

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาผลของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนต่อความรู้เกี่ยวกับการแยกผู้ป่วยของ
นักศึกษาพยาบาล ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องครอบคลุมหัวข้อต่อไปนี้

1. ความรู้เกี่ยวกับการแยกผู้ป่วย
 - 1.1 ความรู้
 - 1.2 ความจำ
 - 1.3 การแยกผู้ป่วย
 - 1.4 หลักการปฏิบัติในการแยกผู้ป่วย
2. ทฤษฎีการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดในการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน
 - 2.1 ทฤษฎีการเรียนรู้ประมวลสารสนเทศ
 - 2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างความจำและกระบวนการควบคุม
3. คอมพิวเตอร์ช่วยสอน
 - 3.1 ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
 - 3.2 ข้อดีของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
 - 3.3 ข้อจำกัดของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
 - 3.4 ประเภทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
 - 3.5 รูปแบบของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
 - 3.6 การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
 - 3.7 ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ความรู้เกี่ยวกับการแยกผู้ป่วย

การที่บุคคลจะสามารถปฏิบัติในสิ่งที่ถูกต้องได้ บุคคลนั้นจะต้องมีความรู้ ความเข้าใจในเรื่องนั้นเสียก่อน เพราะความเข้าใจเป็นพื้นฐานของการคิด การไตร่ตรองตัดสินใจว่าจะปฏิบัติตามหรือไม่ (ชม ภูมิภาค, 2516) ซึ่งความรู้ของบุคคลนั้นจะเกิดขึ้น ได้ต้องอาศัยจากการเรียนรู้ โดยมีความจำเป็นเกี่ยวข้องเพื่อให้เกิดการจดจำแล้วสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปใช้ในสถานการณ์ต่างๆ ได้มีนักการศึกษาได้กล่าวถึงความรู้และความจำไว้ดังนี้

ความรู้

ความรู้เป็นพฤติกรรมขั้นต้น ซึ่งผู้เรียนจำได้ อาจโดยการนึกได้จากการมองเห็นหรือได้ยิน (ประภาเพ็ญ สุวรรณ, 2526) โดยการจำและระลึกได้นั้นจะเกี่ยวกับเรื่องราว เหตุการณ์ หรือประสบการณ์ต่าง ๆ ในอดีตที่เคยผ่านมาหรือเคยสัมผัสมาแล้วหรือเคยรู้เห็นมาก่อน (สุภาพ วาดเขียน และอรพินทร์ โกชนดา, 2520) ซึ่งความรู้เป็นส่วนประกอบสำคัญประการหนึ่งที่ทำให้บุคคลแสดงพฤติกรรมหรือปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ (จินตนา ยูนิพันธ์, 2527) และการที่บุคคลจะมีความรู้ได้นั้นจะต้องผ่านการเรียนรู้มาก่อนเนื่องจากปัจจัยด้านการเรียนรู้จะเป็นกระบวนการที่ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการปฏิบัติเดิมไปเป็นพฤติกรรมการปฏิบัติใหม่ที่ค่อนข้างถาวร โดยมีผลมาจากการฝึกฝนหรือประสบการณ์ ไม่ใช่เป็นผลจากธรรมชาติ (กมลรัตน์ หล้าสูงษ์, 2528)

การที่นักศึกษาจะปฏิบัติตามหลักการแยกผู้ป่วยนั้น นักศึกษาจะต้องมีความรู้เกี่ยวกับการแยกผู้ป่วยก่อน โดยที่ความรู้จะเกิดจากการเรียนรู้เริ่มจากการรับรู้และเข้าใจข้อมูลเกี่ยวกับการแยกผู้ป่วย โดยผ่านการบันทึกสัมผัสจากการเห็นตัวอักษร ภาพ และได้ยินเสียง จากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แล้วนำข้อมูลเข้าสู่ระบบความจำ โดยอาศัยการทบทวนและการท่องจำเพื่อนำข้อมูลไปสู่ความจำระยะยาว เกิดเป็นความรู้ซึ่งสามารถนำมาใช้ได้เมื่อพบเหตุการณ์ที่คล้ายกับที่เคยเรียนผ่านมา ส่งผลถึงการตัดสินใจที่จะปฏิบัติในการแยกผู้ป่วยตามหลัก Standard precautions และ Transmission-based precautions ได้ในที่สุด

ความจำ

ความจำ หมายถึง ผลที่คงอยู่ในสมองหลังจากสิ่งเร้าได้หายไปจากสนามสัมผัส แล้วผลที่คงอยู่นี้จะอยู่ในรูปของรหัสใด ๆ ที่เป็นผลจากการ โยงสัมพันธ์ (ไสว เลี่ยมแก้ว, 2528) และจะมีการนำบางส่วนของคำตอบสนองที่เกิดจากการเรียนรู้มาแล้วออกมาแสดงให้เห็นอีกในปัจจุบัน (สุชา จันทรเฒ และสุรางค์ จันทรเฒ ,มปป.)

ความจำของมนุษย์ประกอบด้วย ความจำระยะสั้นซึ่งจะจำได้นานประมาณ 30 วินาที (ไอสว เลียมแก้ว, 2528) จากกราฟแสดงโค้งความจำและโค้งการลืมจะเห็นได้ว่า ความจำจะหายไปอย่างรวดเร็วในระยะ 20 นาทีแรก เมื่อเวลาผ่านไป 20 นาที ความจำจะเหลือน้อยกว่าร้อยละ 60 เมื่อเวลาผ่านไป 1 ชั่วโมง ความจำจะเหลือน้อยกว่าร้อยละ 40 และเหลือน้อยกว่าร้อยละ 20 เมื่อเวลาผ่านไปตั้งแต่ 2 สัปดาห์ถึง 31 วัน ส่วนเอบบิงเฮาส์ (อ้างใน สุรพันธ์ ดันศรีวงษ์, 2538) ได้วิจัยพบว่า ข้อมูลที่จำได้จะเลือนหายเร็วมาก ภายใน 20 นาที จะถูกลืมถึงร้อยละ 42 และตั้งแต่ 14 วันถึง 30 วัน จะเหลือแค่ร้อยละ 20 ซึ่งสอดคล้องกับ อรนนท์ หาญยุทธ (2532) กล่าวว่าความจำระยะสั้นสามารถเก็บความรู้ไว้ได้นานถึง 30 นาที ถ้าหลัง 30 นาทีไปแล้วผู้เรียนจะลืม ส่วนความจำอีกประเภทหนึ่งคือความจำระยะยาว จะเป็นบริเวณที่การคงอยู่ของสารที่เข้าไปนานกว่า 30 วินาที ไม่จำกัดความยาวของเวลาที่สารคงอยู่และไม่จำกัดความจุของปริมาณสาร ซึ่งความรู้ต่าง ๆ ที่มีอยู่ในอดีตมนุษย์เราจะจำเอาไว้ในระบบความจำระยะยาว และความจำระยะยาวเป็นความจำที่สามารถเก็บความรู้ไว้ได้นานไม่มีเวลากำหนด ซึ่งความรู้ที่เก็บไว้สามารถถูกเรียกนำมาใช้ได้ตลอดเวลา ดังนั้นจึงสามารถกล่าวได้ว่าความรู้ที่ได้จากการเรียนรู้จะเก็บไว้ในรูปของรหัสต่าง ๆ ในความจำระยะยาว

สรุปแล้วความจำเป็นการเรียนรู้ที่สัมพันธ์กับการรับสัมผัสกับสิ่งเร้า แล้วนำเข้าสู่ระบบความจำ และจะมีสิ่งจะมีการลืมมาเกี่ยวข้อง แต่การเรียนรู้ที่เกิดเป็นความรู้นั้นจะเป็นสิ่งที่ผู้เรียนสามารถจำได้นาน ซึ่งอยู่ในความจำระยะยาว และเมื่อมีสิ่งเร้าใหม่ที่สอดคล้องกับสิ่งเร้าเดิมที่เคยสัมผัสก็จะสามารถจำในสิ่งที่เคยได้เรียนผ่านมาได้ ดังนั้นการวัดความรู้ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจึงใช้ระยะเวลา 2 สัปดาห์ หลังจากการเรียนรู้ด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการแยกผู้ป่วย โดยอาศัยข้อมูลจากโค้งความจำและการลืมที่แสดงว่าเมื่อเวลาผ่านไปตั้งแต่ 14 วัน ถึง 30 วัน ผู้เรียนจะจำได้เพียงร้อยละ 20 ซึ่งความรู้นั้นจะอยู่ในความจำระยะยาวที่ผู้เรียนสามารถนำข้อมูลมาใช้เมื่อพบเหตุการณ์ที่สอดคล้องกับที่เคยเรียนผ่านมา

การแยกผู้ป่วย

การแยกผู้ป่วยหมายถึง วิธีการป้องกันการแพร่กระจายของเชื้อก่อโรคจากผู้ติดเชื้อหรือมีเชื้ออยู่แต่ไม่แสดงอาการไปสู่บุคคลอื่น โดยมีการใช้ห้องแยกหรือห้องที่จัดให้ผู้ติดเชื้อชนิดเดียวกันอยู่รวมกัน มีการใช้อุปกรณ์ป้องกันและมีหลักการปฏิบัติพื้นฐานตามหลักระบาดวิทยา เพื่อลดและป้องกันการแพร่กระจายเชื้อตามวิถีทางแพร่กระจายเชื้อ (สมหวัง ด้านชัยจิตร, และสุมาลี ภการวุฒิ, 2539; Garner, 1992)

หลักการปฏิบัติในการแยกผู้ป่วย

ศูนย์ควบคุมโรค สหรัฐอเมริกา (Centers for Disease Control and Prevention, [CDC]) ได้มีการเสนอแนวทางการปฏิบัติในการแยกผู้ป่วยขึ้นมาใน ค.ศ. 1996 โดยรวมบางหลักการและปรับเปลี่ยนให้มีความถูกต้องทางระบาดวิทยามากขึ้น มีความเป็นไปได้และเหมาะสมในการปฏิบัติ โดยมีหลักการที่สำคัญ 2 ประการ คือ Standard precautions และ Transmission-based precautions (วิลาวณีย์ พิเชียรเสถียร, 2542 ค; Briggs, 1999b; CDC, 1996) โดยที่ Standard precautions เป็นมาตรการที่จะลดความเสี่ยงในการติดต่อของจุลชีพทั้งจากที่ทราบและไม่ทราบแหล่งของเชื้อ เป็นการสังเคราะห์หลักการ UPs รวมกับ BSI ซึ่ง UPs เป็นหลักการระมัดระวังป้องกันตนเองของบุคลากรในการให้บริการทางการแพทย์และสาธารณสุข เพื่อให้บุคลากรปลอดภัยจากการติดเชื้อที่อาจติดต่อทางเลือด และสารคัดหลั่งจากร่างกายโดยปฏิบัติต่อผู้ป่วยหรือผู้ให้บริการทุกรายเหมือนกันและทุกครั้งที่ปฏิบัติ การปฏิบัติตามหลัก UPs มีความสำคัญมากสำหรับประเทศไทยเนื่องจากมีอัตราการติดเชื้อเอชไอวีสูงขึ้น ทำให้บุคลากรมีโอกาสสัมผัสเชื้อในขณะให้การดูแลผู้ป่วยเพิ่มขึ้น จากรายงานของกองระบาดวิทยาได้รวบรวมข้อมูลตั้งแต่ พ.ศ. 2527-2541 พบว่ามีผู้ป่วยเอดส์จำนวนถึง 99,555 ราย และสำหรับใน พ.ศ. 2541 มีผู้ป่วยเอดส์ถึง 10,144 ราย โดยภาคเหนือมีอัตราป่วยสูงสุด คือ 28.1 ต่อประชากรแสนคน (กองระบาดวิทยา, 2542)

แต่ในปัจจุบันมีจุลชีพที่มีความรุนแรงทางระบาดวิทยามากขึ้น มีเชื้อที่ดื้อยามากขึ้นและเชื้อสามารถมีชีวิตอยู่ในสิ่งขับถ่ายของผู้ป่วย เช่น เชื้อ VRE ที่ปนเปื้อนในอุจจาระ สามารถมีชีวิตได้นานหลายชั่วโมง (Weber & Rutala, 1997) และหลักการ UPs นั้นไม่สามารถครอบคลุมสารเปียกชื้นในร่างกาย (moist body substance) ที่อาจมีเชื้ออาศัยอยู่ จึงได้มีการนำหลักการ BSI เป็นแนวทางปฏิบัติเนื่องจากเป็นหลักที่ใช้เพื่อลดความเสี่ยงต่อการแพร่เชื้อระหว่างผู้ป่วยผ่านมือของบุคลากร และป้องกันบุคลากรจากการติดเชื้อจากผู้ป่วย โดยยึดหลักคล้ายกับ UPs แต่เป็นการป้องกันการสัมผัสสารในร่างกาย เพื่อลดการติดเชื้อจากสารเปียกชื้นจากร่างกาย หลักการนี้ใช้กับผู้ป่วยทุกรายเพื่อป้องกันสารเปียกชื้นให้ครอบคลุมทั้งเลือด อุจจาระ ปัสสาวะ น้ำลาย เนื้อเยื่อ และสารคัดหลั่งอื่น ๆ รายละเอียดของ UPs มีดังต่อไปนี้

หลักการ UPs ที่สำคัญ 3 ประการ (สมหวัง คำนชัชวิจิตร, มณฑกานติ ตระกูลดิษฐ์, และ สุวิภา นิตยางกูร, 2538)

1. ป้องกันอุบัติเหตุ (accident preventions) เป็นการป้องกันอุบัติเหตุจากการปฏิบัติงาน โดยเฉพาะเมื่อใช้ของแหลมหรือมีคม เช่น การทิ่มเข็มที่ใช้กับผู้ป่วยแล้วในภาชนะที่สามารถป้องกันการแทงทะลุได้ ห้ามสวมปลอกเข็มกลับคืน โดยใช้ทั้งสองมือ เป็นต้น ได้มีการศึกษาของ เยาวลักษณ์ หาญวชิรพงศ์, นัยนา นักรบไทย, ประภัสศรี ชางวงษ์, และวัฒนชัย สุแสงรัตน์ (2538)

ศึกษาอุบัติการณ์และสาเหตุของการถูกเข็มและของมีคมตำขณะปฏิบัติงานของบุคลากรทางการแพทย์ โรงพยาบาลขอนแก่น เมื่อ พ.ศ. 2537 พบว่าพยาบาลเกิดอุบัติเหตุมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 59.31 ของจำนวนพยาบาล นักศึกษาแพทย์และนักศึกษาพยาบาลเกิดอุบัติเหตุถึงร้อยละ 92 อาจเป็นไปได้ว่านักศึกษาขาดประสบการณ์ ขาดความชำนาญในการปฏิบัติงาน จากผลการวิจัยครั้งนี้ทำให้เห็นความจำเป็นในการให้ความรู้เกี่ยวกับการป้องกันการเกิดอุบัติเหตุจากการปฏิบัติงานและมาตรการป้องกันอื่น ๆ มากขึ้น และคันสนีย์ ธนกิจการ (2539) ได้ศึกษาในกลุ่มพยาบาลประจำการ 7 จังหวัด ในภาคตะวันออก พบอุบัติเหตุจากการปฏิบัติงานในช่วง 6 เดือน ร้อยละ 48.5 อุบัติเหตุที่พบบ่อยที่สุดคือ เข็มตำ ซึ่ง 3 ใน 4 ของพยาบาลที่สำรวจมีการสัมผัสเลือดและสารคัดหลั่งจากร่างกายภายหลังเกิดอุบัติเหตุ พยาบาลที่มีอายุน้อยจะเกิดอุบัติเหตุสูงกว่า ซึ่งแปรผกผันตามระยะเวลาการทำงาน ผู้วิจัยได้เสนอแนะด้านการให้ความรู้ว่าควรเสริมความรู้และควรดำเนินการให้ความรู้ในกลุ่มที่มีระยะเวลาทำงานน้อยกว่า 2 ปี และอาจต้องอบรมก่อนประจำการ

2. ใช้อุปกรณ์ป้องกันอย่างเหมาะสม (use of appropriate protective barriers) เป็นการใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลของบุคลากรที่เหมาะสม เช่น การสวมถุงมือ แว่นตา หน้ากาก ผ้าปิดปากและจมูก เสื้อคลุมและรองเท้าบูท เพื่อลดความเสี่ยงในการสัมผัสเลือดและสารคัดหลั่งของผู้ป่วย ดังการศึกษาที่เพนซิลวาเนียและนิวยอร์ก โดยให้พยาบาล 555 คน ตอบแบบสอบถาม พบว่าพยาบาลไม่ป้องกันตนเองให้การพยาบาลผู้ป่วยที่ผลการตรวจเอชไอวีเป็นลบ ร้อยละ 11 และ ไม่ป้องกันตนในกรณีไม่ทราบผลเลือด ร้อยละ 23.5 มีการใช้ถุงมือในการเจาะเลือดผู้ป่วยที่ผลเอชไอวีเป็นลบ ร้อยละ 62.3 และผู้ป่วยที่ไม่ทราบผลเลือดร้อยละ 62.8 ส่วนการสวมถุงมือทุกครั้งเมื่อมีการสอดใส่เครื่องมือเพื่อการรักษาทั้งในผู้ป่วยที่ผลเอชไอวีเป็นลบรวมทั้งไม่ทราบผลเลือด มีร้อยละ 45.9 แสดงว่าการใช้อุปกรณ์ป้องกันตามหลัก UPs ยังไม่ถูกต้อง ในขณะที่ร้อยละ 40.7 ใช้ถุงมือไม่เหมาะสม และมีเพียงร้อยละ 5 ของผู้ตอบแบบสอบถาม ที่ปฏิบัติตามหลัก UPs ได้อย่างถูกต้อง ผู้วิจัยให้เหตุผลว่าการปฏิบัติไม่ถูกต้องและเหมาะสมนั้นอาจเพราะการขาดอุปกรณ์การอยู่ในภาวะเร่งด่วนและการขาดความรู้ (Young, Forti, & Preston, 1996)

