

ความแข็งแรงและการขยายขณะก่อตัวของแบบหล่อปูนปลาสเตอร์ที่เสริมแรงด้วยผงแคลเซียมซัลเฟตไดไฮเดรตจากยิปซัมทางทันตกรรมชนิดที่สี่

ปริญทร ศตเมธ* บุญเลิศ กู้เกียรติตระกูล* จิตติมา ศิเรกสุนทร** ชัยเมศวร์ ชู่น้อย*** ภัทริยาภรณ์ ศรีบุญ**** รัตน์ธญา เวชพิมพ์*****

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ ศึกษาความแข็งแรงและการขยายขณะก่อตัวเมื่อใช้สัดส่วนของปริมาณผงแคลเซียมซัลเฟตไดไฮเดรตของยิปซัมทางทันตกรรมชนิดที่สี่ในยิปซัมทางทันตกรรมชนิดที่สองต่างกัน

วัสดุและวิธีการ เตรียมชิ้นตัวอย่างจากยิปซัมทางทันตกรรมชนิดต่าง ๆ จำนวน 8 กลุ่ม ๆ ละ 24 ชิ้น แบ่งเป็นกลุ่มควบคุม 3 กลุ่ม คือ ยิปซัมทางทันตกรรมชนิดที่สอง สาม และสี่ และกลุ่มทดลอง 5 กลุ่ม คือ ยิปซัมทางทันตกรรมชนิดที่สองที่ผสมผงแคลเซียมซัลเฟตไดไฮเดรตของยิปซัมทางทันตกรรมชนิดที่สี่ขนาด 53-75 ไมโครเมตร ในสัดส่วนร้อยละ 0.5 1.0 1.5 2.0 และ 2.5 นำตัวอย่างมาทดสอบความแข็งแรงและการขยายขณะก่อตัว นำค่าที่ได้จากการวัดมาวิเคราะห์ทางสถิติด้วยการทดสอบของครัสคัล-วอลลิสที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ผลการศึกษา ค่าเฉลี่ยการขยายขณะก่อตัวของกลุ่มทดลองทั้ง 5 กลุ่ม ไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของกลุ่มทดลองมากกว่ายิปซัมทางทันตกรรมชนิดที่สอง แต่น้อยกว่ายิปซัมทางทันตกรรมชนิดที่สามและชนิดที่สี่อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

สรุป การเสริมแรงยิปซัมทางทันตกรรมชนิดที่สองด้วยผงแคลเซียมซัลเฟตไดไฮเดรตของยิปซัมทางทันตกรรมชนิดที่สี่ทำให้มีความแข็งแรงเพิ่มขึ้นและการขยายตัวขณะก่อตัวลดลง และส่วนผสมร้อยละ 1.0 มีผลให้สมบัติของแบบหล่อดีที่สุด

*ภาควิชาทันตกรรมอนุรักษ์ คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา

**ฝ่ายทันตกรรม โรงพยาบาลเคียนซา อ.เคียนซา จ.สุราษฎร์ธานี

***ฝ่ายทันตกรรม โรงพยาบาลธารโต อ.ธารโต จ.ยะลา

****ฝ่ายทันตกรรม โรงพยาบาลปะเหลียน อ.ปะเหลียน จ.ตรัง

*****ฝ่ายทันตกรรม โรงพยาบาลกาญจนดิษฐ์ อ.กาญจนดิษฐ์ จ. สุราษฎร์ธานี

บทนำ

สมาคมทันตแพทย์แห่งสหรัฐอเมริกา (American National Standards/ American Dental Association) ได้ออกข้อกำหนดที่ 25 ว่าด้วยผลิตภัณฑ์ของยิปซัมที่ใช้ในทางทันตกรรม ซึ่งแบ่งยิปซัมทางทันตกรรมเป็น 5 ประเภท ดังนี้ ประเภทที่ 1 พลาสติกพิมพ์แบบ (plaster, impression) ประเภทที่ 2 ปูนพลาสติก (plaster, model) ประเภทที่ 3 พลาสติกหินชนิดที่สาม (dental stone) ประเภทที่ 4 พลาสติกหินความแข็งแรงสูง (dental stone, high strength) และประเภทที่ 5 พลาสติกหินความแข็งแรงสูงและขยายตัวสูง (dental stone, high strength and high expansion) โดยโครงสร้างทางเคมีของยิปซัมที่ก่อตัวแล้วเป็นผลึกแคลเซียมซัลเฟตไดไฮเดรต เกิดจากการทำปฏิกิริยาคายความร้อนระหว่างผงแคลเซียมซัลเฟตเฮมิไฮเดรตกับน้ำ ดังสมการ²

$$\text{CaSO}_4 \cdot 1/2\text{H}_2\text{O} + 3/2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} + \text{พลังงาน}$$

