สถาบันวิทยบริการ พระจอมเกล้าลาดกระบัง

โครงการเสนอแนะแนวทางการออกแบบบรรจุภัณฑ์อินซูลินชนิดสูด

PACKAGING DESIGN OF INHALER INSULIN

T106274

โดย

นางสาวชิดชนก เลาหวัฒนากุล

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....106274
วัน,เดือน,ปี.....15 ส.ค. 2553

.b.....12171852
.i.....

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาตรีสถาปัตยกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาศิลปอุตสาหกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2551

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์เรื่อง โครงการเสนอแนะแนวทางการออกแบบบรรจุภัณฑ์ และกราฟฟิก สำหรับอินซูลินชนิดสูด (PACKAGE AND GRAPHIC DESIGN FOR INHALER INSULIN)

ชื่อนักศึกษา	นางสาว ชิดชนก เลาหวัฒนากุล	รหัสประจำตัว	47020168
ภาควิชา	ศิลปอุตสาหกรรม	คณะ	สถาปัตยกรรมศาสตร์
สถาบัน	เทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	ปีการศึกษา	2551

บทคัดย่อ

ปัจจุบันผู้ป่วยโรคเบาหวานมีจำนวนมาก และมีแนวโน้มว่าจะเพิ่มจำนวนขึ้นเป็น 2 เท่าในอีก 20 ปีข้างหน้า โรคเบาหวานพบได้ใน 3.5-5% ของคนทั่วไป พบได้ทุกเพศ ทุกวัย โรคเบาหวานเป็นโรคที่ยังหาวิธีรักษาให้หายขาดไม่ได้ เป็นความผิดปกติจากตับอ่อน ที่ไม่สามารถสร้างฮอร์โมนอินซูลินได้เพียงพอกับความต้องการของร่างกาย หรือ บางกรณี สร้างไม่ได้เลย ซึ่งฮอร์โมนชนิดนี้มีหน้าที่คอยช่วยให้ร่างกายเผลาผลาญน้ำตาลมาใช้เป็นพลังงาน และการที่มีน้ำตาลคลั่งอยู่ในอวัยวะต่างๆ จะทำให้อวัยวะต่างๆทำงานอย่างผิดปกติ โรคเบาหวานแบ่งออกเป็น 2 ประเภทที่มีอาการ สาเหตุ ความรุนแรง และการรักษาต่างกัน ดังนี้

1. เบาหวานชนิดพึ่งอินซูลิน (Insulin-dependent Diabetes) เรียกง่ายๆว่า เป็น เบาหวานประเภทที่ 1 เป็นชนิดที่พบได้น้อย แต่มีความรุนแรงค่อนข้างมาก มักพบในเด็กหรือคนที่มีอายุต่ำกว่า 25 ปี ตับอ่อนของผู้ป่วยประเภทนี้จะไม่สามารถผลิตฮอร์โมนอินซูลินได้เลย โดยมากจะเป็นผลมาจากความผิดปกติทางกรรมพันธุ์ ซึ่งผู้ป่วยประเภทนี้จำเป็นจะต้องพึ่งการฉีดอินซูลินเข้าสู่ร่างกายทุกวัน เพื่อป้องกันสภาวะแทรกซ้อนที่อาจเกิดขึ้นได้
2. เบาหวานชนิดไม่พึ่งอินซูลิน (Non-Insulin dependent Diabetes) เรียกง่ายๆว่า เป็น เบาหวานประเภทที่ 2 ซึ่งพบเห็นกันเป็นส่วนใหญ่ มีความรุนแรงน้อย เนื่องจากผู้ป่วยประเภทนี้ยังสามารสร้างฮอร์โมนอินซูลินได้ แต่ยังไม่เพียงพอต่อความต้องการของร่างกายจึงทำให้มีน้ำตาลที่ก่อให้เกิดเบาหวานได้ ผู้ป่วยประเภทนี้อาจจะต้องพึ่งพาการฉีดอินซูลินเป็นครั้งคราว แต่ไม่ต้องใช้ตลอดไป

ยังมีผู้ป่วยอีกจำนวนไม่น้อย ที่มีความจำเป็นที่จะต้องใช้อินซูลินอยู่ตลอด ซึ่งถ้าเป็นไปได้ ผู้ป่วยหลายๆคนคงไม่เลือกที่จะต้องโดนฉีดยาวันละหลายๆครั้ง จึงได้มีคนคิดค้นวิธีการบริหารยาแบบใหม่ นั่นคือ วิธีการสูด (Inhaled or Inhalable Insulin[2]) ขึ้นมา และเพิ่งได้รับการอนุมัติจาก FDA ของ USA ในปี 2006 ซึ่งวิธีการสูดยาเข้าสู่ร่างกายนี้ ไม่ใช่วิธีการใหม่ เนื่องจากมีการนำเอาวิธีการสูดนี้มาใช้กับการรักษาโรคอื่นอยู่ก่อนแล้ว เช่น โรคที่เกี่ยวข้องกับระบบทางเดินหายใจต่างๆ เป็นต้น จึงไม่ใช่เรื่องเข้าใจยากเกินไปนักสำหรับผู้ป่วยโรคเบาหวานที่จะหันมาพึ่งพาการรักษาด้วยการใช้ ฮอร์โมนอินซูลินชนิดสูดนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อินซูลินเป็นฮอร์โมนที่ถูกนำมาใช้ในการลดระดับน้ำตาลในเลือดของผู้ป่วยโรคเบาหวานมานาน แม้จะไม่สามารถรักษาให้หายขาดได้ แต่การลดระดับน้ำตาลในเลือดของผู้ป่วยให้อยู่ในสภาวะปกตินั้น จะเป็นการป้องกันภาวะแทรกซ้อนที่อาจเกิดขึ้น ผู้ป่วยโรคเบาหวานจึงจำเป็นต้องใช้อินซูลินอยู่ตลอด และในปัจจุบันได้มีการคิดค้นวิธีการใช้อินซูลินแบบใหม่ขึ้นมา นั่นคือ วิธีการสูด แนวความคิดเรื่องการสูดอินซูลิน มีมานานกว่าสิบปีแล้ว แต่ปัญหาสำคัญคือ ยาที่ใช้วิธีการสูดเข้าทางปากนั้น ยามักจะติดอยู่แค่บริเวณคอหอย ไปไม่ถึงปอด จึงมีการพัฒนาเรื่อยมา จนกระทั่งได้ออกมาเป็น อินซูลินในรูปของผงแห้ง ที่หลังจากสูดเข้าสู่ปอดแล้ว จะเข้าสู่กระแสเลือดเร็วกว่าการฉีดเข้าบริเวณใต้ผิวหนังและออกฤทธิ์ได้รวดเร็วกว่า แต่จะมีราคาแพงกว่าอินซูลินแบบฉีด 4-5 เท่า

ผู้ที่สามารถใช้อินซูลินแบบสูดนี้ได้ จะได้แก่ ผู้ใหญ่ (อายุมากกว่า 18 ปี) ที่ป่วยเป็นโรคเบาหวานทั้งประเภทที่ 1 และประเภทที่ 2 อาจมีการใช้เดี่ยวๆ หรือการใช้ร่วมกับยารับประทาน หรือ ใช้ร่วมกับ Long-acting Insulin (เป็นอินซูลินประเภทออกฤทธิ์นานตั้งแต่ 18-24 ชั่วโมงต่อการนำยาเข้าสู่ร่างกาย 1 ครั้ง) อินซูลินแบบสูดนี้ ยังไม่มีการรับรองถึงผู้ป่วยประเภทอื่นๆ ได้แก่ สตรีมีครรภ์ หรือกำลังให้นมแก่บุตร ยังไม่แนะนำให้ใช้สำหรับเด็กที่มีอยู่ต่ำกว่า 18 ปี เนื่องจากข้อมูลยังไม่มีมากพอ และผู้ป่วยที่กำลังสูบบุหรี่ หรือเลิกสูบบุหรี่มากนานน้อยกว่า 6 เดือน เนื่องจากผู้ป่วยประเภทนี้จะได้รับอินซูลินมากกว่าปกติ รวมไปถึงผู้ป่วยที่เป็นโรคเกี่ยวกับปอดที่ไม่ได้รักษา หรือยังควบคุมไม่ได้ เพราะอินซูลินจะส่งผลกระทบต่อปอดโดยตรง จะทำให้สมรรถภาพของปอดแย่ลงได้ แม้กระทั่งผู้ป่วยที่ไม่ได้มีโรคปอด ก็ต้องทำการตรวจเช็คสมรรถภาพของปอดก่อนใช้ยา และติดตามทุก 6 เดือน โดยถ้ามีค่า FEV1 ต่ำกว่า 70% ก็ไม่ควรใช้

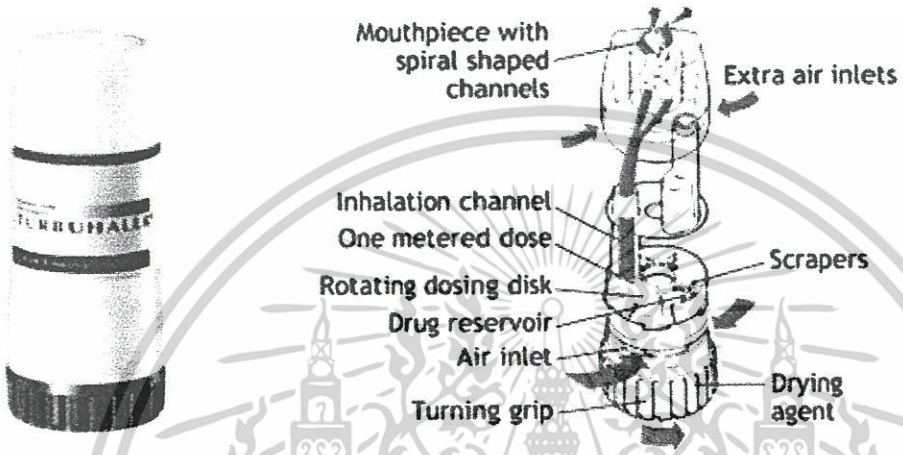
หลักการทำงานของอินซูลินแบบสูดนี้คือ การให้ผู้ป่วยสูดเอาโมเลกุลยาเข้าไปยังปอดส่วนลึก ซึ่งมี Alveoli (เซลล์เนื้อเยื่อชนิดหนึ่งที่อยู่ในปอด) เป็นเยื่อบุบางๆและมีพื้นที่จำนวนมหาศาลเหมาะแก่การดูดซึมผ่านของตัวยา ซึ่งมีความแตกต่างกับการพ่นยารักษาโรคหอบหืด ที่มีการใช้อุปกรณ์พ่นยาอยู่ก่อนนั้น กล่าวคือ การพ่นยารักษาโรคหืดหอบนั้น จะใช้พ่นเพื่อให้ตัวยาออกฤทธิ์ที่หลอดลม ซึ่งเป็นระบบทางเดินหายใจส่วนบนเท่านั้น

อินซูลินที่ใช้ในการพ่น เพื่อให้ผู้ป่วยสูดเข้าสู่ร่างกายนี้จะอยู่ในรูปของแข็งที่เป็นผงละเอียด ขนาดประมาณ 1-5 micron ซึ่งเป็นขนาดที่เหมาะสมที่จะไป alveoli และจะละลายที่พื้นผิวได้อย่างรวดเร็ว ก่อนจะดูดซึมเข้าสู่กระแสเลือด ขนาดของผงยานี้เป็นเรื่องสำคัญ ถ้ามีขนาดใหญ่กว่านี้ ก็จะติดอยู่ในทางเดินหายใจส่วนบน และในทางกลับกัน ถ้ามีขนาดเล็กเกินไป ก็จะหลุดออกมา และถูกขับออกไปพร้อมกับลมหายใจ

หลักการนำอินซูลินเข้าสู่ร่างกายด้วยการสูดนี้ จะต้องอาศัยอุปกรณ์ที่มีการทำงานโดยการใช้แรงดันอากาศ เพื่อเจาะตัวบรรจุภัณฑ์ที่บรรจุยาตามขนาดของการใช้ไว้ ให้แตกออกและใช้แรงดันอากาศเป่าให้ตัวยาที่มีลักษณะเป็นผงละเอียด ลอยฟุ้งขึ้นมาในกระบอกที่มีลักษณะใส (ใสเพื่อให้ผู้ป่วยมองเห็นลักษณะของตัวยาที่ถูกพ่นออกมาว่าเกิดเป็นควัน) ซึ่งกระบอกมีจะมีความจุเท่ากับปริมาณอากาศที่มนุษย์หายใจได้ใน 1 ครั้ง หลังจากนั้น ผู้ป่วยก็สูดเอาตัวยาที่มีลักษณะเป็นหมอกฟุ้งนั้นๆ เข้าสูดปอดอย่างช้า โดยการหายใจเข้าอย่างช้าและลึกที่สุด จากนั้นตัวยาจะไปทำการแลกเปลี่ยนกันที่เซลล์เนื้อเยื่อในปอด หลักการนี้มีอุปกรณ์ที่มีลักษณะวิธีการใช้ที่ใกล้เคียงอยู่ชนิดหนึ่ง มีชื่อเรียกว่า Turbuhaler[4] (เป็นอุปกรณ์พ่นยาชนิดหนึ่ง ที่ใช้ร่วมกับตัวยาที่มีลักษณะเป็นผงละเอียด) ซึ่งมีหลักการทำงานค่อนข้างคล้ายคลึงกัน และ เป็นอุปกรณ์ที่มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การนำเข้าไปทดลองกับฮอร์โมนอินซูลินมาแล้ว แต่ได้ผลไม่ดีเท่าที่ควรเนื่องจาก อุปกรณ์ตัวนี้จะไม่มีการพ่นเพื่อให้ผงยาลอยฟุ้งอยู่ในกระบอกยาก่อนช่วงหนึ่ง แต่เป็นการพ่นเพื่อให้ตัวยานั้นๆ เข้าสู่ร่างกายทางช่องทางปาก เลยในทันที จากวิธีนี้เมื่อนำมาใช้กับฮอร์โมนอินซูลินแล้ว ตัวฮอร์โมนอินซูลินที่มีลักษณะเป็นผงนี้ จะติดอยู่เพียงบริเวณคอหอยเท่านั้น ซึ่งจะไม่เกิดประโยชน์ต่อผู้ป่วย



ภาพ Turbuhaler

นับว่าเป็นอีกทางเลือกที่น่าสนใจสำหรับผู้ป่วยโรคเบาหวาน ที่จะได้ใช้อินซูลินแบบสูด แทนการฉีดอินซูลินเข้าสู่ร่างกาย เป็นทางเลือกที่ช่วยให้เกิดความสะดวก สบาย ต่อการใช้งานมากขึ้น จากข้อมูลที่กล่าวมานี้ ทำให้เห็นว่า การออกแบบบรรจุภัณฑ์เพื่อมารองรับเทคโนโลยีใหม่นี้ จะเป็นการช่วยส่งเสริมการรักษา และช่วยให้ผู้ป่วยโรคเบาหวานนี้สามารถใช้ชีวิตได้อย่างปกติมากขึ้นกว่าเดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนำ

ในการออกแบบบรรจุภัณฑ์ยาและอุปกรณ์การรักษาโรคเบาหวานนี้ มุ่งเน้นประเด็นการศึกษาที่การใช้งานของผู้บริโภคโดยตรง เริ่มขึ้นมาจากปัญหาด้านการใช้งานของผู้บริโภค ประกอบกับการคิดค้นเทคโนโลยีใหม่เพื่อช่วยให้การรักษาโรคเบาหวานเป็นไปได้ง่ายขึ้น ช่วยลดความเจ็บปวดจากการนำอินซูลินเข้าสู่ร่างกายของผู้ป่วย ซึ่งในปัจจุบัน ยังไม่มีบรรจุภัณฑ์ ที่เหมาะสมกับการใช้งานตัวยาประเภทนี้ อีกทั้งการใช้ยารักษาโรคเบาหวานนี้ ถือเป็นเรื่องไกลตัว สำหรับคนบางคนมากนัก จึงจำเป็นที่จะต้องมีการคิดค้น และออกแบบบรรจุภัณฑ์ขึ้นมาใหม่ เพื่อตอบรับกับเทคโนโลยีตัวใหม่ที่เกิดขึ้นมา พร้อมกับเป็นการช่วยประชาสัมพันธ์การใช้งาน และวิธีการใช้ยาประเภทนี้ ให้เป็นความเข้าใจที่ถูกต้อง จึงก่อให้เกิดเป็นโครงการออกแบบบรรจุภัณฑ์นี้ขึ้นมา ซึ่งประกอบด้วยหลายๆขั้นตอน ตั้งแต่การศึกษาค้นคว้า ข้อมูลเกี่ยวกับเทคโนโลยี Inhaled Insulin การศึกษาวิธีการใช้ยาแบบสูด วิธีการรักษาโรคเบาหวาน ข้อจำกัดต่างๆในการออกแบบ ซึ่งล้วนแล้วแต่เป็นสารเคมี และเป็นอันตรายต่อผู้บริโภค หากใช้งานผิดวิธี หรือ ในปริมาณที่มากหรือน้อยเกินไป

การแก้ปัญหาดังกล่าว มีวิธีการต่างๆมากมาย ซึ่งต้องอาศัยหลักการออกแบบบรรจุภัณฑ์ โดยอาศัยความเข้าใจจากผู้ป่วยเป็นหลัก รวมเข้ากับ การรับรู้การใช้ยาของผู้ป่วย การใช้งานด้านกายภาพ การจับถือ ระหว่างการใช้ยา ความเหมาะสมกับกายภาพของตัวยา การจ่ายปริมาณยาในปริมาณที่เหมาะสม และ ทัศนคติ การใช้ยา รวมไปถึงการได้รับความยอมรับจากผู้ป่วยโรคเบาหวานนี้ ผู้จัดโครงการจึงทำการรวบรวมข้อมูล เพื่อเป็นตัวอย่างงานออกแบบบรรจุภัณฑ์และกราฟิกยา และอุปกรณ์เกี่ยวกับโรคเบาหวาน เพื่อนำไปพัฒนาต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ หม่าม้า ป่าป๊า ที่ให้การสนับสนุนทุกเรื่อง ไม่ว่าจะเป็นเรื่องงาน เรื่องเงิน คอยช่วยเหลือ คอยให้กำลังใจตลอดเวลา และ เข้าใจทุกเรื่อง เป็นที่ปรึกษาที่ดีที่สุดในชีวิต

ขอบคุณ ไนซ์ กับ ป้อ ที่อยู่ด้วยกันตลอด และคอยเป็นกำลังใจให้เสมอ ขอบคุณ อี๊ยุ อี๊ตุ๊ย เตี๋ย ที่ช่วยเหลือเรื่องต่างๆตลอดมา

ขอบคุณ อาจารย์นภาวรรณ อาจารย์นีรวรรณ อาจารย์พิมพ์ปราโมทย์ ที่ให้ความรู้ และคอยเป็นที่ปรึกษาเกี่ยวกับความรู้ต่างๆทางด้านบรรจุภัณฑ์

ขอบคุณ อาจารย์หยุย ที่คอยให้คำแนะนำในทุกๆเรื่อง

ขอบคุณ อาจารย์ทุกท่าน ในภาควิชาศิลปอุตสาหกรรม

ขอบคุณ นัท ที่ช่วยทำงานชิ้นนี้ และคอยอยู่ด้วยกันตลอด ขอบคุณทั้งแรงกดดัน 3ds อาหาร ทุกๆอย่างที่ช่วยกันมาตลอดหลายเดือน (ขอบคุณ NISSAN SUNNY สีน้ำเงิน ด้วย)

ขอบคุณ มาร์ช สำหรับทุกอย่างที่ผ่านมาทั้งหมด

ขอบคุณ เจ้จูน สำหรับที่มาของหัวข้อโครงการนี้ และ ข้อมูลอินซูลินทั้งหมด

ขอบคุณ ณัฏฐ์ ที่ช่วยทำ Solid with love

ขอบคุณ ปู และ น้องกิฟ สำหรับอาหารเกือบๆทุกมื้อ และคำปรึกษาทั้งหมด

ขอบคุณ เดี่ยว โต้ง ม่อน แบงแบง ป๊อป ปอ เก็น ปอม เวช แอม หนึ่ง ป่าน เฮีย(ฟู่) โอม โย ไผ่ สำหรับการอยู่ด้วยกันมา ขอบคุณ จุ๊ย รหัสของเรา ขอบคุณ อ้อม ปิ๊น เติ้ล แอม กิฟ จามร แป้ว

ขอบคุณ เอ็ด สำหรับความช่วยเหลือ ทุกครั้งที่ให้ (ทั้งๆที่ไม่อยากมา) ขอบคุณ พีชชี่ ปาล์ม และ ขอบคุณ ลงไข่ สองห้อย กาน

ขอบคุณ เขมพร น้องรหัสที่น่ารักที่สุดในโลก ขอบคุณ น็อตตี้ น้องกาน น้องมุข ที่นึกถึงเราก่อนส่งทีสิส และ ขอบคุณ น้องมด น้องบิ๊ก

ขอบคุณ พี่เสือ ที่ห่วงใย ตั้งแต่ ปี1 ถึง ปี 5 ขอบคุณ พี่ก๊อต พี่เดียร์ ที่บอกว่าจะมาช่วย

ขอบคุณ เพื่อนๆหม่าม้าทุกท่าน ที่เอื้ออฟื้ออุปกรณ์พ่นชนิดต่างๆ

ขอบคุณเพื่อนๆ แพคเกจ ทุกคน และเพื่อนๆที่เรียนภาควิชานี้มาด้วยกันตลอด 5 ปี

ขอบคุณ ทุกๆคนที่ไม่ได้กล่าวถึง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

อนุมัติผล

บทคัดย่อ

คำนำ

กิตติกรรมประกาศ

บทที่ 1 บทนำ

บทนำ 1

1.1 วัตถุประสงค์ของโครงการ 2

1.2 ความเป็นไปได้ของโครงการ 2

1.3 ขอบเขตการศึกษาวิจัย 3

1.4 ขอบเขตการออกแบบด้านคุณภาพ 3

1.5 ขอบเขตการออกแบบด้านปริมาณ 4

1.6 แนวทางการศึกษาวิจัยเพื่อการออกแบบ 4

1.7 ผลที่คาดว่าจะได้รับ 5

บทที่ 2 การค้นคว้าข้อมูล

2.1 ข้อมูลอินซูลินชนิดผง 8

2.1.1 ข้อมูลการทดลองต่างๆเกี่ยวกับอินซูลินชนิดผงแห้ง 8

2.1.2 ข้อจำกัดต่างๆของอินซูลินชนิดผง 9

2.1.3 วิเคราะห์และสรุปข้อมูลเกี่ยวกับอินซูลินชนิดผงแห้ง 11

2.2 ข้อมูลของผู้ป่วย 13

2.3 ข้อมูลผลิตภัณฑ์ใกล้เคียง 16

2.3.1 EVOHALER 16

2.3.2 TURBUHALER 17

2.3.3 ACCUHALER 19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 ข้อมูลวัสดุ 20
2.4.1 ข้อมูลวัสดุที่มีความเป็นไปได้ในการผลิต 20
2.4.2 วิเคราะห์วัสดุ สำหรับบรรจุภัณฑ์ที่จะออกแบบ 21
2.5 การตั้งสมมุติฐานทางด้านต่างๆเพื่อหาความเป็นไปได้ 23

บทที่ 3 การพัฒนาการออกแบบ
3.1 สรุปแนวทางความเป็นไปได้ เพื่อนำไปใช้ในการออกแบบ 29
3.2 แนวทางการออกแบบที่ 1 30
3.3 แนวทางการออกแบบที่ 2 41
3.4 แนวทางการออกแบบฉลากของบรรจุภัณฑ์ 42

บทที่ 4 การนำเสนอผลงานขั้นสุดท้าย
4.1 รายละเอียดเกี่ยวกับผลงานชิ้นสุดท้าย 46
4.2 ภาพถ่ายย่อแผ่นนำเสนอผลงาน 49
4.3 ภาพถ่ายหุ่นจำลอง 78
4.4 แบบแสดงรายละเอียด 82

บทที่ 5 บทสรุป
5.1 สรุปผลการออกแบบและข้อเสนอแนะของนักศึกษา 105
5.2 สรุปผลการออกแบบและข้อเสนอแนะของอาจารย์ 105

ประวัติการศึกษา 108

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่ 1.1	ภาพ TURBUHALER	
ภาพที่ 2.1-2.2	ภาพผู้ป่วยอธิบายการใช้ยาชนิดรับประทาน	13
ภาพที่ 2.3	ภาพผู้ป่วยอธิบายการใช้ยาชนิดพ่นเข้าทางปาก	14
ภาพที่ 2.4-2.5	ภาพผู้ป่วยอธิบายการใช้อินซูลินชนิดฉีด	15
ภาพที่ 2.6-2.9	ภาพอุปกรณ์ต่างๆของผู้ป่วยเกี่ยวกับอินซูลิน	16
ภาพที่ 2.10-2.11	ภาพอุปกรณ์ยาพ่น EVOHALER	16
ภาพที่ 2.12-2.13	ภาพผู้ป่วยขณะใช้งาน EVOHALER	17
ภาพที่ 2.14-2.15	ภาพอุปกรณ์ยาพ่น TURBUHALER	18
ภาพที่ 2.16	ภาพขั้นตอนการใช้งาน TURBUHALER	18
ภาพที่ 2.17	ภาพอุปกรณ์ยาพ่น ACCUHALER	19
ภาพที่ 2.18	ภาพขั้นตอนการใช้งาน ACCUHALER	19
ภาพที่ 3.1	ภาพแนวทาง A1	30
ภาพที่ 3.2	ภาพแนวทาง A2	31
ภาพที่ 3.3	ภาพแนวทาง A3	31
ภาพที่ 3.4	ภาพแนวทาง A4	31
ภาพที่ 3.5	ภาพแนวทาง A5	32
ภาพที่ 3.6	ภาพแนวทาง A6	32
ภาพที่ 3.7	ภาพแนวทาง B2	32
ภาพที่ 3.8	ภาพแนวทาง B3	34
ภาพที่ 3.9	ภาพแนวทาง B4	34
ภาพที่ 3.10	ภาพแนวทาง B5	34
ภาพที่ 3.11	ภาพแนวทาง B6	35
ภาพที่ 3.12	ภาพแนวทาง C3	35
ภาพที่ 3.13	ภาพแนวทาง C4	35
ภาพที่ 3.14	ภาพแนวทาง C5	36
ภาพที่ 3.15	ภาพแนวทาง C6	36
ภาพที่ 3.16	ภาพแนวทาง D2	36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 3.17	ภาพแนวทาง D4	37
ภาพที่ 3.18	ภาพแนวทาง D5	37
ภาพที่ 3.19	ภาพแนวทาง D6	37
ภาพที่ 3.20	ภาพระบบเฟือง	38
ภาพที่ 4.1	ภาพแสดงขนาดของบรรจุภัณฑ์	46
ภาพที่ 4.2	ภาพแสดงชิ้นส่วนต่างๆของบรรจุภัณฑ์	46
ภาพที่ 4.3	ภาพแสดงหลักการทำงานของระบบเฟือง	47
ภาพที่ 4.4	ภาพแสดงการเลื่อนของสายพานอินซูลิน	47
ภาพที่ 4.5	ภาพแสดงหลักการทำานของกระบอกสูบ	48
ภาพที่ 4.6	ภาพแสดงวิธีการใช้งานของบรรจุภัณฑ์	48
ภาพที่ 4.7	ภาพแสดงขั้นตอนการใช้งานบรรจุภัณฑ์	48
ภาพที่ 4.8	แผ่นนำเสนองาน แสดงที่มาของโครงการ	49
ภาพที่ 4.9	แผ่นนำเสนองาน แสดงข้อจำกัดและความต้องการของบรรจุภัณฑ์	50
ภาพที่ 4.10	แผ่นนำเสนองาน แสดงการตั้งสมมุติฐานหาแนวทางการออกแบบ	51
ภาพที่ 4.11	แผ่นนำเสนองาน แสดงการตั้งสมมุติฐานหาแนวทางการออกแบบ	52
ภาพที่ 4.12	แผ่นนำเสนองาน แสดงการตั้งสมมุติฐานหาแนวทางการออกแบบ	53
ภาพที่ 4.13	แผ่นนำเสนองาน แสดงการตั้งสมมุติฐานหาแนวทางการออกแบบ	54
ภาพที่ 4.14	แผ่นนำเสนองาน แสดงการตั้งสมมุติฐานหาแนวทางการออกแบบ	55
ภาพที่ 4.15	แผ่นนำเสนองาน แสดงข้อมูลเกี่ยวกับผู้ป่วย	56
ภาพที่ 4.16	แผ่นนำเสนองาน แสดงข้อมูลเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ใกล้เคียง	57
ภาพที่ 4.17	แผ่นนำเสนองาน แสดงแนวทางการออกแบบขั้นต้น 1	58
ภาพที่ 4.18	แผ่นนำเสนองาน แสดงแนวทางการออกแบบขั้นต้น 2	59
ภาพที่ 4.19	แผ่นนำเสนองาน แสดงแนวทางความเป็นไปได้ของกลไก	60
ภาพที่ 4.20	แผ่นนำเสนองาน แสดงแนวทางการออกแบบขั้นที่ 2	61
ภาพที่ 4.21	แผ่นนำเสนองาน แสดงแนวทางการออกแบบขั้นที่ 2	62
ภาพที่ 4.22	แผ่นนำเสนองาน แสดงแนวทางการออกแบบขั้นสุดท้าย	63
ภาพที่ 4.23	แผ่นนำเสนองาน แสดงแนวทางการออกแบบ Seconddary packaging	64
ภาพที่ 4.24	แผ่นนำเสนองาน แสดงแนวทางการออกแบบ Seconddary packaging	65
ภาพที่ 4.25	แผ่นนำเสนองาน แสดงแนวทางการออกแบบ Seconddary packaging	66

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 4.26	แผ่นนำเสนองาน แสดงการวิเคราะห์แนวทางการออกแบบ	67
ภาพที่ 4.27	แผ่นนำเสนองาน แสดงการวิเคราะห์แนวทางการออกแบบ	68
ภาพที่ 4.28	แผ่นนำเสนองาน แสดงภาพถ่ายหุ่นจำลองบรรจุภัณฑ์	69
ภาพที่ 4.29	แผ่นนำเสนองาน แสดงรายละเอียดของบรรจุภัณฑ์	70
ภาพที่ 4.30	แผ่นนำเสนองาน แสดงส่วนประกอบของบรรจุภัณฑ์	71
ภาพที่ 4.31	แผ่นนำเสนองาน แสดงวิธีการใช้งานบรรจุภัณฑ์	72
ภาพที่ 4.32	แผ่นนำเสนองาน แสดงบรรจุภัณฑ์ขนาดต่างๆ	73
ภาพที่ 4.33	แผ่นนำเสนองาน แสดงรายละเอียดต่างๆของบรรจุภัณฑ์	74
ภาพที่ 4.34	แผ่นนำเสนองาน แสดงรายละเอียด และ ภาพถ่าย	75
ภาพที่ 4.35	แผ่นนำเสนองาน แสดงรายละเอียด และ ภาพถ่าย 2	76
ภาพที่ 4.36	แผ่นนำเสนองาน แสดงภาพถ่ายหุ่นจำลองทั้งหมดในโครงการ	77
ภาพที่ 4.37	ภาพถ่ายหุ่นจำลอง อินซูลินขนาด 1 mg	78
ภาพที่ 4.38	ภาพถ่ายหุ่นจำลอง อินซูลินขนาด 2 mg	78
ภาพที่ 4.39	ภาพถ่ายหุ่นจำลอง อินซูลินขนาด 3 mg	79
ภาพที่ 4.40	ภาพถ่ายหุ่นจำลอง อินซูลินขนาด 4 mg	79
ภาพที่ 4.41	ภาพถ่ายหุ่นจำลอง อินซูลินขนาด 5 mg	80
ภาพที่ 4.42	ภาพถ่ายหุ่นจำลอง อินซูลินขนาด 6 mg	80
ภาพที่ 4.43	ภาพถ่ายหุ่นจำลอง อินซูลินผงแห้ง 6 ชิ้น	81
ภาพที่ 4.44	ภาพถ่ายหุ่นจำลอง ทั้งหมดในโครงการ รวม 12 ชิ้น	81

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1 บทนำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทนำ

โรคเบาหวาน เป็นหนึ่งในโรคที่ติดอันดับต้นๆของคนไทย ใน 100 คน จะพบผู้ป่วยเบาหวานอยู่ประมาณ 3-5 คน อันตรายของโรคเบาหวานที่เกิดกับผู้ป่วยนั้น ส่วนใหญ่มักเกิดจากภาวะแทรกซ้อนที่รุนแรง ฉะนั้น หากผู้ป่วยรู้ตัวและรู้จักป้องกันไม่ให้เกิดภาวะแทรกซ้อน ก็สามารถใช้ชีวิตได้อย่างปกติ

เบาหวาน เป็นความผิดปกติของร่างกายที่มีการผลิตฮอร์โมนอินซูลินไม่เพียงพอ อันส่งผลทำให้ระดับน้ำตาลในกระแสเลือดสูงเกิน โรคนี้มีความรุนแรงสืบเนื่องมาจากการที่ร่างกายไม่สามารถใช้น้ำตาลได้อย่างเหมาะสม โดยปกติน้ำตาลจะเข้าสู่เซลล์ร่างกายเพื่อใช้เป็นพลังงานภายใต้การควบคุมของฮอร์โมนอินซูลิน ดังนั้น ปัจจัยในการรักษาโรคเบาหวาน ที่สำคัญอย่างหนึ่ง คือ อินซูลิน ผู้ป่วยเบาหวานจำนวนมากจำเป็นต้องได้รับอินซูลิน เพื่อควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด โดยการฉีดเข้าใต้ผิวหนัง (subcutaneous)

จึงเป็นที่มาของการค้นคว้าหาข้อมูลเกี่ยวกับฮอร์โมนอินซูลินนี้ เกี่ยวกับวิธีการนำอินซูลินเข้าสู่ร่างกายด้วยการสูดหายใจเข้าสู่ปอด เนื่องจาก นักวิจัยผลิตภัณฑ์ยาของบริษัท Pfizer Inc. ประเทศสหรัฐอเมริกา ได้ทำการคิดค้นวิธีการให้อินซูลินในผู้ป่วยโรคเบาหวานแบบใหม่ ด้วยวิธีการสูดหายใจเข้าทางปอด (Pulmonary insulin system) เป็นผลสำเร็จแล้ว ซึ่งสามารถลดความเจ็บปวดจากวิธีการให้ยาแบบฉีดลงได้ และให้ผลการรักษาที่เท่าเทียมกับอินซูลินชนิดฉีดเข้าใต้ผิวหนัง เป็นสาเหตุให้เกิดความพยายามในการศึกษาค้นคว้าและออกแบบบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมสำหรับฮอร์โมนอินซูลินชนิดนี้ ผลงานในโครงการนี้จัดเป็นการนำเสนอแนวคิดเชิงนวัตกรรมบรรจุภัณฑ์อินซูลินชนิดพ่นสำหรับผู้ป่วยโรคเบาหวาน โดยมีเป้าหมายในการประมวลความรู้ต่างๆ เกี่ยวกับศาสตร์ด้านการออกแบบบรรจุภัณฑ์ มุ่งเน้นการศึกษาเพื่อเข้าถึงพฤติกรรมการใช้งานและการรับรู้ของผู้ป่วยในกลุ่มที่มีความแตกต่างกันในหลายๆด้าน เช่น อายุ เพศ การศึกษา ค่านิยม ต่างๆซึ่งมีพื้นฐานความรู้ความเข้าใจในวิธีการใช้ยาชนิดนี้ รวมถึงความสามารถทางกายภาพด้านต่างๆ ไม่เท่ากัน ทั้งยังมีความต้องการยาในปริมาณที่ต่างกันอีกด้วย ดังนั้นการออกแบบบรรจุภัณฑ์ที่สามารถให้ยาผู้ป่วยอย่างมีประสิทธิภาพสนองตอบความต้องการ และแก้ปัญหาข้อจำกัดทางการใช้งานที่หลากหลายได้นั้น จึงจัดว่ามีความจำเป็นอย่างยิ่ง นอกจากนี้การศึกษาการออกแบบบรรจุภัณฑ์ในโครงการนี้ยังก่อให้เกิดประโยชน์ทั้งต่อการพัฒนาความรู้ทางวิชาการและการวิจัยด้านการออกแบบบรรจุภัณฑ์ยา อันสมบูรณ์ทั้งด้านการสื่อสารต่อผู้บริโภคและเทคโนโลยีการผลิตบรรจุภัณฑ์อย่างกลมกลืน

ชิดชนก เลาหวัฒนากุล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.1 วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. เพื่อศึกษาค้นคว้าหาความเป็นไปได้ของบรรจุภัณฑ์ใหม่นี้ และ ค้นคว้า ทดลอง หาแนวทางการออกแบบบรรจุภัณฑ์อินซูลินชนิดสูด
2. เพื่อศึกษาถึงอุปกรณ์ข้างเคียงที่มีอยู่ในท้องตลาด เพื่อนำมาประยุกต์ให้เหมาะสมกับตัวอินซูลินชนิดผง นี้
3. เพื่อศึกษาถึงพฤติกรรมของผู้ป่วยโรคเบาหวาน เพื่อนำมาวิเคราะห์ และ ออกแบบเพื่อให้ตอบสนองถึงพฤติกรรมของผู้ป่วยโรคเบาหวาน

1.2 ความเป็นไปได้ของโครงการ

ด้านนโยบาย

โครงการนี้เป็นโครงการนำร่องในอนาคต ของวงการแพทย์ ซึ่งมีเทคโนโลยีตัวใหม่ที่มีการคิดค้นได้ นั่นคือการนำเอาฮอร์โมนอินซูลินเข้าสู่ร่างกายด้วยวิธีการสูด (เข้าทางปอด) และเพิ่งได้รับการอนุมัติจาก FDA ของ USA ในปี 2006 ว่าสามารถนำมาใช้รักษาผู้ป่วยโรคเบาหวานได้ และไม่เกิดสภาวะแทรกซ้อนใดๆ จึงมีความจำเป็นที่จะต้องมีการออกแบบบรรจุภัณฑ์ออกมาเพื่อรองรับเทคโนโลยีใหม่นี้ ทั้งนี้เพื่อตอบรับกับความต้องการของผู้บริโภคอีกด้วย

ด้านสังคมและสิ่งแวดล้อม

ในปัจจุบันผู้ป่วยเป็นโรคเบาหวานในโลกทั้งหมดมากกว่า 142 ล้านคน และ คาดว่าจะเพิ่มเป็น 2 เท่าภายในปี พ.ศ. 2568 ดังนั้น ผู้ป่วยที่จะต้องทุกข์ทรมานกับการฉีดอินซูลินเข้าร่างกายมีค่อนข้างมาก การที่มีเทคโนโลยีเกิดขึ้นมาใหม่นับว่าเป็นเรื่องน่ายินดีกับผู้ป่วยโรคเบาหวาน ที่จะไม่ต้องทนเจ็บกับการใช้เข็มฉีดยาอีกต่อไป ความสะดวกสบายของ Inhaled insulin (อินซูลินแบบสูด) ช่วยให้การใช้ชีวิตของผู้ป่วยโรคนี้เป็นเรื่องที่ง่ายขึ้น ช่วยให้คุณภาพชีวิตดีขึ้นด้วย เนื่องจากการสูดอินซูลินเข้าร่างกาย เป็นเรื่องที่ทำได้ทุกที่ ทุกเวลา แตกต่างจากการฉีดเข้าสู่ร่างกาย เนื่องจากมีข้อจำกัดต่างๆมาก การออกแบบบรรจุภัณฑ์เพื่อรองรับเทคโนโลยีนี้เป็นอีกเรื่องที่สำคัญ การที่บรรจุภัณฑ์มีความสามารถในการบ่งบอกถึงสรรพคุณ บ่งบอกวิธีการใช้งานโดยง่ายนั้น จะเป็นการสนับสนุนเทคโนโลยีใหม่ เพื่อให้ผู้ป่วยไม่รู้สึกว่า เป็นเรื่องน่ากลัว ความน่าเชื่อถือเป็นอีกเรื่องหนึ่งที่ผู้ป่วยให้ความสำคัญ และไว้วางใจในผลิตภัณฑ์

ด้านการศึกษา

โครงการนี้เป็นโครงการเสนอแนะแนวทางการออกแบบและค้นคว้า ทดลองเพื่อหาความเป็นไปได้ของบรรจุภัณฑ์ใหม่นี้ เพื่อให้เกิดการศึกษา ฝึกฝน ทักษะด้านต่างๆ เริ่มจาก ทางด้านการออกแบบบรรจุภัณฑ์ และ กราฟิก อย่างมีระบบ เป็นการเปิดโอกาสให้ได้ศึกษา ทั้ง พฤติกรรมของผู้บริโภค โครงสร้างของระบบเศรษฐกิจ การดำเนินงาน การค้นคว้าข้อมูลเพื่อมาวิเคราะห์ ในการออกแบบ รวมไปถึง การเลือกใช้วัสดุและกรรมวิธีการผลิตให้เหมาะสม

สรุปความเป็นไปได้ของโครงการ

จากเหตุผลที่กล่าวมาแล้วนั้น โครงการนี้มีความเหมาะสมและเป็นไปได้ในด้านต่างๆ และจะก่อให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ขอบเขตการศึกษาวิจัย

1. การศึกษาเกี่ยวกับตัวอินซูลินชนิดผง

ศึกษาจากบทความที่มีการตีพิมพ์เกี่ยวกับอินซูลินชนิดผง วิธีการทดลองจากห้องทดลอง วิธีการนำยาเข้าสู่ร่างกายของผู้ป่วยโรคเบาหวาน ข้อจำกัดต่างๆของอินซูลินชนิดผง ข้อจำกัดต่างๆเกี่ยวกับวิธีการนำยาเข้าสู่ร่างกาย ลำดับขั้นตอน รวมไปถึง รวมไปถึง ชนิด ลักษณะ ของตัวอุปกรณ์ที่มีการใช้ในห้องทดลอง ข้อจำกัดของตัวอุปกรณ์ และ ผลของอินซูลินชนิดนี้ ที่มีต่อการรักษา

2. การศึกษาเกี่ยวกับตัวผู้บริโภค และ บุคคลที่มีความเกี่ยวข้อง

ศึกษาจากผู้ป่วย ถึง พฤติกรรมการใช้งานอินซูลินชนิดฉีด พฤติกรรมที่มีการทำเป็นประจำ (เพื่อนำมาประยุกต์ให้เข้ากับการทำงานของอุปกรณ์ชนิดใหม่) ความจำเป็น ความต้องการ ข้อจำกัดต่างๆ ที่มี ในการใช้อินซูลินในการรักษาในปัจจุบัน รวมไปถึง การศึกษาถึงการรับรู้ที่แตกต่างกันของกลุ่มผู้บริโภค เนื่องจากปัจจัยต่างๆ เช่น เพศ อายุ ระดับการศึกษา เป็นต้น ศึกษาถึงความเชื่อมั่นของผู้ป่วยหากเกิดอุปกรณ์ใหม่

ศึกษากลุ่มบุคคลที่มีความเกี่ยวข้อง กลุ่มแรก ได้แก่ แพทย์ พยาบาล และ กลุ่มเภสัชกร ซึ่ง แพทย์เป็นกลุ่มที่มีบทบาทเกี่ยวกับตัวยาเป็นอย่างมาก เนื่องจากเป็นกลุ่มบุคคลกลุ่มแรกที่จะยอมรับตัวยาใหม่ ก่อนที่จะเลือกให้กับผู้ป่วยนั่นเอง การศึกษาจากเภสัชกร นั้นเป็นการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับตัวยา เนื่องจากเภสัชกรจะมีความรู้ ความเชี่ยวชาญมากกว่ากลุ่มอื่นๆ

ศึกษากลุ่มวิศวกร ออกแบบ เกี่ยวกับเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับการนำมาประยุกต์ใช้กับอุปกรณ์ เช่น อุปกรณ์อัดลม เป่าลม และ ศึกษาถึงวิธีการ กลไก ต่างๆของอุปกรณ์ที่ใกล้เคียง รวมไปถึงเทคโนโลยีการผลิตต่างๆ อีกด้วย

1.4 ขอบเขตการออกแบบตามโครงการด้านคุณภาพ

1. ด้านการออกแบบโครงสร้างของบรรจุภัณฑ์

- ทำการออกแบบบนพื้นฐานของข้อจำกัด และ ความต้องการของตัวยา คือ การที่ตัวยาจะต้องมีการถูกพ่นออกมาเป็นกลุ่มหมอก ตัวบรรจุภัณฑ์นี้จึงจำเป็นต้องมีพื้นที่สำหรับให้มีการเกิดหมอกของกลุ่มยาด้วย อาจจำเป็นจะต้องเป็นพื้นที่ใส เป็นต้น

- ทำการออกแบบบรรจุภัณฑ์ โดยคำนึงถึงการใช้งานของผู้ป่วย โดยให้รูปทรง ตอบรับลักษณะการใช้งานของผู้ป่วย เรื่องโครงสร้างที่สามารถสื่อสารกับผู้ป่วยได้ในระดับพื้นฐาน กล่าวคือ ผู้ป่วยสามารถรับรู้ได้ทันทีที่เห็นบรรจุภัณฑ์ว่าใช้งานอย่างไร เอายาใส่ด้านไหน ยาพ่นออกมาด้านไหน คือให้รูปทรงของบรรจุภัณฑ์บ่งบอกวิธีการใช้งานของผลิตภัณฑ์ไปในตัว ให้บรรจุภัณฑ์มีส่วนช่วยให้ผู้ป่วยสะดวกมากขึ้นเช่น มีการเตือนว่า ได้ใช้ยาไปหรือยัง หรือ มีการบ่งชี้ว่า ปริมาณยาเหลืออยู่แค่ไหน ควรเติมยาลงไปในบรรจุภัณฑ์แล้วหรือยัง เป็นต้น ทั้งนี้ ยังต้องคำนึงถึง ปัจจัยด้านต่างๆอีกด้วย เช่น ด้านความสะอาด ซึ่งถือเป็นเรื่องที่สำคัญอันดับต้นๆ ของผลิตภัณฑ์ยา การบรรจุที่ดี ง่ายและสะดวก การปกป้อง คุ้มครองตัวยาได้เป็นอย่างดี เริ่มตั้งแต่ การขนส่ง การเก็บรักษา

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ทำการออกแบบบรรจุภัณฑ์โดยใส่ใจกับผู้บริโภคอย่างมาก เนื่องจากผู้ป่วยโรคเบาหวานส่วนมากเป็น ผู้สูงอายุ การยอมรับในผลิตภัณฑ์ใหม่ๆจะมีค่อนข้างน้อยกว่าคนทั่วไป จึงจำเป็นต้องออกแบบให้เป็นที่ยอมรับของกลุ่มผู้ป่วยกลุ่มนี้ด้วย และรวมไปถึงผู้ที่มีความเกี่ยวข้องกับผู้บริโภค ด้วย เช่น แพทย์ ซึ่งเป็นผู้หนึ่งที่มีบทบาทต่อการเลือกใช้ตัวยาอีกด้วย เพราะเนื่องจากผู้ป่วยจำนวนมาก มีความเชื่อมั่นในตัวแพทย์มากกว่าปัจจัยอื่นๆ เป็นต้น

2. ด้านการออกแบบกราฟิกและการสื่อสารบนบรรจุภัณฑ์

- ทำการออกแบบกราฟฟิกบนบรรจุภัณฑ์ที่เน้นประโยชน์ทางด้านการสื่อสารกับผู้บริโภคเป็นหลัก ทั้งสื่อสารทางด้านข้อมูลเกี่ยวกับตัวยา ที่สามารถบอกกับตัวผู้ป่วยได้โดยง่ายว่า เป็นยาสำหรับอะไร มีสรรพคุณอย่างไร สื่อสารทางด้านการใช้งาน เช่น เวลารับประทาน เมื่อใด ต้องรับประทานในปริมาณเท่าใดต่อครั้ง วันละกี่ครั้ง รวมไปถึง การเก็บรักษาตัวยานั้นๆด้วย

- ทำการออกแบบโดยการศึกษาถึงการยอมรับตัวยานี้ของกลุ่มผู้ป่วย ศึกษาการใช้ยาชนิดนี้ในรูปแบบต่างๆ เพื่อให้การออกแบบตอบสนองความต้องการของผู้ป่วยได้เป็นอย่างเต็มที่ และเนื่องจากเป็นการนำเอาวิธีการที่เคยใช้กับตัวยาอื่นๆ มาใช้กับยารักษาโรคเบาหวานนี้จึงจำเป็นต้องศึกษาถึงกลุ่มตัวผู้ป่วยโดยตรงอีกด้วย

- ทำการแสดงข้อมูลต่างๆที่มีความสำคัญต่อการใช้ยา เช่น ชื่อของผลิตภัณฑ์ วัน เดือน ปี ที่ผลิต และหมดอายุ วิธีการใช้งาน ซึ่งถือเป็นเรื่องสำคัญของการใช้ยา มิฉะนั้นจะก่อให้เกิดอันตราย และ แสดงให้เห็นถึง ส่วนประกอบ เป็นการใส่รายละเอียดเพื่อให้ถูกต้องตามกฎหมาย และเป็นการคุ้มครองผู้ใช้งาน

1.5 ขอบเขตของการออกแบบตามโครงการในด้านปริมาณ

กลุ่ม อินซูลิน แบบสูด (Inhaled Insulin) ชนิด Rapid-acting Pulmonary Insulin อินซูลินประเภทนี้สามารถคงสภาพอยู่ที่อุณหภูมิปกติได้นานถึง 2 ปี

ขอบเขตงานด้านปริมาณนี้ มีจำนวน สองโครงสร้าง คือ Primary Packaging และ seconadary packaging

1.6 แนวทางการศึกษาวิจัยเพื่อประกอบการออกแบบ

1. ศึกษาเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ ได้แก่ ตัวยารับประทาน อุปกรณ์การพ่นยา

