บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เภสัชจลนศาสตร์(Pharmacokinetics) เป็นศาสตร์ที่ว่าด้วย กลวิธีที่ร่างกายจัดการกับยาซึ่งถือว่าเป็นสิ่งแปลกปลอมอย่างหนึ่ง ดังนั้นเภสัชจลนศาสตร์จึงครอบคลุมกระบวนการต่างๆ เริ่มตั้งแต่กระบวนการดูดซึมยา (absorption) จากบริเวณที่ได้รับ(site of administration) การกระจายตัวยาไปยังส่วนต่างๆของร่างกาย (distribution) และการกำจัดยาออกไปจากร่างกาย ซึ่งรวมทั้งการกำจัดโดยเอ็นไซม์ (biotransformation) และการขับถ่ายออกนอกร่างกาย (excretion) ทั้งทางอุจจาระ และ ปัสสาวะหรือขับออกด้วยวิถีทางอื่น

คุณสมบัติทางเภสัชจลนศาสตร์ของยาเป็นสิ่งสำคัญมากที่จะต้องใช้ประกอบการพิจารณาใช้ยาเพื่อให้เหมาะสมสำหรับผู้ป่วยแต่ละราย เพราะกระบวนการทางเภสัชจลนศาสตร์ต่างๆมีผลต่อระดับยาในเลือดโดยเฉพาะอย่างยิ่ง ระดับยาอิสระ (free drug concentration) ณ บริเวณที่ต้องการให้ยาออกฤทธิ์

1.1.1 แบบจำลองทางเภสัชจลนศาสตร์ (Pharmacokinetic models)

การศึกษาส่วนต่างๆในร่างกายมนุษย์ หรือในสิ่งมีชีวิตนั้นเป็นเรื่องยากเนื่องจากร่างกายสิ่งมีชีวิตมีความซับซ้อน โดยทั่วไปเพื่อทำการศึกษาสิ่งที่มีความซับซ้อนมักนำแบบจำลองทางคณิตศาสตร์มาเป็นตัวแทนเพื่อใช้ในการศึกษา ในทางเภสัชจลนศาสตร์แบบจำลองที่สร้างขึ้นใช้เพื่อศึกษาการเคลื่อนที่ และ การเปลี่ยนแปลงของยาที่ถูกนำเข้าสู่ร่างกายโดยวิถีทางต่างๆ การที่ยาถูกดูดซึม ถูกทำลาย และ ถูกขจัดออกไปจากร่างกาย ผลลัพธ์ที่ได้คือความเข้มข้นของยาที่คงค้างอยู่ในร่างกาย ซึ่งสามารถวัดได้ ณ เวลาต่างๆ ความเข้มข้นของยาที่เกิดขึ้นนี้สามารถใช้เป็นตัวชี้วัดผลในการรักษาของยานั้นๆได้ เรียกแบบจำลองในทางเภสัชจลนศาสตร์นี้ว่า แบบจำลองคอมพาร์ทเมนท์ (Compartment Models) ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 แบบคือ[1]

1) แบบจำลองคอมพาร์ทเมนท์เดียว (One compartment Model)

2) แบบจำลองสองคอมพาร์ทเมนท์ (Two compartment Model)

3) แบบจำลองหลายคอมพาร์ทเมนท์ (Multi compartment Model)

4) แบบจำลองที่ไม่ขึ้นกับคอมพาร์ทเมนท์ (compartment Independent)

แบบจำลองคอมพาร์ทเมนท์ ไม่ได้เป็นตัวแทนของเนื้อเยื่อใดเนื้อเยื่อหนึ่ง หรือ อวัยวะใดอวัยวะหนึ่งแต่ใช้แทน กลุ่มของเนื้อเยื่อ (Group of tissue) ที่มีลักษณะที่คล้ายกัน หรือ กลุ่มของของเหลวที่มีลักษณะคล้ายกัน ความคล้ายกันนี้ไม่ได้หมายถึงลักษณะทางโครงสร้าง แต่ เป็นความคล้ายกันในด้านการกระจายของยาเข้าสู่กลุ่มของเนื้อเยื่อ หรือกลุ่มของ ของเหลวนั้นๆ

