

## บทวิทยากร (ตีพิมพ์ใน วทันต จุฬาฯ 2551;31:1-10)

### เครื่องสำรวจทางทันตกรรม : นวัตกรรมงานออกแบบ

วิเชษฐ จินดาวณิก วท.บ., ท.บ., Cert. of Proficiency in Combined Prosthodontics, M.S. (oral Science)

ภาควิชาทันตกรรมประดิษฐ์ คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

#### บทคัดย่อ

**วัตถุประสงค์** เพื่อออกแบบเครื่องสำรวจทางทันตกรรม ที่มีส่วนประกอบน้อยชิ้น และมีค่าใช้จ่ายการผลิตต่ำ เพื่อเหมาะสมกับพื้นฐานเศรษฐกิจของประเทศไทย

**วัสดุและวิธีการ** ศึกษาผลิตภัณฑ์นำเข้าเพื่อใช้เป็นตัวอย่างเปรียบเทียบ จากนั้นสังเคราะห์แบบและสร้างเครื่องกลโดยใช้วัสดุที่มีการขึ้นรูปมาก่อนประกอบกับปรัชญาการออกแบบที่ทำให้การผลิตและทำงานง่ายขึ้น การลดจำนวนชิ้นส่วนและลดชิ้นส่วนที่ต้องสร้างเป็นการจำเพาะทำให้ค่าใช้จ่ายการผลิตลดลงมาก

**ผลการศึกษา** แบบที่นำเสนอสำหรับใช้เพื่อการเรียนการสอนและการใช้ข้างแก้อีทำฟันนี้ เป็นการประยุกต์ใช้โครงสร้างที่มีพอลิเมอร์เป็นส่วนประกอบหลัก ราคาขายต่ำกว่าผลิตภัณฑ์นำเข้าที่ใช้งานอย่างเดียวกันประมาณสิบห้าเท่า

**สรุป** นวัตกรรมการออกแบบเป็นการผลิตเครื่องมือกลทางทันตกรรมที่ขึ้นส่วนต่าง ๆ ส่วนใหญ่หาได้ในประเทศไทย การประดิษฐ์นี้เป็นหนึ่งในความพยายามอย่างยากลำบาก ที่ต่อกรกับการนำเข้าผลิตภัณฑ์ และอาจช่วยลดรายจ่ายของชาติที่ใช้ซื้อเครื่องมือที่มีเทคโนโลยีปานกลาง การพัฒนาผลิตภัณฑ์ และการส่งเสริมประชาสัมพันธ์ น่าจะเป็นการกระตุ้นนักประดิษฐ์และผู้ใช้ ให้ประจักษ์ต่อค่าของงานใหม่ที่แตกต่าง อันทรงคุณค่าการพึ่งพาตนเองเพื่อมาตุภูมิ

**คำสำคัญ:** เครื่องสำรวจ; เครื่องสำรวจทางทันตกรรม

#### บทนำ

“การสำรวจทางทันตกรรม” หมายถึงการวิเคราะห์ และเปรียบเทียบรูปเค้าโครงสร้างในช่องปาก ที่เกี่ยวข้องกับการสร้างชิ้นงานทันตกรรมประดิษฐ์ “เครื่องสำรวจทางทันตกรรม” เป็นอุปกรณ์กลไกเชิงขนาน ใช้ประกอบงานสร้าง และผลิต ฟันปลอมบางส่วนถอดได้ด้วยการกำหนดตำแหน่ง และให้ความกระจำต่อการวิเคราะห์รูปเค้าที่สัมพันธ์กับตำแหน่งของฟันหลัก และโครงสร้างอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง<sup>1</sup> ดังนั้นเครื่องสำรวจทางทันตกรรมจึงเป็นเครื่องมือกลพื้นฐาน เป็นเครื่องมือนำทาง และเป็นเครื่องมือหนึ่งที่จะช่วยประกอบการตัดสินใจออกแบบโครงสร้างชิ้นงานทันตกรรมประดิษฐ์ให้ได้ผลลัพธ์อย่างเหมาะสม อนึ่ง เครื่องสำรวจทางทันตกรรมทั้งหมดที่ใช้ในการ

