



ขนาดและรูปร่างของฟัน จากการกรอขัดแต่งวัสดุทางทันตกรรมประดิษฐ์

ดวงประทีป วัฒนโกศล¹ ชัชวาล อัยยาดิ² สุวดี เอื้ออรรถโชติ^{3*}

บทความวิจัย

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์: การศึกษานี้เป็นวิจัยเชิงพรรณนาเพื่อศึกษาขนาดและรูปร่างของฟันรวมถึงองค์ประกอบของธาตุที่เกิดจากการกรอขัดแต่งวัสดุทางทันตกรรม
วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ: วัสดุที่ใช้ คือ โลหะโคบอลต์โครเมียม อะคริลิกชนิดบ่มด้วยความร้อนสำหรับทำฐานฟันเทียมและบ่มด้วยตนเองสำหรับทำครอบฟันชั่วคราว เซรามิกชนิดลิเทียมไดซิลิเกตและเซอรโคเนียที่ใช้ทำครอบฟัน นำตัวอย่างวัสดุมาขัดแต่งเพื่อให้เกิดความเรียบ โดยใช้ชุดหัวกรอของวัสดุนั้น ๆ กรอในกล่องใส ภายในกล่องติดตัวกรองเก็บตัวอย่างฝุ่นเฉพาะบุคคล ห่างจากจุดที่กรอขึ้นงานประมาณ 30 เซนติเมตร โดยกรอเรียงลำดับจากหัวกรอที่มีความหยาบไปจนถึงหัวกรอที่มีความละเอียดสูงสุดตามลำดับ แต่ละหัวกรอทำการกรอ 3 ครั้ง ครั้งละ 3 นาที นำแผ่นกรองที่มีฝุ่นติดอยู่จากการกรอแต่ละครั้งไปส่องกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด นำรูปภาพที่ได้มาคำนวณขนาดด้วยโปรแกรม Image J และวิเคราะห์รูปร่าง ใช้อุปกรณ์วิเคราะห์ธาตุเชิงปริมาณ พิจารณาปริมาณและสัดส่วนของธาตุที่เป็นส่วนประกอบ
ผล: อนุภาคของฟันในแต่ละตัวอย่างส่วนใหญ่มีขนาดอยู่ในช่วง 1 ถึง 5 ไมโครเมตร ซึ่งเป็นขนาดที่สามารถเข้าไปถึงบริเวณแขนงซี่งุดได้ ธาตุที่เป็นองค์ประกอบของวัสดุบางชนิดเป็นสาเหตุของโรคทางระบบหายใจ เช่น ฝุ่นจากโลหะโคบอลต์โครเมียมทำให้เกิดโรคนิวโมโคนิโอซิส ฝุ่นจากซิลิกาทำให้เกิดโรคปอดฝุ่นหิน เป็นต้น นอกจากนี้รูปร่างของฟันบางชนิดมีลักษณะแหลมคม เป็นมุม ทำให้เกิดอันตรายต่อดวงตาและเนื้อเยื่อในระบบทางเดินหายใจ
บทสรุป: ขนาด รูปร่าง และองค์ประกอบของฝุ่นละอองทางทันตกรรมสามารถก่อให้เกิดความเสี่ยงต่อระบบทางเดินหายใจได้

คำไรท์: ขนาดอนุภาค/ รูปร่างอนุภาค/ อนุภาคฝุ่น

Received: Jul 04, 2024

Revised: May 07, 2025

Accepted: May 07, 2025

บทนำ

การทำหัตถการด้านทันตกรรมประดิษฐ์ ทำให้เกิดฝุ่นในปริมาณมาก เช่น การกรอแต่งฟันเทียม การกรอแต่งฟัน ครอบฟัน รวมไปถึงกระบวนการต่าง ๆ ในห้องปฏิบัติการ นอกจากนี้วัสดุที่นำมาใช้บางชนิดก็เป็นสาเหตุของโรคทางระบบหายใจได้ เช่น ฝุ่นจากโลหะโคบอลต์โครเมียมและนิเกิล ทำให้เกิดโรคนิวโมโคนิโอซิส ฝุ่นจากซิลิกาที่เป็นส่วนผสมในหัวขัด และเซรามิก ก่อให้เกิดโรคปอดฝุ่นหิน เป็นต้น¹

