใช้ในทางปฏิบัติ ตลอดจนสร้างการมีส่วนร่วมและความร่วมมือกับภาคีเครือข่ายที่เกี่ยวข้องในการกำกับติดตามคุณภาพมาตรฐานผ่านกลไกการเยี่ยมประเมินมาตรฐานระบบบริการ สุขภาพอย่างมีคุณค่า

มาตรฐานระบบบริการสุขภาพ เกณฑ์ที่กำหนดขึ้นเป็นกรอบแนวทางในการดำเนินงานและวัดความสำเร็จของสถานบริการ สุขภาพภาครัฐ (รพศ./รพท./รพช./รพร.) ในการจัดการคุณภาพและความปลอดภัย รวมทั้งพฤติกรรมสุขภาพ ประกอบด้วย 2 ด้าน คือด้านอาคาร สิ่งแวดล้อมและเครื่องมือแพทย์ในโรงพยาบาลและด้านการดำเนินงานสุขศึกษาและพฤติกรรมสุขภาพ ซึ่งเป็นระบบบริการสุขภาพที่รัฐพึงจัดให้แก่ประชาชน และส่งมอบบริการที่มีคุณภาพ เป็นที่ไว้วางใจของประชาชนและสังคม เพื่อคุ้มครองผู้บริโภคด้านระบบบริการสุขภาพเอื้อให้เกิดความปลอดภัยสวัสดิภาพของผู้รับบริการ ผู้ให้บริการ ผู้มาเยือนและชุมชน

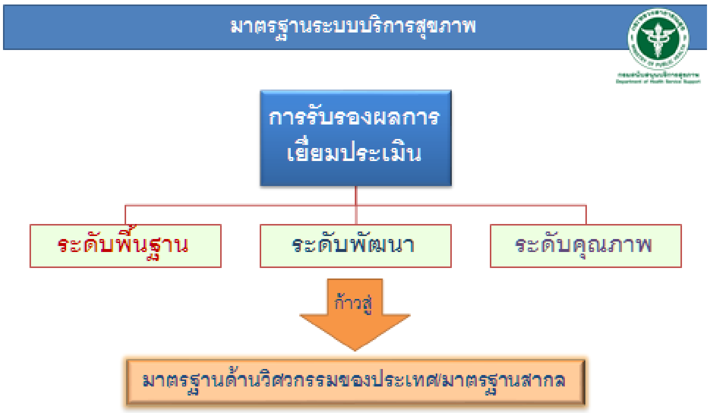
บทบาทการเยี่ยมประเมินกับมาตรฐานระบบบริการสุขภาพ

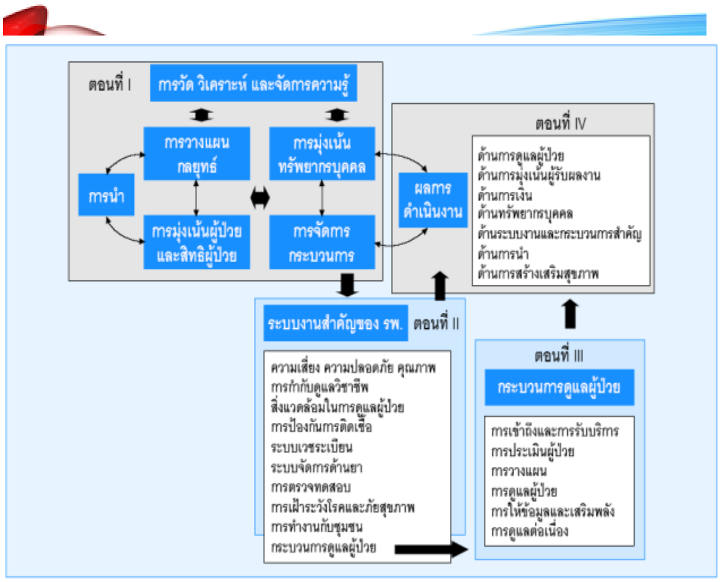


ประเมินองค์กรครอบคลุมครบทั้ง 7 ด้าน

1. ด้านระบบการจัดการคุณภาพในโรงพยาบาล
2. ด้านระบบงานอาคารและสภาพแวดล้อมในโรงพยาบาล
3. ด้านระบบงานความปลอดภัยในโรงพยาบาล
4. ด้านระบบงานสิ่งแวดล้อมในโรงพยาบาล
5. ด้านระบบงานสื่อสารในโรงพยาบาล
6. ด้านระบบงานเครื่องมือแพทย์ในโรงพยาบาล
7. ด้านระบบงานสุขศึกษาในโรงพยาบาล

ระดับ	มาตรฐานระบบบริการสุขภาพ
๑	ระดับพื้นฐาน เน้นการมีเป้าหมายของงาน ทบทวนปัญหา / ความเสี่ยง การให้บริการและการดูแลสถานที่และสภาพแวดล้อม หามาตรการป้องกันและดำเนินการต่อเนื่อง มีแผนการบริหารความเสี่ยงด้านโครงสร้าง กายภาพ และมีกำลังคนที่ชัดเจน ซึ่งสถานบริการสุขภาพเองต้องมีการประเมินองค์กรตนเองครบทุกระบบ
๒	ระดับพัฒนา มีการเชื่อมโยง การบริหารความเสี่ยง การประกันคุณภาพ และการพัฒนาคุณภาพอย่างต่อเนื่องเข้าด้วยกันในทุกระดับ เน้นการนำข้อมูลวิชาการ และมาตรฐานในแต่ละด้านมาสู่การปฏิบัติ มีการติดตาม บริการที่เน้นผู้รับบริการเป็นศูนย์กลาง อย่างเป็นรูปธรรม
๓	ระดับคุณภาพ ปฏิบัติผ่านมาตรฐานระบบบริการสุขภาพครบถ้วน มีรูปธรรมของการ พัฒนาที่ชัดเจน จนเกิดวัฒนธรรมคุณภาพในองค์กร



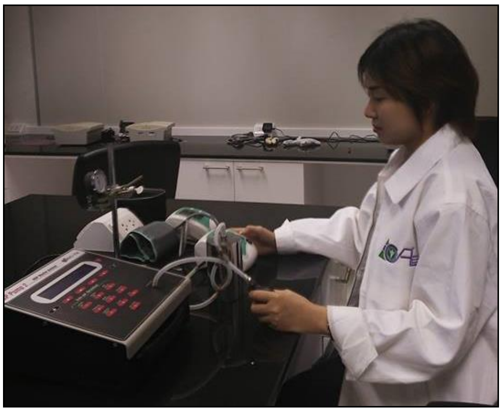


การอบรมพัฒนาศักยภาพผู้ตรวจเยี่ยมประเมินมาตรฐานระบบบริการสุขภาพ

กองวิศวกรรมการแพทย์ กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ พัฒนาห้องปฏิบัติการทดสอบเครื่องมือวัดทางการแพทย์ (เครื่องวัดความดันโลหิต) เพื่อขอการรับรอง ISO/IEC 17025

เครื่องมือแพทย์ ในส่วนที่เป็นเครื่องมือวัดทางการแพทย์(Medical Measuring Devices) มีความสำคัญอย่างมากที่ช่วยให้แพทย์หรือบุคลากรทางสาธารณสุข หรือผู้ใช้เครื่องมือวัดเพื่อเฝ้าระวัง หรือ วินิจฉัยโรค สามารถติดตามความเป็นมาเป็นไปของสุขภาพของตนเอง หรือผู้อื่น ซึ่งเครื่องมือแพทย์ที่ใช้ไปนานๆ ค่าความถูกต้องแม่นยำ หรือการทำงานของระบบต่างๆอาจจะมีความผิดพลาดขึ้นโดยผู้ใช้เครื่องไม่สามารถทราบได้ ถ้าหากนำเครื่องนี้ไปใช้งานผลการวัดก็จะผิดพลาดตามไปด้วย ทำให้การวินิจฉัยโรคผิด ซึ่งจะส่งผลต่อการรักษาผู้ป่วยไม่เป็นไปตามอาการ

กองวิศวกรรมการแพทย์ กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ จึงตะหนักถึงความสำคัญของเครื่องมือวัดทางการแพทย์ ที่ต้องได้มาตรฐานตามที่มาตรฐานกำหนด จึงได้พัฒนาห้องปฏิบัติการทดสอบเครื่องมือวัดทางการแพทย์(เครื่องวัดความดันโลหิต) ซึ่งเป็นเครื่องมือวัดทางการแพทย์ ที่มีใช้อย่างแพร่หลาย ไม่ว่าจะในหน่วยงานบริการสุขภาพหรือประชาชนทั่วๆไป เพื่อให้บริการกับหน่วยงานในสังกัดกระทรวงสาธารณสุขและหน่วยงานอื่นๆ สำหรับในปี 2560 นี้ ห้องปฏิบัติการทดสอบเครื่องมือวัดทางการแพทย์(เครื่องวัดความดันโลหิต) กองวิศวกรรมการแพทย์ มีความพร้อมทั้งเอกสารคุณภาพ ผู้ปฏิบัติงาน สถานที่ในการปฏิบัติงาน และอื่นๆตามที่มาตรฐานห้องปฏิบัติการกำหนด จึงจะยื่นขอการรับรองห้องปฏิบัติการตามมาตรฐาน ISO/IEC17025 กับสำนักงานมาตรฐานห้องปฏิบัติการ(สมป) กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข



ความร่วมมือด้านวิชาการ กับสำนักงานคณะกรรมการการศึกษา เรื่อง พัฒนาหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ด้านเครื่องมือแพทย์ ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาอิเล็กทรอนิกส์สาขางานอิเล็กทรอนิกส์เครื่องมือแพทย์

หลักการและเหตุผล

เครื่องมือแพทย์เป็นปัจจัยหลักที่สำคัญอย่างหนึ่งของการประกอบวิชาชีพเวชกรรมในการตรวจเพื่อวินิจฉัยโรค ซึ่งสามารถตรวจวัดและแปลผลให้ได้ทั้งเชิงปริมาณและคุณภาพนั้น จำเป็นต้องมีเครื่องมือแพทย์ที่ดี มีคุณภาพ มีความเที่ยงตรงตามมาตรฐานที่กำหนด โดยกำหนดจากผู้ใช้ ผู้รับผิดชอบ หรือตามคุณลักษณะเฉพาะของเครื่อง และมีความพร้อมที่จะใช้งานตลอดเวลา แต่เครื่องมือแพทย์ เมื่อถูกใช้งานไประยะหนึ่งก็อาจเกิดความผิดพลาด (Error) ขึ้นภายในตัวเครื่องตามสภาพและตามอายุการใช้งาน ทำให้ขาดความแม่นยำในการตรวจวินิจฉัย และอาจทำให้การรักษาพยาบาลเกิดความผิดพลาดคลาดเคลื่อนขึ้นได้ รวมทั้งเครื่องมือแพทย์ก็มีการเสื่อมชำรุด ดังนั้น เครื่องมือแพทย์ที่มีมาตรฐานทำให้เกิดความเชื่อมั่นในการใช้งานของผู้ใช้ และมีความปลอดภัยต่อผู้รับบริการ จึงมีความจำเป็นต้องได้รับการบำรุงรักษาให้มีสภาพพร้อมใช้งานตลอดเวลา รวมถึงต้องได้รับการทดสอบ สอบเทียบค่าให้มีความแม่นยำตามมาตรฐานกำหนด สบส. โดยกองวิศวกรรมการแพทย์ได้มีหน้าที่รับผิดชอบในการคุ้มครองผู้บริโภคที่เกี่ยวข้องกับเครื่องมือแพทย์ ดำเนินการบำรุงรักษา ทดสอบ สอบเทียบเครื่องมือแพทย์ให้กับสถานพยาบาลในสังกัดสำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุขทั่วประเทศ

แต่ในปัจจุบันจำนวนสถานพยาบาลและจำนวนเครื่องมือแพทย์ในสถานพยาบาลมีจำนวนเพิ่มมากขึ้น เพื่อรองรับในการรักษาพยาบาลให้กับจำนวนประชากรของประเทศที่เพิ่มมากขึ้น สบส. จึงมีแนวทางที่จะปรับภารกิจดังกล่าวให้หน่วยงานอื่นทั้งภาครัฐและเอกชนเข้ามาดำเนินการ แต่ยังขาดบุคลากรมารองรับงานการบำรุงรักษา ทดสอบ/สอบเทียบเครื่องมือแพทย์ที่เป็นวิชาชีพเฉพาะด้าน จึงมีความจำเป็นจะต้องมีการผลิตบุคลากรที่มีความรู้ความสามารถเพื่อดำเนินการในสาขาวิชาชีพนี้

สอศ. เป็นหน่วยงานที่ผลิตและพัฒนากำลังคนระดับฝีมือ ระดับเทคนิค และระดับเทคโนโลยี รวมทั้งยกระดับการศึกษาชีพให้สูงขึ้น เพื่อให้สอดคล้องกับความต้องการของตลาดแรงงาน โดยนำความรู้ในทางทฤษฎีอันเป็นสากลและภูมิปัญญาไทยมาพัฒนาผู้รับการศึกษาให้มีความรู้ความสามารถในทางปฏิบัติ และมีสมรรถนะจนสามารถนำไปประกอบอาชีพในลักษณะผู้ปฏิบัติหรือผู้ประกอบอาชีพโดยอิสระได้ สบส. ได้เล็งเห็นศักยภาพและความสามารถของ สอศ. ในการผลิตบุคลากรด้านวิศวกรรมการแพทย์ในระดับเทคนิคให้มีความรู้ความสามารถและทักษะด้านการบำรุงรักษา ทดสอบและสอบเทียบเครื่องมือแพทย์ให้กับสถานพยาบาลได้

วัตถุประสงค์

1.1 การพัฒนาบุคลกรให้มีความรู้ ความสามารถ และทักษะในการบำรุงรักษา ทดสอบและสอบเทียบเครื่องมือแพทย์ ให้มีจำนวนเพียงพอและสอดคล้องกับความต้องการของสถานพยาบาลและตลาดแรงงาน

1.2 ร่วมกันจัดการอาชีวศึกษาด้านเครื่องมือแพทย์ในระดับเทคนิค ที่เน้นการเรียนการสอนในระบบทวิภาคีและการฝึกงาน โดยดำเนินการร่วมกันระหว่าง สอศ. สบส. และหน่วยงานภาครัฐ/ภาคเอกชนอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง

1.3 ร่วมดำเนินการอื่นๆ ที่จะเป็นประโยชน์และส่งเสริมการพัฒนาบุคลากรด้านวิศวกรรมการแพทย์ เพื่อรองรับการดำเนินการบำรุงรักษา ทดสอบ และสอบเทียบเครื่องมือแพทย์

1.4 เพื่อพัฒนาการเรียนการสอนของอาชีวศึกษาให้ก้าวทันเทคโนโลยีสมัยใหม่ และรองรับการเข้าสู่ประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน

ผลการดำเนินการ

กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ โดยกองวิศวกรรมการแพทย์ร่วมกับสำนักงานสนับสนุนบริการสุขภาพ เขต1 จังหวัดเชียงใหม่ และ สำนักงานสนับสนุนบริการสุขภาพเขต 2 จังหวัดพิษณุโลก ร่วมกันยกร่างหลักสูตรดังกล่าวขึ้นมา เพื่อรองรับการผลิตบุคลากรด้านเครื่องมือแพทย์ของประเทศไทยให้เพียงพอต่อความต้องการ แก้ไขปัญหาการขาดแคลนแรงงานช่างฝีมือระดับ ปวช. และ ปวส. ในภาคอุตสาหกรรม และปัจจุบันได้ดำเนินการเปิดการเรียนการสอนในวิทยาลัยเทคนิคเชียงใหม่

ผลงานนวัตกรรมวิศวกรรมการแพทย์

เตียงเข็นผู้ป่วยออฟ-โรด' บันทึกเทป รายการ "ยิ่งถก กนกซัก"

กองวิศวกรรมการแพทย์ กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ นำเตียงเข็นผู้ป่วยต้นแบบ รุ่น 'ออฟ-โรดใช้ในพื้นที่ทุรกันดาร บันทึกเทป รายการ ยิ่งถก กนกซัก ทางสถานีโทรทัศน์ ช่อง 9 MCOT HD และ โมเดิร์นไนน์ทีวี เมื่อวันที่ 20 กันยายน 2559 และ ออกอากาศ ในวันที่ 5 ตุลาคม 2559 เวลา 17.15 น. - 17.45 น.

พัฒนาบุคลากรด้านวิศวกรรมการแพทย์

อบรมการใช้โปรแกรมประยุกต์สำหรับการปฏิบัติงานด้านวิศวกรรมการแพทย์

การฝึกอบรม โครงการพัฒนาบุคลากรภายในองค์กรและบุคลากรภาคีเครือข่าย ด้านวิศวกรรมการแพทย์ ประจำปีงบประมาณ 2560

หลักสูตร : ฝึกอบรมการใช้โปรแกรมประยุกต์สำหรับการปฏิบัติงานด้านวิศวกรรมการแพทย์ ระหว่างวันที่ 23-25 พฤศจิกายน 2559 ณ ห้องพัฒนาบุคลากรชั้น 4 กองวิศวกรรมการแพทย์ กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ

<u>ฝึกอบรมเทคนิคการเป็นนักวิจัยอย่างมืออาชีพ</u>

“การฝึกอบรม โครงการพัฒนาบุคลากรภายในองค์กรและบุคลากรภาคีเครือข่าย ด้านวิศวกรรมการแพทย์”

ประจำปีงบประมาณ 2560

หลักสูตร : ฝึกอบรมเทคนิคการเป็นนักวิจัยอย่างมืออาชีพ

ระหว่างวันที่ 30 พฤศจิกายน 2559 ถึง วันที่ 2 ธันวาคม 2559

วศ.ร่วมสนับสนุนกิจกรรมการดูแล กลุ่มชนเผ่าชาติพันธุ์และเผ่าพื้นเมือง

ทีมวิทยุสื่อสารกองวิศวกรรมการแพทย์ กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ ร่วมสนับสนุนกิจกรรมการดูแลกลุ่มชนเผ่าชาติพันธุ์และเผ่าพื้นเมือง 40 กว่าชนเผ่า รวม 5,200 คน ที่เดินทางเข้ากราบพระบรมศพ สำนึกในพระมหากรุณาธิคุณพระบาทสมเด็จพระปรมินทรมหาภูมิพลอดุลยเดช ในวันที่ 12 ธันวาคม 2559

อบรมพัฒนาศักยภาพบุคลากรด้านบริหารจัดการองค์กร เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการปฏิบัติงาน

การฝึกอบรม โครงการพัฒนาบุคลากรภายในองค์กรและบุคลากรภาคีเครือข่าย

กิจกรรมหลักที่1 : พัฒนาองค์กรและบุคลากรในองค์กรกองวิศวกรรมการแพทย์

กิจกรรมที่2 : พัฒนาขีดความสามารถบุคลากรด้านวิศวกรรมการแพทย์ และงานสนับสนุน

หลักสูตร : ฝึกอบรมพัฒนาศักยภาพบุคลากรด้านบริหารจัดการองค์กรเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการปฏิบัติงาน

ระหว่างวันที่ 15-16 ธันวาคม 2559 ณ รอยัลฮิลล์ กอล์ฟ รีสอร์ท แอนด์ สปา จังหวัดนครนายก

ฝึกอบรมวิธีการทดสอบเครื่องวัดความดันโลหิต

นายแพทย์ประภาส จิตตาศิรินุวัตร รองอธิบดีกรมสนับสนุนบริการสุขภาพ เป็นประธานเปิด การอบรมโครงการพัฒนาบุคลากรภายในองค์กรและบุคลากรภาคีเครือข่ายด้านวิศวกรรมการแพทย์ ประจำปีงบประมาณ 2560 หลักสูตร ฝึกอบรมวิธีการทดสอบเครื่องวัดความดันโลหิต เมื่อวันที่ 20 ธันวาคม 2559 ณ ห้องประชุม 4 ชั้น 9 อาคารกรมสนับสนุนบริการสุขภาพ

อบรม การออกแบบ ดูแล บำรุงรักษาระบบปรับอากาศและระบบระบายอากาศในสถานบริการสุขภาพ

นายแพทย์ภานุวัฒน์ ปานเกตุ รองอธิบดีกรมสนับสนุนบริการสุขภาพ เป็นประธานเปิด การอบรมโครงการพัฒนาบุคลากรภายในองค์กรและบุคลากรภาคีเครือข่ายด้านวิศวกรรมการแพทย์ ประจำปีงบประมาณ 2560 หลักสูตร : การออกแบบ ดูแล บำรุงรักษาระบบปรับอากาศและระบบระบายอากาศในสถานบริการสุขภาพ ระว่างวันที่ 21-23 ธันวาคม 2559 ณ ห้องประชุม 4 ชั้น 9 อาคารกรมสนับสนุนบริการสุขภาพ

ตรวจเยี่ยมติดตามการกอบกู้ ฟื้นฟูโรงพยาบาลบางสะพาน และทำการประเมินความเสียหายน้ำท่วม เครื่องมือแพทย์ รพ.บางสะพาน/รพ.หลังสวน/รพ.ชะอวด จังหวัดชุมพร

นายแพทย์ประภาส จิตตาศิรินุวัตร รองอธิบดีกรมสนับสนุนบริการสุขภาพ พร้อมด้วย นายสุรพันธ์ ชัยล้อรัตน์ ผู้อำนวยการกองวิศวกรรมการแพทย์ ผู้อำนวยการสำนักงานสนับสนุนบริการสุขภาพเขต 5 จ.ราชบุรี เขต 2 จ.พิษณุโลก เขต 3 จ.นครสวรรค์ เขต11 จ.นครศรีธรรมราชและทีมวิศวกรตรวจเยี่ยมติดตามการกอบกู้ ฟื้นฟูโรงพยาบาลบางสะพาน อ.บางสะพาน จ.ประจวบคีรีขันธ์ ภายหลังถูกน้ำท่วมอาคารบริการระดับน้ำสูงกว่า 1 เมตรเมื่อวันที่ 10 มกราคม 2560 และทำการประเมินความเสียหายน้ำท่วม เครื่องมือแพทย์ รพ.บางสะพาน/รพ.หลังสวน/รพ.ชะอวด

โครงการ พัฒนา ควบคุม กำกับ ประเมินผลมาตรฐานระบบบริการสุขภาพ
ด้านวิศวกรรมการแพทย์ในสถานบริการภาครัฐ
ระหว่างวันที่ 12-13 มกราคม ณ สำนักงานสนับสนุนบริการสุขภาพเขต 3 จังหวัดนครสวรรค์

ฝึกอบรมการเปรียบเทียบผลการวัดระหว่างห้องปฏิบัติการ

การฝึกอบรม โครงการพัฒนาบุคลากรภายในองค์กรและบุคลากรภาคีเครือข่าย ด้านวิศวกรรมการแพทย์ ประจำปีงบประมาณ 2560

หลักสูตร : ฝึกอบรมการเปรียบเทียบผลการวัดระหว่างห้องปฏิบัติการ
ระหว่างวันที่ 23-24 มกราคม 2560 ณ ห้องพัฒนาบุคลากรชั้น 4 กองวิศวกรรมการแพทย์

อบรมพัฒนาขีดความสามารถและสร้างเครือข่ายสื่อสารด้วยวิทยุคมนาคมในสถานบริการสุขภาพ

นายสุรพันธ์ ชัยล้อรัตน์ ผู้อำนวยการกองวิศวกรรมการแพทย์ ให้เกียรติเป็นประธานเปิดการอบรมพัฒนาขีด ความสามารถและสร้างเครือข่ายสื่อสารด้วยวิทยุคมนาคมในสถานบริการสุขภาพ โดย นายปริญญา คุ้มตระกูลวิศวกรเชี่ยวชาญด้านวิศวกรรมการแพทย์ ให้เกียรติกล่าวรายงาน ในวันที่ 25 มกราคม 2560 จังหวัดพิษณุโลก

การพัฒนาชุดเคลื่อนย้ายผู้ป่วยฉุกเฉิน

ประวิทย์ สัพพะเลข
กองวิศวกรรมการแพทย์ กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ กระทรวงสาธารณสุข

ความเป็นมา จากการที่ทางกรมสนับสนุนบริการสุขภาพได้ลงพื้นที่สุขศาลาพระราชทานและพบเห็นการเคลื่อนย้ายผู้ป่วยในพื้นที่ที่มีเส้นทางแคบหรือพื้นที่ที่ไม่สามารถนำรถยนต์เข้าถึงได้ โดยการใช้ผ้าใบมัดหัว/ท้ายและใช้ไม้ไผ่สอดกลางเพื่อหามผู้ป่วยไปยังสุขศาลาพระราชทาน ซึ่งการเคลื่อนย้ายผู้ป่วยดังกล่าวอาจทำให้ผู้ป่วยเกิดการบาดเจ็บหรืออุบัติเหตุซ้ำซ้อนได้ ทางกองวิศวกรรมการแพทย์จึงมีแนวความคิดที่จะจัดทำชุดเคลื่อนย้ายผู้ป่วย ในการที่จะนำไปใช้ในพื้นที่ดังกล่าว เพื่อทดแทนการเคลื่อนย้ายผู้ป่วยแบบเดิม

การดำเนินงาน เริ่มจากการระดมความคิดเพื่อออกแบบโครงสร้างและประดิษฐ์ออกมาเป็นต้นแบบ โดยในรุ่นแรก ชุดเคลื่อนย้ายผู้ป่วยสามารถเพิ่มและลดขนาดฐานล้อได้กรณีพื้นที่แคบ และสามรถพับล้อประคอง (ล้อเล็ก) ได้ ในกรณีที่ผ่านพื้นที่ขรุขระ ส่วนชุดแผ่นกระดานรองหลังสามารถถอดออกจากล้อเลื่อนได้ ในกรณีที่พื้นที่ที่ไม่สามารถเข็นล้อเลื่อนไปได้ ผู้ป่วยก็จะเคลื่อนย้ายไปกับแผ่นกระดานรองหลังโดยมีเข็มขัดนิรภัยยึดผู้ป่วยไว้ทั้งหมด 3 จุด และยังมีเข็มขัดนิรภัยยึดผู้เคลื่อนย้ายกับแผ่นกระดานรองหลังเพื่อไม่ให้ผู้ป่วยพลัดตก ในกรณีพื้นที่เปียกลื่น ผู้เคลื่อนย้ายผู้ป่วยยังสามารถใช้มือพยุงตัวเองได้ ส่วนการให้น้ำเกลือหรือเลือด โดยมีเสาน้ำเกลือยึดติดกับโครงของล้อเลื่อนและสามารถปรับสูง/ต่ำได้

การทดสอบการใช้งาน ครั้งที่ 1 เมื่อวันที่ 18 สิงหาคม 2559 ได้นำชุดเคลื่อนย้ายผู้ป่วยไปทดสอบการใช้งานในพื้นที่ สุขศาลาพระราชทานบ้านโป่งลึก แก่งกระจาน จังหวัดเพชรบุรี หลังจากทดสอบการใช้งานแล้วทางเจ้าหน้าที่ผู้ทดสอบการใช้งาน แจ้งว่า กรณีเส้นทางขรุขระจะรู้สึกสะเทือนบ้าง ส่วนการเคลื่อนย้ายโดยล้อเลื่อนและแผ่นกระดานรองหลังที่มีเข็มขัดนิรภัยนั้น ผู้ทดสอบการใช้งานแจ้งว่าสามารถใช้ได้ดีและมีความมั่นใจในความปลอดภัยขณะเคลื่อนย้าย โดยรวมถือว่าใช้งานได้

การพัฒนาต่อยอด จากการที่ได้ลงพื้นที่ทดสอบการใช้งานแล้วพบว่า มีปัญหาอุปสรรค์ในกรณีเส้นทางขรุขระ จึงได้ดำเนินการพัฒนาในส่วนของระบบรองรับการสั่นสะเทือน โดยการปรับปรุงโครงสร้างและติดตั้งโช๊คอัพ เพื่อการรองรับการสั่นสะเทือนในพื้นที่ที่ขรุขระและปรับชุดล็อกเสาน้ำเกลือให้ยึดติดกับแผ่นกระดานรองหลัง เพื่อให้เคลื่อนย้ายไปด้วยกันกับผู้ป่วยในกรณีที่ต้องนำผู้ป่วยแยกจากล้อเลื่อน

การทดสอบการใช้งาน ครั้งที่ 2 เมื่อวันที่ 25 สิงหาคม 2559 ได้นำชุดเคลื่อนย้ายผู้ป่วยไปทดสอบการใช้งานในพื้นที่ สุขศาลาพระราชทานบ้านปิล็อกคี่ อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี จากการทดสอบการใช้งานพบว่า สามารถใช้งานได้ดีตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้

แนวทางที่จะพัฒนาต่อ จากการทดลองใช้ วงล้อที่ใช้เป็นวงล้อกลมขนาด 24 นิ้ว ถ้าอุปสรรค์เป็นตอไม้เวลาเข็นข้าม ชุดเคลื่อนย้ายผู้ป่วยจะยกสูงขึ้นตามขนาดขอตอไม้ จึงมีแนวคิดที่จะพัฒนาล้อเป็นขนาด 10 นิ้ว เป็นแบบ 3 ล้อ 3 แฉก เพื่อให้ข้ามอุปสรรค์ได้ดีขึ้น และวัสดุโครงสร้างเดิมเป็นเหล็ก ซึ่งมีน้ำหนักค่อนข้างมากและเกิดสนิมได้ง่าย จึงมีแนวคิดที่จะพัฒนาเป็นวัสดุอลูมิเนียมที่มีน้ำหนักเบากว่าและไม่เกิดสนิม

ชุดเคลื่อนย้ายผู้ป่วยฉุกเฉิน ดีอย่างไร ?

1. ทำอย่างไรไรให้ผู้ป่วยไม่ขยับหรืองอตัว?

   ตอบ มีแผ่นกระดานรองหลังและเข็มขัดนิรภัย

2. ทำอย่างไรให้ผ่อนแรงกับการเคลื่อนย้ายผู้ป่วย

   ตอบ มีล้อเลื่อนเพื่อผ่อนแรง

3. ถ้าเป็นพื้นที่แคบจะไปได้อย่างไร?

   ตอบ สามารถปรับ ลด/ขยาย ฐานล้อได้

4. ถ้าเป็นพื้นที่ขรุขระผู้ป่วยจะสะเทือนหรือไม่?

ตอบ มีโช๊คอัพ เพื่อช่วยรองรับการสั่นสะเทือน

5. ถ้าพื้นที่ขรุขระจะผ่านเข้าไดอย่างไร?

ตอบ สามารถพับล้อเล็กเพื่อผ่านทางขรุขระได้

6. ถ้าล้อเลื่อนไปไม่ได้จะทำอย่างไร?