เรียนการสอน ใช้ในห้องปฏิบัติการทันตกรรม และใช้ในคลินิกในประเทศไทยนั้น ล้วนเป็นสินค้าจากต่างประเทศทั้งสิ้น สินค้านำเข้าประเภทนี้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเทคโนโลยีปานกลางและราคาแพง ดังนั้นเพื่อลดการนำเข้า และบรรเทาภาระจ่ายของชาติ ด้วยการเศรษฐกิจพึ่งตนเอง เครื่องมือเทคโนโลยีปานกลางนี้ควรมีการออกแบบและผลิตในประเทศไทย โดยมีราคาขายที่เหมาะสมกับพื้นฐานเศรษฐกิจของประเทศ บทวิทยาคานนี้ทบทวน และวิเคราะห์แบบในอดีตที่ใช้กันอยู่จวบจนปัจจุบัน ทั้งนี้เพื่อออกแบบใหม่ โดยมีหลักการที่ใช้ส่วนประกอบที่มีการขึ้นรูปมาก่อน และมีใช้ทั่วไปอย่างแพร่หลาย ราคาไม่สูง และหาได้ในประเทศ พร้อมกับสังเคราะห์แบบโดยลดจำนวนชิ้นส่วนประกอบ เพื่อลดค่าใช้จ่ายการผลิต แต่ยังคงไว้ซึ่งสมรรถนะการใช้งานได้เช่นเดิมหรือดีกว่าเดิม แต่มีข้อพิจารณาที่สำคัญ คือ เนื่องจากตลาดต้องการบริษัทชนิดนี้จำนวนจำกัด ดังนั้นงานประดิษฐ์ที่นำเสนอจึงหลีกเลี่ยงการสร้างชิ้นงานหล่อ และการผลิตครั้งละมาก ๆ งานวิจัยนี้จึงเป็นการศึกษาต้นแบบ ที่โครงสร้างส่วนใหญ่เป็นงานผลิตด้วยมือ หรือสร้างประกอบอย่างจำเพาะที่ละชิ้น เพื่อศึกษาผลลัพท์งานผลิต และการตอบสนองของผู้ใช้งาน

วัตถุประสงค์ทั่วไปของงานวิจัยนี้ คือ ออกแบบและประดิษฐ์เครื่องสำรวจทางทันตกรรม ที่ผลของการประดิษฐ์ผลิตภัณฑ์นั้น ๆ มีราคาถูกกว่าผลิตภัณฑ์นำเข้า และสามารถทดแทนผลิตภัณฑ์นำเข้าที่มีการใช้งานอย่างเดียวกันได้ วัตถุประสงค์จำเพาะของแบบผลิตภัณฑ์ คือ เพื่อใช้งานกับชิ้นหล่อทันตกรรม (dental cast) ที่ต่อฐานแล้ว และใช้กับปฏิบัติการคลินิกข้างแกือทำฟัน

### วัสดุและวิธีการ

กระบวนการทำงานออกแบบและประดิษฐ์ ดำเนินตามขั้นตอนต่าง ๆ ดังต่อไปนี้ คือ กำหนดความต้องการ ศึกษาวิจัยภูมิหลัง ตั้งเป้าหมายบรรทัดฐาน กำหนดขอบข่ายงาน สังเคราะห์ วิเคราะห์เลือกสรรแบบและวัสดุ จากนั้นจึงลงรายละเอียดเรื่องแบบ สร้างต้นแบบ ทดสอบ และขั้นสุดท้ายคือ การผลิต<sup>2</sup>

รายงานนี้กระชับเนื้อหาเพื่อให้ผู้อ่านคุ้นเคยกับกระบวนการคิดวิเคราะห์และประดิษฐ์ ตามเกณฑ์ “การออกแบบจักรกล” และเพื่อให้บทความสั้นลงได้งดเว้นการกล่าวถึงรายละเอียดของวิธีการผลิตและประกอบชิ้นส่วน แต่ได้เพิ่มภาพประกอบเพื่ออธิบายการใช้งานผลิตภัณฑ์คือ “ใช้สำรวจชิ้นหล่อทันตกรรม”

ความต้องการ หรือวัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้ คือ ประดิษฐ์อุปกรณ์กลไกเชิงขนาน ที่สามารถกำหนดตำแหน่ง และให้ความกระฉ่างต่อการวิเคราะห์รูปเค้าของชิ้นหล่อทันตกรรมได้

ภูมิหลังเครื่องสำรวจทางทันตกรรมที่เป็นที่รู้จักนั้น มีปรากฏในตำราที่ใช้ประกอบการสอนวิชาฟันปลอมบางส่วนถอดได้ คือ McCracken's Removable Partial Prosthodontics<sup>3</sup> ได้แก่ ผลิตภัณฑ์ของ เนย์ (Ney) เจเลนโก (Jelenco) และ วิลเลียมส์ (Williams) ซึ่งผลิตภัณฑ์ทั้งหมดที่กล่าวนี้มีลักษณะคล้ายคลึงกัน และเป็นผลิตภัณฑ์ของประเทศสหรัฐอเมริกา หนึ่งในเครื่องสำรวจทางทันตกรรมที่เป็นที่รู้จักนั้น เครื่องของเนย์ ได้ถูกใช้เป็นเครื่องสำรวจทางทันตกรรมที่ใช้ประกอบการ

