หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

นานมาแล้วที่มนุษย์ได้ค้นพบการใช้ไฟในการเปลี่ยนแปลงดินเหนียวให้กลายเป็นเครื่องปั้นดินเผาเซรามิกซ์เพื่อนำมาใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน และในเวลาต่อมาได้มีการปรับปรุงพัฒนาครั้งใหญ่ทั้งในด้านคุณภาพ และอายุการใช้งานของเซรามิกซ์ การปฏิวัติการใช้งานเซรามิกซ์เกิดขึ้นในช่วง 4 ทศวรรษที่ผ่านมา คือ ใช้สำหรับการปรับปรุงคุณภาพชีวิตของมนุษย์ให้ดีขึ้น การปฏิวัติในครั้งนี้นับว่าเป็นการสร้างนวัตกรรมทางเซรามิกซ์ ซึ่งนำมาใช้ในการซ่อมแซม ทดแทน และเปลี่ยนชิ้นส่วนต่างๆของร่างกายที่ได้รับความเสียหายทั้งจาก อุบัติเหตุ และที่เกิดจากการติดเชื้อ เซรามิกซ์ที่ใช้ในวัตถุประสงค์เหล่านี้ ซึ่งเป็นที่รู้จักกันในชื่อของ *"เซรามิกซ์ทางการแพทย์ (Bioceramic)"*

เซรามิกซ์ทางการแพทย์ชนิดต่างๆได้รับการพัฒนาขึ้นมาในช่วงศตวรรษนี้เพื่อใช้ในวงการแพทย์ ทั้งการผลิตอวัยวะเทียมภายนอก (Prosthetic) อุปกรณ์วินิจฉัยโรค ภาชนะใส่สารเคมี เทอร์โมมิเตอร์ ถ้วยเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ใยแก้วนำแสง ภาชนะสำหรับเก็บเอนไซน์หรือแอนติบอดี้ และยังใช้กันอย่างแพร่หลายในวงการทันตกรรมในการผลิตฟันปลอม ซีเมนต์สำหรับอุดฟัน และอุปกรณ์อื่นๆ ส่วนการใช้งานเซรามิกซ์ทางการแพทย์เพื่อการปลูกฝังเพื่อซ่อมแซมอวัยวะในส่วนที่สึกหรอ โดยทั่วไปจะใช้กับเนื้อเยื่อชนิดแข็ง (Hard Tissue) ของระบบกระดูกและกล้ามเนื้อในร่างกายของมนุษย์ เช่น กระดูก ข้อพับ หรือ ฟัน รวมถึงการใช้ คาร์บอนชนิดเคลือบผิว (Coated Carbon) เป็นวัสดุสำหรับการเปลี่ยนลิ้นหัวใจ และนอกจากนี้ยังมีการนำวัสดุผสมของเซรามิกซ์มาใช้ในร่างกายของมนุษย์ แต่อย่างไรก็ตามมีวัสดุเพียงบางชนิดเท่านั้นที่ประสพความสำเร็จในการนำไปใช้งาน ความสำเร็จของวัสดุทางการแพทย์ที่ยิ่งใหญ่ ก็คือ การที่วัสดุสามารถเข้ากันได้ดีกับเนื้อเยื่อบริเวณที่ทำการปลูกฝัง (Biocompatibility) โดยไม่ก่อให้เกิดการต่อต้านจากร่างกาย ทำให้เนื้อเยื่อเชื่อมติดกับวัสดุที่ปลูกฝังได้อย่างมีเสถียรภาพ และมีคุณสมบัติทางกลที่เหมาะสมกับการปลูกฝังเนื้อเยื่อบริเวณที่ถูกเข้าไปแทนที่

การรักษาผู้ป่วยที่สูญเสียอวัยวะส่วนต่างๆทั้งอวัยวะในระบบกระดูกและกล้ามเนื้อ เช่น แขน ขา ข้อพับ หรืออวัยวะบางส่วนบนใบหน้า เช่น ตา หู จมูก หรือ ผิวหนังบริเวณใบหน้า มักจะนิยมใช้อวัยวะเทียมที่ผลิตจากวัสดุสังเคราะห์เข้ามาทดแทนอวัยวะเดิมที่สูญเสียไป แต่