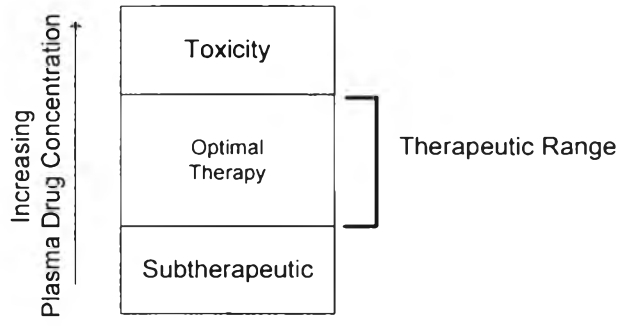
1.1.2 การนำแบบจำลองไปใช้

เมื่อมีการใช้ยา การปรับเปลี่ยนขนาด หรือระยะเวลาในการใช้ยาเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นเสมอหากอาการของผู้ป่วยไม่เป็นไปตามเป้าหมายในการรักษาที่ได้วางไว้ การเปลี่ยนแปลงขนาดการใช้ยาและความถี่ห่างในการใช้ยาในผู้ป่วยนั้นต้องพิจารณาจากปัจจัยต่างๆ ที่มีผลกระทบต่อระดับความเข้มข้นของยาในกระแสเลือด เนื่องจากความเข้มข้นของยาในกระแสเลือด จะเป็นตัวแทนบอกถึงแนวโน้มต่างๆที่จะเกิดขึ้นในผู้ป่วยหลังจากที่ผู้ป่วยได้รับยา ยาที่อยู่ในกระแสเลือดจะกระจายไปตามเนื้อเยื่อ หรือ เซลล์ ของอวัยวะต่างๆในร่างกาย เช่น ตับ ปอด หัวใจ ม้าม ไต กล้ามเนื้อเป็นต้น อวัยวะในร่างกายทุกส่วนต้องมีเลือดไปหล่อเลี้ยง หากต้องการทราบความเข้มข้นของยาที่ใช้ในการรักษาหรือ บรรเทาอาการของโรคนั้น ถึงระดับที่ใช้ในการรักษาหรือไม่ ก็สามารถทำการวัดระดับความเข้มข้นของยาได้จากเลือด พลาสมา (plasma) หรือ ซีรัม (serum) หรือ สารเหลวอื่นๆจากผู้ป่วย ในความเป็นจริงแล้วผลการรักษาของยาจะขึ้นกับระดับความเข้มข้นของยา ณ บริเวณที่ยามีการออกฤทธิ์ ดังนั้นจะเป็นประโยชน์มากหากเราทราบว่า ณ บริเวณที่ยามีการจับกับตัวรับ (receptor site) นั้นมีปริมาณยามากเพียงใด อย่างไรก็ตามเราไม่สามารถที่จะเข้าไปทำการวัดระดับยาในระดับเซลล์ได้โดยง่าย และเราไม่สามารถที่จะไปติดตามยาทุกโมเลกุลที่กระจายไปทั่วร่างกายได้ ทำให้ไม่สามารถที่จะวัดความเข้มข้นของยา ณ บริเวณที่มีตัวรับได้โดยตรง ตัวอย่างเช่น ตัวรับสำหรับยา ไดก๊อกซิน (DIGOXIN) อยู่ในกล้ามเนื้อหัวใจ เราไม่สามารถที่จะเข้าไปวัดระดับยา ณ ตัวรับในเนื้อเยื่อนี้ได้ในขณะที่ใช้ยา วิธีที่ง่ายกว่าและสามารถที่จะเป็นตัวแทนของระดับยา ณ อวัยวะต่างๆได้ดีก็คือ ก การเจาะเลือด หรือ พลาสมา เก็บตัวอย่างจากปัสสาวะ เก็บตัวอย่างจากน้ำลาย และ/หรือ ตัวอย่างของเหลวอื่นๆ แล้วหาความเข้มข้นของระดับยา ในงานวิจัยนี้กำหนดว่าการเก็บตัวอย่าง จะหมายถึงการเก็บตัวอย่างจากเลือดเท่านั้น และกำหนดให้แบบจำลองคอมพาร์ทเมนท์ เป็นตัวแทนของกลุ่มของเนื้อเยื่อที่สนใจในร่างกาย

