วัสดุพิมพ์แบบที่ใช้ในงานทันตกรรมประดิษฐ์ติดแน่น

ทศสรวง เศรษฐศิริสมบัติ* ณปภา เอี่ยมจิรกุล**

บทคัดย่อ

การพิมพ์แบบเป็นขั้นตอนสำคัญในกระบวนการสร้างชิ้นงานบูรณะชนิดติดแน่นและวัสดุพิมพ์แบบเป็นหนึ่งปัจจัยสำคัญที่เกี่ยวข้องกับความสำเร็จทางคลินิก วัตถุประสงค์ของบทความนี้เพื่อทบทวนวัสดุพิมพ์แบบที่ใช้ในงานทันตกรรมประดิษฐ์ติดแน่น โดยกล่าวถึงความรู้พื้นฐานของคุณสมบัติของวัสดุพิมพ์แบบได้แก่ ความแม่นยำ การคืนรูปแบบยืดหยุ่น เสถียรภาพเชิงมิติ คุณสมบัติความชอบน้ำ คุณสมบัติการไหลแผ่ ความสามารถในการดัดงอ ความหนืด การผิดรูป ความต้านทานการฉีกขาด รวมทั้งข้อดีและข้อเสียของวัสดุพิมพ์แบบอีลาสโทเมอร์

คำสำคัญ : วัสดุพิมพ์แบบอีลาสโทเมอร์ ทันตกรรมประดิษฐ์ติดแน่น คุณสมบัติของวัสดุพิมพ์แบบ

**ทันตแพทย์ ฝ่ายทันตกรรม โรงพยาบาลบ้านหมี่ จังหวัดลพบุรี 139 ถนนประชาอุทิศ ตำบลบ้านหมี่ อำเภอบ้านหมี่ จังหวัดลพบุรี 15110*

***อาจารย์ ภาควิชาทันตกรรมอนุรักษ์และทันตกรรมประดิษฐ์ คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ สุขุมวิท 23 เขตวัฒนา กรุงเทพฯ 10110*

Impression Materials in Fixed Prosthodontics

Tossruang Setsirisombut* Napapa Aimjirakul**

Abstract

Impression taking is a critical step in the process of producing successful fixed restorations and the impression material is an important factor related to clinical success. The purpose of this article is to review impression materials used in fixed prosthodontics. The review gives basic knowledge of impression material properties i.e. accuracy, elastic recovery, dimensional stability, hydrophilic properties, flow characteristics, flexibility, viscosity, deformation and tear resistance. Advantages and disadvantages of elastomeric impression materials are included.

Key words : Elastomeric impression materials, Fixed prosthodontics, Impression material properties

**Dentist, Banmi Hospital 139 Pracha Uthit Road, Ban Mi, Lop Buri 15110*

***Lecturer, Department of Conservative Dentistry and Prosthodontics, Faculty of Dentistry, Srinakharinwirot University, Sukhumvit 23, Wattana, Bangkok 10110*

บทนำ

ความสำเร็จของการทำงานด้านทันตกรรมประดิษฐ์ติดแน่น มีหลายปัจจัย ไม่ว่าจะเป็นการเตรียมฟันหลัก การแยกเหงือก การพิมพ์แบบให้ได้รอยพิมพ์ที่มีเสถียรภาพเชิงมิติ (dimensional stability) ลอกเลียนรายละเอียดที่ดี และแบบจำลองที่มีความเหมือน เพื่อการสร้างชิ้นงานบูรณะในห้องปฏิบัติการ [1,2] การพิมพ์แบบเป็นขั้นตอนที่สำคัญเพื่อให้ได้รอยพิมพ์ที่ลอกเลียนรายละเอียดของพื้นผิวและโครงสร้างในช่องปากที่ต้องการได้อย่างแม่นยำ มีเสถียรภาพเชิงมิติ [2,3] และเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์และได้แบบจำลองที่มีความถูกต้อง แม่นยำ ของทั้งฟันหลักที่ถูกเตรียมและบริเวณอื่นที่อยู่ใต้ต่อขอบ (margin) [4,5] ซึ่งความคลาดเคลื่อนสามารถเกิดขึ้นได้ในทุกกระบวนการ ตั้งแต่การพิมพ์แบบจนกระทั่งกระบวนการผลิตชิ้นงานบูรณะ ดังนั้น เพื่อลดความผิดพลาดให้น้อยที่สุด ควรเริ่มตั้งแต่การเลือกวัสดุพิมพ์แบบที่มีคุณภาพและเหมาะสมที่สุด [2]

วัตถุประสงค์ของบทความนี้คือเพื่อทบทวนคุณสมบัติ ข้อดี ข้อเสียของวัสดุพิมพ์แบบที่ใช้ในงานทันตกรรมประดิษฐ์ติดแน่น และเพื่อให้สามารถเลือกใช้งานในคลินิกได้อย่างเหมาะสม

ชนิดของวัสดุพิมพ์แบบ

วัสดุพิมพ์แบบในทางทันตกรรมประดิษฐ์แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ ได้แก่ วัสดุพิมพ์แบบชนิดไม่ยืดหยุ่น (non-elastic impression materials) และวัสดุพิมพ์แบบชนิดยืดหยุ่น (elastic impression materials) (ตารางที่ 1)

ในงานทันตกรรมประดิษฐ์ติดแน่นไม่นิยมใช้วัสดุพิมพ์แบบชนิดไม่ยืดหยุ่น เนื่องจากมีเสถียรภาพเชิงมิติต่ำ ไม่ทนต่อการฉีกขาด การคืนรูปแบบยืดหยุ่นต่ำ ไม่สามารถบันทึกและให้ความแม่นยำของรอยพิมพ์ได้เมื่อพิมพ์บริเวณที่มีส่วนคอด

ตารางที่ 1 ชนิดของวัสดุพิมพ์แบบ

ชนิดไม่ยืดหยุ่น	ชนิดยืดหยุ่น	
	ไฮโดรคอลลอยด์	อีลาสโทเมอร์
• ปลาสเตอร์พิมพ์แบบ • คอมเพานด์จำลองแบบ • ขี้ผึ้งพิมพ์ปาก	• ผันกลับได้ • ผันกลับไม่ได้	• โพลีซัลไฟด์ • ซิลิโคน - ชนิดควบแน่น - ชนิดเติม • พอลิอีเทอร์

ดัดแปลงจาก: Wassell RW. Crowns and other extra-coronal restorations: Impression materials and technique. Brit Dent J 2002; 192(12): 679-690.