เรียนการสอนในประเทศไทยมาเป็นเวลาช้านาน ทั้ง ๆ ที่แบบผลิตภัณฑ์นี้มีพื้นฐานมาจากการออกแบบในปี ค.ศ. 1923 หากนับเวลาถึงปัจจุบัน คือ ค.ศ. 2008 นับอายุได้ถึง 85 ปี<sup>4</sup> การออกแบบของ เนย์ รุ่นปัจจุบันยังคงมีลักษณะที่พิจารณาได้ว่า ซับซ้อน ผลิตยาก ทำให้มีราคาสูง ทั้งนี้เป็นผลมาจากการออกแบบ กรรมวิธีผลิตชิ้นส่วน และการที่มีชิ้นส่วนที่ขึ้นรูปโดยเป็นโลหะหล่อและโลหะกลึงหลายชิ้น

เป้าหมายบรรทัดฐานของแบบ และการเลือกสรรวัสดุที่นำเสนอในงานวิจัยนี้ต้องบรรลุวัตถุประสงค์ และขอบข่ายงานต่างๆ ดังต่อไปนี้ คือ

1. กลไกชิ้นส่วนประกอบ เช่น สลักเกลียว (น็อต) ยึดต่าง ๆ สลักเกลียวที่หมุนได้ด้วยมือ และส่วนประกอบที่เป็นโลหะทั้งหลายต้องลดจำนวนลง
2. ขนาดต้องเล็ก และมวลเครื่องกลนี้ต้องลดลง
3. พิสัยเคลื่อนเอียงของชิ้นหล่อที่ใช้งานจริง จะถูกนำมาประยุกต์ใช้กำหนดพิสัยเคลื่อนเอียงของเป็นฐานและพิสัยเคลื่อนทางดิ่งของแท่งวิเคราะห์ (analyzing rod)
4. ใช้มิติเฉลี่ยของชิ้นหล่อทันตกรรม กำหนดขนาดเป็นฐาน และใช้ขนาดอุ้งมือกำหนดขนาดโครงสร้างโดยรวม
5. ชิ้นส่วนประกอบทั้งหลายควรถาซื้อได้ในประเทศ มีราคาไม่แพง ชิ้นส่วนที่ต้องสร้างเป็นพิเศษจำเพาะ ต้องทำได้ด้วยเทคโนโลยีท้องถิ่นที่เหมาะสมและมีค่าใช้จ่ายต่ำ
6. ต้องไม่ใช่เป็นการทำสำเนาลอกเลียนแบบผลิตภัณฑ์เป็นบางส่วนหรือทั้งหมดที่ละเมิดทรัพย์สินทางปัญญา แม้ว่าระยะเวลาการคุ้มครองทรัพย์สินทางปัญญาผลิตภัณฑ์ที่มีอยู่ก่อนนั้นได้สิ้นสุดลงแล้วก็ตาม
7. ราคาผลิตและราคาขายผลิตภัณฑ์ต้องเหมาะสมกับฐานเศรษฐกิจท้องถิ่น
8. ไม่จดสิทธิบัตรงานออกแบบเป็นทรัพย์สินทางปัญญาของปัจเจกบุคคล แต่ทั้งนี้ประสงค์เผยแพร่ให้เป็นสาธารณะสมบัติ

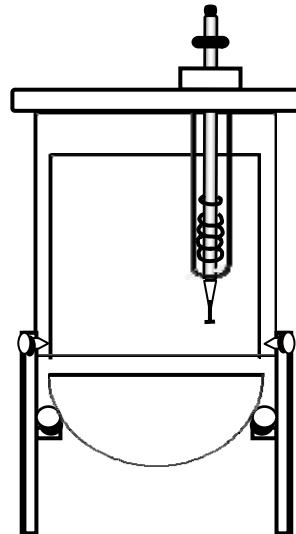
ดังนั้นแบบที่ได้สังเคราะห์และนำเสนอนี้จึงได้ลดทอนจำนวนชิ้นส่วนประกอบ และหลีกเลี่ยงการใช้โลหะที่เกิดสนิม เพื่อลดน้ำหนักจึงเลือกสรรวัสดุพอลิเมอร์ (polymer) เป็นส่วนโครงสร้าง วัสดุคืบต่าง ๆ ส่วนใหญ่สามารถหาได้จากร้านค้าวัสดุท้องถิ่นและส่วนหนึ่งเป็นวัสดุที่ขึ้นรูปไว้ก่อนแล้ว ส่วนประกอบต่าง ๆ ได้แก่

1. ข้อต่อตรงพีวีซี ขนาด 4 นิ้ว
2. ท่อพีวีซี ชนิดหนา ขนาด 4 นิ้ว
3. ลูกบอลลักษณะกลม วัสดุเป็นพอลิเอทิลีน (polyethylene) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 4 นิ้ว ตัดผ่าครึ่ง