1.1.3 การติดตามการใช้ยา (Therapeutic Drug Monitoring, TDM)

ประโยชน์ของข้อมูลที่ได้จากการวัดระดับยาในเลือด อยู่บนพื้นฐานของการตอบสนองทางเภสัชวิทยา ซึ่งมีความสัมพันธ์กับความเข้มข้นของยา ณ บริเวณที่มีตัวรับ ในการศึกษาตัวยาหนึ่งๆ

จะพบว่า จะมีช่วงของความเข้มข้น ที่ปลอดภัย และให้ผลในการรักษา มีช่วงที่ทำให้เกิดพิษ และช่วงที่ปริมาณความเข้มข้นของยาต่ำกว่าระดับที่จะให้ผลในการรักษา[1] พิจารณาจากรูปที่ 1-1



รูปที่ 1-1 ความสัมพันธ์ของความเข้มข้นของยาในเลือดต่อ ผลการรักษา และ การเกิดพิษ

จากรูปที่ 1-1 จะเห็นขอบเขตของยาที่ควรใช้ในการรักษา(Therapeutic Range) ซึ่งในความเป็นจริงแล้วยาทุกชนิดที่มีอยู่ในปัจจุบันล้วนมีลักษณะของขอบเขตของการรักษาในลักษณะเช่นเดียวกันนี้ทั้งสิ้น ความแตกต่างจะอยู่ที่ความกว้างความแคบของขอบเขตนี้เท่านั้น ดังนั้นการติดตามการใช้ยา (Therapeutic Drug Monitoring, TDM) ก็เพื่อเหตุผลคือ ให้เกิดการใช้ยาในขนาดที่เหมาะสม และเหตุผลประกอบอื่นๆเช่น

ลดผลข้างเคียงจากการใช้ยา

ลดอัตราการดื้อยาของเชื้อที่ทำให้เกิดโรค(ในกรณี ยาปฏิชีวนะ)