3. การมีสุขอนามัยและสุขาภิบาลที่ดี (hygiene and sanitation) เป็นการยึดเทคนิคปราศจากเชื้อ (aseptic technique) เช่น การล้างมือที่ถูกต้อง การจัดสถานที่และสภาพแวดล้อมในการทำงานให้มีสุขลักษณะอนามัยที่ดี มีการทำความสะอาด รวมทั้งการทำลายเชื้อ และการทำให้ปราศจากเชื้อ ซึ่งมีการศึกษาที่แสดงให้เห็นถึงผลและอุปสรรคในประเด็นที่เกี่ยวกับความรู้ของบุคลากรด้านการปฏิบัติในการแยกผู้ป่วย จากการศึกษาผลของการล้างมือเพื่อลดอัตราการติดเชื้อของระบบทางเดินหายใจ ที่ศูนย์ดูแลผู้ป่วยใน โรงพยาบาลโรเชสเตอร์ นิวยอร์ก ระหว่าง ค.ศ. 1992-1996 โดยมีการฝึกอบรมบุคลากรใหม่ให้มีความรู้ในการควบคุมการติดเชื้อ รวมถึง UPs

การติดต่อของเชื้อที่พบบ่อย กิจกรรมในการแยกผู้ป่วยและเน้นถึงประโยชน์ของการล้างมือ ผลการศึกษาพบว่าอัตราการติดเชื้อในระบบทางเดินหายใจ ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเทียบกับ 3 ปีก่อนการศึกษา (Falsey et al., 1999) และที่หน่วยผ่าตัด แผนกศัลยกรรมแห่งหนึ่ง พบว่ามีเพียงร้อยละ 52 ของพยาบาลที่ช่วยส่งอุปกรณ์ในห้องผ่าตัดทราบว่าผิวหนังที่ไม่มีบาดแผลที่สามารถมองเห็นไม่สามารถป้องกันการติดเชื้อไวรัสตับอักเสบบีและเอชไอวีได้เพียงพอ และร้อยละ 52 ทราบว่าไวรัสตับอักเสบบี สามารถติดต่อได้ทางการสัมผัสในการผ่าตัด ทำให้ทราบว่าบุคลากรในห้องผ่าตัดส่วนหนึ่งยังขาดความรู้ทางด้านการป้องกันการแพร่กระจายเชื้อและมาตรการป้องกันที่เพียงพอ ซึ่งอาจเป็นปัจจัยหลักที่มีผลต่อการปฏิบัติตามหลัก UPs (Bauer, 1991)

จากการศึกษาการรับรู้ของบุคลากรถึงความเสี่ยงของการได้รับเชื้อผ่านทางเลือดหรือสารน้ำในร่างกาย ที่โรงพยาบาลในลอนดอน พบว่าบุคลากรมีการป้องกันการติดเชื้อที่มีอยู่ในเลือดไม่เพียงพอ และมีบางคนคิดว่าผู้ป่วยที่ไม่ทราบผลเลือดหรือไม่มีอาการแสดงของการติดเชื้อเอชไอวีและตับอักเสบบี ไม่ต้องใช้หลักการป้องกัน ซึ่งการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่ายังมีบุคลากรบางส่วนขาดความเข้าใจใน UPs ซึ่งต้องปรับปรุงและพัฒนาประสิทธิภาพการให้ความรู้แก่บุคลากรต่อไป (Leliopoulou, Waterman, & Chakravarty, 1999) สำหรับในประเทศไทยมีการศึกษาความรู้ทัศนคติ และการปฏิบัติของแพทย์และพยาบาล ต่อวิธีการป้องกันการแพร่กระจายเชื้อด้วยวิธี UPs ของโรงพยาบาลรัฐบาลทั่วประเทศ ในพ.ศ. 2536 พบว่าแพทย์และพยาบาลเกือบทั้งหมดทราบนิยาม แต่การนำวิธีการของ UPs มาปฏิบัติได้ถูกต้องน้อยกว่าครึ่งหนึ่งของบุคลากร ส่วนการปฏิบัติตามหลักการป้องกันการแพร่กระจายเชื้อในผู้ป่วยทุกรายมีเพียงร้อยละ 27.9 ในผู้ป่วยที่ติดเชื้อเอชไอวีร้อยละ 28.1 การปฏิบัติตามหลักการแยกผู้ป่วยในผู้ป่วยที่ติดเชื้อเอชไอวีร้อยละ 44 ประมาณ 1 ใน 4 ของบุคลากรไม่รู้หลักการใช้เครื่องป้องกันและมีส่วนหนึ่งยังล้างมือไม่เหมาะสมและไม่ถูกต้อง (Danchaivijitr et al., 1995)

กองโรคเอดส์ สำนักปลัดกระทรวง กระทรวงสาธารณสุข ได้มีการสำรวจมาตรการป้องกันการติดเชื้อเอชไอวีในหน่วยบริการสุขภาพ โดยการรวบรวมรายงานเกี่ยวกับกิจกรรมการป้องกันตามหลัก UPs และรายงานการวิจัยที่สัมพันธ์กับการสัมผัสเลือดและสารคัดหลั่งจากร่างกายก่อนและหลังใช้ UPs ตั้งแต่ พ.ศ. 2530-2540 พบว่าอัตราการสัมผัสเลือดและสารคัดหลั่งจากร่างกาย ร้อยละ 69.1 และร้อยละ 72.7 ตามลำดับ และในพ.ศ. 2536 พบว่าบุคลากรส่วนใหญ่มีความรู้เกี่ยวกับ UPs ระดับปานกลาง และไม่เคร่งครัดในการปฏิบัติ (Ratree, Rojnapiithayakorn, & Phoolcharoen, 1999) นอกจากนี้ทัศนคติของ บุญทอง, สุปรานี อัครเสรี, และ กรองกาญจน์ สังกาศ (2542) ศึกษาที่มหาวิทยาลัยมหิดล เรื่องการจัดการเรียนการสอนเรื่องโรคเอดส์และการให้คำปรึกษาแก่ผู้ป่วยโรคเอดส์ สำหรับนักศึกษาพยาบาล โดยการสำรวจในกลุ่มนักศึกษาพยาบาล พยาบาล

วิชาชีพและผู้ป่วยที่ติดเชื้อเอชไอวีในด้านความรู้เกี่ยวกับโรคเอดส์ พฤติกรรมการปฏิบัติเพื่อป้องกันการติดเชื้อเอชไอวีในกลุ่มนักศึกษาพยาบาล มีค่าเฉลี่ยโดยรวมอยู่ในระดับต่ำ พฤติกรรมการปฏิบัติเพื่อป้องกันการติดเชื้อเอชไอวีอยู่ในระดับพอใช้ ส่วนพยาบาลวิชาชีพ มีความรู้เกี่ยวกับโรคเอดส์อยู่ในระดับปานกลาง พฤติกรรมการปฏิบัติเพื่อป้องกันการติดเชื้อมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับพอใช้

การปฏิบัติตามหลักBSI ที่สำคัญมีดังนี้

1. การใช้ถุงมือ ใช้เมื่อจะสัมผัสกับเลือด เยื่อเมือก ผิวหนังที่มีรอยแยก แผล และสารเยือกแข็งจากร่างกายผู้ป่วยทุกราย โดยให้เปลี่ยนถุงมือในการปฏิบัติกับผู้ป่วยแต่ละราย ไม่ได้กำหนดให้ล้างมือหลังการถอดถุงมือทุกครั้ง แต่ให้ล้างมือเมื่อมือเปื้อนหรือถุงมือรั่ว
2. กรณีที่สัมผัสผู้ป่วยโดยไม่ได้สวมถุงมือ ให้ล้างมือด้วยสบู่เป็นเวลา 10 วินาที
3. การใช้อุปกรณ์ป้องกัน ได้แก่ เสื้อคลุม พลาสติคกันเปื้อน ผ้าปิดปากและจมูก หรือแว่นตา และรองเท้าบูทให้ใช้เมื่อผิวหนังหรือเยื่อเมือกจะสัมผัสสิ่งสกปรก
4. อุปกรณ์ที่นำกลับมาใช้อีกและเสื้อผ้าที่เปื้อนครวสในภาชนะที่ป้องกันการรั่วซึม
5. ทิ้งเข็มและของมีคมในภาชนะที่ป้องกันการแทงทะลุและไม่สวมปลอกเข็มกลับคืน
6. ใช้ห้องแยกในผู้ป่วยที่เป็นโรคติดต่อทางอากาศ และผู้ป่วยที่อาจจะทำให้สิ่งแวดล้อมปนเปื้อนสารในร่างกายที่ขึ้นได้

มีการศึกษาที่ศูนย์วิทยาศาสตร์สุขภาพชั้นนิบรูด ของมหาวิทยาลัยทางการแพทย์โตรอนโต ได้เปรียบเทียบการใช้หลัก BSI กับการปฏิบัติในการแยกผู้ป่วยแบบ Category-specific isolation พบว่า BSI สามารถลดอัตราการติดเชื้อในโรงพยาบาลและควบคุมการแพร่กระจายเชื้อได้ รวมทั้งช่วยป้องกันบุคลากรเพื่อลดความเสี่ยงในการติดเชื้อไวรัสที่ผ่านทางเลือด (Duncan & Batchelor, 1993) นอกจากนี้ได้มีการประเมินผลการปฏิบัติตามหลัก BSI พบว่าสามารถลดการติดเชื้อในโรงพยาบาลลงได้และทำให้บุคลากรใช้ถุงมือได้อย่างเหมาะสม เนื่องจากบุคลากรมีความรู้และเข้าใจในหลักการหลังจากฝึกอบรม ร่วมกับการสำรวจความชุกของเชื้อ *Serratia* และ *Amikacin-resistant gram negative rod* ในผู้ป่วยช่วง 1 ปีก่อนใช้หลักการนี้ พบ 166 ราย และหลังใช้ 1 ปี พบเพียง 36 ราย (Lynch et al., 1990) ที่ศูนย์การแพทย์ของมหาวิทยาลัยแซนดิเอโก รัฐแคลิฟอร์เนีย ได้มีการให้ความรู้โดยการฝึกอบรมแก่บุคลากรตามหลัก BSI ตั้งแต่ ค.ศ. 1987-1989 และมีการประเมินผล พบว่ายังมีพยาบาลเกือบครึ่งหนึ่งที่รายงานว่าการสวมปลอกเข็มกลับคืนด้วยมือทั้ง 2 ข้างในบางครั้งถึงบ่อยครั้ง และมีพยาบาลเพียงร้อยละ 53.3 ที่ทราบว่า MRSA เป็นเชื้อ *Staphylococcus aureus* ที่ดื้อยาปฏิชีวนะ จะเห็นได้ว่ายังมีพยาบาลส่วนหนึ่งขาดความรู้ ซึ่งจะส่งผลถึงการปฏิบัติตามหลักการแยกผู้ป่วยได้ ทางศูนย์การแพทย์แห่งนี้จึงต้องมีการพัฒนาความรู้และการใช้หลักการ BSI ต่อไป (Troya, Jackson, Lovrich-Kerr, & McPherson, 1991)

หลัก BSI สามารถครอบคลุมการปฏิบัติเพื่อป้องกันการติดเชื้อจากสารในร่างกายทุกชนิด ยกเว้นเหงื่อ แต่ มีข้อเสียคือใช้ถุงมือแทนการล้างมือ ดังนั้นจึงได้มีการสังเคราะห์หลักการ UPs ร่วมกับ BSI เพื่อให้มีการปฏิบัติที่ครอบคลุม รวมเป็น Standard precautions ซึ่งเป็นมาตรการที่ใช้กับผู้ป่วยทุกคนทั้งที่ได้รับการวินิจฉัยแล้วและยังไม่ได้มีการวินิจฉัยว่ามีการติดเชื้อ เพื่อป้องกันการติดเชื้อจากเลือด สารคัดหลั่งจากร่างกายทุกชนิด น้ำที่หลั่งออกจากอวัยวะ สิ่งขับถ่าย ยกเว้นเหงื่อ โดยไม่คำนึงถึงว่าจะมีเลือดปนเปื้อนหรือไม่ รวมทั้งผิวหนังที่มีรอยแตกและเยื่อบุเพื่อลดการแพร่กระจายเชื้อ และเมื่อรวมหลักการปฏิบัติแล้วสามารถป้องกันการติดเชื้อได้ครอบคลุม ดังนั้นบุคลากรผู้ปฏิบัติงานจำเป็นต้องปฏิบัติตามมาตรการอย่างเคร่งครัด และการที่จะปฏิบัติตามหลัก Standard precautions นั้น สิ่งที่สำคัญประการหนึ่งคือบุคลากรจะต้องมีความรู้และเข้าใจเพื่อนำไปสู่การปฏิบัติที่ถูกต้องและเหมาะสมซึ่งรายละเอียดของการปฏิบัติตามหลัก Standard precautions มีดังนี้

Standard precautions

Standard precautions เป็นหลักปฏิบัติจากการสังเคราะห์หลักการ UPs และ BSI รวมไว้ด้วยกันเพื่อใช้ปฏิบัติกรณีที่เกี่ยวข้องกับการสัมผัสเลือด สารคัดหลั่งจากร่างกาย น้ำที่หลั่งออกจากอวัยวะ และสิ่งขับถ่าย ยกเว้นเหงื่อ โดยไม่คำนึงถึงว่าจะมีเลือดปนเปื้อนสิ่งต่าง ๆ หรือไม่รวมทั้งผิวหนังที่มีรอยแตกและเยื่อบุเพื่อลดการแพร่กระจายเชื้อ โดยมีหลักการปฏิบัติที่สำคัญดังนี้

1. การล้างมือ การล้างมือเป็นกระบวนการขจัดสิ่งสกปรกและจุลชีพที่อาศัยและปนเปื้อนอยู่บนมือ เป็นหลักการป้องกันพื้นฐานเพื่อตัดวงจรของการติดเชื้อ จึงเป็นการปฏิบัติที่สำคัญและมีประสิทธิภาพที่สุดในการป้องกันการแพร่กระจายของเชื้อโรค (Briggs, 1999b; Larsan, 1995; Sitler & Kockrow, 1995; Taylor, Lillis, & Priscilla, 1993)

1.1 ล้างมือหลังจากสัมผัสเลือด สารคัดหลั่งจากร่างกาย น้ำที่หลั่งจากอวัยวะ สิ่งขับถ่าย ถึงแม้ว่าจะสวมถุงมือในการปฏิบัติกิจกรรมก็ตาม ต้องล้างมือทันทีหลังจากถอดถุงมือและระหว่างสัมผัสกับผู้ป่วยเพื่อหลีกเลี่ยงการแพร่กระจายของเชื้อจุลชีพไปสู่ผู้ป่วยอื่นหรือสิ่งแวดล้อม บางครั้งอาจจำเป็นต้องล้างมือระหว่างการดูแลหรือการทำหัตถการในผู้ป่วยรายเดียวกันแต่ต่างตำแหน่งเพื่อป้องกันการติดเชื้อระหว่างตำแหน่ง (cross contamination)

1.2 ใช้สบู่ธรรมดาสำหรับการล้างมือทั่วไป การล้างมือทั่วไปจะล้างนาน 10-15 วินาทีด้วยน้ำและสบู่ธรรมดา (Horton, 1995)

1.3 ใช้สารทำลายจุลชีพ (antimicrobial agent) หรือน้ำยาทำลายเชื้อชนิดที่ไม่ใช้น้ำ (waterless antiseptic) ในกรณีที่มีการระบาดของเชื้อที่สำคัญทางระบาดวิทยา หรือหลังจากถอด

ถุงมือเมื่อมีการสัมผัสกับสิ่งที่มีสารปนเปื้อนที่คาดว่าจะมีปริมาณความเข้มข้นจากจุลชีพสูง เช่น สิ่งที่เป็นเชื้อจุลินทรีย์ หรือ สิ่งที่ระบายจากแผล(สมหวัง คำนชัยจิตร, สุมาลี ภควรวิทย์, 2539; Garner, 1992) การล้างมือเพื่อทำลายเชื้อบนมือ โดยการล้างที่ถูกวิธีและใช้เวลา 15-30 วินาที (Horton, 1995) มีการศึกษาเปรียบเทียบการล้างมือด้วยน้ำและสบู่กับน้ำยาทำลายเชื้อที่มีส่วนผสมของแอลกอฮอล์ พบว่าการล้างมือด้วยน้ำและสบู่ช่วยลดจุลชีพทันทีหลังล้างได้ถึงร้อยละ 49.6 ส่วนน้ำยาทำลายเชื้อที่มีส่วนผสมของแอลกอฮอล์สามารถลดได้ถึงร้อยละ 88.2 หลังจากนั้น 10 ถึง 30 นาที ทั้งสองกลุ่มมีปริมาณเชื้อเพิ่มขึ้นไม่แตกต่างกัน ในกรณีที่มือเปื้อนสิ่งสกปรก การล้างมือด้วยน้ำยาทำลายเชื้อชนิดไม่ใช้น้ำสามารถป้องกันการติดเชื้อและช่วยให้บุคลากรสะดวกและมีความชอบในการใช้ถึงร้อยละ 72 ซึ่งจะส่งผลให้เกิดความร่วมมือในการล้างมือสูงขึ้น (Zaragoza, Salles, Gomez, Bayas, & Trilla, 1999)

