

สารยึดฟันเทียม: การไหลแผ่ภายใต้แรงกด

พนารัตน์ ขอดแก้ว

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาทันตกรรมประดิษฐ์
คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

สิริพร รุจิรวนิช

ทันตแพทย์
คลินิกเอกชน

ปิยวัฒน์ พันธุ์โกศล

รองศาสตราจารย์ ภาควิชาทันตกรรมประดิษฐ์
คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ชัยรัตน์ วิวัฒน์วรพันธ์

รองศาสตราจารย์ ภาควิชาทันตกรรมประดิษฐ์
คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ติดต่อเกี่ยวกับบทความ:

รองศาสตราจารย์ ทันตแพทย์ ดร.ปิยวัฒน์ พันธุ์โกศล
ภาควิชาทันตกรรมประดิษฐ์
คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถ.อังรีดูนังต์ ปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330
โทรศัพท์: 02-2188533
โทรสาร: 02-2188534
อีเมล: piyawat.p@hotmail.com

บทคัดย่อ

การไหลแผ่ภายใต้แรงกดเป็นสมบัติสำคัญของสารยึดฟันเทียม สารยึดที่มีการไหลแผ่ดีจะทำให้เกิดเป็นชั้นบาง ๆ ของวัสดุสำหรับยึดฟันเทียมให้ติดอยู่กับเหงือก การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสมบัติการไหลแผ่ของสารยึดฟันเทียมชนิดเจลที่เตรียมขึ้น จำนวน 24 สูตร โดยเปรียบเทียบกับสารยึดฟันเทียมทางการค้าชนิดเพสท์ 2 ผลิตภัณฑ์ (พอลิเดนท์และฟิตติเดนท์) การทดสอบกระทำโดยป้ายสารยึดลงบนแผ่นกระจกตัดแสงปิดทับด้วยแผ่นอะคริลิกใส และกดด้วยน้ำหนัก 1 กิโลกรัม บันทึกภาพการไหลแผ่ของวัสดุจากด้านใต้โดยใช้กล้องดิจิทัล ณ เวลา 30 วินาที 1, 3 และ 5 นาที คำนวณพื้นที่การไหลแผ่ของวัสดุโดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์ภาพ (Image Pro Plus 4.5) วิเคราะห์ข้อมูลด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่ม ($\alpha=0.05$) ผล คือ เจลทุกสูตรที่ศึกษามีการไหลแผ่สูงกว่าพอลิเดนท์อย่างมีนัยสำคัญในทุกช่วงเวลา เมื่อเปรียบเทียบกับฟิตติเดนท์ พบว่าที่เวลา 5 นาทีมีเจลจำนวน 6 สูตร ที่มีพื้นที่การไหลแผ่ไม่แตกต่างกับฟิตติเดนท์ คือ เจลกัมมัทธราคาแคนท์ (GT1, 2 และ 3) เจลคาร์บอพล (CP3 และ 4) และเจลคาร์บอออกซิเมทิลเซลลูโลส (C6) นอกจากนั้นมีเจล 2 สูตรที่มีการไหลแผ่ที่ต่ำกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับฟิตติเดนท์ คือ เจลกัมมัทธราคาแคนท์ (TG4) และเจลคาร์บอพล (CP5) จากการศึกษาจึงสรุปได้ว่าเจลเป็นรูปแบบหนึ่งของกาวยึดฟันเทียมที่น่าสนใจเนื่องจากมีสมบัติการไหลแผ่ที่ดีมาก

บทนำ

สารยึดฟันเทียมเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีมานานเกือบร้อยปี โดยได้รับการพัฒนาและปรับปรุงทั้งรูปแบบและสมบัติของผลิตภัณฑ์ตลอดมาจวบจนปัจจุบัน¹ ด้วยวัตถุประสงค์หลักของการใช้สารยึดฟันเทียม คือ เพื่อส่งเสริมการติดอยู่ของฟันเทียมให้เพียงพอต่อการใช้งานในกรณีที่มีความจำเป็น ดังนั้นการศึกษาลักษณะไม่ว่าจะทำในห้องปฏิบัติการหรือทำในช่องปากมนุษย์จึงมักจะมุ่งเน้นไปที่การทดสอบประสิทธิภาพการยึดติด²⁻⁹ ทั้ง ๆ ที่มีสมบัติอีกมากมายที่มีความสำคัญและจำเป็นต่อการทำหน้าที่เป็นสารช่วยยึดติดที่มีประสิทธิภาพและไม่ก่อให้เกิด ปัญหาต่อผู้ใช้ อาทิเช่น การไหลแผ่ ความหนา การดูดซับน้ำ และการทำความสะอาด เป็นต้น¹⁰ โดยในขณะนี้องค์การระหว่างประเทศว่าด้วยการมาตรฐาน (International Organization for Standardization: ISO) ได้ดำเนินการปรับปรุงมาตรฐานของสารยึดฟันเทียมให้ครอบคลุม การทดสอบสมบัติต่าง ๆ มากขึ้น¹¹