ตอบ สามารถเคลื่อนย้ายผู้ป่วยต่อได้โดยไม่ต้องใช้ ล้อเลื่อน

7. ถ้าจำเป็นต้องให้เลือดหรือน้ำเกลือ?
   ตอบ มีเสาน้ำเกลือสามารถปรับสูงต่ำได้

8. ทำอย่างไรผู้ป่วยและผู้เคลื่อนย้ายจะปลอดภัยจาก
   การเกิดอุบัติเหตุซ้ำซ้อน
   ตอบ มีเข็มขัดนิรภัยล็อกทั้งผู้ป่วยและผู้เคลื่อนย้าย

การตรวจสอบประสิทธิภาพและความพร้อมห้องแยกโรคชนิดความดันลบของโรงพยาบาลศูนย์/โรงพยาบาลทั่วไปใน 8 จังหวัดที่มีด่านเข้าออกระหว่างประเทศ

เกรียงศักดิ์ สุริยะป้อ
กองวิศวกรรมการแพทย์ กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ กระทรวงสาธารณสุข

บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้เป็นการศึกษาตรวจสอบประสิทธิภาพ และความพร้อมของห้องแยกโรคชนิดความดันลบ (Modified AIIR) ของโรงพยาบาลศูนย์/ทั่วไป ใน 8 จังหวัดที่มีด่านเข้าออกระหว่างประเทศ ซึ่งจากสถานการณ์ปัจจุบัน มีการรายงานพบผู้ป่วยยืนยันโรคทางเดินหายใจตะวันออกกลาง (Middle East Respiratory Syndrome; MERS) หรือโรคเมอร์ส จากผู้ป่วยที่ได้เดินทางเข้าออกระหว่างประเทศ ทางกองวิศวกรรมการแพทย์จึงได้เตรียมความพร้อมในการรองรับสถานการณ์ดังกล่าว โดยได้พิจารณาแนวทางการเตรียมความพร้อมและเกณฑ์การประเมินห้องแยกโรคให้เป็นไปตามมาตรฐาน เพื่อสามารถรองรับและดูแลรักษาผู้ป่วยในสถานการณ์โรคติดต่ออุบัติใหม่ได้อย่างปลอดภัยและมีประสิทธิภาพ

การศึกษานี้จึงเป็นการสำรวจรวบรวมข้อมูลของห้องแยกโรคชนิดความดันลบ โดยใช้เครื่องมือตรวจวัดทางวิศวกรรม ซึ่งดำเนินการในพื้นที่กลุ่มเป้าหมายในโรงพยาบาลทั้ง 8 แห่ง ของโรงพยาบาลศูนย์ โรงพยาบาลทั่วไปใน 8 จังหวัดที่มีด่านเข้าออกระหว่างประเทศ โดยข้อมูลจากการตรวจวัด พบว่าห้องแยกโรคชนิดความดันลบที่สามารถใช้งานได้ตามวัตถุประสงค์ของการออกแบบมีจำนวน 6 แห่ง และอีก 2 แห่ง ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน จากทั้งหมด 8 แห่ง คิดเป็น 75.0% และ 25.0% ตามลำดับ สามารถแยกหัวข้อที่ไม่ผ่านตามเกณฑ์มาตรฐานของการออกแบบ ได้ดังนี้ คือ 1.ความดันภายในห้อง Ante room 2.ความดันภายในห้อง Isolation Room 3.อุณหภูมิภายในห้อง Isolation Room และ4.อัตราการระบายอากาศ (Air Change per Hour; ACH) คิดเป็น 25.0%, 25.0%, 25.0% และ 12.5% ตามลำดับ ส่วนความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องผ่านตามเกณฑ์มาตรฐานทั้งหมด

คำสำคัญ ห้องแยกโรคชนิดความดันลบ (Modified AIIR), โรคทางเดินหายใจตะวันออกกลาง (Middle East Respiratory Syndrome; MERS)

1. บทนำ

จากสถานการณ์ในปัจจุบัน มีการรายงานพบผู้ป่วยยืนยันโรคทางเดินหายใจตะวันออกกลาง หรือโรคเมอร์ส จากผู้ป่วยที่ได้เดินทางเข้าออกระหว่างประเทศ ทางกรมสนับสนุนบริการสุขภาพจึงได้เตรียมความพร้อมในการรองรับสถานการณ์ดังกล่าว โดยได้มอบหมายให้กองวิศวกรรมการแพทย์พิจารณาแนวทางการเตรียมความพร้อมและเกณฑ์การประเมินห้องแยกโรคให้เป็นไปตามมาตรฐานเพื่อสามารถรองรับและดูแลรักษาผู้ป่วยในสถานการณ์โรคติดต่ออุบัติใหม่ได้อย่างปลอดภัยและมีประสิทธิภาพ ดังนั้นเพื่อเตรียมความพร้อมตามมาตรการสาธารณสุขในการกักแยกผู้ป่วยต้องสงสัย (Isolation) หรือรับไว้เพื่อคอยสังเกตอาการ (Quarantine) และมีการเฝ้าติดตามดูอาการ (Monitoring) ห้องแยกผู้ป่วยชนิดความดันเป็นลบจึงเป็นส่วนสำคัญในการควบคุมและป้องกันการเพิ่มจำนวนผู้ป่วย โดยเฉพาะการเฝ้าระวังและดูแลรักษาผู้ป่วยที่เดินทางจากพื้นที่ติดต่อโรคที่ทางเข้าออกระหว่างประเทศ ซึ่งจะมีผู้ป่วยโรคต่าง ๆ เข้ามารักษาในโรงพยาบาลของไทย จึงเห็นควรตรวจสอบประสิทธิภาพห้องแยกโรคผูปวยชนิดความดันลบของโรงพยาบาล เพื่อเตรียมความพร้อมรองรับกับโรคติดต่อ

อุบัติใหม่ของโรงพยาบาลศูนย์และโรงพยาบาลทั่วไปใน 8 จังหวัดที่มีด่านเข้าออกระหว่างประเทศ

ในการศึกษานี้จึงเป็นการสำรวจรวบรวมข้อมูลของห้องแยกโรคชนิดความดันลบ (Modified AIIR) โดยใช้เครื่องมือตรวจวัดทางวิศวกรรม ซึ่งดำเนินการในพื้นที่กลุ่มเป้าหมายในโรงพยาบาลทั้ง 8 แห่ง ของโรงพยาบาลศูนย์ โรงพยาบาลทั่วไปใน 8 จังหวัด ที่มีด่านเข้าออกระหว่างประเทศ

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อประเมินความพร้อมห้องแยกโรคชนิดความดันลบ ของโรงพยาบาลศูนย์ และโรงพยาบาลทั่วไปใน 8 จังหวัดที่มีด่านเข้าออกระหว่างประเทศ สามารถรองรับและดูแลรักษาผู้ป่วยในสถานการณ์โรคติดต่ออุบัติใหม่ได้อย่างปลอดภัย และมีประสิทธิภาพ

3. วิธีการวิจัย

3.1 ขั้นตอนการศึกษา

เป็นการศึกษาประเมินความพร้อมห้องแยกโรคชนิดความดันลบของโรงพยาบาลในจังหวัดที่มีด่านเข้าออกระหว่างประเทศ เพื่อใช้แนวทางการเตรียมความพร้อมและเกณฑ์การประเมินห้องแยกโรค ให้เป็นไปตามมาตรฐาน สามารถรองรับและดูแลรักษาผู้ป่วยในสถานการณ์โรคติดต่ออุบัติใหม่ได้อย่างปลอดภัยและมีประสิทธิภาพ ซึ่งสามารถแบ่งขั้นตอนของการ ศึกษาได้เป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอน 1 เป็นการศึกษาข้อมูลจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับการระบายอากาศ ความรู้เกี่ยวกับห้องแยกโรคชนิดความดันลบ โดยเฉพาะการออกแบบและการใช้งานที่ส่งผลต่อทางการระบายอากาศ เพื่อการกำหนดกลุ่มของตัวแปรต้นของการศึกษา

ขั้นตอน 2 เป็นการลงสำรวจพื้นที่หน้างาน ตรวจสอบประสิทธิภาพห้องแยกโรคชนิดความดันลบของโรงพยาบาลศูนย์ โรงพยาบาลทั่วไป 8 จังหวัด ที่มีด่านเข้าออกระหว่างประเทศ ตามแบบประเมินที่ใช้ในการเก็บข้อมูล โดยใช้เครื่องมือการตรวจวัดทางด้านวิศวกรรม

ขั้นตอน 3 วิเคราะห์และสรุปผลของข้อมูลที่ได้มาโดยเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานหรือข้อกำหนดของห้องแยกโรคชนิดความดันลบ ที่ได้มีการออกแบบไว้ของผู้ออกแบบหรือวิศวกรที่ออกแบบไว้

ขั้นตอน 4 สรุปผลโครงการ ปัญหา และแนวทางในการแก้ไขปัญหาของห้องแยกโรคชนิดความดันลบ เพื่อเป็นการพัฒนาห้องแยกโรคชนิดความดันลบให้ได้ตามมาตรฐานและใช้งานได้อย่างปลอดภัย

3.2 กลุ่มเป้าหมายของโครงการ

การศึกษานี้เป็นการเลือกจังหวัดที่มีด่านเข้าออกระหว่างประเทศ 8 จังหวัด เพื่อศึกษาประเมินความพร้อมห้องแยกโรคชนิดความดันลบของโรงพยาบาลศูนย์ โรงพยาบาลทั่วไป ซึ่งมีโรงพยาบาลทั้ง 8 แห่ง ดังนี้ โรงพยาบาลในเขตพื้นที่จังหวัดหนองคาย, จังหวัดนครพนม, จังหวัดกระบี่, จังหวัดพังงา, จังหวัดเชียงใหม่, จังหวัดเชียงราย, จังหวัดสระแก้วและจังหวัดบุรีรัมย์ ดังนั้นในที่นี้ ผู้ทำการศึกษาจึงได้กำหนดชื่อของกลุ่มเป้าหมายที่เข้าไปดำเนินการเก็บข้อมูล เป็นโรงพยาบาลที่1 ถึง 8 ตามช่วงระยะเวลาที่เข้าไปดำเนินการเก็บข้อมูล ดังแสดงในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ช่วงเวลาที่เข้าดำเนินการเก็บข้อมูล

รายการ	วันที่ดำเนินการ
โรงพยาบาลที่ 1	14 – 18 มีนาคม 2559
โรงพยาบาลที่ 2	14 – 18 มีนาคม 2559
โรงพยาบาลที่ 3	25 – 29 เมษายน 2559
โรงพยาบาลที่ 4	25 – 29 เมษายน 2559
โรงพยาบาลที่ 5	23 – 27 พฤษภาคม 2559
โรงพยาบาลที่ 6	23 – 27 พฤษภาคม 2559
โรงพยาบาลที่ 7	6 – 10 มิถุนายน 2559
โรงพยาบาลที่ 8	6 – 10 มิถุนายน 2559

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล

ตารางที่ 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล

รายการ	รูปเครื่องมือ
1. เครื่องตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ เป็นเครื่องมือสำหรับใช้วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของห้องที่ทำการศึกษา สามารถอ่านค่าได้อัตโนมัติ ความละเอียดจุดทศนิยม 1 ตำแหน่ง ดังแสดงในรูปที่ 3.1	**รูปที่ 3.1** เครื่องวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ (3M Model EVM-Series)
2. เครื่องวัดความดันแตกต่าง ใช้วัดความดันแตกต่างของห้องแยกโรคชนิดความดันลบ ดังแสดงในรูปที่ 3.2	**รูปที่ 3.2** เครื่องวัดความดันแตกต่าง (TSI Model 5825
3. เครื่องตรวจวัดค่าความเร็วลม ใช้ในการตรวจวัดความเร็วลมหน้าแผงจ่ายลมและดูดลม ดังแสดงในรูปที่ 3.3	**รูปที่ 3.3** เครื่องวัดค่าความเร็วลม (DIGI-CON DA-43)
4. เครื่องวัดความดังของเสียงใช้สำหรับตรวจวัดเสียงภายในห้อง ดังแสดงในรูปที่ 3.4	**รูปที่ 3.4** เครื่องวัดความดังของเสียง (EXTECH HD600)

3.4 ขั้นตอนการเก็บข้อมูล

1) ดำเนินการสำรวจรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับห้องแยกโรคชนิดความดันลบ ประกอบด้วยการสำรวจเบื้องต้น ดำเนินการในพื้นที่กลุ่มเป้าหมาย โดยการทบทวนเอกสารที่มีอยู่ การสำรวจห้องที่ใช้งาน การสัมภาษณ์เจ้าหน้าที่ การประเมินการร้องเรียนของผู้ป่วยและการสังเกตพื้นที่โดยรอบของห้องฯ เมื่อได้ทำการสำรวจในเบื้องต้นแล้ว จะทำให้ทราบว่าจะต้องเก็บข้อมูลใดเพิ่มเติมโดยใช้เครื่องมือตรวจวัดทางวิศวกรรม เพื่อให้ข้อมูลที่ได้ครบถ้วนต่อไป

2) การตรวจวัดความเร็วลมหน้าแผงจ่ายและดูดอากาศ เพื่อนำไปคำนวณหาอัตราการหมุนเวียนอากาศ โดยอัตราการหมุนเวียนอากาศไม่น้อยกว่า 12 รอบต่อชั่วโมง (12 ACH) ตามมาตรฐานวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ดังแสดงในรูปที่ 3.5

3) ขั้นตอนการตรวจวัดความดันแตกต่าง กำหนดค่าความดันต่างภายในห้องผู้ป่วยต้องต่ำกว่าภายนอกไม่น้อย 10-15 ปาสคาล เช่น ต้องต่ำกว่าห้อง Ante Room ไม่น้อยกว่า 10-15 ปาสคาล และความดันห้อง Ante Room ต้องต่ำกว่าแนวทางเดินไม่น้อยกว่า 5 ปาสคาล ดังแสดงในรูปที่ 3.6

4) เป็นการตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ รวมถึงพารามิเตอร์อื่นๆ ตามแบบประเมินที่กำหนดไว้ ดังแสดงในรูปที่ 3.7

5) การประเมินคุณภาพของห้องแยกโรคชนิดความดันลบประกอบด้วย การนำผลการตรวจวัดตามค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ที่มีการออกแบบไว้ไปเปรียบเทียบค่า ตามวัตถุ ประสงค์ของการประเมินที่ตั้งไว้ เช่น ทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของความดันภายในห้องฯ กับค่าจากข้อแนะนำหรือมาตรฐานวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย

รูปที่ 3.5 วัดความเร็วลมที่ช่องทางออกของอากาศหัวเตียง

รูปที่ 3.6 ตรวจวัดความดันแตกต่าง
ห้อง ANTE ROOM และISOLATE ROOM

รูปที่ 3.7 หออภิบาลผู้ป่วยหนัก

4. ผลการวิจัย

จากการสำรวจรวบรวมข้อมูลของห้องแยกโรคชนิดความดันลบ ในกลุ่ม เป้าหมายในตารางที่ 3.1 ประกอบด้วยการสำรวจเบื้องต้น และการเก็บข้อมูลโดยใช้เครื่องมือตรวจวัดทางวิศวกรรม โดยข้อมูลจากการตรวจวัดจะแสดงในตารางที่ 4.1 เมื่อนำข้อมูลที่ได้มาสร้างกราฟเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่ามาตรฐานกับค่าที่ตรวจวัดได้ ตามมาตรฐานของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย สามารถเรียงลำดับพารามิเตอร์ที่ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานกำหนด ได้ดังนี้ 1.ความดันห้อง Ante room 2.ความดันห้อง Isolation room 3.อุณหภูมิภายในห้อง Isolation room และ4.อัตราการระบายอากาศ (Air Change per Hour; ACH) คิดเป็น 25.0%, 25.0%, 25.0% และ 12.5% ตามลำดับ ส่วนของความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องผ่านตามเกณฑ์มาตรฐานทั้งหมด ดังแสดงในรูปที่ 4.1 โดยพบปัญหาเบื้องต้นดังนี้

1) ปัญหาอัตราการระบายอากาศภายในห้องน้อยกว่า 12 ACH และความดันของห้อง Isolation room

1. แผงกรองอากาศเกิดการอุดตันจากฝุ่นละออง เนื่องจากการใช้งานมาเป็นเวลานาน ไม่มีการบำรุงรักษาตามอายุการใช้งาน และรอบของการใช้งาน ทำให้ลมที่ถูกดูดไม่สามารถดูดผ่านแผ่นกรองอากาศได้ ปริมาณลมที่ถูกดูดจึงมีน้อย ซึ่งแผงกรองอากาศที่ควรดูแลบำรุงรักษาจะประกอบไปด้วย Pre Filter, Medium Filter และกรองสุดท้ายด้วย HEPA Filter

2. ห้องมีรอยรั่วตามผนังห้อง และขอบประตู ทำให้มีอากาศสามารถเล็ดรอดเข้ามาในห้องได้ ซึ่งทำให้ความดันห้องที่มีการออกแบบไว้ไม่ได้ตามที่กำหนด

3. ระบบการระบายอากาศชำรุด ซึ่งจะอาจมีการรั่ว, พัดลมดูดอากาศไม่สามารถปรับรอบอัตราการหมุนของพัดลมได้ และไม่มีการปรับประตูลม (Damper) เป็นต้น

2) ปัญหาอุณหภูมิภายในห้อง Isolation room มีค่าสูงกว่าค่าที่กำหนด

1. อากาศเย็นจากระบบปรับอากาศภายในห้อง Ante room ไม่สามารถถูกดูดเข้าไปในห้อง Isolation room ได้ เนื่องจากการอุดตันของแผงกรองอากาศ, ไม่มีการปรับ ปริมาณลมที่ช่องลมเข้า (Damper) และแรงลมดูดภายในห้อง Isolation room มีน้อยเกินไปจนไม่สามารถดูดความเย็นจากในห้อง Ante room เข้าไปในห้อง Isolation room เป็นต้น

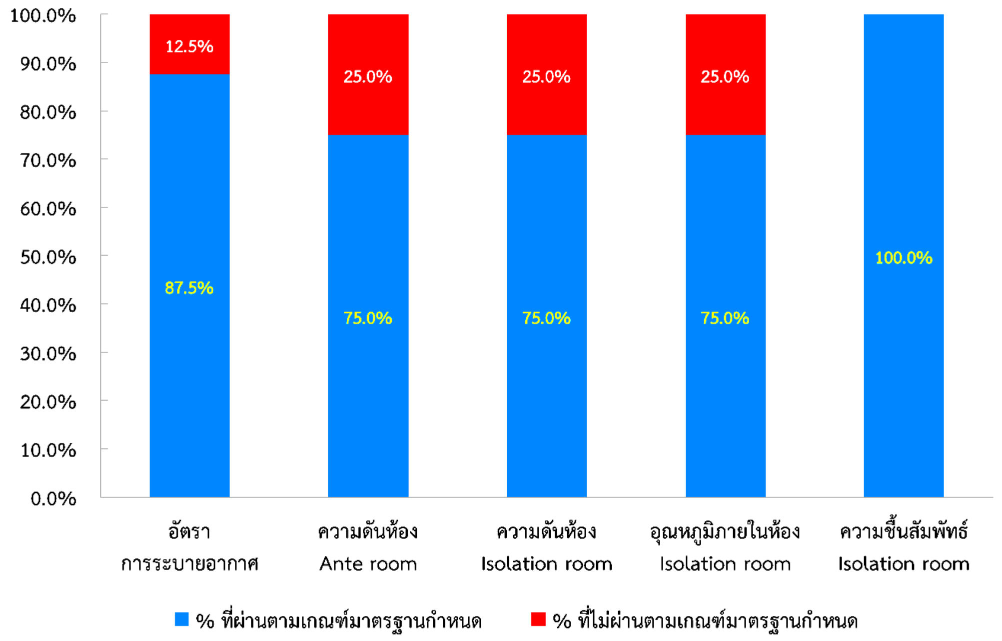
2. ระบบปรับอากาศไม่พร้อมใช้งาน ไม่สามารถปรับอุณหภูมิได้ และขาดการบำรุงรักษา

ตารางที่ 4.1 ผลการตรวจสอบความพร้อมของห้องแยกโรคชนิดความดันลบ

No.	การตรวจวัดตามค่ามาตรฐาน	ค่ามาตรฐาน		ค่าที่วัดได้							
				รพ.ที่ 1	รพ.ที่ 2	รพ.ที่ 3	รพ.ที่ 4	รพ.ที่ 5	รพ.ที่ 6	รพ.ที่ 7	รพ.ที่ 8
1	ความเร็วลมบริเวณหน้า Exhaust Air หัวเตียงผู้ป่วย	> 0.45	m/s	0.5	0.5	0.7	0.8	0.6	0.7	0.2	0.6
2	อัตราการระบายอากาศภายในห้องผู้ป่วย	> 12	ACH	14	14	19	22	16	19	5	16
3	ความเร็วลมบริเวณหน้า Exhaust Air ในห้องน้ำ	> 0.8	m/s	1.4	1.1	1.4	1.0	0.8	1.1	0.1	1.5
4	อัตราการระบายอากาศภายในห้องน้ำ	N/A	ACH	23	18	23	16	13	18	2	24
5	ความดันของห้อง Ante room	5 – 10	Pa	10	3	6	5	6	6	1	8
6	ความดันของห้อง Isolation room	10 – 15	Pa	15	4	12	14	12	12	4	14
7	อุณหภูมิของห้อง Isolation room	25 -28	°C	25	24	28	28	27	29	28	29
8	ความชื้นสัมพัทธ์ของห้อง Isolation room	40 – 60	%RH	58	56	60	59	54	60	60	57
9	ระดับเสียงของพัดลมดูดอากาศบริเวณเตียงผู้ป่วย	< 55	dBA	50	50	52	52	50	54	45	53
10	ความดันแตกต่างของ HEPA เครื่องกรองอากาศ	< 2.5	In.WG	1.4	1.4	0.8	1.2	1.2	2.0	0.4	1.8
11	สภาพการใช้งานของหลอดยูวี	ตามคู่มือผู้ผลิต		✓	✗	✓	✓	✓	✓	✗	✓
12	สภาพการใช้งานของ Pre Filter	< 1	ปี	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✗	✓
13	สภาพการใช้งานของ Medium Filter	< 1	ปี	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✗	✓
14	สภาพการใช้งานของ HEPA Filter	< 3	ปี	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✗	✓

✓ ใช้งานได้ปกติ

✗ ชำรุด/เสื่อมสภาพ



รูปที่ 4.1 กราฟแสดง % ตามพารามิเตอร์ ที่ผ่านและไม่ผ่านตามเกณฑ์มาตรฐานกำหนด

5. สรุปผล

จากการสำรวจรวบรวมข้อมูลห้องแยกโรคชนิดความดันลบ โดยการสำรวจเบื้องต้น และการเก็บข้อมูลโดยใช้เครื่องมือตรวจวัดทางวิศวกรรม ซึ่งดำเนินการในพื้นที่กลุ่มเป้าหมายในโรงพยาบาลทั้ง 8 แห่ง ของโรงพยาบาลศูนย์ โรงพยาบาลทั่วไป 8 จังหวัด ที่มีด่านเข้าออกระหว่างประเทศ ดังข้อมูลจากการตรวจวัดในตารางที่ 4.1 พบว่าห้องแยกโรคความดันลบที่สามารถใช้งานได้ตามวัตถุประสงค์ของการออกแบบ มีจำนวน 6 แห่ง (รพ.ที่ 1, 3, 4, 5, 6 และ 8) และอีก 2 แห่ง ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน (รพ.ที่ 2 และ 7) จากทั้งหมด 8 แห่ง คิดเป็น 75.0% และ 25.0% ตามลำดับ

6. เอกสารอ้างอิง

สุพจน์ เตชะอำนวยวิทย์. (2551). การออกแบบห้องแยกเดี่ยวผู้ป่วย (Isolation Room De-sign). บทความวิชาการ ชุดที่ 17 สมาคมวิศวกรรมปรับอากาศแห่งประเทศไทย,7,56-66. http://www.acat.or.th/index.php?tpit=0100

Duncan Phillips, and Glenn Schuyler; Infectious Disease Control Issues; *Principles of Isolation Room Design*; Technotes, Issue No.22

Francis J; *Curry National Tuberculosis Center, Isolation Room*; Design, Assessment, and Upgrade (1999)

Kevin Moon; *Design of Hospital Isolation Rooms*; Business Briefing; Hospital Engineering & Facility Management 2004

Mar Ortega, Josep Mensa; *Preventive Isolation in the Emergency Depart-ment*, Emergencias 2009, 21:36-41

Pranab K. Chowdhury & Samta Bajaj; *HVAC Design Criteria for Isolation Rooms*, July-September 2002

Victoria Advisory Committee on Infection Control 2007; Guideline for the Classification and Design of Isolation Rooms in Health Care Facilities.

ความสัมพันธ์เชิงประจักษ์ของเวลาที่ใช้ในการอพยพหนีไฟกับจำนวนคนในโรงพยาบาล
The Empirical Correlation between Evacuation Time and the Number Occupied in Health Care Building

หฤษฎิ์ชาติ หนองตะไกร
กองวิศวกรรมการแพทย์ กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ กระทรวงสาธารณสุข

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้ คือ การหาความสัมพันธ์ระหว่างเวลาและจำนวนคนที่ใช้ในการอพยพหนีไฟโดยมีกลุ่มเป้าหมาย คือ โรงพยาบาลจำนวน 5 แห่งที่เป็นอาคารสูงระหว่าง 9–23 ชั้น ที่มีเส้นทางหนีไฟถูกต้องตามมาตรฐานสากล เพื่อเป็นการกำหนดมาตรฐานขั้นต่ำของเวลาที่ใช้ในการอพยพสำหรับความปลอดภัยของผู้ใช้อาคารทุกคน

วิธีการวิจัยทำโดยการสังเกตพฤติกรรมมนุษย์เมื่อเกิดอัคคีภัยในอาคารว่ามีการตอบสนองที่จะทำให้เกิดความล่าช้าของเวลาอย่างไร โดยมีเครื่องมือ ได้แก่ แบบบันทึก และนาฬิกา ช่วงเวลาเริ่มจากเมื่อผู้อำนวยการดับเพลิงสั่งให้มีการอพยพจนไปสิ้นสุดที่การยกเลิกแผนเมื่อทุกคนปลอดภัยที่จุดรวมพล การพิจารณาพฤติกรรมประกอบด้วย การสังเกตเหตุการณ์, การตอบสนอง, การเตรียมตัวก่อนอพยพ และการอพยพ แล้วนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ โดยวิธี Least Mean Square

จากผลการวิจัยทำให้ทราบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างเวลาและจำนวนคนในการอพยพหนีไฟ เมื่อนำมาวิเคราะห์แล้ว จะได้ความสัมพันธ์ ดังสมการนี้

$$T = 20+ 0.006P$$

เมื่อ T เป็นเวลา มีหน่วยเป็น นาที และ P คือ จำนวนผู้ใช้อาคารในขณะนั้นทั้งหมด จะเป็นเวลาที่เหมาะสมและปลอดภัยที่สุดสำหรับผู้ใช้อาคารในโรงพยาบาลซึ่งส่วนใหญ่ไม่สามารถช่วยตัวเองได้ ทั้งนี้ ผลการวิจัยอาจมีข้อผิดพลาดในการเก็บข้อมูลเนื่องจากมีการประชาสัมพันธ์ให้ทราบล่วงหน้าว่าเป็นการซ้อมแผนอพยพ ทำให้มีความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้นได้

คำสำคัญ : อพยพหนีไฟ, แผนฉุกเฉิน

Abstract

The purpose of this research is pointed out the relation between time and those who occupied building for fire drill. The minimum time requirement for evacuation is required, so their lives are safe. The five sampling high – rise building of this research that have standard egress about 9 – 23 stories are the specimen.

The research method notified human behavior on fire. How delay times by human are increased. The instruments have memorandum and watch timer. The interval of time observation is on fire director commanding evacuate, and the stop observation is everybody on assembly point. The human behavior considerations are composed of notification time, reaction time, pre-evacuation

time and travelling time. Analysis of the relation between the time and those who occupied building is constructed by Least Mean Square method.

In conclusion, we analyzed that the relation between time and those who occupied building for fire drill is

$$T = 20+0.006P$$

When T = Evacuation Time (minute)

P = those who occupied building at that time.

That relation is the most appropriate and safe for those who are almost disable in health care occupancy. Moreover, this result maybe has error from sampling, because fire drill announcement was told to the occupant. According to announcement is a result of deviation of human behavior.

Keyword: Fire Drill, Emergency Plan

บทนำ

มาตรฐานโรงพยาบาลคุณภาพตามเกณฑ์ HA โดยสถาบันรับรองคุณภาพสถานพยาบาล ซึ่งมีเนื้อหาทั้งหมด ๔ ตอน (คู่มือระห่ำ สู้ไฟนรก, ๒๕๕๒) ได้แก่ I. ภาพรวมของการบริหารองค์กร, II. ระบบงานสำคัญของโรงพยาบาล, III. กระบวนการดูแลผู้ป่วย, IV. ผลการดำเนินงานขององค์กร นั้น ในที่นี้พิจารณาเฉพาะเนื้อหาตอนที่ II บทที่ 3 (จากทั้งหมด 9 บท) จะว่าด้วยเรื่องสิ่งแวดล้อมในการดูแลผู้ป่วย (ENV) จะเห็นว่าสิ่งแวดล้อมในการดูแลผู้ป่วยขยายความในส่วน II-3.1 สิ่งแวดล้อมทางกายภาพและความปลอดภัย (Physical Environment and Safety) ได้ดังนี้

ก. ความปลอดภัยและสวัสดิภาพ

ข. วัสดุและของเสียอันตราย

ค. การจัดการกับภาวะฉุกเฉิน

ง. ความปลอดภัยจากอัคคีภัย

(1) องค์กรจัดทำแผนความปลอดภัยจากอัคคีภัยและนำไปปฏิบัติ การป้องกัน/การลดความเสี่ยงจากอัคคีภัย, การตรวจจับแต่เริ่มแรกการดับเพลิงและการเคลื่อนย้าย ขนย้ายออกจากอาคารอย่างปลอดภัยเมื่อเกิดอัคคีภัยหรือภาวะฉุกเฉิน

(2) องค์กรให้ความรู้ เพื่อสร้างความตระหนักทั่วทั้งองค์กร และดำเนินการฝึกซ้อมแผนอัคคีภัยอย่างสม่ำเสมอ มีการค้นหาจุดอ่อนและโอกาสพัฒนา ประเมินความพร้อมใช้ของเครื่องมืออุปกรณ์ต่างๆ ประเมินประสิทธิผลการฝึกซ้อมเพื่อรองรับอัคคีภัย

(3) องค์การตรวจสอบ ทดสอบ บำรุง รักษาเครื่องมือต่างๆ ในการควบคุมและป้องกันอย่างสม่ำเสมอ

จากเนื้อหาข้อกำหนดของ HA จะเห็นว่ากิจกรรมการซ้อมเพื่อรองรับภาวะฉุกเฉินจากอัคคีภัยเป็นเรื่องที่มีความสำคัญสำหรับโรงพยาบาล แต่เมื่อกำหนดให้มีการซ้อมฯ ปัญหาที่พบ คือ ลักษณะผู้ใช้อาคารถ้าหากเป็นญาติผู้ป่วยซึ่งส่วนใหญ่ไม่คุ้นเคยกันสถานที่มากนัก อีกทั้งผู้ป่วยเองเป็นผู้ที่ช่วยเหลือตัวเอง

ไม่ได้เสียเป็นส่วนใหญ่ เมื่อเกิดเหตุฉุกเฉิน การอพยพไปยังที่ปลอดภัยอาจจะมีอุปสรรคจนทำให้เวลาล่าช้าได้มากกว่าลักษณะการใช้อาคารประเภทอื่นด้วย ปัญหาดังกล่าว จึงมีความสนใจในการศึกษา หาความสัมพันธ์ของเวลาที่ใช้ในการซ้อมอพยพหนีไฟกับจำนวนผู้ใช้อาคารประเภทสถานพยาบาล เพื่อวิเคราะห์ว่าเวลาที่ควรจะใช้จริงสำหรับการซ้อมอพยพหนีไฟในการเตรียมความพร้อมกรณีเกิดเหตุการณ์จริงขึ้นนั้น ควรเป็นเท่าไรเพื่อให้เกิดความปลอดภัยสูงสุด

เนื้อเรื่อง

ธนายุทธ (2556:48-51) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของเวลาที่ใช้ในการหนีไฟ ซึ่งหลายปีที่ผ่านมาวิศวกรความปลอดภัยทางด้านอัคคีภัยได้พัฒนาวิธีการคำนวณเพื่อคาดการณ์การเกิดอัคคีภัย มีนักวิจัยหลายท่านได้ศึกษาพฤติกรรมมนุษย์ว่าจะตอบสนองอย่างไรเมื่อเกิดอัคคีภัยขึ้น ซึ่งประกอบด้วย

1. เวลาที่ใช้ในการรับรู้เหตุเพลิงไหม้ (Time to notification) ในการประเมินการออกแบบทางวิศวกรรม เวลาที่ใช้ในการอพยพ จะเริ่มพิจารณาตั้งแต่การเกิดจุดติดไฟ, เวลาที่ใช้ในการรับรู้เหตุเพลิงไหม้ คือเวลาตั้งแต่เกิดการลุกติดไฟจนกระทั่งอุปกรณ์เริ่มสัญญาณ จับสัญญาณได้หรือเวลาตั้งแต่เกิดการลุกติดไฟจนกระทั้งผู้คนเริ่มรู้สึกว่าเกิดเพลิงไหม้ด้วยตนเอง ตัวบ่งว่าเกิดเพลิงไหม้ที่ผู้ใช้อาคารสามารถรับรู้ได้ เช่น การมองเห็นหรือได้กลิ่นควัน สัมผัสความร้อน การมองเห็นเปลวเพลิง เสียงกระจกแตกหรือเสียงจากสัญญาณบอกเหตุจากเครื่องจับควัน เครื่องจับความร้อนหรือจากระบบหัวกระจายน้ำอัตโนมัติ เวลาที่ใช้ในการรับรู้เหตุเพลิงไหม้ (Time to Notification) สามารสร้างรูปแบบขึ้นมาได้หรือสามารถประเมินได้จากผู้ที่มีความเชี่ยวชาญ

2. เวลาที่ใช้ในการตอบสนองต่อเหตุเพลิงไหม้ (Reaction Time) คือ เวลาที่ผู้ใช้อาคารรับรู้หรือได้ยินสัญญาณบอเหตุหรือได้เห็นเพลิงไหม้จนกระทั้งตัดสินใจอพยพหนีไฟ ยกตัวอย่างเช่น ถ้าใครคนหนึ่งนอนหลับอยู่ เมื่อมีสัญญาณเตือนจากเครื่องตรวจจับควัน เขาจะต้องใช้ระยะเวลาช่วงหนึ่งในการตื่นขึ้นมาแล้วต้องระบุว่าเสียงนั้นเป็นเสียงสัญญาณเตือนจากเครื่องตรวจจับควันและตัดสินใจอพยพหนี ปัจจุบันยังไม่มีโมเดลใดเป็นที่ยอมรับสำหรับการหาค่าเวลาที่ใช้ในการตอบสนองต่อเหตุเพลิงไหม้ เวลาที่ใช้ในการวิเคราะห์อาจได้ข้อมูลจากการสังเกต หรือจากวิจารณญาณของผู้เชี่ยวชาญ เวลาที่ใช้ในการตอบสนองต่อเหตุเพลิงไหม้ที่เหมาะสมนั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ เช่น บุคคลนั้นหลับหรือตื่นอยู่ ความสามารถในการได้ยิน ระดับสติสัมปชัญญะ อายุ และอื่น ๆ