2. การสวมถุงมือ สวมถุงมือสะอาดเมื่อสัมผัสกับเลือด สารคัดหลั่งในร่างกาย น้ำที่หลังออกจากอวัยวะ สิ่งขับถ่าย สิ่งที่เป็นเชื้อ ก่อนสัมผัสกับเยื่อ และผิวหนังที่มีรอยแยก มีการเปลี่ยนถุงมือระหว่างกิจกรรมและหัตถการ ในผู้ป่วยรายเดียวกัน หลังจากสัมผัสกับสิ่ง ที่คาดว่าจะมีความเข้มข้นของจุลชีพสูง ถอดถุงมือทันทีและล้างมือทันทีหลังสิ้นสุดกิจกรรม ซึ่งได้มีการศึกษาที่โรงพยาบาลแห่งหนึ่งในรัฐอาร์คันซอ สหรัฐอเมริกา โดยการศึกษาย้อนหลัง 3 ปี และติดตามไปอีก 10 เดือน ถึงปัจจัยที่สัมพันธ์กับการลดอัตราการติดเชื้อในโรงพยาบาล พบว่าการใช้ถุงมือและการใช้น้ำยาทำลายเชื้อชนิดโฟมฟอกมือสัมพันธ์กับการลดอัตราการติดเชื้อในโรงพยาบาลจากร้อยละ 3.9 เหลือ ร้อยละ 2.6 (Malone & Larson, 1996) และจากการศึกษาในโรงพยาบาล 4 แห่งที่นิวยอร์กและชิคาโก เมื่อค.ศ. 1990 โดยการสังเกตกิจกรรมในการผ่าตัดที่จะสัมผัสเลือดและสารคัดหลั่ง พบว่าศัลยแพทย์สวมถุงมือ 2 ชั้นจะมีโอกาสสัมผัสเลือดต่ำกว่า ร้อยละ 72 เมื่อเทียบกับการสวมถุงมือชั้นเดียว (Tokars et al., 1995)

3. ผ้าปิดปากและจมูก อุปกรณ์ป้องกันตา และหน้ากาก สวมผ้าปิดปากและจมูกและ อุปกรณ์ป้องกันตาหรือหน้ากาก เพื่อป้องกันเยื่อตา จมูก และปาก ระหว่างการทำหัตถการและการดูแลผู้ป่วยที่คาดว่าจะมีการกระจายของเลือด สารคัดหลั่งในร่างกายทุกชนิด สารน้ำที่หลังออกจากอวัยวะ สิ่งขับถ่าย จากการศึกษาของโทคาร์สและคณะ (Tokars et al., 1995) พบว่าถ้าศัลยแพทย์สวมหน้ากากและสวมแว่นตาในการผ่าตัด สิ่งที่เกิดเชื้อจะสัมผัสเนื้อเยื่อที่ตาน้อยกว่าร้อยละ 0.1 ถ้าสวมอุปกรณ์ป้องกันตาและหน้ากากจะไม่สัมผัสเลย

4. การใช้เสื้อคลุม สวมเสื้อคลุมสะอาด เพื่อป้องกันผิวหนังและป้องกันการปนเปื้อน เสื้อผ้าในระหว่างหัตถการและกิจกรรมในการดูแลผู้ป่วยที่คาดว่าจะมีการกระจายของเลือด สารคัดหลั่งจากร่างกาย น้ำที่หลังออกจากอวัยวะและสิ่งขับถ่าย ยกเว้นเหงื่อ โดยต้องเลือกเสื้อคลุม

ให้เหมาะสมกับกิจกรรมและปริมาณสิ่งที่จะปนเปื้อน เมื่อสิ้นสุดกิจกรรมให้ถอดเสื้อคลุมและล้างมือทันที

5. การดูแลอุปกรณ์ที่ใช้ในการดูแลผู้ป่วย หลังจากการใช้อุปกรณ์ที่มีการปนเปื้อนเลือด สารคัดหลั่งจากร่างกาย น้ำที่หลั่งออกจากอวัยวะ สิ่งขับถ่ายแล้ว ต้องระมัดระวังในการสัมผัสโดยมีการใช้อุปกรณ์ป้องกันที่เหมาะสม อุปกรณ์ที่ใช้แล้วจะต้องผ่านการทำความสะอาดและทำลายเชื้อหรือทำให้ปราศจากเชื้อก่อนนำไปใช้ครั้งต่อไปและทั้งอุปกรณ์ที่ใช้ครั้งเดียวอย่างเหมาะสม

6. การควบคุมสิ่งแวดล้อม โรงพยาบาลจะต้องมีการดูแล ทำความสะอาด และทำลายเชื้อพื้นผิวของสิ่งแวดล้อม เคียง ที่กันเตียง อุปกรณ์ข้างเตียง และสิ่งแวดล้อมอื่น

7. การจัดการผ้าเปื้อน มีจัดการกับผ้าและชุดที่ปนเปื้อน สารคัดหลั่งในร่างกายทุกชนิด น้ำที่หลั่งออกจากอวัยวะ สิ่งขับถ่าย โดยการแยกประเภทของผ้า การซักและทำลายเชื้อที่ผ้า

8. การดูแลด้านสุขภาพที่เกี่ยวข้องกับการประกอบอาชีพ (occupational health) และการป้องกันจุลชีพที่ปนเปื้อนกับเลือด (blood-borne pathogens)

8.1 ป้องกันอุบัติเหตุเมื่อใช้เข็ม มีดผ่าตัด และของมีคม โดยจัดการกับของมีคมเมื่อสิ้นสุดกิจกรรม ขณะล้างเครื่องมือ และทิ้งเข็มชนิดใช้ครั้งเดียว ไม่สวมปลอกเข็มกลับคืนหลังจากใช้แล้ว หรือใช้สองมือในการสวมปลอกเข็ม หรือวิธีการใดก็ตามที่เข็มมีโอกาสที่ตำซึ่งอาจใช้เทคนิคสวมปลอกเข็มคืนด้วยมือข้างเดียวหรือใช้อุปกรณ์ช่วย ไม่ใช้มือถอดหัวเข็มจากกระบอกฉีดยาชนิดใช้แล้วทิ้ง ไม่หักงอ และไม่ทำให้หัก ทั้งสิ่งของที่มียคมลงในภาชนะที่เหมาะสมป้องกันการแทงทะลุ

8.2 หลีกเลี่ยงการใช้ปากตอปากให้ใช้อุปกรณ์ในการช่วยฟื้นคืนชีพ

9. การจัดสถานที่สำหรับผู้ป่วย จัดให้ผู้ป่วยติดเชื้อที่มีโอกาสปนเปื้อนสู่สิ่งแวดล้อม ให้ดูแลสุขวิทยาอย่างเหมาะสม หรือการควบคุมสิ่งแวดล้อมในห้องผู้ป่วย ถ้าไม่มีห้องแยกเพียงพอ ให้ปรึกษานุเคราะห์ทางด้านการควบคุมการติดเชื้อ เพื่อจะจัดให้ผู้ป่วยแยกอยู่ในบริเวณที่เหมาะสม

Transmission-based precautions

เป็นหลักการปฏิบัติเพื่อระมัดระวังไม่ให้เชื้อแพร่กระจายโดยวิธีวิธีการแพร่กระจายเชื้อ หลักการนี้จะปฏิบัติกับผู้ป่วยที่ทราบหรือสงสัยว่ามีการติดเชื้อที่เสี่ยงต่อการติดต่อหรือเป็นเชื้อที่มีความสำคัญทางระบาดวิทยา หลักการนี้จะใช้ร่วมกับ Standard precautions ใช้ในโรงพยาบาลเพื่อตัดวงจรการติดต่อของโรค หลักการปฏิบัติจะมี 3 ประเภทขึ้นอยู่กับวิธีการ

แพร่กระจายของเชื้อ ในกรณีที่ผู้ป่วยติดเชื้อที่มีวิถีทางติดต่อหลายวิถีก็อาจใช้ร่วมกัน รายละเอียดของหลักการปฏิบัติดังนี้

1. การปฏิบัติเพื่อป้องกันการติดเชื้อทางอากาศ (airborne precautions) เป็นการปฏิบัติเพื่อลดความเสี่ยงในการติดต่อจากเชื้อโรคที่แพร่กระจายผ่านทางอากาศที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางขนาดเล็กกว่าหรือเท่ากับ 5 ไมครอน ซึ่งลอยอยู่ในอากาศหรือเกาะอยู่กับฝุ่นละออง จุลชีพเหล่านี้จะฟุ้งกระจายอยู่ในอากาศและอาจถูกผู้ที่ไวต่อการรับเชื้อที่อยู่บริเวณใกล้เคียงหายใจเอาเชื้อเข้าไปได้ ดังนั้นจะต้องมีการจัดการในระบบไหลเวียนอากาศเพื่อป้องกันการติดเชื้อ การปฏิบัติตามหลักการปฏิบัติเพื่อป้องกันการติดเชื้อทางอากาศจะใช้ในกรณีที่ทราบหรือสงสัยว่าผู้ป่วยมีการติดเชื้อที่สามารถแพร่กระจายเชื้อทางอากาศ โรคที่สามารถติดต่อได้ทางอากาศ ได้แก่ วัณโรค หัด และสุกใส

สำหรับในประเทศไทยมีการติดเชื้อที่ผ่านทางอากาศที่สำคัญในปัจจุบันนี้คือวัณโรค เนื่องจากมีผู้ติดเชื้อเอชไอวี เพิ่มขึ้นจึงพบการติดเชื้อวัณโรคสูงขึ้นตามไปด้วย จากรายงานของกองระบาดวิทยา (2542) พบโรคติดเชื้อฉวยโอกาสในผู้ป่วยที่ติดเชื้อเอชไอวี ตั้งแต่ พ.ศ. 2527-2541 ที่ได้รับรายงานเป็นอันดับสูงสุด คือ การติดเชื้อวัณโรคที่ปอดและนอกปอดถึง 25,926 ราย คิดเป็นร้อยละ 26.7 และในภาคเหนือ เช่นที่จังหวัดเชียงรายได้มีการวิเคราะห์อุบัติการณ์ของการติดเชื้อวัณโรคในผู้ป่วยที่ติดเชื้อเอชไอวีพบว่าในช่วง พ.ศ. 2534-2536 มีอุบัติการณ์ป่วยเป็นวัณโรคสูงขึ้นอย่างมาก โดยอัตราการเพิ่มใน พ.ศ. 2535 คิดเป็นร้อยละ 9.6 ต่อประชากรแสนคน เป็นร้อยละ 27.4 ต่อประชากรแสนคนใน พ.ศ. 2535 และการป่วยเป็นวัณโรคของผู้ป่วยที่ติดเชื้อเอชไอวีในโรงพยาบาลเชียงรายได้เพิ่มอย่างรวดเร็วจากร้อยละ 1.5 ในพ.ศ. 2533 เป็นร้อยละ 45.5 ของผู้ป่วยวัณโรคทั้งหมดใน พ.ศ. 2536 (Yanai et al., 1996)

ในประเด็นความรู้ของบุคลากร ได้มีการศึกษาที่โรงพยาบาลขนาดใหญ่แห่งหนึ่งในนิวยอร์ก เมื่อ ค.ศ. 1989-1990 พบว่ามีการติดเชื้อวัณโรคในโรงพยาบาลที่ติดต่อหลายชนิดจากผู้ป่วยสู่ผู้ป่วยถึง 26 ราย จึงได้จัดให้มีโปรแกรมการควบคุมวัณโรคขึ้น แต่พบว่ามีอุปสรรคคือบุคลากรยังขาดความรู้ในการควบคุมและป้องกันวัณโรค จึงได้มีการให้ความรู้โดยการอภิปรายและสัมมนาเกี่ยวกับวิทยาการระบาดของวัณโรค การวินิจฉัย การรักษา และการแยกผู้ป่วย จากข้อมูลประจำปีพบว่าจำนวนผู้ป่วยที่เป็นผู้ป่วยระยะแพร่กระจายลดลงใน 1 ปี ถึงร้อยละ 30 ซึ่งทางโรงพยาบาลก็ยังเห็นความสำคัญที่ต้องดำเนินการต่อไปร่วมกับการให้ความรู้แก่บุคลากรอย่างต่อเนื่อง (Williams, Schneider, & Gilligan, 1995) ที่มหาวิทยาลัยทางการแพทย์แมสซาชูเซตส์ ได้มีการทดสอบความรู้ในเรื่องการแพร่กระจายเชื้อวัณโรคและมาตรการควบคุมการติดเชื้อในบุคลากร พบว่าบุคลากรบางกลุ่มที่ให้การดูแลผู้ป่วยวัณโรค ยังขาดความรู้ในวิถีทางแพร่กระจายเชื้อ และใน

บุคลากรที่ดูแลผู้ป่วยวัณโรคร้อยละ 88 ที่ทราบว่าต้องสวมอุปกรณ์ป้องกันในระบบทางเดินหายใจ และร้อยละ 87 ทราบว่าควรใช้หลักการป้องกันของระบบทางเดินหายใจสำหรับผู้ป่วยวัณโรค และมีร้อยละ 35 ที่คิดว่าควรสวมเสื้อคลุมในการดูแลผู้ป่วยวัณโรค จะเห็นได้ว่ามีบุคลากรส่วนหนึ่งยังขาดความรู้โดยเฉพาะวิธีการแพร่กระจายเชื้อส่งผลให้มีการปฏิบัติไม่ถูกต้องได้ เนื่องจากที่ผ่านมามีการให้ความรู้ในด้านการป้องกันการติดเชื้อที่ผ่านทางเลือด แต่การให้ความรู้เกี่ยวกับการควบคุมและป้องกันวัณโรคนั้นค่อนข้างน้อย ดังนั้นจึงควรมีการทบทวนและให้ความรู้แก่บุคลากร (Lai, Fontecchio, Kelley, & Melvin, 1996) ส่วนในประเทศไทยได้มีการศึกษาอัตราการติดเชื้อวัณโรคในทีมสุขภาพที่โรงพยาบาลสงขลานครินทร์ เมื่อพ.ศ. 2538-2539 ในช่วง 1 ปี มีอัตราการติดเชื้อในบุคลากรในแต่ละกลุ่มแตกต่างกัน ในกลุ่มที่มีการติดเชื้อสูงคือ นักศึกษาพยาบาลและพยาบาลที่จบใหม่ จึงควรตระหนักถึงโอกาสเสี่ยงในการติดเชื้อในกลุ่มนักศึกษา ดังนั้นนักศึกษาทุกคนควรได้รับความรู้เกี่ยวกับการปฏิบัติในการป้องกันการติดเชื้อทางอากาศเพื่อให้สัมผัสเชื้อวัณโรคให้น้อยที่สุดและปฏิบัติตามหลักการแยกผู้ป่วยที่อาจเป็นวัณโรคได้ ซึ่งเมื่อให้ความรู้ในกลุ่มนักศึกษาแล้วก็จะส่งผลถึงผู้ที่จบใหม่ที่จะช่วยให้เข้าใจและสามารถปฏิบัติตามหลักการแยกผู้ป่วยเพื่อป้องกันเชื้อแพร่กระจายได้ถูกต้อง (Na Narong, Thongpiyapoom, Silpapojakul, & Jamulitrat, 1999)

จากความสำคัญดังกล่าวจึงต้องมีการปฏิบัติตามหลักการนี้อย่างเคร่งครัดโดยมีวิธีปฏิบัติดังต่อไปนี้

1.1 การจัดสถานที่สำหรับผู้ป่วย ควรจัดให้อยู่ในห้องแยกที่มีความดันลบ มีการไหลเวียนอากาศ 6-12 รอบต่อชั่วโมง และมีระบบบำบัดอากาศหรือติดเครื่องกรองที่มีประสิทธิภาพสูงก่อนที่อากาศภายในห้องจะออกสู่สิ่งแวดล้อมภายนอก ประตูห้องต้องปิดและผู้ป่วยต้องอยู่ในห้อง ในกรณีที่มีห้องแยกไม่เพียงพอ ให้จัดผู้ป่วยอยู่ในห้องของผู้ป่วยที่อยู่ในระยะแพร่เชื้อของเชื้อชนิดเดียวกันแต่ไม่มีการติดเชื้อชนิดอื่น สำหรับในประเทศไทยการจัดสถานที่ให้ผู้ป่วยควรยึดหลักการระบายอากาศ และปริกษานุเคราะห์ทางด้านการควบคุมการติดเชื้อถ้าไม่มีห้องแยกหรือบริเวณที่แยกผู้ป่วยก่อนที่จะจัดสถานที่ให้ผู้ป่วย

1.2 อุปกรณ์ป้องกันระบบทางเดินหายใจ เป็นอุปกรณ์ที่สามารถกรองเชื้อโรคที่มีประสิทธิภาพสูงสามารถกรองเชื้อโรคที่แพร่กระจายทางอากาศได้ เครื่องป้องกันระบบทางเดินหายใจชนิดที่ทำจากโฟม (dust mist fume) ชนิดที่มีประสิทธิภาพในการกรองสูง (high efficiency particulate air filter [HEPA filter]) และชนิดที่ดัดแปลงมาจาก HEPA filter คือ powered air-purifying respirator (PAPRs) สามารถกรองเชื้อวัณโรคได้อย่างมีประสิทธิภาพถึงร้อยละ 99.99 (Chen, Vesley, Brosseau & Vincent, 1994) หรืออาจใช้ N95 respirators ซึ่งมีประสิทธิภาพใน

การกรองสูงเชื้อวัณโรคได้ถึง ร้อยละ 99.5 และมีราคาถูกกว่าสองชนิดแรก (Willeke & Qian, 1998) ผู้ที่จะเข้าห้องผู้ป่วยควรสวมอุปกรณ์ป้องกันระบบทางเดินหายใจในกรณีที่ทราบหรือคาดว่าจะมีการติดเชื้อวัณโรคที่ปอด ผู้ที่ไวต่อการติดเชื้อไม่ควรเข้าห้องผู้ป่วยที่ทราบหรือคาดว่าจะป็นโรคหัดหรือสุกใส และผู้ที่ไวต่อการติดเชื้อต้องสวมอุปกรณ์ป้องกันระบบทางเดินหายใจเมื่อต้องเข้าห้องผู้ป่วยที่ทราบหรือคาดว่าจะป็นโรคหัด สำหรับผู้ที่มิมีภูมิคุ้มกันต่อเชื้อหัดหรือสุกใสแล้วไม่จำเป็นต้องสวมอุปกรณ์ป้องกันระบบทางเดินหายใจ

1.3 การเคลื่อนย้ายผู้ป่วย จำกัดการเคลื่อนย้ายผู้ป่วยจากห้องแยกกักเว้นกรณีที่จำเป็น ให้ผู้ป่วยสวมผ้าปิดปากและจมูกเพื่อป้องกันการฟุ้งกระจายของเชื้อจากตัวผู้ป่วยสู่บุคคลอื่น และถึงเวดล้อม