เมื่อผสมผงแคลเซียมซัลเฟตเฮมิไฮเดรตกับน้ำ สารละลายจะอิ่มตัวด้วยแคลเซียมไอออน (calcium ion) กระทั่งถึงจุดอิ่มตัวยิ่งยวด (supersaturation) จากนั้นผลึกแคลเซียมซัลเฟตไดไฮเดรตจะเกิดการก่อตัวและเติบโต โดยผลึกของยิปซัมจะเกิดขึ้นของแคลเซียมไอออนและซัลเฟตไอออน (sulfate ion) ยึดกันด้วยพันธะไอออน (ionic bond) รวมกันเป็นโครทสไลซ์ (growth slice) ซึ่งเป็นตำแหน่งที่เกิดการตกผลึก³ กลสมบัติของยิปซัมที่ก่อตัวแล้วเกิดจากโครงสร้างที่ยืดและอันตรกิริยาระหว่างผลึกซึ่งสามารถเปลี่ยนแปลงได้โดยโครงสร้างโมเลกุลที่แตกต่างจากผลึกของยิปซัม หมู่ทำหน้าที่

(functional group) คุณสมบัติความเป็นกรดตามสัมพรรคภาพการดูดซับ (affinity for adsorption) บนผลึกยิปซัมที่กำลังก่อตัว³

โครงสร้างของยิปซัมทางทันตกรรมชนิดที่สองเป็นบีตา-แคลเซียมซัลเฟตเฮมิไฮเดรต (β -calcium sulfate hemihydrate) ซึ่งอนุภาคมีรูปร่างขรุขระ และมีขนาดไม่แน่นอน ส่วนยิปซัมทางทันตกรรมชนิดที่สามและชนิดที่สี่ มีโครงสร้างเป็นแอลฟา-แคลเซียมซัลเฟตเฮมิไฮเดรต (α -calcium sulfate hemihydrate) ซึ่งอนุภาคมีความละเอียด มีผลึกหน้าสมบูรณ์ (idiomorphic) ที่โปร่งใส (transparent) มีขนาดสม่ำเสมอ และมีขอบผลึกคมชัด⁴ เมื่อนำไปผสมกับน้ำจะได้ยิปซัมทางทันตกรรม (แคลเซียมซัลเฟตไดไฮเดรต) ที่มีกำลังความแข็งแรง (strength) และความแข็งผิว (surface hardness) สูงกว่ายิปซัมทางทันตกรรมชนิดที่สอง รวมทั้งขยายตัวน้อยกว่ายิปซัมทางทันตกรรมชนิดที่สอง เนื่องจากมีรูพรุนน้อย และรวมตัวกันแน่นกว่ายิปซัมทางทันตกรรมชนิดที่สอง แต่เมื่อเปรียบเทียบยิปซัมทางทันตกรรมชนิดที่สามกับชนิดที่สี่แล้วพบว่า ยิปซัมทางทันตกรรมชนิดที่สี่มีอนุภาคละเอียดกว่าชนิดที่สาม เนื่องจากกระบวนการผลิตที่แตกต่างกัน กล่าวคือ ยิปซัมทางทันตกรรมชนิดที่สามผลิตโดยเผาผลึกในเครื่องนึ่งอัดไอน้ำ (autoclave) ซึ่งมีความดันไอร้อนในอุณหภูมิระหว่าง 120-130 องศาเซลเซียส หรือทำให้น้ำในผลึกของยิปซัมเหือดแห้ง (dehydrated) โดยใส่โซเดียมซัคซิเนต (sodium succinate) ไม่เกินร้อยละ 0.5 ในเครื่องนึ่งอัดไอน้ำ ในขณะที่ยิปซัมทางทันตกรรมชนิดที่สี่มีการดัดแปลงคุณสมบัติ โดยนำมาต้มในหม้อที่มี