วัสดุพิมพ์แบบชนิดยืดหยุ่นที่นำมาใช้ได้แก่ ไฮโดรคอลลอยด์ (hydrocolloids) โพลีซัลไฟด์ (polysulfides) ซิลิโคนชนิดควบแน่น (condensation silicones) ซิลิโคนชนิดเติม (addition silicones) และพอลิอีเทอร์ (polyethers) [6]

จากรายงานวิจัยของ Donovan และ Chee พบว่า ข้อผิดพลาดที่พบบ่อยในงานทันตกรรมประดิษฐ์ติดแน่นมักเกิดจากการพิมพ์แบบที่ไม่ได้รายละเอียดเพียงพอในกรณีขอบของฟันหลักที่เตรียมอยู่ใต้เหงือก ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อความแนบสนิทบริเวณขอบของชิ้นงาน [7]

ประวัติความเป็นมา

วัสดุพิมพ์แบบไฮโดรคอลลอยด์ถูกค้นพบครั้งแรกในปี ค.ศ.1925 และนำมาใช้ในการพิมพ์ปากในปี ค.ศ.1937 วัสดุประเภทนี้แบ่งออกเป็น 2 ชนิด ได้แก่ ชนิดผันกลับได้และชนิดผันกลับไม่ได้

วัสดุพิมพ์แบบไฮโดรคอลลอยด์ชนิดผันกลับได้ คือ อะกา (agar) ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากสาหร่ายทะเล มีลักษณะคล้ายวุ้น มีความยืดหยุ่น สามารถนำกลับมาใช้ซ้ำได้ แต่วัสดุชนิดนี้ไม่ได้ถูกนำมาใช้งานอย่างแพร่หลายในปัจจุบันเนื่องจากต้องใช้ร่วมกับอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิและถาดพิมพ์ที่มีลักษณะเฉพาะซึ่งมีราคาสูง [2,6]

อัลจิเนตเป็นวัสดุพิมพ์แบบไฮโดรคอลลอยด์ชนิดผันกลับไม่ได้ที่มีการใช้งานอย่างแพร่หลาย เนื่องจากใช้งานง่าย ราคาถูกเมื่อเปรียบเทียบกับวัสดุพิมพ์แบบอีลาสโทเมอร์ (elastomeric impression materials) แต่ก็มีข้อจำกัดในการใช้งานเนื่องจากอัลจิเนตมีปัญหาในเรื่องเสถียรภาพเชิงมิติ และการลอกเลียนรายละเอียดยังไม่ดีพอ ในเวลาต่อมาจึงได้มีการพัฒนาวัสดุพิมพ์แบบชนิดต่างๆ เพื่อให้ได้รอยพิมพ์ที่มีคุณภาพยิ่งขึ้น [5]

ในปี ค.ศ. 1950 มีการผลิตวัสดุพิมพ์แบบชนิดอีลาสโทเมอร์ชนิดแรกออกมาได้แก่ โพลีซัลไฟด์ ซึ่งเป็นที่นิยมอย่างรวดเร็ว เนื่องจากมีความยืดหยุ่นเพียงพอเมื่อนำรอยพิมพ์ออกจากบริเวณส่วนคอด แต่มีข้อเสียคือมีการหดตัวจากการระเหยของน้ำเมื่อเวลาผ่านไป มีการผิดรูปถาวร กลิ่นเหม็น รสชาติไม่ดี คราบสีติดเสื้อผ้า [2,5,8] ต่อมาในปี ค.ศ. 1955 มีการพัฒนาใช้วัสดุพิมพ์แบบซิลิโคนชนิดควบแน่น ร่วมกับการใช้ถาดพิมพ์เฉพาะบุคคล ปี ค.ศ. 1965 วัสดุพิมพ์แบบพอลิอีเทอร์ถูกผลิตและพัฒนาขึ้นเพื่อใช้ในทางทันตกรรมครั้งแรกที่ประเทศเยอรมัน ส่วนวัสดุพิมพ์แบบซิลิโคนชนิดเติมหรือโพลีไวนิลไซล็อกเซน ถูกผลิตออกมาในปี ค.ศ. 1975 และภายหลังได้มีการพัฒนาคุณสมบัติโดยเติมสารลดแรงตึงผิว เพื่อลดความไม่ชอบน้ำลง ทำให้รอยพิมพ์มีความถูกต้องแม่นยำดีขึ้น เสถียรภาพเชิงมิติเพิ่มขึ้นและอยู่ได้นานหลังพิมพ์แบบ ซึ่งเป็นคุณสมบัติที่ต้องการในงานทันตกรรมประดิษฐ์ติดแน่น

วัสดุพิมพ์แบบในอุดมคติ มีลักษณะดังนี้ [4,9]

1. กลิ่น รสชาติ สี เป็นที่พอใจ ยอมรับได้
2. ไม่มีความเป็นพิษ หรือก่อให้เกิดอาการระคายเคือง
3. อายุการใช้งานพอเหมาะต่อการเก็บรักษาและใช้งาน
4. ราคาคุ้มค่าต่อการใช้งาน
5. ใช้งานง่าย โดยอาศัยอุปกรณ์น้อย ขั้นตอนไม่ยุ่งยาก
6. ระยะเวลาการแข็งตัวพอเหมาะ
7. ลักษณะความข้นหนืด เนื้อสัมผัสที่ใช้งานได้ดี
8. ไหลแผ่ลอกเลียนรายละเอียดของเนื้อเยื่อในช่องปากได้ดี
9. มีการคืนรูปแบบยืดหยุ่นโดยปราศจาก การผิดรูปถาวรภายหลังการยืดหดตัว
10. ความแข็งแรงเพียงพอ ทนต่อการฉีกขาดขณะดึงรอยพิมพ์ออกจากช่องปาก
11. รอยพิมพ์มีเสถียรภาพเชิงมิติภายใต้ช่วงอุณหภูมิและความชื้นที่พบได้ทั่วไปในคลินิกและห้องปฏิบัติการ เพื่อให้เพียงพอต่อการสร้างแบบหล่อหรือดาย (Die)
12. มีความสามารถในการเข้ากันได้กับวัสดุเทแบบชิ้นหล่อหรือดาย
13. มีความแม่นยำในทางคลินิก
14. สามารถนำมาฆ่าเชื้อโรค ได้โดยไม่สูญเสียความแม่นยำ
15. ไม่ปล่อยแก๊สหรือผลิตภัณฑ์อื่นๆ ขณะวัสดุพิมพ์แบบหรือวัสดุเทแบบหล่อก่อตัว

แต่อย่างไรก็ตามยังไม่มีวัสดุพิมพ์แบบใดที่มีคุณสมบัติครบทุกประการตามข้างต้น ดังนั้นการเลือกใช้วัสดุพิมพ์แบบจึงควรเลือกให้ตรงกับชนิดของงานที่จะทำ ข้อดี ข้อเสียและข้อควรระวัง (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ข้อดี ข้อเสีย การใช้งานและข้อควรระวังของวัสดุพิมพ์แบบชนิดยืดหยุ่น