1.4 เพิ่มหลักการระมัดระวังไม่ให้มีการแพร่กระจายของเชื้อวัณโรคตามแนวทางของศูนย์ควบคุมโรค สหรัฐอเมริกา โดยการกำหนดผู้รับผิดชอบในการป้องกันและควบคุมการติดเชื้อวัณโรคในโรงพยาบาล การประเมินความเสี่ยงและจัดทำแนวทางในการป้องกันและควบคุมการติดเชื้อวัณโรคในโรงพยาบาล การตรวจคัดกรอง การปฏิบัติต่อผู้ป่วยวัณโรคระยะแพร่กระจายเชื้อในแผนกผู้ป่วยนอก การปฏิบัติต่อผู้ป่วยวัณโรคระยะแพร่กระจายเชื้อในแผนกผู้ป่วยใน การควบคุมแหล่งแพร่กระจายเชื้อโดยใช้ระบบการควบคุมทางวิศวกรรม การใช้อุปกรณ์ป้องกันระบบทางเดินหายใจ การป้องกันและควบคุมการติดเชื้อวัณโรคขณะทำกิจกรรมที่ก่อให้เกิดการฟุ้งกระจายของละอองเสมหะของผู้ป่วย การให้ความรู้และการฝึกอบรมทางวิชาการแก่บุคลากร การให้คำปรึกษาแก่บุคลากร การดูแลสุขภาพของบุคลากร การเฝ้าระวังการติดเชื้อวัณโรคในโรงพยาบาล การใช้ความรู้ทางระบาดวิทยาช่วยในการประเมินปัญหาการติดเชื้อวัณโรคในโรงพยาบาล การติดต่อประสานงานกับหน่วยงานสาธารณสุข และการศึกษาวิจัย (CDC, 1994)

จากผลงานทางวิชาการและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการติดเชื้อทางอากาศและผลจากการใช้มาตรการป้องกัน ดังการรวบรวมงานวิชาการของ จาร์วิส จากสาขาวิชาการป้องกันและการสอบสวนการระบาด ของศูนย์ควบคุมโรคสหรัฐอเมริกา ได้ทบทวนทางวิชาการทั้งของตนเองและผู้ร่วมงานถึงปัจจัยที่ช่วยให้เกิดการแพร่กระจายเชื้อวัณโรคที่ติดต่อหลายชนิดในสหรัฐอเมริกา พบปัจจัยที่เกี่ยวข้องคือการล่าช้าในการวินิจฉัยวัณโรค การจำแนกวัณโรคที่ติดต่อหลายชนิด การแยกผู้ป่วย การมีสถานที่แยกไม่เพียงพอ การให้ยาด้านวัณโรคช้า และไม่ประสบผลสำเร็จในการให้บุคลากรใช้อุปกรณ์ป้องกันในระบบทางเดินหายใจ อุปกรณ์ไม่เพียงพอ รวมทั้งผู้ป่วยไม่ใช้ผ้าปิดปากและจมูกเมื่อต้องออกจากห้องแยก หลังจากนั้นได้มีการใช้มาตรการควบคุมวัณโรคตามแนวทางของศูนย์ควบคุมโรค สหรัฐอเมริกา ที่โรงพยาบาล 3 แห่ง ในนิวยอร์กและไมอะมี เมื่อปี ค.ศ. 1992 พบว่าประสบผลสำเร็จในทุก ๆ ด้าน ได้แก่ ความรู้ของบุคลากร ความรวดเร็วในการ

วินิจฉัย การปฏิบัติเพื่อป้องกันการติดเชื้อทางอากาศทำให้จำนวนผู้ป่วยวัณโรคที่ติดต่อหลายชนิด ลดลงและการติดเชื้อวัณโรคของบุคลากรลดลง (Javis, 1995) และที่โรงพยาบาลหลุยส์วิลล์ ก่อนปี ค.ศ. 1990 มีอัตราการติดเชื้อวัณโรคเพิ่มขึ้นในบุคลากร โดยพิจารณาผลการทดสอบทูเบอร์คูติน ทางผิวหนังเปลี่ยนจากผลลบเป็นบวก คิดเป็นร้อยละ 0.3 และใน ค.ศ. 1991 มีอัตราการติดเชื้อวัณโรคเพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 1.7 จึงได้มีการปฏิบัติในการแยกผู้ป่วยระบบทางเดินหายใจทุกราย โดยทำการแยกผู้ป่วยที่มาโรงพยาบาลด้วยอาการปอดอักเสบจากชุมชนทุกราย แล้วยืนยันด้วยการตรวจทางห้องปฏิบัติการ พบว่าสามารถแยกผู้ป่วยที่เป็นวัณโรคได้ถึงร้อยละ 100 ซึ่งส่งผลให้อัตราการติดเชื้อวัณโรคของบุคลากรลดลงเหลือร้อยละ 0.6 ในค.ศ. 1992-1994 (Uyamadu et al., 1997)

2. การปฏิบัติเพื่อป้องกันการติดเชื้อทางฝอยละออง (droplet precautions) เป็นหลัก การที่ช่วยลดความเสี่ยงต่อการติดเชื้อที่ผ่านทางฝอยละออง รวมถึงการสัมผัสของเยื่อเมือกหรือเยื่อเมือกในจมูกหรือปากของบุคคลที่ไวต่อการรับเชื้อด้วยฝอยละอองขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่า 5 ไมครอน โรคที่แพร่กระจายเชื้อทางฝอยละออง ได้แก่ ไอกรน ปอดอักเสบ คางทูม หัด และ หัดเยอรมัน เป็นต้น โดยมีการติดต่อจากผู้ที่เป็นโรคหรือเป็นพาหะของโรค ฝอยละอองเกิดจากการที่ผู้ที่มีเชื้อ ไอ จาม หรือพูด ระหว่างกิจกรรมการพยาบาลต่าง ๆ เช่น การดูดเสมหะและการส่องตรวจหลอดลมคอ การติดต่อผ่านฝอยละอองเกิดจากการสัมผัสใกล้ชิดจากแหล่งโรคและผู้รับเชื้อ เนื่องจากฝอยละอองไม่สามารถลอยอยู่ในอากาศได้นานและสามารถฟุ้งกระจายในอากาศระยะเพียง 3 ฟุตหรือน้อยกว่านั้น ดังนั้นจึงไม่จำเป็นต้องมีระบบระบายอากาศโดยเฉพาะ หลักการนี้จะใช้กับผู้ป่วยทุกคนที่ทราบหรือคาดว่าจะมีการติดเชื้อที่มีความสำคัญทางระบาดวิทยาที่สามารถติดต่อทางฝอยละอองดังรายละเอียดต่อไปนี้

2.1 การจัดสถานที่สำหรับผู้ป่วย จัดให้ผู้ป่วยอยู่ในห้องแยก กรณีที่ห้องแยกไม่เพียงพอให้จัดผู้ป่วยไว้ในบริเวณหรือห้องเดียวกับผู้ป่วยติดเชื้อระยะติดต่อของเชื้อชนิดเดียวกัน แต่ไม่มีการติดเชื้อชนิดอื่น ถ้าหากไม่มีห้องแยกและบริเวณที่แยกผู้ป่วยให้จัดผู้ป่วยอยู่ห่างจากผู้อื่นอย่างน้อย 3 ฟุต ไม่จำเป็นต้องมีการบำบัดอากาศและประตูอาจเปิดไว้ได้

2.2 การใช้ผ้าปิดปากและจมูก เพิ่มเติมจากหลัก Standard precautions สวมผ้าปิดปากและจมูก ชนิดเดียวกับที่ใช้ผ่าตัด เมื่อต้องทำกิจกรรมที่ห่างจากผู้ป่วยในระยะ 3 ฟุต

2.3 การเคลื่อนย้ายผู้ป่วย จำกัดการเคลื่อนย้ายผู้ป่วยออกจากห้องยกเว้นในกรณีที่จำเป็นต้องเคลื่อนย้าย ควรให้ผู้ป่วยสวมผ้าปิดปากและจมูกเพื่อป้องกันการแพร่กระจายเชื้อสู่ผู้อื่น

3. การปฏิบัติเพื่อป้องกันการติดเชื้อทางการสัมผัส (contact precautions) เป็นหลัก การช่วยลดความเสี่ยงในการติดต่อของเชื้อที่มีความสำคัญทางระบาดวิทยาโดยการสัมผัสทางตรง

และทางอ้อม การติดต่อจากการสัมผัสทางตรงโดยการสัมผัสระหว่างผิวหนัง และร่างกายที่มีเชื้อไปสู่ผู้ที่ไวต่อการรับเชื้อ เช่น เมื่อทำการพลิกตัว อาบน้ำหรือทำกิจกรรมการพยาบาลต่าง ๆ ให้ผู้ป่วย การสัมผัสโดยตรงอาจเกิดขึ้นจากผู้ป่วยที่มีเชื้อสู่ผู้ป่วยอื่นที่ไม่มีเชื้อได้ ส่วนการติดต่อโดยการสัมผัสทางอ้อมเกิดจากการสัมผัสเชื้อจากอุปกรณ์ที่มีการปนเปื้อน ในผู้ป่วยที่ไวต่อการรับเชื้อมักเกิดขึ้นเสมอในอุปกรณ์ที่ไม่สามารถเคลื่อนย้ายได้ และในสิ่งแวดล้อมผู้ป่วย โรคติดเชื้อที่มีการติดต่อทางการสัมผัส คือ การติดเชื้อของระบบทางเดินอาหารและลำไส้ ระบบทางเดินหายใจ หรือแผลที่มีการติดเชื้อหรือมีเชื้อคือยาหลายชนิด อาศัยอยู่แต่ไม่แสดง Respiratory syncytial virus (RSV), Herpes simplex virus ผื่นผ้าอ้อม งูสวัดระยะแพร่กระจายหรือในผู้ป่วยภูมิคุ้มกันต่ำ Viral hemorrhagic infections และ VRE เป็นต้น

มีรายงานการเพาะเชื้อ VRE ได้จากสิ่งแวดล้อมในห้องผู้ป่วยที่ติดเชื้อ VRE และพบเชื้อที่เลือดลมและถุงมือที่ให้การพยาบาล (Boyce et al., 1995) นอกจากนี้พบการระบาดของเชื้อ *Acinetobacter baumannii* ที่หอผู้ป่วยวิกฤตของโรงพยาบาลในอาร์เจนตินา เมื่อ ค.ศ. 1996 จากการระบาดครั้งนี้ทำการเพาะเชื้อพบที่เหล็กรั้วเตียง 9 วัน หลังจากผู้ป่วยจำหน่าย (Catalano, Quelle, Jeric, DiMartiono, & Maimone, 1999) และมีการศึกษาในโรงพยาบาลแห่งหนึ่งที่สหรัฐอเมริกา พบการปนเปื้อนของเชื้อ MRSA จากสิ่งแวดล้อมในห้องผู้ป่วยที่เป็นสาเหตุของการติดเชื้อ รวมทั้งพบเชื้อที่เลือดลมและชุดพยาบาลของพยาบาลที่ดูแลผู้ป่วยติดเชื้อ MRSA ที่แผลหรือปีศาจ และถุงมือก่อนและหลังดูแลผู้ป่วยโดยไม่มีการสัมผัสกับสิ่งแวดล้อม สรุปแล้วพบสิ่งแวดล้อมในห้องผู้ป่วยที่ติดเชื้อมีการปนเปื้อนถึงร้อยละ 73 และในห้องผู้ป่วยที่มีเชื้อแต่ไม่แสดงอาการมีการปนเปื้อนเชื้อถึงร้อยละ 69 (Boyce, Potter-Bynoe, Chenevert, & Thomas, 1997) ซึ่งสอดคล้องกับการปนเปื้อนเชื้อ VRE ในสิ่งแวดล้อมที่แผนกผู้ป่วยนอก สามารถเพาะเชื้อได้ที่เก้าอี้และโต๊ะ โดยที่ผู้ป่วยเหล่านั้นไม่มีบาดแผล สวมเสื้อผ้าชนิดติด แต่ก็ยังสามารถแพร่กระจายเชื้อสู่สิ่งแวดล้อมได้และหลังจากทำความสะอาดแล้วไม่พบเชื้อที่พื้นผิวสิ่งแวดล้อมดังกล่าว (Smith, Iwen, Olson, & Rupp, 1998)

การระบาดของ VRE ในสหรัฐอเมริกา ตั้งแต่ ค.ศ. 1980 และใน ค.ศ. 1989-1997 เพิ่มขึ้น 2 เท่า จากการสรุปปัจจัยการติดเชื้อ การขาดความร่วมมือในการล้างมือของบุคลากรและการใช้อุปกรณ์ป้องกัน รวมทั้งการปนเปื้อนสิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นตัวอย่างของจุลชีพที่แพร่กระจายเชื้อทางการสัมผัส (Marton, 1998) และทีมมหาวิทยาลัยอินเดียนาได้มีการอบรมให้ความรู้โดยการสาธิตและบรรยายแก่บุคลากรเกี่ยวกับเชื้อ VRE การปฏิบัติในการแยกผู้ป่วยทางการสัมผัส รวมทั้งให้ความรู้ในการปฏิบัติแก่ผู้ป่วย VRE พบว่าหลังจากให้ความรู้และปฏิบัติตามมาตรการแล้วสามารถควบคุมการระบาดของ VRE ได้ (Duerden, Bergeron, Baker, Braddom, 1997) การปฏิบัติเพื่อป้องกัน

การติดเชื้อทางการสัมผัสให้กับผู้ป่วยที่ทราบหรือคาดว่าจะมีการติดเชื้อหรือมีเชื้ออยู่แต่ไม่แสดงอาการ และเป็นเชื้อที่มีความสำคัญทางระบาดวิทยาที่สามารถติดต่อจากการสัมผัสทางตรงผ่านมือหรือระหว่างผิวหนัง หรือสัมผัสทางอ้อมจากสิ่งแวดล้อม อุปกรณ์ที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมผู้ป่วย หลักการปฏิบัติเพื่อลดความเสี่ยงในการติดเชื้อที่ผ่านทางการสัมผัสมีดังนี้

3.1 การจัดสถานที่สำหรับผู้ป่วย จัดให้ผู้ป่วยอยู่ในห้องแยก ถ้าหากห้องแยกไม่เพียงพอให้จัดผู้ป่วยไว้ในบริเวณหรือห้องเดียวกับผู้ป่วยติดเชื้อระยะติดต่อของเชื้อชนิดเดียวกัน แต่ไม่มีการติดเชื้อชนิดอื่น ถ้าหากไม่มีห้องแยกและบริเวณที่แยกผู้ป่วยให้คำนึงถึงลักษณะทางระบาดวิทยาของจุลชีพและปฏิกิริยาบุคลากรทางด้านการควบคุมการติดเชื้อก่อนจัดสถานที่ให้ผู้ป่วย

3.2 การสวมถุงมือและการล้างมือ สวมถุงมือสะอาดเมื่อเข้าไปในห้องผู้ป่วย เปลี่ยนถุงมือในระหว่างกิจกรรมที่ภายหลังการสัมผัสกับสิ่งที่ติดเชื้อซึ่งคาดว่าจะมีปริมาณจุลชีพมาก เช่น สิ่งของที่ปนเปื้อนอุจจาระ หรือสิ่งที่ระบายออกจากแผล ถอดถุงมือก่อนออกจากสิ่งแวดล้อมของผู้ป่วยแล้วล้างมือด้วยน้ำยาต้านจุลชีพหรือน้ำยาทำลายเชื้อทันที ภายหลังการถอดถุงมือและล้างมือแล้วให้หลีกเลี่ยงการปนเปื้อนเชื้อจากสิ่งแวดล้อมของผู้ป่วยเพื่อป้องกันเชื้อไปสู่ผู้ป่วยหรือสิ่งแวดล้อมอื่น

3.3 การสวมเสื้อคลุม สวมเสื้อคลุมที่สะอาดเมื่อต้องเข้าไปในห้องผู้ป่วยเมื่อคาดว่าจะเสื้อผ้าจะสัมผัสกับผู้ป่วยหรือสิ่งแวดล้อมหรืออุปกรณ์ต่าง ๆ ในห้องผู้ป่วยหรือในกรณีที่ผู้ป่วยไม่สามารถกลืนหรือถ่ายเหลว มีทางเปิดของลำไส้เล็ก ลำไส้ใหญ่ หรือมีการระบายสิ่งคัดหลั่งจากแผลที่ไม่ได้พันแผลไว้ ถอดเสื้อคลุมก่อนออกจากสิ่งแวดล้อมผู้ป่วย และหลีกเลี่ยงการปนเปื้อนเชื้อจากผู้ป่วยและสิ่งแวดล้อมเพื่อป้องกันการนำไปสู่ผู้ป่วยอื่นหรือสิ่งแวดล้อมอื่น

3.4 การเคลื่อนย้ายผู้ป่วย จำกัดการเคลื่อนย้ายผู้ป่วยออกจากห้องยกเว้นในกรณีที่จำเป็นต้องเคลื่อนย้าย ต้องมั่นใจว่ามีการระมัดระวังเพื่อลดความเสี่ยงในการแพร่กระจายของเชื้อสู่ผู้ป่วยอื่นและปนเปื้อนสิ่งแวดล้อมหรืออุปกรณ์ให้น้อยที่สุด

3.5 อุปกรณ์เครื่องใช้ในการดูแลผู้ป่วย ถ้าเป็นไปได้ควรแยกอุปกรณ์และสิ่งของที่ใช้ในการดูแลผู้ป่วยที่ติดเชื้อแต่ละราย ในกรณีที่ต้องใช้อุปกรณ์หรือสิ่งของที่ไม่สามารถแยกใช้ได้จะต้องมีการล้างทำความสะอาดและทำลายเชื้อก่อนนำไปใช้กับผู้ป่วยรายอื่น