สารละลายแคลเซียมคลอไรด์ (calcium chloride) ความเข้มข้นร้อยละ 30 อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส ดังนั้นปริมาณน้ำที่ใช้ผสมเพื่อให้ก่อตัวจึงใช้น้อยกว่า และมีกำลังแข็งแรงสูงกว่ายิปซัมทางทันตกรรมชนิดที่สาม ดังนั้นการปรับปรุงคุณสมบัติของยิปซัมทางทันตกรรมชนิดที่สองซึ่งมีราคาถูกกว่าให้มีคุณสมบัติเหมาะสม เช่น ความแข็งแรง ความทนแรงอัด เวลาก่อตัว การขยายขณะก่อตัว การเรียงตัวของผลึก และความพรุน สำหรับใช้ทดแทนยิปซัมทางทันตกรรมชนิดที่สาม โดยใช้วัสดุเหลือใช้จากการทำแบบจำลองฟันของยิปซัมทางทันตกรรมชนิดที่สี่ (แคลเซียมซัลเฟตไดไฮเดรต) มาทำเป็นอนุภาคขนาดเล็ก เพื่อให้สามารถแทรกอยู่ระหว่างโครงสร้างแคลเซียมซัลเฟตไดไฮเดรตของยิปซัมทางทันตกรรมชนิดที่สอง ในขณะที่กำลังก่อตัวเพื่อเสริมคุณสมบัติให้ดีขึ้นเพียงพอสำหรับทดแทนยิปซัมทางทันตกรรมชนิดที่สี่ อาจเป็นทางเลือกหนึ่งในการทดแทนการใช้ยิปซัมทางทันตกรรมชนิดที่สามได้

การศึกษาที่ผ่านมาโดยปริณิทรและคณะ⁶ ซึ่งศึกษาสัดส่วนของปริมาณผงแคลเซียมซัลเฟตไดไฮเดรตของยิปซัมทางทันตกรรมชนิดที่สี่ในยิปซัมทางทันตกรรมชนิดที่สองที่มีผลต่อสมบัติของแบบหล่อพบว่า สัดส่วนผสมร้อยละ 1.5 ของยิปซัมทางทันตกรรมชนิดที่สี่มีผลทำให้แบบหล่อมีความทนแรงอัดสูงขึ้น และเวลาก่อตัวน้อยลงกว่ายิปซัมทางทันตกรรมชนิดที่สอง สาม และสี่ตามสัดส่วนที่เพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตาม นอกเหนือจากความทนแรงอัดและเวลาก่อตัวแล้ว ความแข็งแรงและการขยายขณะก่อตัว เป็นสมบัติอีกสองอย่างที่ต้องศึกษาเมื่อเติมผงแคลเซียม

ซัลเฟตไดไฮเดรตในยิปซัมทางทันตกรรมชนิดที่สอง ดังนั้น การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความแข็งแรงและการขยายขณะก่อตัวเมื่อใช้สัดส่วนของปริมาณผงแคลเซียมซัลเฟตไดไฮเดรตของยิปซัมทางทันตกรรมชนิดที่สี่ในยิปซัมทางทันตกรรมชนิดที่สองต่างกัน

วัสดุและวิธีการ

การเตรียมผงแคลเซียมซัลเฟตไดไฮเดรตของยิปซัมทางทันตกรรมชนิดที่สี่ (ผงไดไฮเดรต)

ผสมยิปซัมทางทันตกรรมชนิดที่สี่ (Vel-Mix crown and bridge die stone type IV, Kerr Corp., Orange, CA, USA) ด้วยอัตราส่วนผงต่อน้ำเท่ากับ 100 กรัมต่อ 20 มิลลิลิตร โดยใช้เครื่องผสมสุญญากาศ (Multivac 4 model Typ M4-11, Degussa, Augberg, Germany) แล้วเทลงบนแผ่นพลาสติกใสแผ่นเป็นแผ่นบาง รอให้ยิปซัมทางทันตกรรมชนิดที่สี่ ก่อตัวเต็มที่เป็นเวลา 24 ชั่วโมง นำมาทุบให้เป็นผงหยาบ แล้วนำมาบดให้เป็นผงละเอียดอีกครั้งด้วยเครื่องบดและผสมสาร (Retsch model MM 301, Retsch GmbH & Co.KG, Haan, Germany) ที่ความเร็วรอบ 20 รอบต่อวินาทีเป็นเวลา 3 นาที นำผงที่ได้กรองผ่านตะแกรงช่องขนาด 75 ไมโครเมตร และ 53 ไมโครเมตร (Retsch, Retsch GmbH & Co.KG, Hann, Germany) ตามลำดับ เลือกเก็บผงที่มีขนาดระหว่าง 53-75 ไมโครเมตร ไว้ในกล่องมีฝาปิดที่บรรจุสารดูดความชื้น