วัสดุพิมพ์	ข้อดี	ข้อเสีย	การใช้งาน	ข้อควรระวัง
ไฮโดรคอลลอยด์ผันกลับไม่ได้	แข็งตัวเร็ว ใช้งานง่าย ราคาต่ำ	ความถูกต้องแม่นยำในการลอกเลียนรายละเอียดต่ำ	ใช้ทำแบบจำลองวินิจฉัย (ไม่เหมาะสำหรับทำแบบจำลองหลัก)	เททันที
ไฮโดรคอลลอยด์ผันกลับได้	ชอบน้ำ ระยะเวลาทำงานนาน ราคาวัสดุต่ำ ไม่ต้องการถาดพิมพ์เฉพาะบุคคล	ทนต่อการฉีกขาดต่ำ เสถียรภาพเชิงมิติต่ำ ต้องใช้ร่วมกับอุปกรณ์เฉพาะที่มีราคาสูง	ฟันหลักหลายซี่ สภาวะที่ยากต่อการควบคุมความชื้น	เททันที
โพลีซัลไฟด์	ทนต่อการฉีกขาดสูง เทแบบง่าย	กลิ่นและรสไม่ดี ระยะเวลาแข็งตัวนาน เสถียรภาพเชิงมิติปานกลาง	ใช้ได้ทั่วไป	เทภายใน 30 นาที
ซิลิโคนชนิดควบแน่น	ใช้งานง่าย ระยะเวลาแข็งตัวสั้น	ไม่ชอบน้ำ เสถียรภาพเชิงมิติต่ำ	ใช้ได้ทั่วไป	เททันที ระวังฟองอากาศขณะเท
ซิลิโคนชนิดเติม	ใช้งานง่าย เสถียรภาพเชิงมิติสูง ระยะเวลาแข็งตัวสั้น	-ชนิดไม่ชอบน้ำบางชนิดปล่อยแก๊สไฮโดรเจน -ชนิดชอบน้ำดูดความชื้นจากบรรยากาศ	ใช้ได้ทั่วไป	เทช้าได้ ระวังฟองอากาศขณะเท
พอลิอีเทอร์	ใช้งานง่าย เสถียรภาพเชิงมิติสูง ระยะเวลาแข็งตัวสั้น ความแม่นยำสูง	วัสดุแข็งตึงมากหลังแข็งตัว ดูดความชื้นจากบรรยากาศ ระยะเวลาทำงานสั้น	ใช้ได้ทั่วไป (แต่ไม่เหมาะสำหรับบริเวณที่มีส่วนคอดเว้า)	ระวังแบบจำลองแตกหักขณะแกะจากรอยพิมพ์

ดัดแปลงจาก: Rosenstiel SF, Land MF, Fujimoto J. Contemporary fixed Prosthodontics. 4th ed. St. Louis: Mosby; 2006. p.442.

คุณสมบัติของวัสดุพิมพ์แบบ

วัสดุพิมพ์แบบควรมีคุณสมบัติที่เหมาะสมต่อการทำงานทั้งในคลินิกและห้องปฏิบัติการ โดยในบทความนี้จะกล่าวถึงคุณสมบัติของวัสดุพิมพ์แบบ ได้แก่ ความแม่นยำ (accuracy) การคืนรูปแบบยืดหยุ่น (elastic recovery) เสถียรภาพเชิงมิติ (dimensional stability) คุณสมบัติความชอบน้ำ (hydrophilic properties) คุณสมบัติการไหลแผ่ (flow characteristics) ความสามารถในการดัดงอ (flexibility) ความหนืด (viscosity) การผิดรูป (deformation) และความต้านทานการฉีกขาด (tear resistance) (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 คุณสมบัติของวัสดุพิมพ์แบบ

คุณสมบัติ	ไฮโดรคอลลอยด์ผันกลับได้	ไฮโดรคอลลอยด์ผันกลับไม่ได้	โพลีซัลไฟด์	ซิลิโคนชนิดควบแน่น	ซิลิโคนชนิดเติม	พอลิอีเทอร์
เวลาทำงาน (working time, นาที)	7-15	2.5	5-7	3	2-4.5	2.5
เวลาก่อตัวสิ้นสุด (setting time, นาที)	5	3.5	8-12	6-8	3-7	4.5
เสถียรภาพ (stability)	1 ชม. ที่ความชื้นสัมพัทธ์ 100%	เททันที	1 ชม.	เททันที	1 สัปดาห์	1 สัปดาห์ (เก็บในที่แห้ง)
ความสามารถในการไหลของวัสดุเทแบบบนรอยพิมพ์ (wettability)	ดีมาก	ดีมาก	ปานกลาง	ปานกลาง	ปานกลาง-ดี	ดี
การยืดกลับคืน (elastic recovery, %)	98.8	97.3	94.5-96.9	98.2-99.6	99-99.9	98.3-99.0
ความสามารถดัดงอ (flexibility, %)	11	12	8.5-20.0	3.5-7.8	1.3-5.6	1.9-3.3
การไหลแผ่ (flow, %)	-	-	0.4-1.9	<0.10	<0.05	<0.05
การหดตัว (shrinkage, %) ภายหลัง 24 ชม.	มาก	มาก	0.4-0.5	0.2-1.0	0.01-0.2	0.2-0.3
การหดตัว (shrinkage, %) ภายหลัง 7 วัน	-	-	1.3	0.8	0.1-0.4	0.1
ความต้านทานการฉีกขาด (tear resistance, กรัม/ซม.)	700	380-700	2240-7410	2280-4370	1640-5260	1700-4800

ดัดแปลงจาก: O'Brien WJ. Dental materials & their selection. 4th ed. Chicago: Quintessence; 2009.

ความแม่นยำ

สมาคมทันตแพทย์แห่งสหรัฐอเมริกา (American Dental Association: ADA) กำหนดให้วัสดุพิมพ์แบบอีลาสโทเมอร์จะต้องสามารถลอกเลียนรายละเอียดได้ในระดับ 25 ไมครอน หรือน้อยกว่านั้น [7] ซึ่งวัสดุพิมพ์แบบซิลิโคนชนิดเติมสามารถลอกเลียนรายละเอียดได้ที่ระดับ 1-2 ไมครอน ความหนืดของวัสดุมีผลต่อการลอกเลียนรายละเอียด วัสดุพิมพ์แบบที่มีความหนืดต่ำจะลอกเลียนรายละเอียดได้ดีกว่าวัสดุพิมพ์แบบที่มีความหนืดสูง [7] โดยเฉพาะอย่างยิ่งวัสดุพิมพ์แบบที่มีความหนืดสูงชนิดพัตตี้ไม่สามารถให้รายละเอียดที่ระดับ 25 ไมครอนได้

Craig เรียงลำดับความแม่นยำจากการรวบรวมข้อมูลของผู้ที่ทำการศึกษา ตั้งแต่ปี ค.ศ.1975-1985 พบว่าวัสดุพิมพ์แบบซิลิโคนชนิดเติม และวัสดุพิมพ์แบบพอลิอีเทอร์ ให้รอยพิมพ์ที่มีความแม่นยำมากกว่าวัสดุพิมพ์แบบซิลิโคนชนิดควบแน่นและวัสดุพิมพ์แบบโพลีซัลไฟด์ [10] สอดคล้องกับ Lin และคณะที่กล่าวว่าวัสดุพิมพ์แบบพอลิอีเทอร์ทำให้ได้ชิ้นหล่อที่มีความแม่นยำสูงสุด รองลงมาคือวัสดุพิมพ์แบบซิลิโคนชนิดเติม วัสดุพิมพ์แบบโพลีซัลไฟด์ ส่วนที่ให้ความแม่นยำน้อยที่สุดคือวัสดุพิมพ์แบบไฮโดรคอลลอยด์แบบผันกลับได้และผันกลับไม่ได้ [11]

การคืนรูปแบบยืดหยุ่น

การคืนรูปแบบยืดหยุ่นของวัสดุพิมพ์แบบคือความสามารถของวัสดุที่กลับคืนสู่มิติเดิม โดยปราศจากการบิดเบี้ยวภายหลังจากดึงรอยพิมพ์ออกจากช่องปาก โดยเฉพาะส่วนที่มีความคอดหรือสันเหงือก ในปัจจุบันยังไม่มีวัสดุพิมพ์แบบใดที่มีการคืนรูปแบบยืดหยุ่นได้สมบูรณ์ 100 % [2,7] อย่างไรก็ตาม วัสดุพิมพ์แบบซิลิโคนชนิดเติมมีความสามารถในการคืนรูปแบบยืดหยุ่นได้มากกว่าร้อยละ 99 [7] รองลงมาคือวัสดุพิมพ์แบบพอลิอีเทอร์และวัสดุพิมพ์แบบโพลีซัลไฟด์ตามลำดับ [9]