- สถานะ ของตัวยา ชนิด และรูปแบบต่างๆของยา
- คุณสมบัติของตัวยา การใช้งานต่างๆ
- ความแตกต่างของการใช้ยาในวิธีการต่างๆ ผลที่จะได้รับต่อการใช้ยานั้นๆ
- ลักษณะทางเคมีของตัวยา เช่นการเก็บรักษาในอุณหภูมิห้อง ความไวแสง ปฏิกิริยาต่อน้ำหรือความชื้น เป็นต้น
- การผลิต และ ขั้นตอนการบรรจุยาลงสู่บรรจุภัณฑ์
- วิธีการนำยาเข้าสู่ร่างกาย อุปกรณ์ต่างๆที่เกี่ยวข้องกับวิธีการใช้ยา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. เกิดการพัฒนาการในด้านของผลิตภัณฑ์และบรรจุภัณฑ์ยารักษาโรคเบาหวาน ที่มีประโยชน์และสามารถใช้เป็นแบบอย่างที่ดี ต่อไปในอนาคต และช่วยให้เกิดการพัฒนาอุปกรณ์สำหรับพ่นยาในการรักษาโรคเบาหวานมากขึ้นด้วย
2. เกิดบรรจุภัณฑ์ที่เกี่ยวข้องกับยาและอุปกรณ์รักษาโรคเบาหวานที่มีคุณค่า มีความน่าเชื่อถือ ต่อผู้บริโภค และ ผู้เกี่ยวข้อง
3. เกิดบรรจุภัณฑ์ที่ช่วยอำนวยความสะดวก และ ตอบสนองความต้องการของผู้ผลิต ผู้บริโภค รวมไปถึงผู้มีส่งเกี่ยวข้องในวงการแพทย์ ผ่านทางด้านการใช้งาน การจับถือ การหยิบใช้ วิธีการต่างๆที่คิดค้นออกมาเพื่อให้เกิดการใช้งานที่สะดวกสบาย รวมไปถึงการบรรจุสินค้าลงบรรจุภัณฑ์และการขนส่ง การใช้งานที่เหมาะสมกับชีวิตประจำวัน
4. เกิดความเข้าใจในตัวผลิตภัณฑ์มากขึ้น มีความเข้าใจที่ถูกต้องในการใช้ตัวยา รวมไปถึงวิธีการใช้ยา ไม่ว่าจะเป็นในรูปแบบการรับประทาน และ การสูด
5. เป็นตัวอย่างศึกษาในด้านการออกแบบบรรจุภัณฑ์ยาและอุปกรณ์ให้กับนักออกแบบอื่นๆ ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- รูปแบบของผลิตภัณฑ์ยาเดิมที่เคยมีอยู่ในท้องตลาด
- วิธีการเก็บรักษาอุปกรณ์ต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการใช้ยา

2. ศึกษาถึงระเบียบข้อบังคับของยา
   - ศึกษาพระราชบัญญัติยา ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ ข้อกำหนด และการแจ้งรายละเอียดต่างๆของตัวยา ลงบนฉลาก บนบรรจุภัณฑ์
   - ศึกษาถึงการบรรจุ ปริมาณที่เหมาะสมต่อการใช้ยา
3. ศึกษาเกี่ยวกับการขนส่งและการกระจายสินค้า
   - กระบวนการและขั้นตอนการขนส่ง
   - กระบวนการและการกระจายสินค้าออกสู่ท้องตลาด
4. ศึกษาเกี่ยวกับ พฤติกรรมของผู้บริโภค
   - ศึกษาพฤติกรรมด้านการใช้ยาของผู้ป่วยโรคเบาหวาน
   - ศึกษาถึงวิธีการเลือกใช้ยาของแพทย์ และ เภสัชกร
- ศึกษาพฤติกรรมของผู้บริโภคเกี่ยวกับการใช้อุปกรณ์ช่วยพ่นยา
   - ศึกษาพฤติกรรมของผู้บริโภคด้านการเก็บรักษาอุปกรณ์ และ ตัวยา
   - ศึกษาพฤติกรรมของผู้บริโภคเกี่ยวกับทัศนคติต่อการใช้ยา
5. ศึกษาผลิตภัณฑ์ ใกล้เคียง ข้างเคียง
   - ลักษณะการจับ การใช้งานของอุปกรณ์พ่นยา รักษาโรคประเภทอื่นๆ
   - ศึกษาผลิตภัณฑ์ ที่มีใช้อยู่ในห้องทดลอง เกี่ยวกับโรคเบาหวาน
   - ศึกษาผลิตภัณฑ์อื่นที่ ที่มีการนำเอาแรงดันอากาศมาใช้งาน เช่น อุปกรณ์จัดแต่งทรงผม หรือ กระป๋องสีสเปย์
6. ศึกษาถึงวัสดุ รูปแบบ และกรรมวิธีในการผลิตบรรจุภัณฑ์
   - ศึกษาวัสดุที่ไม่ทำปฏิกิริยาทางเคมีกับตัวยารักษาโรคเบาหวาน
   - ศึกษารูปแบบที่เหมาะสมในการทำบรรจุภัณฑ์
   - ศึกษาถึงรูปแบบของบรรจุภัณฑ์ที่สามารถผลิตได้ รวมถึงแนวโน้มที่จะสามารถผลิตได้ในระบบอุตสาหกรรม
7. ศึกษาเกี่ยวกับข้อมูลของโรคเบาหวาน
   - สาเหตุของการเกิดโรค เบาหวาน
   - อาการของผู้ป่วยโรคเบาหวาน
   - ประเภทของโรคเบาหวาน
   - การรักษาผู้ป่วยโรคเบาหวาน

1.7 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

จากการจัดทำโครงการออกแบบบรรจุภัณฑ์ และกราฟิก ยาและอุปกรณ์การใช้ยาสำหรับผู้ป่วย โรคเบาหวาน คาดว่าผลที่จะได้รับมีดังนี้

เอกสารนี้มีไว้สำหรับการที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2 การค้นคว้าข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1 ข้อมูลของอินซูลินชนิดผง

อินซูลินผงแห้ง ที่มีรูปแบบผลิตภัณฑ์ เป็นผงแห้ง (dry powder inhalers; DPI) อินซูลินผงแห้ง ผสมกับ mannitol, glycine และ sodium citrate 5 มิลลิกรัม ซึ่งเป็นสารให้ความคงตัว ขนาดอนุภาค (aerosol particle) ของอินซูลินผงแห้งมีขนาด 1 ถึง 3 ไมโครเมตร ซึ่งเป็นขนาดที่เหมาะสมในการที่โมเลกุลยาจะตกในบริเวณถุงลมปอด ในหนึ่งอนุภาคของอินซูลินผงแห้ง ประกอบด้วยโมเลกุลของอินซูลินประมาณ 300 ล้านโมเลกุล (ประมาณร้อยละ 60) และสารให้ความคงตัว การที่อนุภาคของอินซูลินผงแห้ง มีสารให้ความคงตัวประกอบอยู่ด้วยจึงทำให้อินซูลินผงแห้ง มีความคงตัวที่อุณหภูมิห้อง และสามารถละลายได้ดีและถูกดูดซึมได้เมื่ออยู่ในปอด อินซูลินผงแห้ง 1 มิลลิกรัมประกอบด้วย อินซูลินประมาณ 27.5 ยูนิต ซึ่งมีประสิทธิผลในการลดระดับน้ำตาลในเลือด ได้เทียบเท่ากับ อินซูลินแบบฉีด (regular insulin) 3 ยูนิต วิธีใช้ อินซูลินผงแห้ง ผู้ป่วยต้องสูดลมหายเข้าใจช้าๆ และลึก

2.1.1 ข้อมูลการทดลองต่างๆเกี่ยวกับอินซูลินชนิดผง

อินซูลินเป็นฮอร์โมนที่ถูกนำมาใช้ในการลดระดับน้ำตาลในเลือดของผู้ป่วยโรคเบาหวานมานาน แม้จะไม่สามารถรักษาให้หายขาดได้ แต่การลดระดับน้ำตาลในเลือดของผู้ป่วยให้อยู่ในสภาวะปกตินั้น จะเป็นการป้องกันภาวะแทรกซ้อนที่อาจเกิดขึ้น ผู้ป่วยโรคเบาหวานจึงจำเป็นต้องใช้อินซูลินอยู่ตลอด และในปัจจุบันได้มีการคิดค้นวิธีการใช้อินซูลินแบบใหม่ขึ้นมา นั่นคือ วิธีการสูด แนวความคิดเรื่องการสูดอินซูลิน มีมานานกว่าสิบปีแล้ว แต่ปัญหาสำคัญคือ ยาที่ใช้วิธีการสูดเข้าทางปากนั้น ยามักจะติดอยู่แค่บริเวณคอหอย ไปไม่ถึงปอด จึงมีการพัฒนาเรื่อยมา จนกระทั่งได้ออกมาเป็น อินซูลินในรูปของผงแห้ง ที่หลังจากสูดเข้าสู่ปอดแล้ว จะเข้าสู่กระแสเลือดเร็วกว่าการฉีดเข้าบริเวณใต้ผิวหนังและออกฤทธิ์ได้รวดเร็วกว่า แต่จะมีราคาแพงกว่าอินซูลินแบบฉีด 4-5 เท่า

ผู้ที่สามารถใช้อินซูลินแบบสูดนี้ได้ จะได้แก่ ผู้ใหญ่ (อายุมากกว่า 18 ปี) ที่ป่วยเป็นโรคเบาหวานทั้งประเภทที่ 1 และประเภทที่ 2 อาจมีการใช้เดี่ยวๆ หรือการใช้ร่วมกับยารับประทาน หรือ ใช้ร่วมกับ Long-acting Insulin (เป็นอินซูลินประเภทออกฤทธิ์นานตั้งแต่ 18-24 ชั่วโมงต่อการนำยาเข้าสู่ร่างกาย 1 ครั้ง) อินซูลินแบบสูดนี้ ยังไม่มีการรับรองถึงผู้ป่วยประเภทอื่นๆ ได้แก่ สตรีมีครรภ์ หรือกำลังให้นมแก่บุตร ยังไม่แนะนำให้ใช้สำหรับเด็กที่มีอยู่ต่ำกว่า 18 ปี เนื่องจากข้อมูลยังไม่มีมากพอ และผู้ป่วยที่กำลังสูบบุหรี่ หรือเลิกสูบบุหรี่มากนานน้อยกว่า 6 เดือน เนื่องจากผู้ป่วยประเภทนี้จะได้รับอินซูลินมากกว่าปกติ รวมไปถึงผู้ป่วยที่เป็นโรคเกี่ยวกับปอดที่ไม่ได้รักษา หรือยังควบคุมไม่ได้ เพราะอินซูลินจะส่งผลกระทบต่อปอดโดยตรง จะทำให้สมรรถภาพของปอดแย่ลงได้ แม้กระทั่งผู้ป่วยที่ไม่ได้มีโรคปอด ก็ต้องทำการตรวจเช็คสมรรถภาพของปอดก่อนใช้ยา และติดตามทุก 6 เดือน โดยถ้ามีค่า FEV1 ต่ำกว่า 70% ก็ไม่ควรใช้

มีคุณสมบัติทางเภสัชจลนศาสตร์ ที่สามารถออกฤทธิ์เร็ว ซึ่งเป็นคุณสมบัติที่เหมาะสมในการควบคุมระดับน้ำตาลหลังมื้ออาหาร(postprandial glucose) Rave และคณะ8 ได้ทำการศึกษ คุณสมบัติทางเภสัชจลนศาสตร์และเภสัชพลศาสตร์ เปรียบเทียบระหว่าง inhaled insulin และอินซูลินที่ออกฤทธิ์เร็วสองชนิดคือ regular insulin และ insulin

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

lispro โดยทำ การศึกษาในอาสาสมัครสุขภาพดีจำ นวน 17 คน (รายละเอียดในตารางที่ 4 และ 5) จากผลการศึกษาพบว่าระยะเวลาที่ยาเริ่มออกฤทธิ์ (onset of action) ซึ่งดูจากระยะเวลาเริ่มต้นที่อินซูลินสามารถลดระดับน้ำตาลในเลือดได้ร้อยละ 50 ของประสิทธิผลในการลดน้ำตาลในเลือดสูงสุด (time to early half maximal effect) เท่ากับ 32, 41, และ 48นาที ในกลุ่มที่ได้รับ inhaled insulin, regular insulin และ insulin lispro ตามลำดับ นั่นคือ inhaled insulin มีระยะเวลาที่ยาเริ่มออกฤทธิ์เร็วกว่า regular insulin และ insulin lispro อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P < 0.001$ และ $P < 0.05$ ตามลำดับ พบว่า inhaled insulin มีอัตราเร็วของการเมตาบอลิซึมไม่แตกต่างจาก regular insulin แต่พบว่ามีอัตราเร็วต่ำกว่า insulin lispro อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) โดย มีอัตราการเมตาบอลิซึมเป็น 8.7, 9.8, และ 11.2 มก./กก./นาที ในกลุ่มที่ได้รับ inhaled, regular insulin และ insulin lispro ตามลำดับ สำหรับระยะเวลาในการออกฤทธิ์ (duration of action) พบว่า inhaled insulin ออกฤทธิ์ได้นานกว่า insulin lispro อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) ในขณะที่มีระยะเวลาในการออกฤทธิ์ ไม่แตกต่างจาก regular insulin เมื่อดูจากระยะเวลาที่อินซูลินสามารถลดระดับน้ำตาลในเลือด ได้เพียงร้อยละ 50 หลังเวลาที่มีประสิทธิผลสูงสุดในการลดน้ำตาลในเลือด (time to late half-maximal effect) คือ 387,415, และ 313 นาที ในกลุ่มที่ได้รับ inhaled insulin, regular insulin และ insulin lispro ตามลำดับ ดังนั้น inhaled insulin จึงมีคุณสมบัติที่เหมาะสมในการควบคุมน้ำตาลในเลือดหลังมื้ออาหาร ในส่วนของกา ร ก ร ะ จ า ย ตัว (distribution) แล ะกา ร ขจัดยา(elimination) พบว่าไม่แตกต่างจากอินซูลินที่ผลิตในร่างกาย (endogenous insulin) สำหรับปัจจัยด้านอายุพบว่า ในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 1 ในช่วงอายุ 6 - 17 ปี มีการดูดซึมของอินซูลินผงแห้งได้เร็วกว่าการฉีด rapid-acting insulin analogs ในขณะที่ไม่พบความแตกต่างของการดูดซึมในกลุ่มผู้ป่วยที่อายุมากกว่า 65 ปีหรือผู้ป่วยทั่วไป พบว่าปัจจัยด้านเพศและเชื้อชาติ ไม่มีผลต่อคุณสมบัติทางเภสัชจลนศาสตร์ และเภสัชพลศาสตร์ของยาปัจจุบันยังไม่มีการศึกษาการใช้อินซูลินผงแห้งในผู้ป่วยที่มีการทำงานของตับหรือไตผิดปก

2.1.2 ข้อจำกัดต่างๆของอินซูลินชนิดผง

ความปลอดภัยในการใช้อินซูลินชนิดผง

ปัญหาที่สำ คัญของการให้อินซูลินทางปอดคือ การกระตุ้นระบบภูมิต้านทานร่างกายในการสร้าง insulin antibody พบว่าการฉีด human insulin สามารถกระตุ้นให้เกิด local allergy ได้ร้อยละ 2 และทำให้เกิด systemic allergy ได้ ร้อยละ 0.1 นอกจากนี้พบว่าการฉีดอินซูลินแบบต่อเนื่องสามารถกระตุ้นระบบภูมิต้านทานร่างกายได้มากกว่าการฉีดเพียงไม่กี่ครั้งต่อวัน13 ดังนั้นการใช้ inhaled insulin จึงมีโอกาสกระตุ้นให้มีการสร้าง insulin antibody ได้มาก Fineberg และคณะ14 ได้ทำการศึกษาอัตราการสร้าง insulin antibody และผลที่ตามมาจากการเกิด insulin antibody โดยติดตามและวิเคราะห์ผลจากการศึกษาทางคลินิกทั้งในระยะที่ 2 และ 3 เป็นระยะเวลา 24 เดือน แบ่งผู้ป่วยเป็น 3 ประเภท คือ ผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 1 ผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 ที่เคยใช้อินซูลิน และผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 ที่ไม่เคยใช้อินซูลินมา ก่อน เปรียบเทียบระหว่างกลุ่มที่ได้รับ inhaled insulin กับกลุ่มที่ไม่ได้รับ จากผลการศึกษาพบว่าในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 1 ใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

inhaled insulin มีการสร้าง insulin antibody ได้ร้อยละ 29 ซึ่งสูงกว่าในกลุ่มผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 1 ที่ฉีดอินซูลินมากถึงร้อยละ 22 พบว่า insulin antibodyเกิดได้ต่ำสุดในกลุ่มของผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 ที่ไม่เคยใช้อินซูลินมาก่อน ชนิดของ antibody ที่พบเป็น IgG อัตราการสร้าง antibody สูงสุดหลังจากใช้ inhaled insulin ไปแล้ว 6-12 เดือน อย่างไรก็ตาม ระดับ antibody ที่เพิ่มขึ้นไม่มีความสัมพันธ์กับการเกิดปฏิกิริยาการแพ้ (allergy) หรือภูมิคุ้มกันไวเกิน (hypersensitivity) รวมถึงระดับของ insulin antibody ที่เพิ่มขึ้นไม่มีผลต่อประสิทธิผลในการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด ขนาดของอินซูลินที่ใช้ อุบัติการณ์ของภาวะน้ำตาลในเลือดต่ำ หรือการเปลี่ยนแปลงการทำงานของปอด การศึกษาความปลอดภัยของยาในสัตว์ทดลอง เมื่อใช้อินซูลินชนิดผง 2 ปี พบว่าไม่ทำ ให้เกิดการกลายพันธุ์ (mutagenic) และการเกิดมะเร็ง (carcinogenesis) อย่างไรก็ตามพบว่าการใช้ Exubera ในหญิงมีครรภ์อาจมีผลเสียต่อทารกในครรภ์ (Pregnancy Category C) ตลอดจนพบว่าอินซูลินชนิดผง สามารถขับออกได้ทางน้ำนม จึงไม่แนะนำให้ใช้ยาในหญิงมีครรภ์ หรือหญิงให้นมบุตร

อินซูลินชนิดผงแห้งมีข้อจำกัดในผู้ป่วยที่ภาวะผิดปกติของระบบทางเดินหายใจ เช่นผู้ป่วยทางเดินหายใจอุดกั้นเรื้อรัง ผู้ป่วยหืดรุนแรง ผู้ป่วยถุงลมโป่งพอง เนื่องจากภาวะของระบบทางเดินหายใจที่มีความแตกต่างจากผู้ป่วยทั่วไป ทำให้มีปริมาตรการหายใจลดลง ซึ่งมีผลต่อตำแหน่งในการตกของโมเลกุลยาในทางเดินหายใจ ส่งผลให้การดูดซึมของยามีความแตกต่างออกไปจากผู้ป่วยที่มีทางเดินหายใจปกติ6 และรวมถึงยังไม่มีการศึกษาการใช้อินซูลินชนิดผงแห้ง ในแง่ของขนาดการใช้หรือประสิทธิผลของยาในกลุ่มผู้ป่วยเหล่านี้ สำหรับการสูบบุหรี่พบว่าผู้ป่วยที่สูบบุหรี่ขณะใช้อินซูลินชนิดผงแห้งหรือสูบบุหรี่อยู่เป็นประจำ มีผลทำ ให้การดูดซึมของอินซูลินเข้าสู่ระบบไหลเวียนเลือดเกิดได้เร็วขึ้น จึงทำให้อินซูลินชนิดผงแห้ง ออกฤทธิ์ได้เร็วกว่ากลุ่มผู้ป่วยที่ไม่มีการสูบบุหรี่ เพื่อหลีกเลี่ยงผลที่ไม่พึงประสงค์จึงแนะนำว่า ไม่ควรสูบบุหรี่ในระหว่างการใช้inhaled insulin และหากระหว่างการใช้ อินซูลินชนิดผงแห้ง มีการเลิกสูบบุหรี่ควรปรับขนาดการใช้ อินซูลินชนิดผงแห้ง โดยขึ้นอยู่กับระดับน้ำตาลในเลือดของผู้ป่วยแต่ละคน5,6 อินซูลินชนิดผงแห้ง มีความปลอดภัยในการใช้ทั้งแบบเดี่ยว หรือใช้ร่วมกับอินซูลินที่ออกฤทธิ์ยาว หรือใช้ร่วมกับยาเม็ดลดระดับน้ำตาลในเลือด อาการไม่พึงประสงค์ที่พบได้แก่ ภาวะน้ำตาลต่ำ เจ็บแน่นหน้าอก (chest pain) ปากแห้ง ไอ

อินซูลินที่ใช้ในการพ่น เพื่อให้ผู้ป่วยสูดเข้าสู่ร่างกายนี้จะอยู่ในรูปของแข็งที่เป็นผงละเอียด ขนาดประมาณ 1-5 micron ซึ่งเป็นขนาดที่เหมาะสมที่จะไป alveoli และจะละลายที่พื้นผิวได้อย่างรวดเร็ว ก่อนจะดูดซึมเข้าสู่กระแสเลือด ขนาดของผงยานี้เป็นเรื่องสำคัญ ถ้ามีขนาดใหญ่กว่านี้ ก็จะติดอยู่ในทางเดินหายใจส่วนบน และในทางกลับกัน ถ้ามีขนาดเล็กเกินไป ก็จะหลุดออกมา และถูกขับออกไปพร้อมกับลมหายใจ

ข้อบ่งใช้ ขนาดและวิธีการใช้ยา

ข้อบ่งใช้ของอินซูลินผงแห้ง คือลดระดับน้ำตาลในเลือดในผู้ป่วยเบาหวาน เนื่องจากเป็นอินซูลินที่ออกฤทธิ์เร็ว และมีฤทธิ์นานเมื่อเทียบเท่ากับ regular insulin การใช้ในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 1 จึงจำเป็นต้องใช้ร่วมกับอินซูลินที่ออกฤทธิ์ยาว เช่น ultralente สำหรับผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 สามารถใช้เดี่ยวๆ หรือใช้ร่วมกับยาเม็ดลดระดับน้ำตาลในเลือด หรืออินซูลินที่ออกฤทธิ์ยาวก็ได้เนื่องจากอินซูลินผงแห้งเป็นอินซูลินที่ออกฤทธิ์เร็ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จำเป็นต้องให้ก่อนมื้ออาหารทันที (ไม่เกิน 10 นาทีก่อนมื้ออาหาร) การคำนวณขนาดยาเริ่มต้นขึ้นกับผู้ป่วยแต่ละคน สูตรที่ใช้คำนวณหาขนาดยาเริ่มต้น คือ น้ำหนัก (kg) X 0.05 มก./กก. เมื่อได้ขนาดยาเป็นมิลลิกรัมแล้ว ให้ปรับขนาดให้เหมาะสมกับขนาดบรรจุของยา เช่น เมื่อคำนวณได้ 3.7 มก. ก็เลือกขนาดยาที่ 3 มก. เป็นต้น จากนั้นให้ปรับขนาดการใช้ยา โดยขึ้นกับระดับน้ำตาลในเลือดของผู้ป่วยแต่ละคน

น้ำหนัก (kg)	น้ำหนัก (lb)	Initial dose per Meal (mg / meal)	Number of 1 mg blisters per dose	Number of 3 mg blisters per dose
30-39.9	66-87	1	1	-
40-59	88-132	2	2	-
60-79.9	133-176	3	-	1
80-99.9	177-220	4	1	1
100-119.9	220-264	5	2	1
120-139.9	265-308	6	-	2

ตารางที่ 2.1 ตารางข้อมูลการใช้อินซูลินชนิดผงแห้งแก่ผู้ป่วย โดยวัดตามน้ำหนักตัว

การเก็บรักษาอินซูลินชนิดผงแห้ง

เนื่องจากมีลักษณะเป็นผงขนาดเล็กจึงไม่แนะนำให้เก็บไว้ในตู้เย็นเหมือนกับอินซูลินแบบฉีด โดยทั่วไป อินซูลินชนิดผงแห้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง (15-30 °C) ห้ามเก็บไว้ในตู้เย็นหรือแช่แข็ง เมื่อเปิดยาแล้ว ต้องมีการป้องกันความชื้น และเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง โดยยาที่เปิดแล้ว จะมีอายุการใช้ 3 เดือน

2.1.3 วิเคราะห์และสรุปข้อมูลเกี่ยวกับตัวอินซูลินชนิดผงแห้ง

ลักษณะของตัวยา มีลักษณะเป็นของแข็งขนาดเล็ก (1-3 ไมโครเมตร)

การเก็บรักษา ต้องเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง (15-30 °C)

กลุ่มผู้ป่วย
- ผู้ป่วยเป็นโรคเบาหวานทั้งประเภทที่ 1 และ ประเภทที่ 2
- ผู้ป่วยที่มีอายุมากกว่า 18 ปี
- ผู้ป่วยที่ไม่ได้ตั้งครรภ์
- ผู้ป่วยที่ไม่มีภาวะผิดปกติของระบบทางเดินหายใจ เช่นผู้ป่วยทางเดินหายใจอุดกั้นเรื้อรัง ผู้ป่วยหืดรุนแรง ผู้ป่วยถุงลมโป่งพอง

ความต้องการด้านการใช้งานของอินซูลินชนิดผงแห้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจาก ผู้ป่วยโรคเบาหวานมีความจำเป็นที่จะต้องใช้อินซูลินอย่างประจำ และ สม่ำเสมอ จึงเกิดเป็นพฤติกรรมการใช้งานอินซูลินรวมกับการใช้ชีวิตประจำวัน ซึ่งในปัจจุบัน อินซูลินประเภทได้ถูกออกแบบมาเพื่อตอบรับความต้องการด้านนี้ ไม่ว่าจะเป็น Insulin pump , Insulin pen และอีกมากมายหลายรูปแบบ และเมื่อมีการคิดค้น ตัวอินซูลินออกมาใหม่ ในลักษณะผงแห้ง นี้ การออกแบบบรรจุภัณฑ์สำหรับอินซูลินประเภทผงแห้ง จึงมีความต้องการที่สำคัญคือ ต้องมีการตอบรับการใช้งานที่มีความจำเป็นต้องพกพาไปได้ในชีวิตประจำวัน

นอกจากนี้ ความต้องการอื่นๆ ที่ต้องตอบรับข้อจำกัดต่างๆของอินซูลินชนิดผงแห้ง เช่น เนื่องจากตัวอินซูลินมีลักษณะเป็นผงแห้ง จึงจำเป็นต้องคิดค้นเกี่ยวกับวิธีการบรรจุผงอินซูลินในภายในบรรจุภัณฑ์ วิธีการใช้งานอินซูลินชนิดผงแห้งที่มีขั้นตอนการใช้งานที่ชัดเจน คือ การที่จะต้องใช้ลมในการพ่นให้อินซูลินที่เป็นผง ให้ฟุ้งกระจาย ก่อนที่ผู้ป่วยจะใช้วิธีการหายใจเข้า เพื่อให้อินซูลินประเภทนี้ เข้าไปซึมผ่านเข้าสู่กระแสเลือดที่ขั้วของปอด ดังนั้น การคิดค้นเพื่อออกแบบบรรจุภัณฑ์อินซูลินชนิดผงนี้ จะต้องมีช่องว่างอยู่ภายใน สำหรับให้อินซูลินชนิดผงแห้งนี้ฟุ้งกระจาย

อีกปัจจัยหนึ่งที่ต้องคำนึงถึง คือ การใช้งานของผู้ป่วย ซึ่งกว่าครึ่งของผู้ป่วยโรคเบาหวานนั้น เป็นผู้สูงอายุ การออกแรงเพื่อกด ดึง จึงต้องไม่ใช้แรงมากนัก และวิธีการใช้งานต่างๆ จะต้องเป็นไปโดยง่าย ไม่มีขั้นตอนที่ยุ่งยากวุ่นวายมากนัก และ ผู้ป่วยโรคเบาหวานนี้ มีการใช้อินซูลินในปริมาณที่ไม่เท่ากันต่อผู้ป่วย 1คน ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับน้ำหนักตัวของผู้ป่วยนั้น การรับประทานอาหารแต่ละมื้อของผู้ป่วยแต่ละคน ลักษณะสภาพร่างกายของผู้ป่วยนั้น หรือ ผู้ป่วยบางคน การใช้อินซูลินไม่ว่าจะเป็นแบบฉีด หรือจะเป็นแบบชนิดสูด อาจจะต้องขึ้นอยู่กับวิจารณญาณของแพทย์ ก็เป็นไปได้ บรรจุภัณฑ์อาจจะมีการปรับเปลี่ยนการใช้งานให้เหมาะสมกับผู้ป่วยแต่ละคนได้

สรุปความต้องการด้านการใช้งานของบรรจุภัณฑ์อินซูลินชนิดผงแห้ง

- บรรจุภัณฑ์อินซูลินชนิดผงแห้ง ต้องมีขนาดกระทัดรัด สามารถพกพาได้ในชีวิตประจำวัน
- บรรจุภัณฑ์อินซูลินชนิดผงแห้ง จะต้องมีการออกแบบโดยคำนึงถึงวิธีการใช้งาน ได้แก่ การบรรจุผงอินซูลิน และ ช่องว่างภายในบรรจุภัณฑ์สำหรับการฟุ้งกระจายของอินซูลิน

ความต้องการด้านการสื่อสารของบรรจุภัณฑ์อินซูลินชนิดผงแห้ง

บรรจุภัณฑ์ยารักษาโรค สิ่งที่ต้องคำนึงถึงเป็นลำดับต้นๆ คือเรื่องการสื่อสารกับผู้ป่วย หรือ ผู้ใช้งาน โดยในเรื่องการออกแบบบรรจุภัณฑ์อินซูลินชนิดผงแห้งนี้ สิ่งที่มีความจำเป็นที่จะต้องสื่อสารกับผู้ป่วยได้อย่างชัดเจนคือ เรื่องการใช้งาน ได้แก่ การนำยาเข้าสู่ร่างกายให้ชัดเจนว่า บรรจุภัณฑ์อินซูลินนี้ พ่นเข้าสู่ร่างกาย โดยทางปากหรือทางจมูก ดังนั้นการออกแบบช่องทางที่จะนำเข้าสู่ร่างกายจะต้องบ่งบอกให้ผู้ป่วยทราบได้ทันทีว่า พ่นเข้าร่างกายทางปากหรือทางจมูก และผู้ป่วยบางคนอาจมีการใช้งานพ่นทั้งชนิดพ่นเพื่อรักษาโรคเกี่ยวกับระบบทางเดินหายใจ และ เป็นโรคเบาหวาน พร้อมๆกัน จึงมีความจำเป็นสำหรับบรรจุภัณฑ์อินซูลินนี้ ที่จะต้องแยกออกจากบรรจุภัณฑ์ยาพ่นอื่นๆที่เกี่ยวกับระบบทางเดินหายใจได้อย่างสิ้นเชิง เพื่อป้องกันการสับสนของผู้ใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปความต้องการด้านการสื่อสารของบรรจุภัณฑ์อินซูลินชนิดผงแห้ง

- บรรจุภัณฑ์อินซูลินชนิดผงแห้ง ต้องบ่งบอกวิธีการใช้งานได้อย่างชัดเจน
- บรรจุภัณฑ์อินซูลินชนิดผงแห้ง จะต้องแยกออกจากบรรจุภัณฑ์ยาพ่นอื่นๆ ได้อย่างสิ้นเชิง

2.2 ข้อมูลของผู้ป่วย

พฤติกรรมการใช้อินซูลินแบบฉีด (จากการศึกษากลุ่มตัวอย่าง)

1. ลุงศรี อายุ 75 ปี

ลักษณะของผู้ป่วย - เป็นผู้ป่วยโรคเบาหวานประเภทที่สอง
- เป็นโรคเบาหวานมานานกว่า 20 ปี
- ใช้อินซูลินประเภทฉีด ด้วยเข็มฉีดยา
- ใช้อินซูลินในการรักษาโรคเบาหวานมานานกว่า 10 ปี

พฤติกรรมการใช้ยาชนิดต่างๆ

ยาประเภท ยาเม็ดรับประทาน ผู้ป่วยคนนี้มีโรคประจำตัวมากกว่า 4 โรค ได้แก่ โรคเบาหวาน โรคความดันสูง โรคเกี่ยวกับระบบทางเดินหายใจ และ โรคไขข้ออักเสบ จึงมียารับประทานมากกว่า สิบชนิด ซึ่งจากการสังเกต ผู้ป่วยคนนี้จะใช้กล่องพลาสติกในการเก็บยา ซึ่งในกล่องพลาสติกนั้นจะมีช่องหลายๆช่อง โดยที่ผู้ป่วยจะใส่ยาไว้ตามมื้ออาหาร หรือ เป็นชุดๆ โดยแบ่งตามครั้งที่รับประทาน จากการสอบถาม ผู้ป่วยคนนี้ ใช้วิธีการจดจำลักษณะของเม็ดยาซึ่งมีความหลากหลาย และ ในแต่ละชนิดไม่เหมือนกันเลย ในการแยกแยะประเภทยาต่างๆในช่วงแรกๆ และเมื่อใช้ยาต่างๆนั้นเป็นระยะเวลาช่วงหนึ่ง จนเกิดเป็นความเคยชิน ทำให้สามารถจดจำได้ว่า จะต้องรับประทานยาชนิดไหน ในเวลาใด

ภาพที่ 2.1 - 2.1 ภาพผู้ป่วยอธิบายการใช้ยาชนิดรับประทาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ยาประเภท ยาน้ำสำหรับฉีด ได้แก่ อินซูลินชนิดฉีด โดยผู้ป่วยคนนี้จะใช้อินซูลินประเภทฉีดแบบใช้เข็มฉีดยาที่มีขนาดพอดีกับอินซุลินที่จะต้องใช้ต่อครั้ง และเมื่อฉีดเสร็จต่อครั้ง เข็มฉีดยานั้นๆ ก็จะทิ้งไปทันที เพื่อความสะอาด และป้องกันการติดเชื้อ เนื่องจากผู้ป่วยคนนี้ เป็นโรคเบาหวานมาเป็นเวลานาน หากมีการติดเชื้อจากความไม่สะอาดเพียงเล็กน้อย อาจจะทำให้มีการลามไปได้อย่างรวดเร็วนั่นเอง ส่วนในวิธีการฉีดนั้น ในวันธรรมดา คือ วันจันทร์-วันศุกร์ ผู้ป่วยจะเดินไปที่อนามัยของกระทรวงมหาดไท เนื่องจากบ้านของผู้ป่วยอยู่ใกล้กับอนามัย เพื่อให้พยาบาล หรือ เจ้าหน้าที่อนามัยเป็นผู้ฉีดให้ โดยฉีดบริเวณหน้าท้อง จะสลับเช้าเย็น เช่น ก่อนอาหารมื้อเช้า จะฉีดที่หน้าท้องข้างซ้าย และ ก่อนมื้ออาหารเย็น จะฉีดที่หน้าท้องข้างขวา และจากการสอบถาม ทำให้ได้ทราบว่า การฉีดอินซุลินของผู้ป่วยนั้น มีปริมาณไม่เท่ากันในแต่ละมื้อ โดยผู้ป่วยท่านนี้ มื้อเช้าจะฉีดอินซูลิน 80 unit และ มื้อเย็นจะฉีดอินซูลิน 10 unit โดยเป็นการปฏิบัติตามคำสั่งของแพทย์ นั่นเอง

ยาประเภท ยามีลักษณะเป็นผง ใช้สำหรับสูดเข้าสู่ร่างกาย เนื่องจากผู้ป่วยท่านนี้ เป็นโรคเกี่ยวกับระบบทางเดินหายใจ ทำให้มีการใช้ยารักษาเกี่ยวกับระบบทางเดินหายใจ ตัวยาที่ผู้ป่วยใช้นั้น คือ Turbuhaler ซึ่งมีขั้นตอนการใช้งานสองขั้นตอน โดยผู้ป่วยสามารถจดจำได้ดีโดยการสอนของเภสัชกรของโรงพยาบาล โดยครั้งแรกนั้น เป็นการซื้อมาโดยแพทย์สั่งจากทางโรงพยาบาล แต่ครั้งที่สอง และ ครั้งที่สามนั้น ผู้ป่วยได้ใช้ใบสั่งยาของแพทย์ ไปซื้อยาเองที่ร้านขายยา ซึ่งเป็นเรื่องที่ผู้ป่วยคุ้นเคยเป็นอย่างดี และ ผู้ป่วยมีความพึงพอใจกับการใช้อุปกรณ์พ่นยาประเภทนี้

ภาพที่ 2.3 ภาพผู้ป่วยอธิบายการใช้ยาชนิดพ่นเข้าทางปาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. พี่เอ อายุ 32 ปี

ลักษณะของผู้ป่วย - เป็นผู้ป่วยโรคเบาหวานประเภท เบาหวานเทียม

- เป็นโรคเบาหวานในช่วงเวลาที่ท้อง (เป็นมาแล้ว 5 เดือน)
- ใช้อินซูลินประเภทฉีด ด้วยอินซูลินประเภทปากกา
- ใช้อินซูลินในการรักษาโรคเบาหวานควบคู่ไปกับเครื่องตรวจระดับน้ำตาล

พฤติกรรมการใช้ยาชนิดต่างๆ

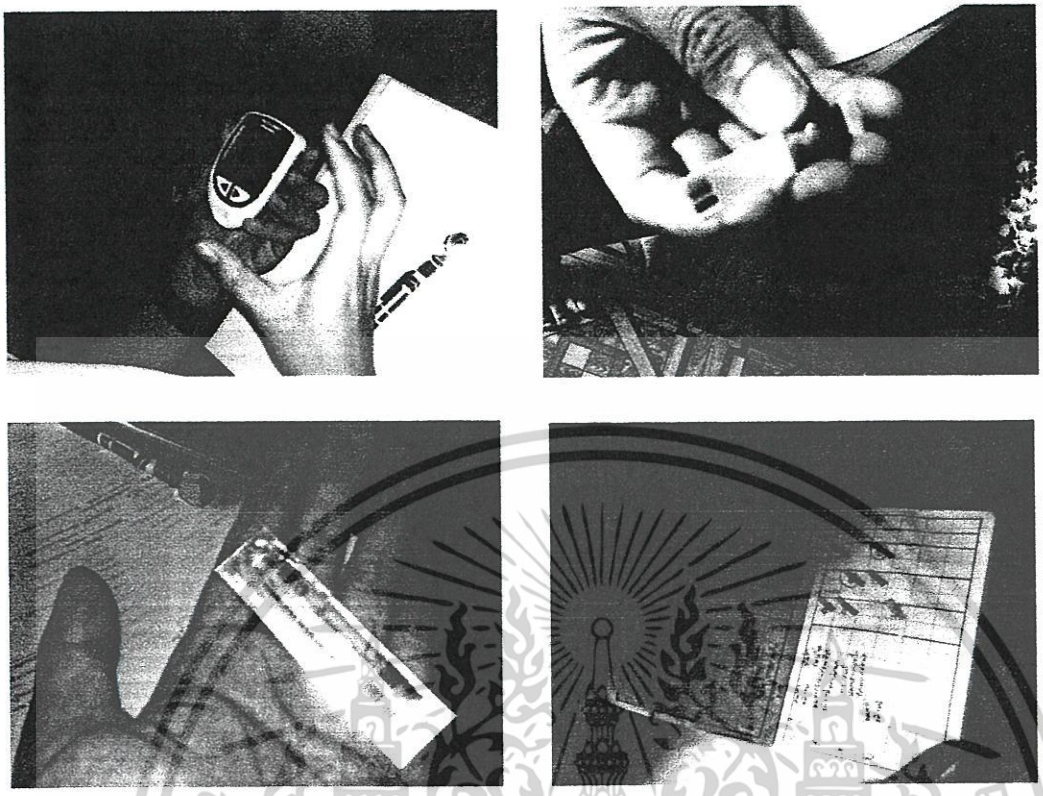
ยาประเภท ยาน้ำสำหรับฉีด ได้แก่ อินซูลินประเภทฉีด นั่นเอง ซึ่งผู้ป่วยท่านนี้ใช้อินซูลินประเภทปากกา โดยปากกาอินซูลินนี้ เป็นการเช่ามาจากโรงพยาบาล เนื่องจากการตรวจของแพทย์ ทำให้ทราบได้ว่า จะมีลักษณะอาการคล้ายกับโรคเบาหวานเฉพาะช่วงที่ตั้งครรภ์นั่นเอง โดยผู้ป่วยได้รับการสอนมาจากทางโรงพยาบาลเกี่ยวกับวิธีการใช้งานอินซูลินประเภทนี้ ซึ่งจากการพูดคุยไม่ใช่เรื่องแปลกสำหรับผู้ป่วย โดยขั้นตอนการใช้งานไม่ยุ่งยาก และมีช่องสำหรับให้เห็นว่า อินซูลินมีเหลือเท่าไร และ มีการเก็บอินซูลินไว้ในตู้เย็น ผู้ป่วยท่านนี้จะไปพบแพทย์ทุกสัปดาห์ และจะได้รับอินซูลินมาเพียงพอสำหรับการใช้งานภายในหนึ่งสัปดาห์ โดยในแต่ละมื้อจะมีการฉีดอินซูลินที่ค่อนข้างเท่ากัน คือ 18 unit โดยปริมาณนี้เป็นปริมาณที่แพทย์กำหนดมาแต่ต้น และทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับระดับน้ำตาลในเลือดที่ตรวจเชคได้ในแต่ละวัน

ภาพที่ 2.4-2.5 ภาพผู้ป่วยอธิบายการใช้ยาชนิดพ่นเข้าทาง

อุปกรณ์ตรวจวัดระดับน้ำตาลในเลือด จะมีสองชิ้น ได้แก่ เข็มเจาะเลือดซึ่งมี ไมโครชิบเล็กๆติดอยู่ที่อุปกรณ์แล้วนำมาเจาะที่ปลายนิ้วชี้ ให้เลือดติดอยู่ที่ปลายเข็ม และนำชิ้นไมโครชิบเล็กๆนี้ ไปเสียบเข้ากับตัวอุปกรณ์ เพื่อให้อุปกรณ์ทำงาน และ แสดงผลออกมาที่หน้าจอแสดงผล ซึ่งผู้ป่วยค่อนข้างมีความชำนาญในการใช้งานอุปกรณ์นี้ดี พอกับการใช้อินซุลินปากกา

สมุดจดระดับน้ำตาลในเลือด เป็นสมุดที่ผู้ป่วยได้รับมาจากแพทย์ ให้จดบันทึกถึงอาหารที่รับประทานในแต่ละมื้อ และ ระดับน้ำตาลในเลือดที่ตรวจได้ รวมไปถึงปริมาณอินซูลินที่ฉีดในแต่ละมื้อ เนื่องจากผู้ป่วยไม่ได้ทำงานนอกบ้าน จึงมีเวลาจดบันทึกได้อย่างไม่มีขาดตกบกพร่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.6-2.9 ภาพอุปกรณ์ต่างๆของผู้ป่วย

2.3 ข้อมูลผลิตภัณฑ์ผลิตภัณฑ์ใกล้เคียง

2.3.1 EVOHALER

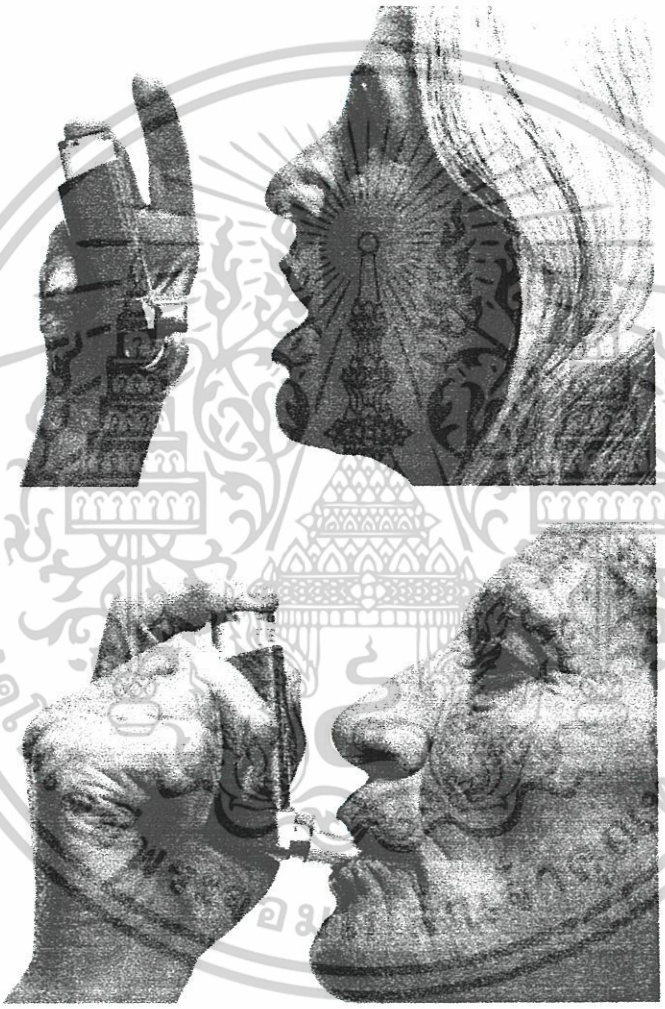
ภาพที่ 2.10-2.11 ภาพ อุปกรณ์ยาพ่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะทางกายภาพ

EVOHALER เป็นยาพ่น ที่ใช้รักษาโรคหืดหอบ เป็นอุปกรณ์ยาพ่นที่มีความเรียบง่าย และเป็นที่รู้จักของคนทั่วไป เนื่องจากมีราคาถูก และใช้รักษาโรคหืดหอบเบื้องต้น ตัวยามีลักษณะเป็นน้ำและถูกบรรจุไว้ในถังแก๊สขนาดเล็ก และมีลักษณะปากทางพ่นเข้าสู่ร่างกายมีขนาดใหญ่ ซึ่งสังเกตได้ชัดเจนว่า ยาชนิดนี้สำหรับพ่นเข้าสู่ร่างกายทางปาก และมีวิธีการใช้งานที่เรียบง่าย คือ การกดกระป๋องแก๊สให้เกิดเป็นสเปย์น้ำเข้าสู่ร่างกาย

ลักษณะการจับใช้งาน มี 2 ลักษณะเด่นๆ ที่ผู้ป่วยใช้งานโดยทั่วไปจับถือ ดังภาพ



ภาพที่ 2.12-2.13 ภาพผู้ป่วยขณะใช้งาน EVOHALER

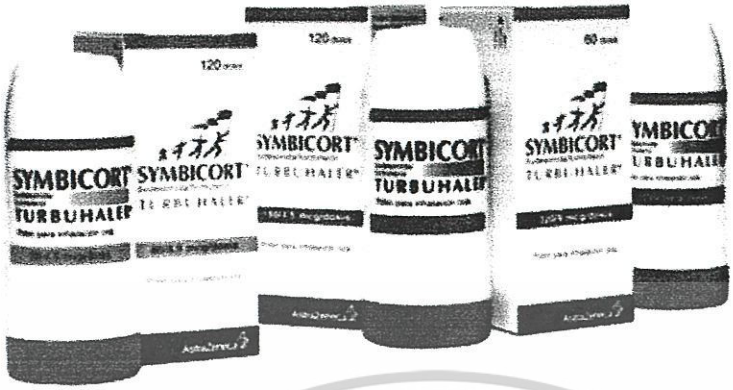
โดย การจับทั้งสองลักษณะนั้นจะมีการออกแรงไม่เท่ากัน โดยแบบแรกจะมีการใช้นิ้วกลางในการกด และมีความไม่มั่นคงขณะถือ และ แบบที่สองนั้น มีการจับที่กระชับกว่า และใช้นิ้วชี้ในการกด ทำให้มีการส่งแรงในการกดมากกว่าแบบแรงนั่นเอง

2.3.2TURBUHALER

เป็นยาพ่นที่ตัวยามีลักษณะเป็นผงแห้ง รักษาโรคหืดหอบ เป็นอุปกรณ์ที่มีราคาค่อนข้างแพง (125 doses ราคา 1250 บาท) และมีวิธีใช้ที่ไม่ยุ่งยากจนเกินไปนัก คือ มีขั้นตอนการหมุนไป จนได้ยินเสียง กริ๊ก และหมุนกลับจนสุด และทำการสูด บรรจุภัณฑ์ยานี้มีการบอกถึงจำนวนครั้งที่เหลืออยู่อีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง



ภาพที่ 2.14-2.15 ภาพ อุปกรณ์ยาพ่น TURBUHALER

ขั้นตอนการใช้งานบรรจุภัณฑ์ TURBUHALER

ภาพที่ 2.16 ภาพขั้นตอนการใช้งาน TURBUHALER

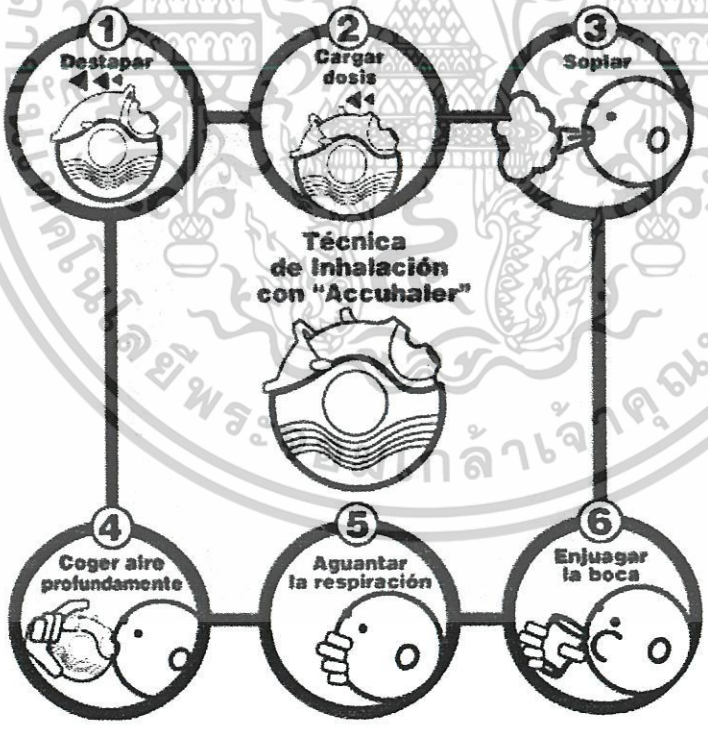
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
106274

2.3.3 ACCUHALER

บรรจุภัณฑ์ยาพ่นรักษาโรคระบบทางเดินหายใจ ที่มีลักษณะทางกายภาพค่อนข้างแปลกใหม่ เนื่องจากมีรูปทรงเป็นวงกลม และ ขั้นตอนการใช้งานแปลกใหม่ ทำให้ผู้ป่วยมีความสนใจที่จะใช้งานมากกว่าแบบอื่นๆ โดยมีขั้นตอนเพียงขั้นตอนเดียว แต่การทำความเข้าใจถึงการใช้งาน ขั้นตอนการเปิด การหมุน ค่อนข้างเข้าใจได้ยาก เนื่องจากรูปแบบที่แปลกใหม่นั่นเอง

ภาพที่ 2.17 ภาพ อุปกรณ์ยาพ่น ACCUHALER

ขั้นตอนการใช้งาน ACCHALER



ภาพที่ 2.18 ภาพขั้นตอนการใช้งาน ACCUHALER

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 ข้อมูลวัสดุ

2.4.1 ข้อมูลเกี่ยวกับวัสดุที่มีความเป็นไปได้ในการผลิต

ABS (Acrylonitrile – Butadiene - Sytrene)

คุณสมบัติ – แข็ง เหนียว ทนแรงกระแทก ไม่แตกง่าย ทนเคมี เป็นฉนวนที่ดี สามารถนำไปชุบขึ้นรูปได้ดี เนื่องจากมียางเป็นส่วนประกอบ สามารถทำสีได้

AS (Acrylonitrile - Sytrene)

คุณสมบัติ – คล้ายคลึงกับ ABS แต่สามารถแตกได้ เนื่องจากไม่มีส่วนประกอบของยาง

POM (Polyoxymethylene)

คุณสมบัติ – ทนต่อการขัดสีได้ดี ทนความล้าได้สูง มีความเหนียว ทนทาน รับแรงดึงได้ดีมาก ทนได้ทุกอุณหภูมิ ไม่มีกลิ่น ทนเคมีได้ดี