สารยึดฟันเทียมเป็นผลิตภัณฑ์ที่ส่งเสริมการยึดติดโดยอาศัยการเพิ่มความเหนียวในบริเวณเชื่อมต่อระหว่างเนื้อเยื่อเหงือกกับฐานฟันเทียม ผลิตภัณฑ์สารยึดฟันเทียมทั้งรูปแบบผงและเพสท์ที่มีจำหน่ายในท้องตลาดจะดูดซับน้ำและพองตัวอย่างช้า ๆ ทำให้ความหนืดของระบบมีค่าเพิ่มสูงขึ้น โดยจะมีค่าสูงสุดเมื่ออนุภาคของสารพองตัวออกมาจนกระทั่งเกิดการสัมผัสกันระหว่างโมเลกุลได้เป็นชั้นพอลิเมอร์ที่มีความต่อเนื่องและเป็นเนื้อเดียวกันโดยตลอด หลังจากนั้นหากยังมีน้ำแทรกซึมเข้าสู่ระบบเพิ่มขึ้นอีก ความหนืดของระบบจะเริ่มลดต่ำลง¹²

ผลิตภัณฑ์สารยึดฟันเทียมที่มีความหนืดสูงอาจจะเป็นปัญหาต่อการใช้ อาทิเช่น การบิ้อออกจากหลอด การไหลแผ่ของสารยึดขณะกดฟันเทียมให้เข้าที่รวมทั้งขณะบดเคี้ยว การที่สารยึดฟันเทียมสามารถไหลแผ่ได้ตลอดระยะเวลาใช้งานเมื่อได้รับแรงกดจะช่วยให้มีสารยึดในปริมาณที่เหมาะสมอยู่ระหว่างฐานฟันเทียมกับเนื้อเยื่อเหงือก^{10,13} โดยสารยึดจะค่อย ๆ ไหลแผ่ออกจากบริเวณที่มีแรงกดสูงไปสู่บริเวณที่มีแรงกดต่ำและมีสารยึดบางส่วนจะไหลออกมาในบริเวณขอบฟันเทียม ดังนั้นเมื่อใช้ประโยชน์ของสารยึดจะมีการกระจายตัวที่สม่ำเสมอมากยิ่งขึ้นเนื้อเยื่อเหงือกจึงไม่ถูกกดทับจากการมีสารยึดในบางบริเวณที่มากเกินไป¹⁰

ในการใช้สารยึดฟันเทียมชนิดผง เพื่อให้สารยึดกระจายตัวอย่างสม่ำเสมอและเป็นฟิล์มบาง ๆ ควรทำฐานฟันเทียมให้เปียกน้ำก่อนแล้วค่อยโรยผงสารยึดลงไป เขย่าผงสารยึดบางส่วนออก

จึงค่อยนำใส่เข้าปาก^{10,13} การใช้สารยึดฟันเทียมชนิดเพสท์ควรแต้มสารยึดเป็นจุดเล็ก ๆ ให้ทั่วฐานฟันเทียม¹³ หรือใช้อุปกรณ์ช่วยเกลี่ยสารยึดให้กระจายโดยทั่วและบางที่สุดก่อนนำใส่เข้าปาก¹⁰

ผงไม่ได้เป็นเพียงรูปแบบหนึ่งของเภสัชตำรับแต่ยังเป็นสารเริ่มต้นสำหรับการเตรียมเภสัชตำรับรูปแบบอื่นอีกด้วยด้วยผงสารยึดเป็นอนุภาคละเอียดที่ได้มาจากการบด โดยขนาดอนุภาคของผงจะอยู่ในช่วง 0.1-10,000 ไมครอน สมบัติของผงจะสัมพันธ์กับขนาดและพื้นที่ผิวของอนุภาค ผงขนาดเล็กจะมีพื้นผิวสัมผัสมากทำให้สามารถเกิดปฏิกิริยาอย่างรวดเร็วกับสิ่งที่มาสัมผัส¹⁴ โดยสารยึดชนิดผงจะเริ่มไหลแผ่ได้เมื่อสารยึดได้ดูดซับน้ำและพองตัวออกบ้างบางส่วน

เพสท์เป็นยาขี้ผึ้ง (ointment) ชนิดข้นแข็ง ไม่ไหลแผ่ที่อุณหภูมิร่างกายจึงคงอยู่ในบริเวณที่ทำไม่ไหลไปสู่อื่นเพสท์รูปแบบอื่น ๆ โดยทั่วไปจะประกอบด้วยของแข็งประมาณร้อยละ 20¹⁴ แต่สำหรับสารยึดชนิดเพสท์จะมีของแข็งอยู่ในช่วงประมาณร้อยละ 40-60¹

เจลเป็นอีกรูปแบบหนึ่งของเภสัชตำรับที่ใช้สำหรับทาภายนอก มีลักษณะเป็นสารกึ่งแข็ง ประกอบด้วยร่างแหอนุภาคสารอินทรีย์ขนาดเล็กที่แขวนลอยอยู่ในของเหลวหรือน้ำ หรืออาจจะเป็นโมเลกุลสารอินทรีย์ขนาดใหญ่ที่เกี่ยวพันกันและแขวนลอยอยู่ในของเหลวหรือน้ำ โดยของเหลวจะถูกกักไว้ในร่างแหที่เกิดขึ้น เจลจึงมีสมบัติคงความชื้นให้แก่ผิวหนังและให้การหล่อลื่น อย่างไรก็ตาม สมบัติทางกายภาพของเจลจะมีความแตกต่างกันไปตามชนิดและปริมาณสารที่ก่อรูปเป็นร่างแหรวมทั้งความแข็งแรงและจำนวน ของการเชื่อมโยงข้าม^{14,15} เจลมีสมบัติที่ดี คือ สามารถเตรียมให้ความหนืดในช่วงกว้าง มีการไหลแผ่ดี มีการคงตัวดี จึงน่าจะเหมาะสมสำหรับเตรียมเป็นสารยึดฟันเทียม