การรักษาด้วยวิธี การนี้ก็จะมีปัญหา เนื่องจาก วัสดุที่ใช้นั้นจะต้องสามารถเชื่อมติดกับเนื้อเยื่อในบริเวณที่เข้าไปแทนที่ได้อย่างมีเสถียรภาพ โดยไม่ก่อให้เกิดปฏิกิริยาต่อต้านจากร่างกายของผู้ป่วย และจะต้องมีคุณสมบัติทางกลที่สามารถรองรับการทำงานของอวัยวะเดิมได้ ด้วยเหตุผลนี้เองที่ทำให้ วัสดุที่ใช้ในการผลิตอวัยวะเทียม หรือชิ้นส่วนของอวัยวะเทียมมีราคาที่ค่อนข้างแพงมาก

สำหรับการรักษาผู้ป่วยที่สูญเสียดวงตา ในอดีตแพทย์จะทำการรักษาผู้ป่วยที่สูญเสียตาทั้งจากการบาดเจ็บด้วย โรคตา โรคมะเร็ง ด้วยการควักลูกตาของผู้ป่วยออก แบบไม่ทำอะไรเลย ทำให้เบ้าตาเกิดเป็นโพรงว่าง และถ้าหากปล่อยทิ้งไว้โพรงดังกล่าวก็จะถูกกล้ามเนื้อบริเวณรอบๆดวงตาบีบให้ยุบตัวลงมา ทำให้หนังตาบริเวณด้านนอกหย่อนหดตัวลง ส่งผลให้ผู้ป่วยสูญเสียบุคลิกภาพจนอาจจะกลายเป็นปมด้อยของผู้ป่วยได้ ต่อมาจึงได้มีการพัฒนาการรักษาเป็นการผ่าตัดแบบต่างๆพร้อมการฝังลูกตาเทียม (Eye Implant) ซึ่งสามารถแบ่งใช้ในประเภทของการผ่าตัดเอาลูกตาออกแบบต่างๆเป็น 3 แบบ คือ

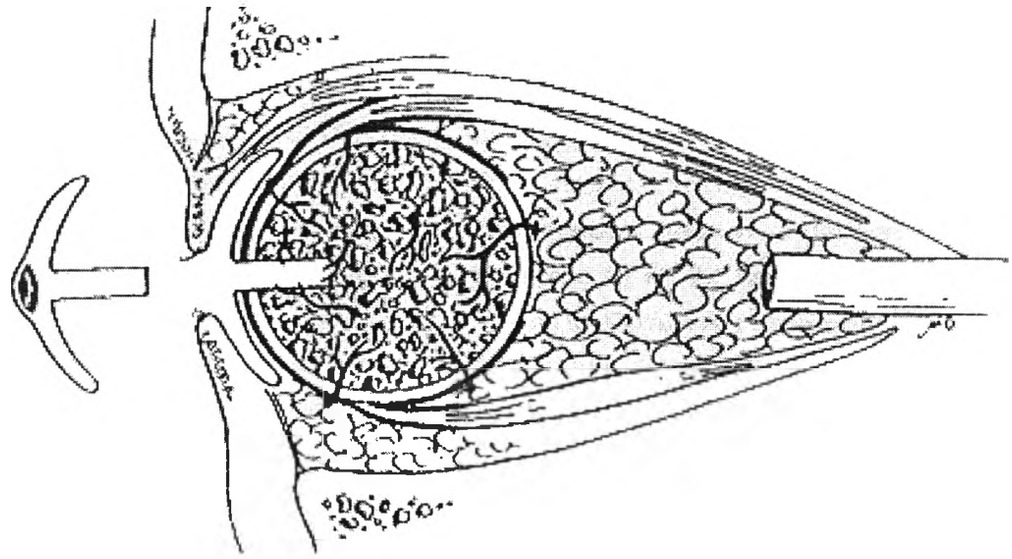
1. Enucleation: เป็นการผ่าตัดแยกเนื้อเยื่อเป็นชั้นๆตามกายวิภาคของการเอาดวงตาออกทั้งลูก เหลือไว้แค่เพียงกล้ามเนื้อในโพรงตา
2. Evisceration: เป็นการเอาดวงตาออกแบบควักไส้ในตา แล้วดูดเอาของเหลวที่มีอยู่ในลูกตาออก เหลือไว้เพียง ตาขาว และกล้ามเนื้อในโพรงตา
3. Exenteration: เป็นการควักเอาดวงตาออกแบบผ่าควักออกทั้งลูก พร้อมกับเอากล้ามเนื้อตาและหนังตาออก