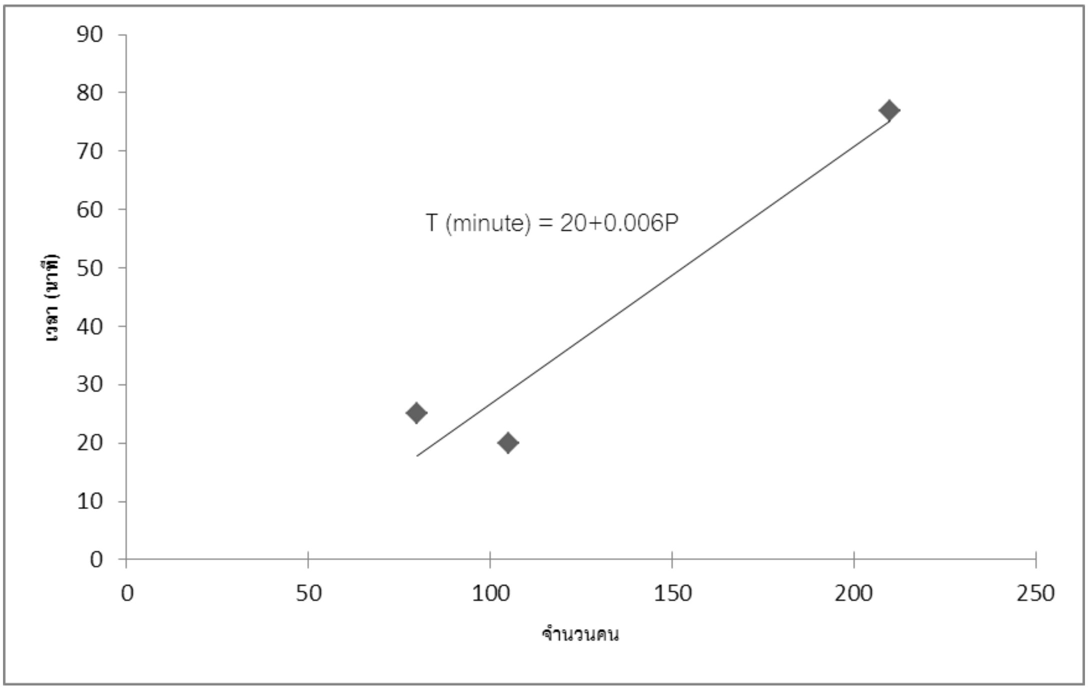
3. เวลาที่ใช้ในการเตรียมการอพยพ (Pre-evacuation Activity Time) คือ เวลาที่ใช้กับกิจกรรมหนึ่ง ๆ โดยการคำนวณเวลาจะเริ่มตั้งแต่ผู้ใช้อาคารกำลังเตรียมตัวหนีหรือกำลังเตรียมตัวหาที่ปลอดภัย กิจกรรมนี้เป็นกิจกรรมที่มีความแตกต่างกันระหว่างผู้ใช้อาคารแต่ละประเภท การคำนวณเวลาในส่วนนี้เราจะเริ่มต้นตั้งแต่ผู้ใช้อาคารตัดสินใจอพยพหนีไฟจนกระทั้งเริ่มการอพยพจริง ตัวอย่างของกิจกรรมดังกล่าวเช่น ผู้ใช้อาคารประเภทโรงแรมก่อนที่จะอพยพเขาทั้งหลายจะใช้เวลาเก็บกระเป๋าก่อน, ผู้ใช้อาคารประเภทสำนักงานจะใช้เวลาในการปิดอุปกรณ์เครื่องใช้สำนักงานหรือจัดเก็บข้อมูลต่าง ๆ ที่เปิดค้างอยู่, สำหรับผู้ใช้อาคารประเภทอุตสาหกรรมอาจจะต้องใช้เวลาส่วนหนึ่งในการหยุดการผลิตตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ ซึ่งกิจกรรมเหล่านี้เราสามารถลดหรือตัดทอนออกบางส่วนได้โดยการฝึกอบรม ปัจจุบันนี้ก็ยังไม่มีโมเดลที่ยอมรับในการหาค่าเวลาที่ใช้ในการเตรียมการอพยพ เวลาที่ใช้ในการวิเคราะห์อาจได้จากการสังเกตหรือวิจารณญาณของผู้เชี่ยวชาญ

4. เวลาที่ใช้ในการเดินทาง (Travel Time) คือ องค์ประกอบตัวสุดท้ายของการคำนวณเวลาที่ใช้ในการอพยพหนีไฟ การคำนวณเวลาเราจะเริ่มตั้งแต่เริ่มการเคลื่อนที่หนีจนกระทั่งไปสู่ที่ปลอดภัย เทคนิคของการคำนวณหรือการประเมินเวลามีหลากหลายมากมาย ให้เลือกใช้วิธีการคำนวณอย่างเรียบง่ายสามารถหาได้จาก FPE Tool ซึ่งได้มาจาก National Institute for Standards and Technology (NIST) ซึ่งสามารถคำนวณด้วยมือได้

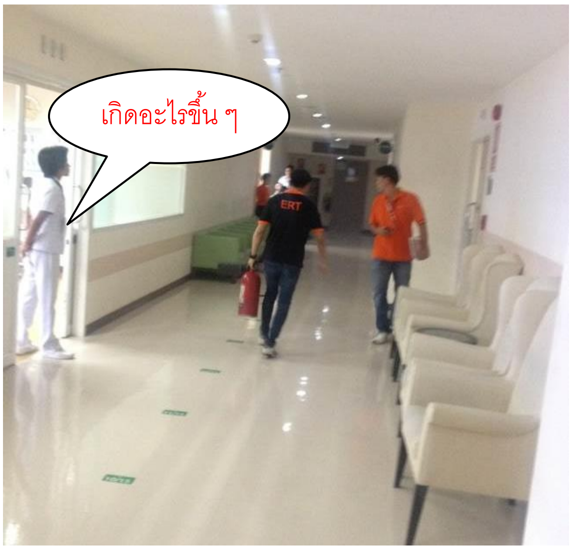
กล่าวโดยสรุป คือ เวลาที่ใช้ในการอพยพ = เวลาล่าช้า + เวลาที่ใช้ในการเดินทางหรือเคลื่อนย้าย โดยเวลาตามข้อที่ ๑-๓ เป็นเวลาล่าช้า (Delay Time) สิ่งที่สำคัญมากที่ต้องคำนึงถึงสำหรับวิศวกร คือต้องไม่ประเมินเวลาล่าช้าต่ำเกินไปซึ่งมักจะมีผลกระทบต่อเวลาที่ใช้ในการอพยพโดยรวม จากกรณีศึกษาของการฝึกอพยพหนีไฟของอพาทเหม่น (Apartment) โดยค่าเฉลี่ยแล้ว เวลาที่ใช้ในการเดินทางมีค่าน้อยกว่า 25 เปอร์เซ็นต์ ของเวลาที่ใช้ในการอพยพ แต่กรณีการอพยพหนีไฟของอาคารสำนักงาน เราพบว่าเวลาล่าช้ามีค่าน้อยมาก แต่เวลาส่วนใหญ่จะใช้ไปกับเวลาที่ใช้ในการเดินทาง ดังนั้นการคัดเลือก, การประเมินหรือการคำนวณเวลาล่าช้าจะเป็นปัจจัยสำคัญมากต่อผลที่จะได้รับ

ตารางที่ 1 ตารางสรุปผลการรวบรวมข้อมูลจำนวนคนกับเวลาที่ใช้ในการซ้อมอพยพหนีไฟ

รพ.	จำนวนคน	เวลา (นาที)			
		รับรู้เหตุเพลิงไหม้	การตอบสนองต่อเหตุเพลิงไหม้	การเตรียมการอพยพ	การเดินทาง
1	80	-		-	20
2	914	-	-	-	25
3	105	-	-	2	18
4	210	-	1	67	9
5	80	-	-	9	25

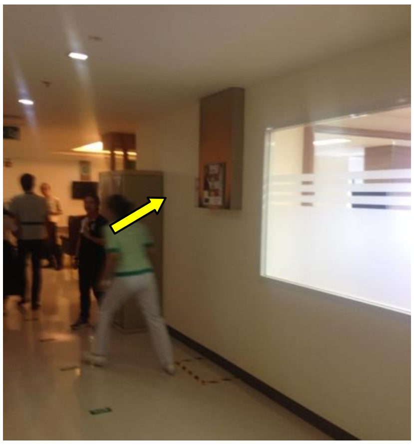


รูปที่ 1 สมการเชิงเส้นของความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับจำนวนคน



รูปที่ 2 ตัวอย่างการตอบสนองต่อเหตุเพลิงไหม้

(ก)



(ข)

รูปที่ 3 ตัวอย่างการเตรียมการอพยพ (ก) จากจุดเกิดเหตุมายังพื้นที่หลบภัย (ข) ปิดระบบท่อก๊าซออกซิเจน

รูปที่ 4 ตัวอย่างการเดินทางในช่องบันไดหนีไฟ

ส่วนสรุป

จากการวิจัยในครั้งนี้สามารถสรุปได้ว่า เวลาที่ใช้ในการอพยพหนีไฟขั้นต่ำสำหรับสถานพยาบาลที่มีมาตรฐานเส้นทางหนีไฟตามมาตรฐานที่สากลยอมรับในความสูงอาคารระหว่าง 9 ถึง 23 ชั้น มีความ สัมพันธ์กับจำนวนผู้ใช้อาคาร ดังนี้

$$t = 20 + 0.006P \qquad (1)$$

เมื่อ t = เวลา (นาที)

P = จำนวนผู้ใช้อาคารทั้งหมดในสถานพยาบาล

ผลการวิจัยสามารถใช้เป็นมาตรฐานเวลาขั้นต่ำเพื่อใช้ในการซ้อมอพยพหนีไฟในสถานพยาบาลต่อไป

เอกสารอ้างอิง

กฎกระทรวงกำหนดมาตรฐานในการบริหาร จัดการและดำเนินการด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงานเกี่ยวกับการป้องกันและระงับอัคคีภัย พ.ศ. 2555 (ราช

กิจจานุเบกษา เล่มที่ 130 ตอนที่ 2 ก, 2556, หน้าที่ 26.

กฎกระทรวงฉบับที่ 33 หมวดที่ 20ข้อที่ 22, ราชกิจจานุเบกษา เล่มที่ 109 ตอนที่ 11, 2535, หน้าที่ 16.

กองตรวจความปลอดภัย กรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน. ม.ป.ป.. **ตัวอย่างแนวทางการจัดทำแผนป้องกันและระงับอัคคีภัย**. ม.ป.ท.

โรงพยาบาลหัวหิน กระทรวงสาธารณสุข, **คู่มือระห่ำ สู้ไฟนรก**, พิมพ์ครั้งที่ 1, 2552, หน้าที่ 24-26.

โรงพยาบาลราชพิพัฒน์ สำนักการแพทย์, **เอกสารประกอบการอบรมโครงการเชิงปฏิบัติการดับเพลิงและอพยพหนีไฟ**, 2559, หน้าที่ 4.

นายสมเจน ชูทอง. 2559. **ฝึกซ้อมดับเพลิงและฝึกซ้อมอพยพหนีไฟ.** (Power Point). สำนักป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย กรุงเทพมหานครฯ.

นายธนายุทธ สิรินุตานนท์. **2556. การวิเคราะห์เส้นทางหนีไฟและการคำนวณระยะเวลาอพยพหนีไฟโดยวิธี Hydraulic Flow Calculations กรณี ศึกษา: อาคารสูงและขนาดใหญ่พิเศษ.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์.

นิรนาม. ม.ป.ป. **Chapter 3 การพยากรณ์ Forcasting).**http://www.stech.ac.th/blogs/0398/wp-content/uploads/2010/07/3_Forecasting.pdf , สืบค้นเมื่อ 4 เมษายน 2559.

สำนักเทคโนโลยีความปลอดภัย กรมโรงงานอุตสาหกรรม. 2552. **คู่มือการปฏิบัติตามกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง การป้องกันและระงับอัคคีภัยในโรงงาน พ.ศ. 2552.** หน้า 58-59.

สมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย. **มาตรฐานการป้องกันและระงับอัคคีภัย**. หน้า 125-129 พ.ศ. 2551.

วิธีการวางแผนฉุกเฉินและการปฏิบัติการตามแผนสำหรับผู้ดูแลอาคาร. (Power Point). ไม่ปรากฏเลขหน้า. 2552.

NFPA 101 **Life Safety Code**, p. 199, 2014.

โครงการควบคุมกำกับมาตรฐานสถานบริการสุขภาพด้านวิศวกรรมการแพทย์

ภิญโญ รัตนตรัย และ เสรี ภวภูตานนท์
กองวิศวกรรมการแพทย์ กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ กระทรวงสาธารณสุข

ความสำคัญของโครงการ/หลักการและเหตุผล

ตามที่กองวิศวกรรมการแพทย์ กรมสนับสนุนบริการสุขภาพมีหน้าที่พัฒนา สนับสนุนงานด้านวิศวกรรมการแพทย์ให้กับสถานบริการสุขภาพทั่วประเทศ และสิ่งหนึ่งในขบวนการคุณภาพที่ต้องดำเนินการควบคู่ไปกับการปฏิบัติงานได้แก่ การติดตามคุณภาพ ซึ่งเป็นการตรวจติดตาม การปฏิบัติงานโดยรวบรวมข้อมูลที่ปรากฏจริงเกี่ยวกับเป้าหมาย การวางแผนการดำเนินงาน ผลลัพธ์ ผลกระทบที่เกิดขึ้นเพื่อบ่งบอกสถานการณ์ แล้วนำข้อมูลที่ได้นั้นมาใช้ในการแก้ไขปรับปรุงวิธีการปฏิบัติงาน อย่างมีประสิทธิภาพและการประเมินผลคุณภาพการปฏิบัติงาน

เพื่อให้การทดสอบ สอบเทียบเครื่องมือแพทย์ มีคุณภาพเป็นไปตามแผนอย่างมีประสิทธิภาพ และประสิทธิผลเกิดประโยชน์แก่สถานบริการสุขภาพสูงสุด จึงเห็นควรจัดทำการติดตามคุณภาพเครื่องมือมาตรฐานที่ใช้ในการทดสอบสอบเทียบเครื่องมือวัดทางการแพทย์

วัตถุประสงค์

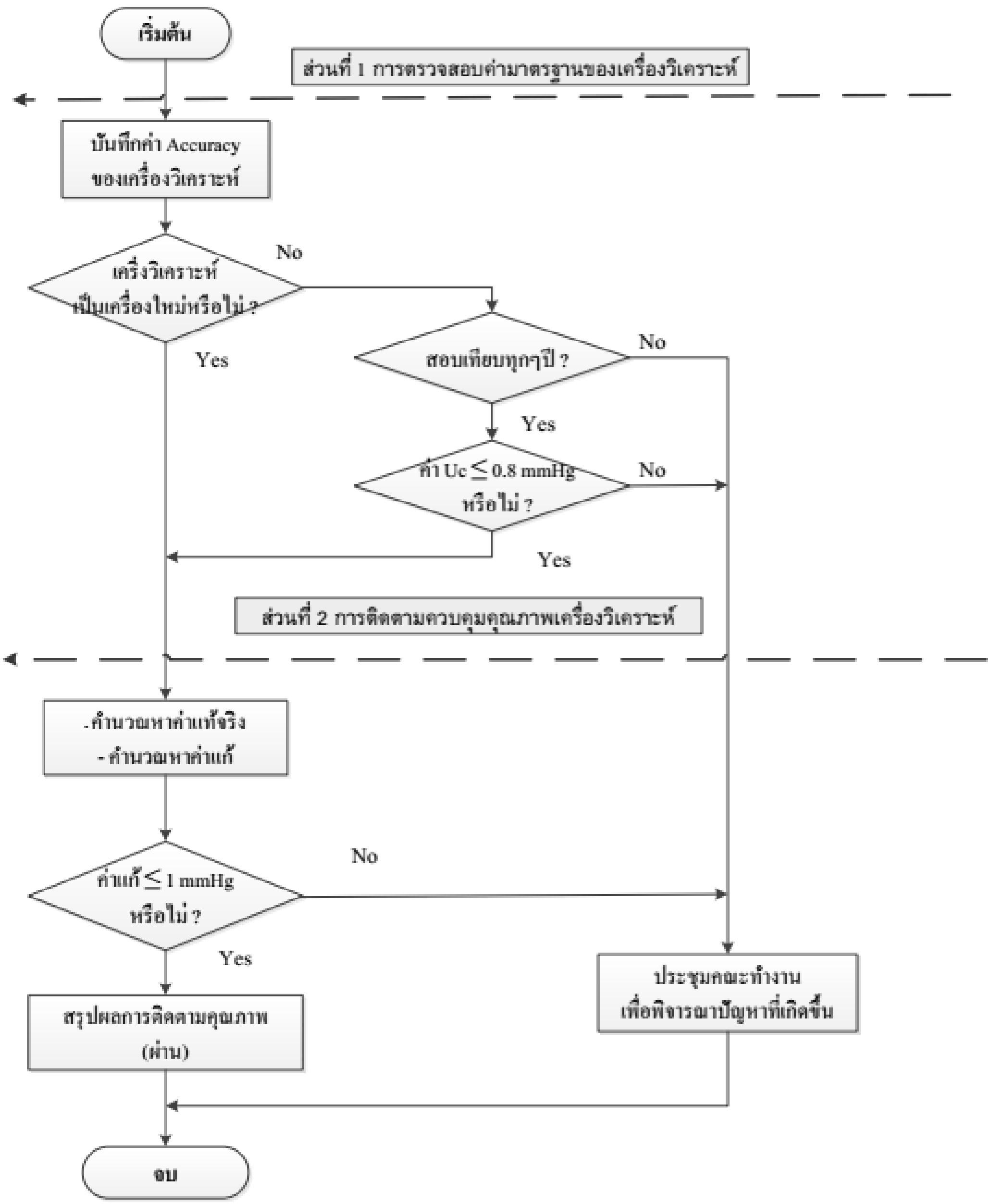
1. เพื่อเปรียบเทียบค่าเครื่องมือมาตรฐาน หลังจากได้รับการสอบเทียบในขณะที่อยู่ในช่วงระหว่างเวลาการใช้งาน จำนวน 5 รายการ ได้แก่
   ก. เครื่องมือวิเคราะห์เครื่องให้สารละลายทางหลอดเลือดดำ
   ข. เครื่องมือวิเคราะห์เครื่องกระตุกหัวใจ
   ค. เครื่องมือวัดอุณหภูมิ
   ง. เครื่องวัดแรงดัน
   จ. เครื่องมือวัดแรงดึง
2. จัดเก็บข้อมูลค่าการวัดจากเครื่องมือแพทย์ที่ได้รับการทดสอบ สอบเทียบ จากเครื่องมือมาตรฐานที่ได้รับการสอบเทียบจากห้องปฏิบัติการกองวิศวกรรมการแพทย์
3. ประเมินผลที่ได้เพื่อนำมาพัฒนาการควบคุมคุณภาพเครื่องมือมาตรฐานที่ใช้ในการทดสอบ สอบเทียบเครื่องมือแพทย์

ขอบเขตของโครงการ/พื้นที่เป้าหมาย/กลุ่มหมาย

ทดสอบคุณภาพเครื่องมือมาตรฐานของสำนักงานสนับสนุนบริการสุขภาพเขต 1-12 ที่ใช้ในการทดสอบ สอบเทียบเครื่องมือแพทย์ และจัดเก็บข้อมูลค่าการวัดจากเครื่องมือแพทย์ พื้นที่รับผิดชอบของสำนักงานสนับสนุนบริการสุขภาพเขต 1-12

1. เครื่องวิเคราะห์แรงดัน

การติดตามควบคุมคุณภาพเครื่องวิเคราะห์เครื่องวัดความดันโลหิต



รูปที่ 1 Flowchart แสดงการทำงานของการติดตามควบคุมคุณภาพเครื่องวิเคราะห์เครื่องวัดความดันโลหิต

การติดตามควบคุมคุณภาพเครื่องวิเคราะห์เครื่องวัดความดันโลหิต แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

- ส่วนที่ 1 การตรวจสอบค่ามาตรฐานของเครื่องวิเคราะห์ฯ
- ส่วนที่ 2 การติดตามควบคุมคุณภาพของเครื่องวิเคราะห์ฯ ของงานควบคุมคุณภาพ กลุ่มควบคุมกำกับมาตรฐาน กองวิศวกรรมการแพทย์

ส่วนที่ 1 การตรวจสอบค่ามาตรฐานของเครื่องวิเคราะห์เครื่องวัดความดันโลหิต

เป็นการตรวจสอบค่าความถูกต้อง (Accuracy) หรือค่าความไม่แน่นอน (Uncertainty) ที่ใช้ในการพิจารณาคุณสมบัติของเครื่องวิเคราะห์เครื่องวัดความดันโลหิต ที่จะนำไปทดสอบเครื่องวัดทางการแพทย์ต้องมีค่าเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานการทดสอบกำหนด

- ถ้าเครื่องวิเคราะห์เครื่องวัดความดันโลหิตเป็นเครื่องใหม่ เราต้องเลือกใช้ค่าความถูกต้อง (Accuracy) ของเครื่องวิเคราะห์ความดันโลหิตโดยการพิจารณาค่า Accuracy ต้องมีค่าน้อยกว่า 0.8 มิลลิเมตรปรอท

Specifications

Accuracy is specified for 1 year after calibration at operating temperatures of −10 °C to + 55 °C.

Pressure Display, Pressure Sensor Input

Range	Accuracy
717 30G: −12 to 30 psi (−82.7 to 206.84 kPa)	± 0.05 % of range
717 100G: −12 to 100 psi (−82.7 to 689.5 kPa)	
717 30G Maximum nondestructive pressure: To 3 times top of range (90 psi, 620 kPa, 6.2 bar). **717 100G Maximum nondestructive pressure:** To 2 times top of range (200 psi, 1379 kPa, 13.8 bar).	
Temperature coefficient: 0.01 % of range per °C for temperature ranges of between −10 °C to 18 °C and 28 °C to 55 °C.	

รูปที่ 2 แสดงค่าความถูกต้อง (Accuracy) ของเครื่องวิเคราะห์ฯ ยี่ห้อ Fluke รุ่น 717100G

- ถ้าเครื่องวิเคราะห์เครื่องวัดความดันโลหิตเป็นเครื่องที่ใช้งานแล้ว เราต้องเลือกใช้ค่าความไม่แน่นอน (Uncertainty) แทนค่าความถูกต้องในการพิจารณาค่า Uncertainty ต้องมีค่าน้อยกว่า 0.8 มิลลิเมตรปรอท

ค่าความไม่แน่นอน

ต้อง < ๐.๘ mmHg

MEASUREMENT RESULTS

STD Setting mmHg	UUC Up mmHg	UUC Down mmHg	Mean Value mmHg	Mean Correct mmHg	UC mmHg
-500	-499.6	-499.4	-499.5	-0.5	0.2
-400	-399.7	-399.4	-399.6	-0.5	0.2
-300	-299.8	-299.4	-299.6	-0.4	0.3
-200	-199.8	-199.4	-199.6	-0.4	0.3
-100	-99.8	-99.4	-99.6	-0.4	0.3
0	0.0	0.4	0.2	-0.2	0.3
100	100.1	100.4	100.3	-0.3	0.2
200	200.1	200.4	200.3	-0.3	0.2
300	300.1	300.3	300.2	-0.2	0.2
400	400.1	400.3	400.2	-0.2	0.2
500	500.0	500.3	500.2	-0.1	0.2
1000	999.9	1000.0	1000.0	0.0	0.2

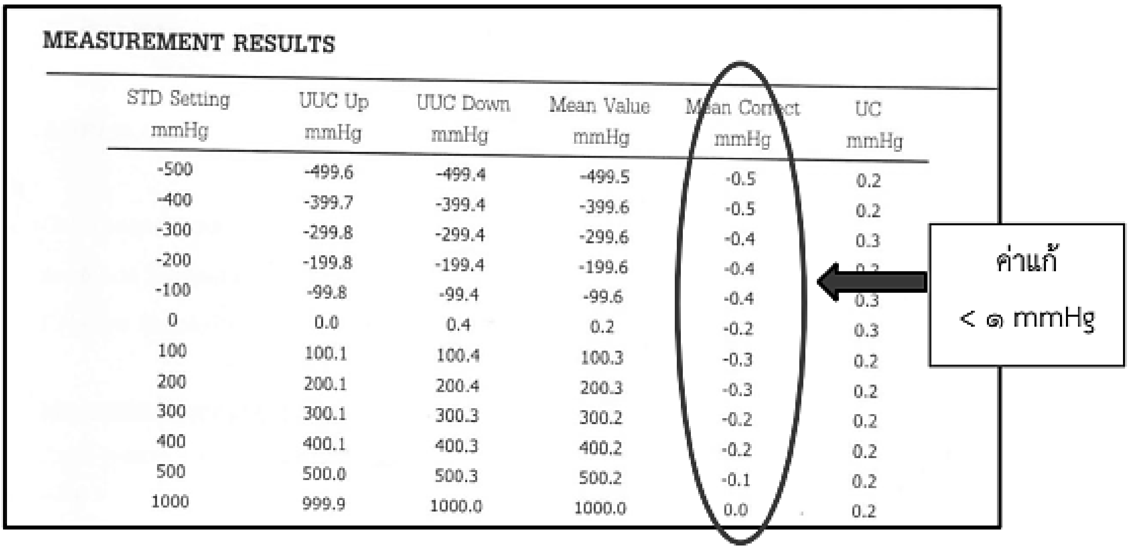
รูปที่ 3 แสดงค่าความไม่แน่นอน (Uncertainty) ในรายงานผลการสอบเทียบของเครื่องวิเคราะห์เครื่องวัดควมดันโลหิต (ที่ใช้งานแล้ว)

หากเครื่องวิเคราะห์เครื่องวัดความดันโลหิตมีค่าไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่มาตรฐานกำหนด ห้ามนำเครื่องวิเคราะห์เครื่องวัดความดันโลหิตไปใช้งานอย่างเด็ดขาด

การตรวจสอบใบรายงานผลการสอบเทียบของเครื่องวิเคราะห์เครื่องวัดความดันโลหิตนั้นถือเป็นการติดตามควบคุมคุณภาพของเครื่องวิเคราะห์อย่างหนึ่ง โดยพิจารณาว่าเครื่องวิเคราะห์เครื่องวัดความดันโลหิตมีรายงานผลการสอบเทียบทุกๆปี หรือไม่

ส่วนที่ 2 การติดตามควบคุมคุณภาพของวิเคราะห์

การติดตามควบคุมคุณภาพของเครื่องวิเคราะห์เป็นวิธีการใหม่ที่ได้คิดค้นขึ้น เพื่อใช้ในการติดตามควบคุมคุณภาพของเครื่องวิเคราะห์ของสำนักงานสนับสนุนบริการสุขภาพ เขต 1 – 12 (อยู่ระหว่างการทดลองใช้งาน) โดยพิจารณาจากค่าแก้ของเครื่องวิเคราะห์ที่ได้จากรายงานผลการสอบเทียบ


MEASUREMENT RESULTS

STD Setting mmHg	UUC Up mmHg	UUC Down mmHg	Mean Value mmHg	Mean Correct mmHg	UC mmHg
-500	-499.6	-499.4	-499.5	-0.5	0.2
-400	-399.7	-399.4	-399.6	-0.5	0.2
-300	-299.8	-299.4	-299.6	-0.4	0.3
-200	-199.8	-199.4	-199.6	-0.4	[illegible]
-100	-99.8	-99.4	-99.6	-0.4	0.3
0	0.0	0.4	0.2	-0.2	0.3
100	100.1	100.4	100.3	-0.3	0.2
200	200.1	200.4	200.3	-0.3	0.2
300	300.1	300.3	300.2	-0.2	0.2
400	400.1	400.3	400.2	-0.2	0.2
500	500.0	500.3	500.2	-0.1	0.2
1000	999.9	1000.0	1000.0	0.0	0.2

รูปที่ 4 ตัวอย่างการนำค่าแก้ในรายงานผลการสอบเทียบของเครื่องวิเคราะห์เครื่องวัดความดันโลหิตมาใช้ในการติดตามควบคุมคุณภาพ

การติดตามควบคุมคุณภาพของวิเคราะห์เครื่องวัดความดันโลหิต มีขั้นตอนดังนี้

1. การคำนวณหาค่าแท้จริงในการวัด

ค่าแท้จริง = เครื่องวิเคราะห์ A วัดได้ + ค่าแก้ (A) = เครื่องวิเคราะห์ B วัดได้+ ค่าแก้ (B) = ...

ในการคำนวณหาค่าแท้จริง เราจะนำค่าแก้ที่ได้จากเครื่องวิเคราะห์ของกองวิศวกรรมการแพทย์มาใช้คำนวณหาค่าแท้จริง

2. คำนวณหาค่าแก้ของเครื่องวิเคราะห์ของสบส. เขต

ค่าแก้ของเครื่องวิเคราะห์ของสบส.เขต = ค่าแท้จริง–ค่าที่วัดได้ของเครื่องวิเคราะห์ของสบส.ขต

3. เปรียบเทียบค่าแก้ที่คำนวณได้กับค่าแก้ที่ได้จากผลการสอบเทียบครั้งล่าสุด และพิจารณาค่าแก้ (ทั้ง 2 ค่า) กับเกณฑ์ที่ยอมรับได้

เปรียบเทียบค่าแก้ที่ได้จากการคำนวณได้กับค่าแก้ที่ได้จากผลการสอบเทียบครั้งล่าสุด โดยพิจารณาว่ามีค่าใกล้เคียงกันหรือแตกต่างกันอย่างไร เพื่อใช้ในการประเมินวิธีการติดตามควบคุมคุณภาพที่คิดขึ้นมาใหม่

การพิจารณาเกณฑ์ที่ยอมรับได้ มีวิธีการดังนี้ จากมาตรฐานกำหนด

เครื่องวัดความดันโลหิตสำหรับเครื่องใหม่ เกณฑ์มาตรฐาน ± 3 mmHg
เครื่องวัดความดันโลหิตสำหรับเครื่องที่ใช้งานแล้ว เกณฑ์มาตรฐาน ± 4 mmHg
เครื่องวิเคราะห์สำหรับเครื่องใหม่ค่าความถูกต้อง(Accuracy) เกณฑ์มาตรฐาน <±0.8 mmHg
เครื่องวิเคราะห์ สำหรับเครื่องใช้งานแล้ว ค่าความไม่แน่นอนเกณฑ์มาตรฐาน <± 0.8 mmHg
เครื่องวิเคราะห์ต้องมีความถูกต้องสูงกว่าเครื่องวัดทางการแพทย์ 3 – 10 เท่า

แนวคิด

เครื่องวิเคราะห์มีความถูกต้องสูงกว่าเครื่องวัดความดันโลหิต (สำหรับเครื่องใหม่) = 3/0.8
เครื่องวิเคราะห์มีความถูกต้องสูงกว่าเครื่องวัดความดันโลหิต (สำหรับเครื่องใหม่) = 3.75 เท่า
เครื่องวิเคราะห์มีความถูกต้องสูงกว่าเครื่องวัดความดันโลหิต (สำหรับเครื่องใช้งานแล้ว) =4/0.8
เครื่องวิเคราะห์มีความถูกต้องสูงกว่าเครื่องวัดความดันโลหิต (สำหรับเครื่องใช้งานแล้ว =5 เท่า

ดังนั้น เครื่องวิเคราะห์มีความถูกต้องสูงกว่าเครื่องวัดความดันโลหิต (เครื่องใหม่) =3.75 เท่า
เครื่องวิเคราะห์มีความถูกต้องสูงกว่าเครื่องวัดความดันโลหิต (เครื่องใช้งานแล้ว) =5 เท่า

การพิจารณาเกณฑ์ที่ยอมรับของการติดตามควบคุมคุณภาพ

ถ้ากำหนดให้ เครื่องวิเคราะห์มีค่าแก้ <±1 mmHg หรือ <±1.3 mmHg
เครื่องวิเคราะห์มีค่าแก้สูงกว่าเครื่องวัดความดันโลหิต (สำหรับเครื่องใหม่) = 3/1
เครื่องวิเคราะห์มีค่าแก้สูงกว่าเครื่องวัดความดันโลหิต (สำหรับเครื่องใหม่) = 3 เท่า

เครื่องวิเคราะห์มีค่าแก้สูงกว่าเครื่องวัดความดันโลหิต (สำหรับเครื่องใช้งานแล้ว) = 4/1
เครื่องวิเคราะห์มีค่าแก้สูงกว่าเครื่องวัดความดันโลหิต (สำหรับเครื่องใช้งานแล้ว) = 4 เท่า