เสถียรภาพเชิงมิติ

เสถียรภาพเชิงมิติของวัสดุพิมพ์แบบคือความสามารถในการคงสภาพความแม่นยำของรอยพิมพ์เมื่อเวลาผ่านไป [2] วัสดุพิมพ์แบบซิลิโคนชนิดเติมจัดเป็นวัสดุที่มีเสถียรภาพเชิงมิติดีที่สุด เนื่องจากไม่มีผลิตภัณฑ์จากปฏิกิริยาการก่อตัว สามารถเทแบบซ้ำได้ภายในระยะเวลา 1-2 สัปดาห์หลังการพิมพ์แบบ [2,7,12] รองลงมาคือวัสดุพิมพ์แบบพอลิอีเทอร์ ซึ่งมีข้อเสียคือดูดน้ำจากบรรยากาศ มีผลทำให้รอยพิมพ์บวม (swell) ดังนั้นจึงเททำแบบจำลองภายใน 1 ชั่วโมงหลังจากดึงรอยพิมพ์ออกจากช่องปาก เพื่อให้ได้แบบจำลองที่มีรายละเอียดมากที่สุด ส่วนวัสดุพิมพ์แบบซิลิโคนชนิดควบแน่นและวัสดุพิมพ์แบบโพลีซัลไฟด์ควรเททำแบบจำลองภายใน 30 นาทีหลังจากดึงรอยพิมพ์ออกจากช่องปากเนื่องจากมีการเปลี่ยนแปลงมิติค่อนข้างสูง [7,13,14]

วัสดุพิมพ์แบบซิลิโคนชนิดเติมและวัสดุพิมพ์แบบพอลิอีเทอร์มีเสถียรภาพเชิงมิติและความแม่นยำที่ดี [15,16] ที่อุณหภูมิ 4-40 องศาเซลเซียส แต่หากนอกเหนือไปจากช่วงอุณหภูมินี้อาจทำให้เกิดการบิดเบี้ยวของรอยพิมพ์ได้ [17]

คุณสมบัติความชอบน้ำ

ระหว่างการพิมพ์ปากมักมีเลือดและน้ำลายมารบกวน คุณสมบัติความชอบน้ำก่อนการแข็งตัวของวัสดุพิมพ์แบบเป็นสิ่งสำคัญในทางคลินิก เนื่องจากเป็นตัวควบคุมการไหลแผ่ของวัสดุพิมพ์แบบบนพื้นผิวที่มีความชื้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อมีการเตรียมผิวฟันบริเวณใต้เหงือก [18,19] วัสดุพิมพ์แบบที่ดีควรมีคุณสมบัติความชอบน้ำและมีค่ามุมสัมผัส (contact angle) ต่ำ ซึ่งจะไหลแผ่บนพื้นผิวและลอกเลียนรายละเอียดได้ดี [18,19,20] ความชอบน้ำของวัสดุสัมพันธ์กับการไหลแผ่ของวัสดุในสภาวะเปียกชื้นโดยที่ยังคงได้รอยพิมพ์ที่มีความแม่นยำ โดยปกติวัสดุพิมพ์แบบซิลิโคนชนิดเติมมีคุณสมบัติไม่ชอบน้ำ แต่ได้มีการ

ปรับปรุงคุณสมบัติให้มีความชอบน้ำโดยการเติมสารลดแรงตึงผิว เพิ่มความสามารถในการไหลแผ่และลดมุมสัมผัส [21] แต่จากการวิจัยของ Johnson และคณะ พบว่าในสภาวะที่ยากต่อการควบคุมความชื้นการพิมพ์ด้วยวัสดุพิมพ์แบบพอลิอีเทอร์ให้ผลที่ดีและเหมาะสมกว่าวัสดุพิมพ์แบบชนิดเติม [22] นอกจากนี้ยังมีการศึกษาของ Pratten และ Craig ที่สนับสนุนว่าวัสดุพิมพ์แบบซิลิโคนชนิดเติมที่ปรับปรุงให้มีความชอบน้ำ โดยการเติมสารลดความตึงผิวนั้น มีค่ามุมสัมผัสที่ลดลง แต่ยังคงพบว่าวัสดุพิมพ์แบบพอลิอีเทอร์มีค่ามุมสัมผัสต่ำที่สุด [23] ส่วนการศึกษาของ Rupp พบว่าขณะวัสดุพิมพ์แบบยังไม่แข็งตัว วัสดุพิมพ์แบบพอลิอีเทอร์มีคุณสมบัติชอบน้ำมากที่สุด แต่ขณะวัสดุพิมพ์แบบแข็งตัวแล้ว วัสดุพิมพ์แบบซิลิโคนชนิดเติมที่ปรับปรุงความชอบน้ำมีคุณสมบัติชอบน้ำมากที่สุด [24] ดังนั้นจึงควรพิจารณาถึงคุณสมบัติความชอบน้ำของวัสดุพิมพ์แบบซิลิโคนชนิดเติมที่ได้มีการพัฒนาปรับปรุงโดยการเติมสารลดแรงตึงผิวนั้น ซึ่งมีผลต่อการเททำแบบจำลอง เนื่องจากมีการไหลแผ่ของวัสดุเทแบบบนผิวของรอยพิมพ์ได้ดีปราศจากฟองอากาศมากกว่าพิจารณาคุณสมบัติความชอบน้ำขณะพิมพ์ปาก [7,8,24]

คุณสมบัติการไหลแผ่

คือความสามารถในการไหลแผ่ของวัสดุพิมพ์แบบไปยังบริเวณที่มีพื้นที่น้อยๆ แคบๆ สามารถวัดได้โดยการวัดขนาดมุมสัมผัสระหว่างหยดของเหลวกับพื้นผิวที่ต้องการทดสอบ ซึ่งคุณสมบัติการไหลแผ่เป็นสัดส่วนผกผันกับค่ามุมสัมผัส วัสดุพิมพ์แบบที่มีค่ามุมสัมผัสน้อยกว่า 90 องศา จะมีความสามารถในการไหลแผ่บนพื้นผิวได้ดี

คุณสมบัติการไหลแผ่ของวัสดุพิมพ์แบบเป็นสิ่งสำคัญในการกำหนดความแนบของวัสดุกับบริเวณที่จะพิมพ์ Takahashi และคณะ ทำการศึกษาคุณสมบัติการไหลแผ่ของวัสดุพิมพ์แบบซิลิโคนชนิดเติม ลงไปในร่องเหงือกพบว่า วัสดุพิมพ์แบบซิลิโคนชนิดเติมที่มีการปรับปรุงความชอบน้ำชนิดเหลว (light body) เท่านั้นที่มีมุมสัมผัสน้อยกว่า 90 องศา ในช่วงระยะเวลาขณะพิมพ์ และสามารถไหลแผ่ลงไปในร่องเหงือก ได้ดีกว่าวัสดุพิมพ์แบบซิลิโคนชนิดเติมที่ไม่ชอบน้ำ [25]