การเตรียมตัวอย่างสำหรับทดสอบ

ตัวอย่างสำหรับทดสอบประกอบด้วย กลุ่มควบคุม 3 กลุ่มและกลุ่มทดลอง 5 กลุ่ม แต่ละกลุ่มเตรียมขึ้น โดยผสมส่วนผงยิปซัมที่มีองค์ประกอบแตกต่างกัน ดังแสดงในตารางที่ 1 การเตรียมตัวอย่างในแต่ละกลุ่ม เริ่มจากนำส่วนผงยิปซัมปริมาณ 100 กรัม มาผสมให้เข้ากันด้วยเครื่องบดและผสมสาร (mixer mill, Retsch model MM 301, Retsch GmbH & Co.KG, Haan, Germany) ที่ความเร็วรอบ 20 รอบต่อวินาทีเป็นเวลา 3 นาที เพื่อควบคุมการกระจายตัวของยิปซัมทางทันตกรรมชนิดที่สี่ จากนั้นเทส่วนผงลงในน้ำปริมาตร 50 มิลลิลิตร (ตามอัตราส่วนผงกับน้ำ

ของยิปซัมทางทันตกรรมชนิดที่สอง) ให้หมดภายในเวลา 10 วินาที จากนั้นปล่อยให้ผงแช่อยู่ในน้ำนาน 20 วินาที¹ เพื่อให้ผงปูนเปียกน้ำโดยทั่วถึง แล้วจึงผสมด้วยเครื่องผสมสุญญากาศความเร็ว 120 รอบต่อวินาทีเป็นเวลา 1 นาที สำหรับยิปซัมทางทันตกรรมชนิดที่สาม [Hydrock Model Stone (Type III), Kerr Corp., Orange, CA, USA] และชนิดที่สี่ผสมด้วยวิธีเดียวกันกับยิปซัมทางทันตกรรมชนิดที่สอง (Siam gypsum Industry, Saraburi, Thailand) โดยใช้อัตราส่วนผงต่อน้ำเท่ากับ 100 กรัมต่อ 30 และ 20 มิลลิลิตร ตามลำดับ จากนั้นนำส่วนผสมที่ได้ไปหล่อแบบเพื่อทดสอบ

ตารางที่ 1 องค์ประกอบของส่วนผงยิปซัมที่ใช้เตรียมตัวอย่าง

Group	Proportion (per cent)			
	Type III dental stone	Type IV dental stone	Plaster	Calcium sulphate dihydrate powder
Plaster	0	0	100	0
Type III dental stone	100	0	0	0
Type IV dental stone	0	100	0	0
0.5% CSDP	0	0	99.5	0.5
1.0% CSDP	0	0	99.0	1.0
1.5% CSDP	0	0	98.5	1.5
2.0% CSDP	0	0	98.0	2.0
2.5% CSDP	0	0	97.5	2.5

CSDP = Calcium sulphate dihydrate powder

การทดสอบการขยายขณะก่อตัว¹

เทส่วนผสมลงในราง (trough) รูปมุมฉาก ที่มีแขนมุมฉากทั้งสองข้างยาว 20 มิลลิเมตร เตรียมตัวอย่างกลุ่มละ 3 ชิ้น⁷ แล้วนำมาทดสอบการขยายตัวของขณะก่อตัวโดยทำเครื่องหมายเพื่อเป็น

จุดอ้างอิง 2 จุดห่างกัน 90 มิลลิเมตร วัดระยะด้วยเครื่องวัดไมโครสโคป (Nikon model MM-400/L, Nikon Instruments Inc., Tokyo, Japan) ณ เวลา 1 นาที ก่อนเวลาก่อตัว วัดซ้ำอีกครั้งที่เวลา 2 ชั่วโมง หลังจากเริ่มผสม บันทึกระยะที่เพิ่มขึ้นและคำนวณเทียบเป็นร้อยละ

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของการขยายขณะก่อตัว (ร้อยละ) และความแข็งผิว (กิโลกรัมต่อตารางมิลลิเมตร) ของกลุ่มตัวอย่าง