4. แผ่นอะคริลิก (acrylic) ชนิดใส หนา 8 มม. จำนวนสองชิ้น ตัดกลมโดยวิธีกลึง และขัดขอบจนได้ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5.5 นิ้ว และ 1 นิ้ว ทั้งสองชิ้นเจาะรูเท่าขนาดแท่งดินสอดำชนิดกุด ตำแหน่งเจาะเบี่ยงจากศูนย์กลาง 1.5 นิ้ว
5. ท่อโลหะไร้สนิมผิวขัดมัน เส้นผ่าศูนย์กลาง 0.4 นิ้ว หนา 0.4 มม. ท่อถูกบีบอัด (forging) ให้ปลายหนึ่งมีขนาดลดจาก 0.4 นิ้ว (วัดภายนอก) เหลือเส้นผ่าศูนย์กลางปลายท่อ 0.35 นิ้ว และมีลักษณะมนกลมที่ปลายท่อ ตัดขนาดท่อให้มีความยาว 2 นิ้ว
6. ขดลวดสปริง ที่ขนาดหลวมพอเหมาะกับแท่งดินสอดุด และเล็กกว่าขนาดด้านในของท่อโลหะในข้อที่ 5 เลือกใช้ความยาวสปริง 2.5 นิ้ว
7. แท่งดินสอดุด ของ *สเตดเลอร์ (Steadler)* ประเทศเยอรมันนี่ เป็นชนิดที่โครงสร้างเป็นแท่งพอลิเมอร์ที่ใช้ใส่ดินสอดำ แกรไฟต์ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 มม.
8. วงแหวนซิลิโคนชนิดทนสารเคมี สีดำ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 4.25 นิ้ว และวงเล็กขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.35 นิ้ว (เบอร์ 1249 และ เบอร์ 325) วงใหญ่มีขนาดเท่าขอบในท่อพีวีซี และวงเล็ก มีขนาดเล็กกว่าเส้นผ่าศูนย์กลางแท่งดินสอดุดเล็กน้อย เพื่อรัดรอบแท่งดินสอดุดแน่นพอเหมาะ
9. ปูนสโตนยิบซัมทางทันตกรรม (dental stone gypsum) ปริมาณประมาณ 0.8 กก. ผสมกับน้ำด้วยสัดส่วนปกติแล้วบรรจุในลูกครึ่งทรงกลม พอลิเอทิลีน ตัดแต่งผิวหน้าให้เรียบหลังปูนแข็งตัวแล้ว เพื่อใช้เป็นแป้นวางขึ้นหล่อ ใช้รักษาโครงสร้างลูกบอลครึ่งทรงกลมให้เสถียร และเป็นส่วนนำหนักที่สร้างศูนย์ถ่วงให้กับโครงสร้างทั้งหมด
10. สกรูหัวสี่แฉก ขนาดความยาว 0.35 นิ้ว จำนวนสี่ตัว ใช้ยึดท่อสองชิ้นเข้าด้วยกันหลังจากยึดด้วยกาวในขั้นต้น
11. แหวนสปริงไร้สนิมชนิดกลม มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางที่รัดแท่งดินสอดุดได้แน่น ใช้กำหนดระยะเคลื่อนอิสระของแท่งดินสอดุด ส่วนที่อยู่เหนือขดสปริง
12. ทรายทรายน้ำ ที่มีหน่วยความหยาบ 100 หรือ 200 ตัดกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 4.15 นิ้ว เท่าส่วนระนาบเรียบของฐานครึ่งทรงกลม ดาดและตัดปะด้วยกาวยาง
13. ตะปูยึดผนัง ที่มีผิวขยักไม่เรียบ ความยาว 1 นิ้ว มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.05 นิ้ว หรือ 0.25 มม. หัวตะปูลักษณะเป็นจานกลม ที่มีส่วนคอดหัวตะปู 0.02 นิ้ว (เป็นผลิตภัณฑ์จากบริษัท *แบร์แคด มลรัฐ อิลลินอยด์ สหรัฐอเมริกา*) หรือตะปูใด ๆ ที่มีขนาด และมีลักษณะเดียวกัน ใช้แปลงเป็นชิ้นวัดความคอด อาจสร้างโดยการกลึงตะปูโลหะเหล็กกล้า หรือทำจากแท่งก้านเข็มกรอหัวขัดขยักหรือหัวสโตนก้านยาวที่ใช้จนสึกหมดสภาพแล้ว
14. กาวยางชนิดที่ใช้ยึดแผ่นฟอรัไมก้า ที่ใช้งานคาดผิวเฟอร์นิเจอร์
15. กาวตราช่าง (ไซยาโนอะครายเลต) ใช้ติดแผ่นอะคริลิก และท่อพีวีซี