PVC (Polyvinyl Chloride)

คุณสมบัติ – มีความต้านทางไฟฟ้าสูง กันการผ่านของก๊าซได้ดีพอสมควร ทนต่อน้ำและสารเคมีต่างๆ ยกเว้น คลอรีน แข็งแต่เปราะ มีข้อเสียคือ เป็นอันตรายต่อร่างกาย

PC (Polycarbonate)

คุณสมบัติ – มีความทนทานดีมาก ทนแรงกระแทกแรงกดได้สูง มีความเหนียว ทนความร้อนได้สูงมาก เป็นฉนวนที่ดี ดูดซึมน้ำน้อยมาก โปร่งใส ทนกรดและด่างได้ดี มีการหดตัวน้อยมาก

PET (Polyethylene Terephthalate)

คุณสมบัติ – เป็นพลาสติกที่มีความแข็งแรงสูง มีความเหนียวมาก และใส ทนทานต่อสารเคมีได้ดี ทนความร้อนได้ดีพอสมควร ป้องกันน้ำซึมผ่านได้ดี

PP (Polypropylene)

คุณสมบัติ – เป็นพลาสติกที่มีน้ำหนักเบา มีสมบัติเชิงกลดีมาก เหนียว ทนต่อแรงดึง แรงกระแทก ทนความร้อนสูง แต่เปราะที่อุณหภูมิต่ำ มีความเงาผิวที่ดี สปริงตัวดีมาก มีความต้านทานอาหารที่มีไขมันได้ดี ไม่ดูดซึมน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PE (Polyethylene)

LDPE (Low Density Polyethylene)

คุณสมบัติ – นิ่ม เหนียว ยืดตัวได้มาก มีความเงาที่ผิวสูง สปริงตัวไม่ค่อยดี คืนรูปช้าเวลาบีบ ทนสารเคมีไม่ค่อยดี

HDPE (High Density Polyethylene)

คุณสมบัติ – เหนียว ทนการกระแทกสูงกว่า LDPE การสปริงตัวไม่ค่อยดี ทนต่อสารเคมี ทนแสงแดด แต่เป็นสีเหลืองได้ง่าย

Metal

Aluminum

คุณสมบัติ – สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ สามารถทำพื้นผิวได้ ทำการปั๊มขึ้นรูปได้

Brass

คุณสมบัติ – สามารถทำพื้นผิวสีทองได้ แข็งกว่าอลูมิเนียม

Steel

คุณสมบัติ – ขึ้นสนิมได้ง่าย ราคาถูก

Stainless Steel

คุณสมบัติ - ไม่มีสนิม ราคาแพง

วิเคราะห์ข้อดี-ข้อเสียของวัสดุที่จะนำมาใช้ในการออกแบบ

วัสดุ	ข้อดี	ข้อเสีย
โลหะ	ทนทาน ป้องกันการซึมผ่านของสารได้ดี	มีการผุกร่อน อาจทำปฏิกิริยากับสารบางชนิดได้ มีน้ำหนักมากไม่เหมาะกับการพกพา
แก้ว	มีความคงทนเคมีได้ดี ป้องกันการซึมผ่านของสารได้ดี เป็นฉนวนความร้อนที่ดี	แตกได้ง่าย ไม่ทนแรงกระแทรก มีน้ำหนักมากไม่เหมาะกับการพกพา
พลาสติก	น้ำหนักเบา ไม่แตกง่าย สะดวกต่อการพกพา ทำได้หลายรูปแบบ	บางชนิดทนต่อสารเคมีต่างๆได้ไม่ดี บางชนิดไม่ทนต่อการซึมผ่านของสารเคมี และ ดูดซับสารได้ด้วย

ตารางที่ 2.2 ตารางวิเคราะห์ข้อดี-ข้อเสียของวัสดุที่จะนำมาใช้ในการออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2 วิเคราะห์วัสดุ สำหรับบรรจุภัณฑ์ที่จะออกแบบ

วิเคราะห์การเลือกใช้วัสดุ

หมายเหตุ : 4 = ดีมาก 3 = ดี 2 = ปานกลาง 1 = ไม่ดี

เงื่อนไขในการพิจารณา	ค่าความสำคัญ	LDPE	HDPE	PVC	ABS
ต้านการซึมผ่านของไอน้ำ	4	3	3	3	4
ต้านการซึมผ่านของก๊าซ	4	2	3	3	4
ไม่ทำปฏิกิริยากับผลิตภัณฑ์	4	4	4	4	4
ต้นทุนการผลิตต่ำ	3	4	4	2	3
ทนแรงกระแทก	3	3	3	3	3
ทนแรงบีบ	3	4	3	4	4
	รวม	75	76	75	78

ตารางที่ 2.3 ตารางวิเคราะห์การเลือกใช้วัสดุสำหรับโครงสร้างของบรรจุภัณฑ์

สรุปผลการวิเคราะห์ : เลือกใช้ ABS ผลิตด้วยกรรมวิธีการฉีด

วิเคราะห์การเลือกใช้วัสดุสำหรับปุ่มกด และ ปุ่มหมุน

หมายเหตุ : 4 = ดีมาก 3 = ดี 2 = ปานกลาง 1 = ไม่ดี

เงื่อนไขในการพิจารณา	ค่าความสำคัญ	LDPE	HDPE	PVC	ABS
ทนแรงบีบ	4	4	3	4	4
ทนแรงกระแทก	4	3	3	3	3
การทำสีได้หลากหลาย	3	2	2	4	4
	รวม	34	30	40	40

ตารางที่ 2.4 ตารางวิเคราะห์การเลือกใช้วัสดุสำหรับปุ่มกด และ ปุ่มหมุน

สรุปผลการวิเคราะห์ : เลือกใช้ ABS เนื่องจาก PVC เป็นอันตรายต่อมนุษย์ ผลิตด้วยกรรมวิธีการฉีด

สรุปการเลือกใช้วัสดุต่างๆของบรรจุภัณฑ์ในโครงการ

บรรจุภัณฑ์ในโครงการนี้ ประกอบด้วยหลายชิ้นส่วน ซึ่ง โครงสร้างหลักของบรรจุภัณฑ์ และ ปุ่มกดต่างๆ เลือกใช้วัสดุที่เป็น พลาสติก ชนิด ABS ส่วนประกอบภายใน หรือ ส่วนกลไกลนั้น จะมีระบบเฟือง ซึ่งเป็นการคิดค้นขึ้นมาใหม่ จะเลือกใช้ วัสดุที่เป็น พลาสติก ชนิด ABS แต่ในส่วนประกอบสุดท้าย คือ ส่วนของสปริงนั้น จะใช้สปริงมาตรฐาน ซึ่งวัสดุของสปริงนั้นคือ เหล็ก จึงสามารถสรุปวัสดุต่างๆที่ใช้ในโครงการ ดังที่กล่าวมาข้างต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 การตั้งสมมุติฐานทางด้านต่าง ๆ เพื่อหาความเป็นไปได้

การตั้งสมมุติฐานเกี่ยวกับการบรรจุอินซูลินชนิดผงแห้ง

กรณีที่ 1 อินซูลินบรรจุมาเป็น Blister Pack ผู้ใช้จะต้องใส่ทุกครั้งที่จะใช้ยา

ขั้นตอนการใช้งาน

- ผู้ป่วยเปิดฝาตัวอุปกรณ์
- ผู้ป่วยหยิบตัวแพคยา มาใส่เข้าในเครื่อง
- ผู้ป่วยกดปุ่ม
- เมื่อกดปุ่มแล้ว ทำให้ตัวอุปกรณ์กดแพคยาแตก
- ขณะเดียวกัน ก็มีการเกิดการอัดลม เพื่อให้ยาที่มีลักษณะเป็นผง เปลี่ยนเป็นกลุ่มหมอกควัน
- ผู้ป่วยหายใจสูดเอาตัวยาเข้าสู่ร่างกายเอง

ข้อดี-ข้อเสีย

ข้อดี – การที่แพคยาแยกออกจากตัวเครื่อง ทำให้ผู้ป่วยสามารถรับรู้ได้ง่าย ยาเหลือแค่ไหน มีความสะดวกเรื่องการกำหนดปริมาณยาในแต่ละครั้ง

ข้อเสีย – ก่อให้เกิดความไม่สะดวกต่อการใช้งานหลายจุด เช่น การใส่ยาเข้าสู่ตัวเครื่อง หรือการหาซื้อบรรจุมาใช้ในครั้งต่อไป

กรณีที่ 2 ตัวยาเป็นผง บรรจุไว้ภายในตัวเครื่อง

ขั้นตอนการใช้งาน

- ผู้ป่วยเปิดฝาตัวอุปกรณ์
- ผู้ป่วยกดปุ่ม
- เมื่อกดปุ่มแล้ว ทำให้ตัวอุปกรณ์ จะปล่อยยาออกมา ปริมาณที่กำหนดไว้จากตัวอุปกรณ์
- ขณะเดียวกัน ก็มีการเกิดการอัดลม เพื่อให้ยาที่มีลักษณะเป็นผง เปลี่ยนเป็นกลุ่มหมกควัน
- ผู้ป่วยหายใจสูดเอาตัวยาเข้าสู่ร่างกายเอง

ข้อดี-ข้อเสีย

ข้อดี – การที่ไม่ต้องบรรจุแพคยาทุกครั้งที่ใช้งาน ทำให้เกิดความสะดวกในการใช้งาน ของผู้ป่วย การที่ตัวยาถูกปล่อยออกมาในปริมาณที่กำหนดทำให้ผู้ป่วยได้รับยาถูกต้อง

ข้อเสีย – ผู้ป่วยจะไม่ทราบถึงปริมาณที่เหลืออยู่ของตัวยา

ด้านอารมณ์ อาจทำให้ผู้ป่วยรู้สึกว่า เป็นเรื่องยุ่งยาก กลไกซับซ้อน

ตัวอุปกรณ์ไม่สามารถกำหนดปริมาณได้อย่างอิสระ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรณีที่ 3 การบรรจุอินซูลินมาเป็นท่อภายในบรรจุภัณฑ์

ขั้นตอนการใช้งาน

- ผู้ป่วยเปิดฝาตัวอุปกรณ์
- ผู้ป่วยกดปุ่ม
- เมื่อกดปุ่มแล้ว ทำให้ตัวอุปกรณ์ จะปล่อยยาออกมา ปริมาณที่กำหนดไว้จากตัวอุปกรณ์
- ขณะเดียวกัน ก็มีการเกิดการอัดลม เพื่อให้ยาที่มีลักษณะเป็นผง เปลี่ยนเป็นกลุ่มหมกควัน
- ผู้ป่วยหายใจสูดเอาตัวยาเข้าสู่ร่างกายเอง

ข้อดี-ข้อเสีย

ข้อดี - เนื่องจากมีการเปลี่ยนตัวบรรจุภัณฑ์อินซูลินใหม่บ่อยครั้ง ทำให้สะอาด

- การเปลี่ยนตัวบรรจุภัณฑ์อินซูลินใหม่บ่อยครั้งทำให้ผู้ป่วยทราบถึงปริมาณยาได้ง่าย

ข้อเสีย - ก่อให้เกิดความไม่สะดวกต่อการใช้งาน ที่จะต้องเปลี่ยนบ่อยๆ

- การเปลี่ยนบรรจุภัณฑ์ที่บรรจุอินซูลินบ่อยๆนั้น ทำให้เกิดความสิ้นเปลือง

กรณีที่ 4 การบรรจุอินซูลินมาเป็นท่อ แต่บรรจุมาเฉพาะส่วนที่เป็นผงอินซูลิน

ขั้นตอนการใช้งาน

- ผู้ป่วยเปิดฝาตัวอุปกรณ์
- ผู้ป่วยกดปุ่ม
- เมื่อกดปุ่มแล้ว ทำให้ตัวอุปกรณ์ จะปล่อยยาออกมา ปริมาณที่กำหนดไว้จากตัวอุปกรณ์
- ขณะเดียวกัน ก็มีการเกิดการอัดลม เพื่อให้ยาที่มีลักษณะเป็นผง เปลี่ยนเป็นกลุ่มหมกควัน
- ผู้ป่วยหายใจสูดเอาตัวยาเข้าสู่ร่างกายเอง

ข้อดี-ข้อเสีย

ข้อดี - การที่ไม่ต้องเปลี่ยนท่อที่บรรจุอินซูลินมาทุกครั้งที่จะใช้งาน ทำให้เกิดความสะดวก

- การไม่ต้องเปลี่ยนท่อที่บรรจุอินซูลินบ่อยๆ ทำให้ไม่เกิดความสิ้นเปลือง

ข้อเสีย - การที่อินซูลินมาในลักษณะเป็นท่อทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนในการใช้งาน

กรณีที่ 5 การบรรจุอินซูลินมาเป็นเม็ด

ขั้นตอนการใช้งาน

- ผู้ป่วยเปิดฝาตัวอุปกรณ์
- ผู้ป่วยกดปุ่ม
- เมื่อกดปุ่มแล้ว ทำให้ตัวอุปกรณ์ จะปล่อยยาออกมา ปริมาณที่กำหนดไว้จากตัวอุปกรณ์
- ขณะเดียวกัน ก็มีการเกิดการอัดลม เพื่อให้ยาที่มีลักษณะเป็นผง เปลี่ยนเป็นกลุ่มหมกควัน
- ผู้ป่วยหายใจสูดเอาตัวยาเข้าสู่ร่างกายเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อดี-ข้อเสีย

ข้อดี - การที่ไม่ต้องเปลี่ยนท่อที่บรรจุอินซูลินมาทุกครั้งที่จะใช้งาน ทำให้เกิดความสะดวก

- การกำหนดอินซูลินมาเป็นเม็ดในบรรจุภัณฑ์ทำให้เกิดความเที่ยงตรงในการใช้งาน

ข้อเสีย - การที่อินซูลินเป็นเม็ด ทำให้อาจมีเปลือกของเม็ดยานั้นๆตกค้างอยู่ภายในได้

การตั้งสมมุติฐานเกี่ยวกับการวิธีการพ่นลมในตัวบรรจุภัณฑ์

การพ่นลมด้วย ball syring

การพ่นลมด้วย ball syring มีข้อจำกัดค่อนข้างหลายอย่าง เนื่องจากวัสดุที่ใช้ในการทำให้เกิดการสูบลมของ ball syring นั้นเป็นยาง ที่มีลักษณะไม่มีความคงตัว ทำให้ยากแก่การควบคุมแรงกระทำที่มีผลต่อการกำหนดปริมาณลมที่จะใช้พ่นเข้าสู่ระบบการทำงานของอินซูลินชนิดผงแห้ง

การพ่นลมด้วยกระบอกสูบ

การพ่นลมด้วยกระบอกสูบนี้ ได้ศึกษามาจากผลิตภัณฑ์ใกล้เคียงที่มีการใช้กระบอกสูบในการสูบอัดลม ได้แก่ ระบบการอัดลมของปืนอัดลม หรือ ระบบการอัดลมของปืนฉีดน้ำ ซึ่งเป็นระบบที่มีความแน่นอนมากกว่า ball syring ในเรื่องของการกำหนดแรงกระทำ และ ปริมาณความแรงลม รวมไปถึง ปริมาตรของลมที่จะพ่นเข้าสู่ระบบการทำงานของอินซูลินชนิดผงแห้ง

การพ่นลมด้วย Aerosole

การพ่นลมด้วยระบบนี้นั้น มีข้อเสียเกี่ยวกับความแรงของลมที่พ่นออกมาจากถังเก็บอากาศ และมีข้อจำกัดเรื่องรูปทรงของการพ่นด้วย Aerosole ซึ่งจะต้องเป็นทรงกระบอก ปรับเปลี่ยนได้ยาก

การพ่นลมด้วยหัวสูบ

การพ่นลมด้วยหัวสูบนั้น เป็นหลักการที่นิยมใช้ในเครื่องสำอางในปัจจุบัน มีลักษณะการทำงานคล้ายกับกระบอกสูบ คือ มีการสูบลมด้วยกระบอกสูบที่ประกอบกันสองชั้น แต่มีข้อเสียเนื่องจาก จะมีขนาดใหญ่มากแต่สามารถสูบลมขึ้นมาได้น้อย จึงไม่เหมาะสมกับบรรจุภัณฑ์นี้

การตั้งสมมุติฐานเกี่ยวกับพื้นที่สำหรับการฟุ้งกระจายของอินซูลินชนิดผง

กรณีที่ 1 พื้นที่มีลักษณะไม่คงรูป มีลักษณะเป็นถุงใส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อดี-ข้อเสีย

ข้อดี - มีขนาดเล็กขณะยังไม่หยิบใช้งาน ทำให้พกพาได้ง่าย สะดวกต่อการใช้งาน

- การที่ถุงมีลักษณะไม่คงตัวนั้น ทำให้ผู้ป่วยมองเห็นได้ว่า สามารถสูดยาเข้าไปสู่ร่างกาย

ข้อเสีย - เนื่องจากไม่มีความคงรูป อาจเกิดการตกค้างของอินซูลินภายในถุงได้

- ลักษณะการใช้งานอาจทำให้ผู้ใช้งานเกิดความเขินอายขณะใช้งานได้ เนื่องจาก การที่พื้นที่มีลักษณะเป็นถุง ทำให้มีลักษณะเทอะทะขณะพ่นลม

กรณีที่ 2 พื้นที่มีลักษณะไม่คงรูป สามารถยืดหดได้

ข้อดี-ข้อเสีย

ข้อดี - มีขนาดเล็กขณะยังไม่หยิบใช้งาน ทำให้พกพาได้ง่าย สะดวกต่อการใช้งาน

- การที่ถุงมีลักษณะไม่คงตัวนั้น ทำให้ผู้ป่วยมองเห็นได้ว่า สามารถสูดยาเข้าไปสู่ร่างกาย

ข้อเสีย - เนื่องจากไม่มีความคงรูป อาจเกิดการตกค้างของอินซูลินภายในถุงได้

กรณีที่ 3 พื้นที่มีลักษณะคงรูป นำมาต่อเติมกับบรรจุภัณฑ์เมื่อมีการใช้งาน

ข้อดี-ข้อเสีย

ข้อดี -เนื่องจากพื้นที่มีลักษณะคงตัว ทำให้เกิดความแน่นอนของลมที่ผู้ป่วยจะสูดเข้าสู่ร่างกาย

- การติดค้างของผงยานั้นจะติดค้าง น้อยกว่าชนิดที่พื้นที่ไม่คงตัว

ข้อเสีย - มีความไม่สะดวกต่อการพกพาเนื่องจาก พื้นที่มีขนาดใหญ่เทียบเท่ากับบรรจุภัณฑ์ การพกพาทั้งสองชิ้นทำให้เกิดความยุ่งยาก

- เป็นการเพิ่มขั้นตอนการใช้งานของบรรจุภัณฑ์ โดยไม่ก่อให้เกิดประโยชน์เพิ่มเติม

กรณีที่ 4 พื้นที่มีหน้าที่เป็นฝาของบรรจุภัณฑ์

ข้อดี-ข้อเสีย

ข้อดี - การที่ทำให้ฝามีหน้าที่เป็นพื้นที่ของบรรจุภัณฑ์ ทำให้บรรจุภัณฑ์สามารถมีขนาดเล็กลงได้

- เนื่องจากพื้นที่มีลักษณะคงตัว ทำให้เกิดความแน่นอนของลมที่ผู้ป่วยจะสูดเข้าสู่ร่างกาย

- การติดค้างของผงยานั้นจะติดค้าง น้อยกว่าชนิดที่พื้นที่ไม่คงตัว

ข้อเสีย - เป็นการเพิ่มขั้นตอนการใช้งานของบรรจุภัณฑ์ โดยไม่ก่อให้เกิดประโยชน์เพิ่มเติม

กรณีที่ 5 พื้นที่รวมอยู่ในโครงสร้างของบรรจุภัณฑ์

ข้อดี-ข้อเสีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อดี - การที่พื้นที่สำหรับการฟุ้งกระจายรวมเป็นโครงสร้างของบรรจุภัณฑ์นั้น มีความสะดวกต่อการพกพา และการใช้งาน

- การติดค้างของผงยานั้นจะติดค้าง น้อยกว่าชนิดที่พื้นที่ไม่คงตัว

ข้อเสีย - บรรจุภัณฑ์จะมีขนาดใหญ่กว่าการที่พื้นที่ทำหน้าที่เป็นฝาของบรรจุภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3 การพัฒนาการออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1 สรุปแนวทางความเป็นไปได้ เพื่อนำไปใช้ในการออกแบบ

จากการตั้งสมมุติฐานเพื่อหาแนวทางความเป็นไปได้เพื่อนำไปใช้ในการออกแบบ นั้น สามารถวิเคราะห์ และสรุปผลการตั้งสมมุติฐาน ได้ดังนี้

1. เรื่องการบรรจุอินซูลินเข้าสู่บรรจุภัณฑ์

จาก 5 สมมุติฐานที่กล่าวมาข้างต้นนั้น หากใช้เกณฑ์เรื่อง ขั้นตอนการใช้งาน นั้น สมมุติฐานที่ 1 คือ กรณีที่บรรจุอินซูลินเป็น blister pack ต้องมีการบรรจุทุกครั้งที่ใช้งาน ซึ่งเมื่อเทียบกับสมมุติฐานอื่นๆ นั้น จะมีขั้นตอนการใช้งานมากกว่า 1 ขั้นตอน คือการบรรจุอินซูลินเข้าสู่บรรจุภัณฑ์ ซึ่ง การบรรจุอินซูลินด้วยตัวผู้ป่วยนั้น มีข้อดีไม่เท่ากับข้อเสีย การบรรจุอินซูลินด้วยตัวผู้ป่วยเองนั้น เกิดความลำบากเรื่องการผลิต blister pack เนื่องจาก ปริมาณอินซูลินต่อ 1 ครั้งที่ใช้งานของผู้ป่วยนั้น มีขนาดเล็กมาก เกิดความไม่สะดวก แต่การบรรจุอินซูลินมาเป็น blister pack ที่มีความแน่นอนต่อครั้งของการใช้งาน ทำให้ สมมุติฐานเกี่ยวกับการบรรจุอินซูลินมาเป็นท่อนั้น ทำให้เกิดความคาดเคลื่อนได้ไม่ว่าจะเป็นคาดเคลื่อนด้วยตัวบรรจุภัณฑ์ หรือ ตัวผู้ใช้งาน ดังนั้น สมมุติฐานที่กล่าวถึงการบรรจุมาเป็นท่อ (TUBE) จึงมีความไม่เหมาะสม และ การบรรจุอินซูลินเป็น Capsule นั้นจากการทดลองทำให้ทราบว่า การบรรจุมาเป็น Capsule นั้น จะมีการตกค้างของเปลือกที่ใช้บรรจุอินซูลินหลงเหลืออยู่ภายในบรรจุภัณฑ์ ดังนั้น วิธีที่มีความเหมาะสมมากที่สุด คือวิธีการ บรรจุอินซูลินมาเป็น blister pack โดยบรรจุเป็นสายพานไว้ภายในตัวบรรจุภัณฑ์

2. เรื่องระบบการพ่นลม

จากการศึกษาวิธีการพ่นลมชนิดต่างๆ วิธีที่มีความเหมาะสมมากกว่าวิธีอื่นๆ คือ วิธีการใช้กระบอกสูบ เนื่องจากเมื่อเทียบกับ วิธีการใช้ ball syring นั้น วิธีระบอกสูบมีความคงที่ในการสูบและพ่นของปริมาตรลมชัดเจนกว่า ซึ่งวิธีการสูบลมด้วย ball syring นั้น ควบคุมขนาดของการพ่นลมได้ลำบาก แต่เมื่อใช้หลักเกณฑ์ของขนาดอุปกรณ์พ่นลมเป็นตัวเปรียบเทียบนั้น ทำให้วิธีการใช้ pump จึงเกิดความไม่เหมาะสมเนื่องจาก เมื่อวิเคราะห์ตามหลักการทำงานแล้วนั้น วิธีการใช้ pump เป็นวิธีการที่นำเอากระบอกสูบมาสวมทับกันสองชั้น เมื่อต้องการใช้ปริมาตรลมมาก อุปกรณ์ก็จะมีขนาดใหญ่มาก จึงไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้กับอุปกรณ์ที่มีการพกพา และ เมื่อพิจารณารวมไปถึงการใช้ Aerosole นั้น ก็มีความไม่เหมาะสมเรื่องขนาดของอุปกรณ์เช่นกัน ดังนั้น วิธีที่มีความเหมาะสมมากที่สุดที่จะนำมาใช้ในโครงการ ได้แก่ วิธีการใช้กระบอกสูบ

3. เรื่องพื้นที่สำหรับให้อินซูลินฟุ้งกระจาย

จากการตั้งสมมุติฐานเพื่อหาแนวทางที่จะเกิดบรรจุภัณฑ์ใหม่นี้ ได้ออกมาเป็น 5 แนวทาง ซึ่ง วิธีการที่ไม่เหมาะกับการนำมาใช้มากที่สุด คือวิธีการที่ พื้นที่ไม่มีความคงรูป เนื่องจาก มีข้อดีคือทำให้ผู้ป่วยรับทราบถึงการสูดลมเข้าสู่ร่างกาย แต่ ข้อเสีย คือ การติดค้างของตัวอินซูลินภายในพื้นที่ที่มีความไม่คงรูป ซึ่งเป็นเรื่องสำคัญสำหรับการให้อินซูลินของผู้ป่วย และเมื่อนำหลักการใช้งานมาพิจารณาถึง แนวทางที่เหลือ การเพิ่มขั้นตอนการใช้งานหลายขั้นตอนนั้น ทำให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้อินซูลินประเภทนี้ เกิดความยุ่งยาก ดังนั้น วิธีการที่เหมาะสมคือ การที่พื้นที่เป็นโครงสร้างหลักของบรรจุภัณฑ์ แม้จะมีขนาดใหญ่กว่า วิธีอื่นๆ แต่ เมื่อเทียบกับการเพิ่มขั้นตอนที่ยุ่งยากมานั้น ทำให้แนวทางนี้ มีความเหมาะสมมากที่สุด และ พื้นที่ที่เพิ่มขนาดมาจากวิธีอื่นๆนั้น ก็ไม่ใหญ่โต มากนัก เนื่องจากพื้นที่สำหรับการฟุ้งของอินซูลินนั้น มีขนาดที่กำลังพกพาได้สะดวก

3.2 แนวทางการออกแบบที่ 1

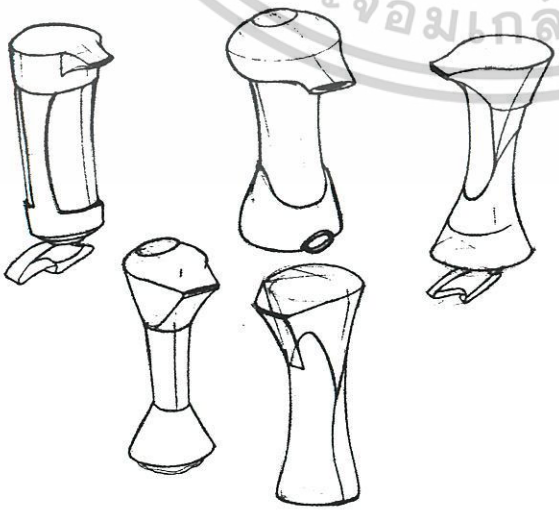
แนวทางการออกแบบขั้นแรกนั้น ได้ทำงานออกแบบจากรูปทรงทั่วไป ที่มีความเป็นสากล มาตรฐาน ซึ่งได้แก่ ทรงกลม ทรงสี่เหลี่ยม ทรงกระบอก และ วงกลม และนำเอารูปทรงต่างๆเหล่านี้ไปผสมเข้ากับ วิธีการนำอินซูลินชนิดผงออกมาใช้งาน ได้แก่ การกด การหมุน การดึง การเลื่อน ต่างๆ จึงออกมาเป็น ดังนี้

	การดึง	การหมุน	การสูบ	การเลื่อน	การปั๊ม	การบีบ
รูปทรง กระบอก	A1	A2	A3	A4	A5	A6
รูปทรงวงกลม	B1	B2	B3	B4	B5	B6
รูปทรงสี่เหลี่ยม	C1	C2	C3	C4	C5	C6
รูปทรง กระบอกเตี้ย	D1	D2	D3	D4	D5	D6

ตารางที่ 3.1 ตารางการหาแนวทางความเป็นไปได้ของการเกิดบรรจุภัณฑ์

จากการศึกษาหาแนวทางการออกแบบจากตารางข้างต้น จะได้แนวทางการออกแบบทั้งหมด 24 แนวทาง ซึ่งได้ออกมาเป็นภาพร่างของแนวทางต่างๆ ดังนี้

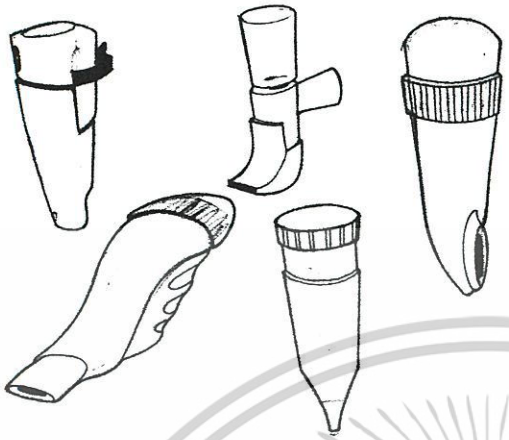
แนวทาง A1 รูปทรงกระบอก รวมกับ การดึง



ภาพที่ 3.1ภาพแนวทาง A1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แนวทาง A2 รูปทรงกระบอก รวมกับ การหมุน

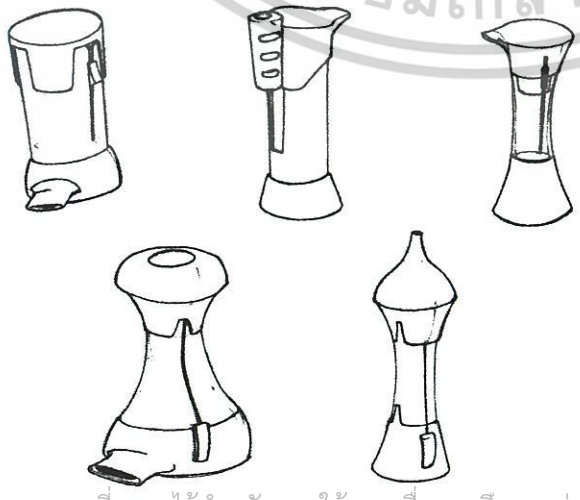


ภาพที่ 3.2 แนวทาง A2

แนวทาง A3 รูปทรงกระบอก รวมกับ การสูบ

ภาพที่ 3.3 แนวทาง A3

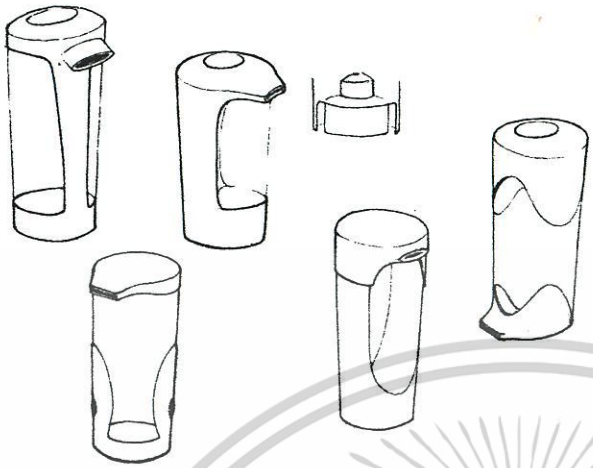
แนวทาง A4 รูปทรงกระบอก รวมกับ การเลื่อน



ภาพที่ 3.4 แนวทาง A4

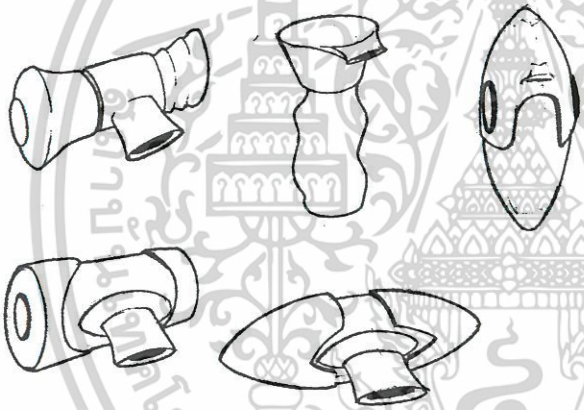
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แนวทาง A5 รูปทรงกระบอก รวมกับ การปั๊ม



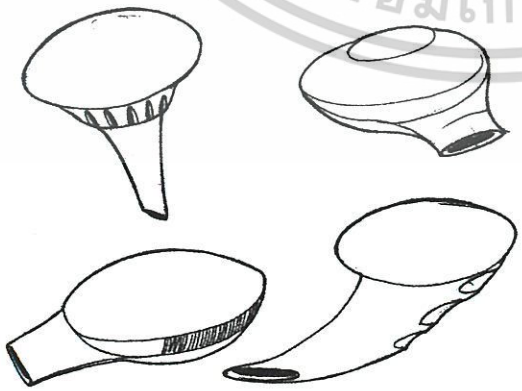
ภาพที่ 3.5 แนวทาง A5

แนวทาง A6 รูปทรงกระบอก รวมกับ การสูบบีบ



ภาพที่ 3.6 แนวทาง A6

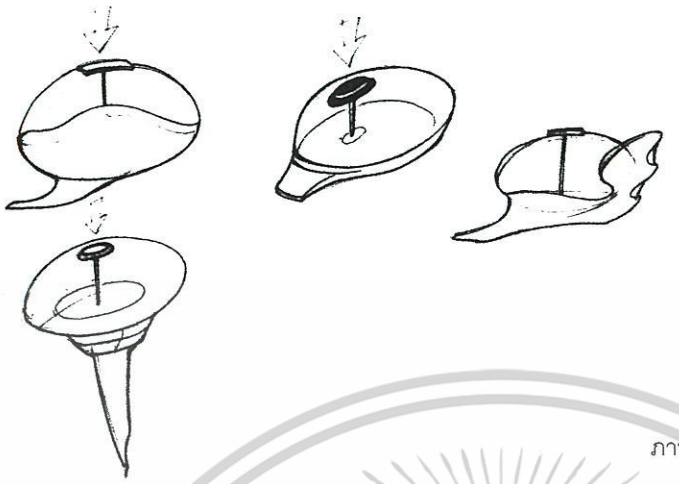
แนวทาง B2 รูปทรงวงกลม รวมกับ การหมุน



ภาพที่ 3.7 แนวทาง B2

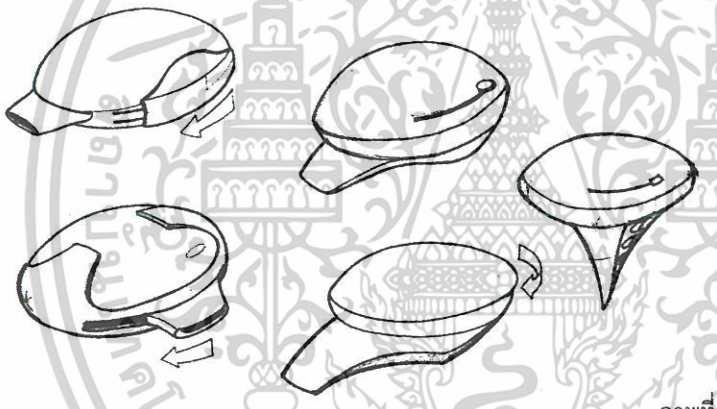
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แนวทาง B3 รูปทรงวงกลม รวมกับ การสูบ



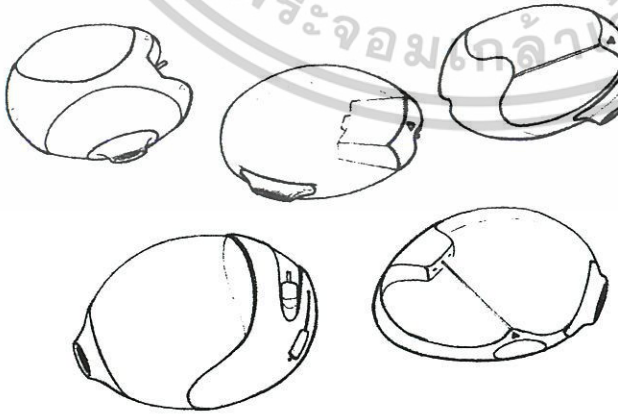
ภาพที่ 3.8 แนวทาง B3

แนวทาง B4 รูปทรงวงกลม รวมกับ การเลื่อน



ภาพที่ 3.9 แนวทาง B4

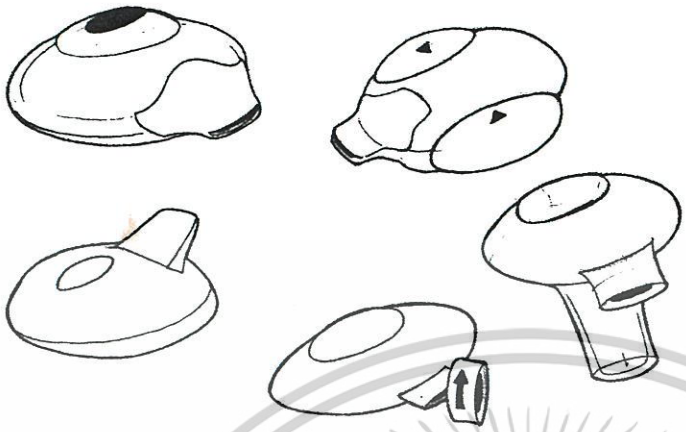
แนวทาง B5 รูปทรงวงกลม รวมกับ การหมุน



ภาพที่ 3.10 แนวทาง B5

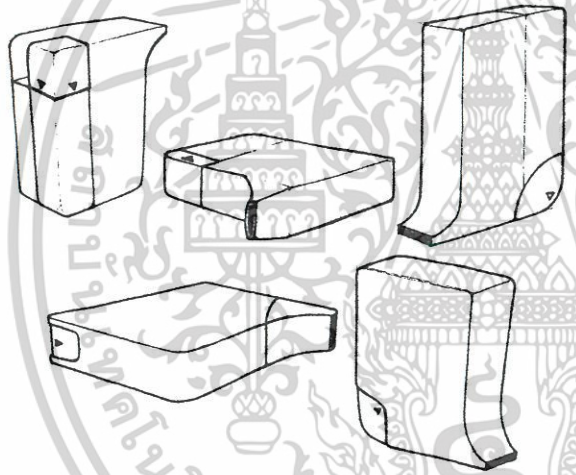
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แนวทาง B6 รูปทรงวงกลม รวมกับ การสูบ



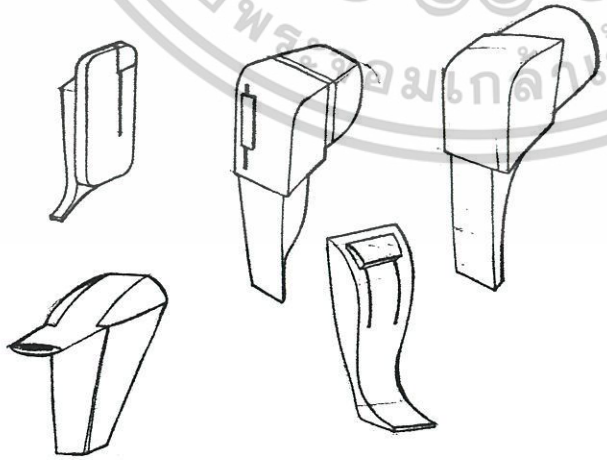
ภาพที่ 3.11 แนวทาง B6

แนวทาง C3 รูปทรงสี่เหลี่ยม รวมกับ การสูบ



ภาพที่ 3.12 แนวทาง C3

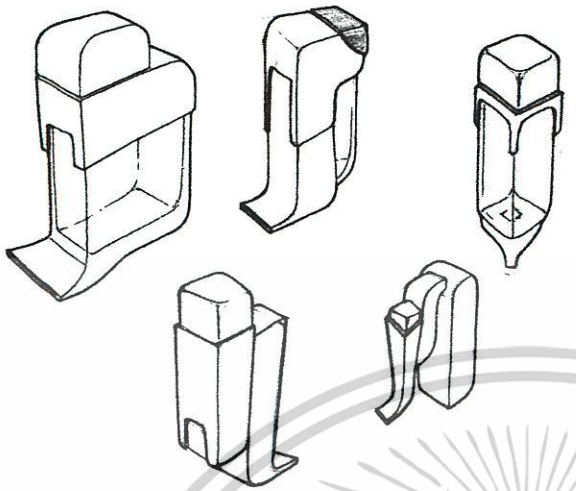
แนวทาง C4 รูปทรงสี่เหลี่ยม รวมกับ การเลื่อน



ภาพที่ 3.13 แนวทาง C4

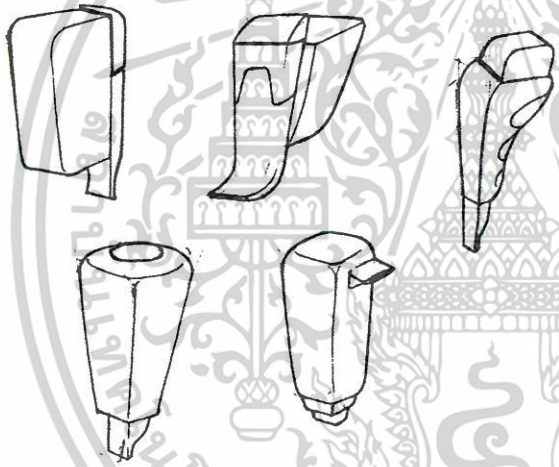
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แนวทาง C5 รูปทรงสี่เหลี่ยม รวมกับ การปั๊ม



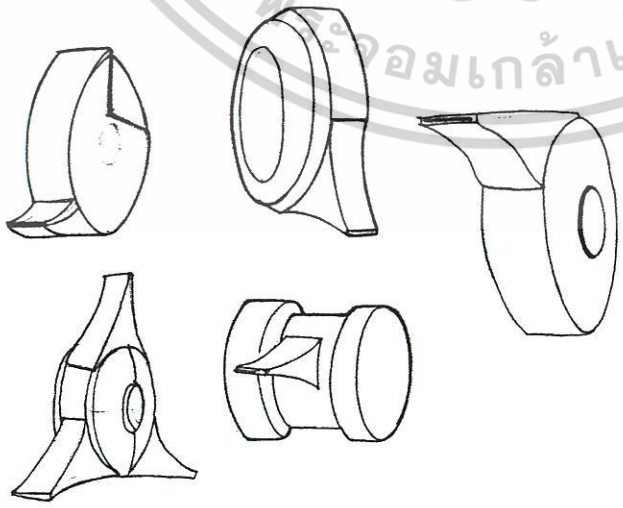
ภาพที่ 3.14 แนวทาง C5

แนวทาง C6 รูปทรงสี่เหลี่ยม รวมกับ การบีบ



ภาพที่ 3.15 แนวทาง C6

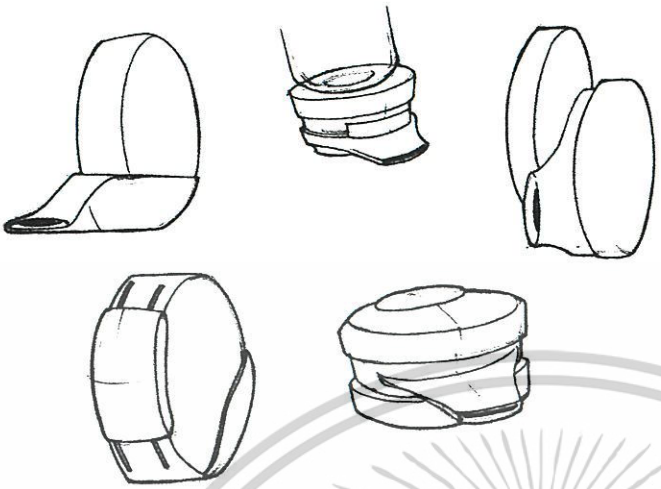
แนวทาง D2 รูปทรงกระบอกเตี้ย รวมกับ การหมุน



ภาพที่ 3.16 แนวทาง B5

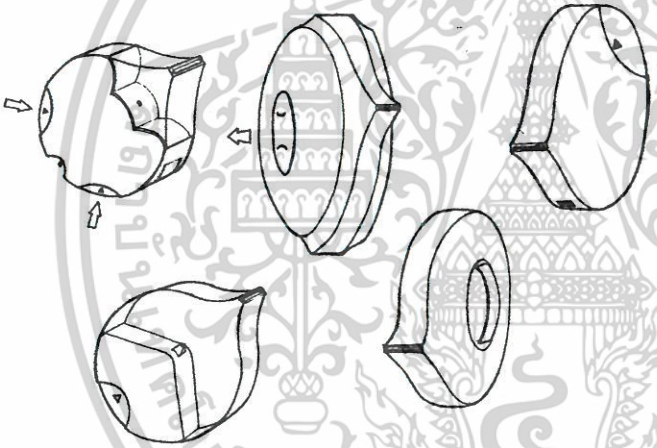
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แนวทาง D4 รูปทรงกระบอกเตี้ย รวมกับ การเลื่อน



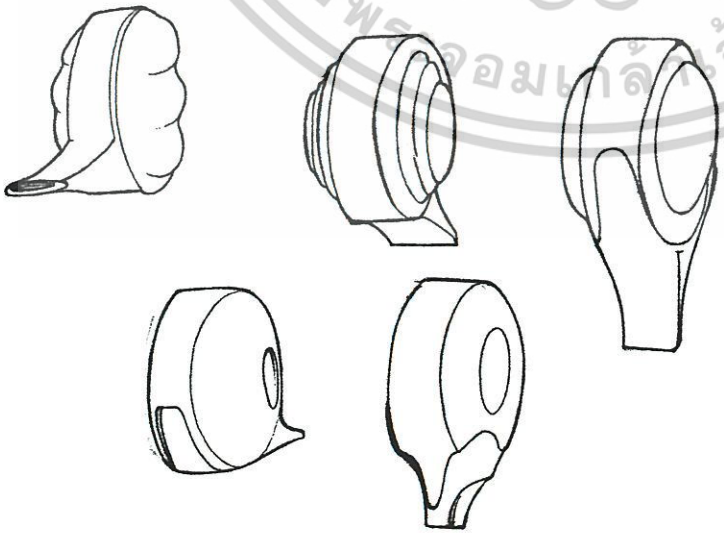
ภาพที่ 3.17 แนวทาง D4

แนวทาง D5 รูปทรงกระบอกเตี้ย รวมกับ การปั๊ม



ภาพที่ 3.18 แนวทาง D5

แนวทาง D6 รูปทรงกระบอกเตี้ย รวมกับ การบีบ



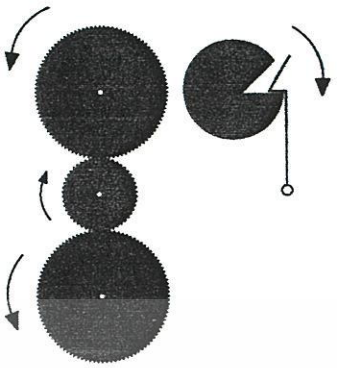
ภาพที่ 3.19 แนวทาง D6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แนวทางการออกแบบระบบกลไก ภายใน

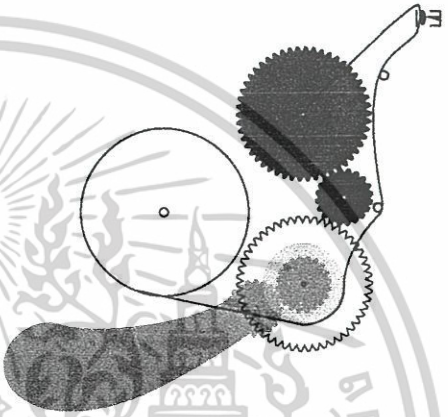
1. ระบบการทำงานเกี่ยวกับการกำหนดปริมาณอินซูลินที่จะออกมาต่อครั้ง

ระบบที่มีความเป็นไปได้มากที่สุดคือ ระบบเฟือง เนื่องจาก การที่เราบรรจุอินซูลินเป็น Blister pack และบรรจุมาเป็นชนิดสายพาน นั้น จะทำให้การเลือกใช้ระบบเฟืองจะช่วยส่งผลให้การเลื่อนออกมาในแต่ละครั้งของปริมาณอินซูลินเป็นไปได้อย่างเที่ยงตรง



โดยระบบแรกเป็นระบบเฟืองที่ทำให้เป็นลักษณะของลูกเบี้ยวในการล็อคระยะการหมุนต่อครั้งและยังล็อคเฟืองไม่ให้เกิดการหมุนย้อนกับอีกด้วย และยังมีปัญหาเกี่ยวกับการเลื่อนอินซูลินในแต่ละครั้งที่จะมีปริมาณไม่สม่ำเสมออยู่บ้าง

โดยระบบที่สองนั้น ได้คิดพัฒนามาจากระบบแรกโดยศึกษาถึงระบบการทำงานของปากกาที่มีการกด 1 ครั้งและทำให้ระบบภายในหมุนได้ 1 รอบ จึงนำมาใช้ในการออกแบบบรรจุภัณฑ์อินซูลินนี้



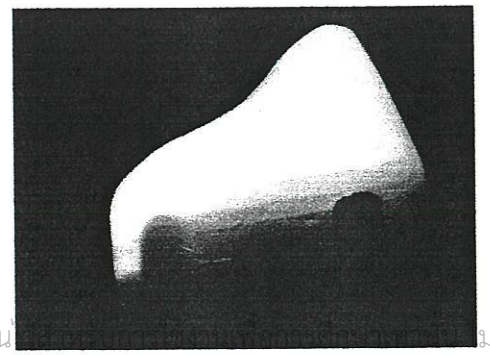
ภาพที่ 3.20 ภาพระบบเฟือง

โดยจากการคิดค้นระบบเฟืองนี้ จึงทำให้ทราบว่า วิธีการนำอินซูลินออกมาใช้งานนั้นจะเป็นไปตามกลไกข้างในซึ่งจากเดิมคำนึงถึงแต่วิธีการเท่านั้น จากการสรุปแบบเฟืองนี้ทำให้พอสรุปได้คร่าวๆว่า การหมุนจะเป็นการทำให้ระบบเฟืองภายในทำงาน เลื่อนอินซูลินมาในตำแหน่งที่จะโดนใบมีดขนาดเล็กกรีดให้ขาด ก่อนจะโดนพ่นลม ซึ่งการพ่นลมนั้นวิธีการกด เป็นวิธีที่เหมาะสมกับวิธีการพ่นลมด้วยกระบอกสูบ ดังนั้น จึงสามารถสรุปขั้นตอนการใช้งานได้คร่าวๆ ว่า จะมี 2 ขั้นตอน คือ การหมุนให้อินซูลินเลื่อนมาโดนใบมีดกรีด ก่อนจะทำการกดเพื่อดันลมในกระบอกสูบพ่นให้อินซูลินที่มีลักษณะเป็นผงแห้งขนาดเล็ก ฟุ้งกระจายในพื้นที่ว่างภายในบรรจุภัณฑ์