ลดค่าใช้จ่ายในการรักษา

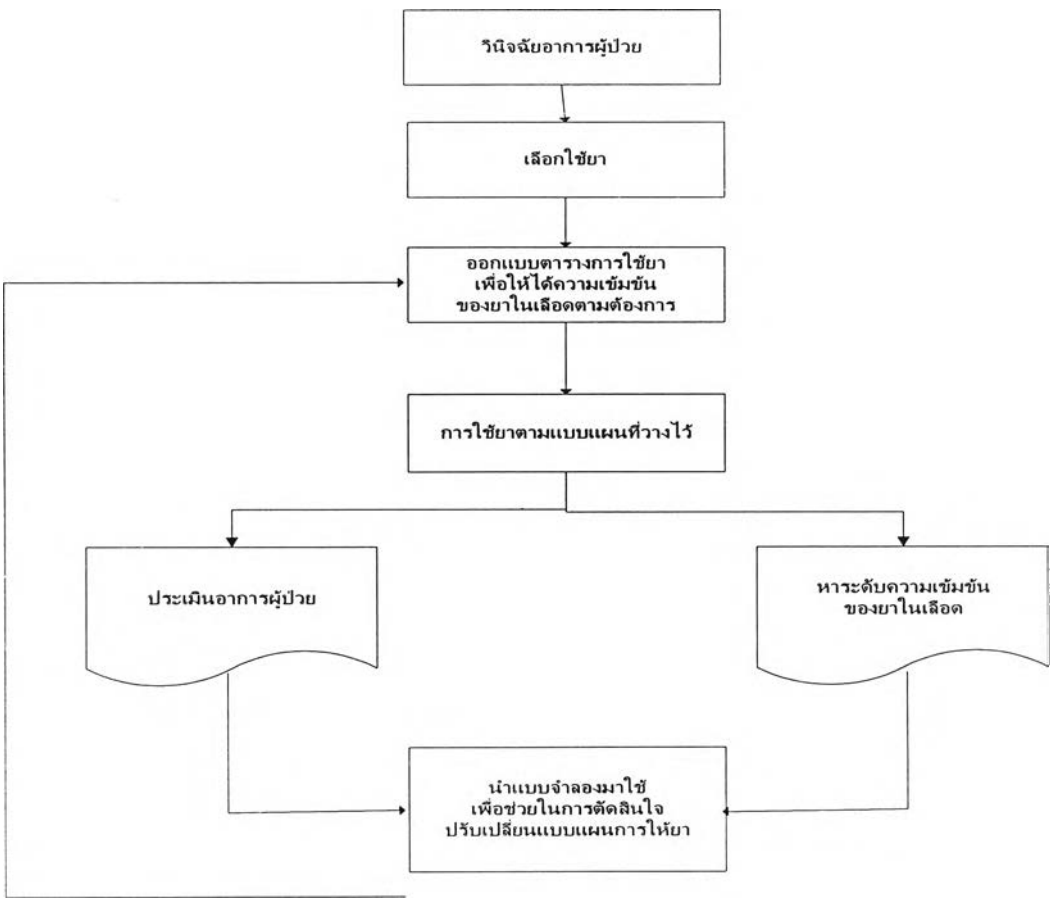
การติดตามการใช้ยานั้นไม่จำเป็นต้องทำกับยาทุกรายการที่มีการใช้ เหตุผลเพราะการติดตามการใช้ยา นั้นทำให้เกิดค่าใช้จ่าย การเพิ่มค่าใช้จ่ายเข้าไปในการบริหารยาบางรายการทำให้เกิดความสิ้นเปลืองโดยไม่จำเป็น ยกตัวอย่างเช่น หากต้องทำการติดตามการใช้ยาใน PARACETAMOL ซึ่งเป็นยาที่มีค่าของช่วงของความเข้มข้นในการรักษากว้างมากราคาของยาเม็ดละ 1 หรือ 2 บาท และต้องมีค่าใช้จ่ายของการทำการติดตามการใช้ยาเพิ่มขึ้นมาอีก เช่น ต้องมีการเจาะตัวอย่างเพื่อทำการหาระดับยาก็ต้องมีค่าเจาะเลือด ค่าอุปกรณ์สำหรับเจาะเลือด ค่าน้ำยาที่ใช้ในการตรวจสอบ ค่าใช้จ่ายในการใช้อุปกรณ์ตรวจหาระดับยา เช่นนี้ก็ไม่เหมาะสม อย่างไรก็ตามราคาของยาไม่ได้เป็นสิ่งสำคัญที่ตัดสินว่าควรทำการติดตามการใช้ยาหรือไม่ สิ่งสำคัญคือค่าของดัชนีในการรักษา ค่านี้อธิบายถึง อัตราส่วน ขนาดของยาที่ใช้ในการรักษา(Therapeutic Dose) กับขนาดของการเกิดพิษ(Toxic Dose) ว่ามีค่าต่างกันมากหรือน้อย วิธีการคำนวณ ดัชนีการรักษาทำได้โดย

$$\text{Therapeutic index} = {}^{TD_{50}}\!/_{ED_{50}}$$

TD_{50} = ขนาด (Dose) ของยาที่ทำให้เกิดพิษในตัวอย่าง 50%

ED_{50} = ขนาด (Dose) ของยาที่ยาให้ผลในการรักษาในตัวอย่าง 50%

ค่าของ ดัชนีการรักษา (Therapeutic Index) ยิ่งมีค่ามากยิ่งแสดงถึงความปลอดภัยในการใช้ยา และค่าที่ถือว่าต่ำคือค่าที่น้อยกว่า 2 การทำการติดตามการใช้ยา นั้นต้องอาศัยความรู้หลายด้าน ทั้งทางด้าน เภสัชวิทยา (Pharmacology) พิษวิทยา (Toxicology) สรีระวิทยา (Physiology) และอื่นๆ มาประกอบเข้าด้วยกันเพื่อที่ทำให้การติดตามการใช้ยานั้นเกิดสัมฤทธิ์ผลตามประสงค์ ขั้นตอนในการติดตามการใช้ยาโดยทั่วไปจะมีลักษณะดังรูปที่ 1-2