ในปี ค.ศ. 1989-1990 ที่หน่วยดูแลผู้ป่วยวิกฤตทางศัลยกรรมหัวใจและทรวงอก มหาวิทยาลัยในบรูคลิน พบว่ามีผู้ติดเชื้อ *Vancomycin-Resistant Enterococcus faecium* (VAREC) 6 รายในระยะเวลา 6 เดือน พบว่ามีสาเหตุมาจากการติดต่อระหว่างผู้ป่วยกับผู้ป่วยและผู้ป่วยกับสิ่งแวดล้อม เนื่องจากละเลยการใช้มาตรการป้องกันและควบคุมการติดเชื้อ จึงได้มีการใช้ Standard precautions และการปฏิบัติเพื่อป้องกันการติดเชื้อทางการสัมผัสอย่างเคร่งครัด หลังจากนั้น 15 เดือน

ไม่พบว่ามีภาระระบาดของ VAREC (Karanfil et al., 1992) และที่ศูนย์แพทย์แห่งหนึ่งในอเมริกา มีการระบาดของ VRE ใน ค.ศ. 1994 จึงได้นำมาตรการควบคุม VRE มาใช้ ได้แก่ การแยกผู้ป่วยไว้ในห้องแยก บุคลากรต้องสวมถุงมือและเสื้อคลุมทุกครั้ง สามารถยับยั้งการแพร่กระจายของเชื้อ VRE ได้ภายใน 6 สัปดาห์ (Boyce et al., 1995) นอกจากนี้ที่โรงพยาบาลเด็กในนิวยอร์ก ช่วง ค.ศ. 1900 ได้มีการระบาดของเชื้อ VRE จึงมีมาตรการควบคุมขึ้นใน ค.ศ. 1991 โดยทำการเพาะเชื้อผู้ป่วยทุกรายและมีการปฏิบัติเพื่อป้องกันการติดเชื้อทางการสัมผัส รวมทั้งเข้มงวดในการใช้ยา Vancomycin หลังจากนั้น 1 เดือนไม่พบผู้ป่วยที่เพาะขึ้นเชื้อ VRE รายใหม่ (Rubin, Tucci, Cercenodo, Eliopoulos, & Isenberg, 1992) และเมื่อปี ค.ศ. 1996 ที่ศูนย์การดูแลผู้ป่วยในออนตาริโอ มีการระบาดของ VRE ได้มีการสืบสวนการระบาดร่วมกับการใช้มาตรการควบคุมโดยการให้ความรู้โดยแจกเอกสาร ร่วมกับการปฏิบัติเพื่อลดความเสี่ยงในการติดเชื้อที่ผ่านทางการสัมผัส สำหรับบุคลากรทุกคนและมีการแยกผู้ป่วย หลังจากนั้น 9 เดือน ไม่พบผู้ป่วยที่มีเชื้อรายใหม่ (Armstrong-Evans et al., 1999)

นอกจาก VRE แล้วยังมีเชื้อที่สำคัญทางระบาดวิทยาอีกหลายชนิด เช่น เชื้อ *Clostridium difficile* จากการทบทวนวิชาการของเวอร์สเลย์ (Worsley, 1998) เกี่ยวกับการควบคุมและป้องกันการติดเชื้อชนิดนี้มีหลักการโดยสรุป 3 ประการ คือ การควบคุมการใช้ยาต้านจุลชีพ การเคร่งครัดในการปฏิบัติตามหลักการป้องกันการแพร่กระจายเชื้อในระบบทางเดินอาหาร ซึ่งปัจจุบันจะใช้หลักการปฏิบัติเพื่อป้องกันการติดเชื้อทางการสัมผัส และการทำความสะอาดสิ่งแวดล้อม ซึ่งการปฏิบัติเพื่อป้องกันการติดเชื้อทางการสัมผัสเป็นประเด็นหลัก และมีรายงานถึงประสิทธิภาพของการใช้มาตรการควบคุมการติดเชื้อในการลดอุบัติการณ์ของ *Clostridium difficile* โดยก่อนใช้มาตรการในช่วงค.ศ. 1987-1989 มีการติดเชื้อชนิดนี้เฉลี่ย 155 รายต่อปี แต่หลังจากใช้มาตรการพบอุบัติการณ์การติดเชื้อลดลงถึงร้อยละ 60 เหลือ 67 รายต่อปี (Zafar, Gaydos, Furlong, Nguyen, & Mennonna, 1998) ส่วนที่หอผู้ป่วยวิกฤตทางศัลยกรรมโรงพยาบาลเบซองโก ที่ฝรั่งเศส ได้เปรียบเทียบระบบห้องแยกแบบเดิมที่แต่ละห้องมีหลายเตียงและอ่างล้างมือไม่เพียงพอ กับระบบห้องแยกแบบใหม่ใช้สำหรับผู้ป่วยแต่ละรายและมีอ่างล้างมือภายในห้อง ต่อการเกิดปอดอักเสบจากเชื้อ *Acinetobacter baumannii* พบว่าระบบเดิมมีอัตราการติดเชื้อร้อยละ 28.1 และเป็นปอดอักเสบ 3 ราย ส่วนระบบใหม่มีอัตราการติดเชื้อเพียงร้อยละ 5 และจากการตรวจทางพันธุกรรมของเชื้อพบว่าการติดต่อกันระหว่างผู้ป่วยเกิดขึ้น จากผลการวิจัยครั้งนี้แสดงว่าระบบห้องแยกที่ปรับปรุงใหม่เอื้ออำนวยความสะดวกในการล้างมือทำให้บุคลากรล้างมือบ่อยขึ้น จึงช่วยลดการติดต่อจากผู้ป่วยที่ติดเชื้อสู่ผู้ป่วยอื่นได้ (Mulin et al., 1997)

การปฏิบัติในการแยกผู้ป่วยติดเชื้อบางชนิดที่สามารถติดต่อได้หลายวิธีทางซึ่งขึ้นกับระยะเวลาของโรค เช่นผู้ป่วยสุกใส และงูสวัด ต้องแยกผู้ป่วยและปฏิบัติตามหลักการป้องกันการแพร่กระจายเชื้อจนกว่าจะตกสะเก็ด และในผู้ป่วยที่มีภูมิคุ้มกันต่ำที่เป็นสุกใส หรืองูสวัดที่มีการแพร่กระจายของรอยโรคและรอยโรคที่เกิดเฉพาะที่จะใช้หลักการปฏิบัติเพื่อป้องกันการติดเชื้อทางอากาศ และหลักการปฏิบัติเพื่อป้องกันการติดเชื้อทางการสัมผัส และใช้ Standard precautions ในคนไข้ทั่วไปที่เป็นงูสวัดเฉพาะที่ (Stover & Bratcher, 1998) และที่มหาวิทยาลัยแห่งหนึ่ง ในสหรัฐอเมริกา ได้พบการติดเชื้อ *Sabia' virus* ในผู้ที่สัมผัสรวมทั้งบุคลากรจึงได้เพิ่มมาตรการการแยกผู้ป่วยและการป้องกันไม่ให้เชื้อแพร่กระจายทั้งระบบทางเดินหายใจและการสัมผัส หลังจากใช้มาตรการแล้วไม่พบการติดเชื้อเพิ่มในจำนวนผู้ที่สัมผัส (Armstrong et al., 1999)

การแยกผู้ป่วยโดยยึดหลัก Standard precautions และ Transmission-based precautions มีความสำคัญในการป้องกันการแพร่กระจายเชื้อในโรงพยาบาล การที่บุคลากรมีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับการแยกผู้ป่วยนั้น จะช่วยให้บุคลากรมีการตัดสินใจที่จะปฏิบัติจึงส่งผลให้เกิดความร่วมมือ และสามารถปฏิบัติได้อย่างถูกต้อง จะสามารถช่วยลดและป้องกันการติดเชื้อในโรงพยาบาลได้ในที่สุด

ทฤษฎีการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดในการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นการสอน โดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นเครื่องช่วยสอนเพื่อถ่ายทอดเนื้อหาในบทเรียนที่สร้างขึ้นเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ ผู้สร้างบทเรียนจะต้องพิจารณาถึงหลักเกณฑ์ในการออกแบบซึ่งจะนำทฤษฎีหลายทฤษฎีที่เกี่ยวกับการเรียนรู้และการสอน (ถนอมพร เลหาจรัสแสง, 2541; Dreher & Caputi, 1992) การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนครั้งนี้ ได้สร้างตามแนวคิดของทฤษฎีการเรียนรู้ประมวลสารสนเทศ (พรณี ช. เจนจิต, 2538)

ทฤษฎีการเรียนรู้ประมวลสารสนเทศ

ทฤษฎีการเรียนรู้ประมวลสารสนเทศ เป็นทฤษฎีในกลุ่มพุทธินิยม เกิดขึ้นล่าสุดประมาณช่วงกลางของ ปี ค.ศ. 1950 ทฤษฎีนี้เกิดเนื่องจากนักจิตวิทยารู้สึกไม่พอใจกับทฤษฎีกลุ่มพฤติกรรมนิยมที่ไม่กล่าวถึงกระบวนการคิดของคน นักจิตวิทยาในกลุ่มประมวลสารสนเทศมองการเรียนรู้ว่าเป็นผลเนื่องมาจากการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างสิ่งเร้าจากสิ่งแวดล้อม หมายถึงข้อมูลที่จะต้องเรียนกับตัวผู้เรียน ซึ่งหมายถึงผู้ที่อยู่ในกระบวนการเรียนรู้ และทฤษฎีนี้ให้ความสนใจในกระบวนการคิดและการให้เหตุผลของผู้เรียน (ไชยยศ เรื่องสุวรรณ, 2533; พรณี ช. เจนจิต, 2538)

ได้มีนักจิตวิทยาได้อธิบายถึงความสัมพันธ์ขององค์ประกอบในการเรียนรู้ว่า ในการเรียนรู้จะมีองค์ประกอบ 4 ตัวที่มีปฏิสัมพันธ์กันและมีผลต่อการเรียนรู้ โดยที่องค์ประกอบ 2 ตัวแรกเกี่ยวข้องกับผู้เรียน ส่วนองค์ประกอบสองตัวหลังเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม ดังนี้ (Bransford, 1979 อ้างใน พรหมณี ข.เจนจิต, 2538)

1. คุณลักษณะของผู้เรียน เป็นสิ่งที่ผู้เรียนมีมาก่อน เช่น ความรู้เดิม เจตคติ แรงจูงใจ และรูปแบบของการเรียนรู้
2. กิจกรรมของผู้เรียน จะเกี่ยวข้องกับความสามารถทางสติปัญญาของผู้เรียนในงานต่าง ๆ ที่ได้รับมอบหมาย

3. ธรรมชาติของวัสดุที่ใช้ในการเรียน โดยทั่วไปอาจเป็นบทความหรือข้อเขียน อาจมีลักษณะเป็นรูปธรรมหรือนามธรรม และอาจจัดอย่างเป็นระเบียบสมเหตุสมผล หรือไม่สมเหตุสมผล เป็นต้น

4. ธรรมชาติของเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินผล เกณฑ์การวัดโดยทั่วไปอาจวัดในสิ่งที่จำหรือระลึกสิ่งที่เรียนหรือสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ เป็นต้น

จุดเน้นของทฤษฎีนี้อยู่ที่องค์ประกอบ 2 ตัวแรก คือ ลักษณะของผู้เรียนและกิจกรรมของผู้เรียน ให้ความสนใจกับปฏิสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาที่จะต้องเรียนกับผู้เรียน จึงเป็นทฤษฎีที่เป็นประโยชน์สำหรับอธิบายการเรียนรู้ได้เป็นอย่างมาก

รูปแบบของประมวลสารสนเทศ ประกอบด้วย

1. ความจำ 3 รูปแบบ ได้แก่ การบันทึกสัมผัส (Sensory Register หรือ SR) ความจำระยะสั้น (Short-Term Memory หรือ STM) และความจำระยะยาว (Long-Term Memory หรือ LTM)
2. กระบวนการควบคุม เป็นตัวกำหนดสารสนเทศจากความจำหนึ่งไปสู่อีกความจำหนึ่ง ได้แก่ การระลึกได้ (recognition) ความใส่ใจ (attention) การท่องจำ (rehearsal) การท่องจำด้วยความเข้าใจ (elaborative rehearsal) และการเรียกข้อมูลที่สะสมไว้มากใช้ (retrieval)

ความสัมพันธ์ระหว่างความจำและกระบวนการควบคุม

ความจำและกระบวนการควบคุมจะทำงานอย่างสัมพันธ์กัน ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. การบันทึกสัมผัส คนจะเกิดการเรียนรู้ได้โดยการรับข้อมูลจากสิ่งแวดล้อมด้วยประสาททั้ง 5 คือ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนัง แล้วนำมาบันทึกอยู่ในส่วนบันทึกสัมผัสในช่วงเวลาสั้น ๆ ประมาณ 1-3 วินาที ซึ่งถือเป็นความจำระบบแรก เพื่อให้สามารถตัดสินใจว่าจะให้ความสนใจต่อหรือไม่ ถ้าสนใจก็จะบันทึกหรือแปรรูปเก็บไว้ในความจำระยะสั้น ซึ่งต้องอาศัยกระบวนการควบคุม คือ การระลึกได้และความใส่ใจ

จันทร์พิมพ์ สายสมร (2532) ได้กล่าวถึงการรับรู้ของผู้เรียนว่าจะต้องอาศัยประสาทสัมผัสทั้ง 5 ซึ่งมีงานวิจัยพบว่าคนเรารับรู้ด้วยตาถึงร้อยละ 75 ฟังด้วยหูร้อยละ 13 สัมผัสร้อยละ 6 ลิ้มรส ร้อยละ 3 และดมกลิ่นร้อยละ 3 สอดคล้องกับที่กล่าวไว้ใน จันทร์ฉาย เติมยาการ (2525) และ ชิน คล้ายปาน (2532) ซึ่งวาสนา ชาวหา (2533) ได้เพิ่มการรับรู้จากการดูและการฟังว่าสามารถรับรู้ได้ถึงร้อยละ 88 จากการรับรู้แล้วนำไปสู่การจำซึ่งมนุษย์จะจำได้จากการได้ยินเพียงร้อยละ 20 แต่จำได้จากการเห็นและการได้ยินรวมถึงร้อยละ 50 ดังนั้นการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ผู้เรียนสามารถใช้ในการรับรู้ด้วยตาและหู จะช่วยให้มีการรับสัมผัสและมีการเรียนรู้ได้ถึงร้อยละ 88

2. การระลึกได้ จะเกี่ยวข้องกับการสังเกตลักษณะของสิ่งเร้าที่สามารถเชื่อมโยงกับข้อมูลที่ได้สะสมไว้ในความจำระยะยาว ซึ่งเป็นสิ่งที่เคยเรียนรู้ผ่านมาในอดีต

3. ความใส่ใจ เป็นการเลือกให้ความสนใจเฉพาะข้อมูลบางส่วนที่ผู้เรียนสนใจ ความใส่ใจของแต่ละคนจะแตกต่างกัน ตามความแตกต่างระหว่างบุคคล ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนจึงต้องให้ผู้เรียนเกิดความมั่นใจว่าบทเรียนที่เรียนมีประโยชน์ สนุกสนานและมีความหมาย

4. การท่องจำ หลังจากรับข้อมูลที่เลือกแล้วจะผ่านเข้าส่วนรับสัมผัสและถ่ายโอนไปอยู่ในความจำระยะสั้น ซึ่งเป็นแหล่งที่ 2 ของการสะสมความจำ การที่จะทำให้จำนานขึ้นจะมีการท่องจำร่วมด้วย ซึ่งการสอนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผู้เรียนสามารถเรียนได้ซ้ำ ๆ และมีเนื้อหาคงที่ไม่เปลี่ยนแปลง จึงช่วยสนับสนุนความสัมพันธ์ของความจำระยะสั้นและกระบวนการควบคุม จะนำข้อมูลไปสู่ความจำระยะยาวต่อไป

5. ความจำระยะยาว เป็นส่วนที่เก็บข้อมูลไว้ไม่มีขอบเขตจำกัด เป็นแหล่งที่บันทึกในสิ่งที่เคยเรียนได้นาน ในการจัดการเรียนการสอนผู้สอนควรคำนึงถึงสิ่งที่ผู้เรียนเคยรู้มาก่อนและสะสมไว้ในความจำระยะยาว เพราะจะมีอิทธิพลต่อการเรียนรู้ใหม่ เพื่อให้ผู้เรียนสะสมความรู้ในความจำระยะยาว ดังนั้นจึงควรจัดเนื้อหาให้เชื่อมโยงกับความรู้เดิม

6. การรับรู้เกี่ยวกับความคิดของตน (Metacognition) การคำนึงถึงการรับรู้เกี่ยวกับความคิดของตนเองจะช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้ดี โดยที่ผู้เรียนมีบทบาทสำคัญในการเรียนรู้เป็นผู้ควบคุมกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเอง (self-regulation) ซึ่งสอดคล้องกับกิจกรรมในการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ให้ผู้เรียนเป็นผู้ลงมือกระทำตามความสามารถของแต่ละคน

Flavell, 1976 อ้างใน (พรณี ข.เจนจิต, 2538) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของความรู้เกี่ยวกับการรู้คิดของตนเอง มีเหตุผล 3 ประการ คือ ผู้เรียนจะต้องมีระดับความสามารถในการเรียนรู้ มีความรู้เกี่ยวกับงานที่ต้องเรียนรู้ รวมทั้งระดับความยากง่าย และยุทธศาสตร์ซึ่งเป็นสิ่งที่ต้องเรียนรู้จะขึ้นอยู่กับวัย