เมื่อได้วิธีการทำงานคร่าวๆ จึงมาตั้งข้อสังเกตก่อนจะทำการออกแบบว่า รูปทรงที่จะเกิดขึ้นนั้น จะต้องคำนึงถึงเรื่องการจับถือเป็นสำคัญ จึงได้ทดลองทำหุ่นจำลองคร่าวๆ เป็นรูปทรงต่างๆ เพื่อศึกษาการจับถือ และ เพื่อค้นหาตำแหน่งการวางปุ่มกด ปุ่มหมุนต่างๆ ที่เหมาะสมอีกด้วย

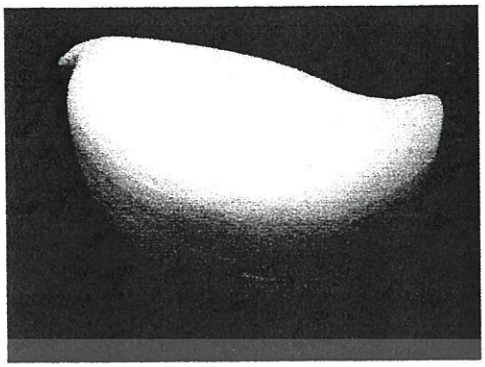
จึงเกิดเป็นรูปทรง ดังนี้

รูปทรงที่ 1

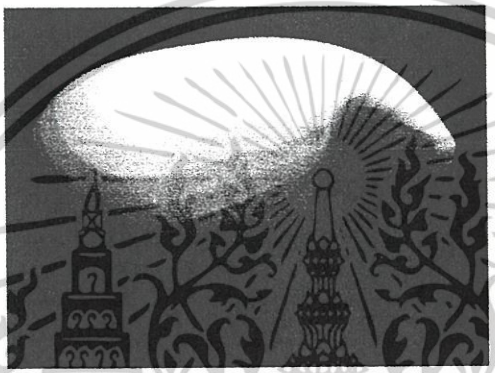


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

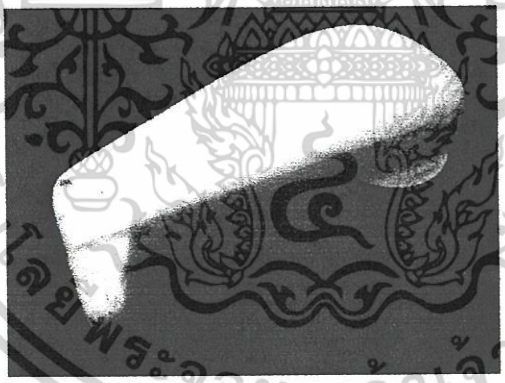
รูปทรงที่ 2



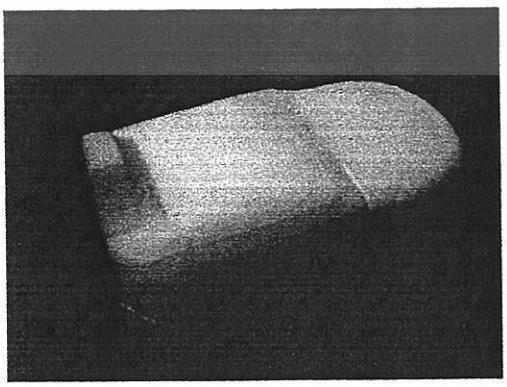
รูปทรงที่ 3



รูปทรงที่ 4

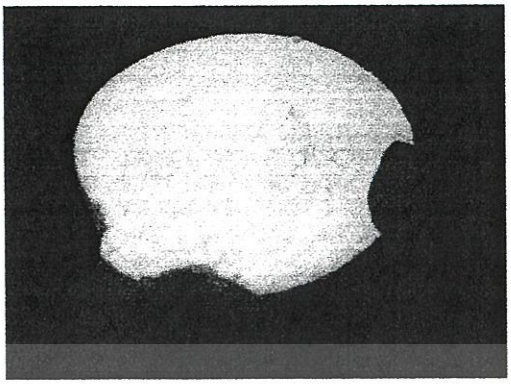


รูปทรงที่ 5



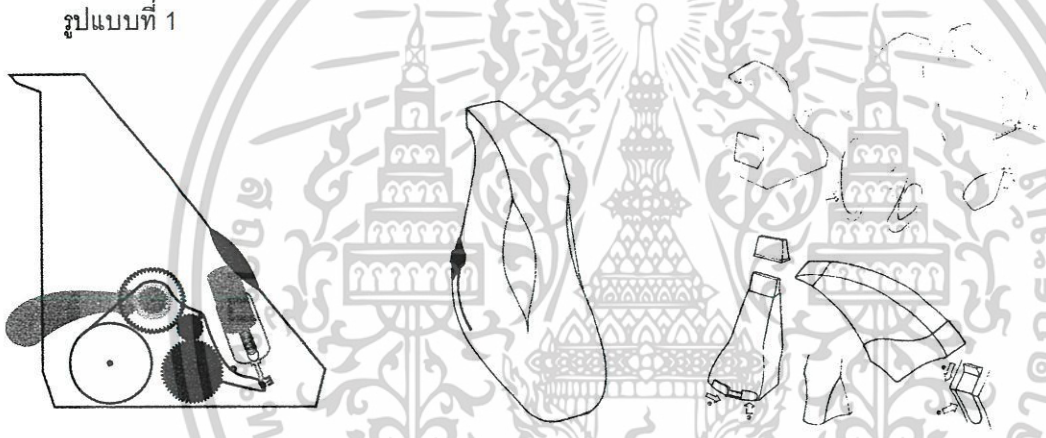
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปทรงที่ 6

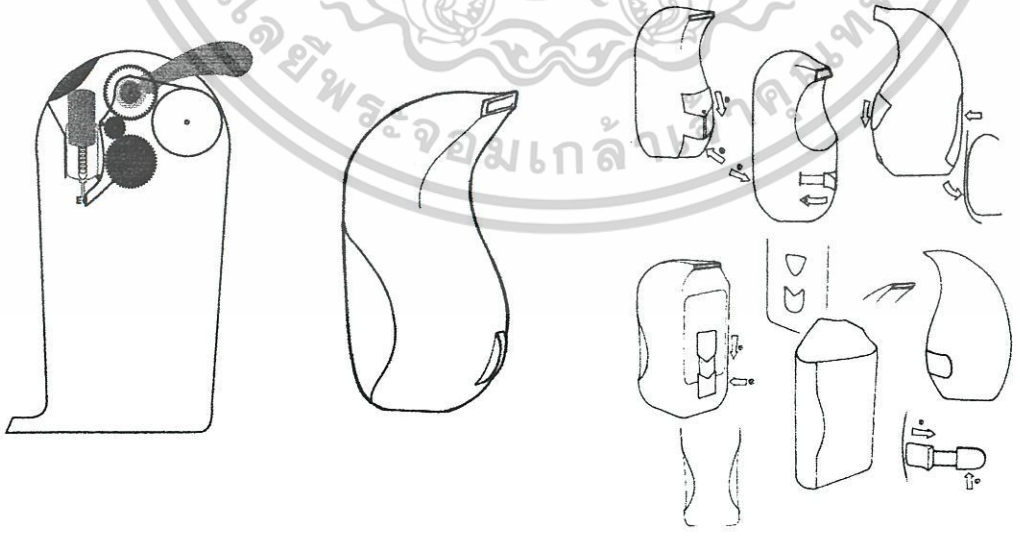


จากการทำหุ่นจำลองเพื่อศึกษาการจับถือนั้น เป็นเพียงขั้นต้น จึงมีการศึกษาจากรูปทรง 6 แบบข้างต้นนี้ โดยการใส่ระบบเฟืองและ ระบบการสูบลม ภายในเข้ากับรูปทรงต่างๆ และได้ทำการออกแบบรายละเอียดต่างๆเพิ่มเติม จึงได้เป็นดังนี้

รูปแบบที่ 1

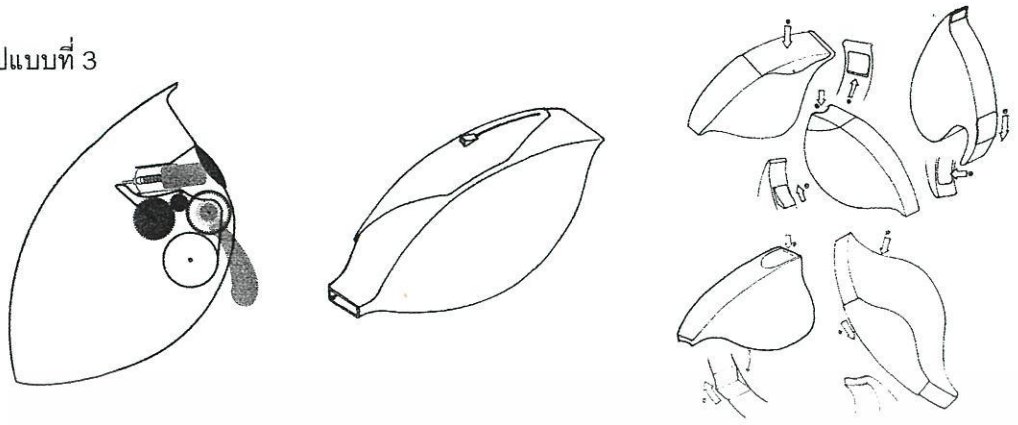


รูปแบบที่ 2

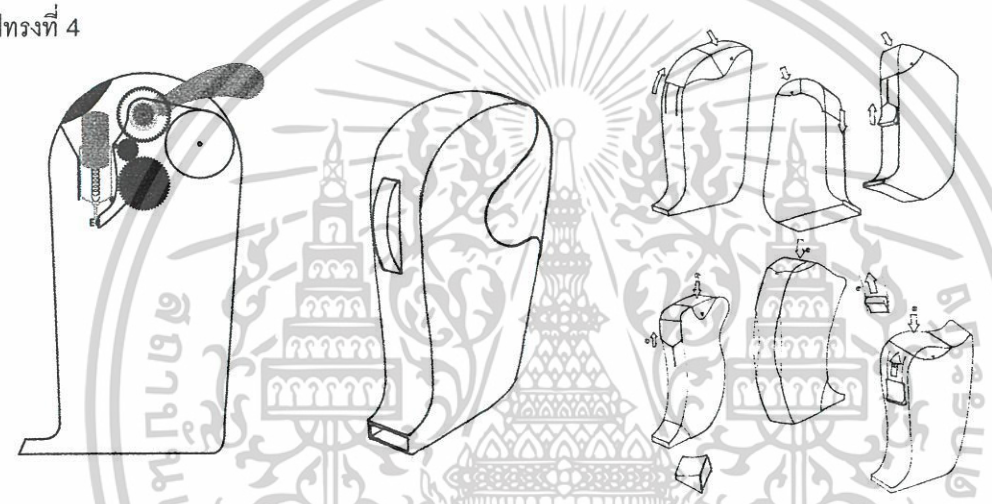


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

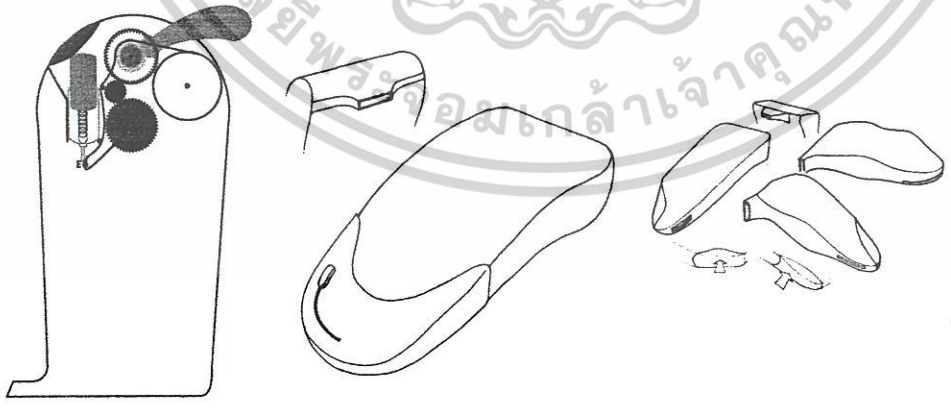
รูปแบบที่ 3



รูปทรงที่ 4



รูปทรงที่ 5

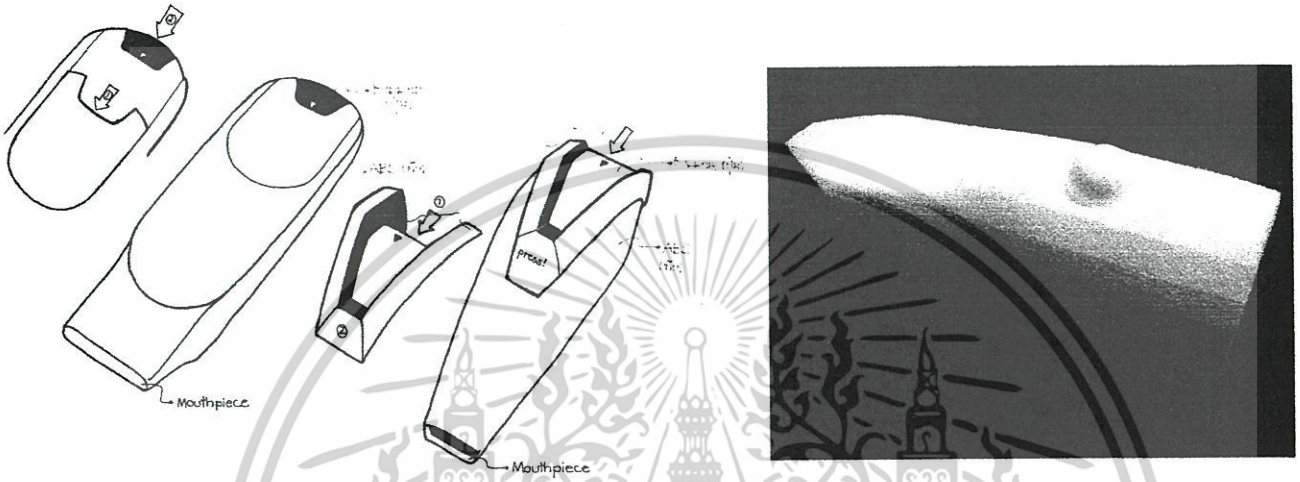


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

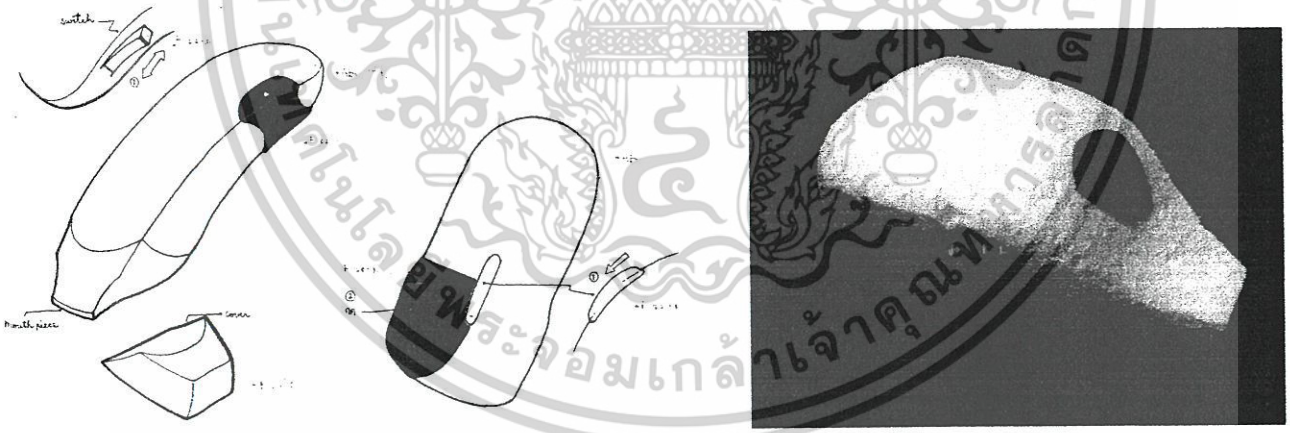
3.3 แนวทางการออกแบบที่ 2

จากการศึกษาลักษณะรูปทรงที่คิดขึ้นมานั้น ยังมีลักษณะการจับที่ไม่ถนัดมือ และการใส่กลไกภายในเข้าไปยังไม่เหมาะสม จึงมีการคิดแนวทางการออกแบบ โดยใช้หลักเกณฑ์กายภาพเชิงกลของมือ เป็นหลักใหญ่ในการค้นหารูปทรงต่างๆต่อมา ได้ดังนี้

รูปแบบที่ 1

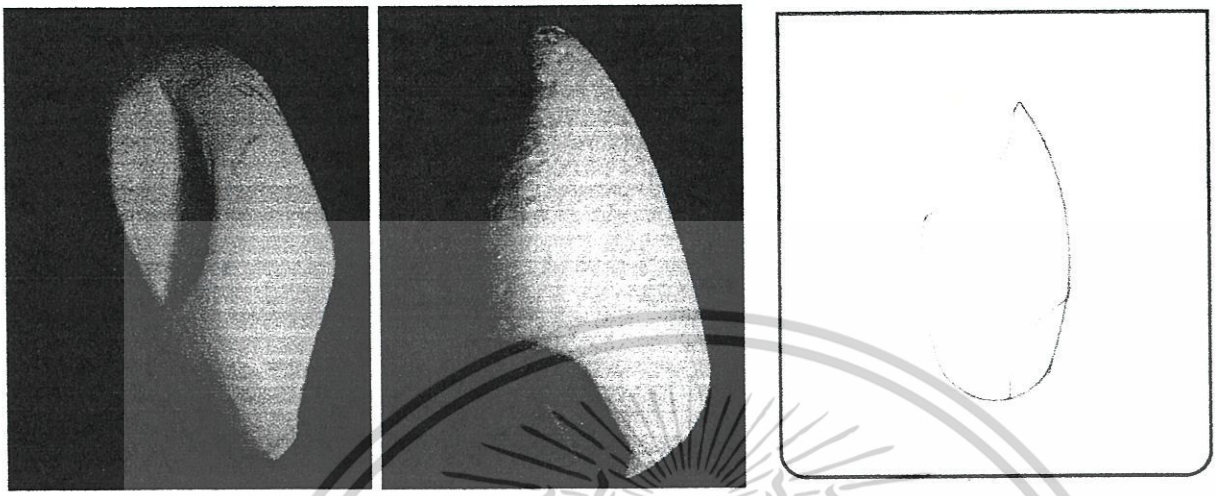


รูปแบบที่ 2



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปแบบที่ 3

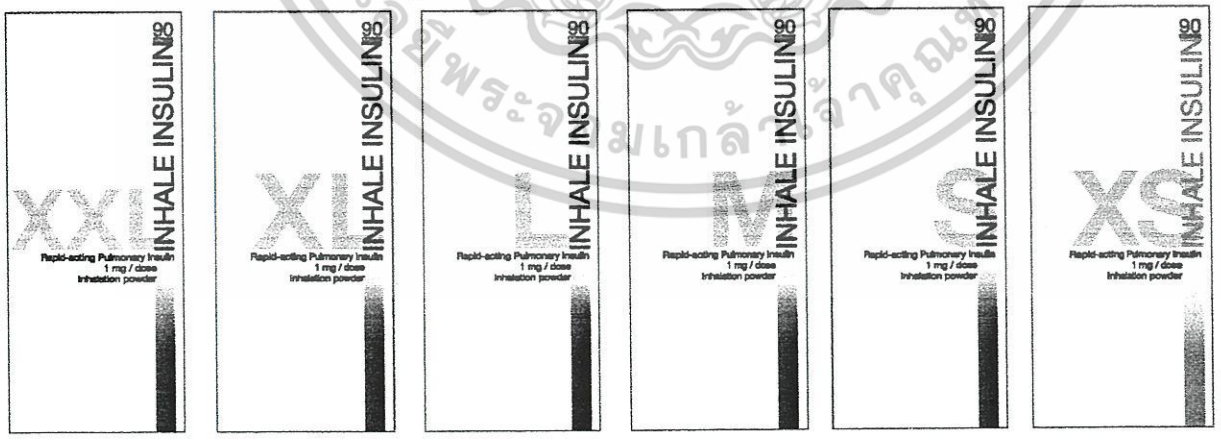


จากการวิเคราะห์รูปทรงต่างๆจากแนวทางการออกแบบที่ 2 นั้น รูปทรงที่มีความเหมาะสมกับการจับถือใช้งานและการวางรูปแบบของกลไกภายในได้ดีที่สุด คือ รูปแบบที่สาม และมีความสวยงามน่าใช้งานมากที่สุด

3.4 แนวทางการออกแบบฉลากของบรรจุภัณฑ์

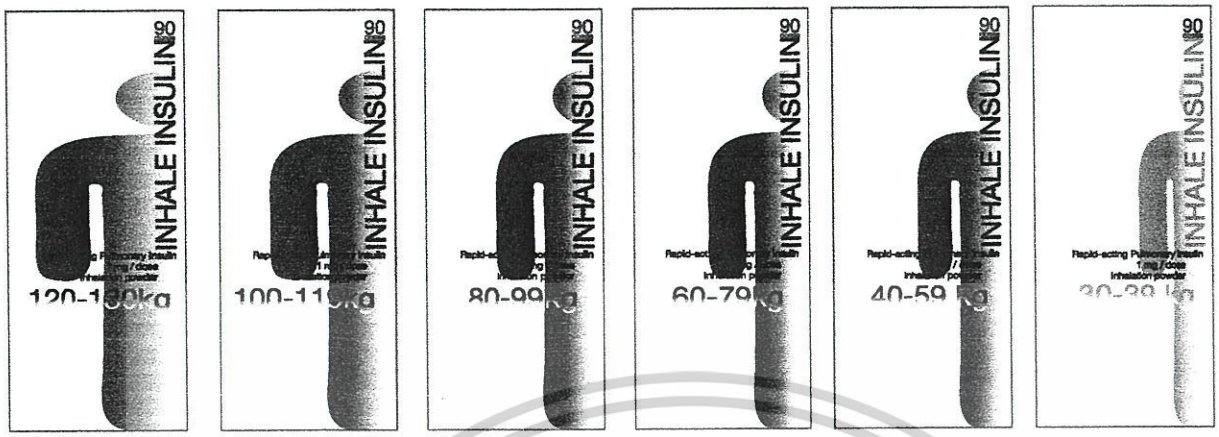
เนื่องจากบรรจุภัณฑ์อินซูลินชนิดพ่นจะต้องมีการบอกข้อมูลการใช้งานหลายอย่าง เช่น ขนาดการให้อินซูลิน ที่มีการให้อินซูลินตามขนาดน้ำหนักตัวของผู้ป่วย ประเภทของอินซูลินชนิดผงแห้ง จำนวนครั้งที่สามารถใช้ในการพ่นอินซูลินน้ำหนักตัวของผู้ป่วยที่จะใช้อินซูลินขนาดนั้นๆ เป็นต้น จึงมีการคิดค้นการบอกข้อมูลต่างๆเหล่านี้ในหน้าฉลาก ที่มีวิธีการบอกข้อมูลต่างๆกัน ได้ดังนี้

วิธีการที่ 1 การบอกปริมาณอินซูลินด้วยตัวอักษร

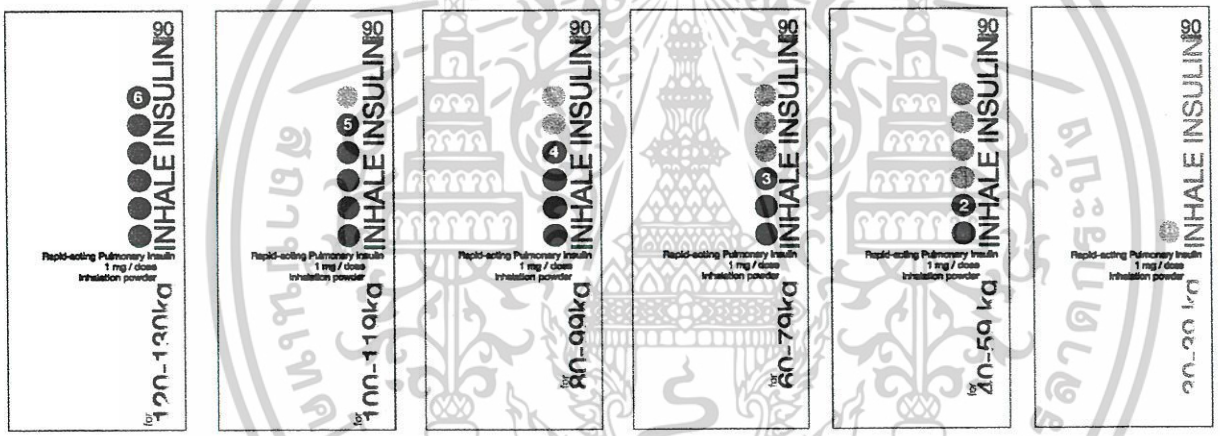


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

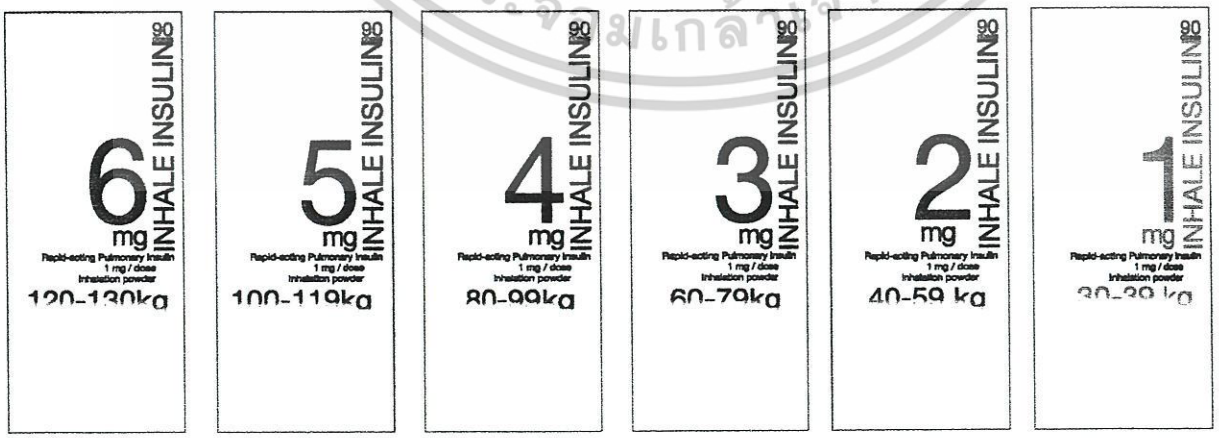
วิธีการที่ 2 การบอกปริมาณอินซูลินด้วยภาพที่สื่อถึงตัวคน



วิธีการที่ 3 การบอกปริมาณอินซูลินด้วยกราฟฟิก



วิธีการที่ 4 การบอกปริมาณอินซูลินด้วยการบอกปริมาณที่ใช้ต่อ1 ครั้ง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิเคราะห์การเลือกใช้กราฟฟิกบนฉลากของบรรจุภัณฑ์

จาก 4 แนวทางการออกแบบกราฟฟิกนั้น วิธีที่สามารถสื่อสารกับผู้ป่วยได้ง่ายที่สุดนั้น คือ รูปแบบที่ 4 เนื่องจากการใส่ตัวเลขขนาดใหญ่ที่ฉลากนั้น ทำให้ผู้ป่วยสามารถเห็นได้ชัดเจนว่า บรรจุภัณฑ์สำหรับพ่นอินซูลินสีนี้ เป็นการให้อินซูลินขนาดเท่าไหร่ เช่น นายเอ น้ำหนัก 60 kg จะใช้อินซูลินขนาด 3 mg ตัวบรรจุภัณฑ์จะมีสีม่วง ซึ่งข้อมูลที่มีความสำคัญที่สุดที่จะต้องสังเกตเห็นได้อย่างแรก คือ ขนาดของอินซูลินที่ผู้ป่วยคนนั้นๆ จะต้องใช้ และข้อมูลรองลงมา คือน้ำหนักตัวของผู้ป่วยคนนั้นๆ ที่เหมาะกับ ขนาดของอินซูลินขนาดนั้นๆ โดยรูปแบบที่ 4 จะสามารถสื่อสารกับผู้ป่วยได้มากที่สุด จึงเหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการออกแบบมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

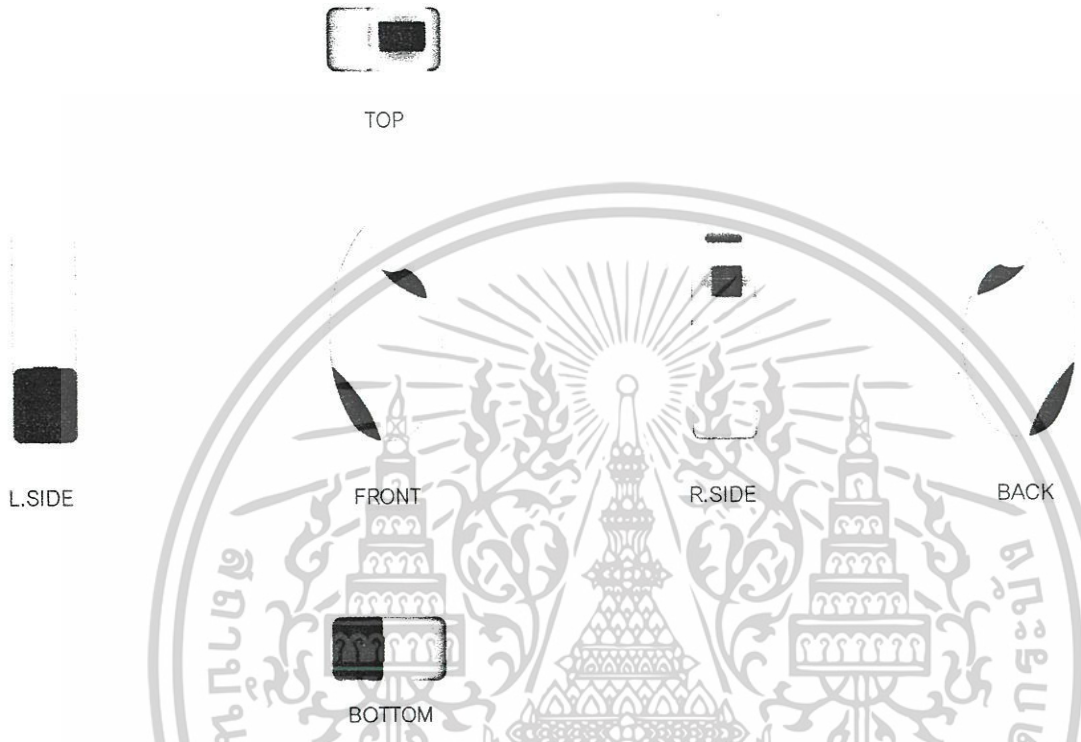
บทที่ 4 การนำเสนอผลงานขั้นสุดท้าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. การนำเสนอผลงานทางการออกแบบ

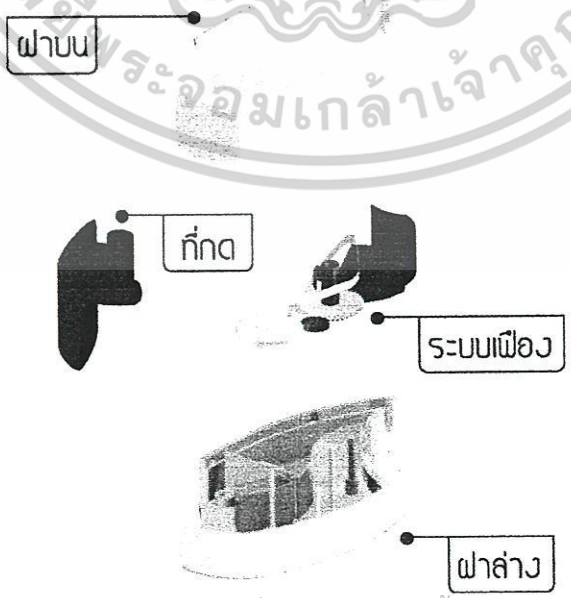
4.1 ผลงานขั้นสุดท้าย

4.1.1 รายละเอียดด้านขนาดของบรรจุภัณฑ์



ภาพที่ 4.1 ภาพแสดงขนาดของบรรจุภัณฑ์

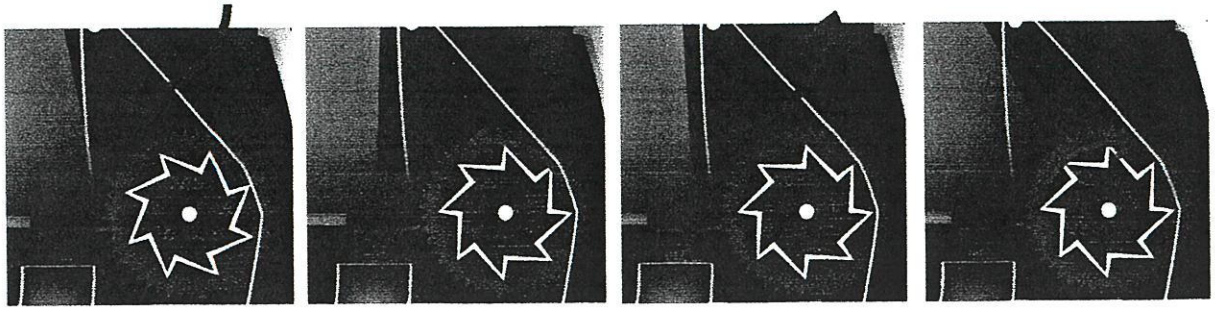
4.1.2 รายละเอียดด้านกลไกของบรรจุภัณฑ์



ภาพที่ 4.2 ภาพแสดงชิ้นส่วนของบรรจุภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลักการทำงานของระบบเฟือง แสดงให้เห็นดังภาพ โดยมี 4 ลำดับ ดังนี้



ภาพที่ 4.3 ภาพแสดงหลักการทำงานของระบบเฟือง

1. เมื่อมีการหมุนปุ่มจากด้านนอกของบรรจุภัณฑ์ จะทำให้ปุ่มหมุนไปตามแรงกระทำจากภายนอก

2. จากการหมุนของปุ่มหมุน ขั้นแรกจะทำให้ เฟืองที่มีหน้าที่ควบคุมการเลื่อนของแผงอินซูลิน หมุนไปพร้อมกันทั้งสองตัว ดังลูกศรสีฟ้า

3. และเมื่อผู้ป่วยหมุนปุ่มจากด้านนอกกลับนั้น จะทำให้เฟืองของปุ่มหมุน หมุนกลับไปตามแรงกระทำ

4. ซึ่งการหมุนปุ่มกลับจะส่งผลให้เฟืองควบคุมนั้น หมุนกลับตามแรงกระทำ แต่เนื่องจากเฟืองภายในนั้นออกแบบให้ไม่สามารถหมุนกลับได้ จึงทำให้เฟืองที่ครอบอยู่นั้น หมุนกลับเพียงตัวเดียว ดังลูกศรสีฟ้า ซึ่งเป็นการควบคุมไม่ให้แผงอินซูลินที่ยังไม่ได้ใช้ เลื่อนตัวมาโดยไม่จำเป็นนั่นเอง

หลักการทำงานของเลื่อนของสายพานที่บรรจุอินซูลิน

ภาพที่ 4.4 ภาพแสดงหลักการเลื่อนของสายพานที่บรรจุอินซูลิน

1. เมื่อมีการหมุนปุ่มหมุนจากภายนอกของบรรจุภัณฑ์ จะทำให้ แผงที่บรรจุอินซูลินมาเป็นสายพานหมุนตาม

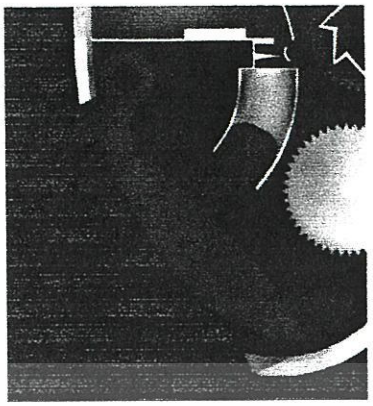
2. โดยระบบกลไก ได้ออกแบบมาให้แผงยาอินซูลินหมุนมาในปริมาณที่ถูกกำหนดไว้ของผู้ป่วย

3. และเมื่อสายพานนำอินซูลินที่บรรจุไว้ วิ่งผ่านเข็มขนาดเล็ก จะทำให้แผงอินซูลินถูกตัดขาด โดยบริเวณที่เป็นเข็มนี้ จะอยู่ตรงกับกล่องที่ครอบปากกระบอกอัดลมไว้พอดี เมื่อผู้ป่วยหมุนตามขั้นตอนการใช้งานแล้วนั้นจะทำให้ ผงอินซูลินตกลงบริเวณปากของกระบอกอัดลมพอดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

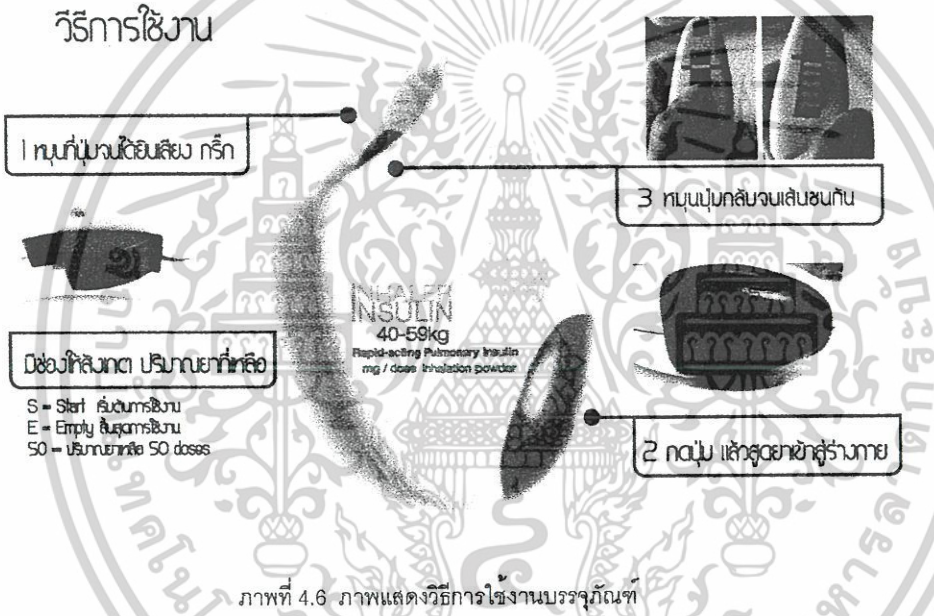
หลักการทำงานของกระบอกสูบลม

เมื่อมีการกดปุ่มกดจากภายนอกนั้น จะส่งผลให้มีการดันเอาลมที่อยู่ในกระบอกสูบนั้น พ่นให้อินซูลินที่เป็นผงที่ตกอยู่ในกล่องบริเวณปากของกระบอกสูบลมนี้ เข้าไปฟุ้งกระจายในโพรงอากาศ ก่อนให้ผู้ป่วยสูดหายใจเอาอินซูลินเข้าสู่ร่างกาย โดย เมื่อผู้ป่วยปล่อยมือจากปุ่มกดนั้น จะส่งผลให้ ภายในนั้น มีการสูบลมใหม่เข้าไปเก็บไว้ภายในกระบอกสูบ และเมื่อ มีการกดปุ่มอีกครั้ง นั่นก็คือ การพ่นลมครั้งต่อไปนั่นเอง

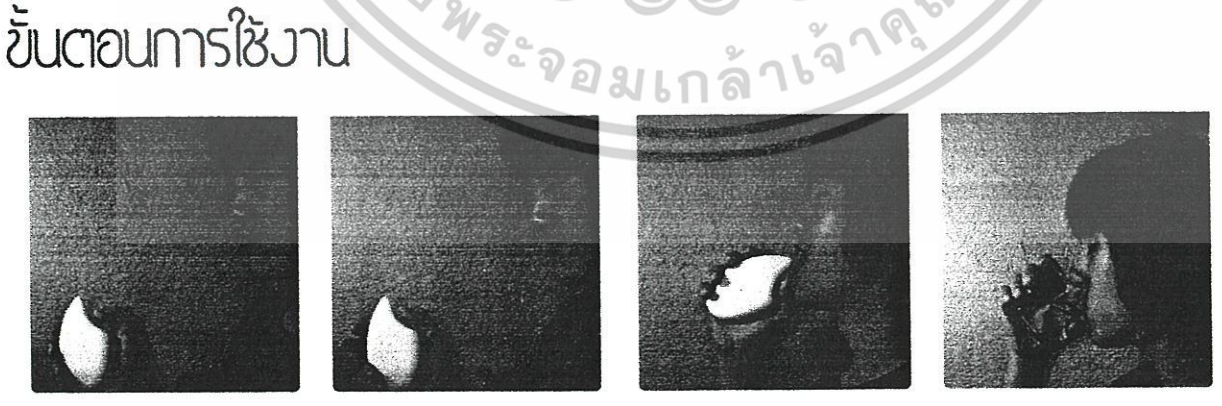


ภาพที่ 4.5 ภาพแสดงหลักการทำงานของกระบอกสูบ

4.1.3 ขั้นตอนการใช้งานต่างๆของบรรจุภัณฑ์



ภาพที่ 4.6 ภาพแสดงวิธีการใช้งานบรรจุภัณฑ์

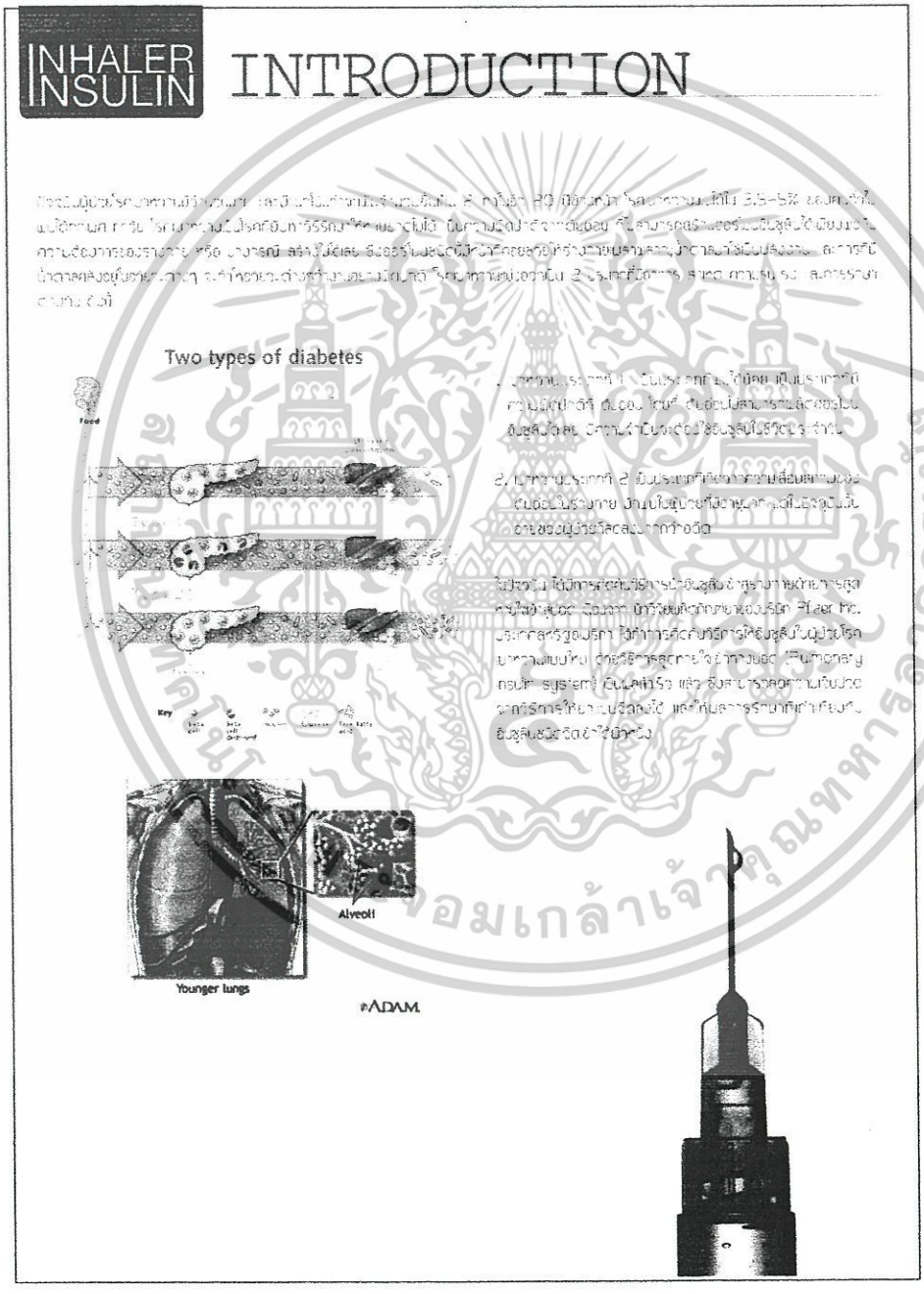


ภาพที่ 4.7 ภาพแสดงขั้นตอนการใช้งานบรรจุภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

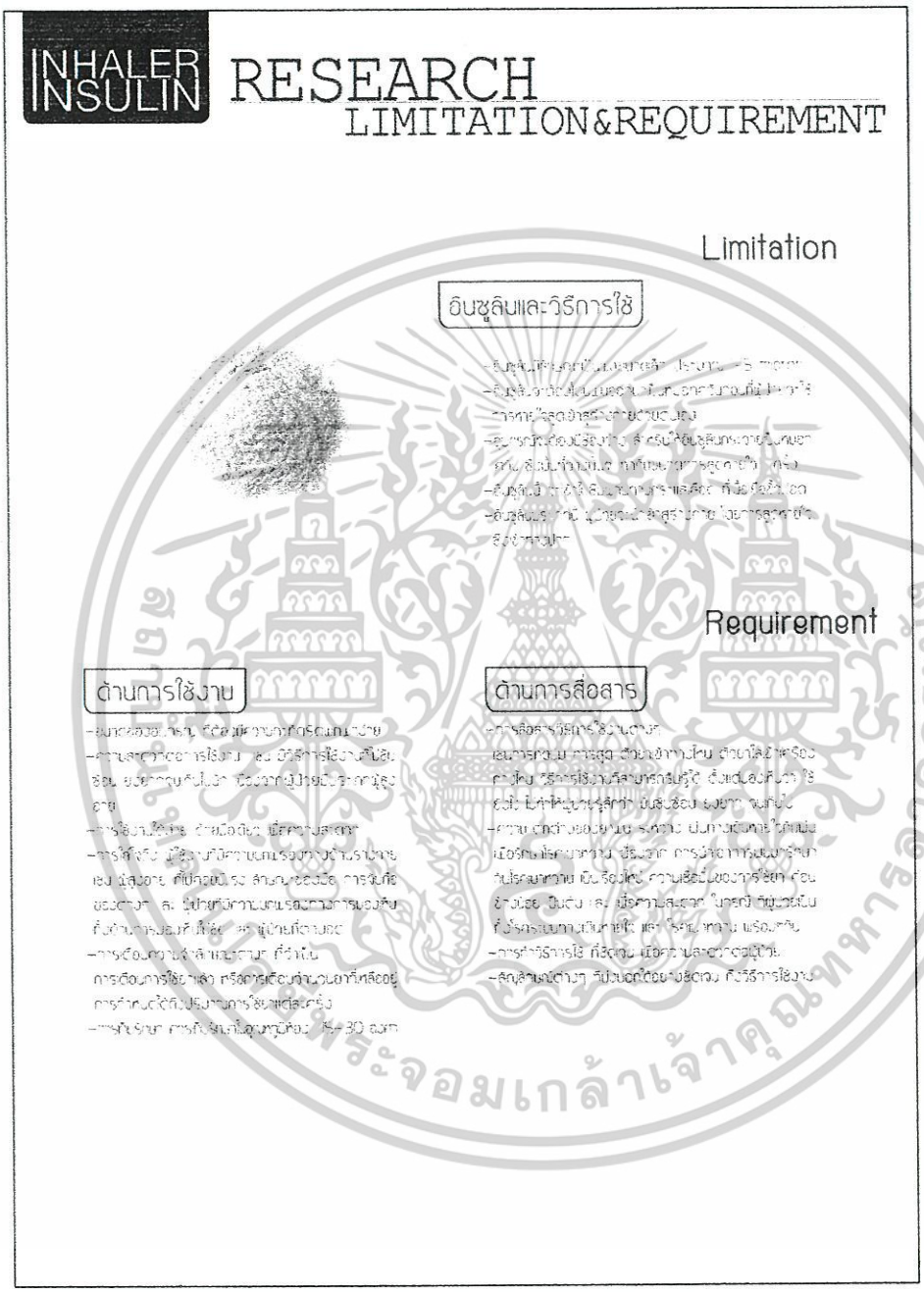
4.2 ภาพถ่ายย่อแผ่นนำเสนอผลงาน

นำเสนอผลงานทั้งหมดในขั้นตอนสุดท้าย ในลักษณะที่เป็นแผ่นงาน รวบรวมข้อมูลตั้งแต่เริ่มต้นโครงการ และ ขั้นตอนทั้งหมด อันได้แก่ ขั้นตอนในการออกแบบและพัฒนาปรับปรุงจนสรุปผลในขั้นตอนสุดท้าย