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสมบัติการไหลแผ่ภายใต้แรงกดของเจลจำนวน 24 สูตร โดยสูตรเจลทั้งหมดนี้เป็นสูตรที่ทดสอบแล้วว่ามีความแข็งแรงยึดติดสูงกว่าหรืออย่างน้อยก็ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับฟิตติเดนท (Fitty dent) หรือพอลิเดนท (Polident)

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

วัสดุ

เจล 24 สูตร ที่ใช้ในการทดสอบเตรียมขึ้นจาก สารก่อเจลจำนวน 7 ชนิด คือ ผงบุกหรือคอนจัก (konjak: K) กัมทรากาแคนท์ (gum tragacanth: GT) กัวกัม (guar gum: GG) คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส (carboxymethyl cellulose: C) ไฮดรอกซีเอทิลเซลลูโลส (hydroxyethyl cellulose: H) ไฮดรอกซีโพรพิลเมทิลเซลลูโลส (hydroxypropyl-

Imethyl cellulose: HP) และคาร์บอพอล (carbopol: CP) โดยผสมสารก่อเจลกับน้ำกลั่นด้วยปริมาณตามแสดงในตารางที่ 1 แล้วนำมาทำให้ปราศจากเชื้อโดยใช้หม้อนึ่งอัตโนมัติ สำหรับคาร์บอพอลได้ปรับสภาพให้เป็นกลางด้วยสารละลายไฮดรอกไซด์ (sodium hydroxide: NaOH) ก่อนการทำให้ปราศจากเชื้อ สำหรับสารยึดฟันเทียมทางการค้าชนิดเพสท์ที่ใช้สำหรับการเปรียบเทียบ คือ ฟิตติเดนท์ (Fittydent international, Australia) และพอลิเดนท์ (Block drug company, Ireland)

ทดสอบการไหลแผ่

การทดสอบการไหลแผ่ใช้วิธีบันทึกภาพพื้นที่การไหลแผ่ของสารยึดเมื่อถูกกดทับด้วยน้ำหนัก 1 กิโลกรัม และใช้โปรแกรมประมวลผลภาพ (Image Pro Plus 4.5) สำหรับคำนวณพื้นที่การไหลแผ่ของสารยึดชุดทดสอบประกอบด้วยโต๊ะกระจกตัดแสงที่ติดแถบแสดงมาตราส่วน (scale bar) และติดตั้งกล้องบันทึกภาพดิจิทัลไว้ด้านใต้ วิธีการทดสอบ คือ วางกระจกตัดแสง (ขนาด 6x6 นิ้ว) ลงบนโต๊ะ จากนั้นฉีดสารยึดปริมาตร 2 มิลลิตร ลงตรงกลางแผ่นกระจก แล้วปิดทับด้วยแผ่นอะคริลิกใส ตามด้วยตุ้มน้ำหนัก 1

ตารางที่ 1 พื้นที่การไหลแผ่ของวัสดุ (ตารางมิลลิเมตร) ณ เวลา 30 วินาที 1, 3 และ 5 นาที

Table 1 The flow area of materials (square millimeter) at 30 seconds, 1, 3 and 5 minutes