ความสามารถในการดัดงอ

วัสดุพิมพ์แบบควรมีความยืดหยุ่นเพื่อให้สามารถดึงออกจากช่องปากโดยเฉพาะบริเวณที่มีส่วนคอดได้ง่าย วัสดุพิมพ์แบบพอลิอีเทอร์เมื่อแข็งตัวแล้วจะมีลักษณะค่อนข้างแข็ง จึงไม่แนะนำให้ใช้ในกรณีที่ฟันหลักยาวบาง หรือเป็นโรคปริทันต์ นอกจากนั้นยังพบการแตกหักเสียหายของดายได้บ่อยขณะถอดดายออกจากรอยพิมพ์อีกด้วย [7]

ความหนืด

ความหนืดของวัสดุพิมพ์แบบมีส่วนสำคัญอย่างยิ่งขณะพิมพ์ ถ้าความหนืดต่ำมากเกินไป วัสดุก็จะถูกดันออกไปจากถาดพิมพ์ หรือไม่สัมผัสกับบริเวณที่พิมพ์ ถ้าความหนืดสูงเกินไป ก็ไม่สามารถบันทึกลอกเลียนรายละเอียดได้ [7] วัสดุพิมพ์แบบที่มีความหนืดต่ำจะสามารถลอกเลียนรายละเอียดได้ดีกว่า แต่ก็มีการหดตัวสูงกว่า ดังนั้นเพื่อให้ได้รอยพิมพ์ที่มีความแม่นยำเหมาะสมจึงควรใช้วัสดุพิมพ์แบบที่มีความหนืดต่ำในปริมาณที่เพียงพอต่อการเก็บรายละเอียดของบริเวณที่ต้องการเท่านั้น ส่วนที่เหลือควรใช้วัสดุพิมพ์แบบชนิดที่มีความหนืดสูง [2,7] Lee รายงานว่าวัสดุพิมพ์แบบซิลิโคนชนิดควบแน่นควรใช้เทคนิคการพิมพ์ 2 ครั้ง (two-step putty tray and wash technique) โดยใช้วัสดุที่มีความหนืดต่ำให้มีความหนาน้อยที่สุดเท่าที่เป็นไปได้ [26]

ความหนืดเป็นคุณสมบัติที่สำคัญอย่างยิ่งต่อการพิมพ์บริเวณใต้เหงือก รวมทั้งร่องเหงือกต้องมีความกว้างเพียงพอเพื่อให้วัสดุสามารถไหลลงไปในร่องเหงือกได้ขณะพิมพ์ และให้ได้ความหนาของรอยพิมพ์

ใต้เหงือกเพียงพอที่จะไม่ฉีกขาดขณะนำรอยพิมพ์ออกจากร่องเหงือก [18] Aimjirakul และคณะ พบว่าวัสดุพิมพ์แบบพอลิอีเทอร์และวัสดุพิมพ์แบบโพลีซัลไฟด์ซึ่งค่อนข้างหนืดมีแนวโน้มที่จะไหลแทรกเข้าไปในร่องเหงือกได้ดีกว่าวัสดุพิมพ์แบบซิลิโคนที่มีความหนืดต่ำ [20] นอกจากนี้วัสดุพิมพ์แบบควรมีความหนืดเพียงพอเพื่อการต้านการหดตัวของเหงือก (gingival contraction) อันเป็นสาเหตุให้ความกว้างของร่องเหงือกลดลง ทำให้ได้รอยพิมพ์บริเวณใต้เหงือกบาง อาจเกิดการฉีกขาดของรอยพิมพ์ขณะเอารอยพิมพ์ออกจากช่องปาก [25]

การผิดรูป และความต้านทานการฉีกขาด

ความต้านทานการฉีกขาดเป็นคุณสมบัติที่สำคัญโดยเฉพาะเมื่อบริเวณที่ต้องการพิมพ์อยู่ใต้เหงือก วัสดุพิมพ์แบบซิลิโคนชนิดเติมและวัสดุพิมพ์แบบพอลิอีเทอร์มีความต้านทานการฉีกขาดสูงสุด ความยืดหยุ่นเป็นคุณสมบัติที่ทำให้วัสดุพิมพ์แบบมีความต้านทานการฉีกขาด คงสภาพความแม่นยำของรอยพิมพ์ขณะดึงออกจากช่องปากและภายหลังการแยกออกจากแบบจำลอง [8] ความไม่แม่นยำที่เกิดขึ้นมักเกิดจากการเสียรูปถาวร จึงควรดึงรอยพิมพ์ออกจากช่องปากอย่างรวดเร็วเพื่อลดการเสียรูปถาวร [27]

ความต้านทานการฉีกขาดแตกต่างกันขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่น รอยพิมพ์จากการแยกเหงือกที่มีลักษณะบาง เสี่ยงต่อการฉีกขาดได้ง่าย ความลึกของร่องเหงือก ปริมาณความชื้น เลือดที่ไหลเข้าไปในรอยพิมพ์ทำให้ความต้านทานการฉีกขาดต่ำ ความกว้างของร่องเหงือกที่ต้องการภายหลังการดึงด้ายแยกเหงือกออก คือ 0.3 ถึง 0.4 มิลลิเมตร มีการศึกษาพบว่าไม่มีความแตกต่างของความต้านทานการฉีกขาดเมื่อวัสดุพิมพ์แบบอีลาสโทเมอร์มีความหนามากกว่า 0.2 มิลลิเมตร แต่มีรายงานวิจัยพบว่าเมื่อร่องเหงือกแคบกว่า 0.2 มิลลิเมตร จะมีผลให้เกิดความบิดเบี้ยวของรอยพิมพ์เพิ่มขึ้น [27]

วัสดุพิมพ์แบบที่มีความต้านทานการฉีกขาดเรียงลำดับจากสูงไปต่ำคือวัสดุพิมพ์แบบโพลีซัลไฟด์ วัสดุพิมพ์แบบซิลิโคนชนิดเติม วัสดุพิมพ์แบบซิลิโคนชนิดควบแน่นและวัสดุพิมพ์แบบพอลิอีเทอร์ [10]

ชนิดของวัสดุพิมพ์แบบอีลาสโทเมอร์

การเลือกใช้วัสดุพิมพ์แบบขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย ได้แก่ ความชอบส่วนบุคคล ความสะดวกในการใช้งาน สภาพแวดล้อมของบริเวณที่จะพิมพ์ เป็นต้น ชนิดของวัสดุพิมพ์แบบอีลาสโทเมอร์ได้แก่ วัสดุพิมพ์แบบโพลีซัลไฟด์ วัสดุพิมพ์แบบซิลิโคนชนิดควบแน่นหรือโพลีไซล็อกเซน วัสดุพิมพ์แบบซิลิโคนชนิดเติมหรือโพลีไวนิลไซล็อกเซนและวัสดุพิมพ์แบบพอลิอีเทอร์

วัสดุพิมพ์แบบโพลีซัลไฟด์

วัสดุพิมพ์แบบโพลีซัลไฟด์ เป็นที่นิยมลดลง เนื่องจากมีระยะก่อตัวนานประมาณ 10-12 นาที ทำให้การใช้งานยุ่งยาก ผสมยาก ติดสีเสื้อผ้า มีกลิ่นและรสที่ไม่ดี [8] ต้องใช้ร่วมกับถาดพิมพ์เฉพาะบุคคล โดยเตรียมพื้นที่ว่างไว้สำหรับวัสดุ 4 มิลลิเมตร เพื่อลดการบิดเบี้ยวจากการหดตัว ระยะเวลาการจัดเก็บรอยพิมพ์หลังแข็งตัวได้นานสูงสุด 48 ชั่วโมง อย่างไรก็ตามวัสดุชนิดนี้มีระยะเวลาการก่อตัวที่นานซึ่งอาจเป็นข้อดีเมื่อต้องพิมพ์ฟันหลักหลายซี่พร้อมกัน [6]