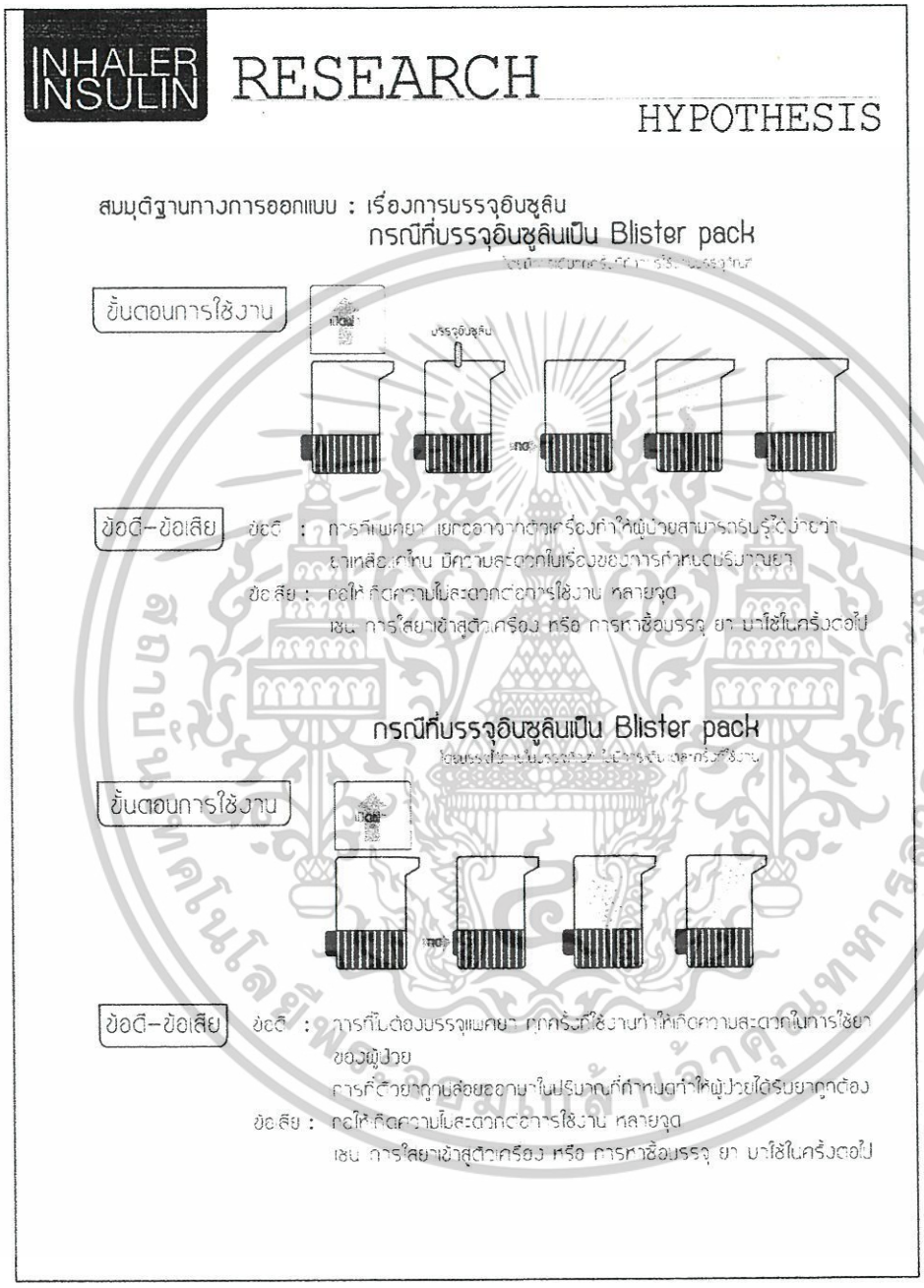
ภาพที่ 4.8 แผ่นเสนอผลงาน แสดงที่มาของโครงการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



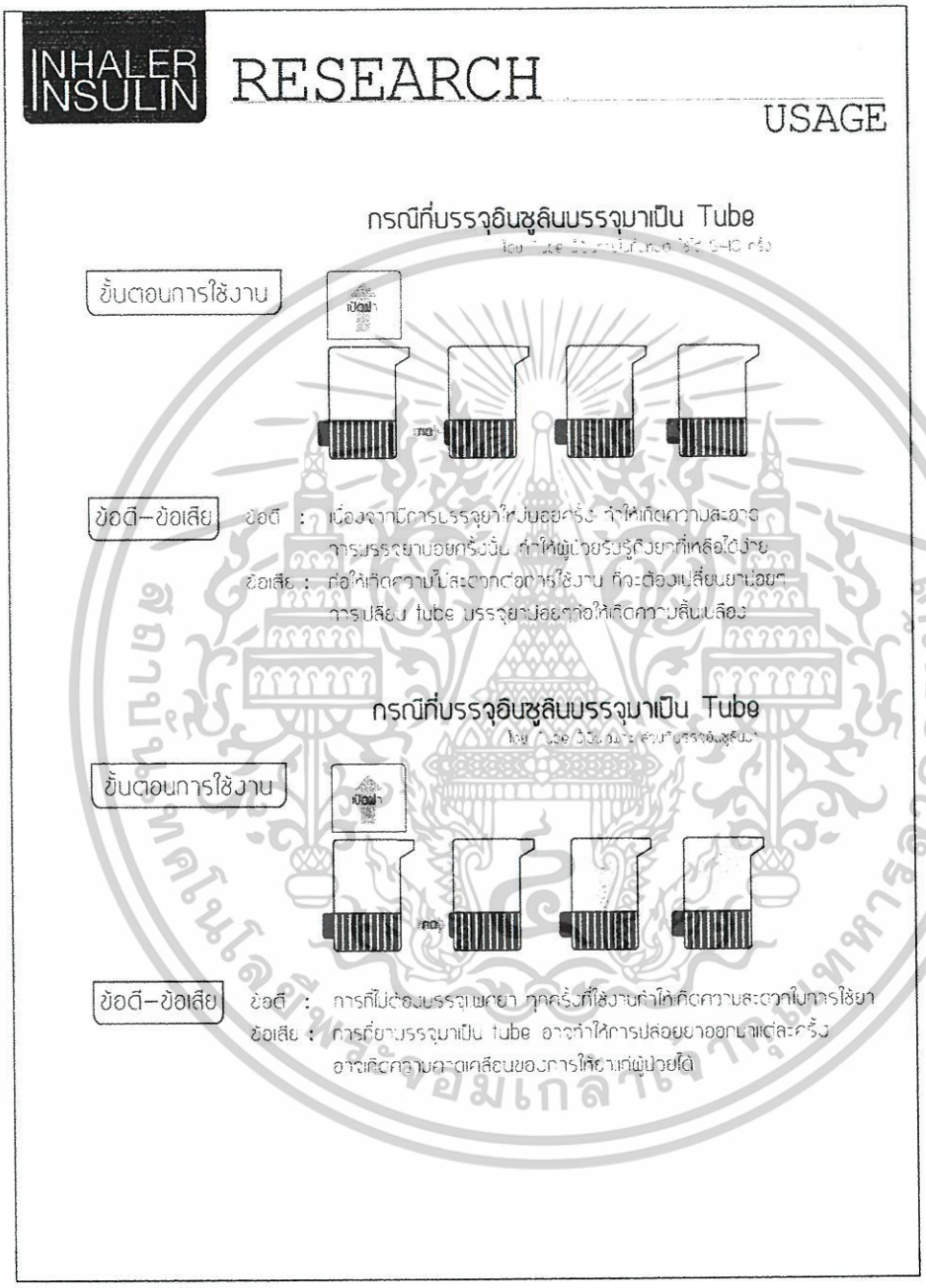
ภาพที่ 4.9 แผ่นเสนอผลงาน แสดงข้อจำกัดและความต้องการของบรรจุภัณฑ์ในโครงการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



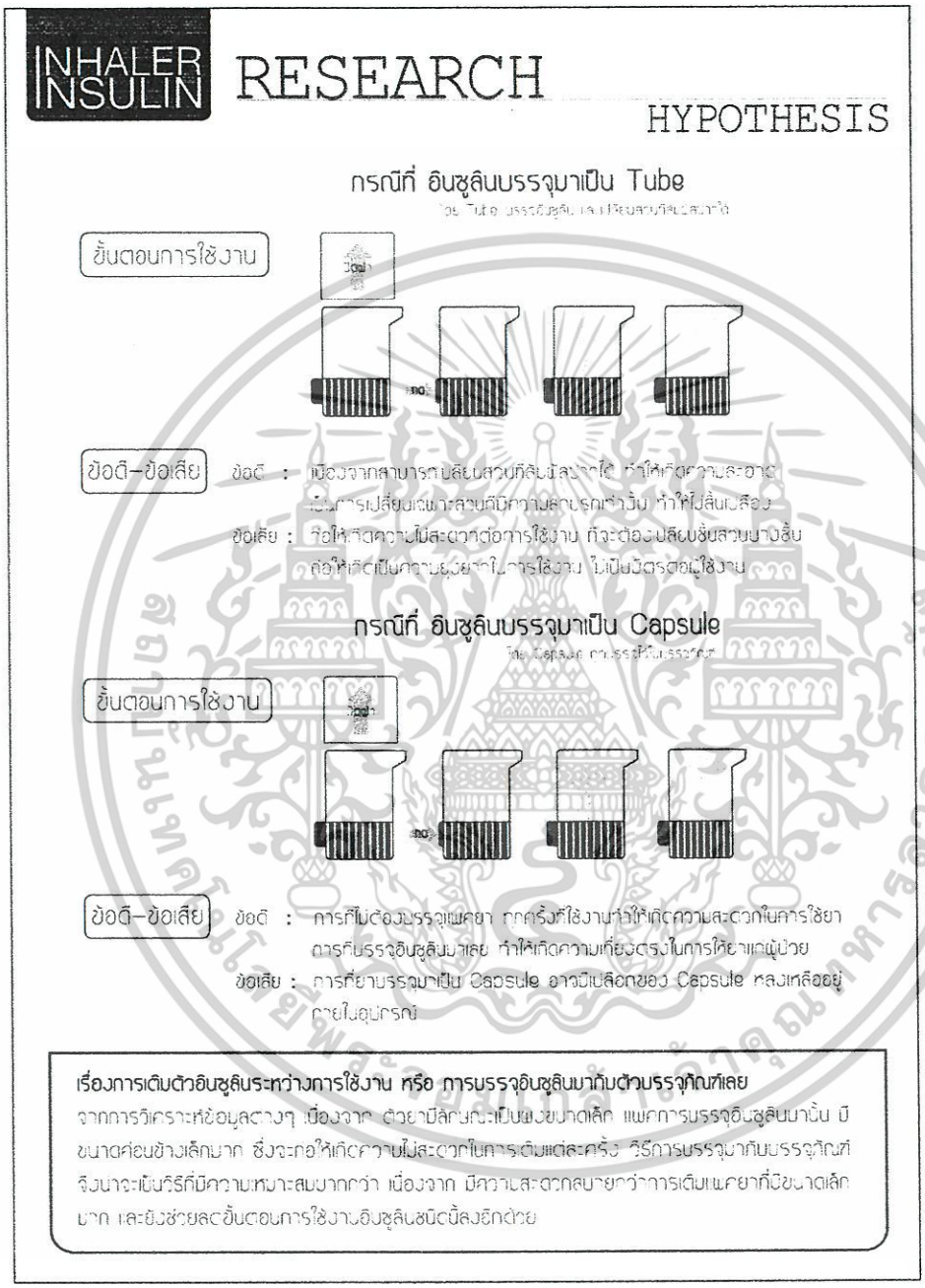
ภาพที่ 4.10 แผ่นเสนอผลงาน แสดงการตั้งสมมุติฐานหาแนวทางการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



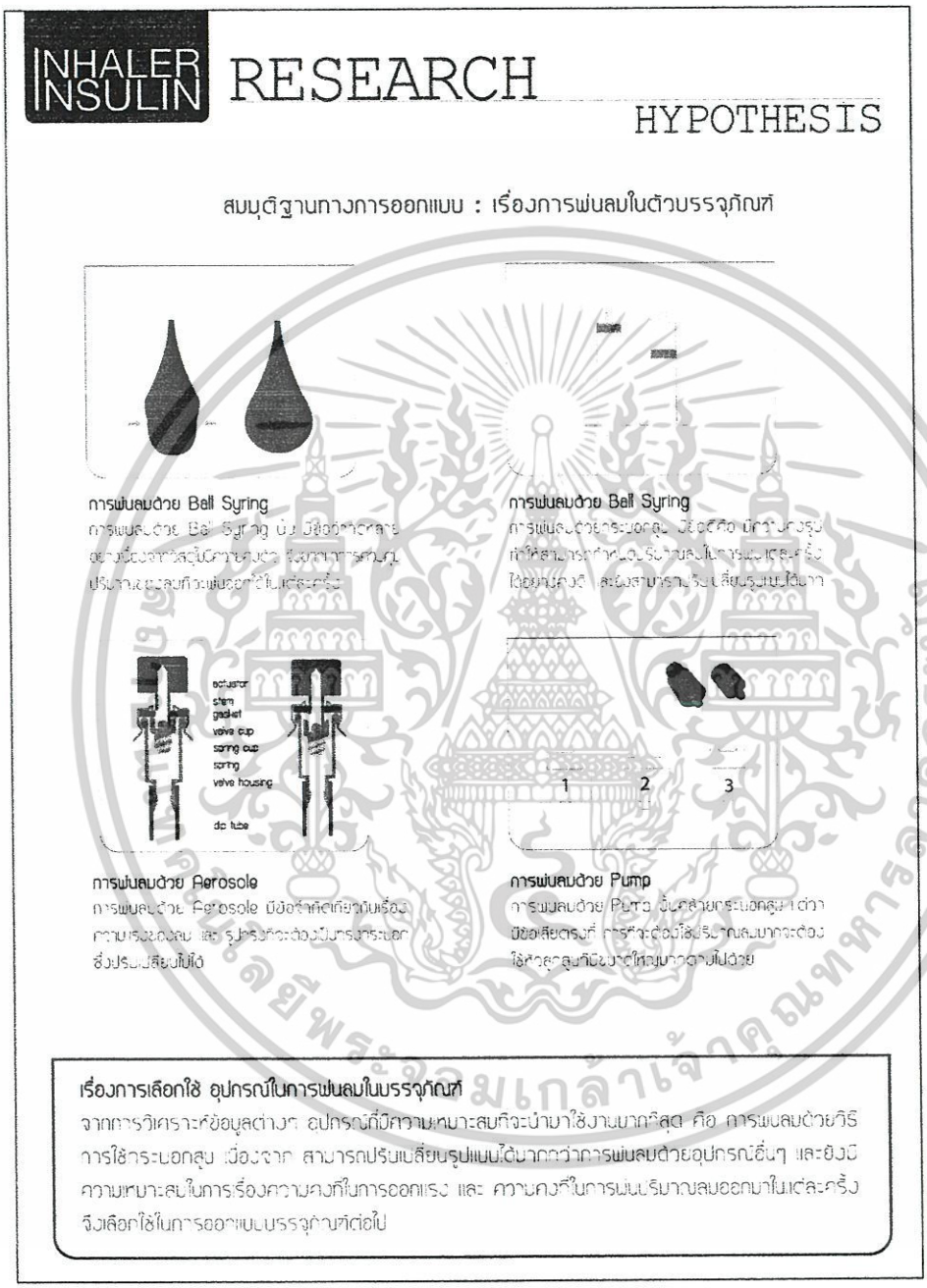
ภาพที่ 4.11 แผ่นเสนอผลงาน แสดงการตั้งสมมุติฐานหาแนวทางการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



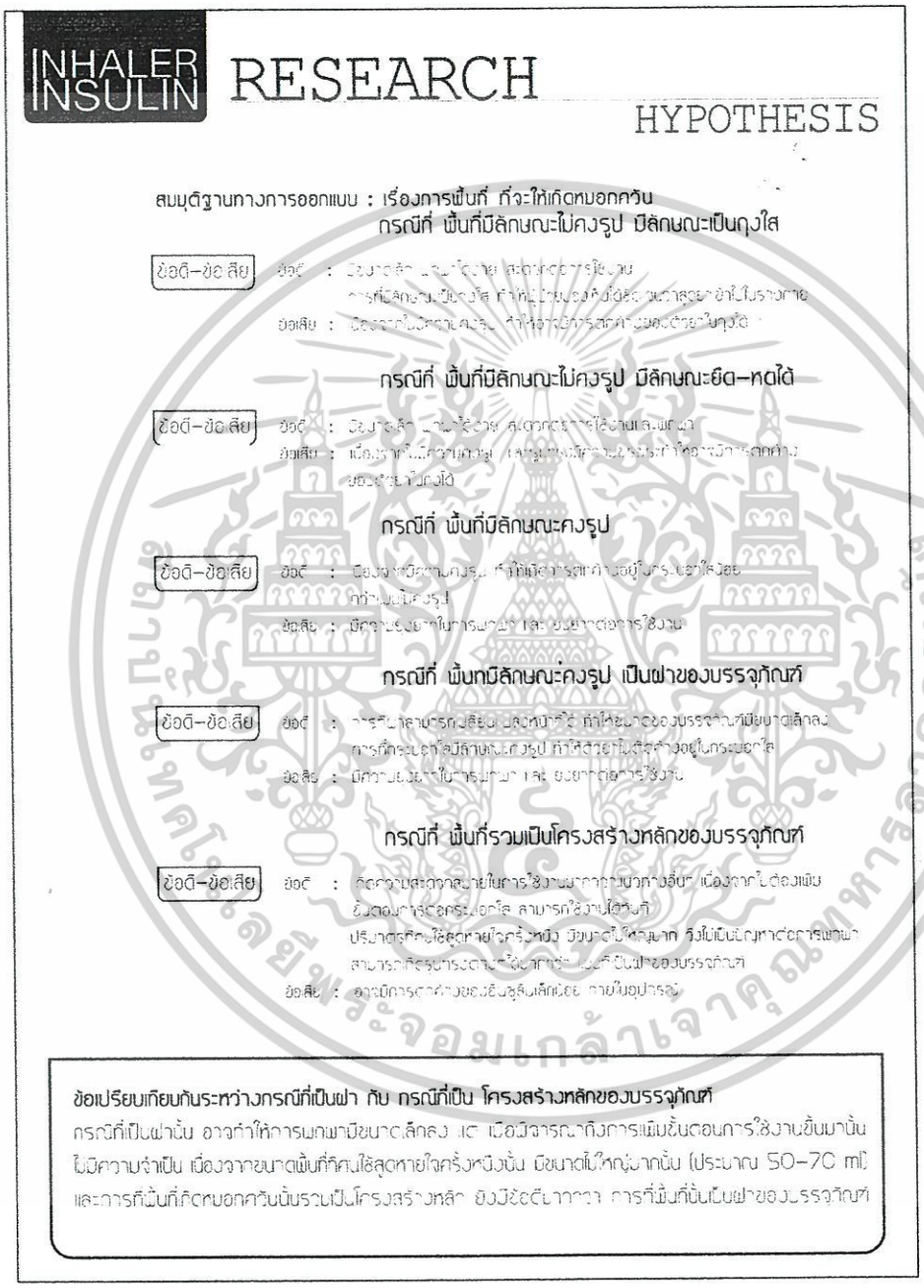
ภาพที่ 4.12 แผ่นเสนอผลงาน แสดงการตั้งสมมุติฐานหาแนวทางการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



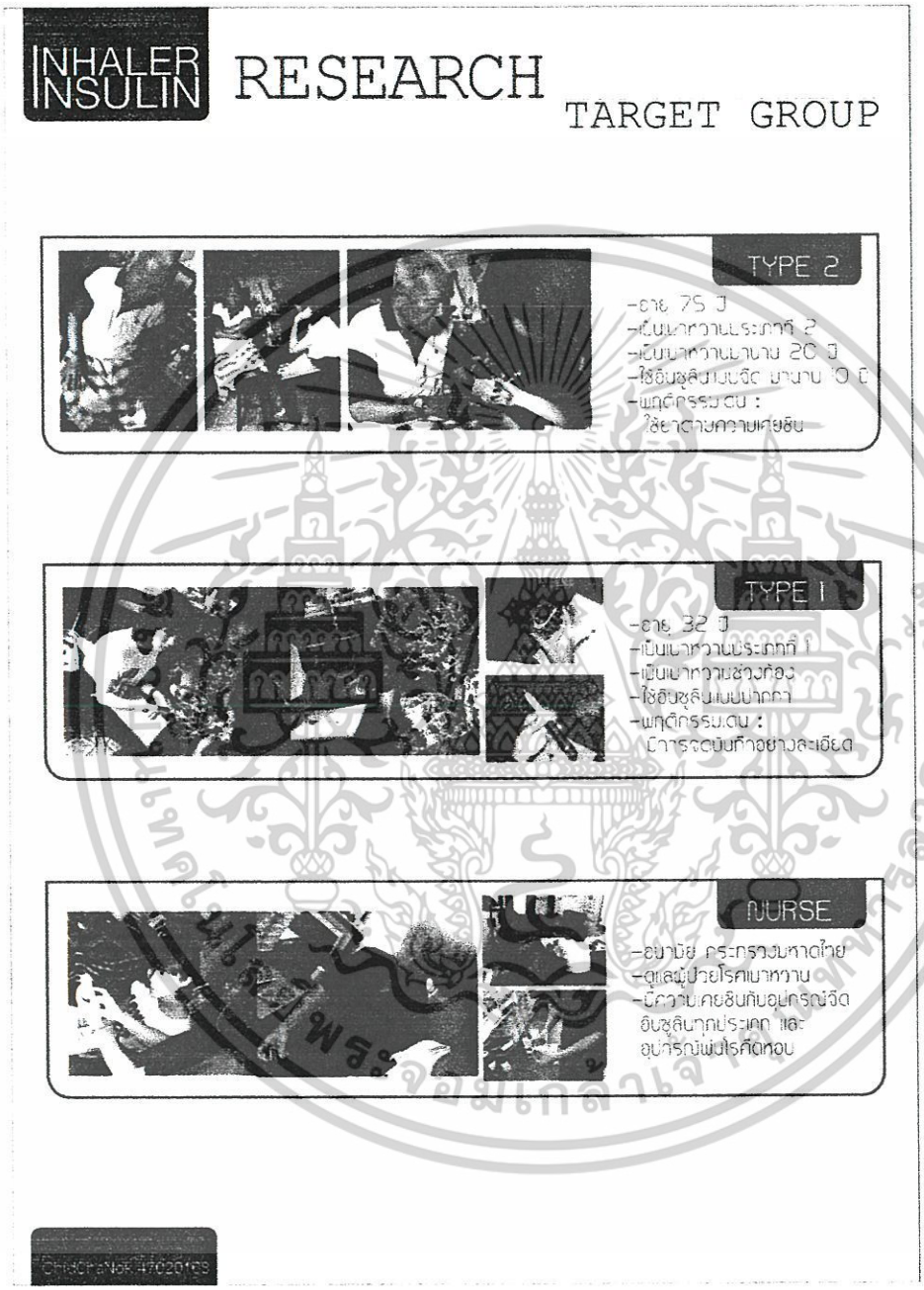
ภาพที่ 4.13 แผ่นเสนอผลงาน แสดงการตั้งสมมุติฐานหาแนวทางการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.14 แผ่นเสนอผลงาน แสดงการตั้งสมมุติฐานหาแนวทางการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

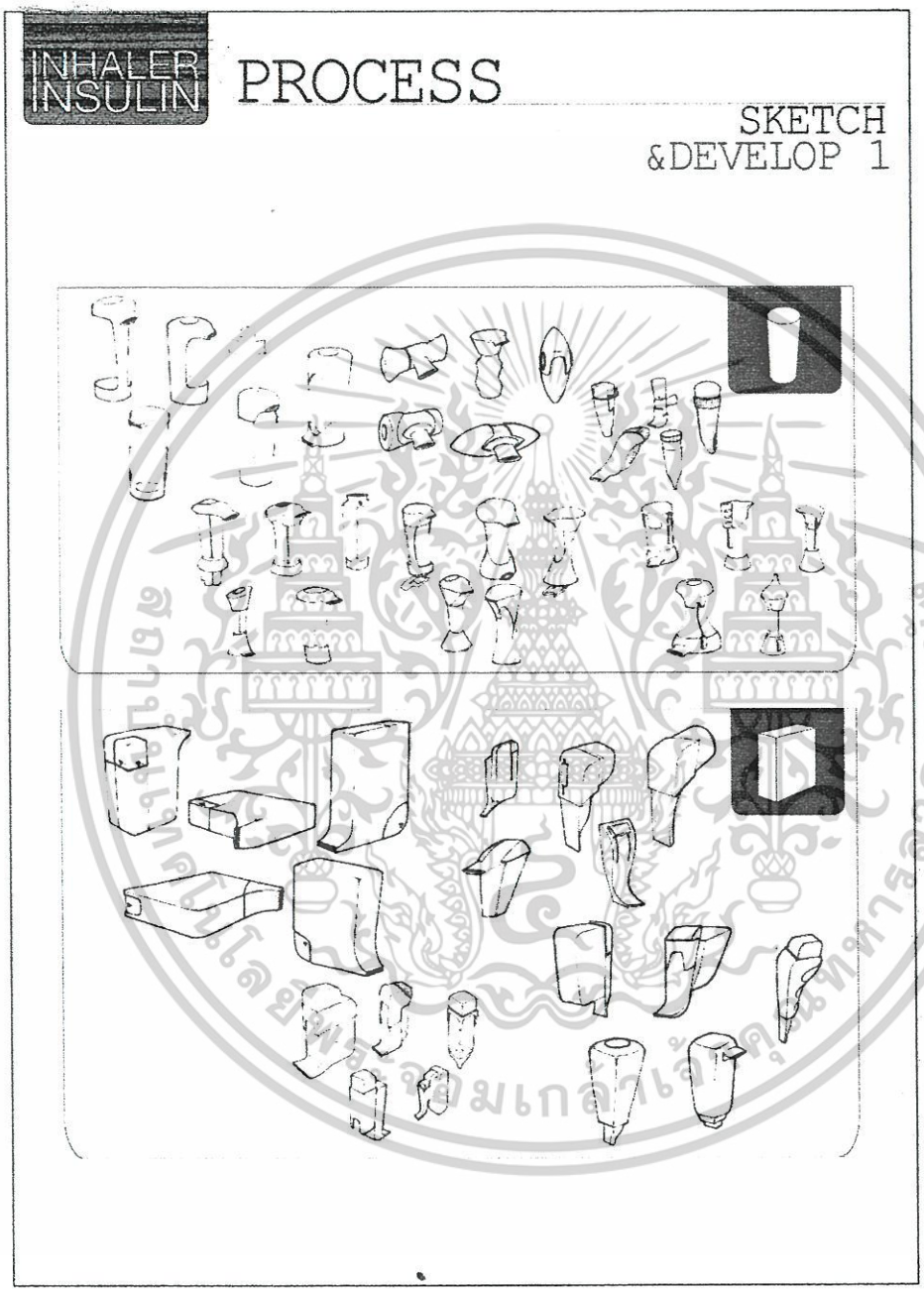


ภาพที่ 4.15 แผ่นเสนอผลงาน แสดงข้อมูลเกี่ยวกับผู้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

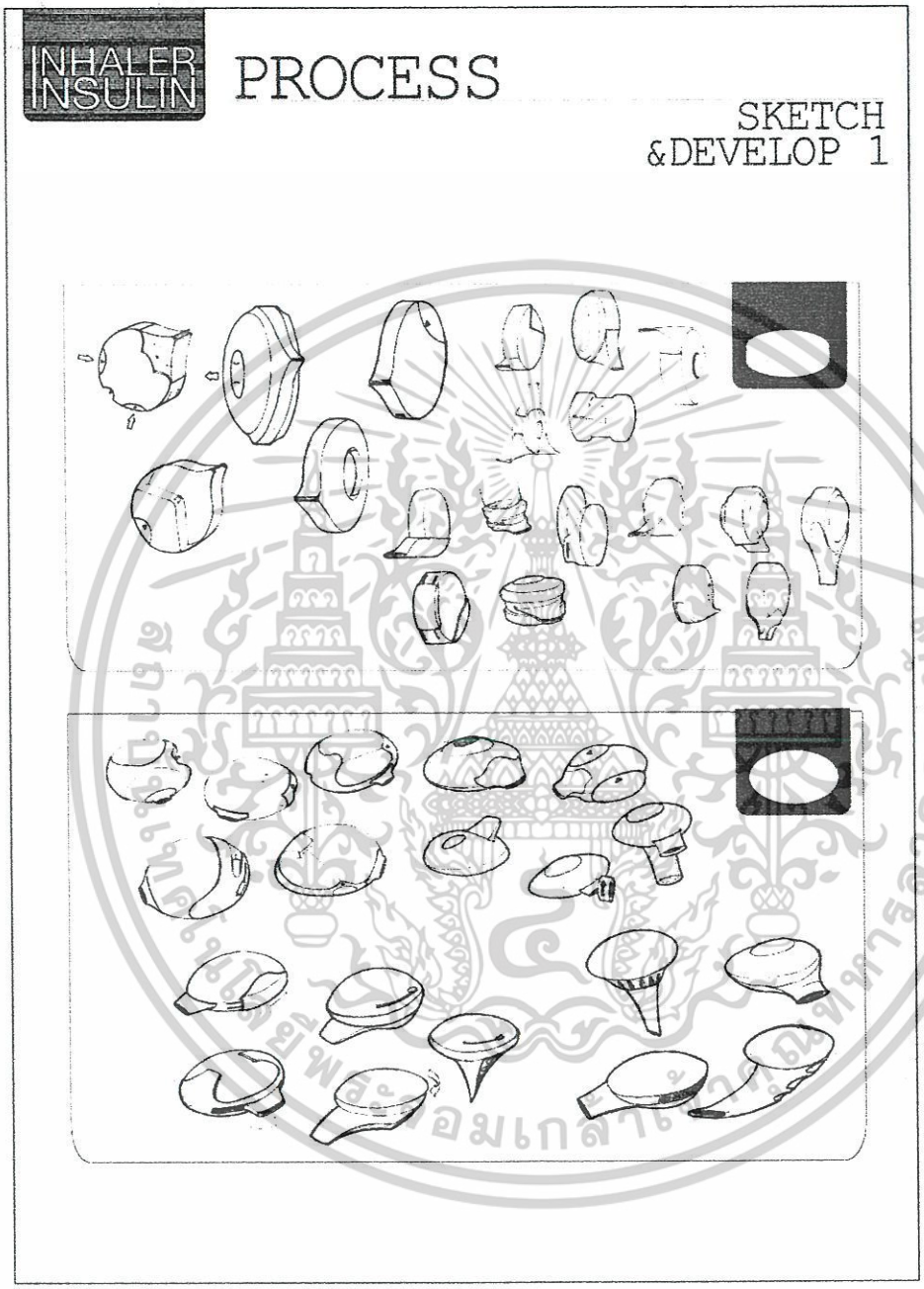
ภาพที่ 4.16 แผ่นเสนอผลงาน แสดงข้อมูลเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ใกล้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



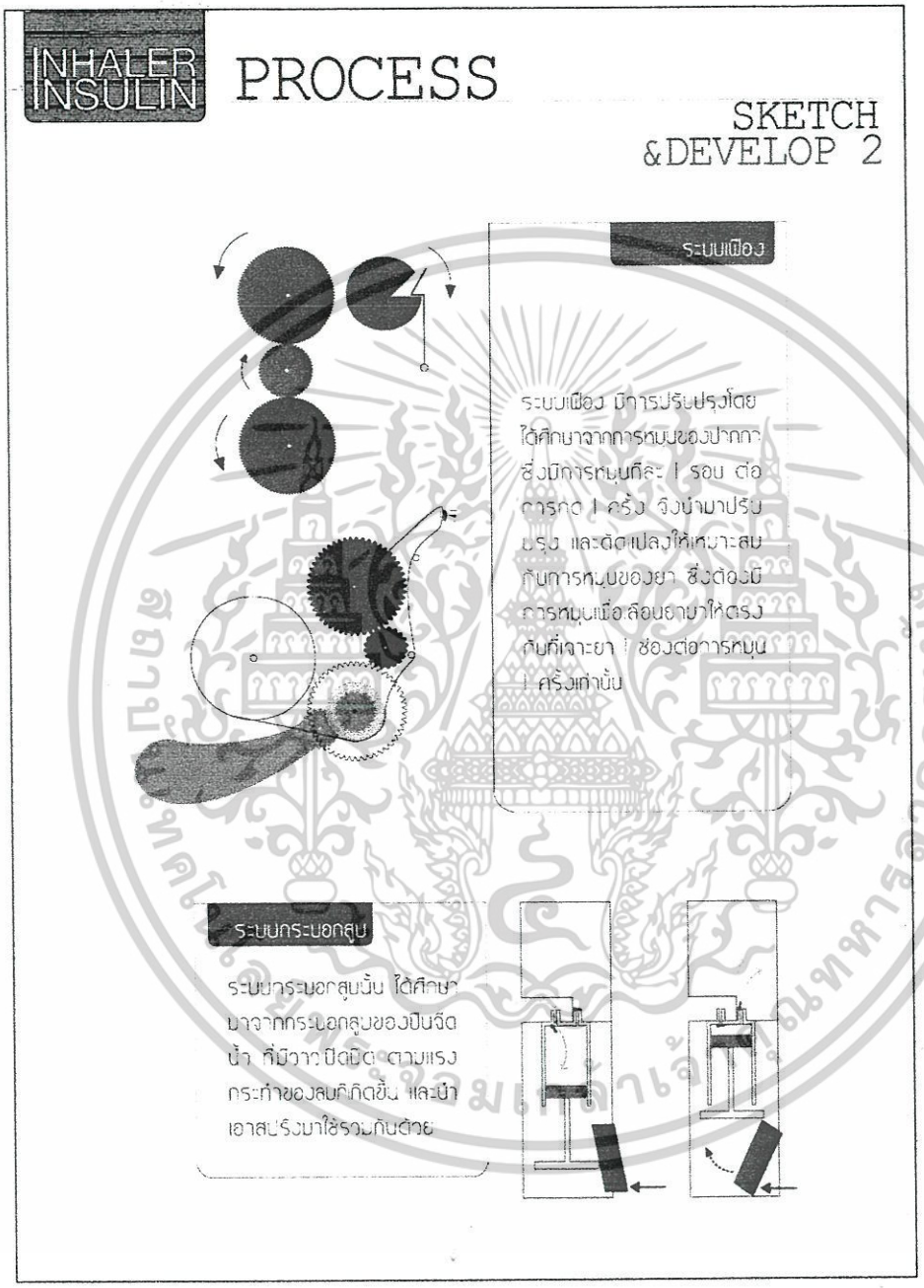
ภาพที่ 4.17 แผ่นเสนอผลงาน แสดงแนวทางการออกแบบขั้นต้น 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



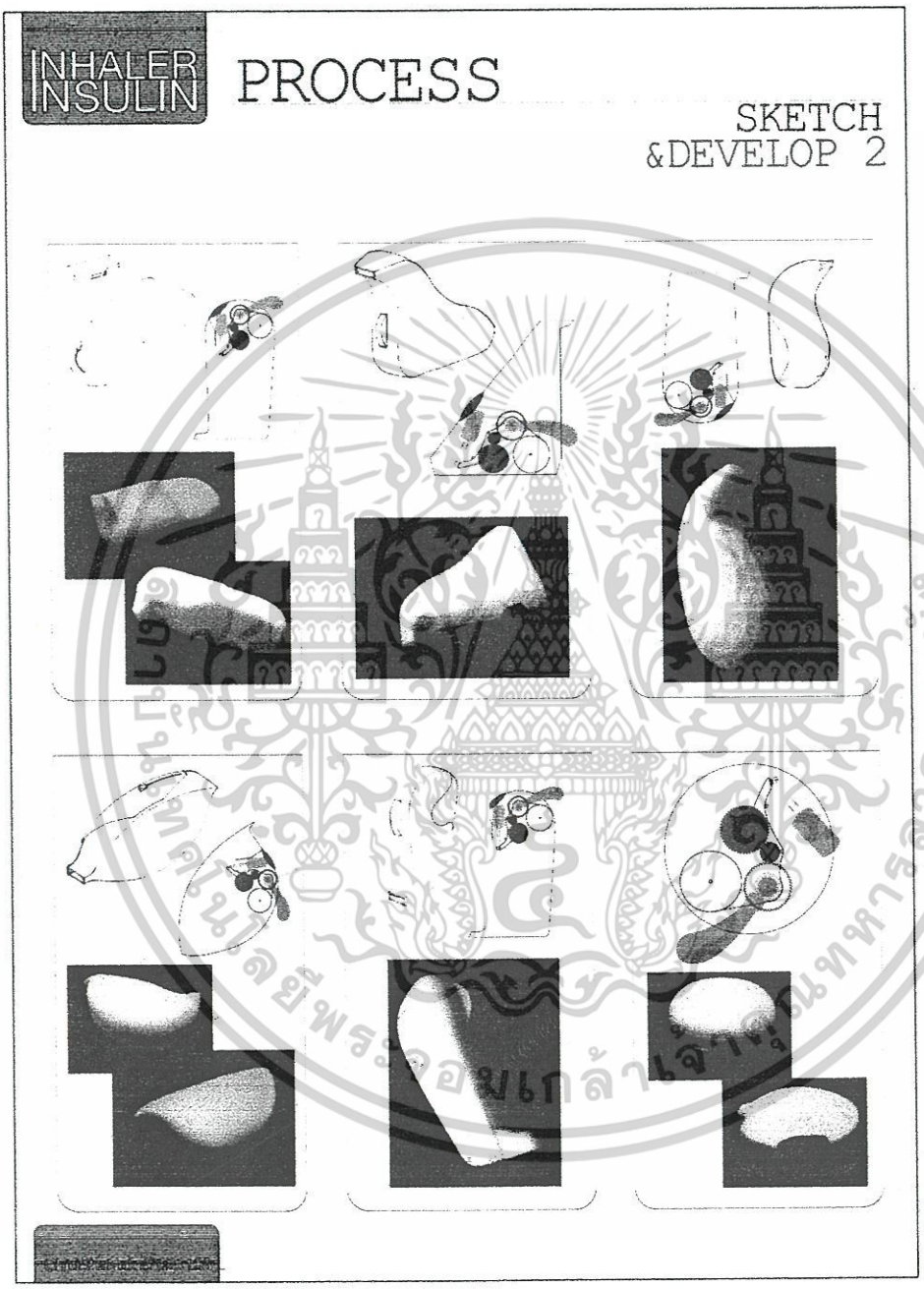
ภาพที่ 4.18 แผ่นเสนอผลงาน แสดงแนวทางการออกแบบขั้นต้น 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.19 แผ่นเสนอผลงาน แสดงแนวทางความเป็นไปได้ของกลไก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

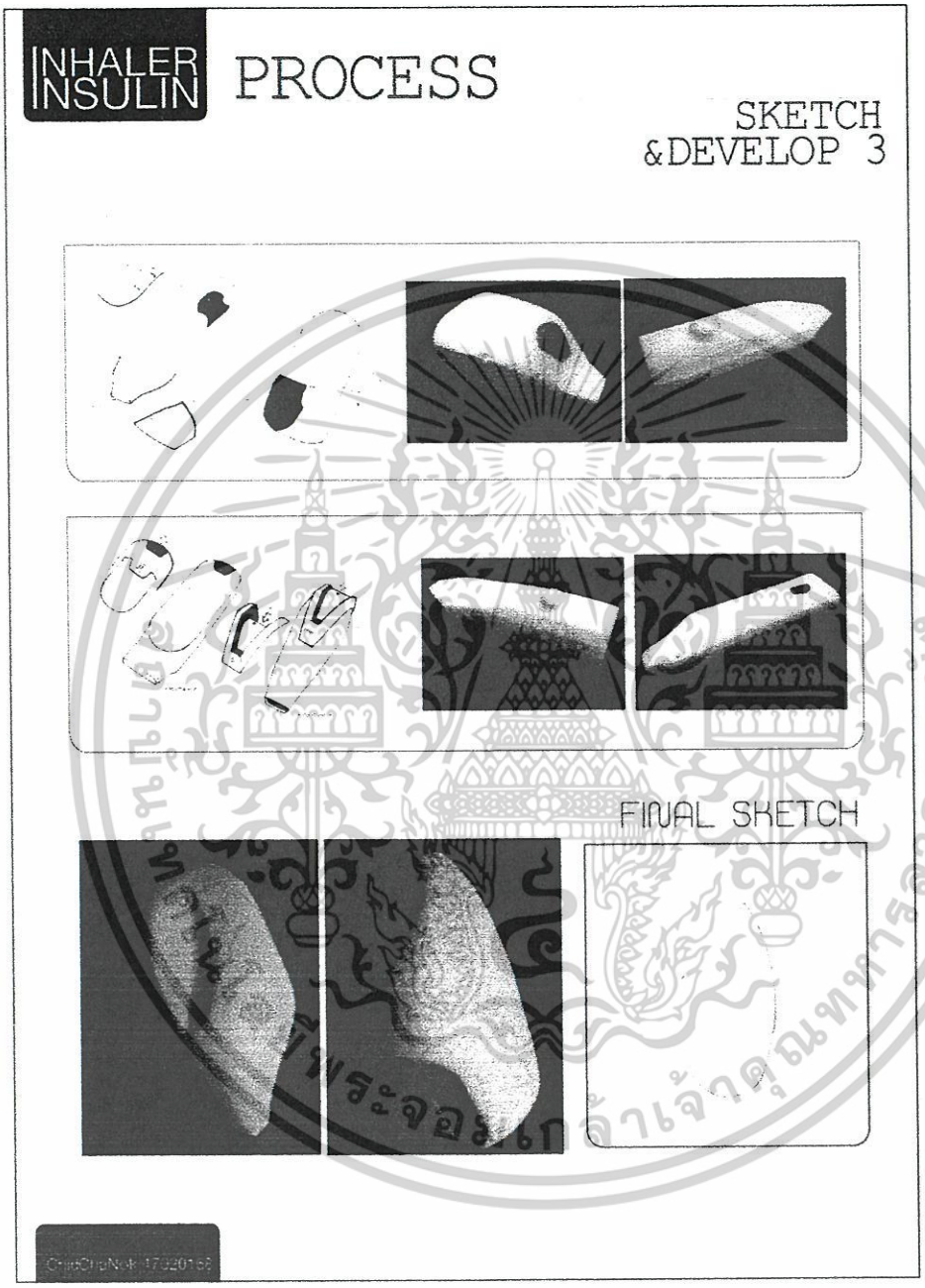


ภาพที่ 4.20 แผ่นเสนอผลงาน แสดงแนวทางการพัฒนาชิ้นที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

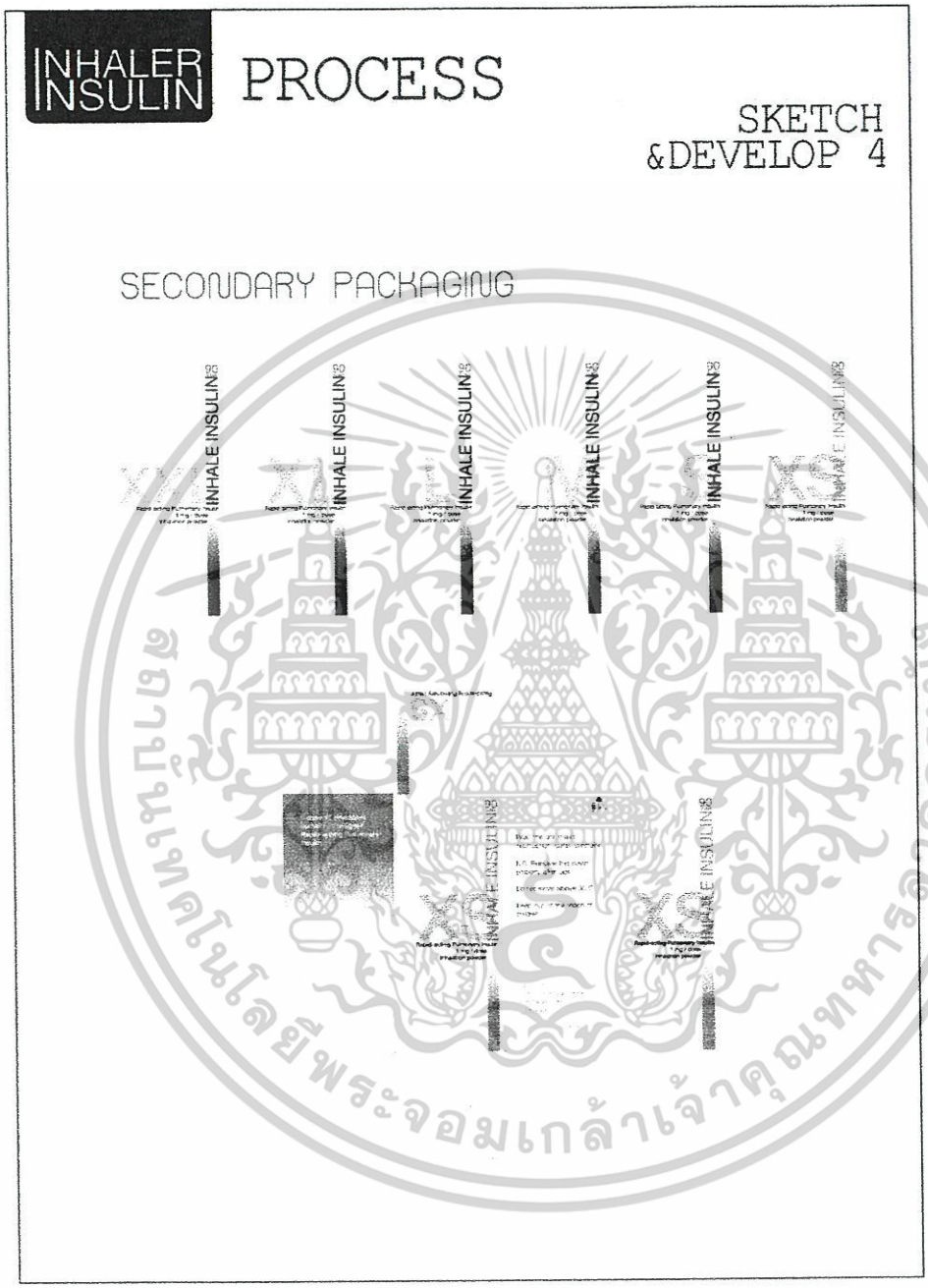
ภาพที่ 4.21 แผ่นเสนอผลงาน แสดงการรวมกันระหว่างกลไกกับรูปทรงต่างๆในขั้นที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



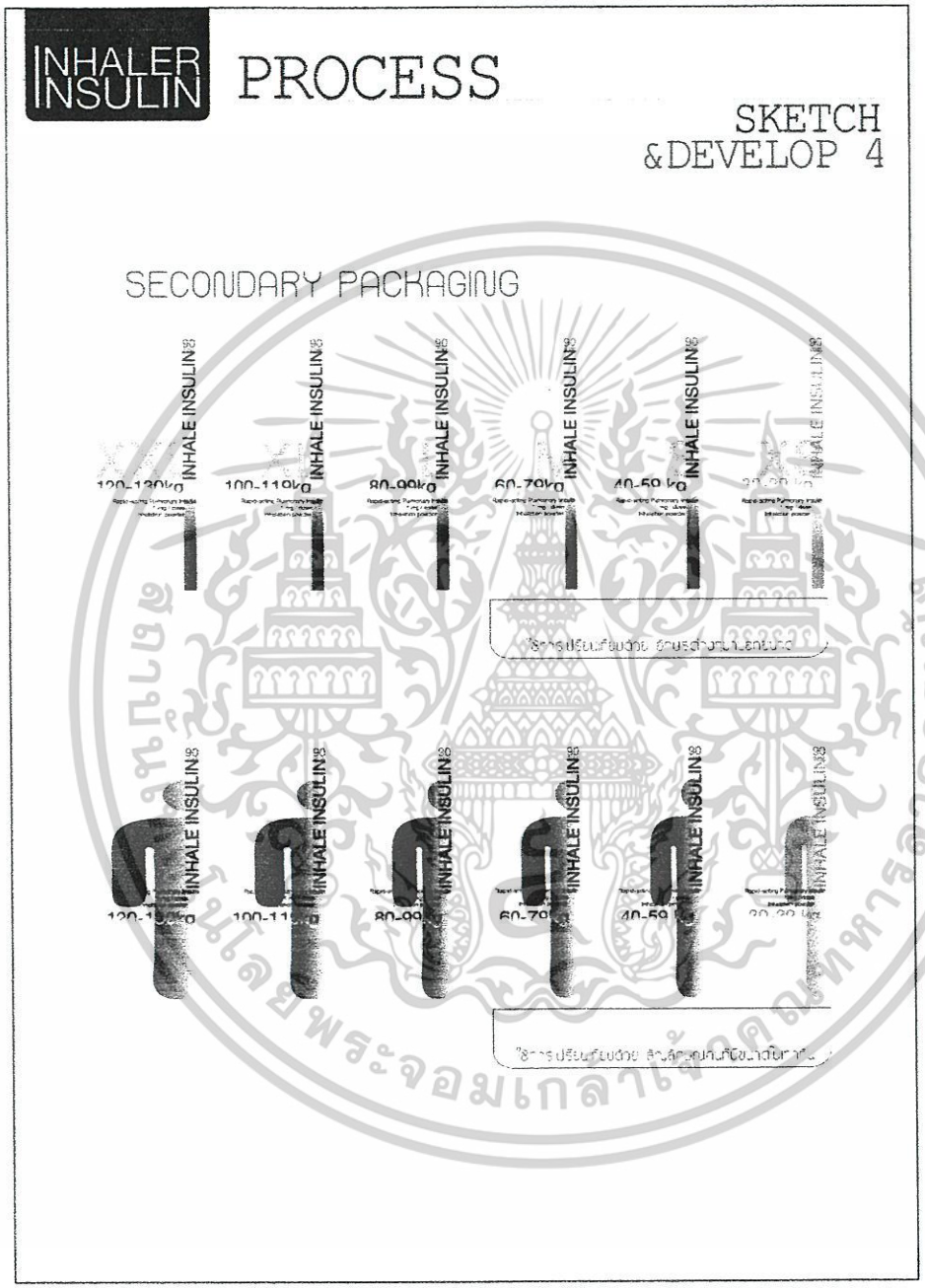
ภาพที่ 4.22 แผ่นเสนอผลงาน แสดงแนวทางการออกแบบขั้นสุดท้าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



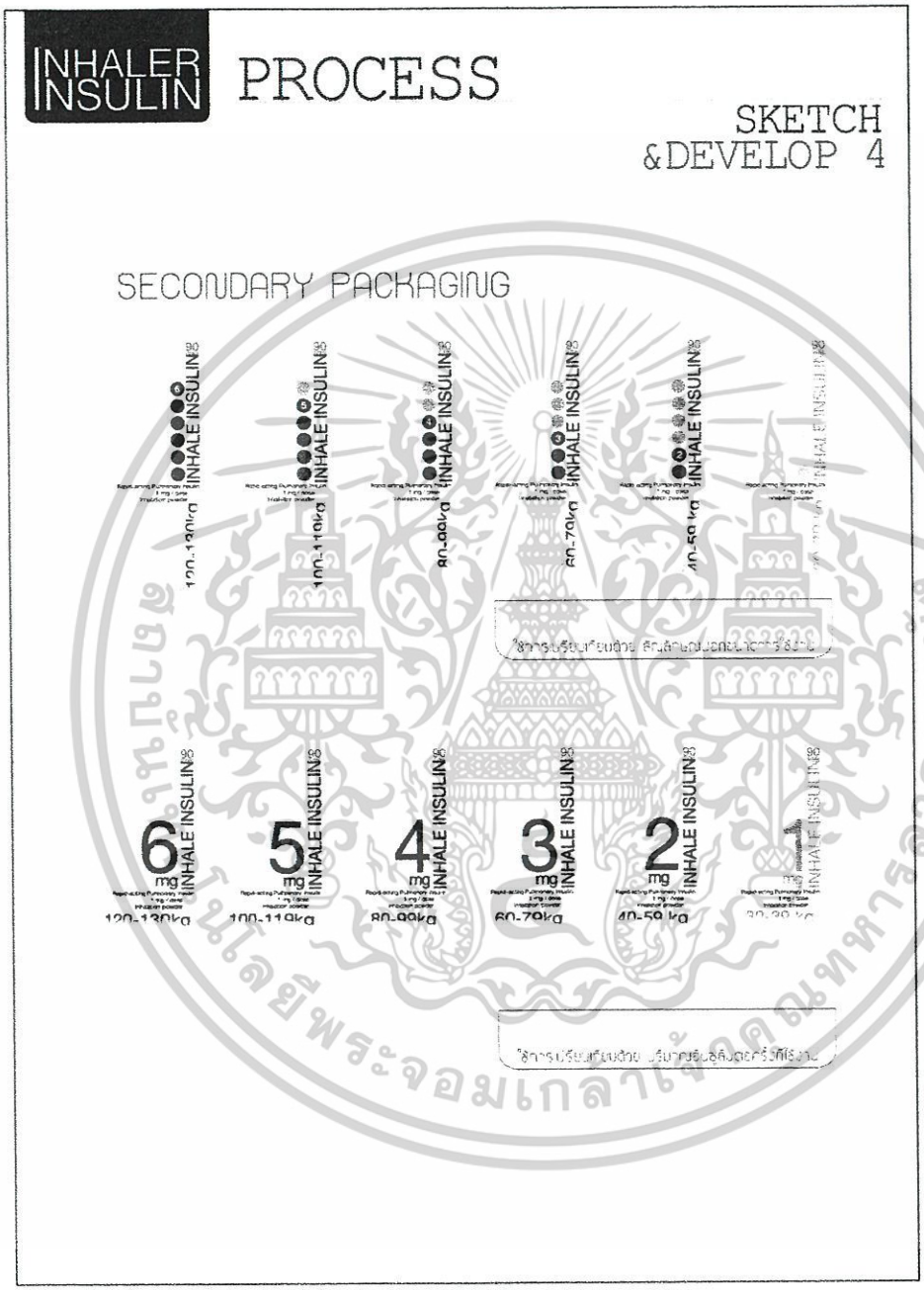
ภาพที่ 4.23 แผ่นเสนอผลงาน แสดงแนวทางการออกแบบ Seconary Packaging