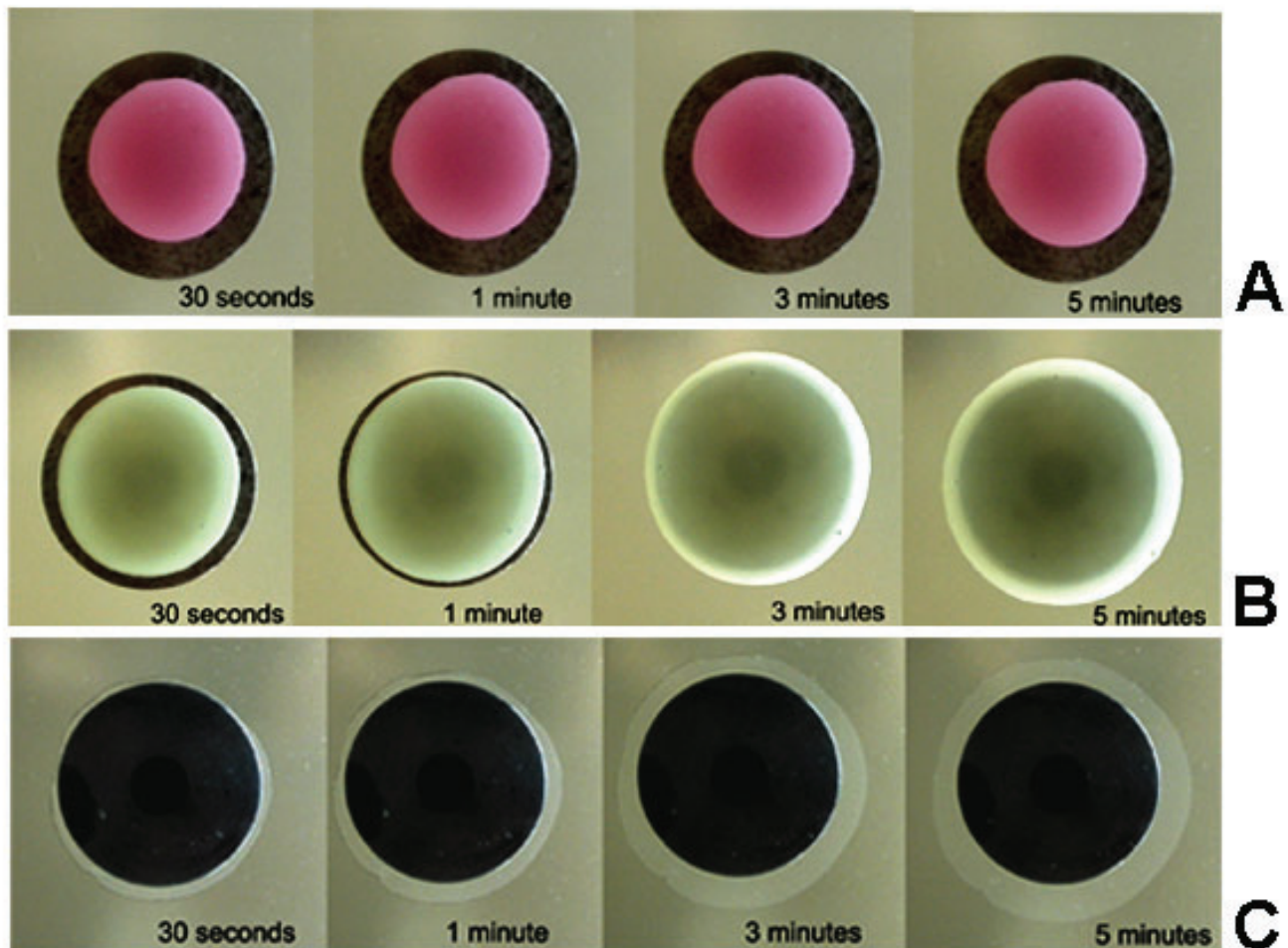
Type	Concentration (g/ml)	30 seconds	1 minute	3 minutes	5 minutes
K1	2.5	4,727±154	5,364±166	6,503±210	7,147±243
K2	3.0	4,046 ±183	4,533±190	5,572±211	6,082±264
H1	3.5	3,821±124	4,269±189	5,065±277	5,770±202
HP3	4.5	3,517±85	4,037±63	5,059±92	5,649±62
H2	4.0	3,736±205	4,085±150	5,004±245	5,600±247
H3	4.5	3,315±81	3,762±150	4,547±145	4,958±151
HP4	5.0	3,125±98	3,547±115	4,398±138	4,904±157
K3	3.5	3,350±163	3,751±182	4,483±194	4,846±169
C1	4.0	3,270±65	3,581±379	4,342±103	4,733±103
K4	4.0	3,153±164	3,548±182	4,166±255	4,445±239
GG3	5.0	3,005±72	3,297±84	3,836±77	4,142±103
H4	5.0	2,760±100	3,118±148	3,736±165	4,096±172
GG4	5.5	3,038±124	3,321±145	3,826±225	4,070±248
C2	4.5	2,875±84	3,187±65	3,684±63	3,961±85
C3	5.0	2,592±120	2,848±123	3,259±129	3,444±121
C4	5.5	2,405±81	2,628±71	3,039±97	3,269±88
C5	6.0	2,246±99	2,442±108	2,821±119 ^b	3,025±111 ^b
GT1	12.0	2,200±68	2,360±166	2,664±102 ^b	2,827±105 ^b
GT2	13.0	2,087±49 ^b	2,239±42 ^b	2,538±84 ^b	2,690±56 ^b
CP3	2.5	2,423±45	2,528±40	2,624±54 ^b	2,678±69 ^b
GT3	14	2,009±55 ^b	2,166±61 ^b	2,450±50 ^b	2,587±45 ^b
CP4	3.5	2,270±49	2,380±76	2,436±58 ^b	2,490±49 ^b
CP5	4.5	2,091±37	2,132±39 ^b	2,178±38 ^a	2,217±42 ^a
GT4	15	1,558±23 ^a	1,659±27 ^a	1,841±30 ^a	1,949±31 ^a
Fitty dent	-	1,877±157	2,140±153	2,687±185	2,813±193
Polident	-	1,439±58	1,471±63	1,496±78	1,511±78

^a Significantly lower than Fitty dent when measure at the same time period ($p < .05$)

^b Not significantly differences from Fitty dent when measure at the same time period ($p > .05$)

กิโลกรัม บันทึกภาพการไหลแผ่ของวัสดุจากด้านใต้ที่เวลา 30 วินาที 1, 3 และ 5 นาที (รูปที่ 1) ทดสอบสูตรละ 10 ตัวอย่าง วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติตามปัจจัยชนิดสารยึด ผน เวลาต่าง ๆ ด้วยการวิ-

เคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (one way analysis of variance: ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มด้วยวิธีเทมเฮน (Tamhane) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($\alpha=0.05$)



รูปที่ 1 การไหลแผ่ของสารยึดฟันเทียมภายใต้น้ำหนัก 1 กิโลกรัม ที่เวลา 30 วินาที 1 นาที 3 นาที และ 5 นาที A) พอลิเดนท B) ฟิตติเดนท C) เจล

Fig. 1 The flow of denture adhesive under 1 kg weight at the 30 seconds, 1 minute, 3 minutes and 5 minutes A) Polident B) Fitty dent C) Gel