### ผลการวิจัย

การใช้งาน และพื้นฐานการออกแบบนั้น เมื่อเตรียมขึ้นหล่อทันตกรรมในลักษณะตามปกติ คือ ต่อฐานที่มีความหนาอย่างเหมาะสม และตัดแต่งขอบโดยรอบ เมื่อขึ้นหล่อแห้งและสะกิดเม็ดพลาสติกเรียบร้อยแล้ว ขึ้นหล่อนี้พร้อมที่จะถูกนำมาวิเคราะห์ และสำรวจด้วยเครื่องสำรวจทางทันตกรรม การสร้างเส้นสำรวจด้วยเครื่องนี้เป็นไปตามหลักการเดียวกับเครื่องรุ่นอื่นๆ เพียงแต่ลักษณะรูปแบบของเครื่องแตกต่างกันไปเท่านั้น โดยปกติการสำรวจ และออกแบบขึ้นหล่อทันตกรรมแต่ละชิ้น ผู้ปฏิบัติงานควรใช้เวลาน้อยกว่า 5 นาที



รูปที่ 1 ลักษณะต้นแบบที่นำเสนอ

Fig.1 A Proposed Prototype



รูปที่ 2 ขึ้นวัดความคอดขนาด 0.02 นิ้ว (0.5 มม.) ใช้เพื่อชี้ตำแหน่งส่วนคอดที่เหมาะสมกับตะขอเกาะยึด ของฟันปลอมบางส่วนถอดได้

Fig. 2 Undercut gauge 0.02 inch (0.5 mm.) is used to indicate undercut appropriating to retentive arm of a removable partial denture clasp.



รูปที่ 3 เมื่อผิวข้างของไส้ดินสอดำสัมผัสผิวปูนยิปซัมของขึ้นหล่อทันตกรรม จึงสร้างรอยเส้นสำรวจ รอยเส้นสำรวจเหล่านี้แสดงถึงส่วนป่องสุดของวัตถุ ที่สัมพันธ์กับวิถีถอค-ไต่ขึ้นฟันปลอม พื้นที่ใต้ เส้นสำรวจ คือส่วนใต้ส่วนป่องสุด หรือส่วนคอด

Fig. 3 Once, the side wall of carbon rod touches the stone gypsum surface of a dental model, survey lines are drawn. These survey lines indicate the height of contour of the objects relating to path of placement. Areas below the survey line are infra-bulge areas or undercuts.



รูปที่ 4 วิธีการที่เหมาะสมต่อการจับแท่งดินสอดำ และกดขึ้นหล่อไว้เป็นสิ่งจำเป็น

Fig. 4 An appropriate method in holding pencil and pressing dental cast is necessary.



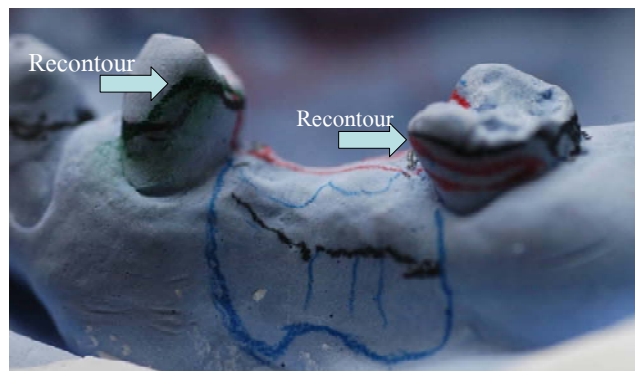
รูปที่ 5 ใช้มือหนึ่งตรึงและกดขึ้นหล่อไว้บนแป้นฐานกระดาดทรายเบา ๆ ส่วนมืออีกข้างหนึ่ง ดึงปลายดินสอดำลงมา และออกแรงดันเพื่อเคลื่อนดินสอดำไปทางข้างรอบ ๆ ผิววัตถุที่สำรวจ

Fig. 5 One hand secures and lightly presses dental cast against sandpaper surface, whereas another hand withdraws the pencil tip downward and laterally rotates the graphite rod onto surveying surfaces.



รูปที่ 6 ส่วนประกอบต่าง ๆ ของเครื่องสำรวจทางทันตกรรมสามารถแยกส่วนออกจากกันได้

Fig. 6 Parts of the dental surveyor are capable of disassembling from the mainframe structure.



รูปที่ 7 แสดงซี่ฟัน และเหงือกว่างที่ได้เขียนเส้นสำรวจโดยเครื่องต้นแบบ เส้นสำรวจนี้มีอิทธิพลต่อการเลือกทิศทางการถอด-ใส่ฟันปลอม การวางแผนเตรียมฟัน การออกแบบโครงสร้าง และการวางตำแหน่งของแบบโครงสร้างนั้นอย่างเหมาะสมกับโครงสร้างช่องปาก

Fig. 7 A figure demonstrates survey lines on tooth surfaces and an edentulous area. These lines influence path of placement, tooth preparation planning, selecting framework design, and locating the framework parts of which appropriating to oral structures.