Group	Properties	
	Setting expansion (per cent)	Surface hardness (kg/mm ²)
Plaster	1.79 ± 0.89 ^a	13.11 ± 2.76 ^F
Type III dental stone	1.45 ± 0.94 ^b	44.75 ± 8.95 ^B
Type IV dental stone	0.09 ± 0.02 ^c	52.15 ± 4.49 ^A
0.5% CSDP	0.14 ± 0.11 ^c	19.16 ± 4.35 ^E
1.0% CSDP	0.08 ± 0.03 ^c	28.59 ± 4.46 ^C
1.5% CSDP	0.09 ± 0.07 ^c	21.09 ± 2.91 ^D
2.0% CSDP	0.18 ± 0.07 ^c	23.84 ± 6.55 ^D
2.5% CSDP	0.08 ± 0.12 ^c	10.24 ± 5.07 ^G

CSDP = Calcium sulphate dihydrate powder

a-c, A-G Different superscript letters showed statistically significant difference (p < 0.05)

การทดสอบความแข็งผิว¹

นำส่วนผสมที่เตรียมได้เทลงในแบบหล่อซิลิโคนรูปทรงกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 25 มิลลิเมตร สูง 10 มิลลิเมตร กลุ่มตัวอย่างละ 8 ตัวอย่าง⁷ แล้วปิดทับด้วยแผ่นกระจก รองนก่อตัวเต็มที่นาน 24 ชั่วโมง แกะตัวอย่างออกจากแบบหล่อและเก็บไว้ในกล่องบรรจุสารดูดความชื้นที่มีฟาบิคมิคซิลจนกว่าจะทดสอบความแข็งผิว

นำชิ้นตัวอย่างมาทดสอบความแข็งผิวด้วยเครื่องมือทดสอบความแข็งผิว (Buehler model Micromet II, Buehler, Lake Bluff, IL, USA) โดยใช้หัวกดแบบวิกเกอร์ส (Vicker hardness) รูปทรงพีระมิดฐานสี่เหลี่ยมจัตุรัส กดลงบนผิววัสดุด้วยแรงขนาด 0.2 กิโลกรัม (ให้เกิดรอยกดรูปพีระมิดคว่ำด้านเท่า) เป็นเวลา 15 วินาที ทำซ้ำทั้งหมด 4 ตำแหน่ง โดยแต่ละตำแหน่งห่างกัน 4 เท่าของความกว้างรอยกด แล้วจึงคำนวณค่า

ความแข็งแบบวิกเกอร์ส (VHN) และบันทึกค่าที่วัดได้หน่วยเป็นกิโลกรัมต่อตารางมิลลิเมตร

การวิเคราะห์สถิติ

นำค่าที่บันทึกไว้แต่ละกลุ่มและแต่ละการทดสอบ มาคำนวณหาค่าเฉลี่ย (mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) แล้วทดสอบความแตกต่างระหว่างกลุ่มด้วยการทดสอบครัสคัล-วอลลิส (Kruskal-Wallis test) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ผลการศึกษา

การขยายตัวขณะก่อตัว

ตารางที่ 3 แสดงการขยายตัวขณะก่อตัวของยิปซัมทางทันตกรรมชนิดที่สองที่เสริมแรงด้วยผงไดไฮเดรตจากยิปซัมทางทันตกรรมชนิดที่สี่ ร้อยละ 0.5 1.0 1.5 2.0 และ 2.5 จากการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การทดสอบครัสคัล-วอลลิสพบว่า ค่าเฉลี่ยของการขยายตัวขณะก่อตัวของกลุ่มทดลองยิปซัมทางทันตกรรมชนิดที่สองที่เสริมแรงด้วยผงไดไฮเดรตจากยิปซัมทางทันตกรรมชนิดที่สี่ ในอัตราส่วนต่าง ๆ ทั้ง 5 กลุ่มตัวอย่าง มีความแตกต่างกับยิปซัมทางทันตกรรมชนิดที่สองและสามอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) และในกลุ่มทดลองไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

ความแข็งผิว

ความแข็งผิวของแบบหล่อกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองแสดงดังตารางที่ 3 จากการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การทดสอบครัสคัล-