รูปที่ 1-2 แสดงขั้นตอนของการติดตามการใช้ยา

โดยมีรายละเอียดของขั้นตอนต่างๆอธิบายได้ดังนี้

1) แพทย์ให้การวินิจฉัยผู้ป่วย ว่าอาการที่เกิดขึ้นน่าจะมาจากสาเหตุใด

2) แพทย์ทำการเลือกยาหรือกลุ่มของยาที่ต้องการจะใช้

3) เมื่อเลือกยาได้แล้ว ต้องหาขนาดที่เหมาะสมที่ต้องใช้ โดยใช้ข้อมูลของขนาดยาที่ใช้ตามปกติรวมถึงความถี่ห่างของการให้ยาที่คิดว่าเหมาะสม เนื่องจากในการให้ยากับผู้ป่วยครั้งแรก

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

นั้นยังไม่ทราบตัวแปร (parameter) ใดๆในผู้ป่วยรายนั้นเลย ในครั้งต่อไปจึงอาจมีการเปลี่ยนแปลงการบริหารยาเป็นอย่างอื่น

4) ประเมินความเป็นไปของผู้ป่วย ในระหว่างการให้ยาในครั้งแรก ดูอาการทั่วไปโดยทำเป็นเอกสาร อาจทำเป็นประวัติการวินิจฉัย (profile) หรืออื่นๆเพื่อทราบความเป็นไปของตัวผู้ป่วยอย่างคร่าวๆ ในขณะเดียวกันก็จะทำการเจาะเลือดเพื่อหาระดับยาในเลอด การเจาะเลือดต้องเจาะให้ได้จำนวนมากจุดที่สุดเท่าที่จะทำได้เพื่อให้ได้เส้นกราฟที่สมบูรณ์

5) เลือกแบบจำลองที่เหมาะสม โดยพิจารณาลักษณะการเปลี่ยนแปลงจากกราฟ (graph)ที่วาดออกมาได้เมื่อได้แบบจำลองที่เหมาะสมแล้ว สามารถหาค่าคงที่ ที่จำเป็นต้องใช้ในการคำนวณขั้นต่อไปได้จากเส้นกราฟเพื่อนำไปใช้ในการคำนวณในขั้นต่อไป นำค่าคงที่ที่ได้มาคำนวณตามแบบจำลองที่ได้คัดเลือกไว้ ค่าที่คำนวณได้ในขันตอนนี้เรียกว่าตัวแปร ซึ่งสามารถบอกสภาวะของผู้ป่วยได้ว่าในขณะที่ให้ยานั้นผู้ป่วยเป็นอย่างไร จะเห้ได้ว่าในการติดตามการใช้ยาในผู้ป่วยนั้นต้องมีการนำแบบจำลองทางเภสัชจลนศาสตร์เข้ามาช่วยเพื่อคำนวณหาความเข้มข้นของระดับยาในผู้ป่วย