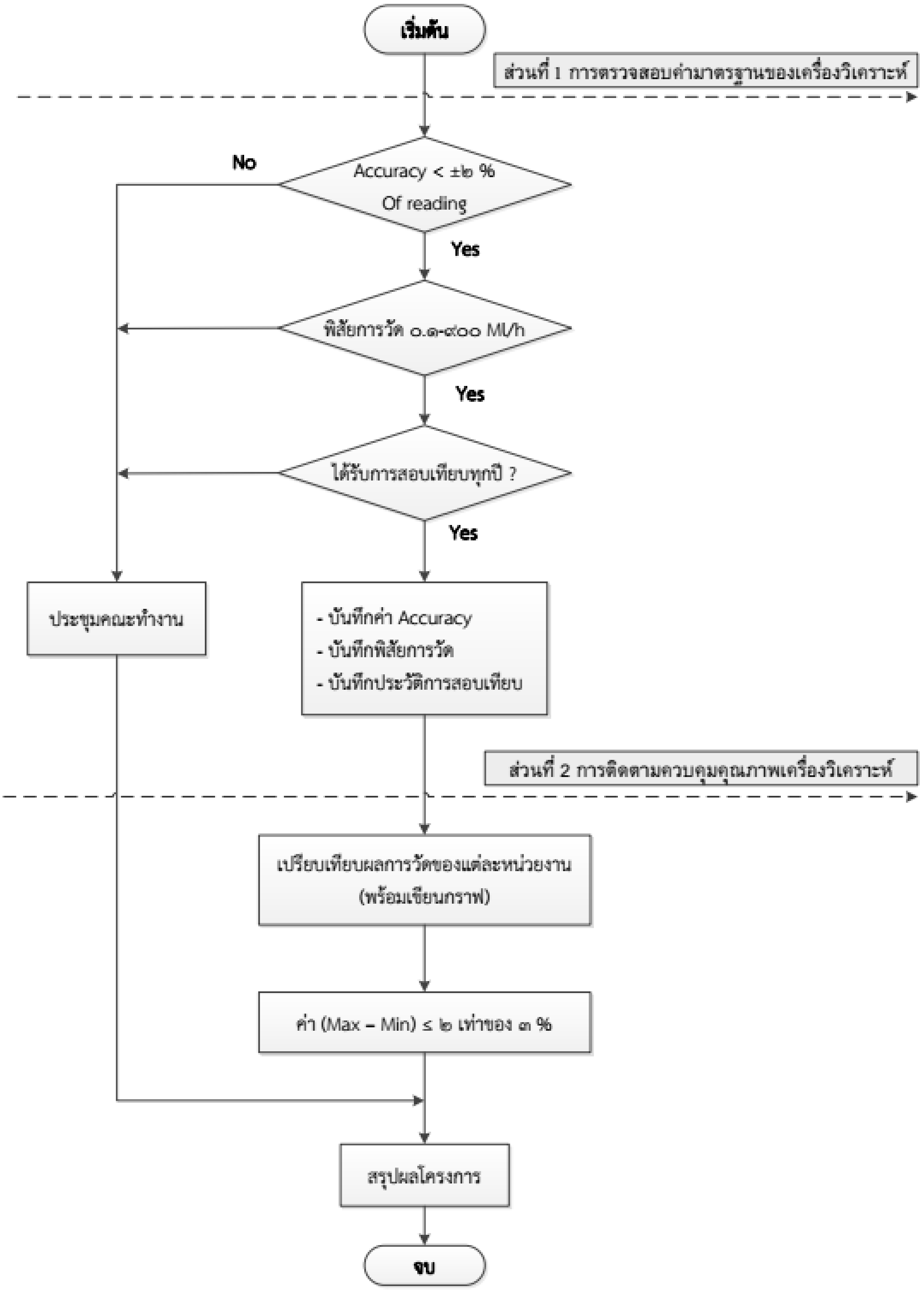
เครื่องวิเคราะห์มีค่าแก้สูงกว่าเครื่องวัดความดันโลหิต (สำหรับเครื่องใช้งานแล้ว) = 4/1.3
เครื่องวิเคราะห์มีค่าแก้สูงกว่าเครื่องวัดความดันโลหิต (สำหรับเครื่องใช้งานแล้ว) = 3 เท่า

ดังนั้น เกณฑ์การยอมรับของงานควบคุมคุณภาพที่กำหนดให้เครื่องวิเคราะห์เครื่องวัดความดันโลหิต
มีค่าแก้ ≤ ±1 mmHg สามารถใช้ได้

เกณฑ์การยอมรับเครื่องวิเคราะห์เครื่องวัดความดันโลหิต เราสามารถขยายเกณฑ์การยอมรับสูงสุดของค่าแก้ <±1.3 mmHg

2. เครื่องวิเคราะห์เครื่องควบคุมให้สารละลายทางหลอดเลือดดำ

การติดตามควบคุมคุณภาพเครื่องวิเคราะห์เครื่องควบคุมการให้สารละลายทางหลอดเลือดดำ



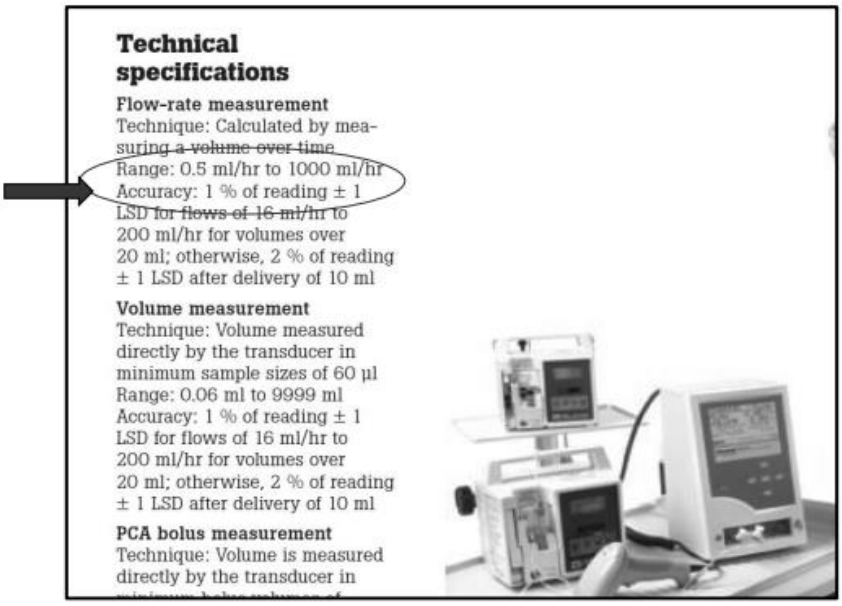
รูปที่ 5 Flowchart แสดงการทำงานของการติดตามควบคุมคุณภาพเครื่องวิเคราะห์
เครื่องควบคุมการให้สารละลายทางหลอดเลือดดำ

การติดตามควบคุมคุณภาพเครื่องวิเคราะห์เครื่องควบคุมการให้สารละลายทางหลอดเลือดดำ สามารถแบ่งออกเป็น 2 ส่วน

- ส่วนที่ 1 การตรวจสอบค่ามาตรฐานของเครื่องวิเคราะห์
- ส่วนที่ 2 การติดตามควบคุมคุณภาพของเครื่องวิเคราะห์เครื่องควบคุมการให้สารละลายทางหลอดเลือดดำ ของงานควบคุมคุณภาพ กลุ่มควบคุมกำกับมาตรฐานวิศวกรรม กองวิศวกรรมการแพทย์

ส่วนที่ 1 การตรวจสอบค่ามาตรฐานของเครื่องวิเคราะห์เครื่องวัดความดันโลหิต

- ตรวจสอบค่าความถูกต้อง (Accuracy) ของเครื่องวิเคราะห์เครื่องควบคุมการให้สารละลายทางหลอดเลือดดำ ต้องมีค่า ≤ ± 2% of reading
- ตรวจสอบพิสัยการวัด ของเครื่องวิเคราะห์เครื่องควบคุมการให้สารละลายทางหลอดเลือดดำ ต้องมีค่า 0.1 – 900 ml/h
- ตรวจสอบเครื่องวิเคราะห์เครื่องควบคุมการให้สารละลายทางหลอดเลือดดำต้องมีได้รับการสอบเทียบทุกๆ ปี
- ทำการบันทึกค่าความถูกต้อง (Accuracy) บันทึกค่าพิสัยการวัดของเครื่องวิเคราะห์ และบันทึกผลการสอบเทียบ



รูปที่ 6 แสดงคุณลักษณะของเครื่องวิเคราะห์ฯ ยี่ห้อ Fluke รุ่น IDA 4 Plus

หากผลการตรวจสอบในส่วนที่ 1 การตรวจสอบค่ามาตรฐานของเครื่องวิเคราะห์ไม่เป็นไปตามข้อกำหนดต้องประชุมคณะทำงานควบคุมคุณภาพ

ส่วนที่ 2 การติดตามควบคุมคุณภาพของเครื่องวิเคราะห์

การติดตามควบคุมคุณภาพของเครื่องวิเคราะห์เครื่องควบคุมการให้สารละลายทางหลอดเลือดดำเนื่องจากผลการสอบเทียบของเครื่องวิเคราะห์ฯ ไม่ได้รับการสอบเทียบที่Rang 50 ml/h ดังนั้นการคำนวณหาค่าแท้จริงจึงไม่สามารถทำได้

การควบคุมคุณภาพเครื่องวิเคราะห์เครื่องควบคุมการให้สารละลายทางหลอดเลือดดำ

1. นำผลการวัดที่ได้จากเครื่องวิเคราะห์ฯ ของหน่วยงานต่างๆ มาเปรียบเทียบจากการPlot Graph โดยสังเกตพฤติกรรมการกระจายตัวของกราฟว่ามีลักษณะเกาะกลุ่ม หรือกระจายตัวของกราฟอย่างไร

2. นำค่าสูงสุด (Maximum Value) – ค่าต่ำสุด (Minimum Value) มาเปรียบเทียบกับค่าความถูกต้อง (Accuracy)

การพิจารณาเกณฑ์ที่ยอมรับได้ มีวิธีการดังนี้ จากมาตรฐานกำหนด

เครื่องInfusion Pump สำหรับเครื่องใหม่ เกณฑ์มาตรฐาน ≤±5 % of reading

เครื่อง Infusion Pump สำหรับเครื่องที่ใช้งานแล้ว เกณฑ์มาตรฐาน ≤±10 % of reading

เครื่องวิเคราะห์ฯค่าความถูกต้อง(Accuracy) เกณฑ์มาตรฐาน <±2 % of reading

เครื่องวิเคราะห์ต้องมีความถูกต้องสูงกว่าเครื่องวัดทางการแพทย์ 3 – 10 เท่า

แนวคิด

เครื่องวิเคราะห์ฯมีความถูกต้องสูงกว่าเครื่องInfusion Pump (เครื่องใหม่) = 5/2

เครื่องวิเคราะห์ฯมีความถูกต้องสูงกว่าเครื่องInfusion Pump (เครื่องใหม่) = 2.5 เท่

เครื่องวิเคราะห์ฯมีความถูกต้องสูงกว่าเครื่องInfusion Pump (เครื่องใช้งานแล้ว) = 10/2

เครื่องวิเคราะห์ฯมีความถูกต้องสูงกว่าเครื่อง Infusion Pump (เครื่องใช้งานแล้ว) = 5 เท่า

ดังนั้น เครื่องวิเคราะห์ฯมีความถูกต้องสูงกว่าเครื่องInfusion Pump (เครื่องใหม่) = 2.5 เท่า

เครื่องวิเคราะห์ฯมีความถูกต้องสูงกว่าเครื่องInfusion Pump (เครื่องใช้งานแล้ว) = 5 เท่า

การพิจารณาเกณฑ์ที่ยอมรับของการติดตามควบคุมคุณภาพ

ถ้ากำหนดให้ เครื่องวิเคราะห์ฯมีค่าความถูกต้อง ≤± 3 % of reading

เครื่องวิเคราะห์ฯมีความถูกต้องสูงกว่าเครื่อง Infusion Pump (เครื่องใช้งานแล้ว) = 10/3

เครื่องวิเคราะห์ฯมีความถูกต้องสูงกว่าเครื่อง Infusion Pump (เครื่องใช้งานแล้ว) = 3.3 เท่า

ดังนั้น เกณฑ์ยอมรับของงานควบคุมคุณภาพที่กำหนดให้ค่าความถูกต้อง ≤±3 % of reading สามารถใช้ได้

ค่าสูงสุด(Maximum Value) – ค่าต่ำสุด(Minimum Value) ≤ 2 เท่าของค่าความถูกต้อง(Accuracy)

ตัวอย่าง : จากเกณฑ์ยอมรับงานควบคุมคุณภาพของเครื่องวิเคราะห์เครื่องควบคุมการให้สารละลายทางหลอดเลือดดำได้กำหนดให้ค่าความถูกต้อง(Accuracy) ≤± 3 % of reading

ดังนั้น = ค่า (Max – Min) ≤ 2 เท่าของ 3 % of reading

= ค่า (Max – Min) ≤ (2 x 3 %)

= ค่า (Max – Min) ≤ 6 %

ถ้าเราทำการทดสอบเครื่องวิเคราะห์ฯ ที่ Rang 50 ml/h

คำนวณค่า 6% ของ 50 ml/h จะได้ = ((50 ml/h) x 6) /100

คำนวณค่า 6 % ของ 50 ml/h จะได้ = 3 ml/h

<u>พิจารณาที่ Rang 50 ml/h</u>

ค่า (Max – Min) ≤ 2 เท่าของค่าความถูกต้อง

ค่า (Max – Min) ≤ 2 เท่าของ 3 % of reading

ค่า (Max – Min) ≤ 6 %

ค่า (Max – Min) ≤3 ml/h

<u>หมายเหตุ</u> สำหรับเกณฑ์การยอมรับเครื่องวิเคราะห์เครื่องควบคุมการให้สารละลายทางหลอดเลือดดำ 3.3 % of reading

3. เครื่องวิเคราะห์เครื่องกระตุกหัวใจ

การติดตามควบคุมคุณภาพเครื่องวิเคราะห์เครื่องกระตุกหัวใจ

รูปที่ 7 Flowchart แสดง**การติดตามควบคุมคุณภาพเครื่องวิเคราะห์เครื่องกระตุกหัวใจ**

การติดตามควบคุมคุณภาพเครื่องวิเคราะห์เครื่องกระตุกหัวใจ สามารถแบ่งออกเป็น 2 ส่วน

- ส่วนที่ 1 การตรวจสอบค่ามาตรฐานของเครื่องวิเคราะห์ฯ
- ส่วนที่ 2 การติดตามควบคุมคุณภาพของเครื่องวิเคราะห์เครื่องกระตุกหัวใจ ของงานควบคุมคุณภาพ กลุ่มควบคุมกำกับมาตรฐานวิศวกรรม กองวิศวกรรมการแพทย์

ส่วนที่ 1 การตรวจสอบค่ามาตรฐานของเครื่องวิเคราะห์ฯ

- ตรวจสอบเครื่องวิเคราะห์เครื่องกระตุกหัวใจต้องได้รับการสอบเทียบทุกๆ ปีและทำการบันทึกผลการตรวจ

<u>หมายเหตุ</u> คู่มือการทดสอบเครื่องมือวัดทางการแพทย์ ไม่ได้ระบุคุณสมบัติของเครื่องวิเคราะห์เครื่องกระตุกหัวใจ และปัจจุบันอยู่ระหว่างดำเนินการออกข้อกำหนดคุณลักษณะของเครื่องวิเคราะห์เครื่องกระตุกหัวใจ

ส่วนที่ 2 การติดตามควบคุมคุณภาพของเครื่องวิเคราะห์

การติดตามควบคุมคุณภาพของเครื่องวิเคราะห์เครื่องกระตุกหัวใจ เนื่องจากผลการสอบเทียบเครื่องวิเคราะห์ฯ ของกองวิศวกรรมการแพทย์ซึ่งใช้เป็นเครื่องเปรียบเทียบผลการวัดกับหน่วยงานต่างๆ ไม่ได้รับการรายงานผลในหน่วยของจูน (June) ทำให้ไม่สามารถคำนวณหาค่าแท้จริงได้ ดังนั้นเราจึงต้องนำผลการวัดมาเปรียบเทียบด้วยวิธีการ Plot กราฟ สังเกตจากพฤติกรรมของกราฟมีลักษณะกระจายตัวหรือเกาะกลุ่มกันอย่างไร โดยนำค่าสูงสุด (Maximum) และค่าต่ำสุด (Minimum) มาพิจารณากับเกณฑ์การยอมรับ มีวิธีการดังนี้

การควบคุมคุณภาพเครื่องวิเคราะห์เครื่องกระตุกหัวใจ

1. นำผลการวัดที่ได้จากเครื่องวิเคราะห์ฯ ของหน่วยงานต่างๆ มาเปรียบเทียบจากการ Plot Graph โดยสังเกตจากพฤติกรรมของกราฟว่ามีลักษณะกระจายตัว หรือเกาะกลุ่มกันของกราฟอย่างไร
2. นำค่าสูงสุด (Maximum Value) – ค่าต่ำสุด (Minimum Value) มาเปรียบเทียบกับค่าความถูกต้อง (Accuracy)

การพิจารณาเกณฑ์ที่ยอมรับได้ มีวิธีการดังนี้จากมาตรฐานกำหนด

เครื่องกระตุกหัวใจ สำหรับเครื่องที่ใช้งานแล้ว เกณฑ์มาตรฐาน ≤± 15 %

เครื่องวิเคราะห์ฯ ค่าความถูกต้อง(Accuracy) อยู่ระหว่างดำเนินการกำหนดเกณฑ์มาตรฐาน

เครื่องวิเคราะห์ต้องมีความถูกต้องสูงกว่าเครื่องวัดทางการแพทย์ 3 – 10 เท่า

การพิจารณาเกณฑ์ที่ยอมรับของการติดตามควบคุมคุณภาพ

ถ้ากำหนดให้ เครื่องวิเคราะห์ฯมีค่าความถูกต้อง ≤± 5 %

เครื่องวิเคราะห์ฯมีความถูกต้องสูงกว่าเครื่องกระตุกหัวใจ(เครื่องใช้งานแล้ว) = 15/5

เครื่องวิเคราะห์ฯมีความถูกต้องสูงกว่าเครื่องกระตุกหัวใจ (เครื่องใช้งานแล้ว) = 3 เท่า

ดังนั้น เกณฑ์ยอมรับของงานควบคุมคุณภาพที่กำหนดให้เครื่องวิเคราะห์เครื่องกระตุกหัวใจ มีค่าความถูกต้อง (Accuracy) ≤± 5 % สามารถใช้ได้

ค่าสูงสุด(Maximum Value)–ค่าต่ำสุด (Minimum Value) ≤ 2 เท่าของค่าความถูกต้อง (Accuracy)

ตัวอย่าง : จากเกณฑ์ยอมรับงานควบคุมคุณภาพของเครื่องวิเคราะห์เครื่องกระตุกหัวใจ ได้กำหนดให้ค่าความถูกต้อง (Accuracy) ≤ ± 5 %

ดังนั้น = ค่า (Max – Min) ≤ 2 เท่าของ 5%

= ค่า (Max – Min) ≤ (2 x 5 %)

= ค่า (Max – Min) ≤ 10 %

ถ้าเราทำการทดสอบเครื่องวิเคราะห์ฯ ที่ Rang 50 J, 100 J และ 150 J

คำนวณค่า 10 % ของ 50 J จะได้ = (50 J x 10)/100 = 5 J

คำนวณค่า 10 % ของ 100 J จะได้ = (100 J x 10)/100 = 10 J

คำนวณค่า 10 % ของ 150 J จะได้ = (150 J x 10)/100 = 15 J

<u>พิจารณาที่ Rang 50 J</u>

ค่า (Max – Min) ≤ 2 เท่าของค่าความถูกต้อง

ค่า (Max – Min) ≤ 2 เท่าของ 5 %

ค่า (Max – Min) ≤ 10 %

ค่า (Max – Min) ≤ 5 J

<u>พิจารณาที่ Rang 100 J</u>

ค่า (Max – Min) ≤ 2 เท่าของค่าความถูกต้อง

ค่า (Max – Min) ≤ 2 เท่าของ 5 %

ค่า (Max – Min) ≤ 10 %

ค่า (Max – Min) ≤ 10 J

<u>พิจารณาที่ Rang 150 J</u>

ค่า (Max – Min) ≤ 2 เท่าของค่าความถูกต้อง

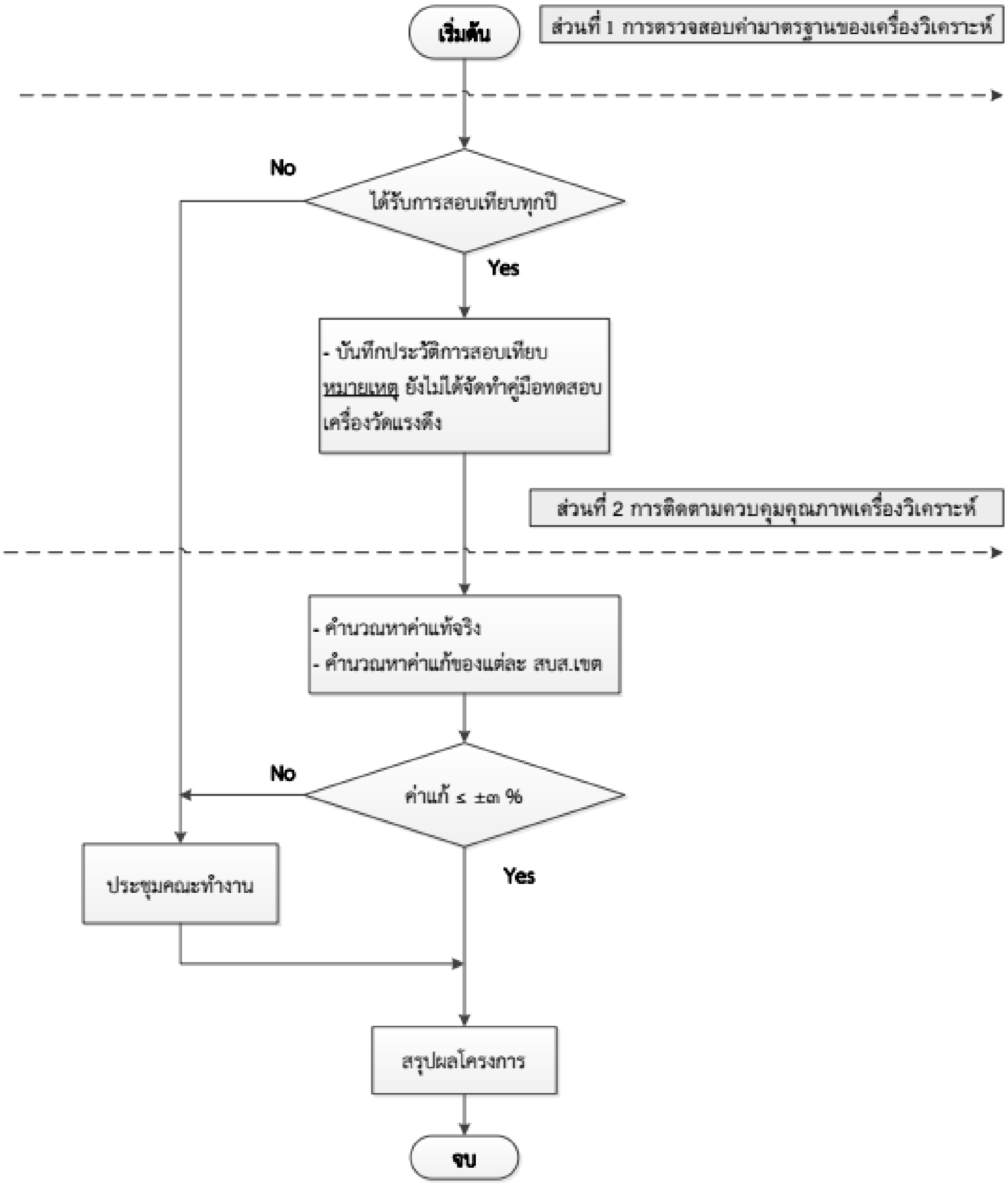
ค่า (Max – Min) ≤ 2 เท่าของ 5 %

ค่า (Max – Min) ≤ 10 %

ค่า (Max – Min) ≤ 15 J

4. เครื่องวิเคราะห์แรงดึง

การติดตามควบคุมคุณภาพเครื่องวิเคราะห์เครื่องวัดแรงดึง



รูปที่ 8 Flowchart แสดงการติดตามควบคุมคุณภาพเครื่องวิเคราะห์เครื่องวัดแรงดึง

การติดตามควบคุมคุณภาพเครื่องวิเคราะห์เครื่องวัดแรงดึง สามารถแบ่งออกเป็น 2 ส่วน

- ส่วนที่ 1 การตรวจสอบค่ามาตรฐานของเครื่องวิเคราะห์ฯ
- ส่วนที่ 2 การติดตามควบคุมคุณภาพของเครื่องวิเคราะห์เครื่องกระตุกหัวใจ ของงานควบคุมคุณภาพ กลุ่มควบคุมกำกับมาตรฐานวิศวกรรม กองวิศวกรรมการแพทย์

ส่วนที่ 1 การตรวจสอบค่ามาตรฐานของเครื่องวิเคราะห์ฯ

- ตรวจสอบเครื่องวิเคราะห์เครื่องแรงดึงต้องได้รับการสอบเทียบทุก ๆ ปีและทำการบันทึกผลการตรวจ

หมายเหตุ ยังไม่ได้มีการจัดทำคู่มือการทดสอบเครื่องวัดแรงดึง

ส่วนที่ 2 การติดตามควบคุมคุณภาพของเครื่องวิเคราะห์เครื่องวัดแรงดึง

การติดตามควบคุมคุณภาพของเครื่องวิเคราะห์เครื่องวัดแรงดึง สามารถทำได้ดังนี้

1. ทำการคำนวณหาค่าแท้จริง โดยการนำเอาเครื่องวิเคราะห์เครื่องวัดแรงดึงของ กองวิศวกรรมการแพทย์ไปวัดน้ำหนักของวัสดุอ้างอิง (10 Kg. และ 20 Kg.) จากนั้นนำค่าแก้ที่ได้จากรายงานผลการสอบเทียบเครื่องวิเคราะห์ฯ ไปคำนวณหาค่าแท้จริงจากสูตร

ค่าแท้จริง = ค่าที่วัดได้ของเครื่องวิเคราะห์ฯ(กองฯ) + ค่าแก้

2. กำหนดเกณฑ์การยอมรับ ของเครื่องวิเคราะห์แรงดึง มีขั้นตอนดังนี้ จากมาตรฐานกำหนด

เครื่องดึงคอ(สำหรับเครื่องที่ใช้งานแล้ว) เกณฑ์มาตรฐาน ≤± 10 %

เครื่องวิเคราะห์ฯ ต้องมีความถูกต้องสูงกว่าเครื่องวัดทางการแพทย์ 3 – 10 เท่า

ถ้ากำหนดให้ เครื่องวิเคราะห์ฯ มีค่าความถูกต้อง ≤± 3 %

เครื่องวิเคราะห์ฯ มีความถูกต้องสูงกว่าเครื่องดึงคอ (เครื่องใช้งานแล้ว) = 10 /3

เครื่องวิเคราะห์ฯ มีความถูกต้องสูงกว่าเครื่องดึงคอ (เครื่องใช้งานแล้ว) = 3.3 เท่า

ดังนั้น เกณฑ์ยอมรับของงานควบคุมคุณภาพที่กำหนดให้เครื่องวิเคราะห์เครื่องวัดแรงดึง มีค่าความถูกต้อง (Accuracy) ≤± 3 % สามารถใช้ได้ และเกณฑ์ยอมรับสูงสุดสามารถขยายได้ ≤±3.3 %

ถ้าเราทำการทดสอบเครื่องวิเคราะห์ฯ ที่ 10 Kg. และ 20 Kg. (วัสดุอ้างอิง)

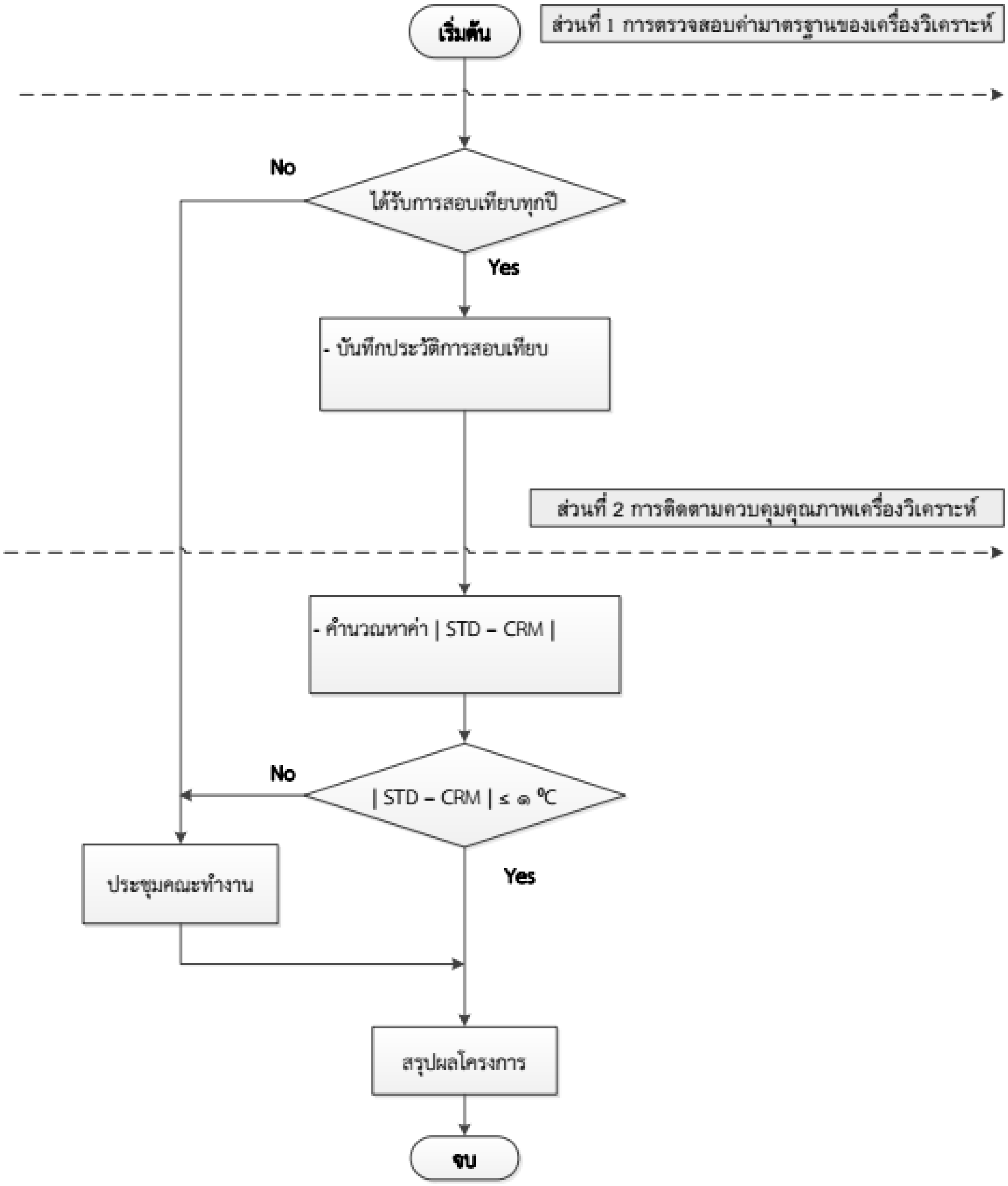
คำนวณค่า ±3 % ของ 10 Kg. จะได้ = (10 Kg. x 3)/100 = ± 0.3 Kg.

คำนวณค่า ±3 % ของ 20 Kg. จะได้ = (20 Kg. x 3)/100 = ± 0.6 Kg.