วัสดุพิมพ์แบบซิลิโคนชนิดควบแน่นหรือโพลีไซล็อกเซน

แอลกอฮอล์เป็นผลิตภัณฑ์ภายหลังการเกิดปฏิกิริยาของวัสดุพิมพ์แบบนี้ซึ่งทำให้เสถียรภาพเชิงมิติและการคืนรูปแบบยืดหยุ่นต่ำ [8] อีกทั้งยังมีการเปลี่ยนแปลงปริมาตรอย่างมากขณะเกิดปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์ จึงควรใช้เทคนิคการพิมพ์ 2 ครั้ง โดยใช้วัสดุพิมพ์แบบที่มีความหนืดต่ำให้มีความหนาน้อยที่สุดเท่าที่เป็นไปได้ [26] จึงทำให้ความนิยมในการใช้วัสดุพิมพ์แบบชนิดนี้ลดลง

วัสดุพิมพ์แบบซิลิโคนชนิดเติมหรือ
โพลีไวนิลไซล็อกเซน

วัสดุพิมพ์แบบซิลิโคนชนิดเติมจัดเป็นวัสดุพิมพ์แบบที่ลอกเลียนรายละเอียดได้ดีที่สุดและมีการเปลี่ยนแปลงมิติน้อยที่สุด ให้ความแม่นยำสูง มีการคืนรูปแบบยืดหยุ่นสูงถึงร้อยละ 99 [9] ต้านทานการฉีกขาด รวมทั้งไม่เกิดผลกระทบจากความชื้นของสภาพแวดล้อม และยังสามารถนำมาเทแบบจำลองซ้ำได้ภายในระยะเวลา 7 วัน [28,29] วัสดุพิมพ์แบบซิลิโคนชนิดเติมมีกลิ่นและรสดีกว่าวัสดุพิมพ์แบบโพลีซัลไฟด์และวัสดุพิมพ์แบบพอลิอีเทอร์ มีการบิดเบี้ยวหรือการเสียรูปถาวรต่ำ เป็นทางเลือกที่ดีในการพิมพ์บริเวณที่มีส่วนคอด เนื่องจากหลังแข็งตัวแล้วมีความแข็งน้อยกว่าวัสดุพิมพ์แบบพอลิอีเทอร์ [8,28]

วัสดุพิมพ์แบบซิลิโคนชนิดเติมมีความต้านทานการฉีกขาดมากกว่าวัสดุพิมพ์แบบพอลิอีเทอร์ [16] Lawson และคณะ แนะนำว่าวัสดุพิมพ์แบบซิลิโคนชนิดเติม เป็นวัสดุที่เหมาะสมในการพิมพ์บริเวณร่องเหงือกหรือบริเวณที่มีช่องระหว่างฟัน เพื่อป้องกันการฉีกขาดของรอยพิมพ์ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อความแม่นยำของชิ้นงาน [8,30]

วัสดุพิมพ์แบบนี้ไม่สามารถสัมผัสกับสารประกอบซัลเฟอร์ซึ่งเป็นส่วนประกอบที่อยู่ในถุงมือแพทย์ แผ่นยางกันน้ำลาย [8,28] รวมทั้งสารห้ามเลือดในด้ายแยกเหงือก เนื่องจากซัลเฟอร์จะไปยับยั้งปฏิกิริยาการแข็งตัวของวัสดุพิมพ์แบบ การล้างด้วยน้ำเปล่าบริเวณฟันหลักที่สัมผัสกับถุงมือยางลาเท็กซ์นั้นไม่เพียงพอ Donovan และ Chee แนะนำให้ทำความสะอาดบริเวณฟันหลักด้วยผงขัดก่อนการพิมพ์ [7]

วัสดุพิมพ์แบบพอลิอีเทอร์

วัสดุพิมพ์แบบพอลิอีเทอร์มีคุณสมบัติชอบน้ำ ซึ่งมีมุมสัมผัสต่ำ ทำให้ได้รอยพิมพ์ที่มีความแม่นยำสูง [27] มีเสถียรภาพเชิงมิติที่ดีเยี่ยม เนื่องจากไม่มีผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากปฏิกิริยาการก่อตัว จึงทำให้ทิ้งรอยพิมพ์โดยปราศจากความชื้นได้นานมากกว่า 1 วัน โดยเมื่อเทแบบแล้วยังได้แบบจำลองที่มีความแม่นยำ และยังสามารถเทแบบซ้ำได้ [7,8] อย่างไรก็ตามระยะเวลาก่อนการเทแบบที่นานขึ้นมีผลทำให้เสถียรภาพเชิงมิติของวัสดุพิมพ์แบบซิลิโคนและวัสดุพิมพ์แบบพอลิอีเทอร์ลดลง [28] Henry และ Harnist พบว่าวัสดุพิมพ์แบบพอลิอีเทอร์ให้ความแม่นยำของรอยพิมพ์สูงที่สุด [31] สอดคล้องกับรายงานของ Tolley ซึ่งพบว่าวัสดุพิมพ์แบบพอลิอีเทอร์ มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับวัสดุพิมพ์แบบชนิดยืดหยุ่นในอุดมคติ [32]

Finger และคณะ พบว่าวัสดุพิมพ์แบบพอลิอีเทอร์มีความสามารถในการไหลแผ่แทรกลงไปในร่องเหงือกขนาด 50 และ 100 ไมครอน ได้ดีกว่าวัสดุพิมพ์แบบซิลิโคนชนิดเติม [33] เนื่องจากวัสดุพิมพ์แบบพอลิอีเทอร์มีความหนืดที่เหมาะสมในการต้านแรงจากเหงือก [34] Perry และคณะ ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบคุณสมบัติความชอบน้ำของวัสดุพิมพ์แบบขณะทำงาน [35] ผลการศึกษาสอดคล้องกับของ Balkenhol และคณะ [36] โดยพบว่าวัสดุพิมพ์แบบพอลิอีเทอร์มีคุณสมบัติชอบน้ำ มีมุมสัมผัสต่ำ มีการไหลแผ่ที่เหนือกว่าวัสดุพิมพ์แบบซิลิโคนชนิดเติม ซึ่งทำให้สามารถลอกเลียนรายละเอียดของฟันและเนื้อเยื่อโดยรอบได้ดีจึงนำมาสร้างชิ้นงานเพื่อการบูรณะที่ให้ความแนบที่ดีได้ [35]

วัสดุพิมพ์แบบพอลิอีเทอร์มีเสถียรภาพเชิงมิติได้นานถึง 7 วัน แต่ต้องจัดเก็บในที่แห้ง ความชื้นต่ำ เนื่องจากความชื้นมีผลให้รอยพิมพ์บิดเบี้ยว [8,37,28, 38,39] ข้อด้อยของวัสดุพิมพ์แบบพอลิอีเทอร์คือมีการดูดน้ำ ดังนั้นเมื่อนำรอยพิมพ์ออกมาจากช่องปากจึงต้องล้างทำความสะอาดและทำให้แห้งทันที ควรเทแบบจำลองภายใน 1 ชั่วโมง แต่อย่างไรก็ตามความชื้นที่ไม่เกินร้อยละ 50 ไม่ส่งผลกระทบต่อการขยายตัวของรอยพิมพ์ [40]