จากขั้นตอนทั้งห้าข้อที่ได้กล่าวมา เกิดความยุ่งยากในการทำงานหลายประการได้แก่ การคำนวณหาค่าคงที่ที่เป็นค่าเริ่มต้นในการทำงาน การนำค่าคงที่ที่คำนวณได้นั้นไปคำนวณย้อนกลับเพื่อหาความเข้มข้นของยาในเลือด และการคำนวณเพื่อหาว่าค่า ณ จุดไหนเป็นค่าที่เหมาะสมที่สุดสำหรับค่าตัวแปรเริ่มต้น เป็นต้น ปัจจุบันในงานทางด้านเภสัชกรรมคลินิก(Clinical Pharmacy) การทำงานเพื่อหาค่าคงที่ที่เป็นค่าเริ่มต้นนั้นทำได้โดยการวาดกราฟระหว่างลอการิทึม ของความเข้มข้น (logarithmic concentration) กับเวลา ซึ่งเป็นกราฟแบบเซมิลอการิทึม (semi-log plot) หาค่าคงที่จากกราฟ จากนั้นนำค่าคงที่ที่ได้ไปคำนวณตามขั้นตอนในการคำนวณ ซึ่งต้องใช้เวลาเป็นอย่างมากต่อการปฏิบัติกับผู้ป่วยหนึ่งราย รวมทั้งต้องเก็บตัวอย่างเลือดจากผู้ป่วยจำนวนมาก และหลายครั้ง ซึ่งไม่สะดวกต่อผู้ปฏิบัติและต่อผู้ป่วย อย่างไรก็ตามค่าที่คำนวณได้จากขั้นตอนการติดตามการใช้ยาก็บอกได้เพียงระดับยา ณ เวลาที่ทำงานอยู่เท่านั้น ไม่สามารถที่จะให้แนวโน้มที่อาจจะเกิดขึ้นหากค่าตัวแปรจากตัวผู้ป่วยมีการเปลี่ยนแปลงไปจากค่าปกติ หรือจากค่าเดิมที่เป็นอยู่ การหาแนวโน้มของระดับยาที่อาจเปลี่ยนแปลงนั้นต้องนำวิธีการคำนวณอีกขั้นตอนหนึ่งมาใช้ โดยนำค่าตัวแปรที่เปลี่ยนแปลงแทนค่ากลับเข้าไปในสมการของแบบจำลองเดิมที่ได้เลือกไว้สำหรับผู้ป่วยรายเดิม แล้วทำการคำนวณค่าความเข้มข้นของยาใหม่ จากนั้นทำการวาดกราฟของจุดที่คำนวณได้ ก็จะได้กราฟของความเข้มข้นของยาในเลือด ณ เวลาต่างๆที่ได้คำนวณออกมา ซึ่งจะบอกแนวโน้มของการเปลี่ยนไปของระดับยาได้ เรียกการหาแนวโน้มแบบนี้ว่าการจำลองระดับยาในเลือดด้วยวิธีการคำนวณด้วยมือ (manually blood concentration simulation) ซึ่งการทำ

เช่นนี้ยิ่งเพิ่มเวลาที่ต้องใช้สำหรับผู้ป่วยขึ้นไปอีก มากไปกว่านั้นคือหากผู้ป่วยมีตัวแปรที่มีความแปรปรวนมาก หรือ มีความเป็นเอกบุคคล (Individualization) คือลักษณะแตกต่างจากกลุ่มประชากรทั่วไป ก็ต้องใช้เวลาในการคำนวณมากขึ้นอีก

ในปัจจุบันมีการนำคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วย ทำให้การคำนวณต่างๆง่ายขึ้น สะดวกและรวดเร็วขึ้น มีการสร้างเครื่องมือหรือแอพลิเคชันขึ้นมาใช้สำหรับงานหลายๆด้าน รวมไปถึงงานทางด้านการแพทย์ และสาธารณสุขด้วย การทำงานทางด้านเภสัชจลนศาสตร์เชิงคลินิก (Clinical Pharmacokinetic) ซึ่งต้องการความรวดเร็วในการทำงานเพื่อบริบาลผู้ป่วยนั้น ก็ต้องการเครื่องมือที่ใช้ช่วยในการคำนวณเช่นกัน คอมพิวเตอร์สามารถเข้ามาช่วยในงานด้าน เภสัชจลนศาสตร์ได้เป็นอย่างมาก โดยเฉพาะงานในส่วนที่ต้องอาศัยการคำนวณในปริมาณมากเช่น การคำนวณจุดที่ใช้ในการจำลองระดับยาในเลือด ทำให้ลดเวลาในการทำงานกับผู้ป่วยลง การบริหารยาสำหรับผู้ป่วย และ การตัดสินใจปรับเปลี่ยนแบบแผนการให้ยาก็จะรวดเร็วขึ้น รวมทั้งการมีระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์สาธารณะอย่าง อินเทอร์เน็ต จะทำให้การเคลื่อนย้ายข้อมูลต่างๆไม่ว่าจะเป็นภายนอกหรือภายในองค์กร ทำได้ง่ายขึ้นการติดต่อสื่อสารผ่านสื่อที่สามารถใช้ร่วมกันทำให้การทำงานกับข้อมูลที่กระจัดกระจายในที่ต่างๆ สะดวกเหมือนกับเป็นข้อมูลที่ถูกรวมไว้ในที่เดียวกัน การนำข้อมูลที่ได้มารวบรวมไว้มีประโยชน์เป็นอย่างมากในงานสถิติ ซึ่งในทางการแพทย์ต้องอาศัยข้อมูลทางสถิติเพื่อที่จะนำไปวิเคราะห์หาแนวโน้มต่างๆทางคลินิกเช่น ลักษณะการกระจายของโรค หรือ อุบัติการณ์ของโรค เป็นต้น การมีข้อมูลจำนวนมากพอจะทำให้เห็นแนวโน้มต่างๆได้มากขึ้น ในอดีตการมีคอมพิวเตอร์เครื่องเดียวอาจเพียงพอสำหรับงานหนึ่งๆ แต่ในปัจจุบันในยุคที่ข้อมูลมีความสำคัญ ความต้องการของระบบเปลี่ยนแปลงไปสู่ยุคของเครือข่ายที่ต้องพึ่งพาอาศัยข้อมูลซึ่งกันและกัน ในองค์กรทางด้านสาธารณสุขที่ต้องอาศัยข้อมูลก็เช่นเดียวกัน ต้องอาศัยข้อมูลจากในกลุ่มหรือนอกกลุ่มเครือข่ายของตนเอง การพัฒนาระบบเพื่อช่วยในการทำงานจึงควรคำนึงถึงสิ่งเหล่านี้ด้วย ดังนั้นแอพลิเคชันเพื่อสนับสนุนการติดตามการใช้ยา ควรเป็นระบบที่สามารถรองรับการใช้งานจากผู้ใช้จำนวนมากได้ เป็นระบบที่ไม่ล้าสมัยนั่นคือสามารถสื่อสารกับระบบอื่นๆได้เมื่อต้องการ และสามารถเพิ่มขยายได้ง่าย (scalable) ในอนาคต