3. นำค่าแท้จริง เกณฑ์การยอมรับ และผลการวัดของเครื่องวิเคราะห์ฯจากทุกๆ หน่วยงาน ไป Plot Graph
4. สรุปผลการติดตามคุณภาพเครื่องวิเคราะห์แรงดึง

5. เครื่องวิเคราะห์เครื่องวัดอุณหภูมิ

การติดตามควบคุมคุณภาพเครื่องวิเคราะห์เครื่องวัดอุณหภูมิ



รูปที่ 9 Flowchart แสดงการติดตามควบคุมคุณภาพเครื่องวิเคราะห์เครื่องวัดอุณหภูมิ

การเปรียบเทียบค่าความผิดพลาดของการให้สารละลาย เครื่องควบคุมการให้สารละลายทางหลอดเลือดดำที่ใช้กับชุดให้สารละลาย (IV Set) แยกต่างยี่ห้อ ในโรงพยาบาลสังกัดกระทรวงสาธารณสุข

วิรัญชนา คุ้มเดช และคณะ
สำนักงานสนับสนุนบริการสุขภาพเขต ๘ อุดรธานี

บทคัดย่อ

จากปัจจุบันพบว่ามีความหลากหลายในการใช้ชุดให้สารละลายมีหลายยี่ห้อ ซึ่งแต่ละยี่ห้อ/รุ่นของชุดให้สารละลาย จะมีคุณสมบัติของสายที่แตกต่างกัน ทั้งวัสดุที่ใช้ผลิต Drops/min, Diameter, ความยาว ขนาดกระเปาะหยด, ความยืดหยุ่นของสาย ก็จะส่งผลต่ออัตราการไหลของสารละลายที่ต่างกัน ซึ่งในแต่ละยี่ห้อ รุ่น ของเครื่องให้สารละลายนั้น ได้ระบุความเข้ากันได้ในการใช้งานของชุดให้สารละลาย (IV Set) กับตัวเครื่อง แต่ในทางปฏิบัติมีการใช้งานที่ไม่ตรงตามที่ระบุไว้ในคุณสมบัติเฉพาะของเครื่องแต่ละยี่ห้อ จึงส่งผลให้เกิดความไม่เที่ยงตรง แม่นยำในการใช้งานและส่งผลกระทบต่อการให้การรักษา

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงทำการศึกษา สำรวจ ความเข้ากันได้ของเครื่องควบคุมการให้สารละลายทางหลอดเลือดดำกับชุดให้สารละลาย (IV Set) โดยกลุ่มตัวอย่างเครื่องให้สารละลาย 5 ยี่ห้อ ยี่ห้อละ 10 เครื่อง รวมจำนวน 50 เครื่อง และชุดให้สารละลายทั้งชนิดหยดธรรมดาและชนิดหยดเล็ก ชนิดละ 5 ยี่ห้อ ทดสอบโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบจำแนกทางเดียว (One-Way ANOVA) เพื่อทดสอบว่าค่าเฉลี่ยของตัวแปรตาม (อัตราการไหลของสาระลาย) ในชุดให้สารละลายแต่ยี่ห้อ เมื่อใช้งานกับเครื่องให้สารละลายยี่ห้อเดียวกันจะมีความแตกต่างกันหรือไม่ จากการศึกษาพบว่าค่า p-value ในเครื่องให้สารละลายทุกยี่ห้อ ทั้งชนิดหยดธรรมดาและชนิดหยดเล็กมีค่าน้อยกว่า $\alpha = 0.05$ แสดงว่ายอมรับสมมติฐานรอง H_1: อัตราการไหลของสารละลายในชุดให้สารละลายยี่ห้อต่าง ๆ แตกต่างกันอย่างน้อยหนึ่งกลุ่ม กล่าวคือเครื่องให้สารละลายทั้ง 5 ยี่ห้อที่นำมาทดสอบ เมื่อใช้งานกับชุดให้สารละลายแต่ละยี่ห้อ ปรากฏว่าอัตราการไหลของสารละลายมีความแตกต่างอย่างน้อยหนึ่งกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 เปอร์เซนต์

1. บทนำ

เครื่องให้สารละลายทางหลอดเลือดดำเป็นเครื่องมือแพทย์ที่ใช้สำหรับการให้สารอาหารและยาทางหลอดเลือดดำ เป็นเครื่องมือที่มีความสำคัญที่มีใช้อยู่ทุกโรงพยาบาลโดยเฉพาะในส่วนของผู้ป่วยที่วิกฤติ และถูกจัดให้อยู่ในกลุ่มเครื่องมือแพทย์ที่มีความเสี่ยงสูง เนื่องจากต้องการความละเอียดและความแม่นยำในการใช้งานเป็นอย่างมาก โดยเฉพาะในส่วนของการควบคุมอัตราการไหลของสารละลายที่เข้าสู่ร่างกาย ซึ่งหากได้รับยาหรือสารละลายปริมาณที่มากหรือน้อยกว่าที่แพทย์กำหนดจะส่งผลต่อคุณภาพการรักษาพยาบาลโดยตรง ซึ่งความแม่นยำของอัตราการไหลของสารละลาย นอกจากปัจจัยที่เกิดจากตัวเครื่องแล้ว อุปกรณ์ประกอบการใช้งานก็เป็นปัจจัยหลักที่ส่งผลกระทบต่ออัตราการไหล โดยเฉพาะชุดให้สารละลาย (IV Set) เนื่องจากสภาพปัญการในปัจจุบันสำหรับโรงพยาบาลในประเทศไทย พบว่ามีความหลากหลายในการใช้ชุดให้สารละลายมีหลายยี่ห้อ ซึ่งแต่ละยี่ห้อ/รุ่นของชุดให้สารละลาย จะมีคุณสมบัติของสายที่แตกต่างกัน ทั้งวัสดุที่ใช้ผลิต Drops/min, Diameter, ความยาว , ขนาดกระเปาะหยด, ความยืดหยุ่นของสาย ก็จะส่งผลต่ออัตราการไหลของสารละลายที่ต่างกัน ซึ่งในแต่ละยี่ห้อ รุ่น ของเครื่องให้สารละลายนั้น ได้ระบุความเข้ากันได้ในการใช้งานของชุดให้สารละลาย (IV Set) กับตัวเครื่อง แต่ในทางปฏิบัติมีการใช้งานที่ไม่ตรงตามที่ระบุไว้ในคุณสมบัติเฉพาะของเครื่องแต่ละยี่ห้อ จึงส่งผลให้เกิดความไม่เที่ยงตรง แม่นยำในการใช้งานและส่งผลกระทบต่อการให้การรักษา

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงทำการศึกษา สำรวจความเข้ากันได้ของเครื่องควบคุมการให้สารละลายทางหลอดเลือดดำกับชุดให้สารละลาย (IV Set) จะเป็นการเก็บรวบรวม

ข้อมูลการสอบเทียบมาตรฐานเครื่องมือแพทย์ ของโรงพยาบาลในสังกัดของกระทรวงสาธารณสุข เพื่อการเลือกใช้งานที่ถูกต้องเหมาะสม การคุ้มครองผู้บริโภค และเพิ่มประสิทธิภาพการให้บริการสุขภาพอย่างมีคุณภาพ นำเสนอผลการศึกษาสำรวจที่ได้ให้แก่หน่วยงานที่ใช้เครื่องควบคุมการให้สารละลายทางหลอดเลือดดำได้ทราบและร่วมกันพัฒนาระบบการใช้งานที่เหมาะสม คุ้มค่าและมีประสิทธิภาพ

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 เพื่อศึกษา เปรียบเทียบค่าความผิดพลาดของการให้สารละลาย เครื่องควบคุมการให้สารละลายทางหลอดเลือดดำ ที่ใช้กับชุดให้สารละลาย (IV Set) แยกต่างยี่ห้อ

2.2 เพื่อประเมินความเหมาะสมของตัวเครื่องควบคุมการให้สารละลายทางหลอดเลือดดำและชุดให้สารละลายต่างยี่ห้อ/รุ่น/ขนาด ที่มีใช้ในโรงพยาบาลสังกัดกระทรวงสาธารณสุข

3. วิธีการวิจัย

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.1.1 เครื่องให้สารละลาย 5 ยี่ห้อๆ ละ 10 เครื่อง รวมจำนวน 50 เครื่อง ประกอบด้วย ยี่ห้อ Bodyguard รุ่น 323 ยี่ห้อ arcomed ag รุ่น volumed uvp 5005 ยี่ห้อ Terumo รุ่น TE-112 ยี่ห้อ AMPall รุ่น Ip-7700 และยี่ห้อ Top รุ่น 2300

3.1.2 ชุดให้สารละลาย เป็นชนิดหยดธรรมดา มีขนาดหยดตั้งแต่ 15 - 20 หยดต่อปริมาตร 1 มิลลิลิตร และหยดเล็ก มีขนาดหยด 50 - 60 หยดต่อปริมาตร 1 มิลลิลิตร ชนิดละ 5 ยี่ห้อ ชนิดหยดธรรมดา ประกอบด้วย ยี่ห้อ NIPRO รุ่น ISA-300D00S ยี่ห้อ TERUMO รุ่น TI*U200L07 ยี่ห้อ ME ยี่ห้อ B.M.I ยี่ห้อ KAWASUMI ชนิดหยดเล็ก ประกอบด้วย ยี่ห้อ NIPRO รุ่นIPN-600G00 ยี่ห้อ TERUMO รุ่น TK*A200LK ยี่ห้อ ME ยี่ห้อ B.M.I และยี่ห้อ NST

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.2.1 เครื่องวิเคราะห์การทำงานของเครื่องให้สารละลาย (Infusion device analyzer) ยี่ห้อ Fluke รุ่น IDA 4 Plus

3.2.2 เครื่องคอมพิวเตอร์สำหรับบันทึกและวิเคราะห์ข้อมูล

3.2.3 ซอฟต์แวร์สำหรับบันทึกข้อมูล โปรแกรม HydroGraph เวอร์ชัน 2.05 ที่มาพร้อมกับเครื่องวิเคราะห์การทำงานของเครื่องให้สารละลาย

3.2.4 ซอฟต์แวร์สำหรับวิเคราะห์ข้อมูลโปรแกรม MATLAB เวอร์ชัน R2013A

3.3 ตัวแปรในงานวิจัย

3.3.1 ตัวแปรต้น ยี่ห้อของชุดให้สารละลาย

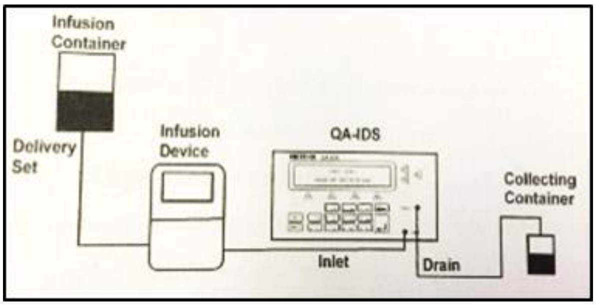
3.3.2 ตัวแปรตาม อัตราการไหลของสารละลาย

3.3.3 ตัวแปรควบคุม จะถูกทดสอบโดยปัจจัยตัวแปรควบคุมเดียวกันตลอดการทดลอง ซึ่งประกอบด้วย

- ยี่ห้อ/รุ่น ของเครื่องให้สารละลายทางหลอดเลือดดำ
- กระบวนการเก็บข้อมูลโดยทำการทดลองด้วยกระบวนการและวิธีการเดียวกัน ในจำนวนครั้งเท่ากัน
- การติดตั้งอุปกรณ์ เช่น ความสูงของถุงน้ำเกลือหรือภาชนะใส่สารละลายที่เท่ากัน
- การปรับกลไกการทำงานของลูกรีด (Speed pump) ของเครื่องให้สารละลายแต่ละยี่ห้อมีค่าเท่ากัน เนื่องจากความเร็วของลูกรีดจะส่งผลต่ออัตราไหลของสารละลายโดยตรง
- ความสามารถของบุคลากร จะต้องได้รับการฝึกอบรมและมีประสบการณ์ในการสอบเทียบ
- ชนิดของสารละลายเป็นน้ำกลั่นเติมออกซิเจน (Sterile Water for Irrigation) ที่ได้ผ่านการฆ่าเชื้อและบรรจุในภาชนะที่เหมาะสม แต่ไม่มีส่วนประกอบของสารต้านเชื้อ (Antimicrobial) หรือสารอื่นใดเติมปน
- เครื่องมาตรฐาน มีความถูกต้องสูงกว่าเครื่องให้สารละลาย 3 เท่าขึ้นไป มีความสามารถสอบกลับได้สู่มาตรฐานการวัดแห่งชาติ
  ระหว่าง -0.03 ml/h ถึง -0.55 ml/h และค่าความไม่แน่นอนในการวัดอยู่ระหว่าง 0.03ml/h ถึง 0.14ml/h
- สถานที่หรือห้องสำหรับเก็บข้อมูลที่สามารถควบคุมอุณหภูมิได้ระหว่าง 22 - 24 องศาเซลเซียสและมีความชื้นสัมพัทธ์อยู่ระหว่าง 50 - 60 เปอร์เซ็นต์
- อายุการใช้งาน 1 - 5 ปี

3.4 ขั้นตอนของการวิจัย

3.4.1 ขั้นเตรียมการ กำหนดหัวเรื่อง ปัญหา และความมุ่งหมายของการวิจัย สืบค้นหาและรวบรวมแหล่งข้อมูลที่นำมาใช้ในงานวิจัย จัดทำโครงการวิจัย พร้อมกำหนดระยะเวลาค่าใช้จ่าย จัดหาครุภัณฑ์/วัสดุในโครงการ



รูปที่ 1 ติดตั้งชุดให้สารละลายเข้ากับเครื่องให้สารละลาย

3.4.2 ดำเนินการเก็บข้อมูล จัดเตรียมห้องสำหรับทดสอบ จัดเตรียมเครื่องมือ ติดตั้งเครื่องเข้ากับเสาน้ำเกลือ ติดตั้งชุดให้สารละลายเข้ากับเครื่องและเครื่องมือมาตรฐานดังแสดงในรูปที่ 1

ตรวจสภาพเบื้องต้น เช่น เช็คสถานะแบตเตอรี่ เช็คการทำงานของเครื่องเบื้องต้น สัญญาณไฟบนปุ่มต่างๆ พร้อมทั้งสัญญาณเสียง คลื่นตีนตะขาบมีการเคลื่อนไหวเล็กน้อย และเสียงเตือนปุ่ม "Air-in-line" "Occlusion" "Door open" และทำการเปิดเครื่องทิ้งไว้เพื่อเป็นการอุ่นเครื่องประมาณ 10 นาที จากนั้นบันทึกข้อมูลเครื่องที่จะทำการทดสอบ ในโปรแกรม "Hydrograph" และเริ่มการทดสอบ ซึ่งจะทำการทดสอบเครื่องให้สารละลายในแต่ละยี่ห้อๆ ละ 10 เครื่อง ทดสอบกับชุดให้สารละลายจำนวน 10 ชุดโดยแบ่งเป็นชนิดหยดธรรมดาและชนิดหยดเล็ก ชนิดละ 5 ชุด ทำการทดสอบอัตราการไหลที่ 10 50 และ 100 ml/h และทำการทดสอบซ้ำ 3 ครั้งในทุกๆ การทดสอบและใช้ระยะเวลาในการทดสอบแต่ละครั้ง 15 นาที รวมจำนวนครั้งในการทดสอบทั้งสิ้น 4,500 ชุดข้อมูล

3.4.3 สรุปผล นำข้อมูลจากการทดสอบจำนวน 4,500 ชุดข้อมูล มาวิเคราะห์และประมวลผล โดยการแปลงไฟล์ที่ได้จากโปรแกรม "Hydrograph" ให้อยู่ในรูปแบบของข้อมูลดิบ (Text file) จากนั้นตรวจสอบข้อมูลที่บันทึก ตัดข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องออกไป (Data cleaning) รวมข้อมูลที่มีหลายชุดข้อมูลให้เป็นข้อมูลชุดเดียวกัน (Data integration) ทำการแปลงข้อมูลให้เหมาะสมสำหรับการใช้งาน (Data transformation) และสุดท้ายการวิเคราะห์ข้อมูลจะกล่าวถึงผลการทดสอบอัตราการไหลของสารละลายที่เป็นข้อมูลเฉลี่ยที่ได้จากการทดสอบซ้ำ 3 ครั้ง โดยจะทำการนำเสนอข้อมูลใน 2 รูปแบบ ประกอบด้วย (1) เปรียบเทียบกลุ่มข้อมูลซึ่งมีความแตกต่างทั้งค่าเฉลี่ยและความผันแปรโดยใช้ Box Plot เปรียบเทียบให้เห็นช่วงของอัตราการไหลในชุดให้สารละลายแต่ละยี่ห้อ ซึ่งจะแยกกันระหว่างชนิดหยดธรรมดาและชนิดหยดเล็ก (2) เป็นทดสอบสมมุติฐานโดยใช้สถิติ ANOVA ซึ่งเป็นการพิสูจน์หาความแตกต่างของค่าเฉลี่ย (Mean) และวิเคราะห์ความแตกต่างโดยใช้ค่าความแปรปรวน (Variance) เพื่อทดสอบว่าในแต่ละกลุ่มที่แตกต่างกันนั้น จะทำให้ค่าเฉลี่ยของตัวแปรตาม แตกต่างกันหรือไม่ โดยกำหนดชื่อเรียกชุดให้สารละลายทั้ง 6 ยี่ห้อเป็น A B C D E และ F

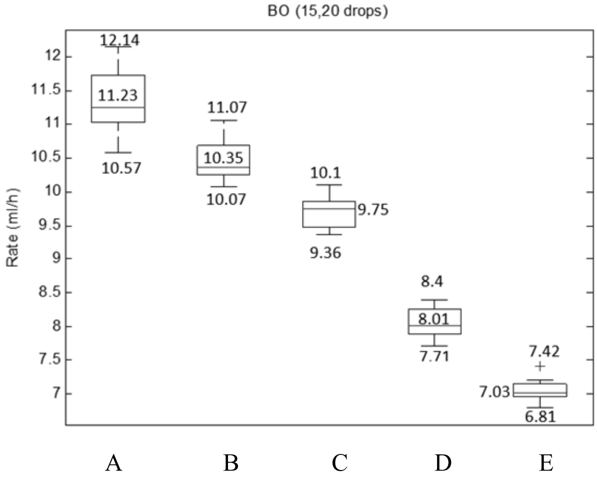
4. ผลการวิจัย

4.1 เปรียบเทียบกลุ่มข้อมูลโดยใช้ Box Plot ซึ่งแสดงอัตราการไหลของสารละลาย โดยเปรียบเทียบเครื่องให้สารละลายยี่ห้อเดียวกันกับชุดให้สารละลายต่างยี่ห้อ โดยแสดงค่าการทดสอบอัตราไหลของสารละลายอยู่ที่ 10 ml/h

4.1.1 เครื่องให้สารละลายยี่ห้อ Bodyguard รุ่น323

เงื่อนไข ปรับ Speed pump ที่เป็นค่าต่ำสุด ซึ่ง Speed pump ที่ต่ำ อัตราการไหลของสารละลายที่ออกมาจะมีปริมาณน้อย

(1) ชนิดหยดธรรมดา

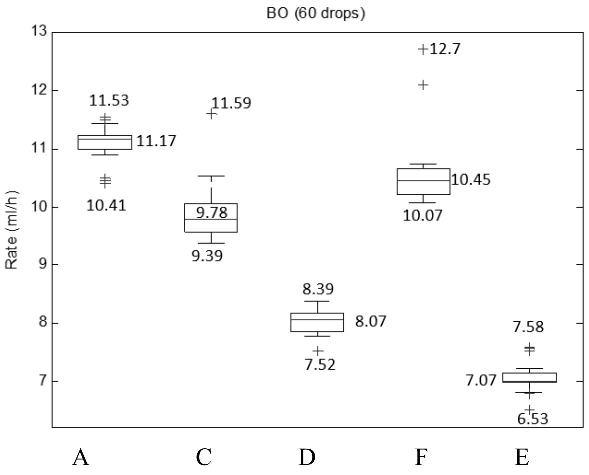


รูปที่ 2 Box Plot เครื่องให้สารละลายยี่ห้อ Bodyguard รุ่น 323 ชนิดหยดธรรมดา

จากรูปที่ 2 พบว่าชุดให้สารละลายชนิดหยดธรรมดายี่ห้อ B และ C มีค่ามัธยฐานอยู่ที่ 10.35 และ 9.75 ml/h ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ สำหรับยี่ห้อ D และ E มีค่ามัธยฐานอยู่ที่ 8.01 และ 7.03 ml/h ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ที่ยอมรับได้ แต่เครื่องสามารถเพิ่ม Speed

pump ได้ ทำให้อัตราการไหลของสารละลายมีปริมาณเพิ่มขึ้นจนอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ ส่วนชุดให้สารละลายยี่ห้อ A มีค่ามัธยฐานอยู่ที่ 11.23 ml/h ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด และไม่สามารถปรับลด Speed pump ลงได้อีก จึงอาจไม่เหมาะสมในการนำมาใช้งาน หรือหากมีการใช้งานต้องได้รับการสอบเทียบกับตัวเครื่องและผ่านการปรับตั้งค่าตัวเครื่องและหลักฐานยืนยันจากบริษัทผู้ผลิตเครื่องว่าสามารถใช้ได้

(2) ชนิดหยดเล็ก



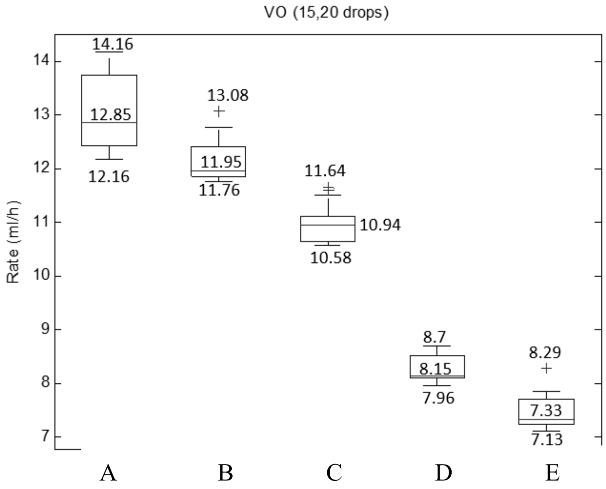
รูปที่ 3 Box Plot เครื่องให้สารละลายยี่ห้อ Bodyguard รุ่น 323 ชนิดหยดเล็ก

จากรูปที่ 3 พบว่ายี่ห้อ C และ F มีค่ามัธยฐานอยู่ที่ 9.78 และ 10.45 ml/h ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ ส่วนยี่ห้อ D และ E มีค่ามัธยฐานอยู่ที่ 8.07 และ 7.07 ml/h ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ แต่สามารถปรับเพิ่มอัตราการไหลได้ด้วยการเพิ่ม Speed pump แต่ก็มีโอกาสที่ปรัลได้ไม่ถึงเกณฑ์ ส่วนยี่ห้อ A มีค่ามัธยฐานอยู่ที่ 11.17 ml/h ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ และไม่สามารถปรับลด Speed pump และอัตราการไหลได้ จึงไม่เหมาะสมกับการใช้งานหรือหากมีการใช้งานต้องได้รับการสอบเทียบหรือผ่านการปรับตั้งค่าเช่นกัน

4.1.2 เครื่องให้สารละลายยี่ห้อ arcomed ag รุ่น volumed uvp 5005

เงื่อนไข ปรับ Speed pump ที่เป็นค่าต่ำสุด ซึ่ง Speed pump ที่ต่ำ อัตราการไหลของสารละลายที่ออกมาจะมีปริมาณมาก (ตรงข้ามกับ Bodyguard)

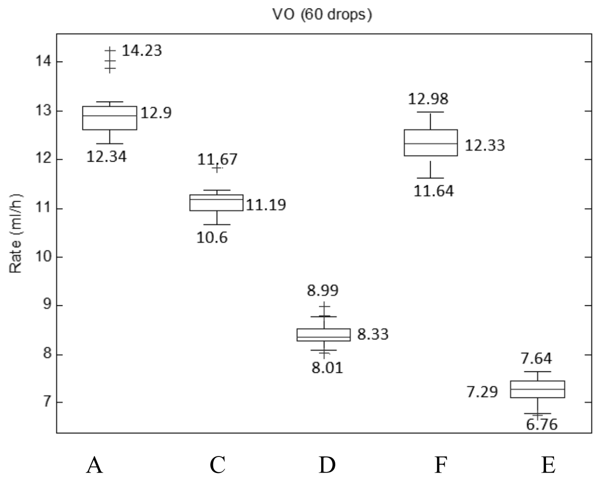
(1) ชนิดหยดธรรมดา



รูปที่ 4 Box Plot เครื่องให้สารละลาย arcomed ag รุ่น volumed uvp 5005 ชนิดหยดธรรมดา

จากรูปที่ 4 พบว่าชุดให้สารละลายชนิดหยดธรรมดายี่ห้อ C มีค่ามัธยฐานอยู่ที่ 10.94 ml/h อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ ส่วนยี่ห้อ A และ B มีค่ามัธยฐานอยู่ที่ 12.85 และ 11.95 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ แต่สามารถปรับเพิ่ม Speed pump เพื่อให้อัตราของสารละลายมีปริมาณลดลงได้ ส่วนชุดให้สารละลายยี่ห้อ D และ E มีค่ามัธยฐานอยู่ที่ 8.15 และ 7.33 ml/h ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ที่ยอมรับได้ และไม่สามารถปรับลด Speed pump ลงได้อีก ดังนั้นต้องมีการระมัดระวังในใช้งาน

(2) ชนิดหยดเล็ก



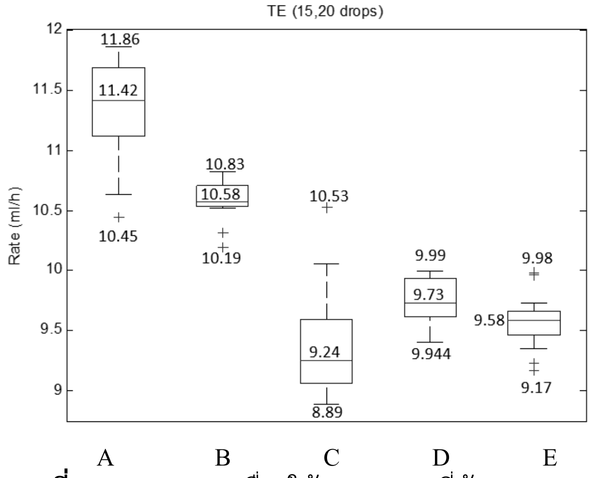
รูปที่ 5 Box Plot เครื่องให้สารละลาย arcomed ag รุ่น volumed uvp 5005 ชนิดหยดเล็ก

จากรูปที่ 5 พบว่ายี่ห้อ A C และ F มีค่ามัธยฐานอยู่ที่ 12.9, 11.19 และ 12.23 ml/h ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์

แต่สามารถปรับเพิ่ม Speed pump ของเครื่องได้ ส่วนยี่ห้อ D และ E มีค่ามัธยฐานอยู่ที่ 8.33 และ 7.29 ml/h ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์และไม่สามารถปรับลด Speed pump ได้อีกเช่นเดียวกับชุดให้สารละลายชนิดหยดธรรมดา ดังนั้นต้องมีการระมัดระวังในใช้งาน

4.1.3 เครื่องให้สารละลายยี่ห้อ Terumo รุ่นTE-112 **เงื่อนไข** ใช้ Speed pump เดิมตามที่บริษัทตั้ง

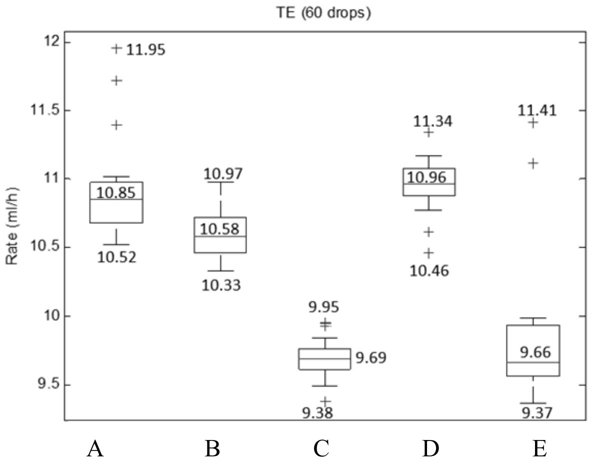
(1) ชนิดหยดธรรมดา



รูปที่ 6 Box Plot เครื่องให้สารละลายยี่ห้อ Terumo รุ่นTE-112 ชนิดหยดธรรมดา

จากรูปที่ 6 พบว่ายี่ห้อ B C D และ E มีค่ามัธยฐานอยู่ที่ 10.58 9.24 9.73 และ 9.85 ml/h อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ ส่วนยี่ห้อ A มีค่ามัธยฐานอยู่ที่ 11.42 ml/h ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ หากใช้งานต้องได้รับการสอบเทียบกับตัวเครื่องและผ่านการปรับตั้งค่าตัวเครื่องและหลักฐานยืนยันจากบริษัทผู้ผลิตเครื่องว่าสามารถใช้ได้

(2) ชนิดหยดเล็ก

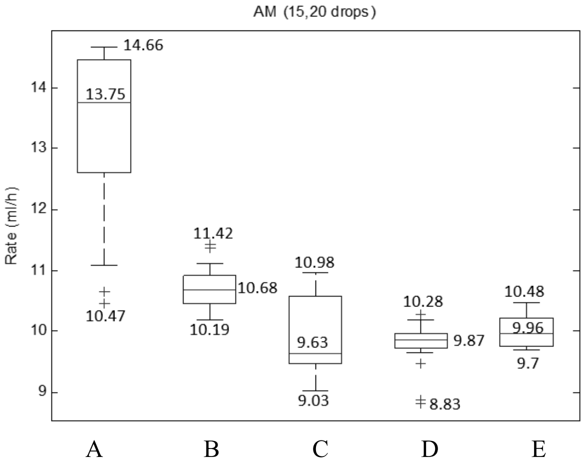


รูปที่ 7 Box Plot เครื่องให้สารละลายยี่ห้อ Terumo รุ่นTE-112ชนิดหยดเล็ก

จากรูปที่ 7 พบว่ายี่ห้อ A C D F และ E มีค่ามัธยฐานอยู่ที่ 10.85 10.58 9.69 10.96 และ 9.66 ml/h ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ แต่อย่างไรช่วงระหว่าง Q1-Q3 หรือ Inter Quartile บางส่วนของยี่ห้อ F หลุดเกณฑ์ที่ยอมรับได้ซึ่งจะขึ้นอยู่กับผู้ใช้งานว่ายอมรับได้หรือไม่

4.1.4 เครื่องให้สารละลายยี่ห้อ AMPall รุ่น Ip-7700 **เงื่อนไข** ใช้ Speed pump เดิมตามที่บริษัทตั้ง

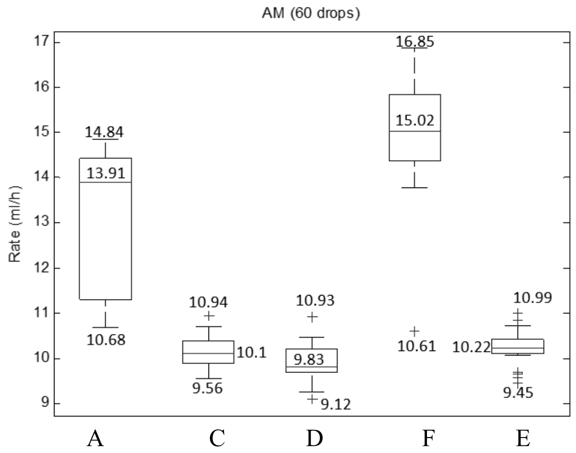
(1) ชนิดหยดธรรมดา



รูปที่ 8 Box Plot เครื่องให้สารละลายยี่ห้อ AMPall รุ่น Ip-7700 ชนิดหยดธรรมดา

จากรูปที่ 8 พบว่ายี่ห้อ B C D และ E มีค่ามัธยฐานอยู่ที่ 10.68 9.63 9.87 และ 9.96 ml/h ตามลำดับ ยี่ห้อ A มีค่ามัธยฐานอยู่ที่ 13.75 ml/h ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ หากมีการใช้งานต้องได้รับการสอบเทียบกับตัวเครื่องและผ่านการปรับตั้งค่าตัวเครื่องและหลักฐานยืนยันจากบริษัทผู้ผลิตเครื่องว่าสามารถใช้ได้

(2) ชนิดหยดเล็ก

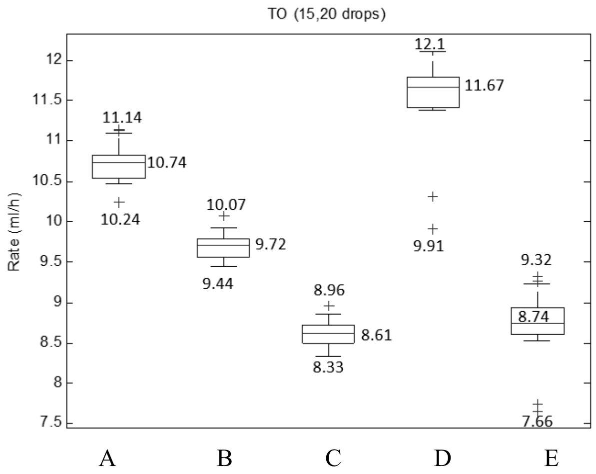


รูปที่ 9 Box Plot เครื่องให้สารละลายยี่ห้อ AMPall รุ่น Ip-7700 ชนิดหยดเล็ก

จากรูปที่ 9 พบว่ายี่ห้อ C D และ E มีค่ามัธยฐานอยู่ที่ 10.10 9.83 และ 10.22 ml/h ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ ส่วนยี่ห้อ A และ F มีค่ามัธยฐานอยู่ที่ 13.91, 15.02 ml/h ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ยอมรับได้ หากมีการใช้งานต้องได้รับการสอบเทียบกับตัวเครื่อง และผ่านการปรับตั้งค่าตัวเครื่องและหลักฐานยืนยันจากบริษัทผู้ผลิตเครื่องว่าสามารถใช้ได้

4.1.5 เครื่องให้สารละลายยี่ห้อ Top รุ่น Top-2300**เงื่อนไข** ใช้ Speed pump เดิมตามที่บริษัทตั้ง

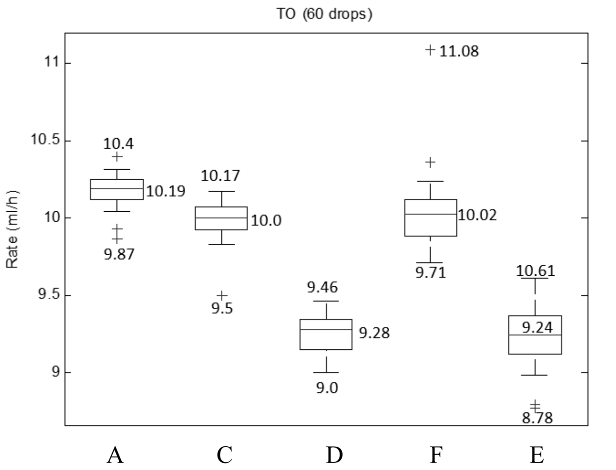
(1) ชนิดหยดธรรมดา



รูปที่ 10 Box Plot เครื่องให้สารละลายยี่ห้อ Top รุ่น Top-2300 ชนิดหยดธรรมดา

จากรูปที่ 10 พบว่ายี่ห้อ A และ B มีค่ามัธยฐานอยู่ที่ 10.74 และ 9.72 ml/h ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ ส่วนยี่ห้อ D มีค่ามัธยฐานอยู่ที่ 11.67 ml/h ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ และยี่ห้อ C และ E มีค่ามัธยฐานอยู่ที่ 8.61 และ 8.74 ml/h ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ ซึ่งถ้าผู้ใช้ต้องการใช้งานชุดให้สารละลายที่มีค่าสูงกว่าและต่ำกว่าเกณฑ์ดังกล่าวก็สามารถใช้งานได้ แต่จำเป็นต้องมีการส่งไปยังบริษัทผู้ผลิตหรือช่างเพื่อทำการปรับความเร็วของ Speed pump ก่อนการใช้งาน