ผล

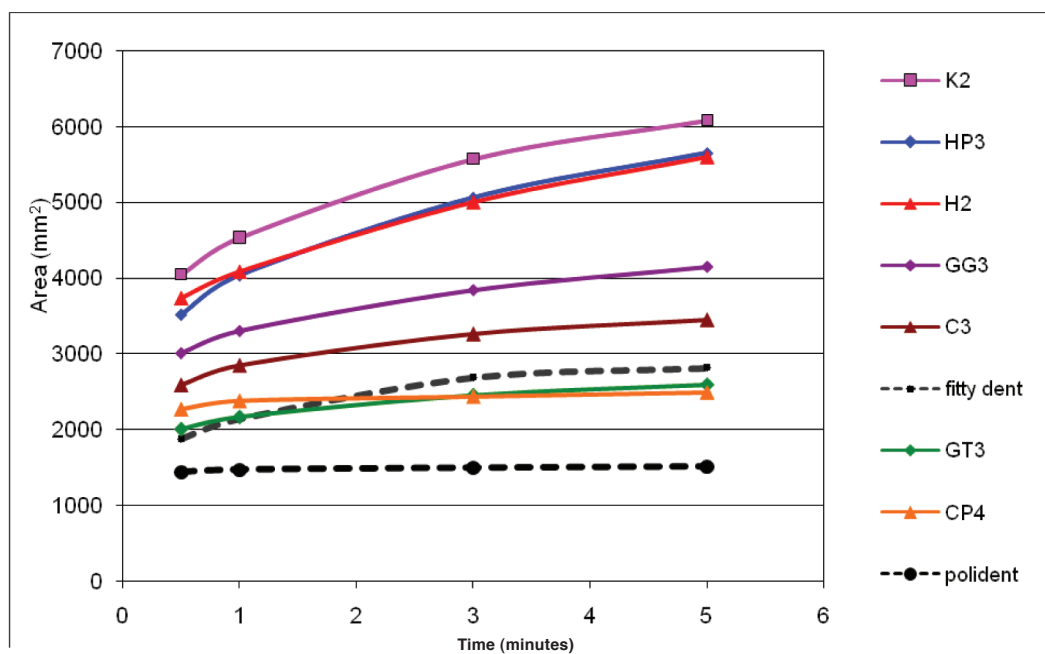
จากการศึกษาพบว่าเจลแต่ละสูตรและสารยึดฟันเทียมทางการค้า (ฟิตติเดนทและพอลิเดนท) มีพื้นที่การไหลแผ่ดังแสดงในตารางที่ 1 และรูปที่ 2 เมื่อพิจารณาที่สารยึดฟันเทียมทางการค้า พบว่าฟิตติเดนทและพอลิเดนท มีรูปแบบการไหลแผ่ที่แตกต่างกัน โดยพอลิเดนทมีพื้นที่การไหลแผ่เปลี่ยนแปลงไม่มากนัก

ตลอดระยะเวลาศึกษา ขณะที่ฟิตติเดนทมีการไหลแผ่ในช่วงจาก 30 วินาที ถึง 3 นาที ค่อนข้างมาก และเมื่อเข้าสู่เวลาที่ 5 การไหลแผ่เพิ่มขึ้นค่อนข้างน้อย เมื่อเปรียบเทียบ ณ จุดเวลาต่าง ๆ พบว่าฟิตติเดนทมีพื้นที่การไหลแผ่สูงกว่าพอลิเดนทอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เมื่อพิจารณาการไหลแผ่ของเจล พบว่าเจลจากสารก่อกำเนิดแต่ละชนิดมีการไหลแผ่ลดลงเมื่อความเข้มข้นของสารก่อกำเนิดเพิ่มขึ้น โดยเจลส่วนใหญ่มีพื้นที่การไหลแผ่ที่เพิ่มสูงขึ้นเรื่อย ๆ ตลอด

ระยะเวลาศึกษา ยกเว้นเจลคาร์บอพลที่มีเปลี่ยนแปลงค่อนข้างน้อย (รูปที่ 2) เมื่อเปรียบเทียบกับพอลิเดนท์ พบว่าเจลทุกสูตรมีพื้นที่การไหลแผ่มากกว่าพอลิเดนท์อย่างมีนัยสำคัญ จากข้อมูลแสดงในตารางที่ 1 จะเห็นได้ว่า ในบรรดาสารก่อเจลทั้ง 7 ชนิด เจลกัมมทรากาแคนท์มีการไหลแผ่ต่ำ โดยพบว่าทุกช่วงเวลาศึกษา GT4 มีพื้นที่การไหลแผ่ที่น้อยกว่าพิตติเดนท์อย่างมีนัยสำคัญ ขณะที่ GT2 และ 3 มีพื้นที่การไหลแผ่ที่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับพิตติเดนท์ สำหรับเจลจากสารก่อเจลชนิดอื่น ๆ นั้นพบว่า

โดยส่วนใหญ่มีพื้นที่การไหลแผ่มากกว่าพิตติเดนท์อย่างมีนัยสำคัญ ยกเว้นเจลคาร์บอพล (CP5) ที่พบว่า ณ เวลา 1 นาที มีพื้นที่การไหลแผ่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับพิตติเดนท์ และหลังจากนั้นพื้นที่การไหลแผ่มีค่าน้อยกว่าพิตติเดนท์อย่างมีนัยสำคัญ สำหรับที่เวลา 3 และ 5 นาทีนั้น ไม่พบว่ามีค่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของพื้นที่ไหลแผ่ระหว่างพิตติเดนท์กับเจลกัมมทรากาแคนท์ (GT1, 2 และ 3) คาร์บอพล (CP3 และ 4) และคาร์บอพลซิมิลิเซลลูโลส (C5)