ในปี ค.ศ.1884 นายแพทย์ Mule เป็นคนแรกที่ผลิตลูกตาเทียมจากแก้ว โดยฝังเข้าไปในตาที่ควักไส้ในตาออก (Eviscerate) เมื่อแผลหายดีแล้วจึงใส่ตาปลอมครอบที่เขียนตามสีของตาอีกข้างหนึ่ง ลูกแก้วจะช่วยค้ำยันไม่ให้หนังตาหย่อนตัวลงมา ลูกตาแก้วสามารถขยับเคลื่อนไหวได้เล็กน้อยแต่ก็ไม่เป็นธรรมชาติ เนื่องจากลูกแก้วมีน้ำหนักมาก และมีผิวที่มีลักษณะเรียบลื่น ทำให้เส้นเลือดไม่สามารถยึดเกาะได้ จึงเป็นสาเหตุให้ในบางครั้งลูกแก้วลื่นหลุดออกจากเบ้าตา หรือไม่ก็เลื่อนเคลื่อนเข้าไปข้างในโพรงตาทำให้ไม่มีร่องเบ้าตา ต่อมาได้มีการพัฒนาเปลี่ยนมาใช้วัสดุชนิดอื่นมากมายกว่า 25 ชนิด แต่ก็ยังคงประสบปัญหาอยู่ จนกระทั่งถึงปี ค.ศ.1989 นายแพทย์ Arthur C. Perry จากซานดิเอโก ประเทศสหรัฐอเมริกา ได้ประดิษฐ์ลูกตาเทียมจากสารไฮดรอกซีอะพาไทต์ชนิดมีรูพรุนจากหินปะการัง (Coralline Hydroxyapatite, cHA) แล้วทำการฝังลูกตาเทียมเข้าไปในตาโดยเย็บติดกล้ามเนื้อตา 4 มัด ทำให้ลูกตาปลอมเคลื่อนไหวได้และไม่ลื่นหลุด เนื่องจากcHApมีรูพรุนที่เส้นเลือดสามารถงอกเข้าไปเกาะได้ ทำให้ลูกตาปลอมยึดแน่นไม่เคลื่อนที่ หลังจากฝังในเบ้าตาประมาณ 6 เดือน (ตามรูปที่ 1.1) จะสามารถทำการเจาะรูเพื่อใส่ตาปลอม

ครอบแบบมีก้านเสียบ (Motility Eye Prosthetic) ทำให้ตาปลอมเคลื่อนไหวได้เหมือนธรรมชาติมากที่สุด แต่ลูกตาปลอมที่ผลิตจากcHAจะมีราคาประมาณลูกละ 1,000 ดอลลาร์สหรัฐ ซึ่งถือว่ามีราคาแพงมากสำหรับการรักษาผู้ป่วยทั่วไป

จากการศึกษาพบว่าสารไฮดรอกซี่อะพาไทต์ (Hydroxyapatite, HA) มีความสามารถในการเข้าไปอยู่ร่วมกับร่างกาย (Biocompatibility) และมีปฏิสัมพันธ์ทางชีวะที่ดีกับเนื้อเยื่อในร่างกาย (Bioactive) ได้อย่างยอดเยี่ยม จึงจัดเป็นวัสดุทางการแพทย์ที่ดีที่สุดและเป็นที่นิยมอย่างมากในวงการแพทย์และวิทยาศาสตร์ ในการผลิตลูกตาเทียมจำเป็นจะต้องใช้ไฮดรอกซี่อะพาไทต์ที่มีลักษณะโครงสร้างมีรูพรุนกระจายอยู่อย่างสม่ำเสมอทั่วเนื้อวัสดุ ขนาดรูพรุนของรูพรุนควรจะมีขนาดใกล้เคียงกันทั้งหมด และมีขนาดอย่างน้อย 100 ไมครอน (Yoshimura, 1998) จึงจะเหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของเนื้อเยื่อในร่างกาย นอกจากนี้แล้วควรจะมีการเชื่อมต่อกันระหว่างรูพรุนภายในเนื้อวัสดุ (Interconnection) เพื่อช่วยให้เนื้อเยื่อและเส้นเลือดเจริญเติบโตได้ดีขึ้น ด้วยเหตุผลนี้จึงทำให้cHAที่มีโครงสร้างตามที่กล่าวไว้เป็นวัสดุมีเหมาะสมสำหรับการผลิต แต่เนื่องจากหินปะการังที่นำมาใช้ในการผลิตมีปริมาณที่จำกัดและหาได้ยากมากขึ้นทุกวัน จึงมีการคิดค้นหาวิธีการสังเคราะห์สารไฮดรอกซี่อะพาไทต์ด้วยวิธีการอื่นๆไม่ว่าจะเป็นการสังเคราะห์จากกระดูกวัวควายหรือการสังเคราะห์ด้วยวิธีการทางเคมี แล้วนำไปผ่านกระบวนการขึ้นรูปทางความร้อนเพื่อให้วัสดุมีลักษณะเป็นรูพรุน