ความต้านทานการฉีกขาดของวัสดุพิมพ์แบบนี้ยังมีความขัดแย้งกัน บางรายงานกล่าวว่า วัสดุพิมพ์แบบพอลิอีเทอร์มีความต้านทานการฉีกขาดเทียบเท่ากับวัสดุพิมพ์แบบซิลิโคนแต่น้อยกว่าวัสดุพิมพ์แบบโพลีซัลไฟด์ [38] ในขณะที่บางรายงานกล่าวว่าวัสดุพิมพ์แบบพอลิอีเทอร์มีความต้านทานการฉีกขาดต่ำกว่าวัสดุพิมพ์แบบซิลิโคนชนิดเติม และแนะนำให้หลีกเลี่ยงการใช้ในบริเวณที่มีช่องว่างระหว่างฟันและการพิมพ์ใต้เหงือก [16,30]

วัสดุพิมพ์แบบพอลิอีเทอร์มีมอดุลัสของสภาพยืดหยุ่นสูงกว่าวัสดุพิมพ์แบบโพลีซัลไฟด์ และวัสดุพิมพ์แบบซิลิโคน มีลักษณะแข็งหลังก่อตัว ทำให้ดึงรอยพิมพ์ออกจากช่องปากยาก [38,39] นอกจากนี้ยังเสี่ยงต่อการแตกหักของชิ้นหล่อดายขณะแกะออกจากรอยพิมพ์ [8,17] ดังนั้นวัสดุชนิดนี้จึงไม่ใช่ทางเลือกที่ดีสำหรับฟันที่ยาว ฟันที่มีปัญหาสภาวะโรคปริทันต์หรือบริเวณที่มีส่วนคอด [7,28]

นอกจากนี้ Wee แนะนำให้ใช้วัสดุพิมพ์แบบพอลิอีเทอร์หรือวัสดุพิมพ์แบบซิลิโคนชนิดเติม สำหรับการพิมพ์ในงานรากเทียม แม้ว่ารายงานของ Thongthammachat และคณะ พบว่า วัสดุพิมพ์แบบซิลิโคนชนิดเติมมีคุณสมบัติเหนือกว่าวัสดุพิมพ์แบบพอลิอีเทอร์อย่างมีนัยสำคัญ [41] อย่างไรก็ตามยังคงมีการศึกษาที่กล่าวว่าวัสดุพิมพ์แบบพอลิอีเทอร์มีคุณสมบัติการยืดหยุ่นและให้ความแม่นยำสำหรับงานทันตกรรมรากเทียมที่เหนือกว่าวัสดุพิมพ์แบบซิลิโคนชนิดเติม [5]

บทวิจารณ์

ในกระบวนการบูรณะโดยอ้อมทางทันตกรรมประดิษฐ์และทันตกรรมบูรณะ วัสดุพิมพ์แบบอีลาสโทเมอร์จัดเป็นทางเลือกที่ดี เพราะให้รอยพิมพ์ที่แม่นยำ และเชื่อถือได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งวัสดุพิมพ์แบบซิลิโคนชนิดเติมและวัสดุพิมพ์แบบพอลิอีเทอร์ เนื่องจากวัสดุพิมพ์แบบซิลิโคนชนิดเติมสามารถลอกเลียนรายละเอียดได้ดี และมีการคืนรูปแบบยืดหยุ่นและเสถียรภาพเชิงมิติที่ดีเยี่ยม ส่วนวัสดุพิมพ์แบบพอลิอีเทอร์มีคุณสมบัติชอบน้ำ เหมาะกับการพิมพ์ที่ยากต่อการควบคุมความชื้นได้ แต่ควรหลีกเลี่ยงบริเวณที่มีส่วนคอด รวมถึงระมัดระวังในการจัดเก็บรอยพิมพ์ เนื่องจากเป็นวัสดุที่ดูดความชื้นจากบรรยากาศ ซึ่งจะมีผลต่อการสูญเสียความแม่นยำของรอยพิมพ์

งานวิจัยเกี่ยวกับวัสดุพิมพ์แบบส่วนใหญ่มักมุ่งเน้นถึงการทดสอบ เปรียบเทียบคุณสมบัติของวัสดุพิมพ์แบบซิลิโคนชนิดเติม หรือวัสดุพิมพ์แบบชนิดพอลิอีเทอร์ในด้านต่างๆ ทั้งในด้านความแม่นยำ การคืนรูปแบบยืดหยุ่น เสถียรภาพเชิงมิติ คุณสมบัติความชอบน้ำ คุณสมบัติการไหลแผ่ ความสามารถในการดัดงอความหนืด การผิดรูป และความต้านทานการฉีกขาด เนื่องจากมีคุณสมบัติใกล้เคียงกับลักษณะของวัสดุพิมพ์แบบในอุดมคติ มักถูกนำมาใช้ในงานทันตกรรมประดิษฐ์ติดแน่น แต่ยังไม่พบรายงานการเปรียบเทียบความคุ้มด้านค่าใช้จ่าย ปริมาณการใช้ในแต่ละเทคนิค แต่ละชนิดของวัสดุพิมพ์แบบข้างต้น ซึ่งจัดเป็นอีกหนึ่งคุณสมบัติของวัสดุพิมพ์แบบในอุดมคติที่ควรต้องนำมาพิจารณาด้วยเช่นกัน

บทสรุป

ความสำเร็จในงานทันตกรรมประดิษฐ์เกิดจากหลายปัจจัยร่วมกัน เริ่มต้นจากรอยพิมพ์ที่มีคุณภาพ ซึ่งเกิดจากการพิจารณาเลือกวัสดุพิมพ์แบบที่เหมาะสมเทคนิคและกระบวนการพิมพ์ที่ดี รวมทั้งการจัดเก็บรอยพิมพ์อย่างถูกต้อง เพื่อให้ได้แบบจำลองที่ถูกต้องแม่นยำ นำไปสร้างชิ้นงานที่มีคุณภาพต่อไป ซึ่งในปัจจุบันยังไม่มีวัสดุพิมพ์แบบที่มีลักษณะตรงตามอุดมคติอย่างครบถ้วน จึงต้องอาศัยการพิจารณาเลือกใช้วัสดุพิมพ์แบบที่เหมาะสมต่อการใช้งานทางคลินิกให้สัมพันธ์กับคุณสมบัติของวัสดุพิมพ์แบบ การควบคุมความชื้น รวมถึงการจัดเก็บและการนำรอยพิมพ์ไปเทแบบ ซึ่งล้วนแต่ส่งผลต่อความถูกต้องแม่นยำของรอยพิมพ์และคุณภาพของชิ้นงานทันตกรรมประดิษฐ์ติดแน่นเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อผู้ป่วย

กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทันตแพทย์หญิงดอกเตอร์ นิรดา ธเนศวร คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ที่กรุณาให้คำปรึกษา ข้อเสนอแนะในงานเขียนครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

1. German MJ, Carrick TE, McCabe JF. Surface detail reproduction of elastomeric impression materials related to rheological properties. Dent Mater 2008; 24: 951-956.

2. Hamalian TA, Nasr E, Chidiac JJ. Impression materials in fixed prosthodontics: Influence of choice on clinical procedure. J Prosthodont 2011; 20: 153–160.