1.2 วัตถุประสงค์

เพื่อพัฒนาระบบซอฟต์แวร์ที่สามารถจำลองสภาวะของระดับยาในเลือดของผู้ป่วยที่ใช้ยาเพื่อการรักษาในโรงพยาบาล และแสดงผลออกมาในรูปแบบของกราฟ หรือตัวเลข และสามารถคำนวณค่าในตัวแปรที่จำเป็น เพื่อใช้ประโยชน์ในการแสดงแนวโน้มช่วยให้แพทย์ตัดสินใจในการปรับเปลี่ยนรูปแบบการให้ยาในผู้ป่วย ได้อย่างสมเหตุสมผล

1.3 ขอบเขตงานวิจัย

1) ข้อมูลที่ใช้ทดสอบการทำงานของระบบจะเป็นข้อมูลจากโรงพยาบาลศรีนครินทร์ จังหวัดขอนแก่น

2) ระบบนี้พัฒนาโดยใช้เทคโนยีเวบเซอร์วิส การทดสอบการทำงานของโปรแกรมเป็นการทดสอบบนเครื่อง คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลซึ่งทำงานในระบบเครือข่ายท้องถิ่น(Local Area Network)

3) ระบบที่พัฒนาขึ้นนี้ยังไม่มีข้อมูลค่า ตัวแปรทางเภสัชจลนศาสตร์ (Pharmacokinetics Parameter) ของผู้ป่วยมาก่อน ค่าเริ่มต้นจึงจะอาศัยข้อมูลจากตำราของต่างประเทศเป็นค่ามาตรฐาน

4) ยาที่ใช้ในระบบงานนี้จะใช้ยาที่มีดัชนีในการรักษาแคบเนื่องจากทำให้เกิดพิษได้ง่าย

5) ในการทำการประมาณ (Estimation) เพื่อทำการ ปรับแบบจำลอง (model fitting) นั้นจะอาศัย ทฤษฎีทางคณิตศาสตร์เพียง 1 หรือ 2 รูปแบบเท่านั้น

6) การศึกษานี้จะทำการศึกษาสำหรับในผู้ป่วยในโรงพยาบาลเท่านั้น

1.4 ขั้นตอนและวิธีดำเนินงานวิจัย

1) วิเคราะห์ และศึกษารายละเอียดของแบบจำลองทาง เภสัชจลนศาสตร์ และการนำแบบจำลองไปใช้ในทาง คลินิก เพื่อนำแบบจำลองนั้นมาประยุกต์ใช้สำหรับงานวิจัย เนื่องจากแบบจำลองนั้นเป็นหัวใจของงานทั้งหมดซึ่งจะนำไปสู่การคำนวณเพื่อจำลองระดับยา