วอลลิสพบว่า ค่าเฉลี่ยของความแข็งผิวกลุ่มทดลองแบบหล่อที่เสริมแรงด้วยผงไดไฮเดรตจากยิปซัมทางทันตกรรมชนิดที่สี่ในอัตราส่วนต่าง ๆ ทั้ง 5 กลุ่มตัวอย่าง มีความแตกต่างกับกลุ่มควบคุม (ยิปซัมทางทันตกรรมชนิดที่สอง สาม และสี่) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) นอกจากนี้ ค่าเฉลี่ยของความแข็งผิวในกลุ่มทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ยกเว้นกลุ่มทดลองแบบหล่อยิปซัมทางทันตกรรมชนิดที่สองที่เสริมแรงด้วยผงไดไฮเดรตจากยิปซัมทางทันตกรรมชนิดที่สี่ ร้อยละ 1.5 และ 2.0 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.089$) โดยแบบหล่อที่เสริมแรงด้วยผงไดไฮเดรตจากพลาสติกหีนชนิดที่สี่ ร้อยละ 1.0 มีความแข็งผิวสูงที่สุด (28.59 ± 4.46 กิโลกรัมต่อตารางมิลลิเมตร)

บทวิจารณ์

การศึกษาความแข็งผิวและการขยายขณะก่อตัวของยิปซัมทางทันตกรรมในการศึกษานี้ อ้างอิงตามข้อกำหนดที่ 25 ของสมาคมทันตแพทย์แห่งสหรัฐอเมริกา¹ ว่าด้วยผลิตภัณฑ์ของยิปซัมที่ใช้ในทางทันตกรรม และจากการศึกษาที่ผ่านมาโดยปริญทรและคณะ⁶ พบว่า สัดส่วนผงแคลเซียมซัลเฟตไดไฮเดรตจากยิปซัมทางทันตกรรมชนิดที่สี่ ร้อยละ 1.5 ให้แบบหล่อที่มีค่าความทนแรงอัดและเวลาก่อตัวที่ดีกว่าสัดส่วนอื่น อย่างไรก็ตาม ความแข็งผิวและการขยายขณะก่อตัว เป็นอีกสองสมบัติที่ควรศึกษาเมื่อใช้งานแบบหล่อ

ผลจากการศึกษานี้พบว่า การขยายขณะก่อตัวของแบบหล่อยิปซัมทางทันตกรรมชนิดที่

สองที่เสริมแรงด้วยผงแคลเซียมซัลเฟตไดไฮเดรตจากยิปซัมทางทันตกรรมชนิดที่สี่ ทั้ง 5 กลุ่มทดลองมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับการขยายขณะก่อตัวของยิปซัมทางทันตกรรมชนิดที่สี่ ($p > 0.05$) และน้อยกว่ายิปซัมทางทันตกรรมชนิดที่สองที่ไม่มีการเสริมแรงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) แสดงให้เห็นผลของการเติมผงแคลเซียมซัลเฟตไดไฮเดรตในยิปซัมทางทันตกรรมชนิดที่สองที่ทำให้การขยายขณะก่อตัวดีขึ้น เหตุผลน่าจะเนื่องจากการขยายขณะก่อตัวเกิดเมื่อมีการเปลี่ยนจากแคลเซียมซัลเฟตฮีโมไฮเดรตเป็นแคลเซียมซัลเฟตไดไฮเดรต⁸ การเติมผงแคลเซียมซัลเฟตไดไฮเดรตจึงเสมือนเพิ่มนิวเคลียสที่ก่อตัวแล้ว และลดจำนวนการเปลี่ยนเป็นแคลเซียมซัลเฟตไดไฮเดรตลง นอกจากนี้ ในส่วนการขยายขณะก่อตัวของยิปซัมทางทันตกรรมชนิดที่สองและสามพบว่า บางตัวอย่างมีค่าที่สูงกว่าการขยายขณะก่อตัวปกติ (ยิปซัมทางทันตกรรมชนิดที่สองมีค่าร้อยละ 0.05-0.3 และยิปซัมทางทันตกรรมชนิดที่สามพลาสติกอร์หินชนิดที่สามมีค่าร้อยละ 0.15-0.2)⁸ ซึ่งอาจเกิดขึ้นจากการขยายตัวเหตุนี้ (hygroscopic expansion) โดยการขยายตัวเพิ่มมากขึ้นกว่าปกติ เนื่องจากการดูดความชื้นในอากาศ โดยปกติการขยายตัวเหตุนี้ของยิปซัมทางทันตกรรมชนิดที่สองมีค่าประมาณร้อยละ 2⁵

ในส่วนของความแข็งแรงแบบหล่อยิปซัมทางทันตกรรมหินชนิดที่สี่มีค่าเฉลี่ยความแข็งแรงสูงที่สุด รองลงมาคือแบบหล่อยิปซัมทางทันตกรรมชนิดที่สาม ส่วนความแข็งแรงของแบบหล่อยิปซัมทางทันตกรรมชนิดที่สองที่เสริมแรงด้วยผง