รูปที่ 2 การไหลแผ่ของสารยึดฟันเทียม

Fig. 2 The flow of denture adhesives

บทวิจารณ์

การไหลแผ่เป็นสมบัติที่มีผลต่อประสิทธิภาพการใช้สารยึดฟันเทียม สารยึดที่มีการไหลแผ่ดีจะกระจายอย่างทั่วถึงและคงเหลือวัสดุในปริมาณที่เหมาะสมอยู่ระหว่างฐานฟันเทียมกับเนื้อเยื่อ สารยึดที่มีการไหลแผ่ไม่ดีจะมีการคั่งของวัสดุอยู่เป็นบริเวณๆ และชั้นของสารยึดมีความหนาซึ่งทำให้มิติแนวดิ่งของการสบฟันเพิ่มสูงขึ้น และอาจทำให้ความสัมพันธ์ของการสบฟันเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม

การศึกษานี้ได้พยายามจำลองสถานการณ์การไหลแผ่ของสารยึดเมื่อถูกกดด้วยน้ำหนัก 1 กิโลกรัม โดยใช้แผ่นกระจกตัดแสงและแผ่นอะคริลิกใสเป็นแบบสำหรับการทดสอบเพื่อให้สามารถติดตามและบันทึกภาพพื้นที่การไหลแผ่ของวัสดุได้ตลอดระยะเวลาศึกษา แต่เนื่องจากเนื้อเยื่อที่รองรับฟันเทียมมีลักษณะเป็นเนื้เป็นแอ่งทั้งยังมีความยืดหยุ่นของส่วนที่เป็นเนื้อเยื่อ ขณะที่แผ่นกระจกและแผ่นอะคริลิกมีพื้นผิวที่เรียบและอยู่ในระนาบเดียว การไหลแผ่ของวัสดุในสถานการณ์การศึกษานี้จึงไม่ได้จำลองสิ่งที่เกิดขึ้นในสภาวะจริง แต่ในประเด็นของการเปรียบเทียบสมบัติการไหลแผ่

ของวัสดุในเบื้องต้นเพื่อการศึกษาแล้ววิธีการนี้เป็นวิธีที่ง่ายสะดวกและรวดเร็ว สำหรับทดสอบและติดตามพฤติกรรมของสารยึดฟันเทียมได้อย่างดี

การไหลแผ่ของสารยึดฟันเทียมควรเกิดได้ดีในช่วงแรกที่ใช้เพื่อให้วัสดุไหลแผ่ออกไปเป็นฟิล์มบาง ๆ และครอบคลุมทั่วพื้นที่เร็วที่สุดเพื่อให้เกิดการยึดเกาะทันทีที่พิดิเดนทเป็นสารยึดฟันเทียมที่มีการไหลแผ่สูงในช่วง 3 นาทีแรก จากนั้นจึงเริ่มน้อยลง ขณะที่พอลิเดนทมีการไหลแผ่ที่ต่ำกว่าและมีค่าคอนข้างคงที่ตลอดระยะเวลาทดสอบ ความแตกต่างนี้น่าจะเนื่องมาจากความหนืดและสมบัติการไหลแผ่ของสูตรโดยสาเหตุที่พิดิเดนทมีการไหลแผ่ที่ดีกว่านั้นเมื่อพิจารณาจากส่วนประกอบ จะเห็นได้ว่าพิดิเดนทมีส่วนประกอบที่ทำหน้าที่เป็นสารยึด คือ ผงโซเดียมคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส (Na-CMC) และสารละลายพอลิไวนิลอะซิเตท PVA_C ขณะที่พอลิเดนทมีผงคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส และผงเกลือโซเดียม-แคลเซียมของพอลิเมอร์รวมเมทิลไวนิลอีเทอร์และกรดมาเลอิก [Poly (methylvinylether/maleic acid) sodium-calcium mixed partial salt] การที่พิดิเดนทมีส่วนประกอบที่ทำหน้าที่ให้การยึดติดอยู่ในรูปสารละลายย่อมทำให้สูตรมีความข้นต่ำซึ่งส่งผลโดยตรงต่อความหนืดและการไหลแผ่

เจลส่วนใหญ่มีการไหลแผ่สูงกว่าเพสท์ เนื่องจากเจลประกอบด้วยร่างแหพอลิเมอร์ที่แขวนลอยอยู่ในน้ำ ขณะที่เพสท์เป็นผงที่กระจายตัวอยู่ในน้ำมันการที่เจลแต่ละชนิดมีการไหลแผ่ที่แตกต่างกันน่าจะเนื่องมาจากความแตกต่างทางโครงสร้างของสารก่อเจลและความแข็งแรงของโครงสร้างเจลที่เกิดขึ้น¹⁵ กัมทราคาแคนท์ คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส และคาร์บอพล เป็นสารก่อเจลที่มีหมู่ฟังก์ชันเป็นกรดคาร์บอกซิลิก¹⁶⁻²⁰ เจลจึงมีโครงสร้างที่แข็งแรงกว่าคอนจังก์ กัวกัม ไฮดรอกซีเอทิลเซลลูโลส และไฮดรอกซีพรอปิลเมทิลเซลลูโลส ที่เป็นสารก่อเจลกลุ่มนอนไอออนิก^{18,21-23} ซึ่งแสดงให้เห็นจากพื้นที่การไหลแผ่น้อยกว่า

คาร์บอพลเป็นสารสังเคราะห์จากกรดพอลิอะคริลิกจึงมีสภาพมีขั้ว (polarity) สูงซึ่งทำให้มีแรงดึงดูดระหว่างสายโซ่ที่สูง โครงสร้างเจลจึงมีความแข็งแรงและแน่นหนามากกว่าชนิดอื่น^{16,24} จึงมีการไหลแผ่ต่ำและมีการเปลี่ยนแปลงพื้นที่การไหลแผ่ตามเวลาค่อนข้างน้อย