(1) ชนิดหยดเล็ก



รูปที่ 11 Box Plot เครื่องให้สารละลายยี่ห้อ Top รุ่น Top-2300 ชนิดหยดเล็ก

จากรูปที่ 11 พบว่ายี่ห้อ A C D F และ E มีค่ามัธยฐานอยู่ที่ 10.19 10.00 9.28 10.02 และ 9.24 ml/h ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ แต่ถ้าหากต้องการให้มีความแม่นยำในการให้สารละลายก็ควรจะได้รับการสอบเทียบกับตัวเครื่องและผ่านการปรับตั้งค่าตัวเครื่องกับเซตที่ใช้งานจริง

4.2 การทดสอบสมมุติฐานโดยใช้สถิติ ANOVA

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบจำแนกทางเดียว (One-Way ANOVA) จากสมมติฐานที่ตั้งไว้

H_0 : อัตราการไหลของสารละลายในชุดให้สารละลายยี่ห้อต่างๆ ไม่แตกต่างกัน

H_1 : อัตราการไหลของสารละลายในชุดให้สารละลายยี่ห้อต่าง ๆ แตกต่างกันอย่างน้อยหนึ่งกลุ่ม โดยปฏิเสธสมมติฐานหลัก H_0 ถ้าค่า P-value ที่คำนวณได้น้อยกว่าระดับนัยสำคัญ (α) ที่กำหนด ซึ่งจากตารางที่ 1 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวน ค่า P-value ในเครื่องให้สารละลายทุกยี่ห้อทั้งชนิดหยดธรรมดาและชนิดหยดเล็กมีค่าน้อยกว่า $\alpha = 0.05$ แสดงว่าปฏิเสธสมมติฐานหลัก H_0 ยอมรับสมมติฐานรอง H_1 นั่นคือ เครื่องให้สารละลายทั้ง 5 ยี่ห้อที่นำมาทดสอบเมื่อใช้งานกับชุดให้สารละลายแต่ละยี่ห้อ (ชนิดหยดธรรมดา 5 ยี่ห้อ ชนิดหยดเล็ก 5 ยี่ห้อ) ปรากฏว่าอัตราการไหลของสารละลายมีความแตกต่างอย่างน้อยสองกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 เปอร์เซนต์

ตารางที่ 1 ค่า P-value เครื่องให้สารละลายแต่ละยี่ห้อ

เครื่องให้สารละลาย	P-value	
	ชนิดหยดธรรมดา	ชนิดหยดเล็ก
ยี่ห้อ Bodyguard รุ่น 323	1.65382e-68	5.73458e-54
ยี่ห้อ arcomed ag รุ่น volumed uvp 5005	3.53438e-67	3.84171e-76
ยี่ห้อ Terumo รุ่นTE-112	2.1573e-39	7.72977e-28
ยี่ห้อ AMPall รุ่น Ip-7700	1.49489e-29	3.77237e-34
ยี่ห้อ Top รุ่น Top-2300	5.08448e-55	1.54986e-40

5. สรุปและข้อเสนอแนะ

โดยปกติชุดให้สารละลายทั่วไปที่ผลิตตามมาตรฐาน สามารถนำมาใช้กับเครื่องให้สารละลายได้เกือบทุกยี่ห้อ แต่เครื่องให้สารละลายนั้นต้องได้รับการยืนยันจากบริษัทผู้ผลิตก่อนว่าสามารถใช้ได้ เนื่องจากจำเป็นต้องมีการปรับความเร็วของ Speed pump และการสอบเทียบกับชุดให้สารละลายที่ใช้งานจริงก่อนจึงจะทำให้การทำงานของเครื่องให้สารละลายสามารถรองรับชุดให้สารละลายยี่ห้อนั้นๆ ได้ ซึ่งถ้าเครื่องยังไม่ผ่านการปรับแต่งให้ตรงกับชุดให้สารละลายนั้นๆ อาจทำให้มีความผิดพลาดที่สูงจนไม่สามารถใช้งานได้อย่างปลอดภัย

6. กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้เกิดขึ้นและสามารถดำเนินการให้สำเร็จได้โดยได้รับการสนับสนุนในด้านเงินทุนจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ และกรมสนับสนุนบริการสุขภาพ จึงขอขอบคุณอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้ และขอขอบคุณโรงพยาบาลที่เข้าร่วมโครงการและให้ความอนุเคราะห์ในการเก็บข้อมูลประกอบงานวิจัย ประกอบด้วย โรงพยาบาลกุมภวาปี โรงพยาบาลโนนสะอาด โรงพยาบาลหนองคาย โรงพยาบาลนากลาง จังหวัดหนองบัวลำภู โรงพยาบาลเซกา จังหวัดบึงกาฬ และโรงพยาบาลเลย และขอขอบคุณสำนักงานสนับสนุนบริการสุขภาพเขต 8 ซึ่งเป็นหน่วยงานต้นสังกัด ที่ให้การสนับสนุนเครื่องมือเครื่องใช้ ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่สำนักงานสนับสนุนบริการสุขภาพเขต 8 เจ้าหน้าที่โรงพยาบาล คณะผู้บริหารและเจ้าหน้าที่กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ ทุกท่านที่ให้การสนับสนุนและมีส่วนร่วมช่วยให้โครงการวิจัยสามารถประสบผลสำเร็จ แล้วเสร็จตามกำหนดระยะเวลาการดำเนินงานทั้งสิ้น 1 ปี

7. เอกสารอ้างอิง

7.1คู่มือมาตรฐานด้านการสอบเทียบเครื่องมือทางการแพทย์และสาธารณสุข,กองวิศวกรรมการแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข , พิมพ์ครั้งที่ 1 ,15 สิงหาคม 2551.

คู่มือการใช้งานและบำรุงรักษาเครื่องมือแพทย์ เล่ม 2 ,กองวิศวกรรมการแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข , 13 พฤษภาคม 2548.

7.3Maintenance and Calibration (Infusion Device), กองวิศวกรรมการแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข, 1 มกราคม 2543.

7.4นายสาธิต นฤภัย, การประเมินประสิทธิภาพด้านการใช้งานชุดนำสารละลาย ที่ใช้กับเครื่องปั๊มของเหลวเข้าสู่ร่างกาย.กองวิศวกรรมการแพทย์ กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ,2555.

7.5N. Songsook., “Analysis of Variance:ANOVA.” [Online].Available:www.academia.edu/3810577/บทที_17_ANOVA [เข้าถึงเมื่อวันที่: 20 ธันวาคม 2559].

7.6ชมภูนุท พัฒนจักร, “ความคลาดเคลื่อนการจ่ายยาให้แก่ผู้ป่วยในโรงพยาบาลมหาสารคาม.” [Online]. Available:http://www.thaihp.org/index.php?option=other_detail&lang=th&id =44&sub=26 [เข้าถึงเมื่อวันที่: 20 ธันวาคม 2559].

การสำรวจปริมาณการแพร่กระจายรังสีเอ็กซ์ เมื่อทำการฉายรังสีเครื่องเอ็กซ์เรย์วินิจฉัย ในโรงพยาบาลชุมชุนขนาดเล็ก

นางสาวเจนจิรา รัตนะวัน
สำนักงานสนับสนุนบริการสุขภาพ เขต 10 จังหวัดอุบลราชธานี

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อหาค่าปริมาณรังสีเอ็กซ์ที่แพร่กระจายขณะที่ทำการฉายรังสี ในระยะห่าง 1 เมตรจากหัวหลอดเอ็กซเรย์ กระทั่งเวลาผ่านไป 30 วินาที และ 1 ชั่วโมง ว่ามีปริมาณรังสีคงค้างในบริเวณฉายรังสีหรือไม่ กลุ่มตัวอย่างจะเป็นโรงพยาบาลชุมชนขนาดเล็ก จำนวน 37 แห่ง ในเขตพื้นที่รับผิดชอบของสำนักงานสนับสนุนบริการสุขภาพ เขต 10 จังหวัดอุบลราชธานี ซึ่งการวิจัยนี้จะสร้างความเชื่อมั่นให้ผู้ใช้บริการ และผู้ปฏิบัติงานด้านรังสีวิทยา ในการปฏิบัติงานบริเวณรังสี ทำให้สามารถตรวจสอบตนเองเบื้องต้นได้เกี่ยวกับปริมาณรังสีที่ได้รับ และระยะเวลาที่ปลอดภัยที่ควรออกจากฉากกันรังสี หลังจากฉายรังสีได้

ผลการวิจัยพบว่า

1. ค่าปริมาณรังสีเอ็กซ์ที่แพร่กระจายขณะที่ทำการฉายรังสี ในระยะห่าง 1 เมตรจากหัวหลอดเอ็กซเรย์ กระทั่งเวลาผ่านไป 30วินาที และ 1 ชั่วโมง ค่าปริมาณรังสีเอ็กซ์ในบริเวณรังสี อยู่ในเกณฑ์ที่ปลอดภัย ทั้งหมด 37 โรงพยาบาลกลุ่มตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละร้อยที่อยู่ในเกณฑ์ที่ปลอดภัย และระยะเวลาที่เหมาะสมในการเดินเข้าพื้นที่ฉายรังสีอยู่ที่ 10-15 วินาที หลังจากฉายรังสี จึงจะถือว่าปลอดภัย

2. ผลการศึกษาการพิจารณาลักษณะทางกายภาพ

2.1 ผลการศึกษาปริมาณรังสีแพร่กระจายในส่วนของลักษณะทางกายภาพระหว่างเครื่องเอ็กซเรย์แบบวินิจฉัยแบบอนาล็อกและแบบดิจิตอล โดยแบ่งเป็นเครื่องเอ็กซเรย์แบบวินิจฉัยแบบอนาล็อกร้อยละ 44.45 และเครื่องเอ็กซเรย์แบบวินิจฉัยแบบดิจิตอล ร้อยละ 55.55 จากกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด พบว่าขณะฉายรังสีปริมาณรังสีแพร่กระจาย ในภาพรวมไม่แตกต่างกันมากทั้งสองแบบ ส่วนในวินาทีที่ 30 กระทั่ง 1 ชั่วโมง มีการลดลงของปริมาณรังสีตามปกติและอยู่ในเกณฑ์ปลอดภัย ซึ่งพบว่า ปริมาณรังสีขณะฉายรังสี (1วินาที) เครื่องเอ็กซเรย์แบบวินิจฉัยแบบอนาล็อกมีค่าปริมาณรังสีสูงกว่าแบบดิจิตอลที่ค่าพลังงานเดียวกันเพียงบางค่าเท่านั้น จึงสรุปได้ว่าลักษณะทางกายภาพแบบอนาล็อกและแบบดิจิตอลไม่มีผลต่อปริมาณรังสีที่แพร่กระจายออกมา

2.2 ผลการศึกษาปริมาณรังสีแพร่กระจายในส่วน ลักษณะทางกายภาพอายุการใช้งาน พบว่าอายุการใช้งานของเครื่องเอ็กซเรย์แบบวินิจฉัยในโรงพยาบาลกลุ่มตัวอย่างไม่มีผลต่อค่าปริมาณรังสีที่แพร่กระจายออกมาขณะฉายรังสี และเมื่อเวลาผ่านไป 30 วินาที และ1 ชั่วโมง ก็ไม่แตกต่างกันเช่นกัน เนื่องจากทางโรงพยาบาลกลุ่มตัวอย่างมีการทดสอบสอบเทียบเครื่องเอ็กซเรย์วินิจฉัยตามมาตรฐานเป็นประจำทุกปี จึงทำให้มีการตรวจสอบประสิทธิภาพอย่างสม่ำเสมอ

2.3 ผลการศึกษาค่าที่ตั้งในการดำเนินการเก็บผลวิจัย ว่ามีผลต่อปริมาณรังสีที่ออกมาหรือไม่ พบว่าปริมาณรังสีและค่าพลังงานที่ใช้ มีการ แปรผันตรงต่อกัน หากค่าพลังงานสูงขึ้น ปริมาณรังสีขณะที่ทำการฉายจะสูงขึ้นเช่นกัน และในวินาทีที่ 30 และ 1 ชั่วโมง ค่าปริมาณรังสีจะลดลงและอยู่ในเกณฑ์ที่ปลอดภัย

เครื่องเอ็กซเรย์แบบวินิจฉัยควรมีการตรวจสอบมาตรฐานทุก 1 ปี ตามมาตรฐาน เพื่อให้เครื่องเอ็กซเรย์แบบวินิจฉัยมีค่าวินิจฉัยต่างๆ ถูกต้องตามมาตรฐาน มีประสิทธิภาพในการใช้งานที่ดี ทำให้เกิดความปลอดภัยแก่ผู้เข้ารับบริการ และควรตรวจสอบฉากกั้นรังสี หรืออุปกรณ์กันรังสีอื่นๆให้มีประสิทธิภาพอยู่สม่ำเสมอเพื่อให้เกิดความปลอดภัยและความเชื่อมั่นแก่ผู้ปฏิบัติงานด้านรังสีด้วย อีกทั้งบริเวณของผนังห้องเอ็กซเรย์ควรให้เป็นไปตามมาตรฐานตรวจการทะลุทะทวงของรังสี เพื่อให้เกิดความปลอดภัยแก่ประชาชนทั่วไปที่เดินผ่านและผู้ที่ปฏิบัติงานอื่นๆบริเวณห้องข้างเคียง

สิ่งสำคัญคือเจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงานด้านรังสีควรให้มีการอบรมความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับความรู้พื้นฐานด้านรังสีและการป้องกันรังสี เพื่อให้เกิดความตระหนักถึงความปลอดภัยต่อตนเองด้วย

ABSTRACT

The purpose of this research was to determine the dose of x-ray that spread during irradiation at the distance of 1 meter from the x-ray tube until it passed 30 seconds and 1 hour that there was the x-ray radiation still remain in the irradiation or not. A sample was 37 small community hospitals in the responsible area of The Office of Health Service Support 10 Ubonratchathani. This research will build the confidences for the customers and radiation operators who work in the area of radiation that made them check their dose received and how long it should be safe from the radiation after irradiation.

The research found that

1. The dose of x-ray that spread during irradiation at a distance of 1 meter from the x-ray tube until is passed 30 seconds and 1 hour, the amount of the x-ray radiation in the area remained safe all 37 samples. The percentage was in the safety range and the appropriate timing to walk in the radiation area at 10-15 seconds after irradiation. It is considered safe.

2. The result of physical

2.1 The results of the dose distribution in the physical characteristics between the x-ray diagnostic of analog and digital. By the x-ray diagnostic analog 44.45 percent, x-ray diagnostic digital 55.55 percent from all sample hospitals found that while the radiation dose distribution overall not much different either. In 30 seconds until 1 hour, there was the deduction of the normal dose and remained safe. Found that the dose while irradiation (1 second), the x-ray diagnostic analog has higher dose than the x-ray diagnostic digital just some value of the same energy. It was concluded that the physical analog and digital does not affect the amount of radiation that spread out.

2.2 The result of the dose distribution in physical lifetime found that the lifetime of the x-ray diagnostic in the community hospital samples were not affected to the amount of radiation that spread out while irradiation and when the time passed 30 seconds until 1 hour there wasn't the different as well. Because the community hospital samples have calibrated the standard of x-ray diagnostic annually which there was efficiency test regularly.

2.3 The results of the value that set up in the process of collecting research result that there was the effect to the dose that spread out or not. It found that the radiation dose and the energy used is variable. If higher value energy, the radiation dose while projection will higher as well. In 30 seconds and 1 hour dose is reduced and remained safe.

Diagnostic x-ray machine should be checked every 1 year according to the standard to provide a diagnostic x-ray machine has various diagnostic value according to the standard requirement. Effective in application that safety for the customers and should be checked the radiation screen or others radiation protections to have the regular efficiency to made it safety and trust for radiation operator. The wall of the x-ray room should be accordingly to penetration standard of radiation to make it safety for the people who walk through and the other operator who works in beside room. The most important is the radiation operator should have the basic knowledge training course about the radiation and the protection to be aware of their own safety.

1. ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

โรงพยาบาลชุมชนเป็นโรงพยาบาลประจำอำเภอทั่วไปสังกัดกระทรวงสาธารณสุข มีขีดความ สามารถระดับปฐมภูมิ (Primary Care)หรือระดับทุติยภูมิ (Secondary Care) ในบางแห่ง สามารถรับผู้ป่วยได้ตั้งแต่ 10-120 เตียง

ปัจจุบันโรงพยาบาล ทุกแห่งมีเครื่องเอ็กซ์เรย์วินิจฉัยในการใช้งาน เพื่อตรวจสอบหาความผิดปกติต่างๆของคนไข้ อาทิ เช่น กระดูก ทรวงอก เป็นต้น เครื่องเอ็กซ์เรย์วินิจฉัย ที่ใช้ในโรงพยาบาลชุมชนนั้นบางแห่งมีสภาพเก่า ทรุดโทรม และมีอายุการใช้งานนาน ด้วยงบประมาณอันจำกัดอาจมีการบำรุงรักษาที่ไม่ถูกวิธีและไม่ต่อเนื่อง ตลอดจนไม่สามารถระบุได้ว่ามีรังสีแพร่กระจายจากเครื่องมือเอ็กซ์เรย์วินิจฉันขณะใช้งานปริมาณรังสีออกมาในปริมาณเท่าใด และอีกหลายปัจจัยส่งผลให้ในโรงพยาบาลชุมชุน บุคลากรที่ทำงานเกี่ยวกับรังสีวินิจฉัยมีความกังวลเกี่ยวกับความปลอดภัยเป็นอย่างมาก เนื่องจากต้องปฏิบัติงานเกี่ยวกับรังสีทุกวัน ระยะ เวลามากบ้าง น้อยบ้าง ไม่สามารถกำหนดได้ อีกทั้งส่วนใหญ่ไม่ได้ใช้ฟิล์มวัดปริมาณรังสีบุคคล หรือหากใช้งานก็ยังต้องใช้ช่วงระยะเวลาหนึ่ง จึงจะนำฟิล์มวัดปริมาณรังสีบุคคลดังกล่าวไปตรวจวัดหาปริมาณรังสี ขณะเดียวกัน ผู้มารับบริการซึ่งไม่ควรได้รับรังสี อาจได้รับรังสี อาทิ มารดาที่ต้องมาคอยจับเด็กขณะทำการเอ็กซ์เรย์ รวมทั้งบุคคลทั่วไปที่ทำการเดินผ่านไปมาห้องเอ็กซ์เรย์ หรือผู้ที่งานประจำในจุดเสี่ยงขณะทำการฉายรังสี เราไม่มีอุปกรณ์วัดปริมาณรังสีที่บุคคลกลุ่มดังกล่าวได้รับจากการสัมผัสรังสี รวมทั้งไม่สามารถบอกปริมาณรังสีสะสมที่บุคคลดังกล่าวได้รับได้

จึงส่งผลให้บุคลากรและผู้มารับบริการด้านรังสีวินิจฉัย เป็นกังวล รวมถึงไม่แน่ใจในเรื่องของปริมาณรังสีที่แพร่กระจายออกมา ขณะใช้เครื่องเอ็กซ์เรย์วินิจฉัย และมีความเสี่ยงที่จะได้รับปริมาณรังสีที่แพร่กระจายสะสมเกินมาตรฐานกำหนด
จากข้อสังเกตดังกล่าว เห็นได้ว่ามีปัจจัยซึ้งส่งผลโดยตรงต่อสุขภาพของประชาชนผู้มารับบริการของสถานบริการสุขภาพ จึงมีความจำเป็นที่ต้องจัดทำการวิจัยเพื่อตอบปัญหาและข้อสังเกตดังกล่าวให้กระจ่าง

2. วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

2.1 สร้างความเชื่อมั่นให้ผู้ใช้บริการและผู้ปฏิบัติงานด้านรังสีวิทยา

2.2 บุคลากรผู้ปฏิบัติงานสามารถตรวจสอบตนเองเบื้องต้นได้เกี่ยวกับปริมาณรังสีที่ได้รับ

2.3 จัดทำแผนการป้องกันอันตรายจากรังสีแพร่กระจายเพื่อสร้างความเชื่อมั่นกับบุคลากรและผู้มารับบริการงานรังสีวินิจฉัย

2.4 หาค่าเฉลี่ยปริมาณรังสีแพร่กระจาย เมื่อมีการทำงานของเครื่องเอ็กซ์เรย์วินิจฉัย

2.5 หาระยะปลอดภัยจากรังสีแพร่กระจาย โดยอ้างอิงปริมาณรังสะสมระยะ ๕ ปี

2.6 หาระยะวิกฤติจากรังสีแพร่กระจาย หากได้รับรังสีต่อเนื่องในระยะเวลา ๖ เดือน

2.7 เขียนกราฟเฉลี่ยการแพร่กระจายรังสีเพื่อนำไปใช้งานในการประมาณการได้รับรังสีจากการแพร่กระจาย เมื่อมีการฉายรังสีเอ็กซ์ครั้งหนึ่งๆ

2.8 เขียนสมการความสัมพันธ์ปริมาณรังสีแพร่กระจายกับปัจจัยต่างๆ

2.9 งานวิจัยสามารถนำไปเป็นข้อมูลเบื้องต้น ในการประเมินการแพร่กระจายรังสีของเครื่องเอ็กซ์เรย์วินิจฉัยภายนอกโรงพยาบาล อาทิ รถเอ็กซ์เรย์เคลื่อนที่ เครื่องเอ็กซ์เรย์ในคลินิกเวชกรรม

2.10 งานวิจัยสามารถนำไปเป็นข้อมูลเบื้องต้น ในการประเมินการแพร่กระจายรังสีของเครื่องเอ็กซ์เรย์วินิจฉัยแบบเคลื่อนที่

2.11 เป็นข้อมูลพื้นฐานในการทำวิจัย/นวัตกรรมด้านการป้องกันอันตรายรังสีต่อไป

3 ขอบเขตของโครงการวิจัย

3.1 ขอบเขตของสถานที่ทำการวิจัย (Area) ห้องเอ็กซ์เรย์ งานรังสีวิทยา โรงพยาบาลชุมชนขนาดเล็ก เขตพื้นที่รับผิดชอบสำนักงานสนับสนุนบริการสุขภาพ เขต 10 (อุบลราชธานี)

3.2 ขอบเขตของประชากรที่ศึกษา (Population) เครื่องเอ็กซ์เรย์วินิจฉัยโรงพยาบาลชุมชนขนาดเล็ก เขตพื้นที่รับผิดชอบสำนักงานสนับสนุนบริการสุขภาพ เขต 10 (อุบลราชธานี)

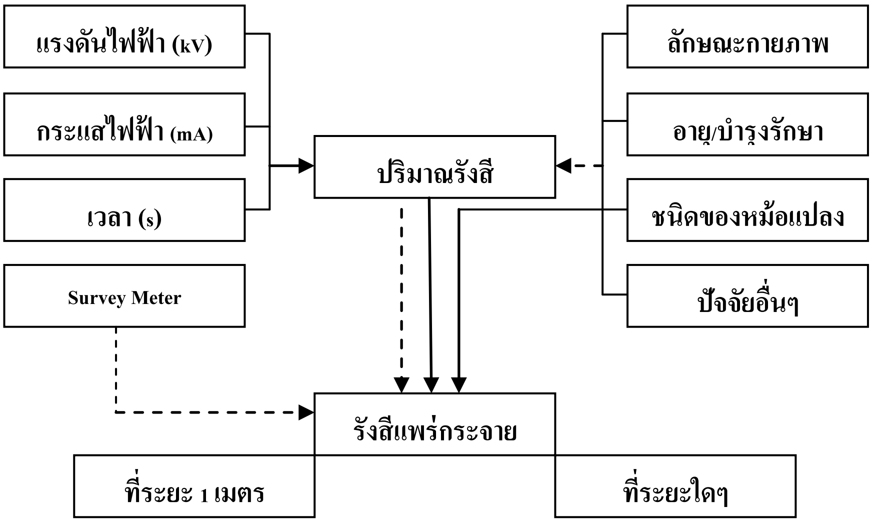
3.3 ขอบเขตของเนื้อหาสาระที่ศึกษา (variable)

- ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับรังสีเอ็กซ์
- ความรู้ทั่วไปของเครื่องเอ็กซ์เรย์วินิจฉัย
- การป้องกันอันตรายจากรังสี
- ข้อมูลอื่นประกอบการวิจัย

3.4 ขอบเขตของเวลา (Time)

โครงการวิจัยนี้ดำเนินการศึกษาโดยการสำรวจและเก็บข้อมูลจากการทดลองกับเครื่องเอ็กซ์เรย์วินิจฉัย ในโรงพยาบาลชุมชนขนาดเล็ก เขตพื้นที่รับผิดชอบสำนักงานสนับสนุนบริการสุขภาพ เขต10 (อุบลราชธานี) ใช้ระยะเวลาการดำเนินการทั้งสิ้น 2 ปี โดยแบ่งเป็น 2 ระยะคือระยะที่ 1 ปีงบประมาณ พ.ศ. 2558 ระยะที่ 2 ปีงบประมาณ พ.ศ. 2559

4. กรอบแนวความคิดงานวิจัย



รูปที่ 4.1 กรอบแนวความคิดงานวิจัย

งานวิจัยได้วางกรอบแนวความคิดเกี่ยวกับปริมาณรังสีแพร่กระจายเมื่อทำการฉายรังสีจากเครื่องเอ็กซ์เรย์วินิจฉัย คือ การเปลี่ยนแปลงกระแสไฟฟ้า (mA) แรงดันไฟฟ้า (kV) รวมถึงเวลา (s) ส่งผลต่อปริมาณรังสีที่ออกมาจากหลอดเอ็กซ์เรย์โดยตรง ทำให้แปรผันตรงกับปริมาณรังสีที่แพร่กระจายออกมาจากการฉายรังสีเอ็กซ์ด้วย ขณะเดียวกันเอ็กซ์เรย์วินิจฉัยในโรงพยาบาลชุมชนขนาดเล็กที่ใช้อยู่ในปัจจุบันมีหลายรุ่นหลายรูปแบบ ซึ่งลักษณะแต่ละเครื่องก็มีลักษณะเฉพาะตัวแตกต่างกันออกไปตามแต่ละโรงพยาบาล จึงได้มีกรอบแนวความคิดอีกว่า หากรูปแบบเครื่องเอ็กซ์เรย์ที่มีรูปแบบทางกาย ภาพ ชนิดของหม้อแปลงตลอดจนการบำรุงรักษาและ อายุของเครื่องมือที่แตกต่างกันมาก จะส่งผลอีกทางต่อปริมาณรังสีแพร่กระจาย

การวัดการแพร่กระจายรังสีเอ็กซ์ จะวัดที่ระยะ 1 เมตรเป็นหลัก ซึ่งตามหลักคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจะกระจายออกทุกทิศทาง จะทำการวัดอย่างน้อย 4 ด้านพร้อม ๆ กัน เพื่อให้คลอบคลุมพื้นที่การแพร่กระจายรังสีและหาค่าเฉลี่ยที่ใกล้เคียงค่าที่แท้จริงได้แม่นยำยิ่งขึ้น

5. สมมุติฐานงานวิจัย

จากกรอบแนวความคิดงานวิจัยข้างต้น ได้ตั้งสมมุติฐานของ ไว้ดังนี้

5.1 พบการแพร่กระจายรังสีในอากาศรอบ ๆ ในระยะ 1 เมตร เป็นอย่างน้อย

5.2 ปริมาณรังสีแพร่กระจาย จะแปรผันโดยตรงกับกระแสไฟฟ้า (mA), แรงดันไฟฟ้า (kV), เวลา (s)

5.3 ปริมาณรังสีแพร่กระจาย ที่แปรผันโดยตรง mA, kV, s มีความสัมพันธ์เป็นเส้นตรง

5.4 ปริมาณรังสีแพร่กระจายมีความสัมพันธ์ตาม (R) α s ($1/d^2$)

5.5 ปริมาณรังแพร่กระจายต้องมีค่าสูงสุดไม่เกินค่าที่กำหนดตามมาตรฐานวิศวกรรมความปลอดภัยและสภาพแวดล้อมในโรงพยาบาล ทุกระยะการสำรวจ

5.6 ปัจจัยต่าง ๆ ของเครื่องเอ็กซ์เรย์วินิจฉัย ส่งผลต่อปริมาณการแพร่กระจายรังสี

5.7 ปัจจัยต่าง ๆ ของเครื่องเอ็กซ์เรย์วินิจฉัย ซึ่งส่งผลต่อปริมาณการแพร่กระจายรังสีมีความสัมพันธ์เป็นเส้นตรง

5.8 สามารถเขียนสมการวิเคราะห์การถดถอย (Multiple Linear Regression)

$$Y = \beta_0 + \sum_{i=1}^{n} \beta_i X_i + \varepsilon$$

เพื่อใช้ในการประมาณการได้รับรังสีจากการแพร่กระจายรังสีเข้าสู่ร่างกาย

6. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ด้านวิชาการ ด้านนโยบาย ด้านเศรษฐกิจ/พาณิชย์ ด้านสังคมและชุมชน รวมถึงการเผยแพร่ในวารสาร จดสิทธิบัตร ฯลฯ และหน่วยงานที่ นำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

6.1 แก้ปัญหาในการดำเนินงานของหน่วยงานที่ทำการวิจัย (กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ)

- หน่วยงานมีข้อมูลพื้นฐานด้านความปลอดภัยของเครื่องเอ็กซ์เรย์วินิจฉัย
- บุคลากรที่ต้องปฏิบัติงานกับเครื่องเอ็กซ์เรย์วินิจฉัย สามารถประเมินความเสี่ยงปริมาณ รังสีที่ได้รับระหว่างช่วงรอการส่งแผ่นฟิล์มวัดรังสีบุคคลตรวจ

6.2 เป็นองค์ความรู้ในการทำวิจัยต่อไป เป็นข้อมูลตั้งต้นเพื่อการทำนวัตกรรม หรืองานวิจัย อาทิ

- การทำฉากป้องกันรังสีสำหรับผู้ปกครองที่คอยดูแลเด็กขณะทำการเอ็กซ์เรย์
- การทำวิจัยเพื่อตอบสมมุติฐานเรื่องของอายุเครื่องมือว่าส่งผลต่อการแพร่กระจายรังสีหรือไม่อย่างไรในระยะต่อไปอย่างชัดเจน

6.3 บริการความรู้แก่ประชาชน

- ประชาชนมีความเข้าใจในการใช้เครื่องเอ็กซ์เรย์วินิจฉัยเพื่อหาความผิดปกติ
- ประชาชนมีความมั่นใจในความปลอดภัยในการใช้บริการเครื่องเอ็กซ์เรย์วินิจฉัย

6.4 บริการความรู้สู่ภาคธุรกิจ

6.5 นำไปสู่การผลิตเชิงพาณิชย์

- เมื่อมีการศึกษามากพอ สามารถนำผลการวิจัยเป็นส่วนหนึ่งสำหรับการทำอุปกรณ์ ป้องกันรังสีอย่างง่ายได้

6.6 เพิ่มประสิทธิภาพในการผลิต

6.7 เป็นประโยชน์ต่อประชำกรกลุ่มเป้าหมาย

- ผู้ปฏิบัติงานกับเครื่องเอ็กซ์เรย์วินิจฉัยมีความเชื่อมั่นในการใช้งานเครื่องเอ็กซ์เรย์วินิจฉัยนั้น ๆ
- ผู้ปฏิบัติงานกับเครื่องเอ็กซ์เรย์วินิจฉัยสามารถประเมินความปลอดภัยของเครื่องเอ็กซ์เรย์วินิจฉัยเบื้องต้นจำกรังสีรั่วไหลได้ โดยไม่ต้องกังวลขณะรอผลตรวจแผ่นฟิล์มวัดรังสีบุคคล
- สามารถคำนวณปริมาณรังสีในการวัดหนึ่งๆ ตามสภาพการณ์ของเครื่องเอ็กซ์เรย์วินิจฉัย
- โรงพยาบาลมีข้อมูลเพื่อวางแผนการบำรุงรักษาเครื่องมืออย่างมีประสิทธิภาพ

6.8 อื่น ๆ

- แสดงหรือนำเสนอผลงานทางวิชาการระหว่างหน่วยงานราชการได้ไม่น้อยกว่า 1 ผลงาน
- ได้รับการตีพิมพ์ในวารสารวิชาการกองวิศวกรรมการแพทย์ เป็นอย่างน้อย

7. ผลสำเร็จและความคุ้มค่าของการวิจัยที่คาดว่าจะได้รับ

7.1 นำข้อมูลไปใช้ในการตรวจสอบการแพร่กระจายรังสีในโรงพยาบาล

7.2 สร้างความเชื่อมั่นให้กับเครื่องเอ็กซ์เรย์วินิจฉัยในโรงพยาบาล

7.3 ประเมินความเสี่ยงในการรั่วไหล หากใช้เครื่องเอ็กซ์เรย์วินิจฉัยแบบต่างๆได้

7.4 ได้ข้อมูลและแนวทางพื้นฐาน สำหรับการประเมินประสิทธิภาพของเครื่องมือและอุปกรณ์

7.5 ทราบถึงปัจจัยที่ส่งผลต่อปริมาณรังสีรั่วไหลในการวัดหนึ่งๆตามสภาพการณ์ข

7.6 โปรแกรมอย่างง่ายเพื่อคำนวณปริมาณรังสีในการวัดหนึ่งๆ ตามสภาพการณ์ ของเครื่องเอ็กซ์เรย์วินิจฉัยปัจจุบัน