แคลเซียมซัลเฟตไดไฮเดรตจากยิปซัมทางทันตกรรมชนิดที่สี่ร้อยละ 0.5 1.0 1.5 และ 2.0 มีค่าสูงกว่าความแข็งแรงของยิปซัมทางทันตกรรมชนิดที่สองที่ไม่มีการเสริมแรง เนื่องจากผงแคลเซียมซัลเฟตไดไฮเดรตจากยิปซัมทางทันตกรรมชนิดที่สี่เป็นโครงสร้างผลึกขนาดเล็กที่แทรกระหว่างผลึกของแคลเซียมซัลเฟตฮีโมไฮเดรตขณะกำลังก่อตัว ส่งผลต่อแรงยึดเกาะระหว่างผิวหน้าผลึกแคลเซียมซัลเฟตไดไฮเดรตและโครงสร้างเกี่ยวติด ทำให้ความแข็งแรงเพิ่มขึ้น ในขณะที่ความแข็งแรงแบบหล่อยิปซัมทางทันตกรรมที่เสริมแรงด้วยผงไดไฮเดรตจากยิปซัมทางทันตกรรมชนิดที่สี่ร้อยละ 2.5 น้อยกว่าความแข็งแรงของยิปซัมทางทันตกรรมชนิดที่สอง เนื่องจากปริมาณผงแคลเซียมซัลเฟตไดไฮเดรตที่มากเกินไปจะลดแรงดึงดูดระหว่างผลึกของแคลเซียมซัลเฟตไดไฮเดรตให้น้อยลง³

การเสริมแรงยิปซัมทางทันตกรรมชนิดที่สองด้วยผงไดไฮเดรตจากยิปซัมทางทันตกรรมชนิดที่สี่ตามสัดส่วนที่เลือกใช้ในงานวิจัยนี้พบว่าการเสริมแรงยิปซัมทางทันตกรรมชนิดที่สองด้วยผงไดไฮเดรตจากยิปซัมทางทันตกรรมชนิดที่สี่ร้อยละ 1.0 เป็นสัดส่วนที่เหมาะสมในการปรับปรุงสมบัติของยิปซัมทางทันตกรรมชนิดที่สองทั้งความแข็งแรงและการขยายขณะก่อตัว ซึ่งเมื่อรวมกับผลการศึกษาที่ผ่านมา⁶ สัดส่วนที่เหมาะสมของผงแคลเซียมซัลเฟตไดไฮเดรตจึงควรอยู่ในช่วงร้อยละ 1.0-1.5 เพื่อสามารถนำมาใช้ทำแบบจำลองที่มีสมบัติที่ดีในหลายด้านได้ ซึ่งแนวทางในการนำมาประยุกต์ใช้นั้น เนื่องจากงานวิจัยนี้เป็นการผลิตในปริมาณที่น้อย หากเข้าสู่

กระบวนการผลิตในปริมาณมากทางอุตสาหกรรม อาจทำให้ปัญหานี้หมดไป

ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยต่อไป ยังคงอยู่บนแนวคิดที่จะปรับปรุงสมบัติของยิปซัมทางทันตกรรมชนิดที่สองให้ดีขึ้นด้วยการหาวิธีการอื่น ๆ มาร่วมปรับปรุงสมบัติ เช่น เพิ่มความทนแรงอัดและความแข็งผิวด้วยการดคาร์บอกซิลิก⁴ เพิ่มเวลาก่อตัวด้วยสารบอแรกซ์⁵ ลดการขยายขณะก่อตัวด้วยการเติมโซเดียมคลอไรด์⁶ การลอกเลียนรายละเอียด (detail reproduction) เป็นต้น ซึ่งต้องศึกษาเพิ่มเติมในอนาคต

บทสรุป

การเสริมแรงยิปซัมทางทันตกรรมชนิดที่สองด้วยผงแคลเซียมซัลเฟตไดไฮเดรตจากยิปซัมทางทันตกรรมชนิดที่สี่ร้อยละ 1.0 จะช่วยปรับปรุงสมบัติด้านความแข็งผิวและการขยายขณะก่อตัวของแบบหล่อยิปซัมทางทันตกรรมชนิดที่สองให้มีสมบัติที่ดีที่สุด