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



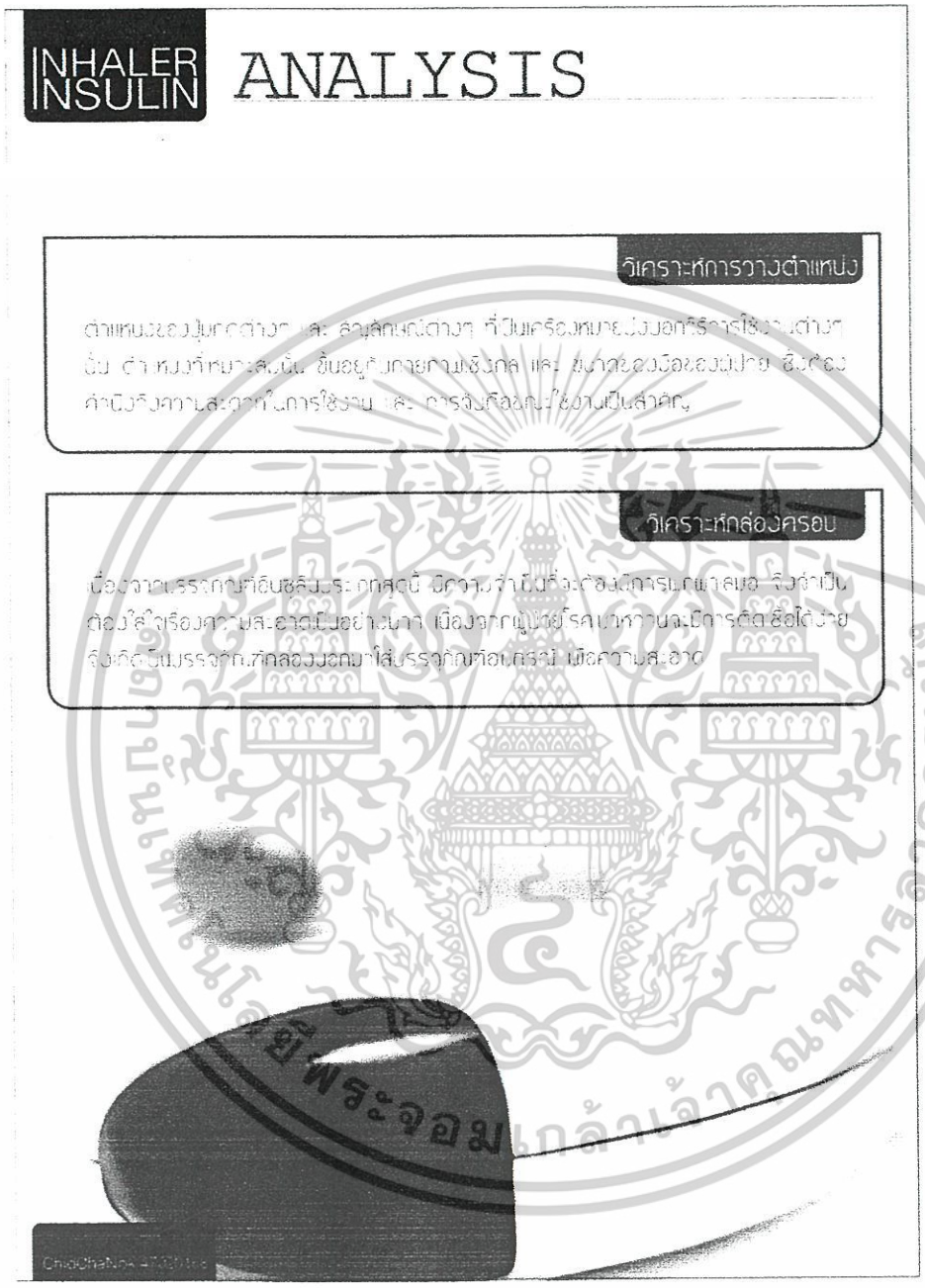
ภาพที่ 4.24 แผ่นเสนอผลงาน แสดงแนวทางการออกแบบ Seconary Packaging

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



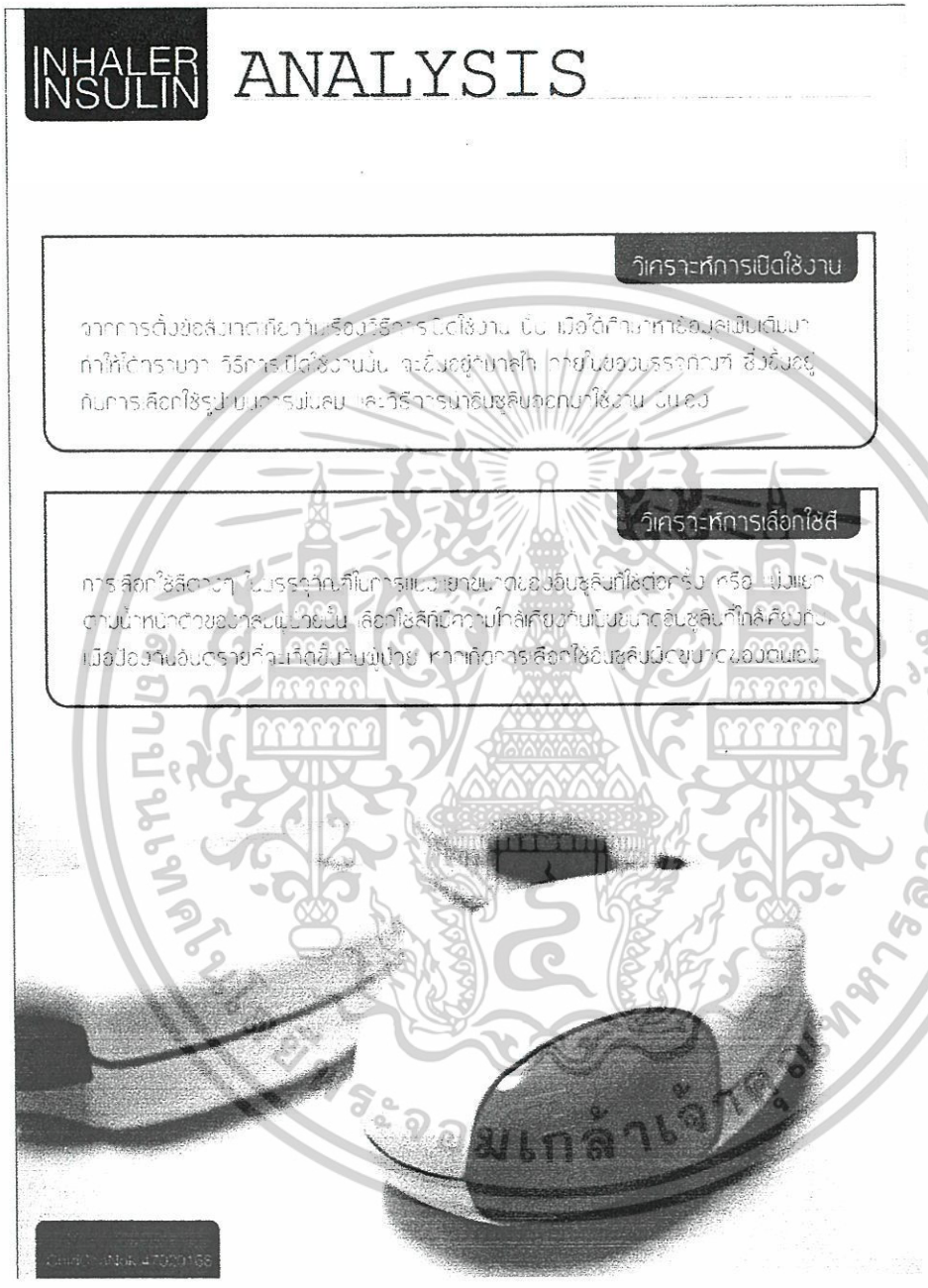
ภาพที่ 4.25 แผ่นเสนอผลงาน แสดงแนวทางการออกแบบ Seconary Packaging

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



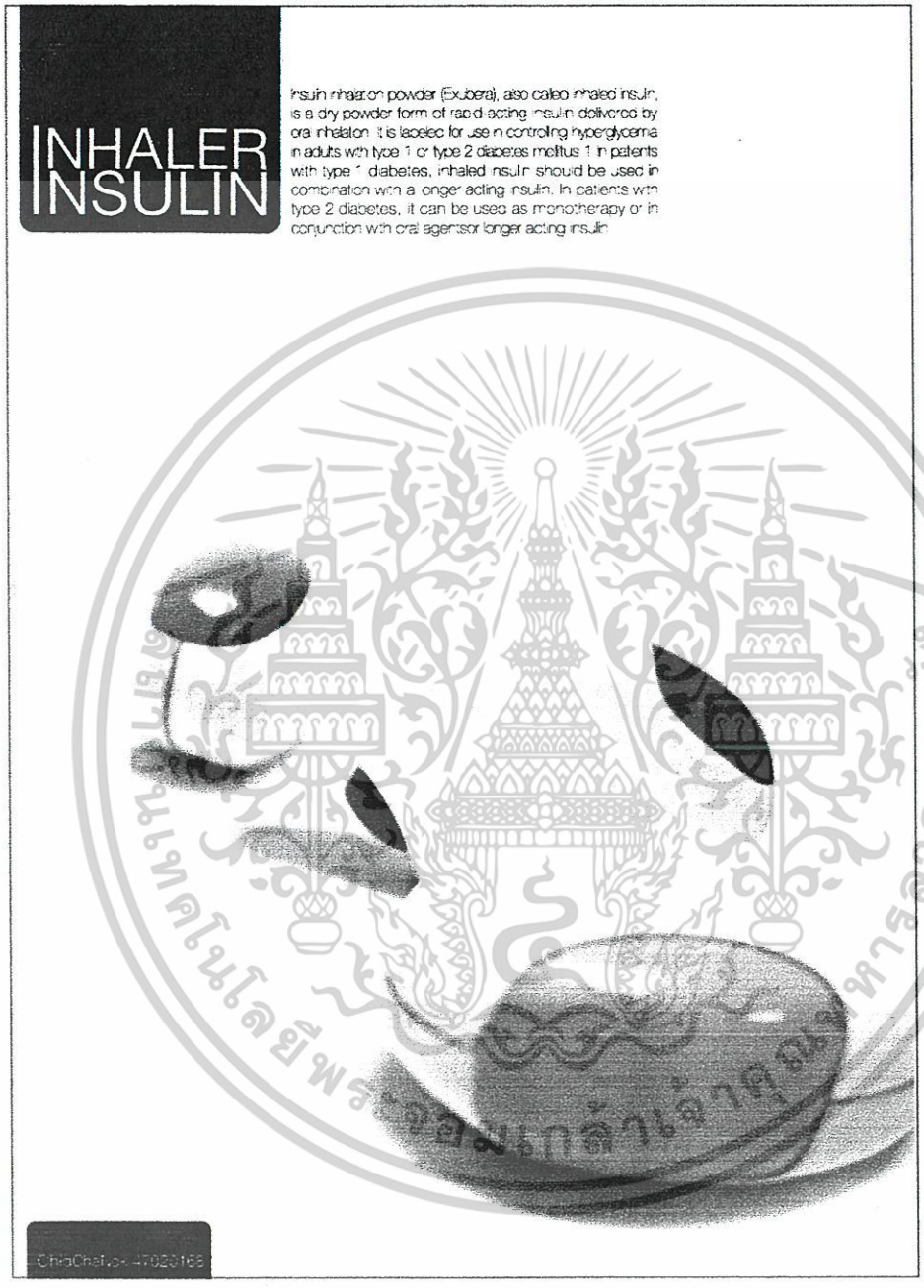
ภาพที่ 4.26 แผ่นเสนอผลงาน แสดงการวิเคราะห์แนวทางการออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



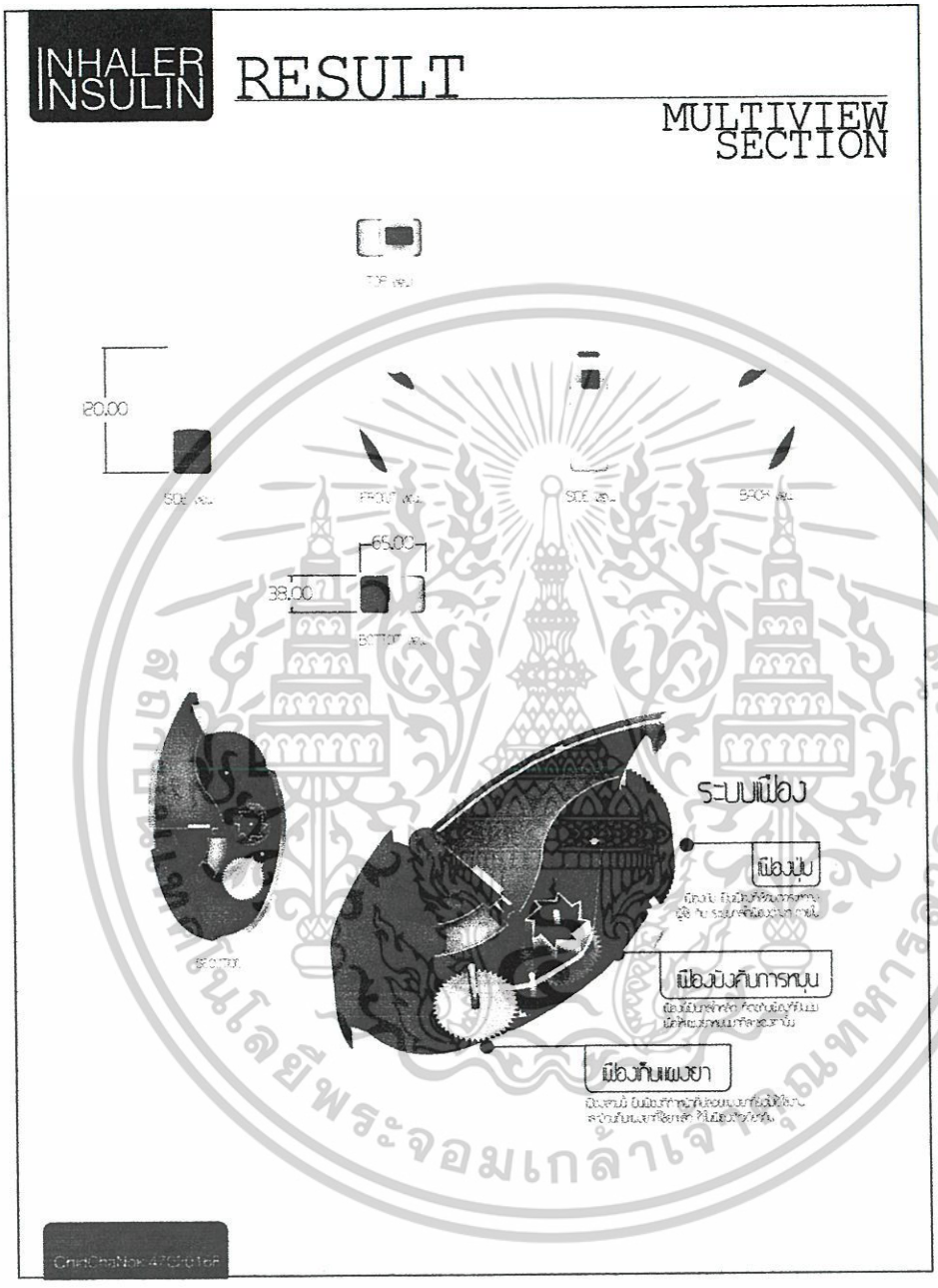
ภาพที่ 4.27 แผ่นเสนอผลงาน แสดงการวิเคราะห์แนวทางการออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



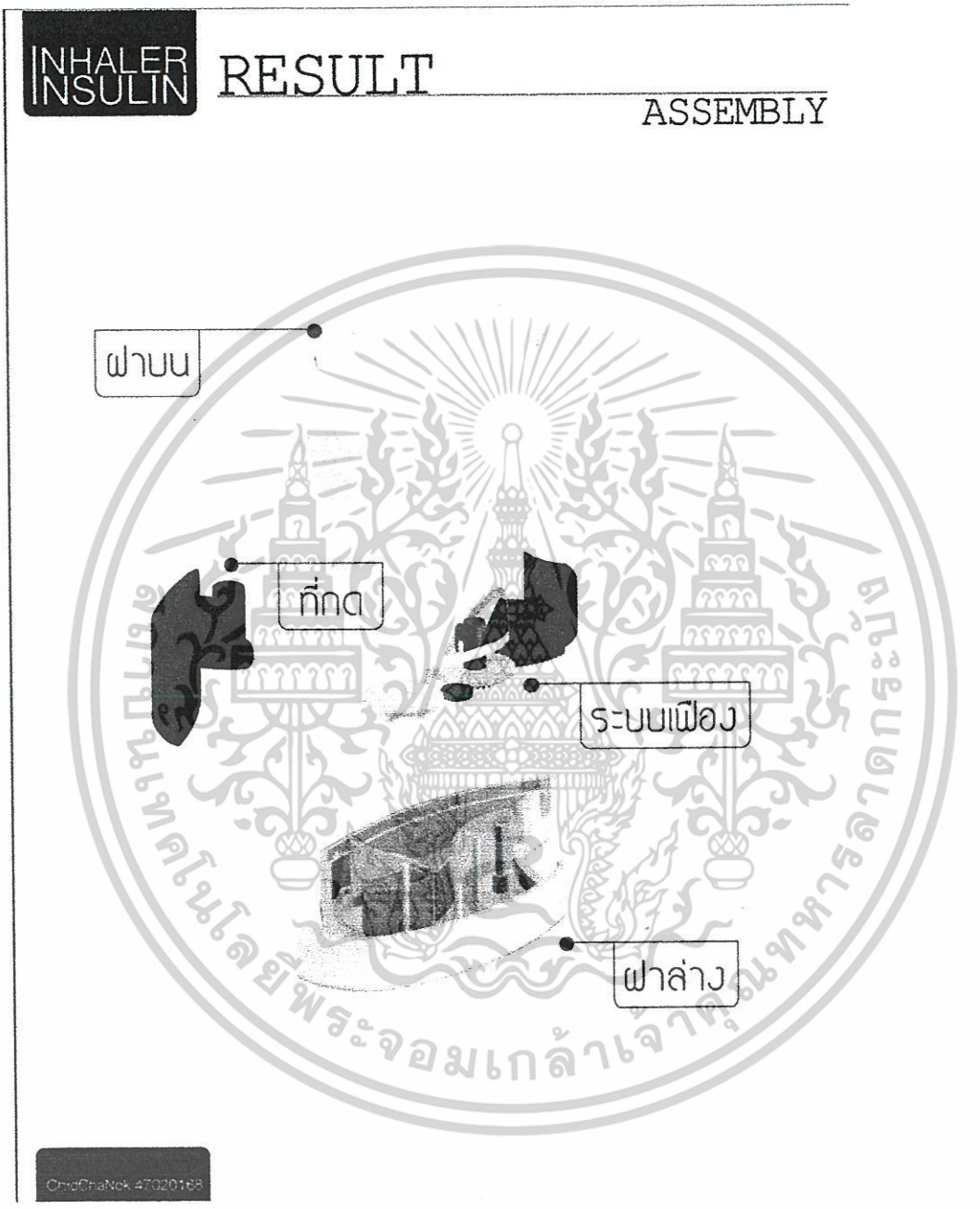
ภาพที่ 4.28 แผ่นนำเสนอผลงาน แสดงภาพถ่ายหุ่นจำลองบรรจุภัณฑ์ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



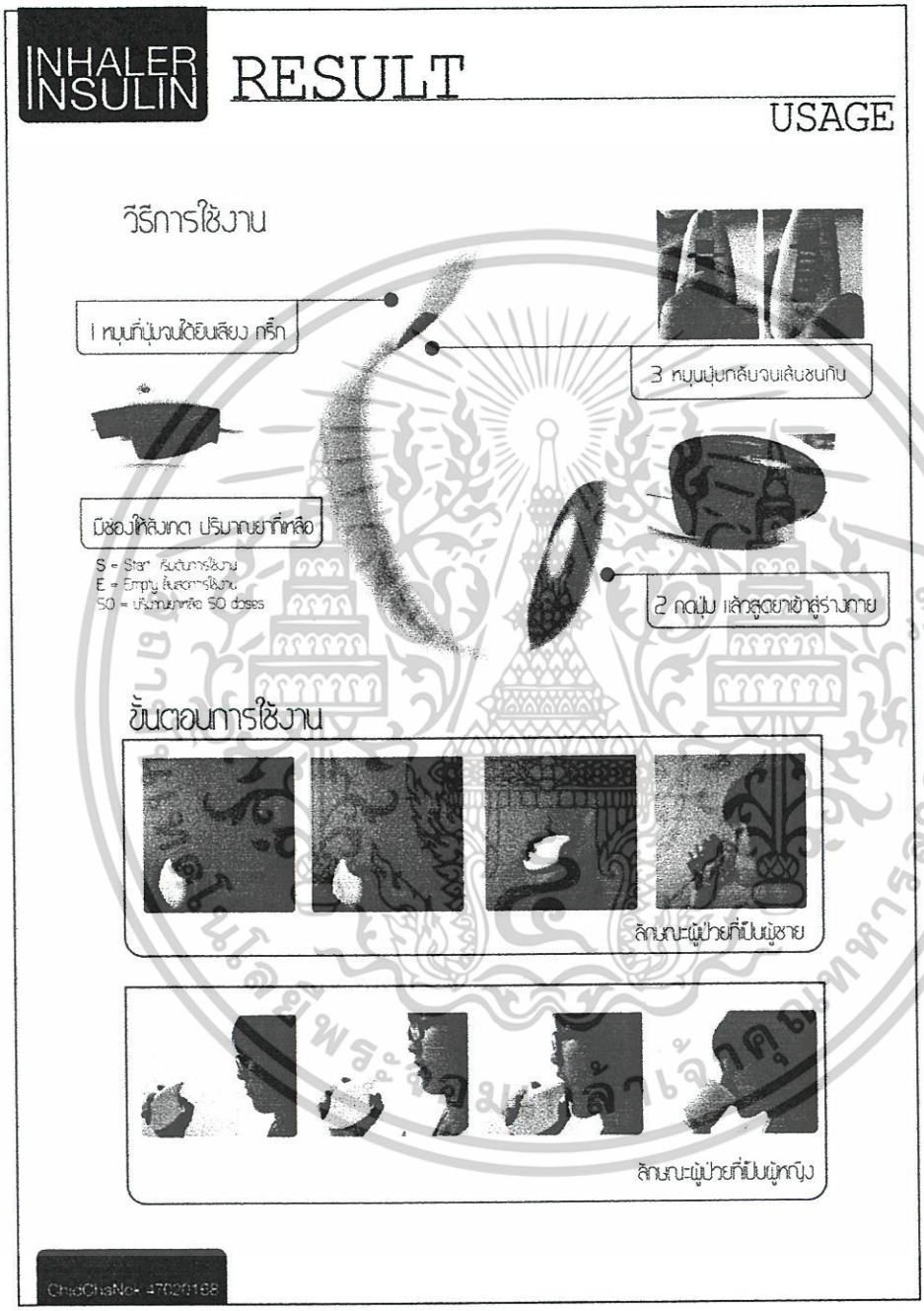
ภาพที่ 4.29 แผ่นเสนอผลงาน แสดงขนาดของบรรจุภัณฑ์ และ กลไลการทำงานภายใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



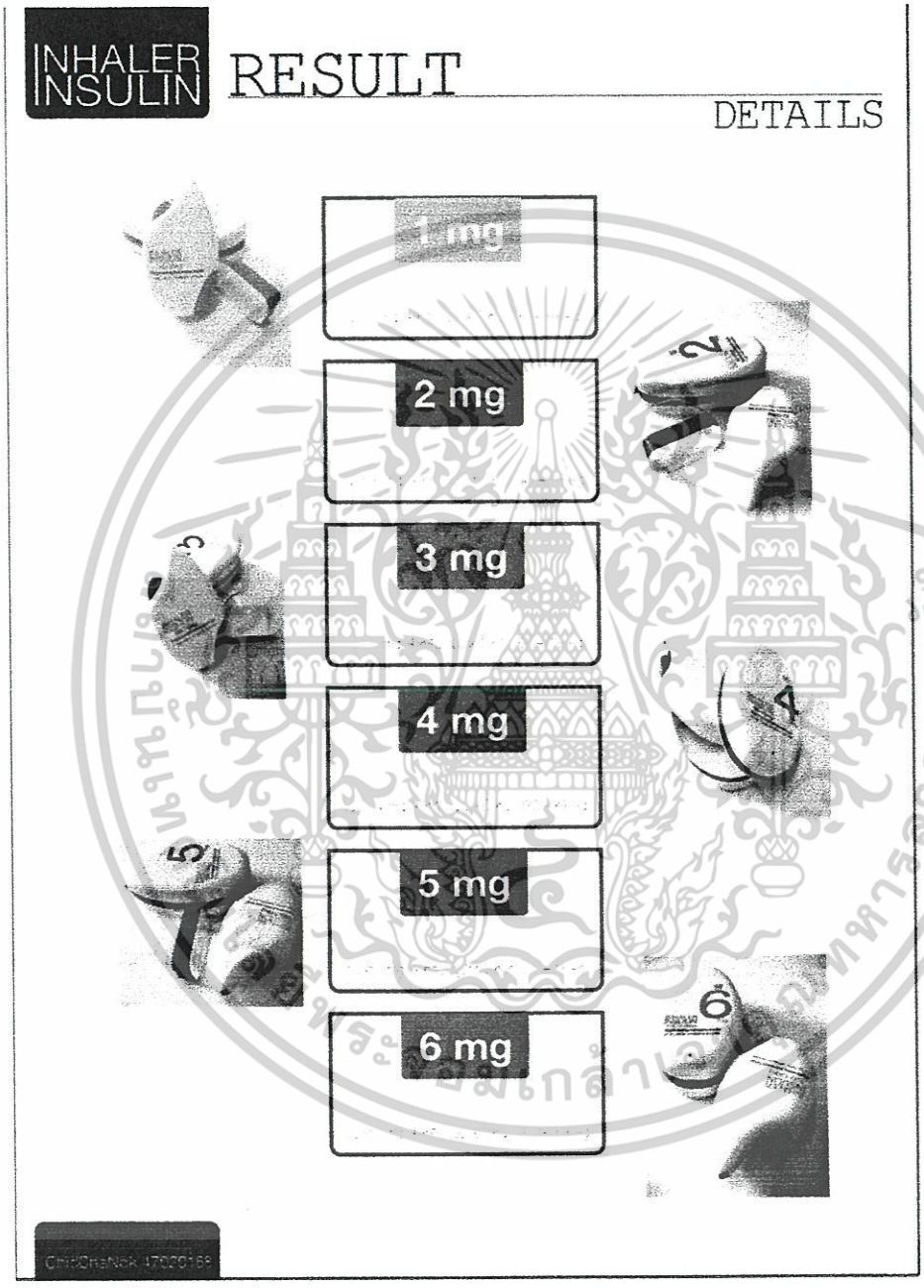
ภาพที่ 4.30 แผ่นเสนอผลงาน แสดงส่วนประกอบต่างๆทั้งหมดของบรรจุภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



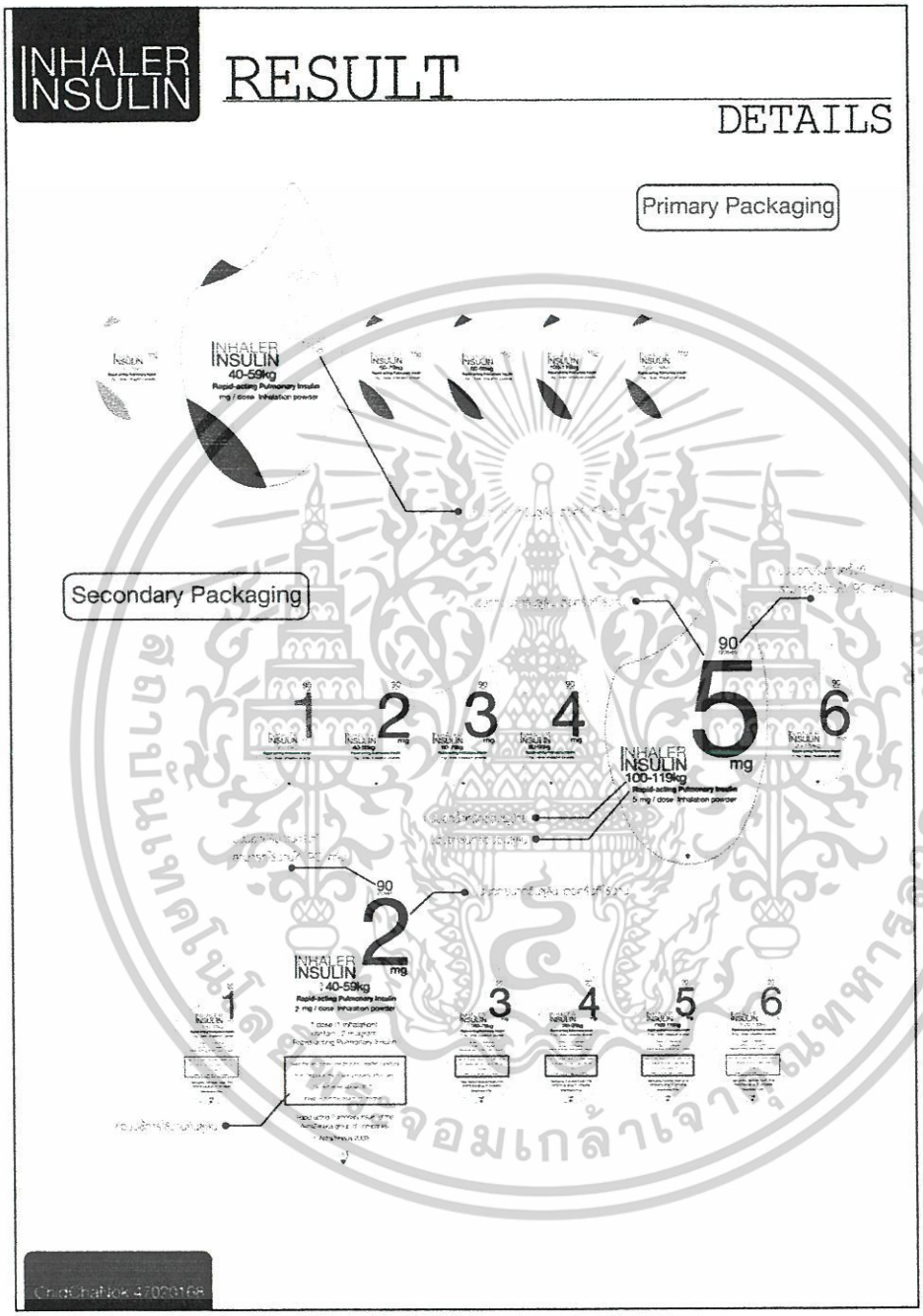
ภาพที่ 4.31 แผ่นเสนอผลงาน แสดงวิธีการใช้งานบรรจุภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



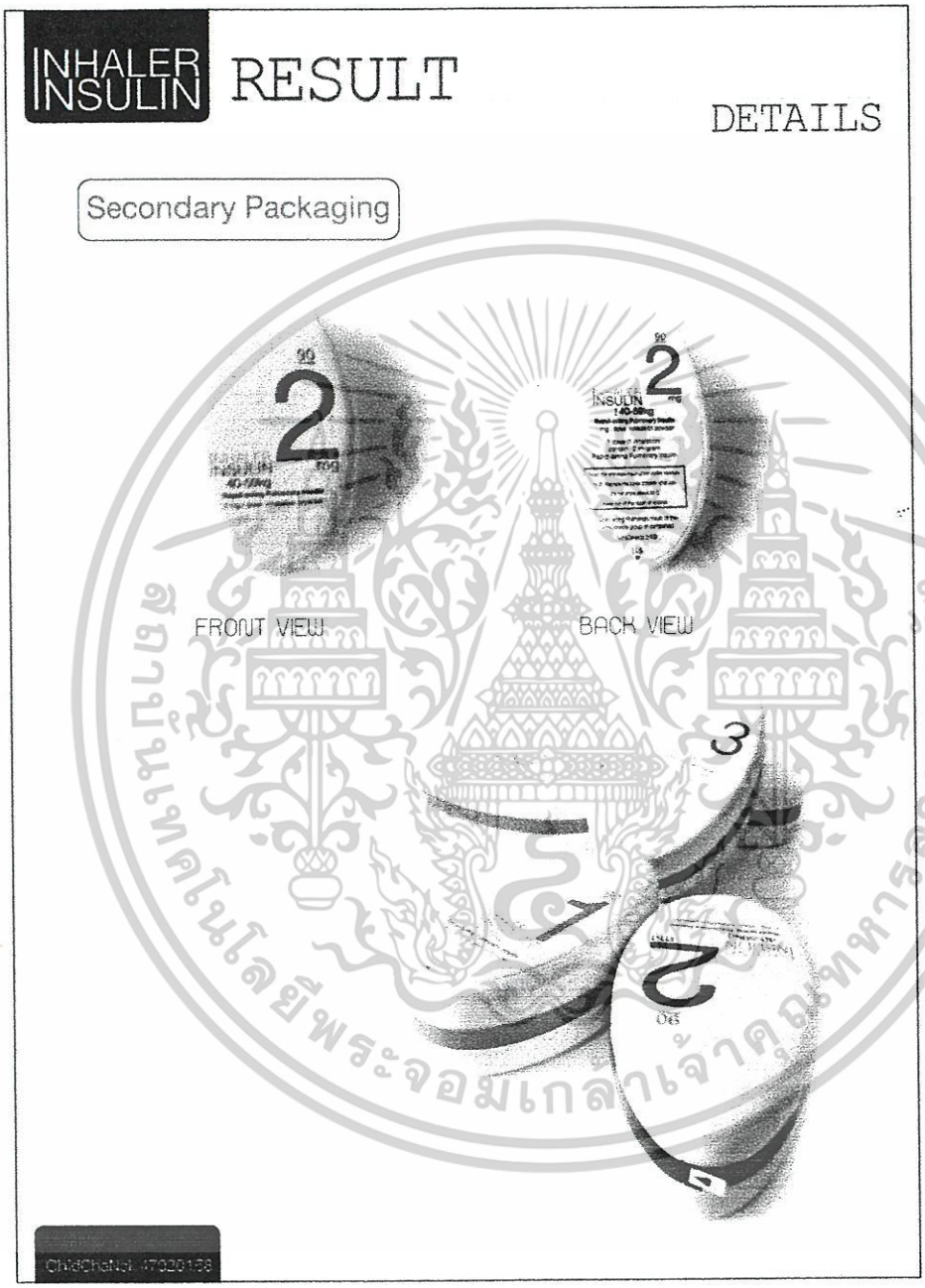
ภาพที่ 4.32 แผ่นเสนอผลงาน แสดงบรรจุภัณฑ์ขนาดต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



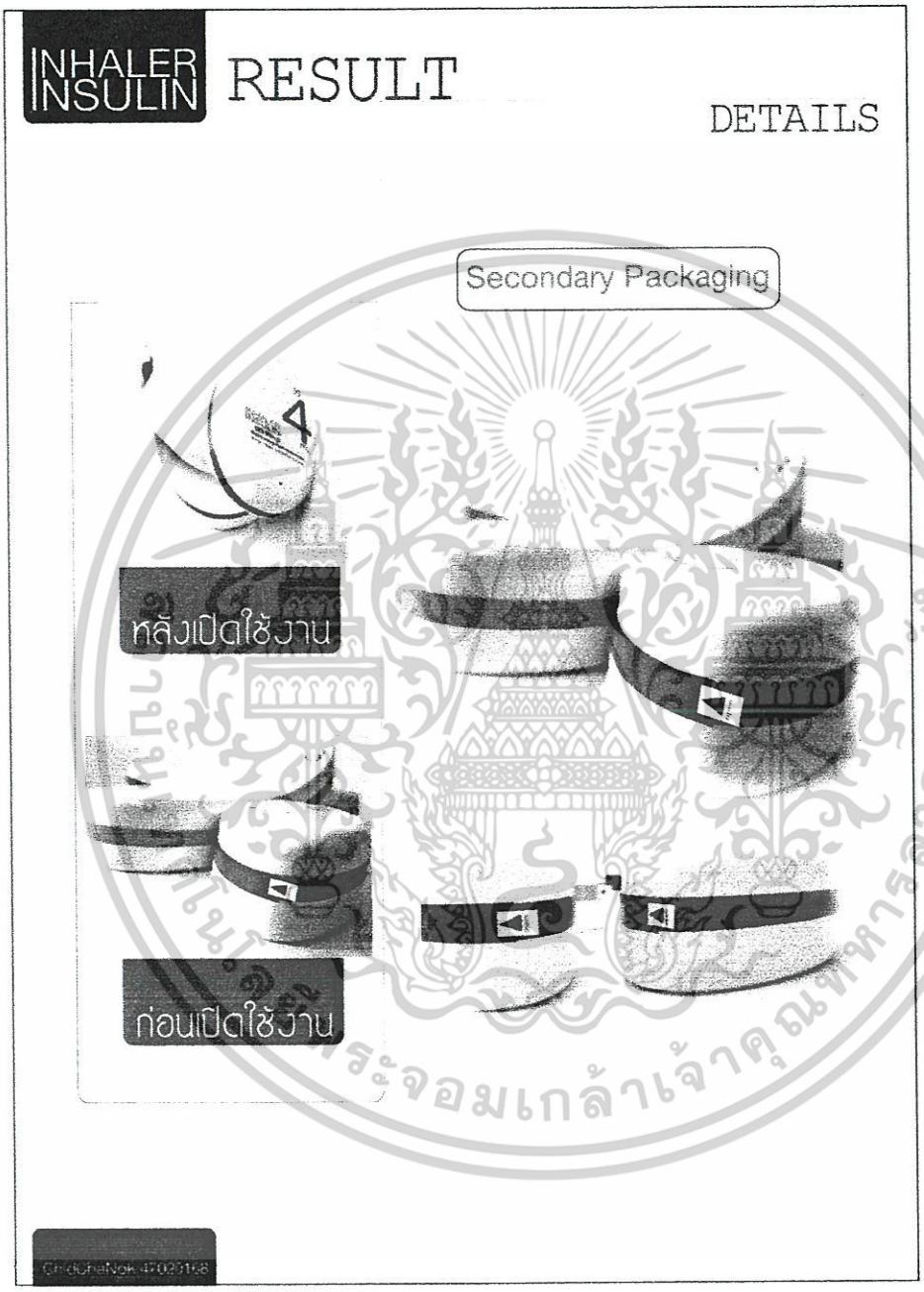
ภาพที่ 4.33 แผ่นเสนอผลงาน แสดงรายละเอียดต่างๆของบรรจุภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



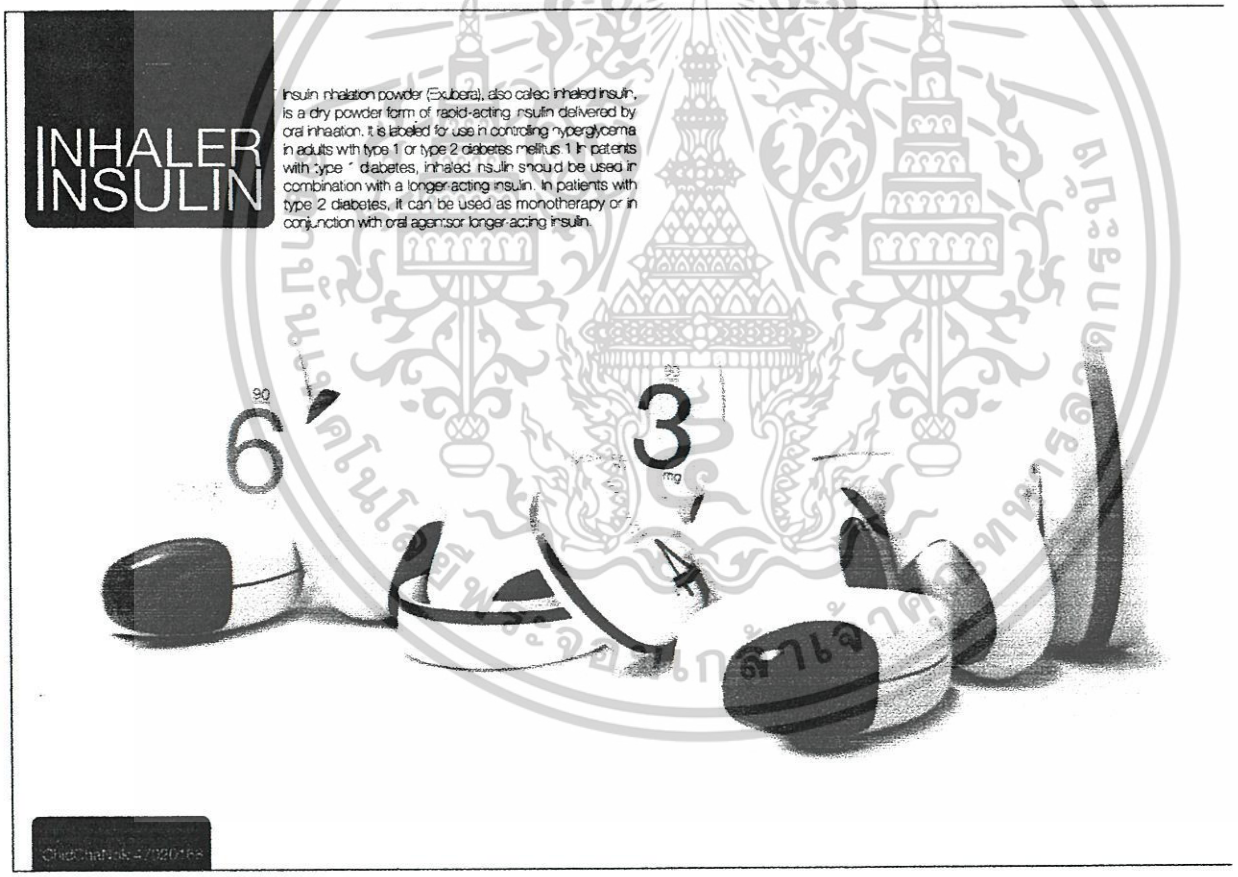
ภาพที่ 4.34 แผ่นเสนอผลงาน แสดงรายละเอียดบรรจุและภาพถ่ายบรรจุภัณฑ์ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.35 แผ่นเสนอผลงาน แสดงรายละเอียดและภาพถ่ายบรรจุภัณฑ์ 2

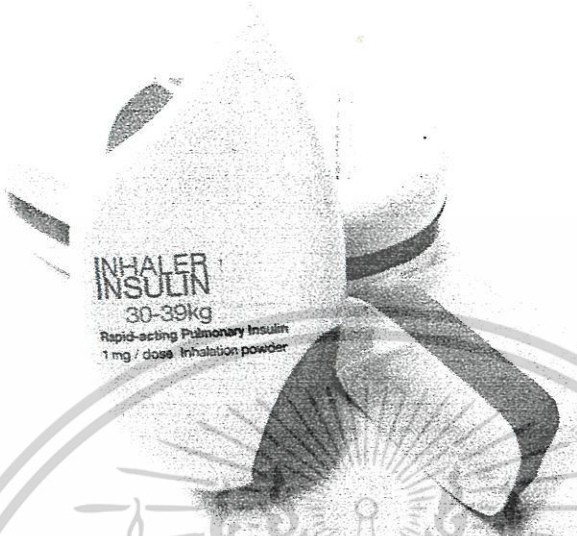
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.36 แผ่นนำเสนองาน แสดงภาพถ่ายหุ่นจำลองทั้งหมดในโครงการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ภาพถ่ายหุ่นจำลอง



ภาพที่ 4.37 ภาพถ่ายหุ่นจำลอง อินซูลินชนิดผงแห้ง ขนาด 1 mg

ภาพที่ 4.38 ภาพถ่ายหุ่นจำลอง อินซูลินชนิดผงแห้ง ขนาด 2 mg

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 4.39 ภาพถ่ายหุ่นจำลอง อินซูลินชนิดผงแห้ง ขนาด 3 mg

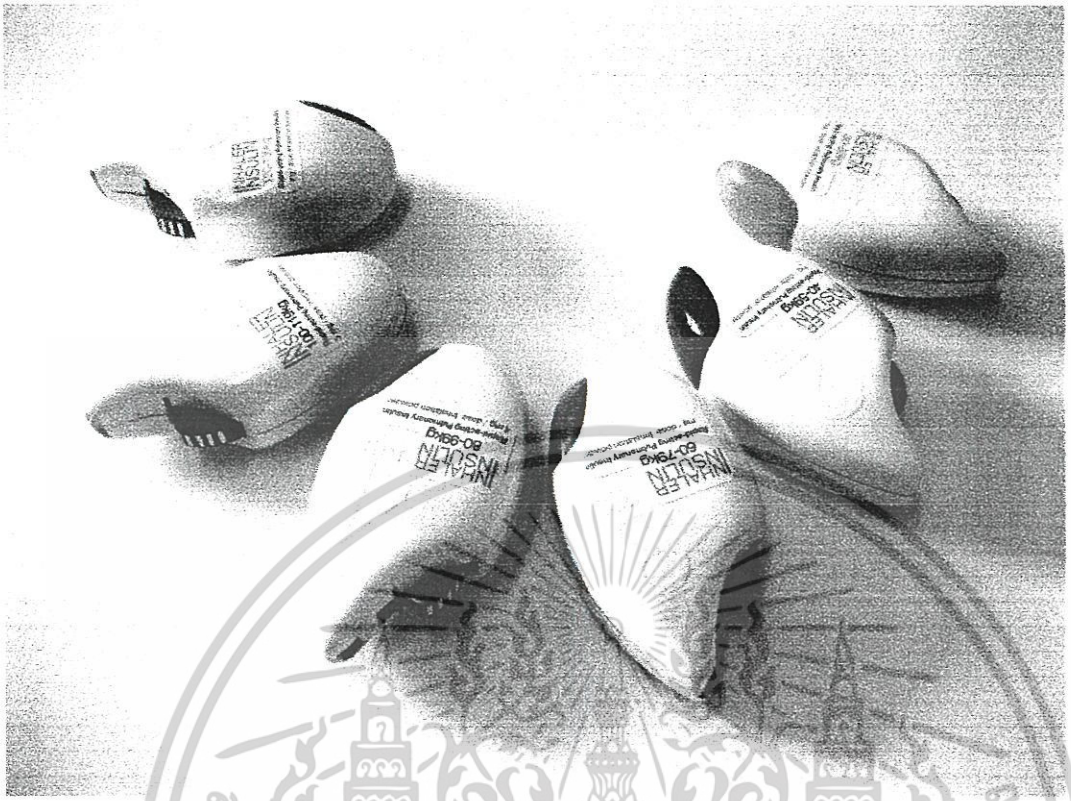
ภาพที่ 4.40 ภาพถ่ายหุ่นจำลอง อินซูลินชนิดผงแห้ง ขนาด 4 mg

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 4.41 ภาพถ่ายหุ่นจำลอง อินซูลินชนิดผงแห้ง ขนาด 5 mg

ภาพที่ 4.42 ภาพถ่ายหุ่นจำลอง อินซูลินชนิดผงแห้ง ขนาด 6 mg

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



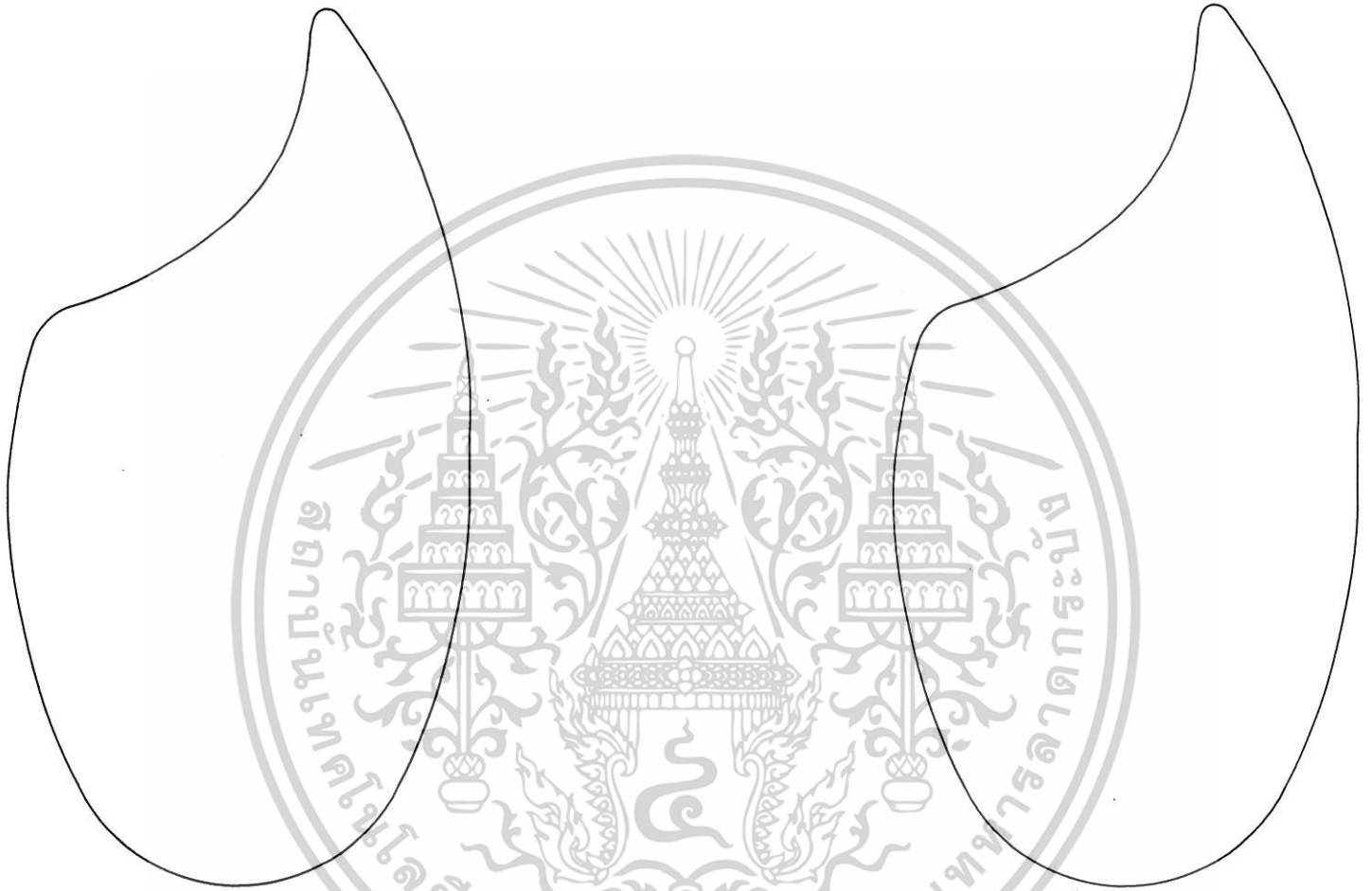
ภาพที่ 4.43 ภาพถ่ายหุ่นจำลอง อินซูลินชนิดผงแห้ง 6 ชิ้น