7.7 โรงพยาบาลมีข้อมูลเพื่อวางแผนการบำรุงรักษาเครื่องมืออย่างมีประสิทธิภาพ

8. สรุปและอภิปรายผล

งานวิจัยนี้เป็นการวัดค่าปริมาณรังสีเอ็กซ์ที่แพร่กระจายออกมา ขณะฉายรังสีที่เครื่องเอ็กซ์เรย์วินิจฉัย และวิเคราะห์และหาค่าเฉลี่ยปริมาณรังสีเอ็กซ์ที่แพร่กระจายออกมาในช่วงเวลาที่ผ่านไป 30 วินาที กระทั่ง 1 ชั่วโมง ค่าปริมาณรังสีแพร่กระจายเกินเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้หรือไม่ และระยะเวลาที่มีความเสี่ยงที่จะได้รับปริมาณรังสีที่แพร่กระจายเกินมาตรฐานกำหนด สำหรับบุคลากรที่ทำงานเกี่ยวกับรังสีวินิจฉัย และผู้มารับบริการซึ่งไม่ควรได้รับรังสี เช่น มารดาที่ต้องมาคอยจับเด็กขณะทำการเอ็กซ์เรย์ รวมทั้งบุคคลทั่วไปที่ทำการเดินผ่านไปมาห้องเอ็กซ์เรย์ และจะพิจารณาลักษณะทางกายภาพของตัวเครื่องเอ็กซเรย์แบบวินิจฉัย คือ อายุเครื่อง ยี่ห้อเครื่อง ว่ามีผลต่อปริมาณรังสีที่แพร่กระจายออกมาหรือไม่

สรุปผลการวิจัย ค่าเฉลี่ยปริมาณรังสีแพร่กระจาย เมื่อมีการทำงานของเครื่องเอ็กซ์เรย์วินิจฉัยจากกลุ่มตัวอย่างโรงพยาบาลชุมชนขนาดเล็ก จำนวน 37 แห่ง ในเขตพื้นที่รับผิดชอบของสำนักงานสนับสนุนบริการสุขภาพ เขต 10 จังหวัดอุบลราธานี

8.1 จากการดำเนินการเก็บผลปริมาณรังสีแพร่กระจายเมื่อมีการทำงานของเครื่องเอ็กซ์เรย์วินิจฉัย โดยดำเนินการเก็บผล 3 ครั้ง ในแต่ละค่า คือ ที่ 60 kV เวลา 0.2sec 200 mA, 70 kV เวลา 0.2sec 200 mA ,80 kV เวลา 0.2sec 200 mA (ควรจะดำเนินการเก็บผลซ้ำ 5 ครั้งเพื่อความน่าเชื่อถือในการเก็บค่า แต่เนื่องจากประสิทธิภาพของเครื่องไม่สามารถดำเนินการได้ จึงทำซ้ำได้เพียงแค่ 3 ครั้ง) โดยกำหนดระยะห่างในการวัดค่าปริมาณรังสีที่แพร่กระจายออกมา ห่างจากหัวหลอดเป็นระยะ 1 เมตร ค่าเฉลี่ยปริมาณรังสีแพร่กระจายของแต่ละโรงพยาบาลอยู่ในเกณฑ์ที่ปลอดภัย อ่านค่าที่เวลา 30 วินาที ซึ่งจะมีค่าปริมาณรังสีแพร่กระจาย อยู่ระหว่าง 0.02-1.524 μSv/hr เป็นค่าที่ไม่เกิดเกณฑ์มาตรฐานกำหนดไว้ (ประกาศกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ เรื่อง ข้อปฏิบัติการควบคุมคุณภาพเครื่องเอกซเรย์วินิจฉัย 15 ตุลาคม พ.ศ. 2550 บริเวณโดยรอบหลอดเอกซเรย์ที่ระยะทาง 1 เมตรจากตำแหน่งอ้างอิงจุดโฟกัสของหลอดเอกซเรย์ ต้องมีรังสีรั่วไม่เกิน 1,000 ไมโครเกรย์ใน 1 ชั่วโมง) ซึ่งสามารถอภิปรายได้ว่า รังสีเอ็กซ์มีคุณสมบัติเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า และอนุภาค มีการสะท้อน การหักเห การแทรกสอดและการเลี้ยวเบน และมีโมเมนตัมเหมือนอนุภาคทั่วไป ดังนั้นจากการที่กำหนดชัตเตอร์ถ่ายภาพในท่าเอ็กซเรย์ช่องท้อง ลำแสงของเครื่องเอ็กซเรย์จะถูกกำหนดไว้ หลังจากกดปล่อยรังสีเพื่อทำการฉายรังสีนั้นๆ รังสีเอ็กซ์จะถูกบังคับให้อยู่ในลำแสงที่กำหนดไว้ในท่าที่ตั้งไว้ ทำให้ปริมาณรังสีที่แพร่กระจายออกจากจากจุดที่บังคับไว้ มีการกระเจิงออกที่น้อย แต่ยังเป็นค่าที่ยังสูงในช่วงขณะที่ทำการฉายรังสีนั้นๆ (วัดห่างจากหัวหลอดในระยะ 1 เมตร) ในช่วงวินาทีแรกนั้นขณะฉายรังสี ปริมาณรังสีที่แพร่กระจายออกมาในระยะ 1 เมตร ยังถือว่ามีค่าที่สูงและเป็นอันตรายได้ (ค่าเฉลี่ยปริมาณรังสีที่แพร่กระจายออกมามีค่าประมาณ 163-278 μSv/hr) แต่ภายหลังจาก 1 วินาที ปริมาณรังสีเอ็กซ์จะมีค่าลดลงตามลำดับ โดยเฉลี่ยแล้วช่วงเวลาหลังจากที่ทำการฉายรังสี ควรทิ้งระยะเวลาประมาณ 10-15 วินาที ถึงจะเข้าไปในบริเวณฉายรังสีได้ปลอดภัยมีปริมาณรังสีที่แพร่กระจายออกมาน้อย หรือเทียบเท่ากับรังสีพื้นหลัง

8.2 วิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพของเครื่องเอ็กซเรย์วินิจฉัย

จากกลุ่มตัวอย่างเครื่องเอ็กซเรย์แบบวินิจฉัยในโรงพยาบาลชุมชุนขนาดเล็ก ทั้งหมด 36 แห่ง มีเครื่องเอ็กซเรย์แบบดิจิตอล 20 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 55.55 และแบบอนาล็อก16 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 44.45

8.2.1 ผลการศึกษาปริมาณรังสีแพร่กระจายในส่วนของลักษณะทางกายภาพระหว่างเครื่องเอ็กซเรย์แบบวินิจฉัยแบบอนาล็อกและแบบดิจิตอล เป็นดังตารางที่ 8.1 สรุปได้ว่าจากการศึกษาวิจัยนี้ ลักษณะทางกายภาพระหว่างเครื่องเอ็กซเรย์แบบวินิจฉัยแบบอนาล็อกและแบบดิจิตอลนั้นไม่ส่งผลต่อปริมาณ สีที่แพร่กระจายขณะทำการฉายรังสี ค่าปริมาณรังสีที่แพร่กระจาย ที่พลังงานต่างๆจะมีค่าไม่แตกต่างกัน ทั้งขณะที่ทำการฉายรังสี (1 วินาที) และในช่วงระยะเวลาที่ผ่านไป 30 วินาทีจนกระทั่ง 1 ชั่วโมง ปริมาณรังสีแพร่ กระจายที่คงค้างจากการฉายรังสีมีปริมาณลดลง ตามลำดับ และอยู่ในเกณฑ์ปกติ

ตารางที่ 8.1 ปริมาณรังสีแพร่กระจายระหว่างเครื่องเอ็กซเรย์แบบวินิจฉัยแบบอนาล็อกและแบบดิจิตอล

ชนิดเครื่อง	จำนวนเครื่องกลุ่มตัวอย่าง (เครื่อง)	คิดเป็นร้อยละ (%)	ค่าพลังงาน (kV)	ค่าปริมาณรังสีเฉลี่ย.ในช่วงเวลา (µSv/hr)		เกณฑ์ความปลอดภัย
				1วินาที	30 วินาที	
อนาล็อก	20	55.55	60kV	163.99	0.08	ผ่าน
			70kV	201.99	0.19	ผ่าน
			80kV	278.79	0.07	ผ่าน
ดิจิตอล	16	44.45	60kV	189.70	0.06	ผ่าน
			70kV	190.63	0.07	ผ่าน
			80kV	246.55	0.06	ผ่าน

*หมายเหตุ โรงพยาบาลเชื่องใน ไม่นำมาพิจารณาด้วย เนื่องจากมีการเปลี่ยนเครื่องเอ็กซเรย์ใหม่

ตารางที่ 8.2 ปริมาณรังสีแพร่กระจายของเครื่องเอ็กซเรย์ในอายุที่แตกต่างกัน

อายุการใช้งาน (ปี)	จำนวนเครื่องกลุ่มตัวอย่าง(เครื่อง)	คิดเป็นร้อยละ(%)	ค่าพลังงาน (kV)	ช่วงเวลา (µSv/hr)		เกณฑ์ความปลอดภัย
				1วินาที	**30วินาที**	
0-5ปี	14	37.84	60kV		0.05	ผ่าน
			70kV	198.98	0.05	ผ่าน
			80kV	229.29	0.06	ผ่าน
6-10 ปี	11	29.73	60kV	115.96	0.08	ผ่าน
			70kV	242.41	0.08	ผ่าน
			80kV	199.44	0.61	ผ่าน
10 ปี ขึ้นไป	12	32.43	60kV	144.00	0.05	ผ่าน
			70kV	144.91	0.09	ผ่าน
			80kV	247.95	0.06	ผ่าน

*หมายเหตุ อ้างอิงเกณฑ์ ประกาศกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ เรื่อง ข้อปฏิบัติการควบคุมคุณภาพเครื่องเอกซเรย์วินิจฉัย 15 ตุลาคม พ.ศ. 2550 บริเวณโดยรอบหลอดเอกซเรย์ที่ระยะทาง 1 เมตรจากตำแหน่งอ้างอิงจุดโฟกัสของหลอดเอกซเรย์ต้องมีรังสีรั่ว ไม่เกิน 1,000 ไมโครเกรย์ใน 1 ชั่วโมง

8.2.2 ผลการศึกษาปริมาณรังสีแพร่กระจายในส่วนของลักษณะทางกายภาพอายุการใช้งาน เป็นดังตารางนี้ อายุการใช้งาน 0-5 ปี มีจำนวน 14 เครื่อง คิดเป็นร้อยละ 37.84 อายุการใช้งาน 6-10 ปี มีจำนวน 11 เครื่อง คิดเป็นร้อยละ 29.73 และ อายุการใช้งาน 10 ปีขึ้นไป มีจำนวน 12 เครื่องคิดเป็นร้อยละ 32.43

จากตารางที่ 8.2 พบว่าอายุการใช้งานที่แตกต่างกันของเครื่องเอ็กซเรย์แบบวินิจฉัยนั้น ไม่มีผลต่อปริมาณการแพร่กระจายรังสีเอ็กซ์ในระยะหัวหลอด 1 เมตร ในช่วง 1 วินาที และลดลงตามลำดัลในช่วง 30 วินาที จนกระทั่ง 1 ชั่วโมง ปริมาณรังสีอยู่ในเกณฑ์ปลอดภัย

8.2.3 ค่าที่ตั้งในการดำเนินการเก็บผลวิจัย เป็นค่าที่ได้จากการสอบถามเจ้าหน้าที่ที่ประจำห้องเอ็กซเรย์มนโรงพยาบาลกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งมีหลายค่า งานวิจัยนี้จึงเลือกค่าที่ครอบคลุมการใช้งานไว้

ตารางที่ 8.3 ปริมาณรังสีแพร่กระจายของค่าพลังงานที่แตกต่างกัน

ค่าพลังงานที่ใช้	ช่วงเวลา	
	1 วินาที	**30 วินาที**
60kV	140.50	0.06
70kV	195.43	0.07
80kV	225.56	0.06

จากตารางที่ 8.3 สรุปได้ว่า ปริมาณรังสีและค่าพลังงานที่ใช้ มีการแปรผันตรงต่อกัน หากค่าพลังงานสูงขึ้น ปริมาณรังสีขณะที่ทำการฉายจะสูงขึ้นเช่นกัน และในวินาทีที่ 30 จนกระทั่ง 1 ชั่วโมงนั้น ค่าปริมาณรังสีจะลดลงและอยู่ในเกณฑ์ที่ปลอดภัย

9. ปัญหาและอุปสรรค

9.1 ข้อมูลการสำรวจทางกายภาพไม่เป็นไปตามที่กำหนดไว้ เช่น ขนาดข้อมูลชนิดหม้อแปลง เนื่องจากเจ้าหน้าที่ประจำห้องเอ็กซเรย์ของโรงพยาบาลกลุ่มตัวอย่างจำไม่ได้ และไม่มีฐานข้อมูลหรือแระวัติ หรือสเปคเครื่องเก็บไว้ หรือเจ้าหน้าที่เพิ่งมาทำงานใหม่ และไม่ใช่เจ้าหน้าที่รังสีโดยเฉพาะทำให้ไม่ทราบข้อมูลเครื่อง จึงทำให้การเก็บข้อมูลไม่เป็นไปตามที่กำหนดไว้

9.2 การฉายรังสีตามการทดลองที่กำหนดไว้ 5 ครั้ง ไม่สามารถทำได้ เนื่องจากประสิทธิภาพของเครื่อง และอายุการใช้งาน โดยเฉพาะกระแสไฟที่ต้องใช้ไฟอย่างมาก ส่งผลต่อแผนกอื่นๆในโรงพยาบาล

9.3 การใช้ค่าในการเก็บผลวิจัย ค่าที่กำหนดไว้ไม่สะดวกในการดำเนินการจริง เนื่องจากประสิทธิภาพของเครื่องและการเปลี่ยนค่าไปมา จะทำให้การเก็บค่าวิจัยนานขึ้น เกิดการใช้งานเครื่องที่มากขึ้น หนักขึ้น อาจจะส่งผลต่อเครื่อง อาจเกิดการชำรุดเสียหายได้ งานวิจัยนี้จึงพิจารณาเพียงการเปลี่ยนค่าพลังงานเท่านั้นส่วนกระแสไฟฟ้าและค่าวินาทีนั้น จะไม่มีการเปลี่ยนแปลง

9.4 การพิจารณยี่ห้อเครื่อง ไม่สามารถดำเนินการได้ เนื่องจากจะส่งผลทางธุรกิจของผู้ขาย ดังนั้นวิจัยนี้จึงพิจารณาเพียงแบบอนาล็อกและแบบดิจิตอล

9.5 การหาระยะปลอดภัย โดยอ้างอิงปริมาณรังสีสะสมระยะ 5 ปี นั้น ไม่สามารถดำเนินการได้เนื่องจากทางโรงพยาบาลไม่มีข้อมูลปริมาณรังสีสะสม 5 ปี และการดำเนินการโครงการวิจัยนั้น วัดเพียงระยะเดียว คือห่างจากหัวหลอดพียง 1 เมตร

9.6 การหาระยะวิกฤติจากรังสีแพร่กระจาย หากได้รับรังสีต่อเนื่องในระยะเวลา 6 เดือน ไม่สามารถทำได้ เนื่องจาก โครงการวิจัยดำเนินการวัดเพียงระยะเดียว คือห่างจากหัวหลอดเพียง 1เมตร ในระยะห่างจากหัวหลอด 1 เมตรนั้น ในขณะฉายรังสีนั้นถือว่ามีปริมาณรังสีสูงและเป็นอันตราย ไม่ควรเข้าใกล้ขณะฉายรังสี

9.7 การเขียนสมการความสัมพันธ์ปริมาณรังสีแพร่กระจายกับปัจจัยต่างๆนั้น ไม่สามารถเขียนขึ้นมาได้ เนื่องจากจากผลสรุปโครงการฯ ปัจจัยทางกายภาพต่างๆเช่น ชนิดของเครื่องแบบอนาล็อกและแบบดิจิตอล อายุการใช้งานนั้น ไม่มีผลต่อปริมาณรังสี เนื่องจากทางโรงพยาบาลมีการบำรุงรักษาและสอบเทียบ ตรวจสอบมาตรฐานเครื่องเอ็กซเรย์อยู่ตามมาตรฐาน ทำให้ปัจจัยที่กล่าวมานั้นไม่มีผลใดๆ จึงทำให้ไม่เกิดสมการความสัมพันธ์ขึ้น

9.8 โครงการวิจัยนี้ได้รับการส่งต่อจากเจ้าของโครงการเดิมในตำแหน่งนักวิชาการอุปกรณ์การแพทย์ ทำให้ผู้ดำเนินการต่อไม่เข้าใจเนื้อหาและวัตถุประสงค์หลักอย่างแท้จริง จึงทำให้การดำเนินงานมีอุปสรรคในด้านความรู้พื้นฐาน และการดำเนินการเก็บผลวิจัย และรวมไปถึงการสรุปผลและวิเคราะห์ผลโครงการวิจัย

10. อภิปรายผล

ผลการวิจัยพบว่า ลักษณะทางกายภาพที่โครงการวิจัยนำมาวิเคราะห์ของเครื่องเอ็กซเรย์แบบวินิจฉัยนั้น คือชนิดของเครื่องเอ็กซเรย์แบบวินิจฉัย อายุการใช้งาน พบว่าไม่มีผลต่อปริมาณรังสีขณะทำการฉายรังสี และค่าพลังงานที่เปลี่ยนแปลงไปจะแปรผันตรงกับปริมาณรังสี เนื่องจากจากข้อมูลการสำรวจนั้น โรงพยาบาลกลุ่มเป้าหมายมีการบำรุงรักษาและทดสอบสอบเทียบมาตรฐานเครื่องเอ็กซเรย์แบบวินิจฉัย เป็นประจำตามมาตรฐานที่กำหนดไว้ ทำให้สภาพของเครื่องและค่าวินิจฉัยต่างๆยังเป็นไปตามมาตรฐานอยู่ในเกณฑ์ที่ปลอดภัย

11. ข้อเสนอแนะ

10.1 โรงพยาบาลกลุ่มเป้าหมายสามารถนำผลโครงการวิจัยฯ ไปจัดทำแผนการป้องกันอันตรายจากรังสีแพร่กระจายเพื่อสร้างความเชื่อมั่นกับบุคลากรและผู้รับบริการงานด้านรังสี และสามารถตรวจสอบตัวเองเบื้องต้นได้เกี่ยวกับปริมาณรังสีที่ได้รับ

10.2 การเพิ่มระยะห่างจากต้นกำเนิดรังสี จะทำให้ผู้ปฏิบัติงานได้รับปริมาณรังสีลดลงด้วยระยะเวลาทำงานเท่าเดิม

12. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยเรื่องนี้สำเร็จลุล่วงได้เป็นอย่างดีด้วยความตั้งใจและความพยายามของผู้วิจัย ผู้ช่วยโครงการวิจัย ที่ปรึกษาโครงการวิจัย และจากสำนักงานสนับสนุนบริการสุขภาพ เขต 10 จังหวัดอุลราชธานี ด้วยความกรุณาช่วยเหลือในการสนับสนุนทุกๆด้าน ทั้งการเข้าร่วมอบรมเพิ่มพูนความรู้ที่เกี่ยวข้องกับโครงการวิจัยนี้ ทั้งสนับสนุนทางราชการเพื่ออำนวยความสะดวกให้การดำเนินงานสำเร็จไปด้วยดี กระทั่งโครงการนี้สำเร็จ

คณะผู้ทำวิจัยขอขอบคุณคุณวารุณี เตยโพธิ์ ตำแหน่งนักวิทยาศาสตร์นิวเคลียร์ และคุณอุดร ยังช่วย ตำแหน่งนักวิทยาศาสตร์นิวเคลียร์ ที่ได้ให้แนวทางการวิเคราะห์มูลของโครงการนี้ ทั้งยังให้ความรู้ด้านวิชาการและทางสถิติ ให้การทำงานราบรื่นเป็นอย่างดีเสมอมา

ขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ที่สนับสนุนทุนในการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้ ขอขอบคุณกำลังใจและความช่วยเหลือจากบิดามารดา ครูบาอาจารย์ และเจ้าหน้าที่ทุกท่านทีให้ความรู้และความร่วมมือ แนวทางที่เป็นประโยชน์ และบุคคลต่างๆที่ผู้ทำวิจัยไม่สามารถกล่าวถึงได้ทั้งหมดในนี้ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาและความปรารถนาดีของทุกท่านเป็นอย่างยิ่ง จึงกราบขอบพระคุณและขอบคุณไว้ในโอกาสนี้

คณะผู้จัดทำ

13. บรรณานุกรม

- ประกาศกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ เรื่อง ข้อปฏิบัติการควบคุมเครื่องเอกซเรย์วินิจฉัย
- Principle Biomedical Instrumentationand Measurement, Richard Aston, Pennsylvania State University, Wilkes-Barre
- Introduction to Radiological Physics and Radiation Dosimetry, Frank Herbert Attix, Professor of Medical Physics University of Wisconsin Medical School, Madison, Wisconsin
- Introduction to Health Physics second edition-revised and enlarged, Herman Cember, Northwestern University
- นิวเคลียร์เทคโนโลยี พื้นฐานและการประยุกต์ใช้ด้านดินและพืช, รองศาสตราจารย์ ดร.นวลฉวี รุ่งธนเกียรติ, ภาควิชารังสีประยุกต์และไอโซโทป คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- คู่มือมาตรฐานวิศวกรรมความปลอดภัยและสภาพแวดล้อมในโรงพยาบาล, กองวิศวกรรมการแพทย์ กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ กระทรวงสาธารณสุข
- คู่มืออบรมการป้องกันอันตรายจากรังสี, สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ
- บทความ ผลของรังสีต่อสิ่งมีชีวิต, ดร.กนกรัชต์ ตียพันธ์, สำนักกำกับดูแลความปลอดภัยทางนิวเคลียร์ สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ
- บทความ สรุปความสัมพันธ์ของหน่วยวัดและการป้องกันรังสีอย่างง่าย, ดารุณี พีขุนทด, สำนักสนับสนุนการกำกับดูแลความปลอดภัยจากพลังงานปรมาณู สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ
- บทความ ปริมาณรังสีจากการถ่ายภาพเอ็กซ์เรย์, ผศ.ดร.สุชาติ โกทันย์, ภาควิชำรังสีเทคนิคคณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
- การประชุมวิชำการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีนิวเคลียร์ ครั้งที่ 8, การประมาณระดับรังสีบริเวณภายในและรอบ ๆ ห้องปฏิบัติการแสงสยาม, รำจำ เสกหะ และคณะ, ศูนย์ปฏิบัติการวิจัยเครื่องกำเนิดแสงซิงโครตรอนแห่งชาติ
- การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีนิวเคลียร์ ครั้งที่ 8, การสำรวจความเปรอะเปื้อนทางรังสีและการชำระล้างความเปรอะเปื้อนทางรังสี ณ ห้องปฏิบัติการทางรังสี แผนกเวชศาสตร์นิวเคลียร์ โรงพยาบาลศิริราช
- ภาควิชาฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ttp://physics.flas.kps.ku.ac.th/wadchara/Phy119/GenPhys_11radi.ppt
- สมาคมนิวเคลียร์แห่งประเทศไทย http://www.nst.or.th/article/article493/article493020.html
- Department of Environmental Safety, University of Maryland http://des.umd.edu/rs/material/manual/manual.pdf

- ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล

http://www.rmutphysics.com/

- Applied Regression Analysis - Third Edition, Norman R. Draper & Harry Smith, 1998
- การสำรวจด้วยตัวอย่าง การชักตัวอย่างและกำรวิเคราะห์, ศาสตราจารย์ ดร.ประชุม สุวัตถี, สถาบันบัณฑิตพัฒนบริ-หารศาสตร์
- สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ

http://www0.tint.or.th/nkc/nkc51/nkc5101/nkc5101b.html

- ข้อมูลจากอินเตอร์เน็ต

http://www.daviddarling.info/encyclopedia/C/Compton_effect.html

- สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

http://www.oaep.go.th/dt_news1.php?id=35

- General X-rays machine, ผศ.เพชรากร หาญาพนิชย์, ภาควิชารังสีวิทยา คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
- การตรวจซ่อมดัดแปลง Control board DCD-325R ของเครื่องเอ็กซ์เรย์, นายพิชิตพร นิลใน, ศูนย์วิศวกรรมการแพทย์ 8 (ชลบุรี)

การประเมินประสิทธิภาพระบบสื่อสารด้วยเครื่องวิทยุคมนาคมในการรองรับภัยพิบัติทางธรรมชาติของสถานพยาบาลในประเทศไทย

วินัย ฉายากุล
กลุ่มพัฒนาวิศวกรรม กองวิศวกรรมการแพทย์
กองวิศวกรรมการแพทย์ กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ กระทรวงสาธารณสุข

ในการศึกษาโดยการออกทดสอบ ตรวจสอบ คุณภาพเครื่องวิทยุคมนาคมที่มีใช้งานอยู่ในปัจจุบันของสถานบริการสุขภาพ ซึ่งเป็นสถานบริการสุขภาพภาครัฐ ในสังกัดกระทรวงสาธารณสุข ในช่วงปีที่ 1/2559 จำนวน 9 จังหวัด สถานบริการสุขภาพจำนวน 20 แห่งและได้ทดสอบ ตรวจสอบ เก็บข้อมูลกลับมาครบถ้วน จากนั้นทำการตรวจสอบ วิเคราะห์ สรุปข้อมูล โดยใช้หลักการวิเคราะห์การคำนวณทางวิศวกรรมศาสตร์และได้ผลการวิเคราะห์ ซึ่งนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลในรูปแบบภาพหรือตารางข้อมูลและคำบรรยายโดยแบ่งออกเป็น 3 ส่วนดังนี้

ส่วนที่ 1 การนำเสนอข้อมูลการมี การใช้เครื่องวิทยุคมนาคมของสถานบริการสุขภาพในสังกัดกระทรวงสาธารณสุข ตามที่กำหนดไว้ มาวิเคราะห์โดยนำเสนอในรูปตารางประกอบคำบรรยาย

ส่วนที่ 2 การทดสอบ ตรวจสอบคุณภาพหรือประสิทธิภาพเครื่องวิทยุคมนาคมของสถานบริการสุขภาพในสังกัดกระทรวงสาธารณสุข ตามที่กำหนดไว้ มาวิเคราะห์และนำเสนอในรูปตารางประกอบคำบรรยาย

ส่วนที่ 3 วิเคราะห์คุณภาพหรือประสิทธิภาพเครื่องวิทยุคมนาคมของสถานบริการสุขภาพในสังกัดกระทรวงสาธารณสุข ตามที่กำหนดไว้และนำเสนอในรูปตารางประกอบคำบรรยาย

รายละเอียดการเก็บข้อมูลสถานีวิทยุคมนาคม โครงการสำรวจความพร้อมของระบบสื่อสาร

รายละเอียดที่สำรวจ/โรงพยาบาล	ระบบวิทยุที่ใช้ (VHF) รุ่น	ความถี่รับ/ความถี่ส่ง	กำลังส่งตาม สเป็คเครื่อง (วัตต์)	กำลังส่งที่วัดได้ (วัตต์)	ความสูงสายอากาศ (เมตร)	อัตราการขยายของสายอากาศ (dB)	ความไวภาครับ 12 dB sinad (uv)	ค่ากำลังสะท้อนกลับ (VSWR)	ค่า Harmonic เทียบกับถี่พาห์	ชนิดของสายนำสัญญาณ ความยาวที่ใช้งาน (เมตร)	ค่าเบี่ยงเบนทางความถี่ (Frequency	ค่าผิดพลาดทางความถี่ (Frequency error)	สรุปผลความพร้อมโดยรวม
รพ.ฝาง จ.เชียงใหม่	icom IC2300H	152.250/ 153.875	60	50	30	รอบตัว	0.2	1.2:1	52	RG8 30	มาตราฐาน	มาตราฐาน	พร้อมใช้งาน
รพ.แม่อาย จ.เชียงใหม่	icom IC2200H	154.975	50	45	18	ไดโพล 9	0.2	1.2:1	63	RG8 30	มาตราฐาน	มาตราฐาน	พร้อมใช้งาน
รพ.พร้าว จ.เชียงใหม่	icom IC2200H	152.250/ 153.875	50	25	40	ไดโพล 9	0.2	1.3:1	68	RG8 50	มาตราฐาน	มาตราฐาน	พร้อมใช้งาน
รพ.เวียงปาเป้า จ.เชียงราย	icom IC2200H	155.475	50	25	18	ไดโพล 9	0.15	1.2:1	76	RG8 25	มาตราฐาน	มาตราฐาน	พร้อมใช้งาน
รพ.แม่สรวย จ.เชียงราย	icom IC2100H	155.775	50	50	16	เจโพล 9	0.1	1.2:1	73	5DFB 15	มาตราฐาน	มาตราฐาน	พร้อมใช้งาน
รพ.แม่ทา จ.ลำพูน	icom IC2200H	155.725	30	19	30	ไดโพล 9	0.1	1.6:1	54	RG8 35	มาตราฐาน	มาตราฐาน	การใช้งานอาจเกิดความเสียหาย
รพ.บางมะผ้า จ.แม่ฮ่องสอน	icom IC2200H	155.375	50	40	6	ไดโพล 9	0.26	1.3:1	49	RG8 12	มาตราฐาน	มาตราฐาน	พร้อมใช้งาน
รพ.สบเมย จ.แม่ฮ่องสอน	YAESU	155.375	40	44	21	ไดโพล 9	0.2	5:1		RG8 30	มาตราฐาน	มาตราฐาน	การใช้งานอาจเกิดความเสียหาย
รพ.ท่าสองยาง จ.ตาก	SPENDER TM481DTV	154.975	70	53	18	เจโพล 9	0.159	1.2:1	42	RG8 35	มาตราฐาน	มาตราฐาน	พร้อมใช้งาน
รพ.แม่ละมาด จ.ตาก	icom IC2300H	154.975	60	54	18	ไดโพล 9	0.2	1.1:1	78	5DFB 35	มาตราฐาน	มาตราฐาน	พร้อมใช้งาน
รพ.ตะกั่วป่า จ.พังงา	icom ICF310	155.775/ 152.250	10	7	45	ไดโพล 9	0.25	1.7:1	40	10DFB 70	มาตราฐาน	มาตราฐาน	พร้อมใช้งาน
รพ.ป่าตอง จ.ภูเก็ต	icom IC2200H	155.125	50	33.8	6	ไดโพล 9	0.25	1.2:1	61	RG8 30	มาตราฐาน	มาตราฐาน	พร้อมใช้งาน
รพ.ถลาง จ.ภูเก็ต	icom F5023H	155.725/ 153740	30	30	45	ไดโพล 9	0.283	1.2:1	53	RG8 70	มาตราฐาน	มาตราฐาน	พร้อมใช้งาน
รพ.ทับปุด จ.พังงา	icom IC2200H	153.225	50	40	45	ไดโพล 9	0.5	1.4:1	53	RG8 70	มาตราฐาน	มาตราฐาน	พร้อมใช้งาน

รายละเอียดการเก็บข้อมูลสถานีวิทยุคมนาคม โครงการสำรวจความพร้อมของระบบสื่อสาร

รายละเอียดที่สำรวจ/โรงพยาบาล	ระบบวิทยุที่ใช้ (VHF) รุ่น	ความถี่รับ/ความถี่ส่ง	กำลังส่ง ตาม สเป็คเครื่อง (วัตต์)	กำลังส่งที่วัดได้ (วัตต์)	ความสูงสายอากาศ (เมตร)	อัตตราการขยายของสายอากาศ (dB)	ความไวภาครับ 12 dB sinad (uv)	ค่ากำลังสะท้อนกลับ (VSWR)	ค่า Harmonic เทียบกับถี่พาห์	ชนิดของสายนำสัญญาณ ความยาวที่ใช้งาน (เมตร)	ค่าเบี่ยงเบนทางความถี่ (Frequency Deviation)	ค่าผิดพลาดทางความถี่ (Frequency error)	สรุปผลความพร้อมโดยรวม
รพ.อ่าวลึก จ.กระบี่	yaesu FM9012	154.925	50	44	45	ไดโพล 6	0.251	1.2:1	52	RG8 60	มาตราฐาน	มาตราฐาน	พร้อมใช้งาน
รพ.ปลายพระยา จ.กระบี่	icom F5023H	154.925	30	39	45	ไดโพล 9	0.2	1.2:1	52.56	10DFB 50	มาตราฐาน	มาตราฐาน	พร้อมใช้งาน
รพ.ทองผาภูมิ จ.กาญจนบุรี	icom IC2300H	155.375	60	60	22	ไดโพล 9	0.158	1.3:1	68	10DFB 35	มาตราฐาน	มาตราฐาน	พร้อมใช้งาน
รพ.ท่ากระดาน จ.กาญจนบุรี	icom IC2100	155.375	50	40	45	ไดโพล 9	1.2	1.3:1	69	RG8 60	มาตราฐาน	มาตราฐาน	พร้อมใช้งาน
รพ.สังขละบุรี จ.กาญจนบุรี	icom IC2100H	155.375	50	30	45	ไดโพล 9	1.12	1.3:1	70	10DFB 50	มาตราฐาน	มาตราฐาน	พร้อมใช้งาน

ส่วนที่ 2 การทดสอบ ตรวจสอบคุณภาพหรือประสิทธิภาพเครื่องวิทยุคมนาคมของสถานบริการสุขภาพในสังกัดกระทรวงสาธารณสุข ตามที่กำหนดไว้ได้มีการทดสอบตามตารางของสถานบริการสาธารณสุขดังตารางที่ผ่านมา