คำขอขอบคุณ

การศึกษานี้ได้รับทุนสนับสนุนจากเงินรายได้ คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ขอขอบคุณห้องปฏิบัติการทันตวัสดุศาสตร์ชั้น 5 คณะทันตแพทยศาสตร์ ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ และภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่และเครื่องมืออุปกรณ์สำหรับทดสอบสมบัติของตัวอย่าง และขอขอบคุณบริษัท เอส ดี เอส เคอร์ จำกัด ที่สนับสนุนผลิตภัณฑ์

ยิปซัมทางทันตกรรมชนิดที่สาม [Hydrock Model Stone (Type III)] และยิปซัมทางทันตกรรมชนิดที่สี่ (Vel-Mix crown and bridge die stone type IV)

เอกสารอ้างอิง

1. American National Standard/American Dental Association. Revised ANSI/ADA Specification No.25 for dental gypsum products. Chicago: Illinois. 2000.
2. Mahler DB. Plaster of paris and stone materials. Int Dent J. 1955;5:241-54.
3. Singh NB, Middendorf B. Calcium sulfate hemihydrates hydration leading to gypsum crystallization. Prog Cryst Growth Charact Mater. 2007;53:57-77.
4. Mathieu L, Boistelle R. Improvement of the mechanical properties of set plasters by means of four organic additives inducing faces. J Cryst Growth. 1986;79:169-77.
5. Powers JM, Sakaguchi RL. Craig's restorative dental materials. 12th ed. St. Louis: Mosby, 2006: 136-41.
6. ปรีนทร ศตเมธ, บุญเลิศ กุ้เกียรติตระกูล, จิตติมา คิเรกสุนทร, ชัยเมศวร์ ชุ่นอื้อ, ภัทริยาภรณ์ ศรีบุรุษ, รัตน์ธญา เวชพิมล. สมบัติของแบบหล่อปูนพลาสติกที่เสริมแรงด้วยผงแคลเซียมซัลเฟตไดไฮเดรตจากยิปซัมทางทันตกรรมชนิดที่สี่. ว.ทันต. สงขลา 2557;2:1-8.
7. Azer SS, Kerby RE, Knobloch LA. Effect of mixing methods on the physical properties of dental stones. J Dent. 2008;36:736-44.
8. Ferracane JL. Materials in Dentistry: Principles and applications. 2nd edition. Philadelphia (PA): Lippincott Williams & Wilkins; 2001. pp. 211-2.

ผู้รับผิดชอบบทความ

บุญเลิศ กู้เกียรติตระกูล

ภาควิชาทันตกรรมอนูรักษ์ คณะทันตแพทยศาสตร์

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

อ. หาดใหญ่ จ. สงขลา

90110

Surface hardness and setting expansion of plaster cast reinforced with calcium sulfate dihydrate from type IV gypsum product

Parintorn Satameth* Boonlert Kukiattrakoon** Jittima Direksoonthorn***Chaimes Soonhuae****Phatthariyakorn Sriburoot*****
Rathaya Wetpimon*****

Abstract

Objective: To study the surface hardness and setting expansion of different proportions of calcium sulfate dihydrate ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) from type IV gypsum product as reinforcing fillers on the dental plaster casts.

Materials and methods: Eight groups of specimens ($n=24$) were prepared. Control group were pure type II, type III and type IV gypsum product. Experimental groups included type II gypsum product reinforced with calcium sulfate dihydrate from type IV gypsum product size 53-75 microns by the percent weight of 0.5, 1.0, 1.5, 2.0 and 2.5. These specimens were characterized for their surface hardness and setting expansion. The data were analyzed using Kruskal-Wallis at the significance level of 0.05.

Results: Regardless of the $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ content, the setting expansion was significantly comparable with all controls ($p > 0.05$). The surface hardness, except for the group of 2.5 wt% $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, was significantly higher than that of the plaster but much lower than those of type III and IV dental stone cast.

Conclusion: The addition of $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ powders at a specific mixing ratio improved surface hardness and setting expansion properties of the cast. In case of requiring the cast with rather properties, the 1.0 wt% mix of $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ powders is recommended.

Keywords: calcium sulfate dihydrate, cast, gypsum product, setting expansion, surface hardness

*Department of Conservative Dentistry, Faculty of Dentistry, Prince of Songkla University

**Dental Section, Kiansa Hospital, Suratthani

***Dental Section, Thanto Hospital, Yala

****Dental Section, Palian Hospital, Trang

*****Dental Section, Kanchanadich Hospital, Suratthani