เครื่องสำรวจทางทันตกรรมประกอบด้วยแท่งดินสอที่ยึดตั้งฉากกับแผ่นอะคริลิกใส ดังนั้นแกนดิ่งของแท่งดินสอนั้นค่อนข้างขนานกับแนวแกนฟัน ส่วนเป็นฐานรูปครึ่งทรงกลมที่คาดด้วยกระดาษทรายจะมีคุณสมบัติที่เป็นข้อต่อสากล (ข้อต่อที่ยับหมุนได้ทุกทิศโดยรอบแกนหมุน, universal joint) ภายในฐานรูปครึ่งทรงกลมนี้ได้บรรจุด้วยพลาสติกหีนทางทันตกรรม ที่ผิวหน้า

ได้ถูกตัดแต่งจนเรียบ ผิวหน้าที่เรียบนั้นใช้กาวยางฉาบติดกับกระดาษทราย ซึ่งให้ความมันคง และให้แรงเสียดทานผิวพอเพียงต่อการต้านการเคลื่อนขยับของฐานขึ้นหล่อทัศนกรรมบนพื้นผิวที่หยาบนั้น

เพื่อให้การทำงานเร็วขึ้นและลดชิ้นส่วนประกอบ จึงไม่มีสลักเกลียวที่ใช้ยึดขึ้นหล่อทัศนกรรม หรือกลไกอื่นใด ณ ส่วนฐานที่จับยึดขึ้นหล่อนี้ ดังปรากฏในเครื่องสำรวจทางทัศนกรรมแบบอื่น ๆ รูปทรงส่วนฐานครึ่งทรงกลม ที่วางบนบ่าโดยรอบด้านในของท่อพีวีซี ก่อให้เกิดการเคลื่อนได้อย่างอิสระทุกทิศทาง อย่างไรก็ดี มีการจำกัดมุมเคลื่อนของทรงโค้งผิวนั้น ทรงโค้งผิวที่ถูกจำกัดการเคลื่อน คือ ผิวส่วนโค้งที่อยู่เหนือสันขอบท่อ ด้วยการจำกัดนี้ ทำให้ขึ้นหล่อทัศนกรรมไม่สามารถเคลื่อนหมุนเอียงได้เกินกว่า 15 องศา โดยรอบแกนเฉลี่ยของรากฟันทั้งหลาย ซึ่งเป็นมุมประมาณมากที่สุดที่ฐานขึ้นหล่ออาจมีการปรับใช้งาน

การทำงานกับแท่งดินสอขึ้นเพื่อให้ความกระฉ่าง ด้วยการเขียนเส้นสำรวจไปบนผิวพื้นหรือเนื้อเยื่อโดยดึงปลายดินสอลงมา ผู้ปฏิบัติงานจะใช้แรงเล็กน้อยต้านต่อแรงดึงกลับของสปริงที่บรรจุอยู่ในท่อโลหะ การจำกัดพิสัยการเคลื่อนดังกล่าวก็ด้วยการจัดปรับตำแหน่งสูง-ต่ำของวงแหวนซิลิโคนสีดำอันเล็ก วงแหวนซิลิโคนวงเล็กนี้ยึดไว้กับส่วนดั้งด้านปลายบนของค้ำดินสอ

เพื่อให้การทำงานเป็นไปด้วยความแม่นยำ ผู้ปฏิบัติงานควรให้ความใส่ใจต่อการเคลื่อนของปลายดินสอ การเคลื่อนมีทั้งการเคลื่อนในแนวระนาบทางข้าง และการเคลื่อนในแนวตั้ง ขณะสำรวจชิ้นงานต้องให้แผ่นอะคริลิกใสกลม สัมผัสและวางบนขอบท่อพีวีซีขนาด 4 นิ้ว โดยตลอด มิให้มีการกระดกขยับ เมื่อทำงานคุ้นเคยกับเครื่องมือนี้แล้ว แรงกดจากปลายสัมผัสของนิ้วมือผู้ปฏิบัติงาน จะพอเพียงต่อการตรึงขึ้นหล่อทัศนกรรมให้เสถียรระหว่างการสร้างเส้นสำรวจ อย่างไรก็ดี ยังได้ออกแบบให้มีส่วนประกอบเพิ่มเติมอีก ที่ช่วยตรึงเป็นฐานครึ่งทรงกลมนี้ให้หนึ่งและแน่น นั่นคือ วงแหวนซิลิโคนขนาด 4 นิ้ว ที่วางไว้ระหว่างขอบบ่าท่อพีวีซีที่รองรับ กับส่วนครึ่งทรงกลมของแป้นพอลิเอทิลีน การวางวงแหวนซิลิโคนทำได้ไม่ยาก ด้วยการยกแป้นครึ่งทรงกลมขึ้นจากด้านล่างด้วยปลายนิ้ว การยึดแป้นสำรวจ เมื่อแยกเป็นครึ่งทรงกลมออกจากโครงพีวีซีแล้ว หลังจากนั้นจึงบรรจุวงแหวนซิลิโคนไปบนบ่าที่อยู่ด้านในของโครงท่อพีวีซีอย่างระมัดระวัง จากนั้นจึงใส่แป้นครึ่งทรงกลมกลับเข้าไปในโครงท่อพีวีซี แรงเสียดทานระหว่างผิว คือ ผิวพอลิเอทิลีนกับวงแหวนซิลิโคน ให้ความมั่นใจเรื่องการยึดแน่นได้