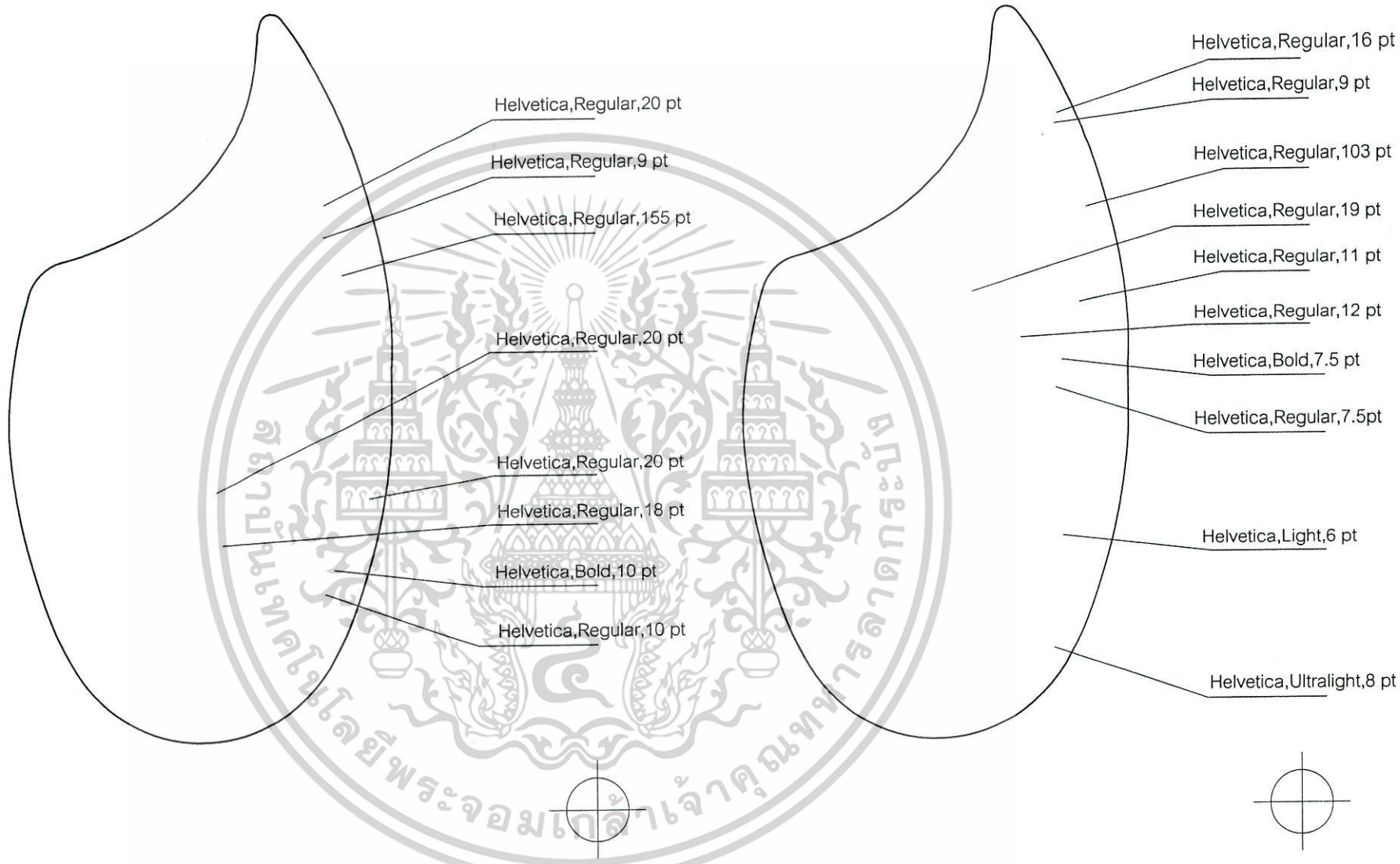
ภาพที่ 4.44 ภาพถ่ายหุ่นจำลองทั้งหมดในโครงการ รวม 12 ชิ้น

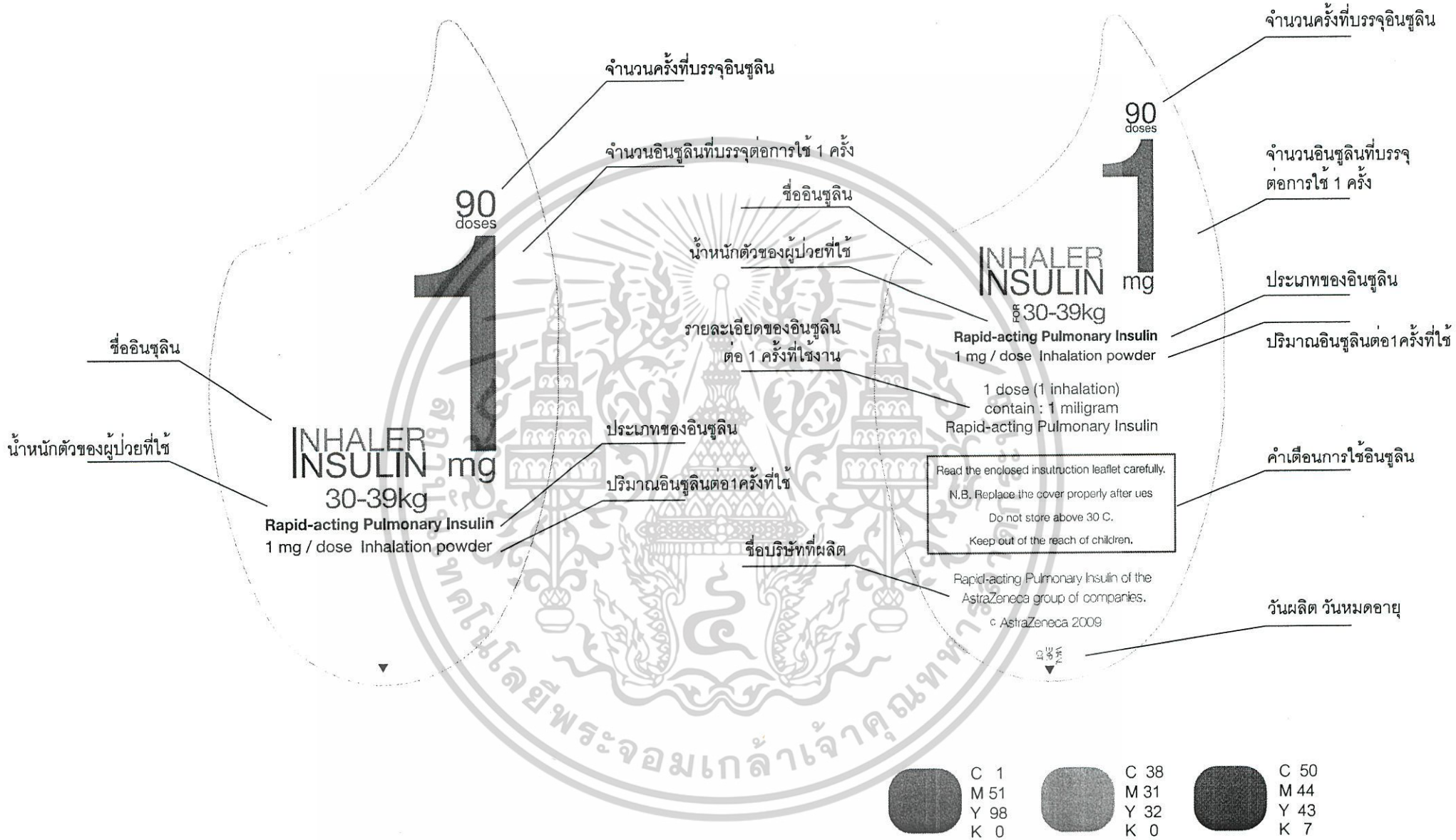
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

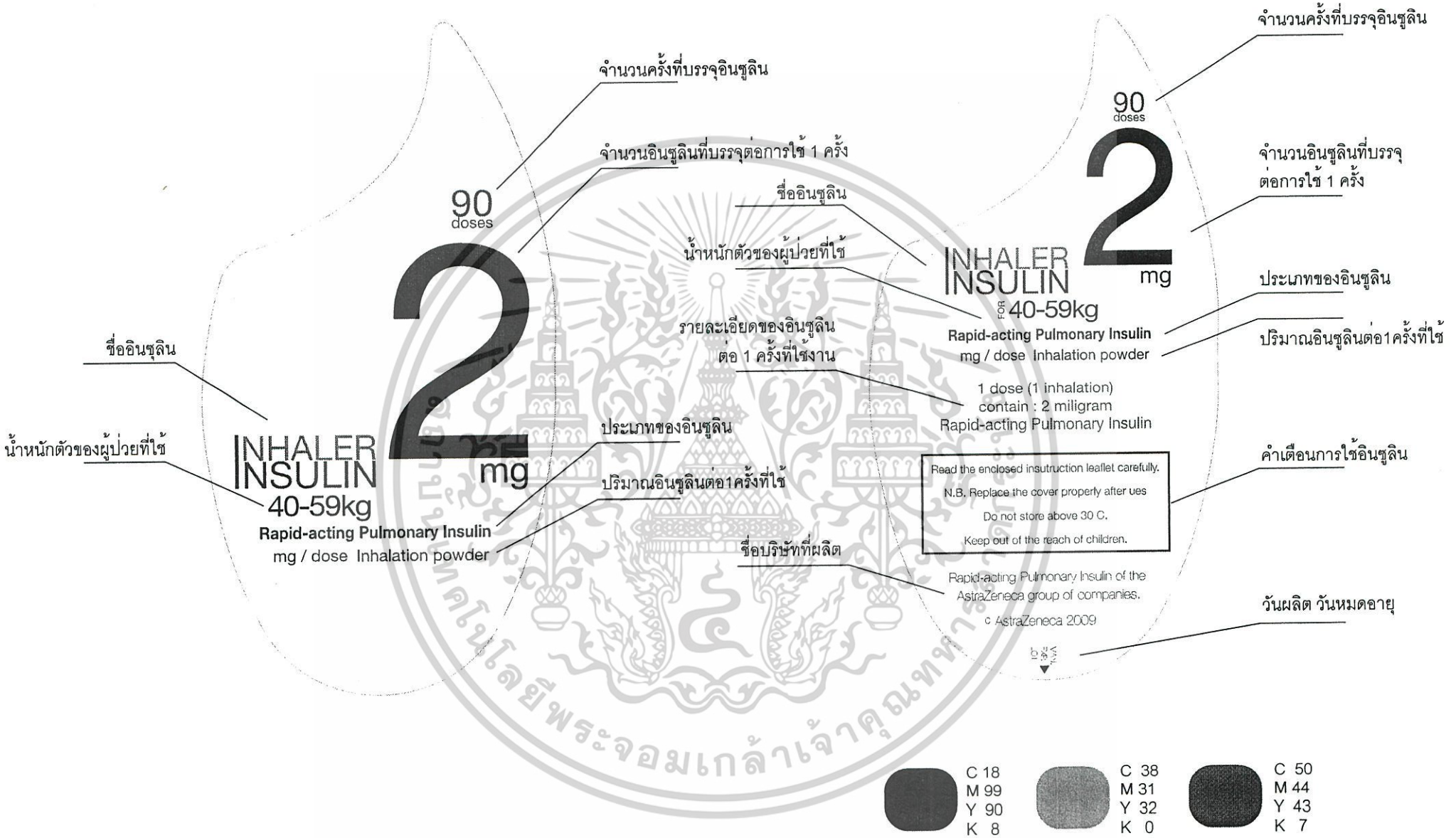
4.4 แบบแสดงรายละเอียด (Artwork)

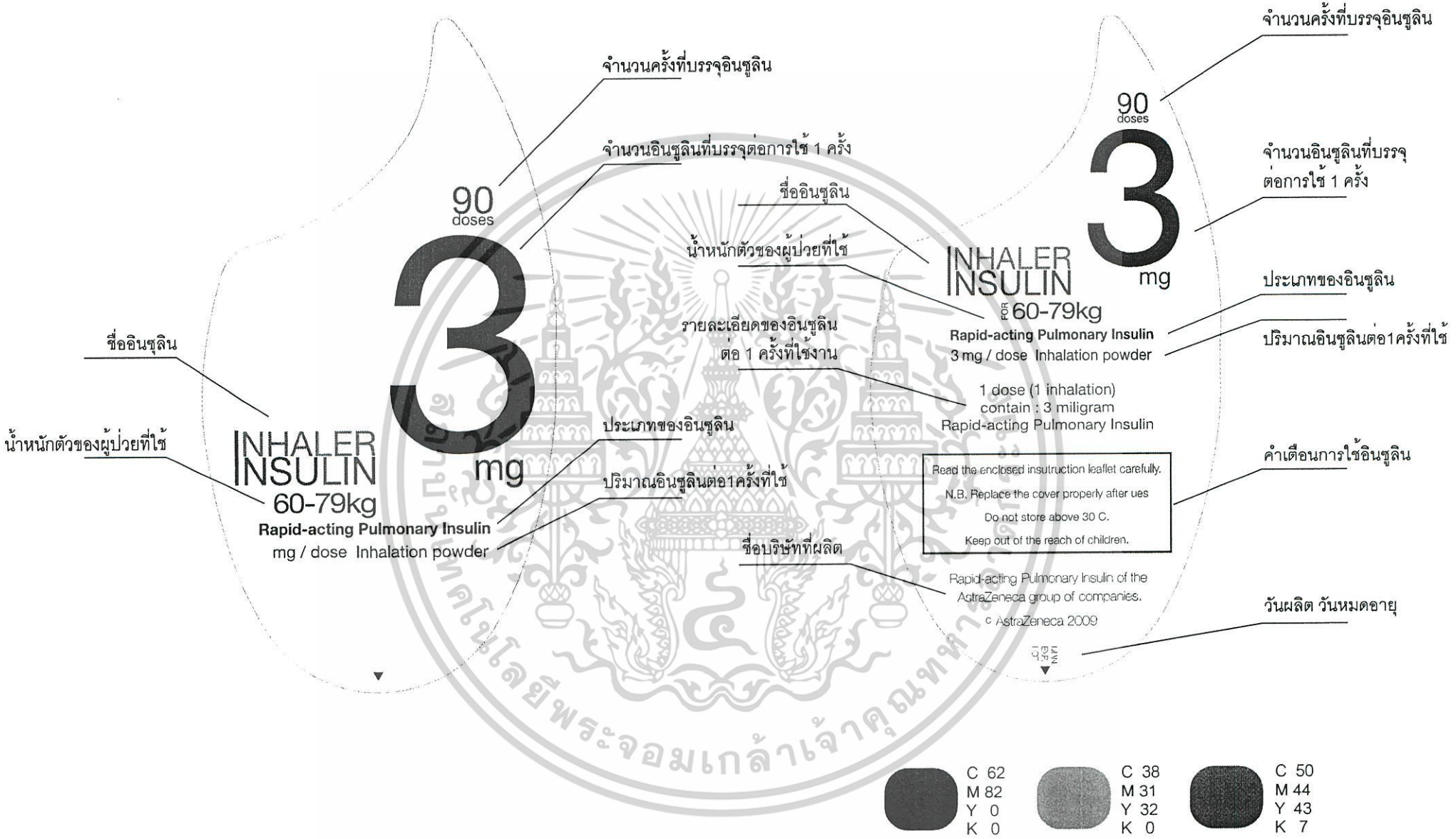
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

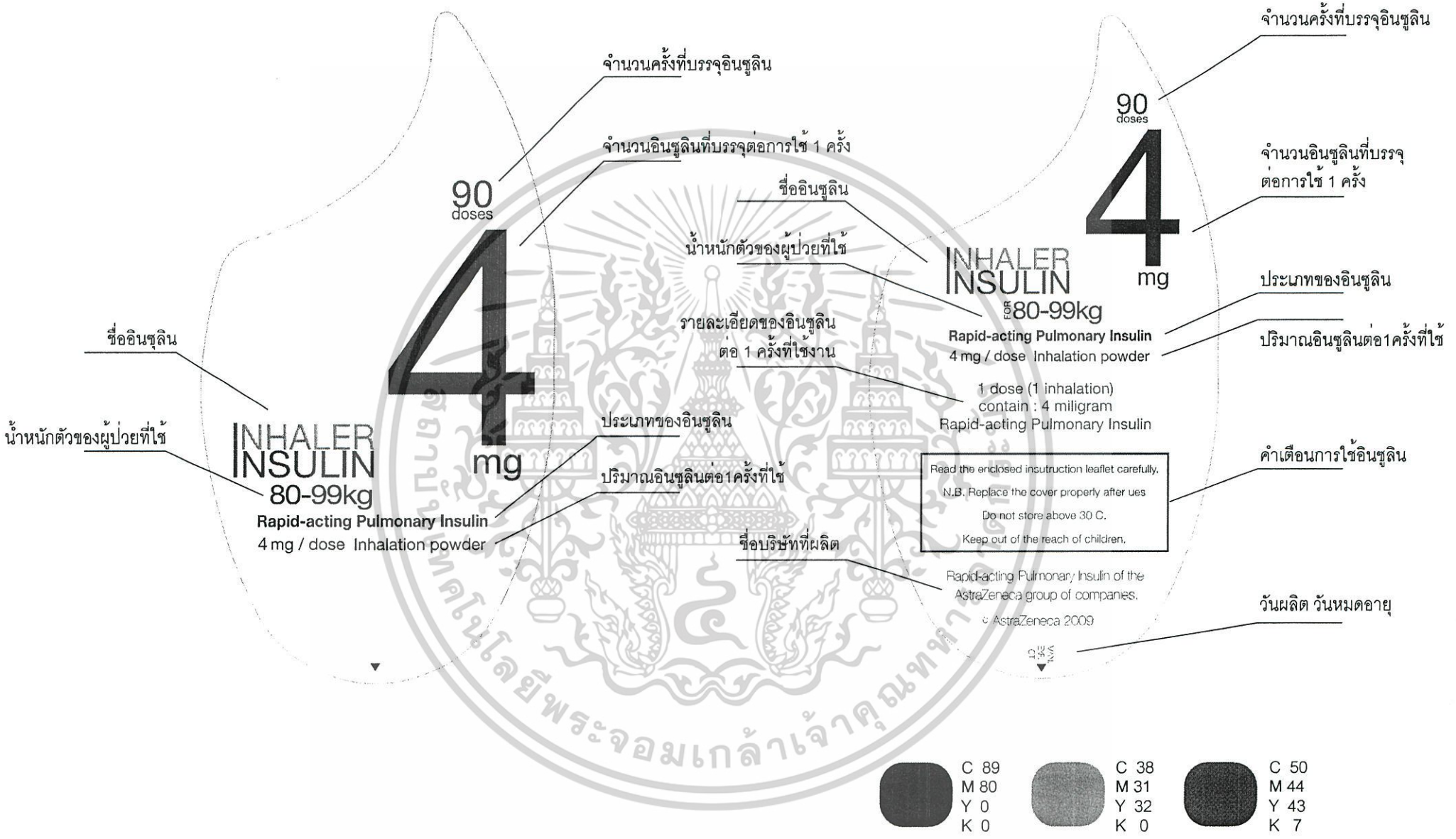


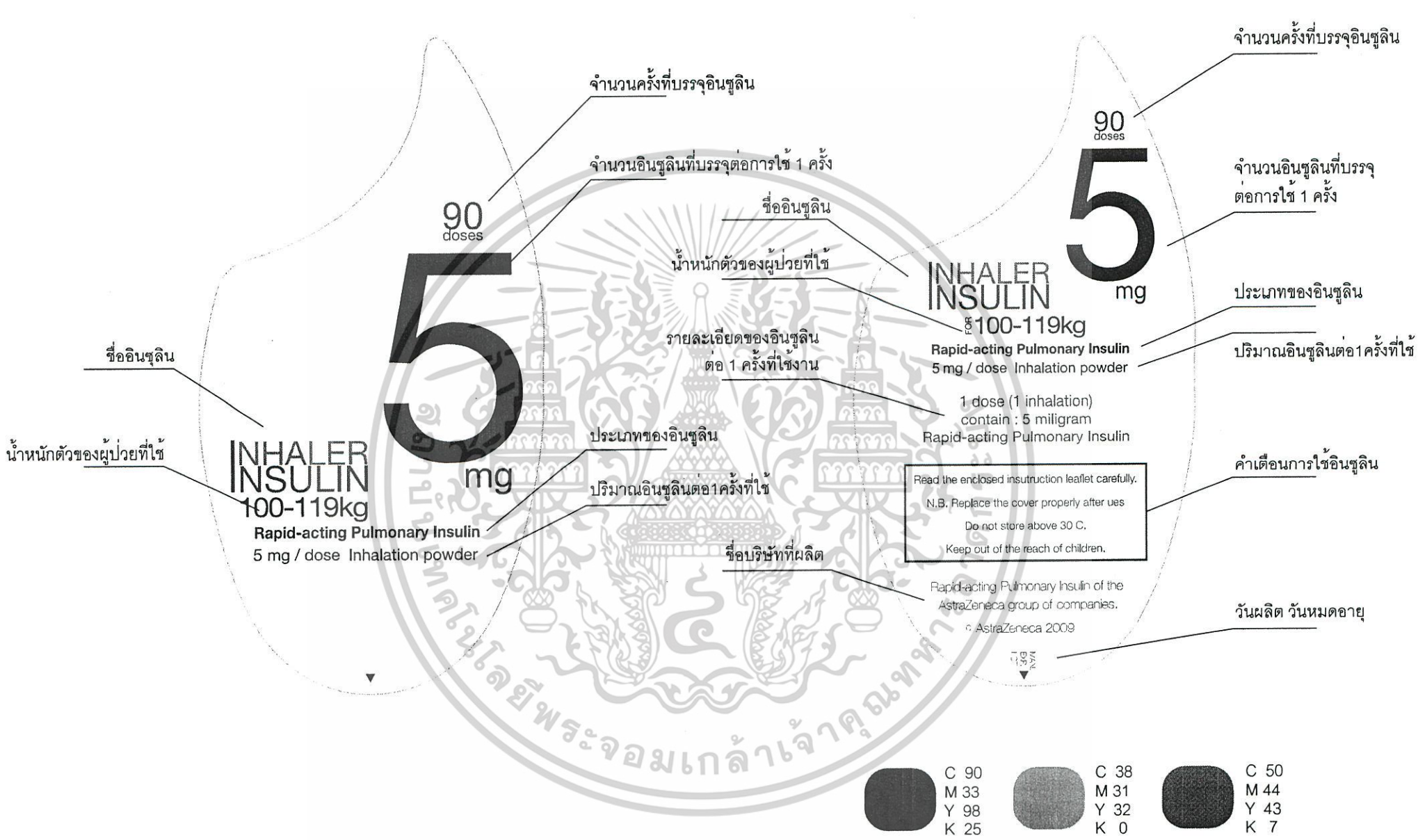

Helvetica,Regular,20 pt
Helvetica,Regular,9 pt
Helvetica,Regular,155 pt
Helvetica,Regular,20 pt
Helvetica,Regular,20 pt
Helvetica,Regular,18 pt
Helvetica,Bold,10 pt
Helvetica,Regular,10 pt
Helvetica,Regular,16 pt
Helvetica,Regular,9 pt
Helvetica,Regular,103 pt
Helvetica,Regular,19 pt
Helvetica,Regular,11 pt
Helvetica,Regular,12 pt
Helvetica,Bold,7.5 pt
Helvetica,Regular,7.5pt
Helvetica,Light,6 pt
Helvetica,Ultralight,8 pt

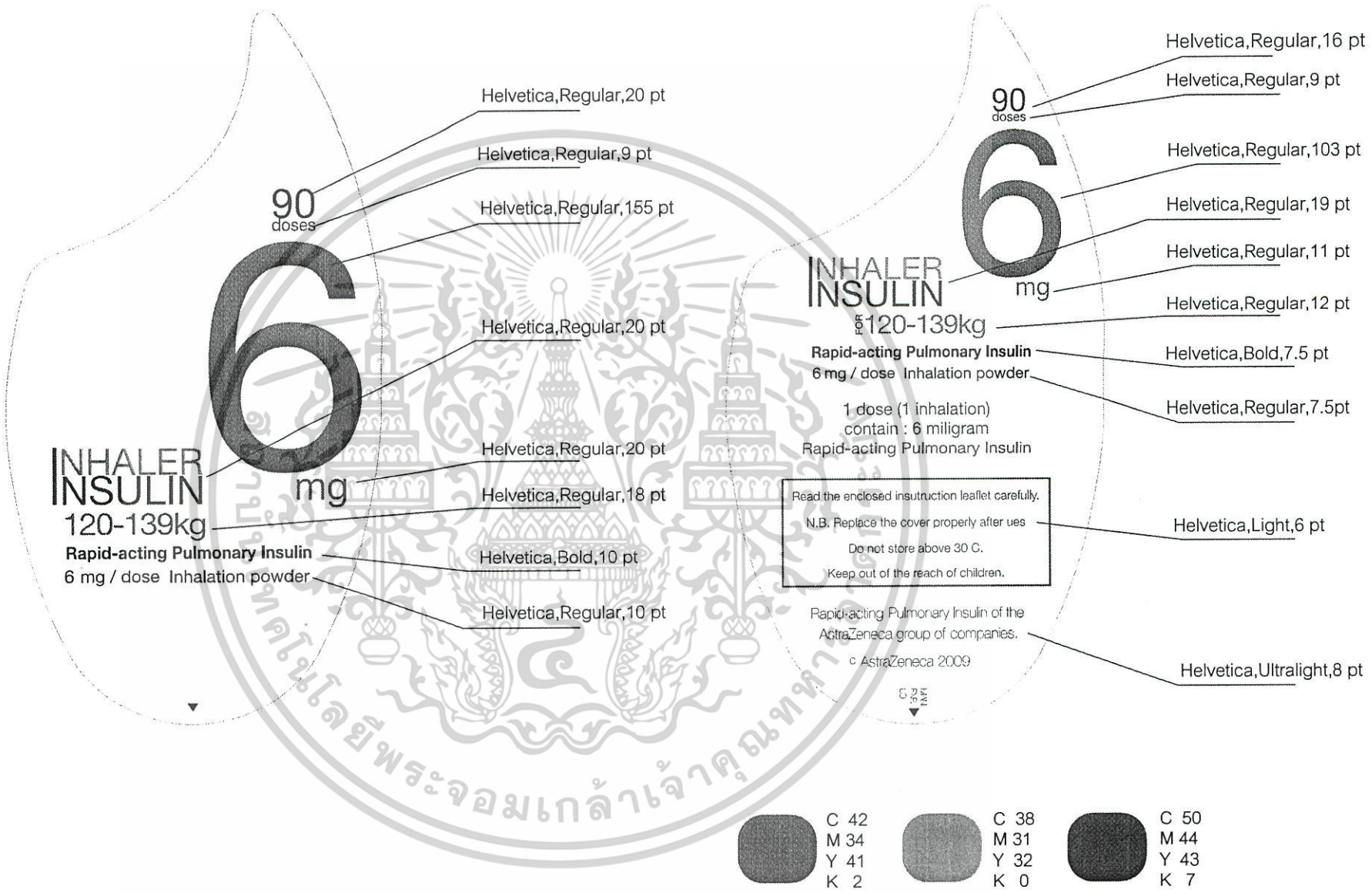

90
doses
1
mg
INHALER
INSULIN
30-39kg
Rapid-acting Pulmonary Insulin
1 mg / dose Inhalation powder
1 dose (1 inhalation)
contain : 1 miligram
Rapid-acting Pulmonary Insulin
Read the enclosed insutruction leaflet carefully.
N.B. Replace the cover properly after ues
Do not store above 30 C.
Keep out of the reach of children.
Rapid-acting Pulmonary Insulin of the
AstraZeneca group of companies.
c AstraZeneca 2009
จำนวนครั้งที่บรรจุอินซูลิน
จำนวนอินซูลินที่บรรจุต่อการใช้ 1 ครั้ง
ชื่ออินซูลิน
น้ำหนักตัวของผู้ป่วยที่ใช้
ประเภทของอินซูลิน
ปริมาณอินซูลินต่อ1ครั้งที่ใช้
รายละเอียดของอินซูลิน
ต่อ 1 ครั้งที่ใช้งาน
คำเตือนการใช้อินซูลิน
ชื่อบริษัทที่ผลิต
วันผลิต วันหมดอายุ
C 1
M 51
Y 98
K 0
C 38
M 31
Y 32
K 0
C 50
M 44
Y 43
K 7

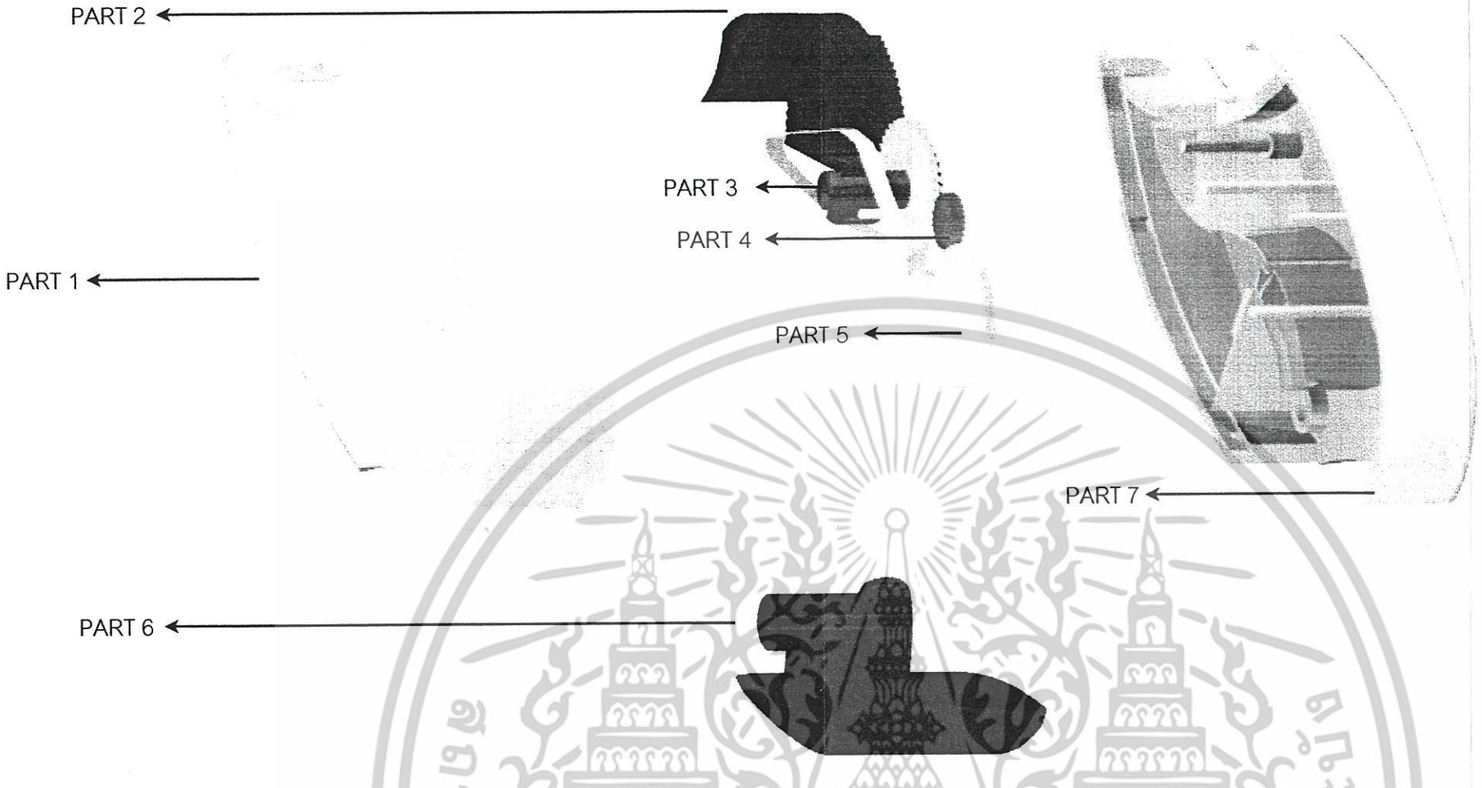

จำนวนครั้งที่บรรจุอินซูลิน
จำนวนอินซูลินที่บรรจุต่อการใช้ 1 ครั้ง
ชื่ออินซูลิน
น้ำหนักตัวของผู้ป่วยที่ใช้
รายละเอียดของอินซูลิน
ต่อ 1 ครั้งที่ใช้งาน
ประเภทของอินซูลิน
ปริมาณอินซูลินต่อ1ครั้งที่ใช้
ชื่อบริษัทที่ผลิต
90
doses
2
mg
INHALER
INSULIN
40-59kg
Rapid-acting Pulmonary Insulin
mg / dose Inhalation powder
1 dose (1 inhalation)
contain : 2 miligram
Rapid-acting Pulmonary Insulin
Read the enclosed insutruction leaflet carefully.
N.B. Replace the cover properly after ues
Do not store above 30 C.
Keep out of the reach of children.
Rapid-acting Pulmonary Insulin of the
AstraZeneca group of companies.
c AstraZeneca 2009
คำเตือนการใช้อินซูลิน
วันผลิต วันหมดอายุ
C 18
M 99
Y 90
K 8
C 38
M 31
Y 32
K 0
C 50
M 44
Y 43
K 7


จำนวนครั้งที่บรรจุอินซูลิน
จำนวนอินซูลินที่บรรจุต่อการใช้ 1 ครั้ง
ชื่ออินซูลิน
น้ำหนักตัวของผู้ป่วยที่ใช้
รายละเอียดของอินซูลิน ต่อ 1 ครั้งที่ใช้งาน
ประเภทของอินซูลิน
ปริมาณอินซูลินต่อ1ครั้งที่ใช้
ชื่อบริษัทที่ผลิต
90
doses
3
mg
INHALER
INSULIN
60-79kg
Rapid-acting Pulmonary Insulin
mg / dose Inhalation powder
1 dose (1 inhalation)
contain : 3 miligram
Rapid-acting Pulmonary Insulin
Read the enclosed insutruction leaflet carefully.
N.B. Replace the cover properly after ues
Do not store above 30 C.
Keep out of the reach of children.
Rapid-acting Pulmonary Insulin of the AstraZeneca group of companies.
c AstraZeneca 2009
คำเตือนการใช้อินซูลิน
วันผลิต วันหมดอายุ
C 62
M 82
Y 0
K 0
C 38
M 31
Y 32
K 0
C 50
M 44
Y 43
K 7


90
doses
4
mg
INHALER
INSULIN
80-99kg
Rapid-acting Pulmonary Insulin
4 mg / dose Inhalation powder
1 dose (1 inhalation)
contain : 4 miligram
Rapid-acting Pulmonary Insulin
Read the enclosed insutruction leaflet carefully.
N.B. Replace the cover properly after ues
Do not store above 30 C.
Keep out of the reach of children.
Rapid-acting Pulmonary Insulin of the
AstraZeneca group of companies.
© AstraZeneca 2009
จำนวนครั้งที่บรรจุอินซูลิน
จำนวนอินซูลินที่บรรจุต่อการใช้ 1 ครั้ง
ชื่ออินซูลิน
น้ำหนักตัวของผู้ป่วยที่ใช้
รายละเอียดของอินซูลิน
ต่อ 1 ครั้งที่ใช้งาน
ประเภทของอินซูลิน
ปริมาณอินซูลินต่อ1ครั้งที่ใช้
ชื่อบริษัทที่ผลิต
คำเตือนการใช้อินซูลิน
วันผลิต วันหมดอายุ
C 89
M 80
Y 0
K 0
C 38
M 31
Y 32
K 0
C 50
M 44
Y 43
K 7


จำนวนครั้งที่บรรจุอินซูลิน
จำนวนอินซูลินที่บรรจุต่อการใช้ 1 ครั้ง
ชื่ออินซูลิน
น้ำหนักตัวของผู้ป่วยที่ใช้
รายละเอียดของอินซูลิน
ต่อ 1 ครั้งที่ใช้งาน
ประเภทของอินซูลิน
ปริมาณอินซูลินต่อ1ครั้งที่ใช้
ชื่อบริษัทที่ผลิต
90
doses
5
mg
INHALER
INSULIN
100-119kg
Rapid-acting Pulmonary Insulin
5 mg / dose Inhalation powder
1 dose (1 inhalation)
contain : 5 miligram
Rapid-acting Pulmonary Insulin
Read the enclosed insutruction leaflet carefully.
N.B. Replace the cover properly after ues
Do not store above 30 C.
Keep out of the reach of children.
Rapid-acting Pulmonary Insulin of the
AstraZeneca group of companies.
© AstraZeneca 2009
ชื่ออินซุลิน
น้ำหนักตัวของผู้ป่วยที่ใช้
จำนวนครั้งที่บรรจุอินซูลิน
จำนวนอินซูลินที่บรรจุ
ต่อการใช้ 1 ครั้ง
ประเภทของอินซูลิน
ปริมาณอินซูลินต่อ1ครั้งที่ใช้
คำเตือนการใช้อินซูลิน
วันผลิต วันหมดอายุ
C 90
M 33
Y 98
K 25
C 38
M 31
Y 32
K 0
C 50
M 44
Y 43
K 7

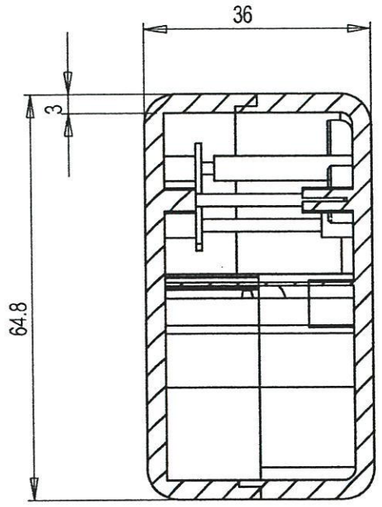

Helvetica,Regular,20 pt
Helvetica,Regular,9 pt
Helvetica,Regular,155 pt
Helvetica,Regular,20 pt
Helvetica,Regular,20 pt
Helvetica,Regular,18 pt
Helvetica,Bold,10 pt
Helvetica,Regular,10 pt
90
doses
6
mg
INHALER
INSULIN
120-139kg
Rapid-acting Pulmonary Insulin
6 mg / dose Inhalation powder
Helvetica,Regular,16 pt
Helvetica,Regular,9 pt
Helvetica,Regular,103 pt
Helvetica,Regular,19 pt
Helvetica,Regular,11 pt
Helvetica,Regular,12 pt
Helvetica,Bold,7.5 pt
Helvetica,Regular,7.5pt
90
doses
6
mg
INHALER
INSULIN
FOR 120-139kg
Rapid-acting Pulmonary Insulin
6 mg / dose Inhalation powder
1 dose (1 inhalation)
contain : 6 miligram
Rapid-acting Pulmonary Insulin
Read the enclosed insutruction leaflet carefully.
N.B. Replace the cover properly after ues
Do not store above 30 C.
Keep out of the reach of children.
Helvetica,Light,6 pt
Rapid-acting Pulmonary Insulin of the
AstraZeneca group of companies.
c AstraZeneca 2009
Helvetica,Ultralight,8 pt
C 42
M 34
Y 41
K 2
C 38
M 31
Y 32
K 0
C 50
M 44
Y 43
K 7



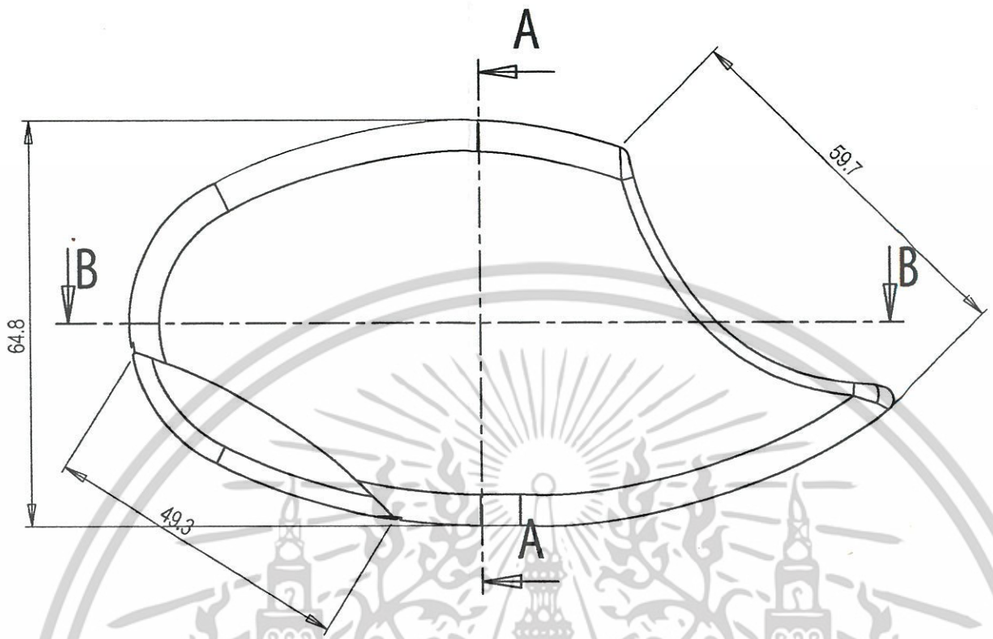
PART	NAME	Qua.	COLOUR	MATERIAL	PROCESS	REMARK	
1	ฝาครอบด้านบน	1	White	ABS	Injection	Finishing : Screen	
2	เฟืองปุ่ม	1	-	POM	-	-	
3	เฟือง 1	1	-	POM	-	-	
4	เฟืองเล็ก (สำหรับทดเฟือง)	1	-	POM	-	Standard Part : เฟือง	
5	เฟืองเก็บอินซูลิน	1	-	POM	-	Standard Part : เฟือง	
6	ที่กด	1	Red	ABS	Injection	-	
7	ฝาครอบด้านล่าง	1	White	ABS	Injection	Finishing : Screen	

ASSEMBLY	Page 1
Drawing By Chidchanok L.	Code 47020168
Subject Packaging Design Thesis	Unit mm
Object Inhaler Insulin	Scale 1:1

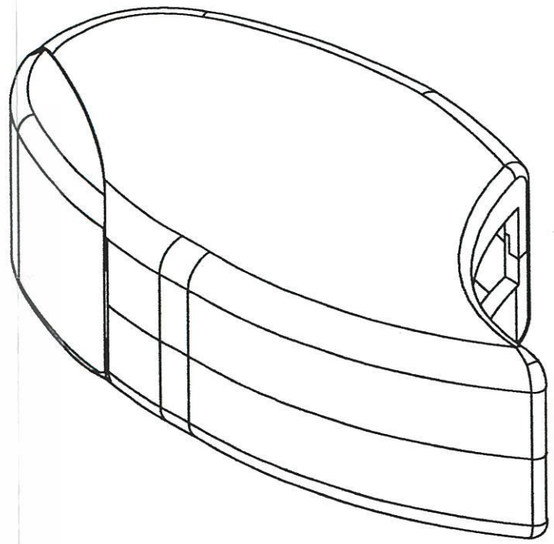
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



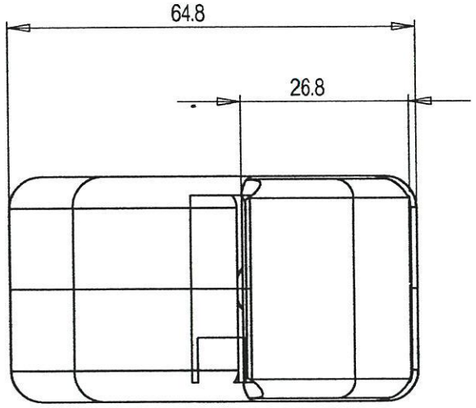
SECTION A-A



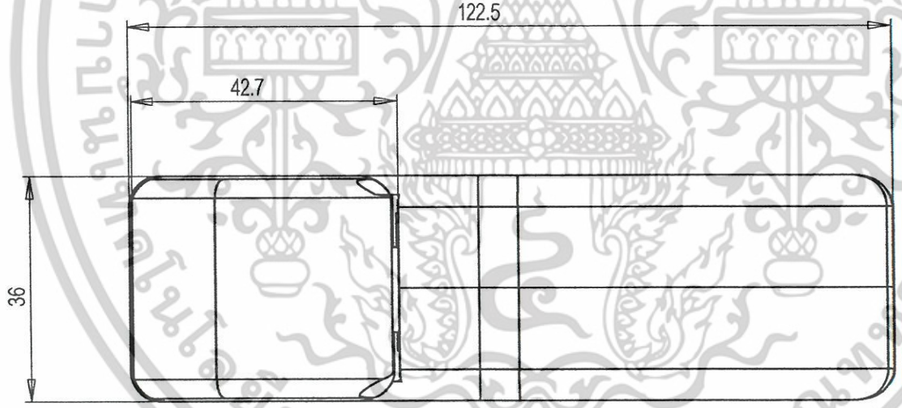
TOP VIEW



PERSPECTIVE



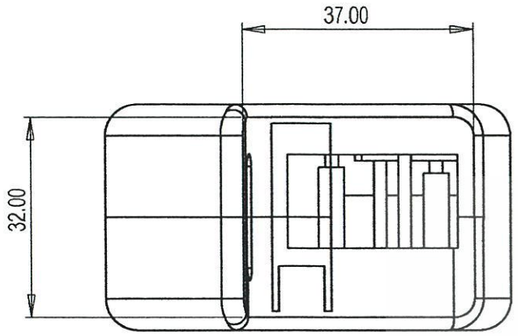
L.SIDE VIEW



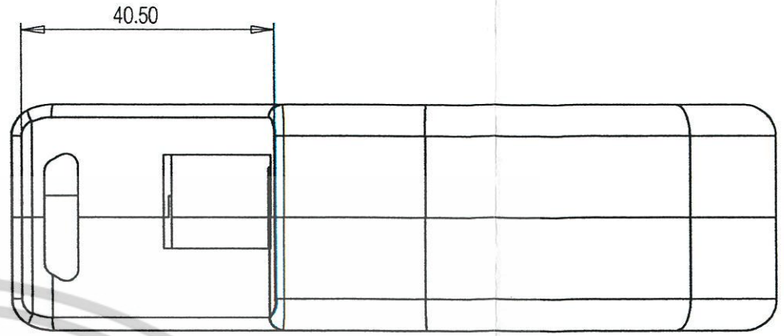
FRONT VIEW

Multiview		Page 1
Drawing By Chidchanok L.		Code 47020168
Subject Packaging Design Thesis	Scale 1:1	Unit mm
Object Inhaler Insulin	Materail : ABS	: Injection

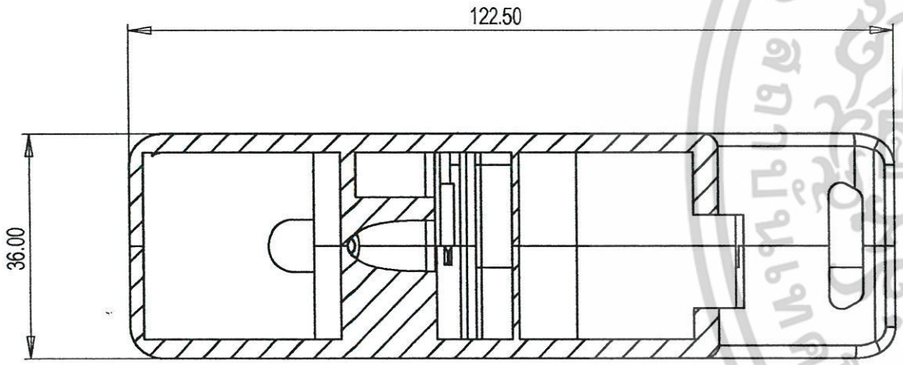
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