ตามปกติแล้วฟันเทียมไม่ได้รับแรงตลอดระยะเวลาที่ใส่ แต่แรงกระทำต่อฟันเทียมจะมีเป็นช่วง ๆ ในขณะเคี้ยวและกลืน โดยวันหนึ่งจะใช้เวลาสำหรับการเคี้ยวอาหารประมาณ 30 นาที²⁵ เพื่อให้สารยึดฟันเทียมคงอยู่ภายใต้ฐานฟันเทียมตลอดช่วงระยะเวลาใช้งานสารยึดฟันเทียมควรมีสมบัติทิกโซโทรปิก (thixotropic) ซึ่งวัสดุที่มีสมบัติทิกโซโทรปิกเมื่อได้รับแรงเค้นเฉือนคงที่เมื่อเวลาผ่านไปจะมีความหนืดที่ลดต่ำลงแต่เมื่อหยุดให้แรงเค้นเฉือนความหนืดของวัสดุจะค่อย ๆ คืบกลับเป็นลำดับ^{19,24} ช่วงที่ฟันเทียมไม่ได้รับแรงจึงเป็นช่วงเวลาพักสำหรับให้ความหนืดกลับคืนมามีค่าใกล้เคียงกับตอนเริ่มต้นเจลที่มีสมบัตินี้ คือ คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส¹⁹ และกัวกัม²²

การไหลแผ่เป็นสมบัติที่ต้องพิจารณาสำหรับการเป็นสารยึดฟันเทียมที่ดีเนื่องจากผู้ใช้ฟันเทียมทั้งปากมักเป็นผู้สูงอายุ ซึ่งแต่ละคนมีเหงือกที่มีคุณภาพแตกต่างกันไปที่เป็นผลจากระยะเวลาการสูญเสียฟัน ประสบการณ์การใช้ฟันเทียมรวมทั้งสุขภาพทางกายและการมีโรคภัยไข้เจ็บ ด้วยความยืดหยุ่นของเนื้อเยื่อเหงือก การถูกกดโดยสารยึดฟันเทียมจึงเกิดขึ้นได้โดยเฉพาะเมื่อใช้สารยึดที่มีความหนืดสูงและมีการไหลแผ่ต่ำ แม้ว่าเหงือกจะสามารถคืนตัวกลับสู่สภาวะปกติได้เมื่อแรงนั้นถูกปลดปล่อยออกไป แต่การคืนตัวของเนื้อเยื่อเหงือกในผู้สูงอายุเกิดได้ช้ากว่าคนในวัยหนุ่มสาว การผิดรูปจากแรงกดจึงคงอยู่นานกว่า²⁶ การเลือกใช้สารยึดจำเป็นอย่างยิ่งจะต้องพิจารณาถึงความแตกต่างนี้ด้วย ประเด็นสำคัญสำหรับเจลคือการที่เจลมีการไหลแผ่ได้ดีจึงอาจจะเหมาะสำหรับผู้ที่กำลังฝึกใช้ฟันเทียมระยะแรก ที่ต้องการให้ฟันเทียมยึดเกาะกับเหงือกในทันทีที่เข้าปาก ต่อเมื่อใช้ไปนานเข้าเจลเริ่มไหลออกนอกฟันเทียมการยึดติดลดลงและช่วยให้ผู้ป่วยสามารถฝึกใช้ฟันเทียมได้มากขึ้น

บทสรุป

ภายใต้ข้อจำกัดของการศึกษานี้สามารถสรุปได้ว่าเจลเป็นรูปแบบหนึ่งที่น่าสนใจสำหรับการผลิตเป็นกาวยึดฟันเทียมเนื่องจากมีสมบัติการไหลแผ่ที่ดีมากเมื่อเปรียบเทียบกับกาวยึดฟันเทียมทางการค้าชนิดเพสท์