ซึ่งความรู้ของแต่ละบุคคลต่อสิ่งที่เรียนนี้จะเพิ่มตามประสบการณ์ ดังนั้นในกลุ่มผู้เรียนที่เป็นวัยผู้ใหญ่จึงต้องมีการสอนที่เหมาะสม ซึ่งต้องคำนึงถึงการพัฒนาและการใช้เทคนิคหลาย ๆ รูปแบบที่จะกระตุ้นและดึงความใส่ใจของผู้เรียน โดยต้องตระหนักถึงสิ่งที่จะเป็นตัวกระตุ้นความใส่ใจในการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น จะมีการสร้างบทเรียนที่สัมพันธ์กับความรู้เดิมและมีสีสันตัวอักษร กราฟฟิก เสียง มีการโต้ตอบในระหว่างเรียนระหว่างคอมพิวเตอร์กับผู้เรียนและสามารถได้รับข้อมูลย้อนกลับทันที ซึ่งจะสัมพันธ์กับการบันทึกสัมผัส ส่งผลให้ผู้เรียนมีการเชื่อมโยงกับสถานการณ์เดิมแล้วจะทำให้ผู้เรียนใส่ใจกับสิ่งที่ได้คาดหวังว่าจะเป็นสิ่งที่น่าสนใจและความหมาย นอกจากนี้การสอนต้องคงไว้ซึ่งความใส่ใจโดยเน้นความเป็นไปได้ที่จะนำไปใช้ในการทำงานและมีวิธีเพิ่มช่วงความสนใจ โดยมีโอกาสฝึกฝนและปรับปรุงความสามารถ ซึ่งคอมพิวเตอร์ช่วยสอนก็สามารถเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ทบทวน ทำแบบฝึกหัด และทราบความก้าวหน้าของตนเอง (พรณี ช.เจนจิต, 2538)

ได้มีข้อเสนอแนะสำหรับการใช้หลักการเรียนรู้กลุ่มพุทธินิยมในการสร้างเครื่องมือในการสอนจากแนวคิดของทฤษฎีประมวลผลสารสนเทศ พอสรุปได้ว่า การสอนนั้นควรจัดให้มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนและผู้เรียน โดยที่ผู้เรียนเป็นผู้ลงมือกระทำการควบคุมการเรียนรู้ด้วยตนเอง ออกแบบบทเรียนให้ผู้เรียนสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ เพื่อให้เกิดความรู้และทักษะ สามารถนำเสนอให้ผู้เรียนทราบถึงความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิดและหลักการ โดยนำเสนอจากง่ายไปสู่ซับซ้อนและสามารถสร้างประสบการณ์ใหม่ให้แก่ผู้เรียน มีสถานการณ์จำลองในการปฏิบัติที่จะช่วยให้เรียนรู้บทบาทใหม่ มีการปรับสิ่งแวดล้อมในการเรียนให้เหมาะสมกับความรู้ของผู้เรียนและระดับทักษะ (Dreher, & Caputi, 1992) ดังนั้นผู้สอนต้องให้ความสำคัญในการจัดสิ่งแวดล้อมหรือกิจกรรมที่เอื้อต่อการเรียนรู้ และคำนึงถึงกลุ่มผู้เรียน โดยยึดหลักการที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมและผู้เรียนจะควบคุมสิ่งแวดล้อมด้วยตนเอง โดยที่การแสดงพฤติกรรมหรือการเรียนรู้จะเกิดจากความต้องการของผู้เรียนเอง ซึ่งผู้เรียนแต่ละคนมีระดับความสามารถในการเรียนรู้แตกต่างกัน

ดังนั้นการพัฒนาการสอนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนครั้งนี้ ผู้วิจัยได้คำนึงถึงสิ่งเหล่านี้ ซึ่งการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะมีลักษณะที่เอื้อต่อการรับสัมผัส ทั้งจากการมองเห็นข้อความหรือรูปภาพ และได้ยินเสียง ทำให้ผู้เรียนเกิดความใส่ใจ และเนื้อหาที่เรียนจะสัมพันธ์กับที่เคยได้รับความรู้ ผ่านมาและมีโอกาสค้นคว้าไปสู่ประสบการณ์ที่ยังไม่ได้เรียนจะช่วยให้เกิดการจำในเนื้อหาที่ได้เรียนผ่านมา เกิดกระบวนการคิดและเกิดการเรียนรู้ขึ้น

คอมพิวเตอร์ช่วยสอน

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะเป็นการนำบทเรียนสำเร็จรูปที่พัฒนาขึ้นมาแล้วนำไปใช้กับคอมพิวเตอร์เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ การสอนขึ้น คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจัดเป็นการศึกษาตามเอกัตภาพประเภทหนึ่ง (บุรณะ สมชัย, 2538) การศึกษาแบบเอกัตบุคคลนี้เป็นวิธีการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียน โดยคำนึงถึงความแตกต่างของผู้เรียนเป็นสำคัญเพื่อให้ผู้เรียนแต่ละคนมีโอกาสตรวจสอบความก้าวหน้าในการเรียน เลือกเรียนตามความเหมาะสมและเรียนได้ก้าวหน้าไปตามความสามารถของตน (กิดานันท์ มะลิทอง, 2540) โดยการพัฒนาการสอนจะเป็นไปตามความสามารถของผู้เรียน ซึ่งเนื้อหาที่จะเรียนนั้นได้มีการวางแผนในเนื้อเรื่องอย่างเป็นขั้นตอน (Goldrick & Turner, 1995) และมีวิธีการสร้างบทเรียนตามแนวทางของบทเรียนแบบ โปรแกรม

ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ได้มีผู้ให้ความหมายไว้ดังนี้

ทักษิณา สนวนานนท์ (2530) ให้ความหมายว่า เป็นการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการเรียนการสอน การทบทวน การทำแบบฝึกหัด หรือการวัดผล ซึ่งผู้เรียนแต่ละคนจะนั่งอยู่หน้าคอมพิวเตอร์แต่ละเครื่อง หรือเทอร์มินัลที่ต่อกับเครื่องเมนเฟรม แล้วเรียน โปรแกรมสำเร็จรูปที่จัดเตรียมไว้เป็นพิเศษสำหรับการสอนวิชานั้น ๆ ขึ้นมาบนจอภาพ โดยปกติจอภาพจะแสดงเรื่องราวเป็นคำอธิบายเป็นบทเรียน หรือเป็นการแสดงรูปภาพที่ผู้เรียนจะต้องอ่าน แต่ละคนจะใช้เวลาทำความเข้าใจแตกต่างกันเมื่อพร้อมแล้วจึงสั่งคอมพิวเตอร์เพื่อทำตามขั้นตอนในบทเรียน

บุรณะ สมชัย (2538) ให้ความหมายไว้ว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นบทเรียนที่ประยุกต์มาจากบทเรียน โปรแกรมของสกินเนอร์ โดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นอุปกรณ์สำหรับนำเสนอบทเรียน

ถนอมพร เลหาจรัสแสง (2541) ให้ความหมายไว้ว่าเป็นสื่อการเรียนการสอนทางคอมพิวเตอร์รูปแบบหนึ่งซึ่งใช้ความสามารถของคอมพิวเตอร์ในการนำเสนอสื่อประสมอันได้แก่ ข้อความ ภาพนิ่ง กราฟิก แผนภูมิ กราฟ ภาพเคลื่อนไหว วิดิทัศน์และเสียง เพื่อถ่ายทอดเนื้อหาบทเรียนหรือองค์ความรู้ในลักษณะที่ใกล้เคียงกับการสอนจริงในห้องเรียนมากที่สุด

สรุปได้ว่าคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง สื่อการเรียนการสอนชนิดหนึ่งที่ผู้เรียนเป็นผู้กระทำการเรียนรู้เองโดยอาศัยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนร่วมกับคอมพิวเตอร์ซึ่งเป็นเครื่องช่วยนำเสนอบทเรียน การนำเสนอบทเรียนประกอบด้วย ข้อความ ภาพนิ่ง กราฟิก แผนภูมิ กราฟ ภาพเคลื่อนไหว และเสียงและให้ข้อมูลย้อนกลับได้ทันที ผู้เรียนสามารถเรียนรู้เนื้อหาได้ทาง

คอมพิวเตอร์จากการตอบสนองตามคำชี้แจงที่ปรากฏบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ด้วยการกดแป้นพิมพ์หรือเมาส์ ซึ่งผู้เรียนแต่ละคนใช้เวลาเรียนแตกต่างกันตามความสามารถของผู้เรียนเอง

ข้อดีของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (กิดานันท์ มลิทอง, 2540; อนุมพร เลาหจรัสแสง, 2541; Lancaster & Willis, 1994; Lissan, 1989)

1. ผู้เรียนสามารถเรียนได้เร็วหรือช้าตามความสามารถและความสนใจของแต่ละบุคคล โดยสื่อที่ใช้ในการเรียนได้รับการทดลองและทดสอบประสิทธิภาพแล้ว

2. มีผู้สอนเป็นผู้ช่วยเหลือและให้คำปรึกษาแก่ผู้เรียน ซึ่งสามารถปรึกษาได้ทั้งในระหว่างเรียนและหลังจากเรียนผ่านไปแล้ว จึงทำให้ผู้สอนและผู้เรียนมีมนุษยสัมพันธ์ต่อกันมากกว่าการเรียนในวิธีอื่น

3. ผู้เรียนแต่ละคนสามารถเรียนได้อย่างสม่ำเสมอ และสามารถทบทวนได้บ่อยครั้ง ให้ความเป็นส่วนตัวแก่ผู้เรียน สามารถควบคุมสถานที่เรียนได้เอง และผู้เรียนสามารถเรียนได้ตามความสามารถของตน

4. คอมพิวเตอร์มีความสามารถในการตอบสนองต่อข้อมูลที่ผู้เรียนป้อนเข้าไปได้ทันที ซึ่งเป็นการช่วยเสริมแรงให้แก่ผู้เรียน และสร้างความพึงพอใจให้แก่ผู้เรียนในรูปแบบต่าง ๆ เช่น คำชม ซึ่งอาจเป็นภาพ ตัวอักษร หรือเสียง

5. การใช้สี ภาพ ลายเส้นที่มีการเคลื่อนไหวที่ ตลอดจนเสียงดนตรีจะเป็นการเพิ่มความเหมือนจริงและดึงดูดใจผู้เรียนให้อยากเรียนรู้ ทำแบบฝึกหัด หรือทำกิจกรรมต่าง ๆ

6. สามารถแสดงความก้าวหน้าของการเรียนให้เห็นได้ทันที สามารถเก็บข้อมูลความก้าวหน้าของผู้เรียน วิเคราะห์จุดอ่อนและแนวทางแก้ไขได้

7. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้ถูกพัฒนาตามวัตถุประสงค์ ซึ่งสามารถปรับให้ทันสมัยได้ตลอดเวลา

8. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถใช้ในหลาย ๆ ด้าน เช่น ในด้านการสอนการแก้ปัญหา แบบฝึกหัด การฝึกปฏิบัติ คอมพิวเตอร์สามารถจำลองสถานการณ์ได้หลายรูปแบบ ซึ่งช่วยลดความเสี่ยงในการตัดสินใจการปฏิบัติในสถานการณ์จริงและช่วยพัฒนาทักษะในการคิดอย่างมีวิจารณญาณอีกด้วย (Billing, 1984)

9. ในระยะยาวจะช่วยลดค่าใช้จ่ายในเรื่องค่าตอบแทนแก่ผู้สอน รวมทั้งลดจำนวนผู้สอนในกรณีที่มีสัดส่วนต่อนักศึกษาเพิ่มมากขึ้น

จากข้อดีของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะเห็นได้ว่ามีความเหมาะสมกับผู้เรียนที่อยู่ในวัยผู้ใหญ่ ซึ่งการจัดกิจกรรมเพื่อการเรียนของผู้ใหญ่ โดยจัดให้มีการเรียนรู้ที่ขึ้นอยู่กับความ

สามารถในการเรียนรู้ของแต่ละคน ซึ่งแต่ละคนจะมีความแตกต่างกัน การเรียนรู้ขึ้นอยู่กับความร่วมมือร่วมของผู้เรียนผู้ใหญ่ว่าจะเรียนได้ดีเมื่อมีส่วนร่วมในกิจกรรม รวมทั้งสิ่งที่เรียนนั้นมีความจำเป็นและเป็นประโยชน์สามารถนำไปใช้ได้ทันที และสอดคล้องกับสภาพปัญหาที่มีอยู่จริง นอกจากนี้ประสิทธิผลของการเรียนรู้ขึ้นอยู่กับกระบวนการเรียนสม่ำเสมอเพื่อให้ผู้เรียนทราบความก้าวหน้าและมีการปรับปรุง และที่สำคัญผู้เรียนที่อยู่ในวัยผู้ใหญ่จะเรียนได้ดีจะต้องเรียนในสิ่งแวดล้อมที่ให้อิสระในการกระทำ ต้องเป็นการแนะแนวไม่ใช่การสอน รวมทั้งการมีโอกาสดึกษาด้วยตนเอง (เชิยรศรี วิวิธิสิริ, 2534) จะเห็นได้ว่าคุณสมบัติของการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถตอบสนองการเรียนของผู้เรียนที่อยู่ในวัยผู้ใหญ่ได้ดี

จุดเด่นของการออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่จะให้ผู้เรียนเกิดความสนใจและสนใจในการเรียนรู้ซึ่งต้องประกอบด้วยจุดประสงค์ของการเรียนต้องมีความชัดเจนเป็นที่น่าสนใจ การทำให้บทเรียนน่าสนใจโดยใช้กราฟฟิกและเสียงช่วยดึงดูดความสนใจและระยะเวลาเหมาะสม คือประมาณ 30 นาที การที่ผู้เรียนแต่ละคนสามารถควบคุมได้เอง เป็นการให้ผู้เรียนสามารถโต้ตอบกับเครื่องได้ในบางจุดที่ต้องมีการตัดสินใจ การออกจากโปรแกรม การดูซ้ำ และ การทบทวนเป็นต้น ประการสุดท้ายต้องมีการเสริมแรงของผู้เรียนเพราะการเสริมแรงเป็นส่วนสำคัญในการจูงใจในการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีการให้ข้อมูลย้อนกลับ ซึ่งการเสริมแรงที่เหมาะสมจะช่วยให้ผู้เรียนสนใจและเกิดแรงจูงใจ เมื่อสร้างตามองค์ประกอบดังกล่าวแล้วต้องมีการทดสอบประสิทธิภาพเพื่อการปรับปรุงก่อนนำมาใช้ (Farabaugh, 1990) นอกจากนี้ได้มีการทบทวนถึงประสิทธิผลของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนในการศึกษาทางการแพทย์ พบว่านักศึกษาที่ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีคะแนนการทดสอบสูงกว่านักศึกษาที่สอนตามวิธีเดิม และไม่พบความแตกต่างของการคงอยู่ของความรู้ระหว่างนักศึกษาทั้งสองกลุ่ม นักศึกษาที่ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีคะแนนการประยุกต์ใช้ความรู้สูงกว่าผู้เรียนที่เรียนเฉพาะบรรยายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การสอนด้วยคอมพิวเตอร์สามารถลดเวลาในการสอน และนักศึกษาส่วนใหญ่มีทัศนคติที่ดีต่อคอมพิวเตอร์ช่วยสอนถ้าข้อมูลที่ได้แปลกใหม่และมีประโยชน์ (Belfry & Winne, 1988 cited in Rambo, 1994)

ได้มีการศึกษาเปรียบเทียบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับการอ่านหนังสือโดยสังเกตความแตกต่างของการเรียนรู้และทัศนคติต่อวิธีการสอน ซึ่งการสอนทั้ง 2 วิธีนี้ผู้เรียนสามารถทบทวนได้บ่อยครั้งตามต้องการ ในกลุ่มนักศึกษาพยาบาล ที่เรียนภาคเรียนที่ 2 โรงเรียนพยาบาลของมหาวิทยาลัยฟอร์ท เฮล์ สเตท จำนวน 32 คน โดยแบ่งเป็นกลุ่ม ๆ ละ 16 คน ผลการศึกษาพบว่ากลุ่มตัวอย่างทั้งสองมีคะแนนความรู้เพิ่มขึ้น โดยกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีคะแนนสูงกว่ากลุ่มควบคุมเล็กน้อย แต่แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนด้านทัศนคติพบว่านักศึกษาชอบการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมากกว่าอ่านเอง (Neil, 1985) นอกจากนี้ยังมี

การเปรียบเทียบอัตราการปฏิบัติตามหลัก UPs ระหว่างพยาบาลกลุ่มที่เรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและกลุ่มที่ไม่ได้เรียน ที่โรงพยาบาลแห่งหนึ่งในรัฐอาร์คันซอส พบว่ามีความแตกต่างกันในพฤติกรรมที่สัมพันธ์กับการปฏิบัติตามหลัก UPs ของทั้งสองกลุ่ม โดยที่อัตราของพฤติกรรมที่สัมพันธ์กับการใช้หลัก UPs ในกลุ่มที่ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Wright, Turner, & Daffin, 1997) และมีการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการสอนการดูแลผู้ป่วยที่ใส่ฝือก แล้วนำมาใช้กับนักศึกษาพยาบาลกลุ่มที่จะขึ้นฝึกปฏิบัติงาน พบว่านักศึกษาทุกคนยอมรับและมีข้อคิดเห็นที่ดีในการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่าบรรลุตามวัตถุประสงค์ สามารถใช้เรียนและทบทวนได้บ่อยครั้งเท่าที่ต้องการ ทำให้มีความรู้ลึกที่ดีต่อการเรียนเมื่อเปลี่ยนจากการอ่านตำรา (Houston, 1993) และมีผลของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับนักศึกษาพยาบาล โดยจัดให้นักศึกษาชั้นปีที่ 4 ในค.ศ. 1992 เป็นกลุ่มควบคุม ซึ่งลักษณะการเรียนการสอนเป็นแบบเดิม คือมีการหมุนเวียนตามหอผู้ป่วยต่าง ๆ รวมทั้งผู้ป่วยฉุกเฉินและเรื้อรัง และนักศึกษาชั้นปีที่ 4 ในค.ศ. 1993 เป็นกลุ่มทดลองไม่ได้ฝึกที่แผนกฉุกเฉิน แต่จะได้รับการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนซึ่งมีหลายลักษณะรวมทั้งสถานการณ์จำลองและแบบตัวต่อตัว มีการวัดผลโดยใช้แบบวัดความรู้และแบบวัดทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ผลพบว่ากลุ่มที่เรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีคะแนนสูงกว่ากลุ่ม และมีทักษะในการคิดอย่างมีวิจารณญาณสูงกว่ากลุ่มควบคุม (Perciful & Nester, 1996)