หลังจากได้เลือกวิถีถอด-ใส่ฟันปลอม เขียนเส้นสำรวจบนผิวใด ๆ ที่สัมพันธ์กันแล้ว และทำเครื่องหมายไตรยางค์ (tripod) บนด้านข้างส่วนฐาน ขึ้นตอนสุดท้าย คือการกำหนดตำแหน่งปลายตะขอ ให้ยกแผ่นอะคริลิกออกจากโครงสร้างพีวีซี ใส่ใส่ดินสอดำกลับคืนสู่ตัวแท่งดินสอ จากนั้นจึงยึดแท่งวัดความคอคดเข้าไปที่ปลายแท่งดินสอ วิธีการกำหนดตำแหน่งปลายตะขอคล้ายกับการเขียนเส้นสำรวจ ผู้ปฏิบัติงานต้องระวังไม่ให้เกิดการขยับของฐานขึ้นหล่อบนหน้าเป็นที่คาด



ด้วยกระดาษทรายก่อนจบกระบวนการทำงาน ด้วยวิธีการนี้ การสำรวจชิ้นหล่อสามารถทำได้อย่างรวดเร็วมาก และใช้เวลาไม่เกินกว่า 2 นาที

เครื่องมือกลนี้ให้ความแม่นยำต่อการวินิจฉัย วางแผน และการบำบัดรักษาแก่ผู้ป่วย ไม่ใช่การประนีประนอมด้วยวิธีการคาดเดา หรือการใช้ความซ้ำของเฉพาะบุคคลมาใช้ ผลลัพธ์ประจักษ์ได้ด้วยการใช้เครื่องมือที่ควบคุมเหนือมิติเรขาคณิตของวัตถุใดๆ ที่ทำการสำรวจ นั่นคือ เครื่องสำรวจทางทันตกรรมนั่นเอง

### วิจารณ์

แบบผลิตภัณฑ์นี้เป็นทางเลือกหนึ่งที่ทำงานได้ดีในคลินิก และข้างเก้าอี้ทำฟัน ลักษณะที่ออกแบบนี้เป็นนวัตกรรม ที่มีผลกระทบตรงต่อการทำงานที่ง่ายขึ้น ลดค่าใช้จ่ายด้านการผลิต หากมีการส่งเสริมเชิงพัฒนาอุตสาหกรรม ผลิตภัณฑ์นี้จะมั่นคงต่อกายา นโยบายการพึ่งพาตนเองของประเทศ และควรได้เห็นผลการลดภาระค่าใช้จ่ายงบประมาณสาธารณสุขของชาติได้ นวัตกรรมนี้เป็นความคิดใหม่ ที่มีได้ละเมิดสิทธิบัตรเครื่องสำรวจทางทันตกรรมใด ๆ ในอดีต หรือที่มีอยู่ในปัจจุบัน เมื่อใช้งานความแม่นยำมิได้เปลี่ยนไป หากแต่ว่าวิธีการจับและทำงานกับเครื่องมือแตกต่างจากเดิม ทันตแพทย์ที่สามารถปรับตัวได้ช้าจะพบอุปสรรคในช่วงระยะแรก รูปลักษณะเครื่องมือนี้ไม่ได้สวยงาม มีสีส้ม หรือมีรูปลักษณะน่าประทับใจดังเช่นเครื่องมือกลที่มีภาพปรากฏในตำราภาษาต่างประเทศ เครื่องของเนย์ ที่ใช้อยู่นั้นประกอบจากโลหะหล่ออลูมิเนียม โลหะเจือ และเหล็กที่เกิดสนิมโลหะได้ มีขนาดและน้ำหนักค่อนข้างมาก มีจำนวนชิ้นส่วนรวมทั้งหมดมากกว่า 25 ชิ้น<sup>4</sup> และราคาขาย (พ.ศ. 2550) ราคาเครื่องละ 27,000 บาท ส่วนแบบที่นำเสนอนี้ ราคาขาย 1,800 – 2,000 บาท ค่าใช้จ่ายการผลิตมีค่าประมาณ 2 ใน 3 ส่วนของราคาขายในปีที่ผลิต คือตั้งแต่ พ.ศ. 2537 แม้ว่าราคาขายจะต่ำกว่าผลิตภัณฑ์นำเข้าที่มีสมรรถนะเดียวกัน 12 ถึง 15 เท่า จำนวนยอดขายรวมยังไม่สามารถทำได้มากกว่า 120 เครื่อง ทั้งนี้เนื่องจากขาดการประชาสัมพันธ์และการกระตุ้นตลาด อย่างไรก็ตามก็ดีเป็นที่เชื่อว่าทันตแพทย์จำนวนหนึ่งที่ใช้เครื่องมือนี้ได้เล็งเห็นความสำคัญด้านการสำรวจทางทันตกรรม และได้ผลิตผลงานที่มีความแม่นยำจำนวนมากให้แก่ผู้ป่วย