เอกสารอ้างอิง

1. toryod.com [homepage on the Internet] หน่วยสร้างสำนึกและพัฒนาประโยชน์จากเอกสารสิทธิบัตรเพื่อการวิจัยและพัฒนา สกว. [up-dated 2008 June 13; cited 2008 June 13]. Available from: <http://www.toryod.com/>.
2. Zhao K, Cheng X, Chao Y, Li Z, Han G. Laboratory evaluation of a new denture adhesive. *Dent Mater* 2004;20:419-24.
3. Psillakis JJ, Wright RF, Grbic JT, Lamster IB. In practice evaluation of denture adhesive using a gnathometer. *J Prosthodont* 2004;13:244-50.
4. Panagiotouni E, Pissiotis A, Kapari D, Kaloyannides A. Retentive ability of various denture adhesive materials: An in vitro study. *J Prosthet Dent* 1995;73:578-85.
5. Ow RKK, Bearn EM. A method of studying the effect of adhesives on denture retention. *J Prosthet Dent* 1983;50:332-7.
6. Skinner EW, Campbell RL, Chung P. A clinical study of the forces required to dislodge maxillary denture base of various designs. *J Am Dent Assoc* 1953;47:671-80.
7. Swartz ML, Norman RD, Phillips RW. A method for measuring retention of denture adherent: an *in vivo* study. *J Prosthet Dent* 1967;17:456-63.
8. Tarbet WJ, Boone M, Schmidt NF. Effect of a denture adhesive on complete denture dislodgement during mastication. *J Prosthet Dent* 1980;44:374-8.
9. Tarbet WJ, Silverman G, Schmidt NF. Maximum incisal biting force in denture wearers as influenced by adequacy of denture-bearing tissues and the use of an adhesive. *J Dent Res* 1981;60:115-9.
10. Kodkeaw P, Pleumsamran N, Thamrongananskul N, Thunyakitpisal P, Phankosol P. Denture adhesive. *J Dent Assoc Thai* 2007;57:161-79.
11. International Organization for standardization. ISO/CD 10873 Dentistry-Denture adhesives. Geneva: ISO/TC 106/SC 7 148; 2007.
12. Ellis B, Al-Nakash S. The composition and rheology of denture adhesives. *J Dent* 1980;8:109-18.
13. Shay K. The retention of complete dentures. In: Zarb G, Bolender C, editors. *Prosthodontic treatment for edentulous patients; Complete dentures and implant-supported prostheses*. 12th ed. St Louis: Mosby; 2004. p. 437-48.
14. Loyd V, Allen J. The art, science, and technology of pharmaceutical compounding. 2 ed. USA: The American Pharmaceutical Association; 2002.
15. Dumitriu S, Vidal PF, Chronet E. Hydrogels based on polysaccharides. In: Dumitriu S, editor. *Polysaccharides in medicinal application*. USA: Marcel Dekker, Inc; 1996. p. 125-241.
16. McGinity JW, Harris MR, Patel K, Davis SS. Carbomer. In: *Handbook of pharmaceutical excipients*. USA: American Pharmaceutical Association and The Pharmaceutical Society of Great Britain; 1983. p. 41-2.
17. กล้านรงค์ ศิริอรุณ และ เกื้อกุล ปิยะจอมขวัญ. เทคโนโลยีของแป้ง. พิมพ์ครั้งที่สาม กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์; 2546
18. นิธิยา รัตนพานนท์. เคมีอาหาร. พิมพ์ครั้งที่หนึ่ง. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์; 2545
19. Sodium carboxymethyl cellulose. [pdf file on the Internet] Hercules, Inc. [cited 2004 Oct 8] Available from: <http://www.herc.com/>.
20. Fairbrother JE, Hollingsbee DA, Weller PJ. Carboxymethylcellulose sodium. In: Wade A, Weller PJ, editors. *Handbook of pharmaceutical excipients*. 2nd ed. Great Britain: Alden Multimedia; 1994. p. 78-81.
21. Hydroxyethylcellulose. [pdf file on the Internet] Hercules, Inc. [cited 2004 Oct 8] Available from: <http://www.herc.com/>.
22. Isbu.ac.uk [homepage on the Internet] Martin Chaplin; London South Bank University. [up-dated 2007 July 17; cited 2007 Nov 8]. Available from: <http://www.isbu.ac.uk/>.
23. Harwood RL, Johnson JL. Hydroxyethyl cellulose. In: Wade A, Weller PJ, editors. *Handbook of pharmaceutical excipients*. 2nd ed. Great Britain: Alden Multimedia; 1994. p. 219-22.
24. Pharmaceutical bulletins. [pdf file on the Internet] Noveon, Inc. [cited 2004 Nov 11] Available from: www.pharma.noveon.com/.
25. Zarb GA. Biomechanics of the edentulous state. In: Zarb GA, Bolender CL, editors. *Prosthodontic treatment for edentulous patients; Complete dentures and implant-supported prostheses*. St Louis: Mosby; 2004. p.10.
26. Zarb GA, Ross Bryant S. Preprosthetic surgery: improving the patient's denture-bearing areas and ridge relations. In: Zarb GA, Bolender CL, editors. *Prosthodontic treatment for edentulous patients; Complete dentures and implant-supported prostheses*. St Louis: Mosby; 2004. p. 100-102.

Original Article

Denture Adhesives: The Flow under Loading

Panarat Kodkeaw

Assistant professor
Department of Prosthodontics
Faculty of Dentistry, Chiang Mai University

Siriporn Rujiravanich

Dentist
Private Clinic

Piyawat Phankosol

Associate professor
Department of Prosthodontics
Faculty of Dentistry,
Chulalongkorn University

Chairat Wiwatwarrapan

Associate professor
Department of Prosthodontics
Faculty of Dentistry,
Chulalongkorn University

Correspondence to:

Associate professor Dr.Piyawat Phankosol
Department of Prosthodontics
Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University
Henry-Dunant Rd., Patumwan
Bangkok 10330
Tel.: 02-2188533
Fax: 02-2188534
E-mail: piyawat.p@hotmail.com

Abstract

Flow under loading is an important property of denture adhesive. The adhesive with good flow should provide a thin layer of material to adhere the denture together with gum. The objective was to study the flow property of 24 formulated gels comparing to 2 commercial denture adhesive pastes (Polident and Fitty dent). The testing was performed by applying the adhesive on the non-reflection glass sheet then covered with clear acrylic plate and compressed with 1 kilogram weight. The picture of the flow was recorded from the underneath using digital camera at 30 seconds, 1, 3 and 5 minutes. The area of material flow was calculated using photo analyzing program (Image Pro Plus 4.5). The data were analyzed using one way analysis of variance (ANOVA) and multiple comparison ($\alpha=0.05$). The result showed that the flow areas of all formulated gels were higher than that of Polident significantly in all period of time. When compared with Fitty dent at 5 minutes, the flow areas of 6 formulated gels were not significantly different from that of Fitty dent; gum tragacanth gel (GT1, 2 and 3) carbopol gel (CP3 and 4) and carboxymethyl cellulose gel (C5). Furthermore, the flow areas of gum tragacanth gel (GT4) and carbopol gel (CP5) were lower than that of Fitty dent significantly. It was concluded that gel was an interesting form of denture adhesive because of its very good flow property.

Key words: denture adhesives; flow; gel