ข้อจำกัดของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (กิดานันท์ มลิทอง, 2540; นलग ทับศรี, 2537; ถนอมพร เลหาจรัสแสง, 2541; บุญชม ศรีสะอาด, 2537; Lissan, 1989)

แม้จะดูเหมือนว่าคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเต็มไปด้วยประโยชน์มากมาย แต่ก็ยังมีข้อจำกัดหลายประการ ดังนี้

1. ต้องใช้เวลานานในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ได้มาตรฐาน
2. ต้องเสียค่าใช้จ่ายสูงในการเริ่มผลิตสื่อคอมพิวเตอร์ในครั้งแรก เมื่อเปรียบเทียบกับสื่อประเภทอื่น ๆ อาศัยบุคลากรที่มีความรู้และมีความสนใจอย่างแท้จริง จึงจะสามารถผลิตได้อย่างคุ้มค่า
3. ขาดบุคลากรที่มีความรู้ทางด้านการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้เหมาะสมกับการเรียนการสอนในแต่ละสาขาวิชา
4. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนออกแบบเพื่อใช้กับผู้เรียนคนเดียวในช่วงเวลานั้น ไม่สามารถสอนเป็นกลุ่มได้
5. ผู้เรียนไม่ได้สื่อสารและมีการโต้ตอบกับเพื่อน หรือครู

6. มีข้อจำกัดในการสอนที่ต้องใช้ภาพเคลื่อนไหวหรือภาพยนตร์ที่เนื่องจากต้องเพิ่มค่าใช้จ่ายในส่วนนี้

จากข้อจำกัดดังกล่าวผู้วิจัยได้ตระหนักและพยายามลดข้อจำกัดให้มากที่สุด โดยที่ผู้วิจัยต้องศึกษาการพัฒนาบทเรียนด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสร้างคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้วยตนเองเพื่อลดระยะเวลาในการสร้างและตัดค่าใช้จ่ายในการจ้างบุคลากรในการสร้างบทเรียน ในขณะที่สร้างบทเรียนผู้วิจัยทำการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยผ่านการพิจารณาจากผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา และผู้เชี่ยวชาญด้านการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อให้ได้บทเรียนที่เหมาะสมกับเนื้อหาการแยกผู้ป่วย และในขณะที่สอนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นผู้วิจัยจะแนะนำอธิบายวิธีการเรียน และเปิดโอกาสให้นักศึกษาซักถามเมื่อมีข้อสงสัยระหว่างเรียน

ประเภทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (กิดานันท์ มลิทอง, 2540; ถนอมพร เลหาจรัสแสง, 2541; บุรณะ สมชัย, 2538)

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในปัจจุบันมีหลายประเภท ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมทั้งผู้ออกแบบและผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นกับผู้เรียน จึงสามารถแบ่งประเภทของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้ดังนี้

1. ดิวเตอร์ (tutorial) เป็นรูปแบบหนึ่งของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนซึ่งได้รับการออกแบบโดยมีเป้าหมายที่จะนำเสนอเนื้อหาและถ่ายทอดความรู้เสมือนกับเป็นการสอนตัวต่อตัว โดยมีการใช้สื่อต่าง ๆ เพื่อช่วยในการนำเสนอเนื้อหาและถ่ายทอดความรู้ในรูปแบบของข้อความ ภาพ เสียง หรือทุกรูปแบบรวมกันแล้วให้ผู้เรียนตอบคำถามแล้วให้ผลย้อนกลับ

2. แบบฝึกหัด (drill and practice) คือคอมพิวเตอร์ช่วยสอนซึ่งนำเสนอข้อคำถามโดยใช้วิธีการและรูปแบบต่าง ๆ โดยมีวัตถุประสงค์ให้ผู้เรียนฝึกฝนและปฏิบัติงานสามารถเข้าใจหรือจดจำเนื้อหานั้น ๆ ได้ ซึ่งมีความหลากหลายแตกต่างกันไปตามวิธีการตั้งคำถาม หรือตามรูปแบบของการนำเสนอข้อความ ซึ่งอาจอยู่ในรูปของข้อความหรือการใช้สื่ออื่น ๆ เช่น ภาพ เสียงหรือภาพเคลื่อนไหว เป็นต้น

3. แบบจำลองสถานการณ์ (simulation) เป็นการนำเสนอบทเรียนในรูปแบบการจำลองสถานการณ์ โดยให้ผู้เรียนทำความเข้าใจ มีการควบคุมสถานการณ์ การตัดสินใจแก้ปัญหาและการเรียนรู้ที่จะปฏิบัติตนในสถานการณ์ที่แตกต่างกัน ซึ่งเป็นเหตุการณ์ในลักษณะที่ใกล้เคียงกับประสบการณ์จริง

4. แบบเจรจา (dialogue) เป็นลักษณะการใช้ภาษาพูดในการโต้ตอบระหว่างผู้สอนกับผู้เรียนและใช้คอมพิวเตอร์แทนผู้สอน

5. แบบแก้ปัญหา (problem solving) เป็นลักษณะการสุ่มข้อมูลออกมาแล้วให้ผู้เรียนแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น ฝึกการคิด และตัดสินใจ โดยมีการกำหนดเกณฑ์ให้แล้วผู้เรียนพิจารณาไปตามเกณฑ์นั้น

6. แบบค้นพบสิ่งใหม่ ๆ (investigation) เป็นลักษณะการหาข้อเท็จจริง และเหตุผล เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีประสบการณ์ในด้านต่าง ๆ ผู้เรียนจะเรียนจากประสบการณ์ของตน

7. ประเภทเกมส์ (games) เป็นคอมพิวเตอร์ช่วยสอนรูปแบบหนึ่งที่ต้องการให้การเรียนเป็นเรื่องสนุกสนานเพลิดเพลิน เพื่อเกิดแรงจูงใจให้ผู้เรียนเกิดความรู้สึกรักอยากเรียน

8. แบบทดสอบ (testing) เป็นการใช้คอมพิวเตอร์สร้างแบบทดสอบ การตรวจให้คะแนน การคำนวณผลสอบและการจัดการการสอบบนคอมพิวเตอร์

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นจัดอยู่ในประเภทตัวต่อ แบบฝึกหัด และแบบจำลองสถานการณ์ร่วมกัน ซึ่งเป็นการนำเสนอเนื้อหาและถ่ายทอดความรู้เสมือนกับเป็นตัวต่อคนหนึ่ง โดยมีการนำเสนอเนื้อหาจะเป็นเนื้อหาย่อย ๆ ที่เกี่ยวกับการแยกผู้ช่วยแก่ผู้เรียน มีการใช้สื่อต่าง ๆ เพื่อช่วยในการนำเสนอเนื้อหาและถ่ายทอดความรู้ในรูปแบบของข้อความ ภาพ เสียง หรือทุกรูปแบบรวมกันแล้วให้ผู้เรียนตอบคำถามในแบบฝึกหัดของบทเรียนแล้วให้ผลย้อนกลับอย่างสม่ำเสมอ ร่วมกับมีสถานการณ์จำลอง ผู้วิจัยได้กำหนดสถานการณ์จำลองเกี่ยวกับการแยกผู้ช่วย โดยให้ผู้เรียนตัดสินใจแก้ปัญหาและการเรียนรู้ที่จะปฏิบัติตนในสถานการณ์ต่าง ๆ และจะมีการให้ข้อมูลย้อนกลับในคำตอบของผู้เรียนในรูปแบบเสียงและอักษร

รูปแบบของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (กรองกาญจน์ อรุณรัตน์, 2526; พรรณี ช.เจนจิต, 2538; สิริวรรณ ศรีพหล, และพันทิพา อุทัยสุข, 2541; สุชา จันทรโธม, และสุรางค์ จันทรโธม, นปป.)

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นบทเรียนแบบโปรแกรมชนิดหนึ่ง ซึ่งผู้เรียนสามารถเรียนได้อย่างอิสระ มีการเสนอเนื้อหาในรูปแบบของกรอบที่แบ่งเนื้อหาเป็นข้อย่อย ๆ เรียงลำดับความยากง่าย โดยให้ผู้เรียนทำตามคำสั่งและทำไปตามความสามารถของตนเอง มีคำถามท้ายบทให้ผู้เรียนคิดแล้วตอบ และมีเฉลยให้ทราบผลทันที ผู้เรียนจะตอบสนองตลอดเวลาและทราบคำตอบทันทีว่าถูกหรือผิด ซึ่งเป็นนวัตกรรมการศึกษาอย่างหนึ่งที่ช่วยส่งเสริมให้รู้จักการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยพัฒนาตามความสามารถของแต่ละคน ทำให้ผู้เรียนรู้ความสามารถของตนเอง ผู้เรียนจะเป็นผู้ใช้เครื่องสอน และครูเป็นผู้ช่วยดูแลให้คำแนะนำทั้งในขณะเรียนหรือเมื่อมีข้อสงสัยภายหลังเรียน ประเภทของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถแบ่งตามแนวคิดของบทเรียนแบบโปรแกรมซึ่งมี 3 ประเภท คือ บทเรียนแบบเส้นตรง (linear programming) บทเรียนแบบแตกกิ่งหรือสาขา (branching programming) และบทเรียนแบบไม่แยกกรอบ ดังรายละเอียดต่อไปนี้ (กรองกาญจน์

อรุณรัตน์, 2526; พรรณี ช.เจนจิต, 2538; บุรณะ สมชัย, 2538; ชีระชัย ปุณณ โชติ, 2539; สิริวรรณ ศรีพหล, และพันทิพา อุทัยสุข, 2541)

1. บทเรียนแบบเส้นตรง เป็นบทเรียนที่เสนอเนื้อหาทีละน้อย ในรูปกรอบต่อเนื่องกัน ตามลำดับเรียงลำดับเนื้อหาจากง่ายไปหายาก สิ่งทีเรียนจากกรอบแรก ๆ จะเป็นพื้นฐานสำหรับกรอบถัด ๆ ไป แต่ละกรอบจะมีเนื้อหาและคำถามให้ตอบ มีการจัดเนื้อหาที่จะให้ผู้เรียนตอบถูกมากที่สุด โดยถือว่าการตอบสนองของผู้เรียนเป็น operant และคำเฉลยเป็น reinforcement ผู้เรียนจะเป็นผู้คิดค้นหาคำตอบเอง ถ้าผู้เรียนตอบถูกจึงจะเรียนกรอบต่อไป แต่ถ้าตอบผิดจะต้องศึกษาเพิ่มในกรอบเดิม บทเรียนแบบเส้นตรงนี้ผู้เรียนจะไม่สามารถข้ามกรอบใดกรอบหนึ่งได้เลย ทุกคนจะต้องเรียนตามลำดับเหมือนกันหมด ไม่ว่าจะมึระดับสติปัญญาแตกต่างกันหรือไม่ก็ตาม แต่คนที่เรียนเก่งสามารถใช้เวลาเรียนน้อยกว่าคนที่เรียนอ่อนกว่าได้ บทเรียนแบบเส้นตรงเหมาะสำหรับสอนวิชาที่เน้นเนื้อหา สาระ หรือเน้นความรู้ ความจำ ความเข้าใจ แต่ไม่เหมาะที่จะสอนเนื้อหาที่เป็นความคิดเห็นเนื่องจากคำตอบที่ถูกต้องอาจมีได้หลายคำตอบ

2. บทเรียนแบบแตกกิ่งหรือสาขา เป็นบทเรียนที่โยงระหว่างหน่วยถึงกันได้ตามความต้องการ ผู้เรียนสามารถเลือกเรียนหน่วยต่าง ๆ ที่จัดได้ตามลำดับความสามารถของตนเอง บทเรียนโปรแกรมชนิดสาขาจะมีการเรียงลำดับข้อความย่อย โดยอาศัยคำตอบของผู้เรียนเป็นเกณฑ์ถ้าผู้เรียนตอบคำถามข้อความย่อยที่เป็นหลักของบทเรียนได้ถูกต้องจะได้รับคำสั่งให้ข้ามหน่วยย่อยได้จำนวนหนึ่ง แต่ถ้าตอบไม่ถูกต้องก็จะให้เรียนข้อความย่อยต่าง ๆ เพิ่มเติมก่อนที่จะก้าวหน้าต่อไป ผู้เรียนต้องทำตามคำสั่งแต่ละกรอบ การเรียนอาจต้องย้อนกลับไปกลับมาซึ่งจะไม่ดำเนินไปตามลำดับ ขึ้นอยู่กับความสามารถในการตอบคำถามของผู้เรียน บทเรียนประเภทนี้จะมีกรอบหลักที่ทุกคนต้องเรียน เป็นกรอบที่เป็นลำดับที่แท้จริงของบทเรียน

บทเรียนชนิดนี้ให้ความสำคัญในความแตกต่างทางสติปัญญาของผู้เรียนแต่ละคน ผู้ที่เรียนเก่งจะเรียนได้เร็วและไม่จำเป็นต้องเรียนกรอบย่อยทุกกรอบ

3. บทเรียนแบบไม่แยกกรอบ เป็นบทเรียนที่เสนอเนื้อหาทีละน้อย มีคำถามและเฉลยทันทีแต่ไม่เสนอเนื้อหาออกมาในรูปกรอบแต่จะเสนอต่อเนื่องกันไป

บทเรียนประเภทต่าง ๆ สามารถประยุกต์ใช้รวมกันได้ เพราะยังไม่มีรายงานว่าชนิดไหนดีกว่ากันแต่ละชนิดก็มีประสิทธิภาพที่ดีในการสอนเหมือนกัน ในการเรียนการสอนทางสุขภาพอนามัยนั้นผู้เรียนแต่ละคนมีความแตกต่างกัน ผู้สอนต้องวางแผนการสอนโดยจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้มีสภาพแวดล้อมเหมาะสมและเอื้อต่อการเรียนจะทำให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้เร็วและถูกต้อง โดยต้องคำนึงถึงการรับรู้ของผู้เรียนประกอบด้วย การแสดงผลที่จอภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จะแสดงทั้งภาพและเสียงเหมือนจริง (จันทร์พิมพ์ สายสมร, 2532) ดังนั้นการเรียนด้วย

บทเรียนคอมพิวเตอร์จะช่วยให้ผู้เรียนมีการรับรู้และการจำได้อย่างมาก และการจำจะก่อให้เกิดการเรียนรู้ได้ในที่สุด

บทเรียนที่ใช้ในคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นบทเรียนนี้ ได้ใช้หลักการสร้างบทเรียนแบบโปรแกรม โดยประยุกต์รวมหลักการสร้างบทเรียนแบบเส้นตรง แบบสาขา และแบบไม่แยกกรอบ โดยมีการนำเสนอเนื้อหาเป็นส่วน ๆ จากง่ายไปหายาก มีหัวข้อหลักให้ผู้เรียนได้เลือกเรียน ภายในบทเรียนจะมีตัวอักษร ภาพ และเสียง เพื่อสื่อให้ผู้เรียนเข้าใจ ผู้เรียนสามารถเห็นรูปภาพและการปฏิบัติที่ถูกต้อง ซึ่งในการเรียนนั้นผู้เรียนสามารถเลือกเรียนได้ตามความสามารถของตนเอง และสามารถย้อนกลับไปทบทวนในเนื้อหาที่ยังไม่เข้าใจหรือสามารถผ่านเนื้อหาที่เข้าใจแล้วได้โดยไม่ต้องเข้าเรียนในเนื้อหานั้นซ้ำ ในส่วนของสถานการณ์จำลองท้ายบทนั้นจะมีแบบฝึกปฏิบัติ โดยให้ผู้เรียนตัดสินใจแก้ปัญหา และตอบคำถามในสถานการณ์ที่ปรากฏบนจอภาพ โดยการคลิกเมาส์

การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (ถนอมพร เลาทจรัสแสง, 2541; บุรณะสมชัย, 2538)

การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นขั้นตอนสำคัญที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ดังรายละเอียดต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 ขั้นตอนการเตรียมการ (preparation) เป็นขั้นตอนการเตรียมพร้อมก่อนที่จะทำการออกแบบบทเรียน ประกอบด้วย

1.1 การกำหนดเป้าหมายและวัตถุประสงค์ (determine goals and objectives) เป็นการตั้งเป้าหมายว่าผู้เรียนจะสามารถใช้บทเรียนนี้เพื่อศึกษาในเรื่องใดและในลักษณะใด คือใช้เป็นบทเรียนหลัก หรือบทเรียนเสริม เป็นแบบฝึกหัดเพิ่มเติมหรือเป็นแบบทดสอบ เป็นต้น รวมทั้งการกำหนดวัตถุประสงค์ในการเรียนว่าเมื่อผู้เรียนเรียนจบแล้วจะสามารถทำอะไรได้บ้าง

ก่อนที่จะกำหนดเป้าหมายและวัตถุประสงค์ในการเรียน ผู้ออกแบบควรทราบพื้นฐานของผู้เรียนที่เป็นกลุ่มเป้าหมายก่อน เพราะความรู้พื้นฐานของผู้เรียนมีอิทธิพลต่อเป้าหมายและวัตถุประสงค์ของบทเรียน นอกจากนี้ในขั้นตอนแรกนี้ผู้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนควรพิจารณาถึงวิธีในการประเมินผลควบคู่กันไป ซึ่งรายละเอียดต่าง ๆ ผู้สร้างสามารถทำการแก้ไขเปลี่ยนแปลง เพิ่มเติมหรือตัดทอนได้เสมอ โดยเฉพาะในช่วงขั้นตอนการออกแบบ

1.2 รวบรวมข้อมูล (collect resources) เป็นการเตรียมพร้อมทางด้านทรัพยากรสารสนเทศทั้งหมดที่เกี่ยวข้อง ประกอบด้วยส่วนของเนื้อหาและผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาการพัฒนา และการออกแบบบทเรียนรวมทั้งผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบบทเรียน และสื่อในการนำเสนอ