R.SIDE VIEW



BACK VIEW

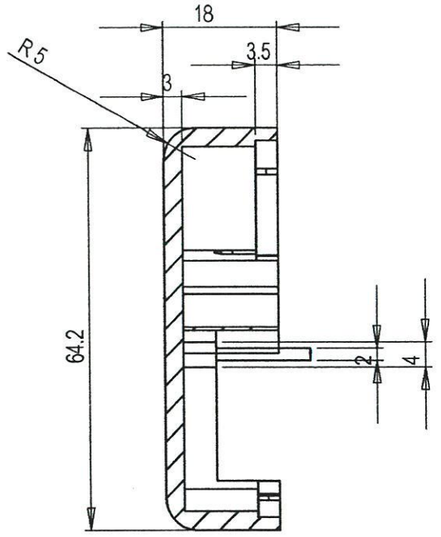


SECTION B-B

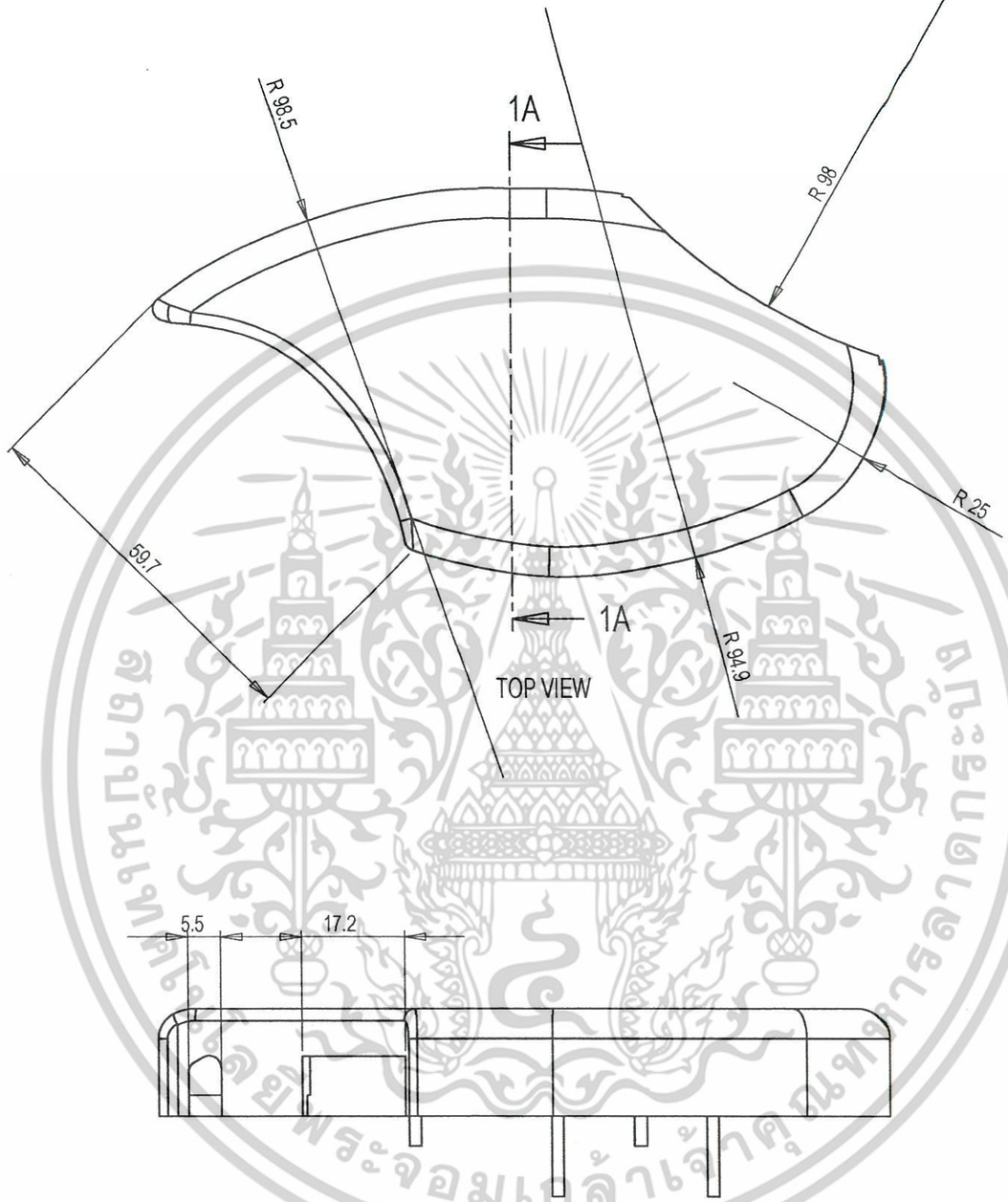
BOTTOM VIEW

Multiview		Page 2
Drawing By Chidchanok L.		Code 47020168
Subject Packaging Design Thesis	Scale 1:1	Unit mm
Object Inhaler Insulin	Materail : ABS	: Injection

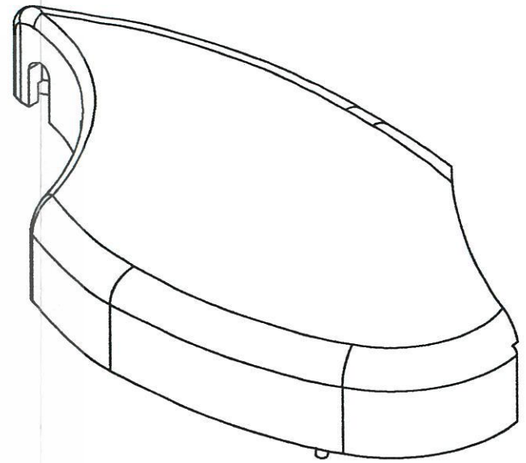
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



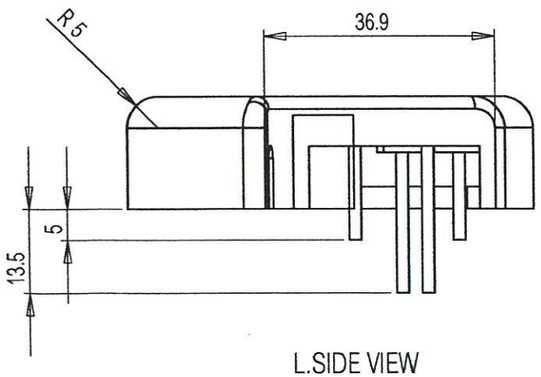
SECTION 1A-1A



TOP VIEW



PERSPECTIVE

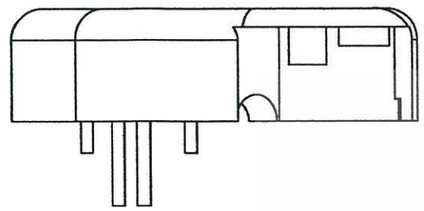


L.SIDE VIEW

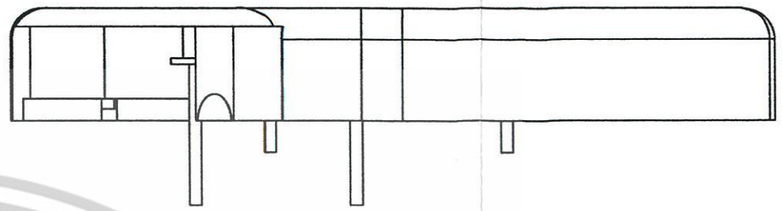
FRONT VIEW

COVER 1		Page 1
Drawing By Chidchanok L.		Code 47020168
Subject Packaging Design Thesis	Scale 1:1	Unit mm
Object Inhaler Insulin	Materail : ABS	: Injection

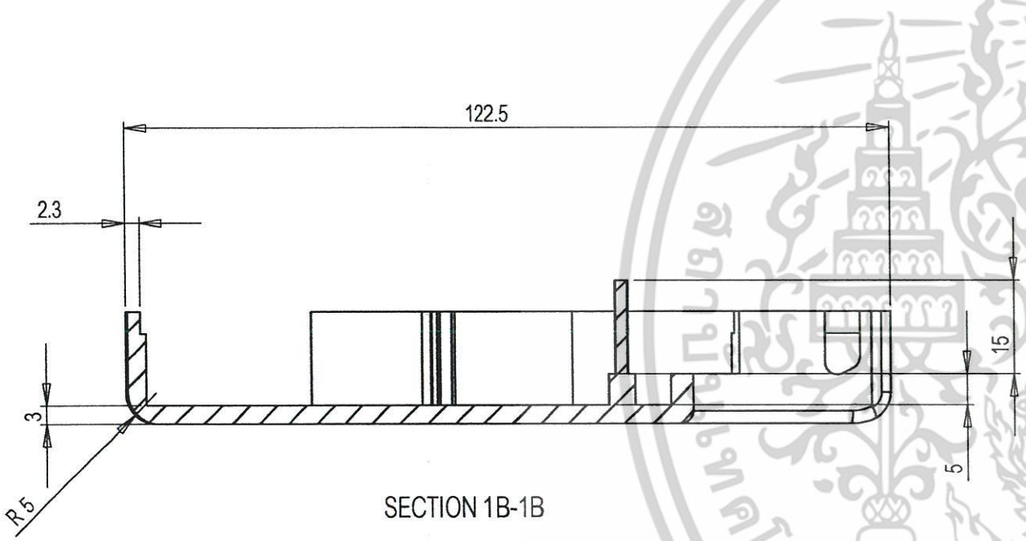
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



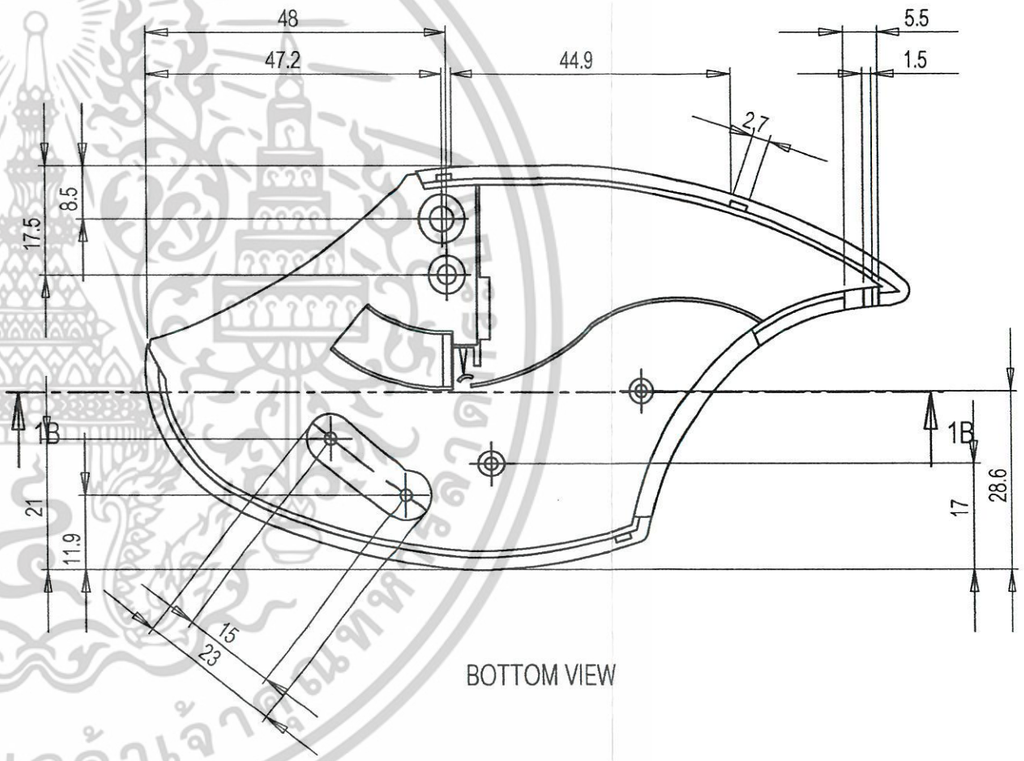
R.SIDE VIEW



BACK VIEW



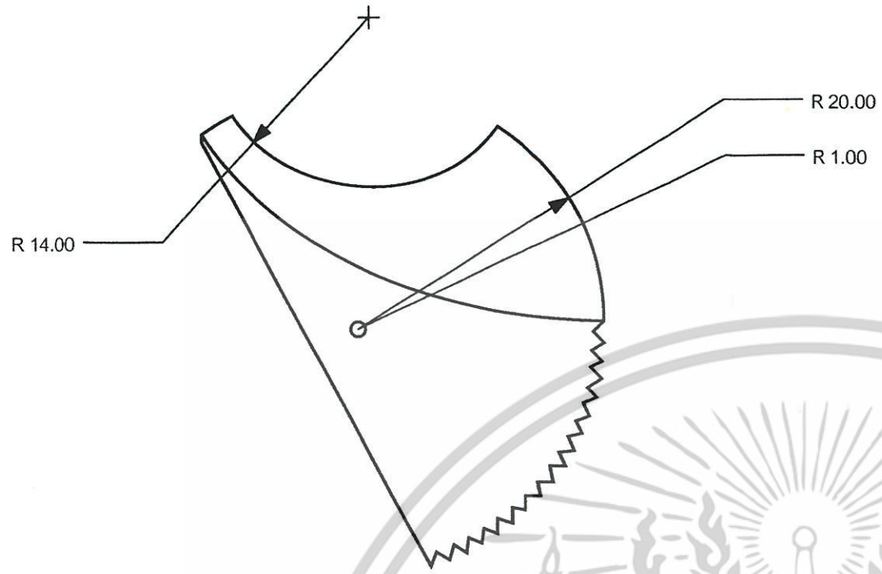
SECTION 1B-1B



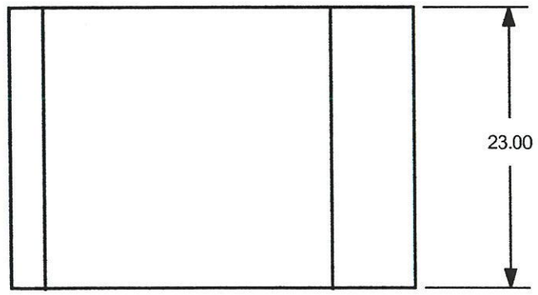
BOTTOM VIEW

COVER 1		Page 2
Drawing By Chidchanok L.		Code 47020168
Subject Packaging Design Thesis	Scale 1:1	Unit mm
Object Inhaler Insulin	Materail : ABS	: Injection

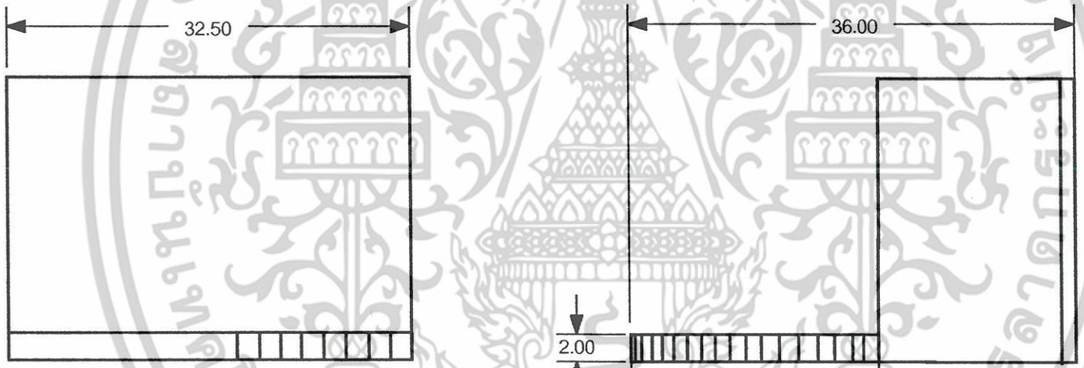
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



TOP VIEWS

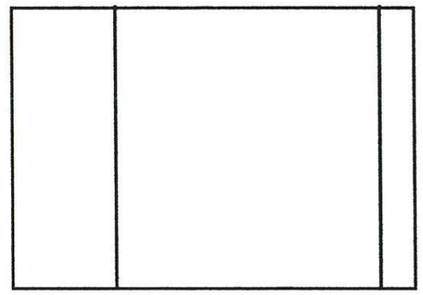


L. SIDE VIEWS

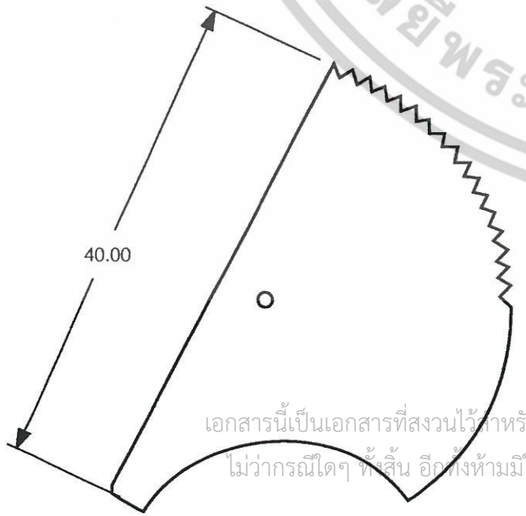


FRONT VIEWS

R. SIDE VIEWS



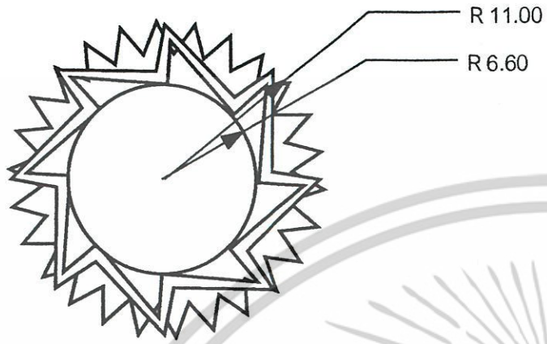
BACK VIEWS



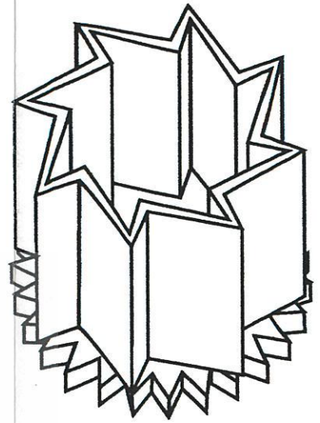
BOTTOM VIEWS

GEAR 1		Page 1
Drawing By Chidchanok L.		Code 47020168
Subject Packaging Design Thesis		Unit mm
Object Inhaler Insulin	Materail : ABS	Scale 2:1

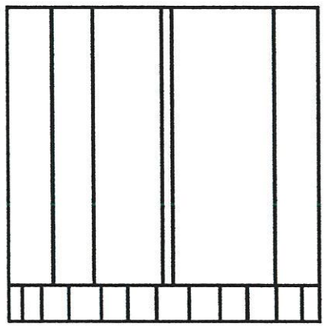
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



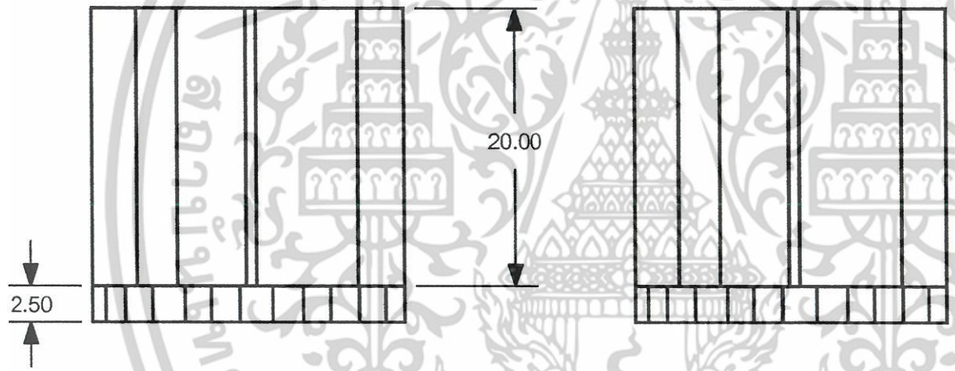
TOP VIEWS



PERSPECTIVE

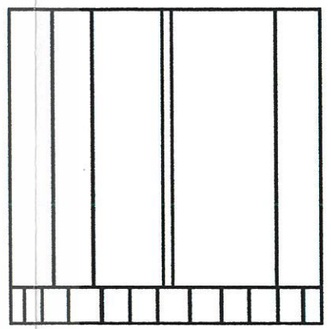


L. SIDE VIEWS

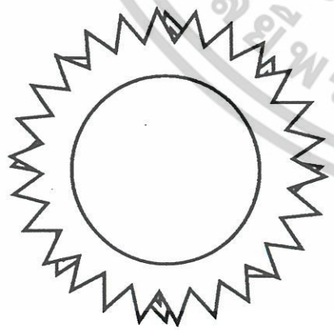


FRONT VIEWS

R. SIDE VIEWS



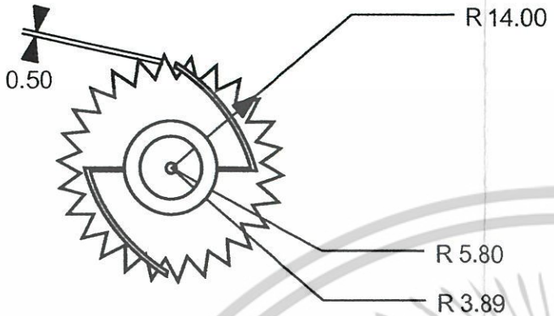
BACK VIEWS



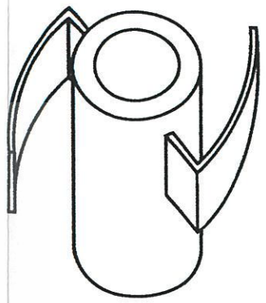
BOTTOM VIEWS

GEAR 2		Page 1
Drawing By Chidchanok L.		Code 47020168
Subject Packaging Design Thesis Scale 2:1		Unit mm
Object Inhaler Insulin	Materail : ABS	: Injecttion

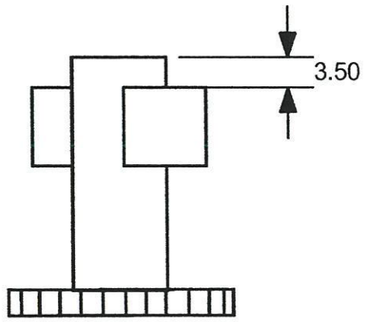
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



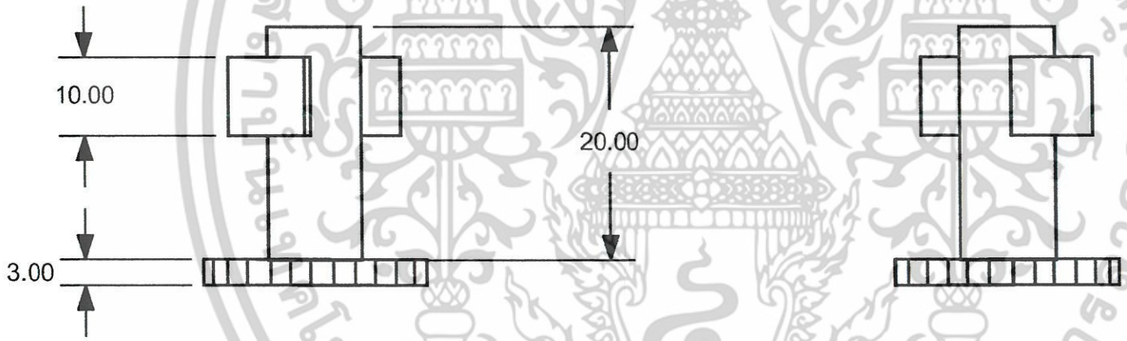
TOP VIEWS



PERSPECTIVE

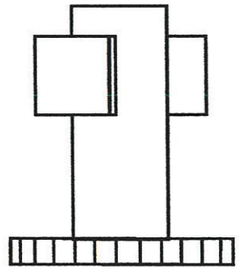


L. SIDE VIEWS

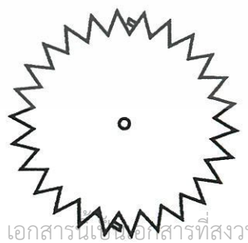


FRONT VIEWS

R. SIDE VIEWS



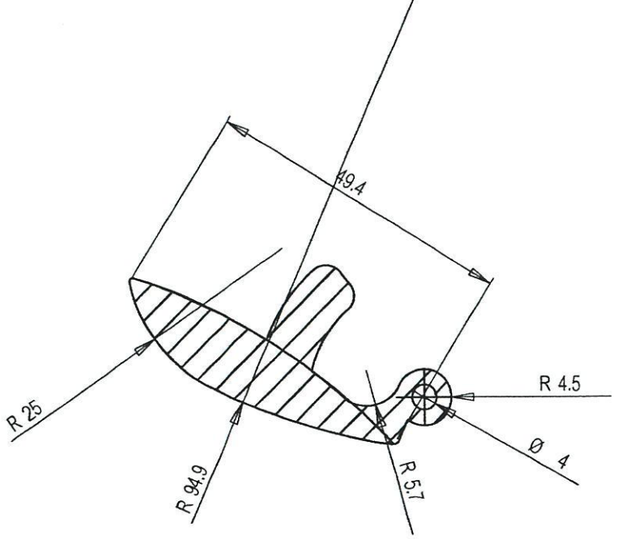
BACK VIEWS



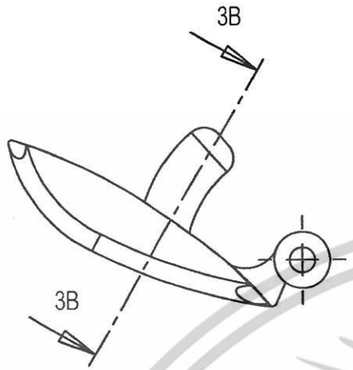
BOTTOM VIEWS

GEAR 3		Page 1
Drawing By Chidchanok L.		Code 47020168
Subject Packaging Design Thesis	Scale 2:1	Unit mm
Object Inhaler Insulin	Materail : ABS	: Injection

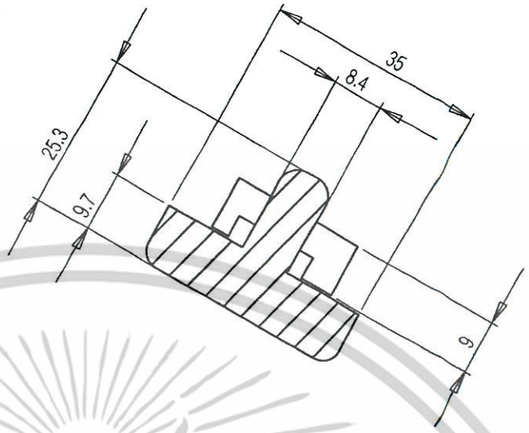
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



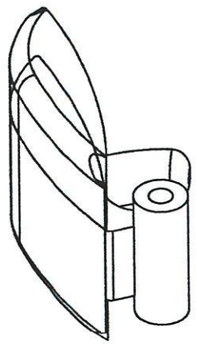
SECTION 3A-3A



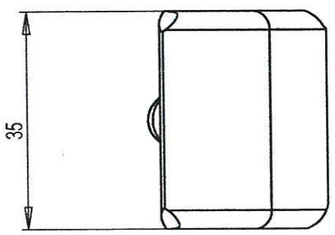
TOP VIEW



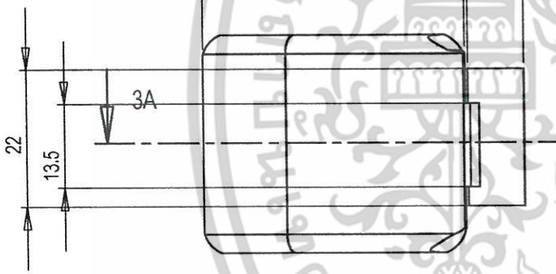
SECTION 3B-3B



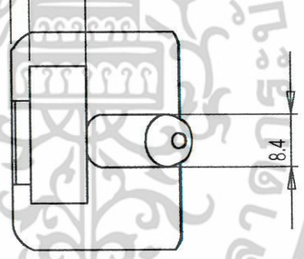
PERSPECTIVE



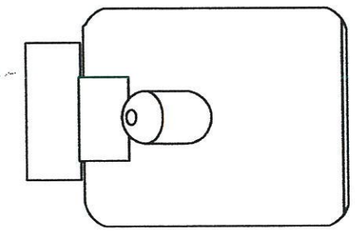
L.SIDE VIEW



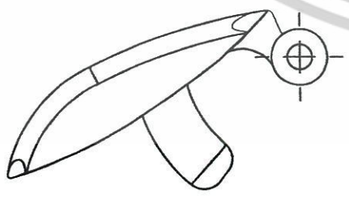
FRONT VIEW



R.SIDE VIEW



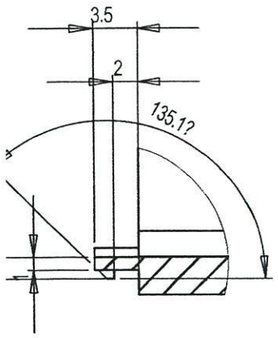
BACK VIEW



BOTTOM VIEW

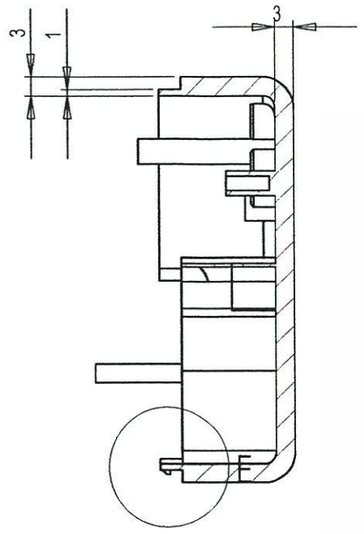
SWITCH		Page 1
Drawing By Chidchanok L.		Code 47020168
Subject Packaging Design Thesis	Scale 1:1	Unit mm
Object Inhaler Insulin	Materail : ABS	: Injection

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

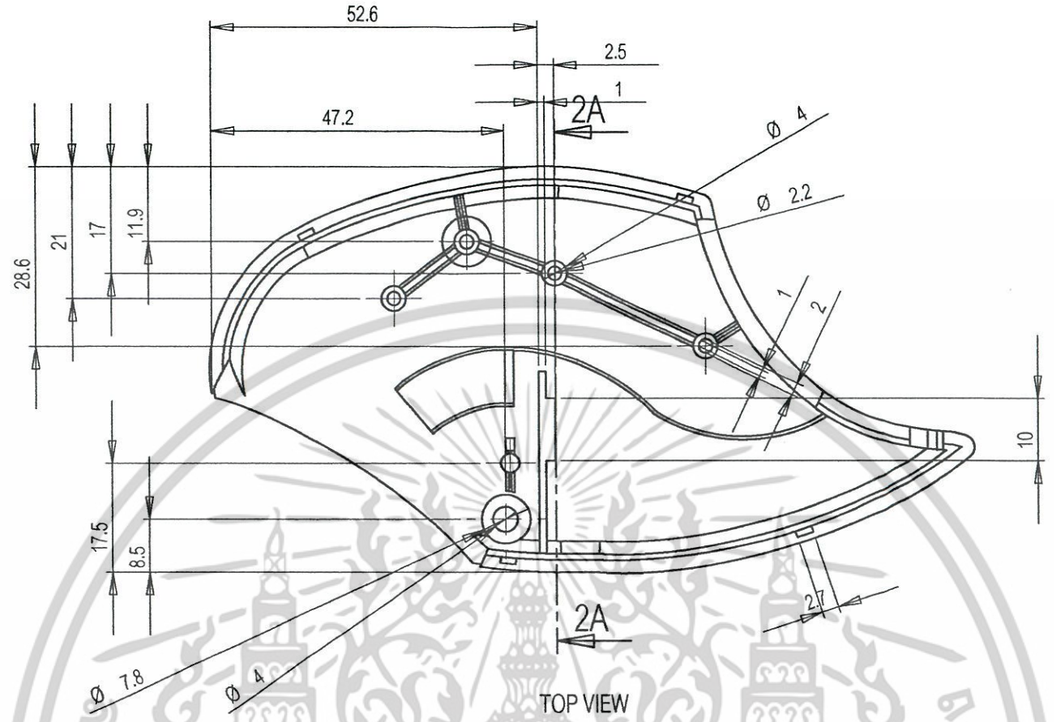


DETAIL E

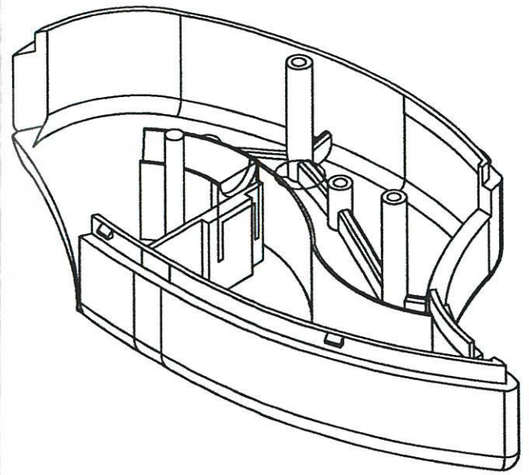
SCALE 2 : 1



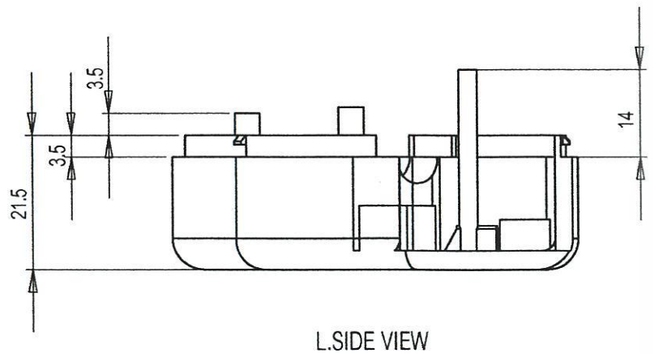
SECTION 2A-2A



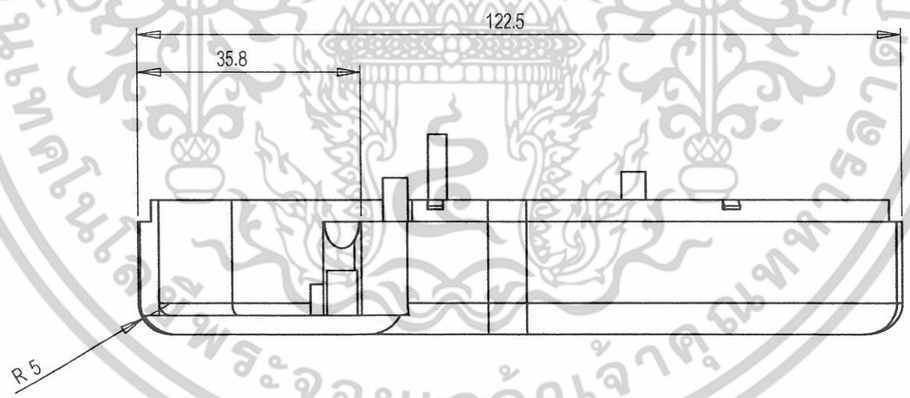
TOP VIEW



PERSPECTIVE



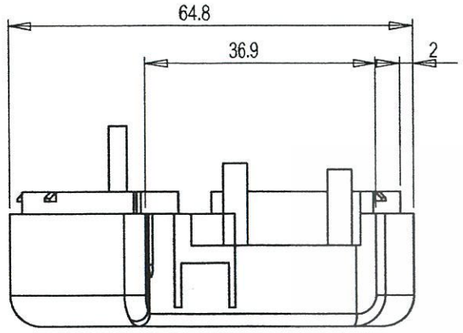
L.SIDE VIEW



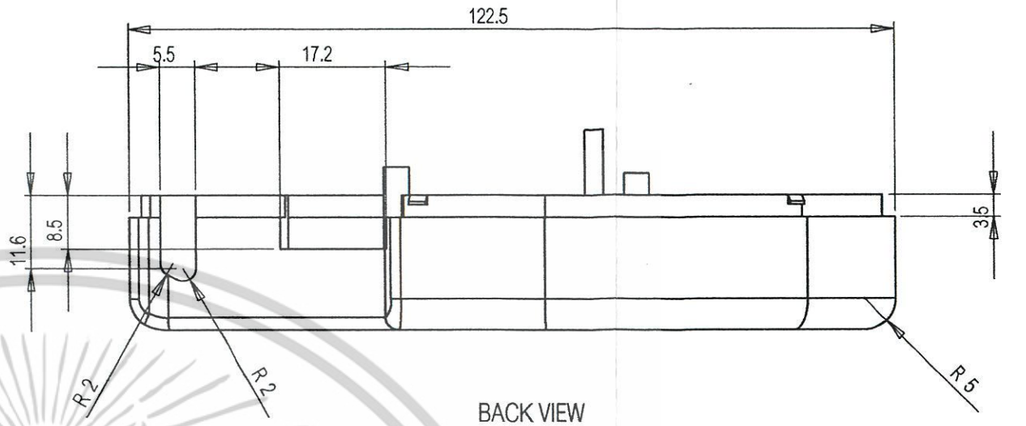
FRONT VIEW

COVER 2		Page 1
Drawing By Chidchanok L.		Code 47020168
Subject Packaging Design Thesis	Scale 1:1	Unit mm
Object Inhaler Insulin	Materail : ABS	: Injection

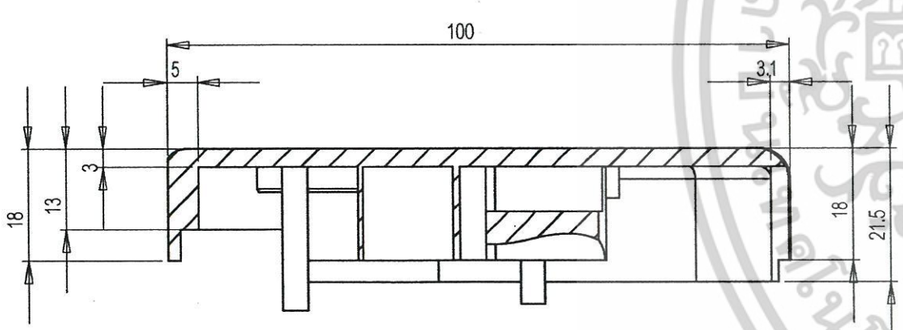
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



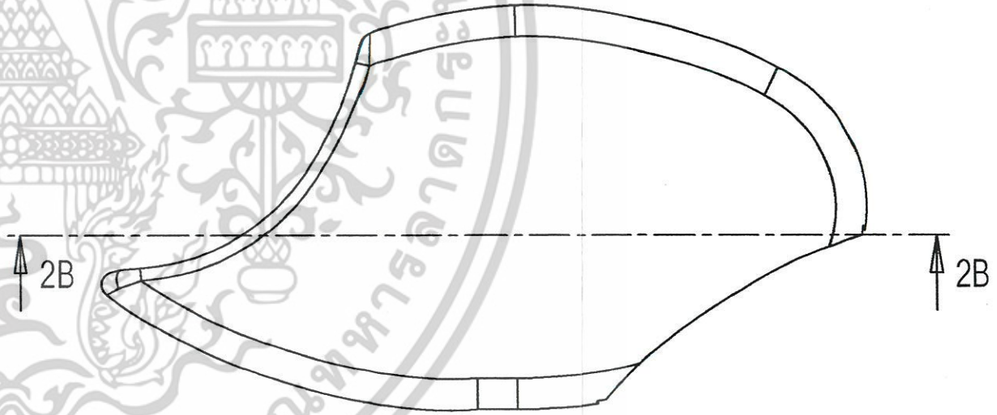
R.SIDE VIEW



BACK VIEW



SECTION 2B-2B



BOTTOM VIEW

COVER 2		Page 2
Drawing By Chidchanok L.		Code 47020168
Subject Packaging Design Thesis	Scale 1:1	Unit mm
Object Inhaler Insulin	Materail : ABS	: Injection

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5 บทสรุป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. บทสรุป

5.1 สรุปผล และ ข้อเสนอแนะของนักศึกษา

- การทำวิทยานิพนธ์เป็นการศึกษาและเรียนรู้ ในภาคปฏิบัติและทฤษฎีพร้อมๆกัน เพื่อให้นักศึกษาใช้ความรู้ที่ได้ศึกษามาในการแก้ปัญหาต่างๆในการออกแบบ และ เพื่อให้นักศึกษาได้มองเห็นตัวงานที่มีความเป็นรูปธรรม ชัดเจนมากยิ่งขึ้น เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในการทำงานต่อไป

- บรรจุภัณฑ์ที่เกิดขึ้นในโครงการนี้ ยังมีข้อบกพร่องอยู่หลายข้อ ซึ่งบางเรื่องที่ศึกษาข้อมูล แล้วนำมาออกแบบนั้น เป็นเรื่องที่ไม่สามารถพิสูจน์ได้ ยกตัวอย่าง เช่น เรื่อง ขนาดของพื้นที่ภายในบรรจุภัณฑ์ที่มีความเหมาะสมกับการใช้งานจริง หรือ เรื่องของปริมาณอินซูลินที่บรรจุมา และ การตกค้างของอินซูลินที่จะค้างภายในบรรจุภัณฑ์ ซึ่งเป็นเรื่องที่ไม่สามารถพิสูจน์ได้ในขั้นนี้

- เนื่องจากเนื้อหาของโครงการนี้ เป็นเรื่องที่ได้ศึกษาข้อมูลทั้งหมดมาจากห้องทดลอง การคิดค้นบรรจุภัณฑ์ การออกแบบต่างๆในโครงการนั้น จะยึดหลักการในข้อมูลที่ได้มาเป็นสำคัญ ทำให้บางกรณีที่ศึกษานั้น เป็นเพียงสมมุติฐานที่ใช้หลักการทางการออกแบบเป็นตัวตัดสินถึงหลักการความเป็นไปได้จริงมากที่สุด แต่อย่างไรก็ตาม โครงการนี้ ยังเป็นเพียงการเสนอแนะแนวทางการออกแบบนวัตกรรมบรรจุภัณฑ์ที่จะเกิดขึ้นในอนาคตเท่านั้น

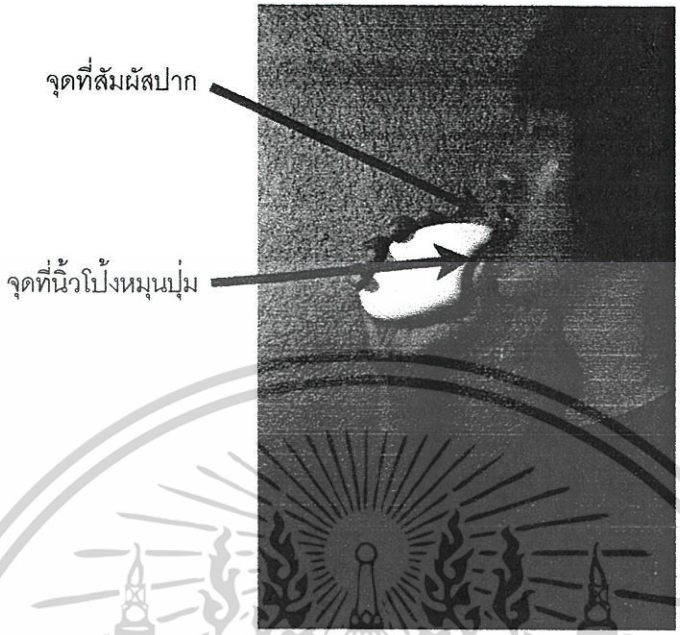
5.2 สรุปผล และ ข้อเสนอแนะของอาจารย์

- การเกิดบรรจุภัณฑ์ใหม่นี้ ขึ้นมานั้น เนื่องจาก ข้อจำกัดเกี่ยวกับตัวผงอินซูลินนั้น มีความแตกต่างกับ อุปกรณ์ยาพ่นโรคระบบทางเดินอาหารทั่วไป เนื่องจาก อินซูลินชนิดผงนั้น จำเป็นจะต้องมีพื้นที่ว่าง สำหรับให้อินซูลินฟุ้งกระจายอยู่ภายในและให้ผู้ป่วย สูดหายใจเอาอินซูลินเข้าสู่ร่างกายด้วยตนเอง จึงจำเป็นต้องมีการเกิดบรรจุภัณฑ์ชนิดใหม่นี้ มารองรับเทคโนโลยีทางด้านเวชภัณฑ์ที่เกิดขึ้นมาใหม่นี้

- ขนาดของบรรจุภัณฑ์ ซึ่งยังมีขนาดใหญ่เมื่อเทียบกับบรรจุภัณฑ์ที่มีหลักการทำงาน เป็นยาพ่นคล้ายๆกัน นั้นมีแนวโน้มที่จะมีการออกแบบให้มีขนาดเล็กลงได้อีก หากมีการคิดวิธีการวางระบบเฟือง และ ระบบภายในใหม่ ซึ่งเป็นเรื่องที่มีความเกี่ยวข้องกับฝ่ายวิศวกรรม ซึ่งในอนาคตมีแนวทางที่จะมีความสะดวกในการใช้งานได้มากกว่าปัจจุบันนี้

- ลักษณะการวางปุ่มต่างๆ เพื่อการใช้งานนั้น ปุ่มหมุน เพื่อเลื่อนอินซูลิน นั้น มีการวางตำแหน่งใกล้กับตำแหน่งของปากผู้ป่วยมาก ซึ่งอาจจะมีการไม่สะดวกในการใช้งาน เนื่องจากนิ้วโป้ง จะอยู่ใกล้กับ ปากมาก ขณะผู้ป่วยใช้งาน ดังภาพ สังเกตได้จาก ลูกศรสีแดง ซึ่งทั้งนี้ จะขึ้นอยู่กับระบบการวางกลไกภายในของบรรจุภัณฑ์ใหม่ ซึ่งอาจมีการปรับเปลี่ยนได้มากกว่าแนวทางการออกแบบนี้ เช่น อาจมีการเลื่อนลงมาอยู่ทางด้านข้างมากกว่าเดิม หรือ วิธีการอื่นๆต่อไป

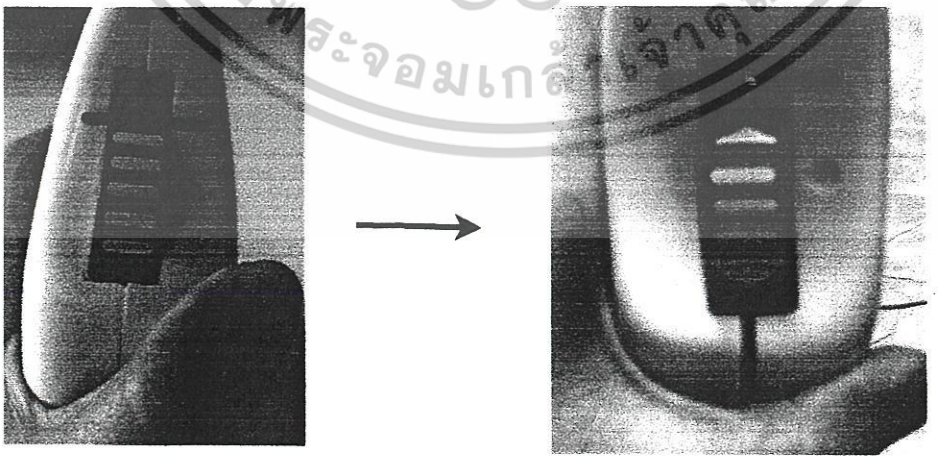
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5.1 ภาพแสดงการจับถือขณะใช้งานของผู้ป่วย

- ลักษณะของกราฟฟิกที่ใช้สื่อสารกับผู้ป่วย ยังสื่อสารได้ไม่ดีเท่าที่ควร เนื่องจากยังไม่มีการไปศึกษา หรือทดลองใช้กับผู้ป่วยจริงๆ ว่า ผู้ป่วยสามารถเข้าใจ และ ใช้งานบรรจุภัณฑ์ได้อย่างถูกต้อง จึงควรมีการศึกษาเพิ่มเติมมากกว่านี้ เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดกับผู้ใช้งาน

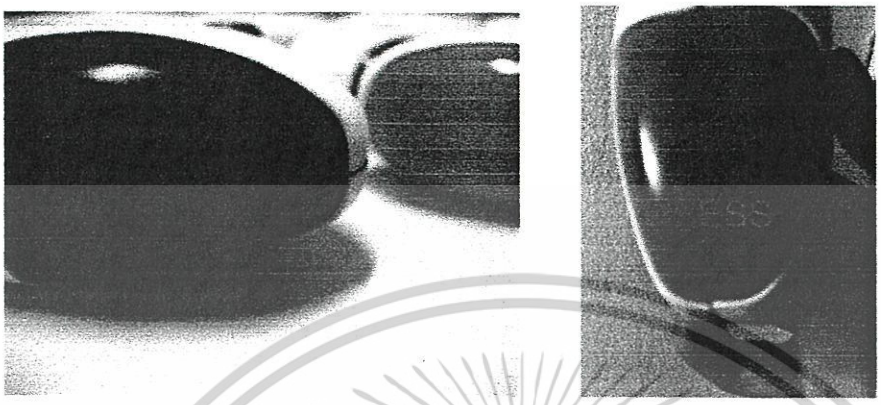
จากในโครงการนี้ มีข้อที่ควรแก้ไขอยู่ ที่เห็นได้ชัดเจน คือเรื่อง สัญลักษณ์บน ปุ่มหมุน ที่ไม่มีการออกแบบเพื่อบอกวิธีการใช้งาน ทำให้ผู้ใช้งานไม่สามารถรับรู้ได้ว่า หมุนขึ้นก่อน แล้วหมุนกลับ จึงควรแก้ไขวิธีการสื่อสารกับผู้ใช้งาน ซึ่งอาจแก้ไขด้วยการใช้ ลูกศร ซึ่งการใช้ลูกศรเป็นสัญลักษณ์ที่เข้าใจได้ง่ายมากที่สุด ในขั้นตอนนี้ ซึ่งแสดงมาดังภาพ



ภาพที่ 5.2 ภาพแสดงการแก้ไข สัญลักษณ์ บนบรรจุภัณฑ์

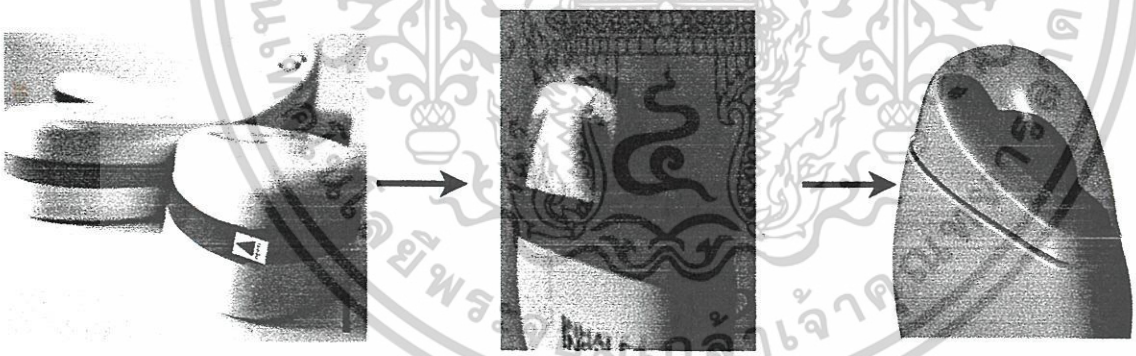
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และกราฟฟิกปุ่มบริเวณที่เป็นปุ่มกด นั้น ควรใช้คำว่า PRESS มากกว่า คำว่า PUSH หรือ อาจมีการคิดวิธีการสื่อสารกับผู้ป่วยมากกว่าวิธีการนี้อีก ซึ่งต้องมีการศึกษากับตัวผู้ป่วยมากกว่านี้



ภาพที่ 5.3 ภาพแสดงการแก้ไข กราฟฟิกบนบรรจุภัณฑ์

- การออกแบบเรื่องบรรจุภัณฑ์เสริม หรือ Secondary Packaging นั้น เนื่องจากความคาดหวังที่จะให้ผู้ใช้งานพกพาเอากล่องนอกไปด้วยนั้น เป็นเรื่องที่ค่อนข้างไม่เหมาะสม เช่น การที่ฝามีการบังตัวเลขที่บอกขนาดของอินซูลิน และมีความเป็นไปได้ยาก จึงควรมีการออกแบบ ฝามาครอบบริเวณที่เป็นส่วนของบรรจุภัณฑ์ที่จะสัมผัสกับปาก จึงเป็นดังภาพที่สอง แต่ การออกแบบเพิ่มเติมภายหลังนั้น ทำให้มีดูไม่มีความสวยงาม เท่าที่ควร จึงควรมีการปรับรูปทรง มากกว่านี้ ดังภาพที่ สาม



ภาพที่ 5.4 ภาพแสดงการแก้ไข ฝาครอบของบรรจุภัณฑ์

- การเลือกใช้สีในการแบ่งแยกขนาดต่างๆของบรรจุภัณฑ์ ยังไม่มีแนวคิดในการเลือกใช้สีที่แยกขนาดต่างๆของบรรจุภัณฑ์ จึงควรมีการคิดวิธีการเลือกใช้สีต่างๆ 6 สี โดยใช้หลักการทางการออกแบบมาร่วมด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติการศึกษา

2531-2540	ชั้นอนุบาล-ชั้นประถมศึกษา	โรงเรียนธรรมภิรักษ์
2541-2546	ชั้นมัธยมศึกษา	โรงเรียนสตรีวิทยา
2547-2551	ภาควิชาศิลปอุตสาหกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้