แบบที่เสนอนี้ได้รับรางวัล “ความคิดสิ่งประดิษฐ์” จากฝ่ายส่งเสริมและประสานงานการวิจัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เอกสารที่ ทม. 0330 (ว)/387 เมื่อ 18 พ.ค. 2537 ผลิตภัณฑ์ต้นแบบนี้ได้นำเสนอ และวางตลาดมาตั้งแต่ พ.ศ. 2538 งานวิจัยต้นแบบนี้ได้บรรลุพันธกิจแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย สองข้อในสี่ข้อ คือ 1. บุกเบิกองค์ความรู้ใหม่และบูรณาการองค์ความรู้เพื่อประโยชน์ของสังคมไทย 2. สร้างปัญญาและถ่ายโอนองค์ความรู้สู่สาธารณะ เพื่อช่วยพัฒนาสังคมไทยไปสู่การพัฒนาที่ยั่งยืน

### สรุป

ได้ทำการคิดค้นออกแบบเครื่องสำรวจทางทันตกรรมที่ใช้ในการศึกษาวิชาทางทันต-แพทยศาสตร์ โดยนวัตกรรมการออกแบบนี้ที่มีองค์ประกอบส่วนใหญ่เป็นพอลิเมอร์ ที่รูปแบบ

โครงสร้างแตกต่างจากรูปแบบที่คุ้นเคยอย่างสิ้นเชิง แต่หลักการยังคงเป็นเครื่องกลเชิงขนานที่ใช้  
งานได้ ทั้งนี้เพื่อเป็นทางเลือกหนึ่งของอุปกรณ์ทางการศึกษา และใช้ในคลินิก การที่มีชิ้น  
ส่วนประกอบน้อยชิ้น และด้วยชิ้นส่วนประกอบต่างๆ ส่วนใหญ่ขึ้นรูปมาก่อน และหาได้ใน  
ราชอาณาจักร ค่าใช้จ่ายการผลิต และราคาขายจึงเหมาะกับพื้นฐานเศรษฐกิจไทย

### เอกสารอ้างอิง

1. The Academy of Prosthodontics. The Academy of Prosthodontics Foundation. The glossary of prosthodontic terms. 7<sup>th</sup> ed. J Prosthet Dent. 1987;81:41-106, Mosby
2. Norton RL. Machine design: an integrated approach. 2<sup>nd</sup> ed. Upper Saddle River, NJ 07458. Prentice-Hall International Inc. 2000; 1-30
3. McGivney GP, Castleberry DJ. McCracken's removable partial prosthodontics. 8<sup>th</sup> ed. St. Louis: The C.V. Mosby Company, 1989:12,185-208.
4. DENSPLY International, Inc. Ney Surveyor: Direction For Use. 1-25; Densply Ceramco, REF 9363059 [cited 2008 Feb 14<sup>th</sup>]. Available from: <http://www.densply.com>
5. University Vision-100 years, A paper presenting vision, mission, strategy and objectives. University office 3<sup>rd</sup> floor, Jamjuree Bldg. 5, Chulalongkorn University (2007's revision) by the university council 687<sup>th</sup> meeting on August 20<sup>th</sup> 2007.

### Dental surveyor: an innovative design

Vichet Chindavanig B.Sc., D.D.S., Cert. of Proficiency in Prosthodontics, M.S. (Oral Science)

Department of Prosthodontics, Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University

#### Abstract

**Objective** To design a dental surveyor with minimized component parts and low production cost for Thailand economic foundation.

**Materials and methods** An imported product was studied as a comparative model. Then, synthesis an alternative design of which prefabricated objects was assembled into a mechanical tool. Work simplification design philosophy comprising of reducing components, and custom made parts resulted to minimizing production cost.

**Results** Implication a design predominating with polymer is presenting for use as an alternative tool in dental education and chair-side. Sale price is nearly fifteen times less than an imported product of the same use.

**Conclusion** This innovative design is one of the attempts to produce a mechanical tool of which most component parts are available in Thailand. This invention may end the day to be reckoned with importing products and seize control national expense on moderate technological tools. Improvement of the product and promotion would stimulate inventors and end-users to the novelty value of which would be their esteem under self reliance for their motherland.

**Key words:** *Surveyor; dental surveyor*