บทเรียน ได้แก่ คอมพิวเตอร์และโปรแกรมช่วยสร้างคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ต้องการใช้และผู้เชี่ยวชาญการสร้างคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยโปรแกรมช่วยสร้างคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

1.3 เรียนรู้เนื้อหา (learn content) ผู้ออกแบบบทเรียนต้องเรียนรู้ทั้งด้านการออกแบบบทเรียนและความรู้ด้านเนื้อหาที่จะนำเสนอควบคู่กันไป การเรียนรู้เนื้อหาเป็นสิ่งที่สมควรอย่างยิ่งสำหรับผู้ออกแบบเนื่องจากความไม่รู้เนื้อหาจะทำให้เกิดข้อจำกัดในการออกแบบบทเรียน คือผู้ออกแบบจะไม่สามารถออกแบบบทเรียนที่มีประสิทธิภาพ การชี้แนะทางการเรียนรู้ การนำเสนอเนื้อหา การให้ผลป้อนกลับ ตลอดจนการทดสอบความรู้ของผู้เรียน

1.4 สร้างความคิด (generate ideas) ในกรณีที่การสร้างบทเรียนนั้นมีทีมงานในการสร้างจะต้องมีการกระตุ้นทีมงานในการสร้างบทเรียนให้เกิดการใช้ความคิดสร้างสรรค์ เพื่อให้ได้ข้อคิดเห็นต่าง ๆ

ขั้นตอนที่ 2 ขั้นตอนการออกแบบบทเรียน (design instruction) เป็นขั้นตอนที่ครอบคลุมถึงการทอนความคิด การวิเคราะห์งานและแนวคิดการออกแบบบทเรียนขั้นแรกและการประเมินและแก้ไขการออกแบบ

2.1 ทอนความคิด (elimination of ideas) เป็นการนำความคิดทั้งหมดมาประเมินเพื่อคัดเลือกข้อคิดที่น่าสนใจ

2.2 วิเคราะห์งานและแนวคิด (task and concept analysis) การวิเคราะห์งานเป็นการวิเคราะห์ขั้นตอนการนำเสนอเนื้อหาที่ผู้เรียนจะต้องศึกษาจนทำให้เกิดการเรียนรู้ตามที่ต้องการ ส่วนการวิเคราะห์แนวคิด เป็นขั้นตอนในการวิเคราะห์เนื้อหาซึ่งผู้เรียนจะต้องศึกษาเพื่อให้ได้เนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับการเรียนและได้เนื้อหาที่มีความชัดเจน ซึ่งจะช่วยลดความสับสนของผู้เรียน

2.3 การออกแบบขั้นแรก (preliminary lesson description) ผู้ออกแบบจะต้องนำงานและแนวคิดที่ได้มาผสมผสานให้กลมกลืนภายใต้ทฤษฎีการเรียนรู้และออกแบบให้เป็นบทเรียนที่มีประสิทธิภาพ ในการสร้างสรรค์งานหรือกิจกรรมต่าง ๆ ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ผู้เรียนจะต้องมีปฏิสัมพันธ์ด้วย โดยสร้างสรรค์กิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการเรียนและสามารถทำให้ผู้เรียนมีความสนใจต่อการเรียนได้อย่างสม่ำเสมอและต่อเนื่อง มีการออกแบบลำดับของการนำเสนอบทเรียน เพื่อให้ได้มาซึ่งโครงสร้างของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สามารถตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคลของผู้เรียนได้จริง

2.4 ประเมินและแก้ไขการออกแบบ (evaluation and revision of the design) การประเมินนั้นจะต้องทำอยู่เป็นระยะ ๆ ในระหว่างการออกแบบ และหลังจากออกแบบแล้วจะต้องให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาด้านการออกแบบและผู้เรียนประเมินก่อน จนได้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีคุณภาพก่อนที่จะดำเนินการออกแบบขั้นต่อไป

ขั้นตอนที่ 3 ขั้นตอนการเขียนผังงาน (flowchart lesson) เป็นชุดสัญลักษณ์ต่าง ๆ ที่อธิบายขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม ผังงานจะนำเสนอลำดับและขั้นตอนของการตัดสินใจ การเขียนผังงานมีหลายระดับขึ้นอยู่กับความละเอียดของบทเรียนแต่ละประเภท บทเรียนที่ไม่ซับซ้อน เช่น ประเภทติวเตอร์ แบบฝึกหัด และแบบทดสอบ ควรใช้ผังงานที่ไม่ต้องละเอียดมาก โดยให้แสดงภาพรวมและลำดับของบทเรียนเท่าที่จำเป็น แต่สำหรับบทเรียนที่มีความซับซ้อน เช่น บทเรียนประเภทการจำลองหรือประเภทเกมนั้นควรมีการเขียนผังงานให้ละเอียดเพื่อความชัดเจน โดยมีการแสดงขั้นตอนวิธีการวนซ้ำของโปรแกรม เป็นต้น

ขั้นตอนที่ 4 ขั้นตอนการสร้างสตอรี่บอร์ด (create storyboard) การสร้างสตอรี่บอร์ดเป็นขั้นตอนของการเตรียมการนำเสนอข้อความ ภาพ รวมทั้ง สื่อในรูปแบบมัลติมีเดียต่าง ๆ ลงบนกระดาษ เพื่อให้การนำเสนอข้อความและสื่อในรูปแบบต่าง ๆ เป็นไปอย่างเหมาะสมบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ ในขั้นตอนนี้ควรมีการประเมินและทบทวนแก้ไขบทเรียนจากสตอรี่บอร์ดจนกระทั่งได้บทเรียนที่มีคุณภาพ โดยผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและการออกแบบ รวมทั้ง ผู้เรียนกลุ่มเป้าหมาย เพื่อลดความสับสนและให้มีความชัดเจน

ขั้นตอนที่ 5 ขั้นตอนการสร้าง/เขียนโปรแกรม (program lesson) เป็นกระบวนการเปลี่ยนสตอรี่บอร์ดให้เป็นคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยการใช้โปรแกรมช่วยสร้างคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในการสร้างบทเรียน (CAI authoring system)

ขั้นตอนที่ 6 ขั้นตอนการประเมินและแก้ไขบทเรียน (evaluate and revise) เมื่อได้บทเรียนที่สมบูรณ์แล้วควรนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินและแก้ไขก่อนที่จะนำไปประเมินกับกลุ่มที่ใกล้เคียงกับผู้เรียนกลุ่มเป้าหมาย ซึ่งเป็นการหาประสิทธิภาพของบทเรียนก่อนที่จะนำไปใช้หรือเผยแพร่ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนใช้หลักการเดียวกับการหาประสิทธิภาพของชุดช่วยสอน ซึ่งผู้สร้างต้องกำหนดเกณฑ์ขึ้น โดยอาศัยหลักการที่ว่า การเรียนรู้เป็นกระบวนการเพื่อช่วยให้การเปลี่ยนพฤติกรรมของผู้เรียนบรรลุผล ดังนั้นการกำหนดเกณฑ์จะต้องคำนึงถึงกระบวนการและผลลัพธ์ ซึ่งเกณฑ์ประสิทธิภาพคือระดับประสิทธิภาพของชุดการเรียนที่ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ โดยเป็นระดับที่ผู้ผลิตจะพึงพอใจว่าถึงระดับแล้ว

การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพกระทำโดยการประเมินพฤติกรรมของผู้เรียน 2 ประเภท คือ การประเมินพฤติกรรมต่อเนื่อง (transitional behavior) และการประเมินพฤติกรรมขั้นสุดท้าย (terminal behavior) (ชัยยงค์ พรหมวงศ์ อ้างใน กรองกาญจน์ อรุณรัตน์, 2536)

1. การประเมินพฤติกรรมต่อเนื่อง คือการประเมินผลต่อเนื่องซึ่งประกอบด้วยพฤติกรรมย่อยหลาย ๆ พฤติกรรม เรียกว่ากระบวนการ (process) ของผู้เรียนที่สังเกตจากการประกอบกิจกรรมกลุ่ม และรายงานบุคคล ได้แก่ งานที่มอบหมาย และกิจกรรมอื่นใดที่ผู้สอนกำหนดไว้

2. การประเมินพฤติกรรมขั้นสุดท้าย คือการประเมินผลลัพธ์ (products) ของผู้เรียน โดยพิจารณาจากการสอบหลังเรียนและการสอบไล่

ประสิทธิภาพของชุดการสอนจะกำหนดเป็นเกณฑ์ที่ผู้สอนคาดหวังว่าผู้เรียนจะเปลี่ยนพฤติกรรมเป็นที่พึงพอใจ โดยกำหนดเป็นเปอร์เซ็นต์ของผลเฉลี่ยของคะแนนการทำงานและการประกอบกิจกรรมของผู้เรียนทั้งหมดต่อเปอร์เซ็นต์ของผลการทดสอบหลังเรียนของผู้เรียนทั้งหมด นั่นคือ E1/E2

E1 คือ ค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ คิดเป็นร้อยละของคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบฝึกหัดและการประกอบกิจกรรม

E2 คือ ค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (พฤติกรรมที่เปลี่ยนในตัวผู้เรียนหลังเรียน) คิดเป็นร้อยละและคะแนนการทดสอบหลังเรียน

การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพจะกำหนดเกณฑ์ E1/E2 ให้มีค่าเป็นเท่าใดนั้นให้ผู้สอนเป็นผู้พิจารณาตามความพอใจ โดยปกติเนื้อหาความรู้ ความจำมักจะตั้งไว้ 80/80, 85/85 หรือ 90/90 ส่วนเนื้อหาทักษะ ซึ่งเป็นการเปลี่ยนพฤติกรรมจะคิดตามระยะเวลา ไม่สามารถเปลี่ยนและวัดได้ทันทีที่เรียนเสร็จ อาจตั้งไว้ต่ำกว่านี้คือ 75/75 ถ้านำชุดการสอนไปหาประสิทธิภาพแล้วไม่ถึงเกณฑ์ที่ตั้งไว้เนื่องจากมีตัวแปรที่ควบคุมไม่ได้ เช่น สภาพห้องเรียน ความพร้อมของผู้เรียน บทบาทและความชำนาญในการใช้บทเรียนของผู้สอนและผู้เรียน อาจอนุโลมให้มีระดับผิดพลาดให้ต่ำกว่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ประมาณร้อยละ 2.5 ถึงร้อยละ 5 ซึ่งการยอมรับประสิทธิภาพของชุดการสอนหรือชุดการเรียนที่สร้างขึ้นกำหนดไว้ 3 ระดับ คือ

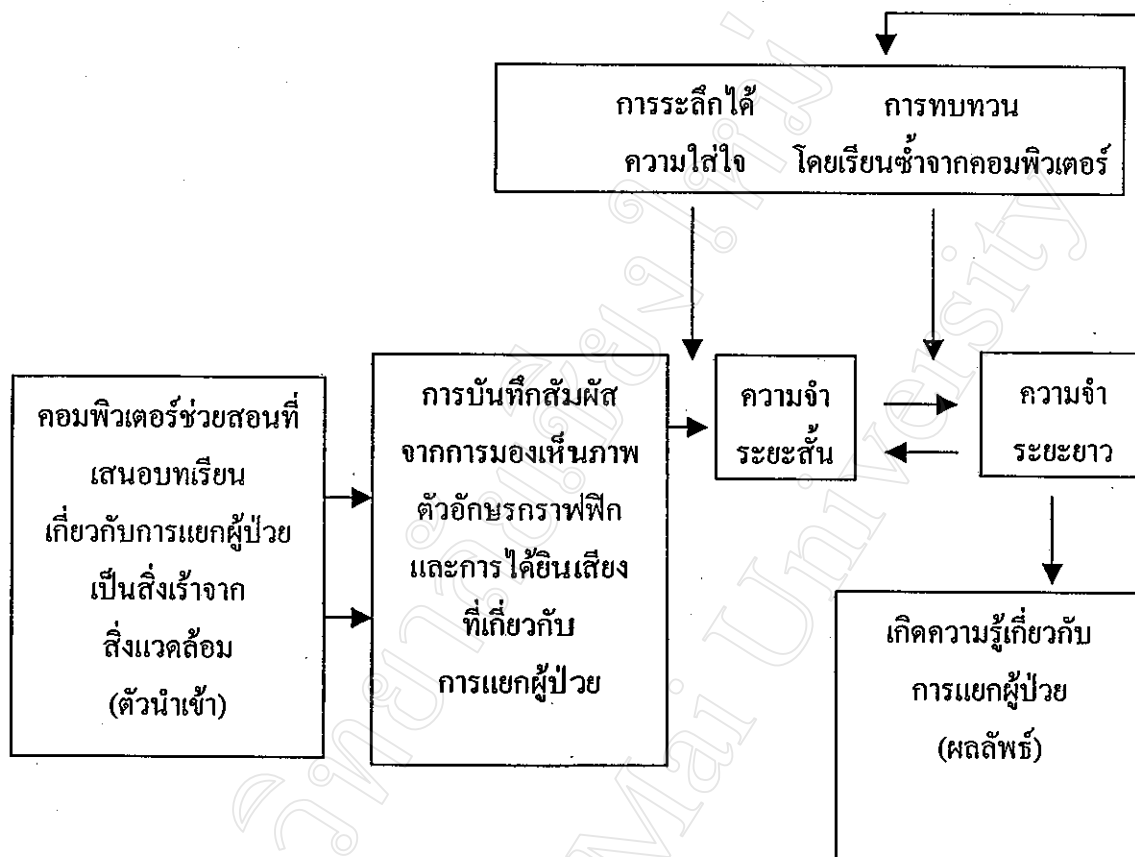
1. สูงกว่าเกณฑ์ เมื่อประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้คือมีค่าเกินกว่าร้อยละ 2.5 ขึ้นไป
2. เท่าเกณฑ์ เมื่อประสิทธิภาพเท่ากับเกณฑ์หรือสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ไม่เกินร้อยละ 2.5
3. ต่ำกว่าเกณฑ์ เมื่อประสิทธิภาพต่ำกว่าเกณฑ์แต่ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 2.5 ก็ถือว่ายังมีประสิทธิภาพที่ยอมรับได้

สรุป

การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นทางเลือกหนึ่งที่ช่วยพัฒนารูปแบบการให้ความรู้ที่สอดคล้องกับสถานการณ์ในปัจจุบันเนื่องจากคอมพิวเตอร์ได้มีบทบาทมากยิ่งขึ้น และมีข้อดีคือเรียนได้ตามความสามารถของผู้เรียนแต่ละคน มีการโต้ตอบกับคอมพิวเตอร์ได้ รวมทั้งการมีเนื้อหาที่ชัดเจนและมีการนำเสนอที่น่าสนใจจะสามารถจูงใจให้เกิดการอยากเรียนรู้ได้ ซึ่งการให้ความรู้เสริมเกี่ยวกับการแยกผู้ป่วยสำหรับนักศึกษาพยาบาลเป็นสิ่งสำคัญ เนื่องจากการการแยกผู้ป่วยเป็นมาตรการหนึ่งที่ช่วยตัดวงจรของการติดเชื้อ ส่งผลให้สามารถป้องกันและควบคุมการติดเชื้อในโรงพยาบาลได้ นักศึกษาเป็นบุคลากรทางการพยาบาลกลุ่มหนึ่งที่จะต้องฝึกปฏิบัติงานตามหอผู้ป่วยต่าง ๆ จะต้องมีความรู้ทางด้านการแยกผู้ป่วย เพราะในปัจจุบันได้มีโรคติดเชื้อที่มีความสำคัญทางระบาดวิทยาเกิดมากขึ้น สามารถติดต่อและแพร่กระจายเชื้อสูง ประกอบกับมีการศึกษาที่พบว่ากลุ่มนักศึกษาพยาบาลเป็นกลุ่มที่มีความเสี่ยงสูงเนื่องจากยังขาดประสบการณ์การในการปฏิบัติงานและการได้รับความรู้ ดังนั้นผู้วิจัยคาดว่า การสอนเสริมด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนครั้งนี้ จะช่วยให้นักศึกษามีความรู้ ส่งผลให้เกิดความมั่นใจและสามารถปฏิบัติกิจกรรมการพยาบาลที่เกี่ยวกับการแยกผู้ป่วยได้อย่างถูกต้องและเหมาะสมได้ในที่สุด

กรอบแนวคิดในการวิจัย

การให้ความรู้เสริมในกลุ่มนักศึกษาพยาบาลถือเป็นการทบทวนความรู้พื้นฐานการปฏิบัติในการแยกผู้ป่วย ซึ่งการให้ความรู้เสริมครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ตามทฤษฎีประมวลสารสนเทศ เป็นทฤษฎีในกลุ่มพุทธินิยม ที่มองการเรียนรู้ว่าเป็นผลเนื่องมาจากปฏิสัมพันธ์ระหว่างสิ่งเร้าจากสิ่งแวดล้อมกับตัวผู้เรียน โดยที่ผู้เรียนเป็นผู้ควบคุมการเรียนรู้เองและสามารถโต้ตอบกับคอมพิวเตอร์ได้ตลอดเวลา ในการเรียนนั้นจะมีสิ่งเร้าจากสิ่งแวดล้อม คือข้อมูลที่จะต้องเรียนซึ่งในงานวิจัยนี้คือ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะเป็นตัวนำเข้าสู่ที่ทำให้ผู้เรียนเกิดการรับรู้จากการบันทึกสัมผัสจากการมองเห็นและการได้ยินเป็นสิ่งที่กระตุ้นความสนใจเพื่อโยงไปสู่ระบบความจำโดยมีการระลึกได้ร่วมกับความใส่ใจ ในการนำข้อมูลเข้าสู่ความจำระยะสั้น และมีการทบทวนหรือการเรียนซ้ำ มีการท่องจำด้วยความเข้าใจ เพื่อนำข้อมูลบันทึกไว้ในความจำระยะยาว ทำให้ได้ผลลัพธ์คือเกิดความรู้ได้ในที่สุด ซึ่งมีรูปแบบดังแสดงในแผนภูมิที่ 1



แผนภูมิที่ 1: กรอบแนวคิดในการวิจัย