3. Millar B. How to make a good impression (crown and bridge). Brit Dent J 2001; 191(7): 402-405.

4. Rosenstiel SF, Land MF, Fujimoto J. Contemporary fixed Prosthodontics. 4th ed. St. Louis: Mosby; 2006. p.431-465.

5. Faria AC, Rodrigues RC, Macedo AP, Mattos MdaG, Ribeiro RF. Accuracy of stone casts obtained by different impression materials. Braz Oral Res 2008; 22(4): 293-298.

6. Wassell RW, Barker D, Walls AWG. Crowns and other extra-coronal restorations: Impression materials and technique. Brit Dent J 2002; 192(12): 679-690.

7. Donovan TE, Chee WW. A review of contemporary impression materials and techniques. Dent Clin N Am 2004; 48: 445-470.

8. Lee EA. Impression material selection in contemporary fixed prosthodontics: technique, rationale, and indications. Compend Contin Educ Dent 2005; 26(11): 780, 782–784, 786–789.

9. Powers JM, Sakaguchi RL. Craig's Restorative Dental Materials 12th ed. St. Louis: Mosby; 2006. p.269-305.

10. Craig RG. Review of dental impression materials. Adv Dent Res 1988; 2(1): 51-64.

11. Lin CC, Ziebert GJ, Donegan SJ, Dhuru VB. Accuracy of impression materials for complete-arch fixed partial dentures. J Prosthet Dent 1988; 59(3): 288-291.

12. Hondrum SO. Tear and energy properties of three rimpression materials. Int J Prosthodont 1994; 7(6): 517-521.

13. O'Brien WJ. Dental materials & their selection. 4th ed. Chicago: Quintessence; 2009.

14. Johnson GH, Craig RG. Accuracy of four types of rubber impression materials compared with time of pour and a repeat pour of models. J Prosthet Dent 1985; 53(4): 484-490.

15. Vitti RP, Sobrinho LC, Sinhoreti MA. Dimensional accuracy of stone casts made by a monophase impression technique using different elastomeric impression materials. Braz J Oral Sci 2011; 10(3): 175-179.

16. Pereira JR, Murata KY, Valle AL, Ghizoni JS, Shiratori FK. Linear dimensional changes in plaster die models using different elastomeric materials. Braz Oral Res 2010; 24: 336-341.

17. Perakis N, Belser UC, Magne P. Final impressions: A review of material properties and description of a current technique. Int J Periodont Restorative Dent 2004; 24(2): 109–117.

18. Helvey GA. Elastomeric impression materials: Factors to consider. Compendium 2011; 32(8): 58-59.

19. Walker MP, Petrie CS, Haj-Ali R, Spencer P, Dumas C, Williams K. Moisture effect on polyether and vinylpolysiloxane dimensional accuracy and detail reproduction. J Prosthodont 2005; 14(3): 158-163.

20. Aimjirakul P, Masuda T, Takahashi H, Miura H. Gingival sulcus simulation model for evaluating the penetration characteristics of elastomeric impression materials. Int J Prosthodont 2003; 16(4): 385-389.

21. Zgura I, Beica T, Mitrofan IL, Mateias CG, Pirvu D, Patrascu I. Assessment of the impression materials by investigation of the hydrophilicity. Dig J Nanomater Bios 2010; 5(3): 749 –755.

22. Johnson GH, Lepe X, Aw TC. The effect of surface moisture on detail reproduction of elastomeric impressions. J Prosthet Dent 2003; 90(4): 354-364.

23. Pratten DH, Craig RG. Wettability of a hydrophilic addition silicone impression material. J Prosthet Dent 1989; 61(2): 197-202.

24. Rupp F, Geis-Gerstorfer RN. Hydrophilicity of unset and set elastomeric impression materials. Int J Prosthodont 2010; 23(6): 552–554.

25. Takahashi H, Finger WJ, Kurokawa R, Furukawa M, Komatsu M. Sulcus depth reproduction with polyvinyl siloxane impression material: effects of hydrophilicity and impression temperature. Quintessence Int 2010; 41(3): e43–e50.

26. Lee EA. Predictable elastomeric impressions in advanced fixed prosthodontics: A comprehensive review. Pract Periodont Aesthet Dent 1999; 11(4): 497-504.

27. Burgess JO. Impression material basics. Inside Dent 2005; 1(1): 30-33.

28. Terry DA, Leinfelder KF, Lee EA, James A. The impression: A blueprint to restorative success. Int Dent SA 2006; 8(5): 12-21.

29. Mandikos MN. Polyvinyl siloxane impression materials: an update on clinical use. Aust Dent J 1998; 43(6): 428-434.

30. Lawson NC, Burgess JO, Litaker M. Tear strength of five elastomeric impression materials at two setting times and two tearing rates. J Esthet Restor Dent 2008; 20(3): 186–194.

31. Henry PJ, Harnist DJR. Dimensional stability and accuracy of rubber impression materials. Aust Dent J 1974; 19: 162-166.

32. Tolley LG, Craig RG. Viscoelastic properties of elastomeric impression materials: Polysulphide, silicone and polyether rubbers. J Oral Rehabil 1978; 5: 121–128.

33. Finger WJ, Kurokawa R, Takahashi H, Komatsu M. Sulcus reproduction with elastomeric impression materials: A new in vitro testing method. Dent Mater 2008; 24(12): 1655–1660.

34. Deeb MS, Waly GH, Habib NE. Evaluation of rheological properties of two elastomeric impression materials during working time. J Am Sci 2011; 7(12): 94-100.

35. Perry RD, Goldberg JA, Benchimol J, Orfanidis J. Applicable research in practice: Understanding the hydrophilic and flow property measurements of impression materials. Compend Contin Educ Dent 2006; 27(10): 582-586.

36. Balkenhol M, Eichhorn M, Wöstmann B. Contact angles of contemporary type 3 impression materials. Int J Prosthodont 2009; 22(4): 396-398.

37. Pitel ML. Successful impression taking. First time. Everytime. 1st ed. Armonk, NY: Heraues Kulzer; 2005. p.10-33.

38. Keyf F. Some properties of elastomeric impression materials used in fixed prosthodontics. J Islamic Acad Sci 1994; 7(1): 44-48.

39. Farah JW, Clark AE, Ainpour PR. Elastomeric impression materials. Oper Dent 1981; 6(1): 15-19.

40. Endo T, Finger WJ. Dimensional accuracy of a new polyether impression material. Quintessence Int 2006; 37(1): 47-51.

41. Thongthammachat S, Moore BK, Barco MT 2nd, Hovijitra S, Brown DT, Andres CJ. Dimensional accuracy of dental casts: influence of tray material, impression material, and time. J Prosthodont 2002; 11(2): 98-108.

ติดต่อบทความ :
ทันตแพทย์หญิง ทศสรวง เศรษฐศิริสมบัติ
ฝ่ายทันตกรรม โรงพยาบาลบ้านหมี่ จังหวัดลพบุรี
139 ถนนประชาอุทิศ ตำบลบ้านหมี่ อำเภอบ้านหมี่
จังหวัดลพบุรี 15110 โทรศัพท์ : 036-472051
จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ dent_nice@yahoo.com

Tossruang Setsirisombut
Banmi Hospital 139 Pracha Uthit Road, Ban Mi, Lop Buri 15110 Tel: 036-472051
E-mail: dent_nice@yahoo.com