2) ศึกษาวิธีแก้ปัญหาการทำงานของแบบจำลอง โดยหาอัลกอริทึม (Algorithm) ในการโปรแกรมสำหรับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของแบบจำลอง

3) ศึกษาวิธีการแก้ปัญหาในการประมาณค่าแบบต่างๆ ซึ่งต้องอาศัยทฤษฎีทางคณิตศาสตร์ที่เรียกว่า ระเบียบวิธีเชิงตัวเลข (Numerical method) และหาอัลกอริทึมในการโปรแกรมเพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สำหรับการประมาณค่าด้วยวิธีต่างๆ

4) ศึกษาวิธีการโปรแกรมแบบ เวบเซอร์วิส ศึกษาขั้นตอน กฎ และ วิธีในการโปรแกรมโดยอาศัยข้อตกลง (Protocol) ของการโปรแกรมแบบ เวบเซอร์วิส

5) ออกแบบและพัฒนาซอฟต์แวร์ (Architecture design & Software development) โดยให้มีส่วนของการทำงานคือ

(1) ส่วนที่ทำหน้าที่ให้บริการซึ่งเป็นแอพลิเคชันซึ่งอยู่ในสภาวะแวดล้อมของ เวบเซอร์วิส (Web Services)

(2) ส่วนที่ทำหน้าที่ติดต่อผู้ใช้ ทำหน้าที่ในการร้องขอการใช้งานต่างๆ และรับข้อมูลจากผู้ใช้

6) ออกแบบระบบการส่งผ่านข่าวสารระหว่างแอพลิเคชันที่เกี่ยวข้องภายในระบบ

7) ออกแบบโครงสร้างระบบฐานข้อมูลที่ใช้ในการเก็บข้อมุล

8) ทดสอบระบบแอพลิเคชันหรือซอฟต์แวร์ที่ได้พัฒนาขึ้น (Software Testing) และแก้ไขข้อบกพร่องของซอฟต์แวร์

9) จัดทำรายงานวิทยานิพนธ์

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1) ได้ระบบที่สามารถทำการจำลองระดับยาในเลือดของผู้ป่วยซึ่งสามารถที่จะแสดงผลลัพธ์ออกมาเป็น กราฟที่ทำให้เห็นแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงของระดับยาในเลือดของผู้ป่วย ตามเงื่อนไขต่างๆ ที่เปลี่ยนแปลงไป ช่วยให้เกิดแนวทางในการปรับเปลี่ยนขนาด และ ความถี่ห่างของการบริหารยาในผู้ป่วย

2) เป็นแนวทางในการพัฒนาซอฟต์แวร์ทางเภสัชจลนศาสตร์เพื่อ ใช้ในงานเภสัชกรรมคลินิกและเพื่อให้เกิดการพัฒนางานทางด้าน เภสัชกรรมคลินิก ในการบริบาลผู้ป่วยต่อไปในอนาคต

3) เป็นการนำความรู้และทฤษฎีทางเภสัชจลนศาสตร์มาปรับใช้เพื่อให้เกิดประโยชน์ในการเพิ่มคุณภาพชีวิตของประชาชน โดยอาศัยทฤษฎี และ แนวความคิดทางด้าน เทคโนโลยีข้อมูลข่าวสารมาช่วยให้เกิดความสะดวกในการปฏิบัติงานในการบริบาลผู้ป่วย

4) เพื่อให้เกิดการใช้ยาได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถประเมินการใช้ยาที่ผลิตในประเทศได้ว่าสามารถที่จะให้ผลในการรักษาได้เทียบเคียงกับยาที่ผลิตจากต่างประเทศหรือไม่ ลดการเกิดอาการข้างเคียงจากการใช้ยา ลดการใช้ยาที่มากเกินความจำเป็น ลดการดื้อยาของเชื้อ รวมไปถึงลดค่าใช้จ่ายจากการใช้ยา

5) เป็นการใช้เทคโนโลยีให้เกิดประโยชน์ต่อสุขภาพ และ คุณภาพชีวิตของประชากรไทย