ปัจจุบันในประเทศไทยยังไม่สามารถทำการผลิตลูกตาเทียมที่ผลิตจากไฮดรอกซี่อะพาไทต์ได้ แต่ก็มีการนำเข้าลูกตาเทียมที่ผลิตจากcHAจากสหรัฐอเมริกามาใช้รักษาผู้ป่วยที่สูญเสียดวงตา แต่ก็ไม่สามารถนำมารักษาผู้ป่วยทั่วไปได้เนื่องจากลูกตาเทียมที่ผลิตจากcHAมีราคาแพงมาก ประมาณ 1,600 US$ และถ้าหากใช้ลูกตาเทียมที่นำเข้าแล้วก็จะต้องเสียค่าบริการในการผลิตครอบตาปลอมสำหรับผู้ป่วยแต่ละรายเพิ่มขึ้นข้างละประมาณ 10,000 บาท เนื่องจากในประเทศไทยไม่มีศูนย์ผลิตตาปลอมครอบแบบพิมพ์ตาชนิดมีก้านเสียบ แนวโน้มของผู้ป่วยที่สูญเสียดวงตาในประเทศไทยมีจำนวนเพิ่มมากขึ้น ซึ่งถ้าหากสามารถจะทำการผลิตลูกตาเทียมไฮดรอกซี่อะพาไทต์ภายในประเทศได้แล้ว จะช่วยให้ผู้ป่วยภายในประเทศใช้ลูกตาเทียมที่มีคุณภาพในราคาที่ถูกกว่าการนำเข้าจากต่างประเทศ และยังช่วยลดการรั่วไหลของเงินตราไปต่างประเทศได้อีกทางหนึ่ง



รูปที่ 1.1 ภาพแสดงลูกตาเทียม cHA ชนิดมีรูพรุนของนายแพทย์ Arthur C. Perry หลังผ่าตัดฝัง 6 เดือน เพื่อเจาะรู และเตรียมใส่ตาปลอมครอบชนิดมีก้านเสียบ

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

งานวิจัยนี้จะศึกษาเพื่อหาแนวทางการขึ้นรูปเซรามิกซ์รูพรุนด้วยกรรมวิธีทางความร้อนเพื่อให้ได้เซรามิกซ์ไฮดรอกซี่อะพาไทต์ชนิดมีรูพรุน และทำการตรวจสอบสมบัติของวัสดุเพื่อศึกษาปัจจัยของกระบวนการขึ้นรูปที่มีผลต่อการเกิดรูพรุนของเซรามิกซ์ไฮดรอกซี่อะพาไทต์เพื่อเป็นประโยชน์สำหรับการผลิตลูกตาเทียม และนำวัสดุที่สังเคราะห์ได้ไปใช้ประโยชน์ในทางการแพทย์

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

การศึกษากรรมวิธีการผลิตเซรามิกซ์ไฮดรอกซี่อะพาไทต์ชนิดมีรูพรุน โดยนำสารไฮดรอกซี่อะพาไทต์ชนิดผงมาขึ้นรูปชิ้นงานให้มีลักษณะเป็นรูพรุน ด้วยเทคนิคการสร้างรูพรุน 2 แบบ คือ (1) เทคนิคการใช้ฟองน้ำ และ (2) เทคนิคการใช้ผงแป้ง แล้วนำไปผ่านกระบวนการทางความร้อน เพื่อศึกษาปัจจัยของกระบวนการขึ้นรูปที่มีผลต่อการเกิดรูพรุนของเซรามิกซ์ไฮดรอกซี่อะพาไทต์