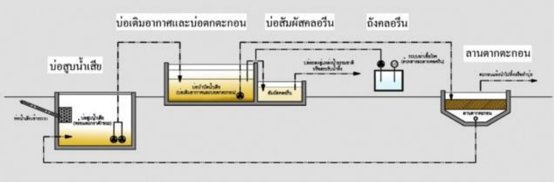
ตารางข้อมูล แสดงการทดสอบ ตรวจสอบคุณภาพหรือประสิทธิภาพเครื่องวิทยุคมนาคมของสถานบริการสุขภาพในสังกัดกระทรวงสาธารณสุข ตารางข้อมูล อธิบายได้ว่า จำนวนโรงพยาบาลตัวอย่างที่เข้าสำรวจทั้งหมด 20 โรงพยาบาลมีจำนวน 5 แห่ง ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานเบื้องต้น คิดเป็น 25 %

ทั้งนี้ผลการดำเนินการยังไม่แล้วเสร็จ ต้องนำผลข้อมูลที่จะออกดำเนินการในปี งบประมาณ พ.ศ. 2560 ให้ครบก่อน ที่จะประเมินผลการศึกษาทั้งหมดได้

ระบบบำบัดน้ำเสีย Sequencing Batch Reactor (SBR)

ระบบบำบัดน้ำเสีย Sequencing Batch Reactor (SBR) เป็นวิธีการบำบัดน้ำเสียที่ใช้พื้นที่น้อย สะดวก เพราะถังเติมอากาศกับถังตกตะกอนอยู่ในถังเดียวกัน แต่ต้องมีความรู้และความเข้าใจในระบบค่อนข้างมาก ขั้นตอนการทำงานเป็นช่วงๆตามรอบของเวลา องค์ประกอบหลักของระบบบำบัดน้ำเสียแบบ SBR ประกอบด้วย

1. บ่อสูบน้ำเสีย
๒. บ่อเติมอากาศ – ตกตะกอน
3. บ่อสัมผัสคลอรีนหรือบ่อฆ่าเชื้อโรค
4. ลานตากตะกอน



1. บ่อสูบน้ำเสีย

เป็นบ่อแรกที่รวบรวมน้ำเสียจากอาคารต่างๆทั้งหมดไว้ มีเครื่องสูบน้ำ 2 เครื่องสลับกันทำงานความลึกขึ้นอยู่กับความลาดชันของพื้นที่และระยะทางจากต้นกำเนิด เนื่องจากน้ำเสียต้องไหลตามแรงโน้มถ่วงของโลกเข้าสู่บ่อจึงมีความลึกพอสมควร ทำไว้เพื่อรองรับน้ำในปริมาณไม่มากนักต้องมีฝาปิดป้องกันอันตรายจากการพลัดตก อาจทำมุ้งลวดเพิ่มเติม เพื่อป้องกันการกำเนิดของยุ่งและสัตว์พาหะต่างๆ ไม่ให้เข้าออกได้ บ่อสูบจะต้องสะอาด ไม่มีขยะ ตะแกรงดักขยะเป็นตะแกรงสแตนเลส ควรมีความถี่ไม่เกิน 1.5 ซม. ติดตั้งห่างจากผนังบ่อสูบน้ำเสียไม่เกิน 2 ซม. ระดับน้ำสูงสุดในบ่อสูบน้ำเสีย

ต้องไม่ท่วมตะแกรงดักขยะเพราะอาจทำให้เกิดการหลุดลอดของเศษขยะได้ ต้องมีการกำจัดขยะอย่างสม่ำเสมอ ต้องดักขยะไม่ให้เข้าไปในระบบ ถ้าหลุดเข้าควรตักออกทุกวัน เพราะขยะจะไปติดที่ปั๊มสูบน้ำเสีย ทำให้ใบพัดแตกมอเตอร์ไหม้ได้

ขยะในตะแกรงดักขยะ จัดเป็นมูลฝอยติดเชื้อ ต้องจัดการตามหลักมูลฝอยติดเชื้อ เครื่องสูบน้ำเสียในบ่อสูบต้องมีไม่น้อยกว่า 2 ชุด เพื่อสำรองและสลับการทำงาน ควรมีการดูแล ทำความสะอาด และตรวจเช็คสภาพของเครื่องสูบน้ำเสียเป็นประจำ และสม่ำเสมอ ผู้ควบคุมดูแลจำเป็นต้องทดสอบอัตราการสูบน้ำของเครื่องสูบน้ำ ควบคุมวาล์วปรับการไหลและตรวจสอบการทำงานของสวิทช์ลูกลอยอย่างสม่ำเสมอ

2. ถังเติมอากาศ – ตกตะกอน

เป็นแบบเติมน้ำเสียเข้า-ถ่ายออก ทำหน้าที่เป็นถังปฏิกิริยา เพื่อบำบัดของเสียที่อยู่ในถังแล้วตกตะกอน โดยเลี้ยงตะกอนจุลินทรีย์ ทำงานเป็นช่วงๆ น้ำเสียเข้าถังเติมอากาศให้ออกซิเจนเพียงพอ ตกตะกอน และถ่ายน้ำใสที่ผ่านการบำบัดออก

หลักการทำงานของถังเติมอากาศ-ตกตะกอนของ SBR แบ่งออกเป็น 4 ช่วงการทำงาน

2.1 ช่วงเวลาเติมอากาศ

เป็นช่วงเติมอากาศให้ออกซิเจนในน้ำเสีย จุลินทรีย์นำออกซิเจนไปใช้เพื่อทำการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสีย เป็นการเลี้ยงตะกอนจุลินทรีย์และกวนผสมน้ำภายในบ่อเติมอากาศให้เป็นเนื้อเดียวกันสม่ำเสมอตลอดทั้งบ่อ ปริมาณออกซิเจนละลาย (Dissolved Oxygen: DO) อยู่ในช่วง 2 - 3 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งต้องวัดหลายตำแหน่ง ถ้าปริมาณออกซิเจนละลายต่ำจะเกิดแบคทีเรียสายใยหรือทำให้จุลินทรีย์ตายได้ อุณหภูมิควรอยู่ช่วง 25 - 40 องศาเซลเซียล จุลินทรีย์เจริญเติบโตได้ดี ปริมาณตะกอนจุลินทรีย์ในระบบวัดจากค่า SV30 ซึ่งควรมีค่าเท่ากับ 350 – 450 มิลลิกรัมต่อลิตร ดังนั้น ถ้ามีค่ามากกว่านี้ ต้องรักษาระดับตะกอนไว้ให้เหมาะสมด้วยการสูบออกตากที่ลานตากตะกอน ค่าพีเอชที่เหมาะสมอยู่ระหว่าง 6.5 – 8.5 ถ้าค่าพีเอชต่ำกว่า 6.5 จะก่อให้เกิดรา (Fungi) และ ถ้าค่าพีเอชสูง จะทำให้ฟอสฟอรัสตกตะกอน (Precipitate) แยกออกจากน้ำ การปรับพีเอชให้มีค่าสูงขึ้นอาจใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) การปรับพีเอชให้มีค่าต่ำลงอาจใช้กรดซัลฟิวริก (H_2SO_4) บริเวณมุมของถังปฏิกิริยามีจุดที่น้ำไม่เคลื่อนไหวตะกอนจะไปสะสม เกิดปัญหาไนเตรท และทำให้เกิด Dead Zone จะต้องมีการล้างระบบทุก 5 ปี หรือระบบที่ใช้เป็นระยะเวลานาน ต้องมีการล้างระบบ โดยปกติจะรีเซ็ต (Reset) ระบบทุก 5 ปี โดยล้างระบบ แล้วเลี้ยงจุลินทรีย์ใหม่ แต่ถ้ามีการดูแลระบบที่ดีการล้างระบบอาจขยับระยะเวลาออกไปได้

การเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ในระบบให้เพิ่มขึ้นทำไดโดยการเพิ่มอาหารของจุลินทรีย์ให้มากขึ้นจากของสด (เศษอาหาร ผัก) มาใส่อย่า พยายามเอาตะกอนมาใส่หรือเอากากอาหารของจุลินทรีย์จากรถดูดส้วมมาใส่ก็สามารถทำได้ การทำงานของระบบโดยรวมต้องไม่น้อยกว่า 45 นาทีเพราะเวลาเติมอากาศไม่ควรน้อยกว่า 30 นาที และเวลาในการตกตะกอนไม่ควรน้อยกว่า 15 นาที

การเกิดฝ้ามีหลายสาเหตุจากการตักไขมันออกจากบ่อสูบน้ำเสียเป็นประจำหรือไม่ มีการปล่อยไขมันเข้ามาในระบบหรือไม่ มีการสูบตะกอนออกตากบ้างหรือไม่ เพราะถ้าไม่มีการสูบตะกอนออกตาก ก็จะทำให้ตะกอนตาย เกิดฝ้าลอยขึ้นได้ เมื่อตะกอนสะสมในบ่อเติมอากาศปริมาณมากและไม่นำออกจะเกิดจุลินทรีย์เส้นใย ไนเตรท ก๊าซไข่เน่าที่สะสมอยู่ ทำให้ปริมาณในการรับน้ำทิ้งได้น้อยลง ตะกอนอายุมากก็จะตายลอยขึ้นมา วิธีการกำจัดตะกอนที่มีอายุมากหรือมีปริมาณเกินกว่าที่ต้องการโดยนำออกไปที่ลานตากตะกอน

ปัญหาที่พบในขั้นการเติมอากาศ

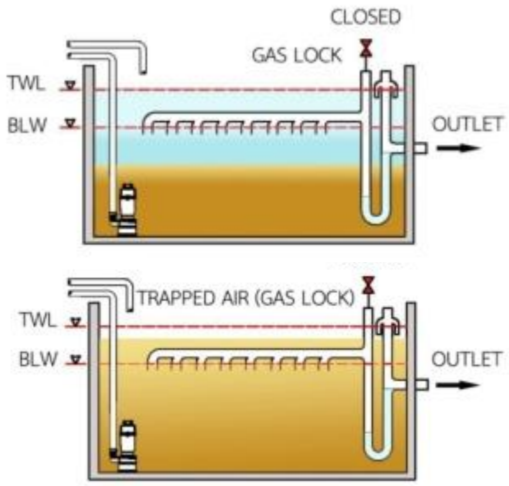
พบฝ้าที่เกิดขึ้นในบ่อปฏิกิริยา เกิดจากตะกอนอายุมากหรือมีคราบไขมัน จะทำให้ผิวหน้าของน้ำสัมผัสกับออกซิเจนได้ไม่ค่อยดี ปิดกั้นออกซิเจน ถ้าในระบบขนาดใหญ่ ก็จะมีตัวกวาดตะกอน มีช่องเก็บตะกอนเอาไปทิ้ง ส่วนระบบขนาดเล็ก จะไม่มีตัวกวาดตะกอน กำจัดได้โดยฉีดน้ำเข้าไปให้ฝ้าละลายหรือตักออกทุกวัน เพราะถ้าไม่มีการกำจัดฝ้าออก จะไปรบกวนการปล่อยน้ำเข้าสู่บ่อสัมผัสคลอรีน

พบฟองสีน้ำตาลที่ผิวน้ำในบ่อปฏิกิริยา แสดงว่าค่าปริมาณตะกอนจุลินทรีย์มากเกินไป โดยตรวจวัดได้จากค่า SV_{30} (ค่าปริมาณตะกอนจุลินทรีย์ในกระบอกตวงขนาด 1 ลิตร หลังจากตั้งทิ้งไว้ให้ตกตะกอน 30 นาที) ซึ่งปกติค่าค่า SV_{30} จะมีค่าอยู่ในช่วง 350 – 450 มิลลิกรัมต่อลิตรหรือมีค่าตามที่ออกแบบไว้ของระบบ ดังนั้น ต้องสูบตะกอนส่วนเกินทิ้งให้มากขึ้น

พบฟองสีขาวที่ผิวน้ำในบ่อเติมอากาศ ถ้าพบฟองสีขาวที่ผิวน้ำในถังเติมอากาศ แสดงว่าค่าปริมาณตะกอนจุลินทรีย์ในถังเติมอากาศน้อยเกิน ให้ลดการสูบตะกอนส่วนเกินทิ้งให้น้อยลง

เครื่องเติมอากาศ อุปกรณ์ต้องมีสำรองอย่างน้อย 2 ชุด และมีการตรวจสอบสภาพการใช้งาน บำรุง รักษาและทำความสะอาดอย่างสม่ำเสมอใส่น้ำมันหล่อลื่นในจุดที่สำคัญ ตามคู่มือการใช้งานอย่างสม่ำเสมอ ควรจะมีการตรวจวัด**ค่า** DO, pH, SV_{30} ทุกวัน เพื่อใช้ในการตรวจวัดการทำงานและดูแลระบบ บำบัดน้ำเสีย

2.2 ช่วงเวลาตกตะกอน



เป็นช่วงเวลาเครื่องเติมอากาศหยุดการเติมอากาศ เพื่อให้ตะกอนจุลินทรีย์มีเวลาในการตกตะกอนของแข็งจมลงและแยกตัวออกจากน้ำ ทำให้น้ำส่วนบนใส เป็นการแยกตะกอนจุลินทรีย์ออกจากน้ำเสียที่บำบัดแล้ว การตกตะกอนของระบบ SBR จะมีประสิทธิภาพเพราะของเหลวอยู่ในสภาพน้ำนิ่งไม่มีการไหลของน้ำ ระยะเวลาของการตกตะกอนไม่ควรยาวนานเกินไปเพราะจะทำให้ตะกอนลอยตัว ระยะเวลาที่ใช้ประมาณร้อยละ 20 ของเวลา 1 วัฏจักร ต้องมีการควบคุมตะกอนให้เหมาะสม ไม่ให้มีปริมาณตะกอนในระบบมากเกินไป ตะกอนหัวเข็ม ตะกอนเส้นใย มีไนเตรทหรือไนโตรเจนอยู่ในระบบมากเกินไปแสดงว่าตะกอนที่เลี้ยงมีอายุมาก ทำให้ตะกอนลอยขึ้นมาและมีจุลินทรีย์เส้นใยจำนวนมาก ต้องกำจัดทิ้ง

ปัญหาที่พบในขั้นตอนการตกตะกอน

1. น้ำทิ้งมีความขุ่นอาจเกิดจากชั้นของตะกอนในถังปฏิกิริยาสูงเกินไป ควรสูบตะกอนส่วนเกินไปกำจัดเพิ่มขึ้น เพื่อลดระดับตะกอนไม่ให้สูงเกินครึ่งหนึ่งของถังปฏิกิริยา

2. การเกิดดีไนทริฟิเคชัน มีฟองก๊าซจับอยู่กับกลุ่มตะกอนเกิดตะกอนเน่า อาจเกิดจากปริมาณออกซิเจนละลายในขั้นการเกิดปฏิกิริยาที่มีการเติมอากาศน้อยเกินไปหรือปล่อยให้ชั้นของตะกอนสูงเกินไป แก้ไขโดยการเพิ่มปริมาณการเติมออกซิเจนให้พอเพียง และเพิ่มอัตราการสูบตะกอนไปกำจัดเพิ่มขึ้น

3. ปริมาณจุลินทรีย์ในถังเติมอากาศมากเกินไป ในกรณีที่มีสารอินทรีย์ซึ่งเป็นอาหารจุลินทรีย์น้อยเกินไป ควรเพิ่มการสูบตะกอนส่วนเกินนำไปทิ้งมากขึ้น

4. เกิดตะกอนเบาหลุดไปกับน้ำทิ้ง มีปริมาณสารอินทรีย์เข้าในถังปฏิกิริยามาก ลดปริมาณการสูบตะกอนส่วนเกินทิ้ง มีอายุตะกอนต่ำ MLSS ในถังปฏิกิริยาน้อยเกินไป ควรลดการสูบตะกอนไปกำจัด ทั้งนี้ต้องตรวจสอบปริมาณออกซิเจนละลายให้ไม่ต่ำกว่า 2 มิลลิกรัมต่อลิตร

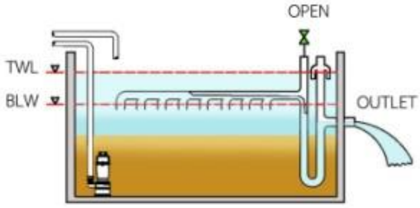
5. ตะกอนไม่จมตัว เกิดการอืดตะกอน เป็นสภาวะที่ฟล็อกหรือจุลินทรีย์ในระบบ เกิดตะกอนลอยขึ้นมาเป็นชิ้นเป็นช่วง เพราะอายุตะกอนต่ำ เพิ่มการสูบตะกอนกลับมากขึ้น ทำให้ MLSS ในถังเติมอากาศมากขึ้น เป็นการเพิ่มอายุตะกอน ลดอัตราการทิ้งตะกอนส่วนเกิน แต่ต้องคอยระวังไม่ให้ระดับตะกอนในถังตกตะกอนสูงเกิดจากจุลินทรีย์จำพวกเส้นใย โดยมีการควบคุมและป้องกัน ได้แก่ ควบคุมให้มีการเติมออกซิเจนในถังเติมอากาศอย่างทั่วถึงตลอดทั้งถังให้มีค่าไม่น้อยกว่า 2 มิลลิกรัมต่อลิตร ควบคุมอัตราส่วน BOD : N : P : Fe เท่ากับ 100:5:1:0.5 เช่น เพิ่มไนโตรเจนโดยการเติมยูเรีย เพิ่มฟอสฟอรัสโดยการเติมไตรโซเดียมฟอสเฟต และเติมเหล็กโดยการเติมเฟอริกคลอไรด์ ในกรณีที่มีแบคทีเรียชนิดเส้นใยเกิดขึ้นในถังตกตะกอน

การใช้คลอรีนหรือไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ฆ่าแบคทีเรียชนิดเส้นใยดังกล่าว โดยการเติมคลอรีนในระบบท่อการสูบตะกอนกลับในอัตราความเข้มข้นประมาณ 5 มิลลิกรัมต่อลิตร และปรับพีเอชของน้ำเสียที่เข้าระบบให้มีค่ามากกว่า 6.5 โดยการเติมปูนขาวหรือโซดาไฟ

6. เกิดตะกอนลอยขึ้นเป็นก้อนใหญ่ จากสภาวะดิไนทริฟิเคชัน เมื่อตะกอนขึ้นถึงผิวน้ำจะเกิดการแตกกระจายออกมาเป็นฝ้าเป็นแผ่น ควรเพิ่มปริมาณการเติมออกซิเจนในถังเติมอากาศให้มีไม่น้อยกว่า 2 มิลลิกรัมต่อลิตร ควบคุมดูแลไม่ให้ชั้นของตะกอนในถังตกตะกอนมากเกินไป

7. การปรับวงจรการบำบัดน้ำเสียเร็วเกินไป ทำให้ตะกอนจมไม่สมบูรณ์ หลุดออกไปกับน้ำเสีย ควรปรับระบบตามความเหมาะของระบบ

2.3 ช่วงเวลาดึงน้ำใสออก



เป็นช่วงเวลาที่ตะกอนจุลินทรีย์รวมตัวกันตกลงสู่ก้นถังแยกจากน้ำ ทำให้น้ำใสอยู่ด้านบน เพื่อดึงน้ำใสที่ผ่านการบำบัดแล้วออกจนถึงระดับน้ำต่ำสุดตามที่กำหนดไว้ การปล่อยน้ำออกด้วยหลักการของกาลักน้ำ โดยวาล์วเหนือห้องอากาศบริเวณเหนือท่อจะเปิดออกเพื่อให้เกิดการไหลของอากาศบริเวณ Trapped air (Gas Lock) เกิดการไหลและความดันแตกต่างทำให้น้ำใสที่ผ่านการตกตะกอนแล้วถูกดูดให้ไหลออกจนถึงระดับต่ำสุดที่ควบคุมวาล์วที่บริเวณนี้ก็จะปิดสิ้นสุดการดึงน้ำใสออก

2.4 ช่วงเวลาน้ำเข้าและเติมอากาศ

เป็นช่วงเวลาน้ำเข้าและเติมอากาศจนถึงระดับน้ำสูงสุดตามที่กำหนดไว้ การเติมอากาศเป็นไปตามช่วงเวลา ในกรณีที่น้ำเสียไหลเข้าสู่ถังเติมอากาศยังไม่ถึงระดับสูงสุดแต่ระยะเวลาในการเติมอากาศถึงเวลาหยุดการเติมอากาศเพื่อดึงน้ำใสออกทิ้ง ระบบควบคุมจะไม่สั่งให้มีการดึงน้ำทิ้ง แต่ระบบควบคุมจะส่งให้เครื่องเติมอากาศทำงานต่อไปอีกจนครบช่วงเวลาการเติมอากาศจะเป็นเช่นนี้ไปเรื่อยจนกว่าน้ำจะไหลเข้าถึงระดับสูงสุดจึงจะหยุดให้มีการตกตะกอนแล้วดึงน้ำใสออกทิ้ง**การกำจัดตะกอนส่วนเกิน** ตะกอนจุลินทรีย์ที่เกิดขึ้นในถังเติมอากาศหรือถังปฏิกิริยานั้น ถ้ามีปริมาณตะกอนจุลินทรีย์มากเกิน ตามที่ได้กำหนดไว้ในการออกแบบต้องมีการสูบเอาตะกอนจุลินทรีย์ส่วนที่เกินนั้นไปกำจัดหรือ ไปสู่ลานตากตะกอน

๓. ถังฆ่าเชื้อโรคหรือถังสัมผัสคลอรีน

ถังฆ่าเชื้อโรค ทำหน้าที่รับน้ำใสที่ไหลมาจากถังตกตะกอนก่อนที่จะปล่อยทิ้งออกไป จะต้องผ่านการฆ่าเชื้อภายในถังฆ่าเชื้อโรคก่อน โดยการสัมผัสกับคลอรีนภายในถังสัมผัสคลอรีน โดยมีการตรวจวัดให้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดจึงปล่อยทิ้งออกไป

ทำหน้าที่ฆ่าเชื้อโรคในน้ำเสียที่ปล่อยออกมาจากถังปฏิกิริยา ก่อนที่จะปล่อยน้ำทิ้งออกสู่สิ่งแวดล้อม ระบบการจ่ายคลอรีน ให้สัมพันธ์กับการปล่อยน้ำเข้าบ่อสัมผัสคลอรีน ต้องให้คลอรีนสัมผัสกับน้ำเสียภายในบ่อเป็นเวลาอย่างน้อย 30 นาที พีเอช (pH) ของน้ำเสียต้องไม่สูงกว่า 9 และความเข้มข้นของคลอรีนคงเหลืออิสระ (Free residual chlorine) ที่วัดบริเวณปากบ่อสัมผัสคลอรีนก่อนปล่อยน้ำเสียออกสู่สิ่งแวดล้อมต้องไม่ต่ำกว่า 0.5 mg/l– 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร การดูแลรักษา ควรมีการล้างบ่อสัมผัสคลอรีนเป็นประจำ สม่ำเสมอ เพื่อกำจัดตะกอนและคราบสีดำบริเวณขอบบ่อ ควรตรวจสอบอัตราการไหลของเครื่องจ่ายคลอรีน ให้สามารถจ่ายคลอรีนได้ตามที่กำหนดไว้ และควรดูแลซ่อมแซม ทำความสะอาดให้ใช้งานได้ตามปกติ เป็นประจำและสม่ำเสมอ

การเตรียมคลอรีน

ควรผสมในถังกวน แล้วปล่อยให้เนื้อคลอรีนตกตะกอน จะได้น้ำคลอรีนส่วนบนใส แล้วนำไปบรรจุในถังจ่ายคลอรีน ปริมาณการเตรียมคลอรีนควรใช้ให้หมดภายใน 1 - 2 วัน และควรเก็บคลอรีนไว้ในที่ร่มอากาศถ่ายเทได้สะดวก หลีกเลี่ยงบริเวณที่มีแสงแดดส่องถึง เพราะอุณหภูมิสูงจะทำให้คลอรีนสลายตัวได้ดีกว่าที่อุณหภูมิต่ำเป็นเหตุให้ประสิทธิภาพของคลอรีนต่ำลงด้วย และขณะที่มีการเตรียมคลอรีนควรใส่อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคลด้วย เพราะคลอรีนมีกลิ่นฉุน การสัมผัสคลอรีนที่ความเข้มข้นต่ำ ๆ (1 – 10 ppm) ทำให้เกิดการระคายเคืองต่อตา แสบคอ และเกิดการไอขึ้นเมื่อสัมผัสจะเกิดการระคายเคือง ผิวหนังไหม้ แสบ มีการอักเสบ และเกิดตุ่มน้ำขึ้น เกิดแผลคล้ายหิมะกัด ที่ตาในขนาดวามเข้มข้นต่ำ เกิดอาการแสบเคืองตา น้ำตาไหล ตาแดง ถ้าสัมผัสที่ความเข้มข้นสูง อาจทำให้กระจกตาได้รับอันตราย (corneal burns)

๔. ลานตากตะกอน

เป็นลักษณะกรองโดยมีชั้นหินหรือกรวดและชั้นทราย โดยตะกอนส่วนเกินที่นำมากำจัดจะสูบจากถังตกตะกอนเข้ามาที่ลานตากตะกอนตะกอนจะถูกตากให้แห้งอยู่บนชั้นทรายโดยแสงอาทิตย์กับลมเป็นตัวทำให้แห่งก่อนน้ำจะไหลจึงลงสู่ก้นลานตากผ่านท่อเจาะรูแล้วรวบรวมนำไปยังบ่อสูบ ลานตากตะกอน ทำหน้าที่แยกตะกอนออกจากน้ำเสีย โดยผ่านชั้นทรายกรองและการ

ระเหยของน้ำสู่บรรยากาศ ลานตากตะกอนประกอบไปด้วย ชั้นอิฐหัก ชั้นกรวด และทรายหยาบเรียงกันอยู่เป็นชั้นๆ เวลาสูบตะกอน ควรให้ชั้นตะกอนหนาประมาณ 15 เซนติเมตร โดยชั้นอิฐกรวด หิน ทรายจะกรองตะกอนไว้ข้างบน แล้วปล่อยให้น้ำไหลลงไปข้างล่างตามท่อเจาะรูสำหรับระบายน้ำด้านล่าง เพื่อรวบรวบน้ำเสียเข้าระบบบำบัดน้ำเสียอีกครั้ง ส่วนตะกอน ก็จะแห้งอย่างรวดเร็ว กลิ่นน้อย ใช้เวลาในการตากตะกอน 5- 7 วัน แต่ถ้ามี ฝนตก ตะกอนก็จะแห้งช้าอาจมุ้งลานตากตะกอนด้วยหลังคาใส แสงแดดส่องได้ซึ่งช่วยแก้ไขปัญหาในฤดูฝนได้ดี ตะกอนที่ตากแห้งแล้วสามารถนำไปทำปุ๋ยได้ควรใช้กับไม้ดอกไม้ประดับหลีกเลี่ยงพืชที่รับประทานได้ เพื่อป้องกันการเกิดโรคจากไข่พยาธิ การบำรุงรักษา ต้องค่อยดูแลเพราะเวลาที่ตักตะกอนแห้งออกจากลานตากตะกอนแล้วให้พรวนหน้าทราย เพื่อไม่ให้หน้าทรายอัดแน่น ช่วยให้ดูซึมได้ดีขึ้น และเวลาตากตะกอนแห้งออกจากลานตากก็จะมีทรายปนออกมาและชั้นทรายยุบตัวลงไปด้วยเพราะฉะนั้น จะต้องมีการเติมทรายอยู่ตลอด และตามข้อกำหนดทุก 2 ปี หรือสังเกตจากระยะเวลาหรือการซึมของน้ำ จะต้องเปลี่ยนทรายให้ชั้นทรายมีความหนา 30 เซนติเมตร ล้างอิฐ ล้างกรวด เพื่อให้น้ำไหลแยกจากตะกอนได้ง่าย

ตะกอนแห้งไว ไม่มีกลิ่นเหม็น โดยทรายที่ใช้ต้องเป็นทรายแม่น้ำ (ทรายหยาบ) เนื่องจากมีลักษณะแหลมคม ช่วยดักตะกอนไว้ที่ผิวหน้าทราย น้ำไหลผ่านได้อย่างรวดเร็ว ถ้าทรายชนิดอื่นจะมีลักษณะกลม ทำให้น้ำซึมผ่านช้า และเกิดการอุดตันเร็วกว่า

คู่มือขั้นตอนการปฏิบัติงานการทดลอง เครื่องมือวัดทางการแพทย์

เครื่องวัดความดันโลหิตเครื่อง

วัดอุณหภูมิในช่องหูแบบอินฟาเรด

เครื่องควบคุมการให้สารละลายทาง
หลอดเลือดดำ

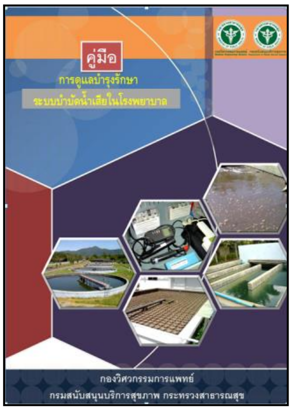
คู่มือการตรวจวิศวกรรม
ความปลอดภัยในโรงพยาบาล
ชุมชนด้วยตัวเอง

คู่มือการตรวจความปลอดภัยทาง
ไฟฟ้าของเครื่องจี้ตัดห้ามเลือดและ
เชื่อมปิดเส้นเลือดด้วยคลื่นความถี่สูง

คู่มือการตรวจสอบความปลอดภัย
และสิ่งแวดล้อมโรงพยาบาล
ส่งเสริมสุขภาพตำบลด้วยตัวเอง

คู่มือการตรวจวัดคุณภาพ
อากาศในโรงพยาบาล

หมายเหตุ!
เอกสารคู่มือฉบับสมบูรณ์
สามารถดาวน์โหลดได้ที่
http://medi.moph.go.th/
ติดต่อกองวิศวกรรมการแพทย์
โทร. 0 2149 5680



คู่มือการดูแลบำรุงรักษาระบบ
บำบัดน้ำเสียในโรงพยาบาล

ผลงานวิชาการกองวิศวกรรมการแพทย์ที่ได้รับรางวัลในการประกวดผลงานวิจัย

กองวิศวกรรมการแพทย์ ได้รับรางวัลการประกวดผลงานวิชาการในงาน “การคุ้มครองผู้บริโภค ด้านระบบบริการสุขภาพแห่งชาติ ครั้งที่ ๓ คุ้มครองประชาชนด้านสุขภาพประเทศไทย ยุค ๔.๐” ในวันที่ ๒๗ – ๒๙ กรกฎาคม ๒๕๕๙ ณ โรงแรมเซ็นทราศูนย์ราชการและคอนเวนชั่น เซ็นเตอร์ แจ้งวัฒนะ กรุงเทพมหานครฯ ดังนี้

๑. นายเกรียงศักดิ์ สุริยะป้อ งานส่งเสริมคุณภาพมาตรฐาน กลุ่มส่งเสริมมาตรฐานวิศวกรรม กองวิศวกรรมการแพทย์ ได้รับรางวัลชนะเลิศ การประกวดผลงานวิจัย ประเภทนำเสนอด้วยวาจา เรื่องการศึกษาพฤติกรรมการไหลของอากาศในหออภิบาลผู้ป่วยหนัก (Intensive Care Unit; I.C.U.) และห้องตรวจโรคผู้ป่วยนอก (Out Patient Department; O.P.D.) ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

๒. นายกิตติรักษ์ ชูกำลัง งานประเมินเทคโนโลยีทางการแพทย์ กลุ่มมาตรฐานและประเมินเทคโนโลยี กองวิศวกรรมการแพทย์ ได้รับรางวัลรองชนะเลิศ ลำดับที่ ๑ การประกวดผลงานวิจัย ประเภทนำเสนอด้วยโปสเตอร์ เรื่องการประเมินระบบการปรับอากาศและระบายอากาศในห้องแยกโรคของโรงพยาบาลชุมชนในเขตภาคกลาง

กองวิศวกรรมการแพทย์มุ่งมั่นที่จะส่งเสริม พัฒนางานวิชาการด้านวิศวกรรมการแพทย์ ศึกษา วิเคราะห์ วิจัยและพัฒนาองค์คามรู้ คิดค้นสิ่งใหม่ๆ ปรับปรุง พัฒนาระบบบริการสุขภาพ เพื่อการคุ้มครองผู้บริโภคด้านระบบบริการสุขภาพให้ได้รับการบริการที่ดี มีคุณภาพและปลอดภัย

วิสัยทัศน์

เป็นองค์กรหลักในการคุ้มครองผู้บริโภค
ด้านวิศวกรรมการแพทย์ ของระบบบริการสุขภาพ

กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ
Department of Health Service Support

กองวิศวกรรมการแพทย์
กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ

กองวิศวกรรมการแพทย์
Medical Engineering Division

88/33 ถนนสาธารณสุข 8 ตำบลตลาดขวัญ อำเภอเมือง นนทบุรี 11000

โทร. 0-2149-5680 โทรสาร 0-2149-5657

http://medi.moph.go.th/

วิสัยทัศน์

เป็นองค์กรหลักในการคุ้มครองผู้บริโภค ด้านวิศวกรรมการแพทย์ ของระบบบริการสุขภาพ

กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ
Department of Health Service Support

กองวิศวกรรมการแพทย์
กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ

กองวิศวกรรมการแพทย์
Medical Engineering Division

88/33 ถนนสาธารณสุข 8 ตำบลตลาดขวัญ อำเภอเมือง นนทบุรี 11000

โทร. 0-2149-5680 โทรสาร 0-2149-5657

http://medi.moph.go.th/