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

สำหรับงานวิจัยนี้ ได้มีการจำกัดขอบเขตของการวิจัยดังนี้ คือ

1. ศึกษาเซรามิกซ์ไฮดรอกซี่อะพาไทต์ชนิดมีรูพรุน ที่ขึ้นรูปมาจากผงไฮดรอกซี่อะพาไทต์
2. ศึกษากรรมวิธีการขึ้นรูปชิ้นงานเซรามิกซ์ไฮดรอกซี่อะพาไทต์ให้มีลักษณะเป็นรูพรุน โดยเริ่มต้นจากการนำผงไฮดรอกซี่อะพาไทต์มาขึ้นรูป ด้วยเทคนิคการสร้างรูพรุนจากฟองน้ำ (Sponge) และผงแป้ง (Starch) แล้วนำไปผ่านกระบวนการทางความร้อนภายใต้อุณหภูมิในช่วง 800–1,200 องศาเซลเซียส
3. ตรวจสอบสมบัติเฉพาะ ได้แก่ ความหนาแน่นบัลค์ ความพรุน การหดตัวเชิงเส้น และโครงสร้างของรูพรุน เป็นต้น และสมบัติทางกล ได้แก่ ความแข็งของวัสดุ ความแข็งแรงภายใต้แรงกด และโมดูลัสของยังภายใต้แรงกด เป็นต้น เพื่อเปรียบเทียบคุณสมบัติของชิ้นงานที่ได้จากการขึ้นรูปด้วยเทคนิคการใช้ฟองน้ำ และผงแป้ง เพื่อค้นหาปัจจัยของกระบวนการขึ้นรูปที่มีผลต่อการเกิดรูพรุนของสารไฮดรอกซี่อะพาไทต์

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

ในงานวิจัยนี้ จะมีขั้นตอนการดำเนินงานซึ่งสรุปได้ดังนี้ คือ

1. สำรวจงานวิจัย ศึกษาทฤษฎีและเอกสารที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย
2. ศึกษา และวิเคราะห์ข้อมูลที่รวบรวมได้
3. ออกแบบและวางแนวทางการทดลอง
4. ดำเนินการตามแนวทางการดำเนินงานวิจัย
5. เก็บรวบรวมข้อมูลที่ได้จากการทดลอง
6. วิเคราะห์ และประเมินผลที่ได้จากการทดลอง
7. เปรียบเทียบผลการทดลองของเทคนิคการขึ้นรูปทั้ง 2 แบบ
8. สรุปผลการทดลอง
9. จัดทำรูปเล่มวิทยานิพนธ์

1.5 ประโยชน์ที่ได้จากงานวิจัย

ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัยนี้ มีดังนี้ คือ

1. ผลการวิจัยจะทำให้ทราบถึงขั้นตอนการสังเคราะห์สารไฮดรอกซี่อะพาไทต์ชนิดมีรูพรุนที่มีคุณสมบัติเหมาะสำหรับการผลิตเป็นลูกตาเทียม
2. ผลการวิจัยจะทำให้ทราบสมบัติเฉพาะ และสมบัติเชิงกลของวัสดุรูพรุน เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการปรับปรุงวิธีการเจาะรูสำหรับเสียบก้านของครอบตาปลอม ที่จะทำให้ผู้ป่วยที่สูญเสียดวงตามีบุคลิกภาพที่ดีขึ้น
3. ผลการวิจัยทำให้สามารถสังเคราะห์สารไฮดรอกซี่อะพาไทต์ที่มีความบริสุทธิ์ และเหมาะสำหรับการใช้งานทางการแพทย์มากกว่าสารไฮดรอกซี่อะพาไทต์ที่สังเคราะห์จากวัสดุตามธรรมชาติ ซึ่งมีสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์เจือปนอยู่มาก
4. ผลการวิจัยทำให้สามารถสังเคราะห์สารไฮดรอกซี่อะพาไทต์ที่มีค่าใช้จ่ายต่ำกว่าการนำเข้าสารไฮดรอกซี่อะพาไทต์บริสุทธิ์จากต่างประเทศ
5. เพื่อเปิดโอกาสให้กับผู้ป่วยที่สูญเสียดวงตาทั่วไป ที่ไม่มีฐานะทางการเงิน มีโอกาสได้รับการรักษาด้วยวิธีการฝังลูกตาเทียมที่ไม่ก่อให้เกิดผลข้างเคียง โดยการนำวัสดุที่สังเคราะห์ได้จากงานวิจัยนี้ไปใช้ในการผลิตลูกตาเทียม
6. เพื่อลดการนำเข้าวัสดุสังเคราะห์ทางการแพทย์ และอุปกรณ์เทียม ที่มีราคาแพงจากต่างประเทศ
7. เพื่อเป็นแนวทางในการวิจัยและพัฒนาวัสดุสังเคราะห์สำหรับใช้ในทางการแพทย์