Brune และคณะในปี ค.ศ.1980 ได้ทำการศึกษาขนาดและการกระจายตัวของอนุภาคต่าง ๆ ได้แก่ ยิปซัม พอร์ซเลน โครเมียม โคบอลต์ นิกเกิล สารจากอะมัลกัม และฐานฟันเทียม ที่เกิดจากกระบวนการกรอขัดแต่งในห้องปฏิบัติการ โดยใช้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง ผลการศึกษาพบว่า ขนาดของอนุภาคส่วนใหญ่มีขนาดเล็กกว่า 5 ไมโครเมตร ซึ่งจากงานประชุมโยฮันเนสเบิร์ก (Johannesburg convention) ได้ระบุว่าอนุภาคที่มีขนาด

¹ นักศึกษาทันตแพทย์ประจำบ้าน สาขาวิชาทันตกรรมประดิษฐ์ คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

² ภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

³ สาขาวิชาทันตกรรมประดิษฐ์ คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

* ผู้ประพันธ์บทความ

เล็กกว่า 5 ไมโครเมตร สามารถเข้าไปในระบบทางเดินหายใจได้และเกิดอันตรายต่อสุขภาพได้¹

จากการสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับการศึกษาขนาดและรูปร่างของฝุ่นละอองทางทันตกรรม พบว่าวัสดุและหัวกรอขัดแต่งที่มีผลต่อการเกิดฝุ่นละอองยังไม่มีหลากหลายและในบางการศึกษาไม่ได้ระบุแน่ชัดเกี่ยวกับประเภทของหัวกรอ จึงนำมาสู่จุดประสงค์ของการศึกษาขนาดและรูปร่างของฝุ่น รวมถึงองค์ประกอบของธาตุที่เกิดจากการกรอขัดแต่งวัสดุทางทันตกรรม เพื่อนำข้อมูลไปใช้ในการป้องกันและแก้ไขปัญหาฝุ่นละอองที่เกิดขึ้น ทั้งในแง่การเลือกอุปกรณ์ในการป้องกัน การพัฒนาองค์ประกอบของวัสดุ เป็นต้น

วัสดุอุปกรณ์และวิธีดำเนินการ

การขึ้นรูปชิ้นงาน (ตารางที่ 1) ดำเนินการตามกระบวนการที่บริษัทแนะนำ โดยแต่ละชิ้นงานมีขนาด กว้าง 10 มิลลิเมตร ยาว 20 มิลลิเมตร และสูง 1.5-2 มิลลิเมตร เก็บชิ้นงานไว้ในตู้ดูดความชื้น (Desiccator NORTHMAN Thailand) ก่อนนำไปศึกษา จากนั้นนำชิ้นงานแต่ละชนิดมากรอขัดแต่งเพื่อให้เกิดความเรียบโดยใช้ชุดหัวกรอของวัสดุนั้น ๆ (ตารางที่ 2) ทำการกรอในกล่องใสขนาด กว้าง 29 เซนติเมตร ยาว 41 เซนติเมตร สูง 23 เซนติเมตร ที่มีรูเปิด 2 รู ภายในกล่องติดตั้งกรอเก็บตัวอย่างฝุ่นเฉพาะบุคคลไว้ที่มุมบนขวา ห่างจากจุดที่กรอชิ้นงานประมาณ 30 เซนติเมตร (รูปที่ 1) ซึ่งเป็นระยะที่ใกล้เคียงกับการกรอขัดวัสดุโดยทั่วไปทั้งในคลินิกและห้องปฏิบัติการ ใช้กระดาษกรองโพลิไวนิลคลอไรด์ โดยกรอเรียงลำดับจากหัวกรอที่มีความหยาบมากไปจนถึงหัวกรอที่มีความละเอียดสูงสุดตามลำดับ แต่ละหัวกรอทำการกรอ 3 ครั้ง ครั้งละ 3 นาที กรอไปในทิศทางเดียวกัน เปลี่ยนกระดาษกรองใหม่ทุกครั้ง ความเร็วรอบของหัวกรอแต่ละชนิดตามคำแนะนำของบริษัท ในการขัดชิ้นงานทำโดยทันตแพทย์เพียงคนเดียว ทุกครั้งที่เปลี่ยนหัวกรอจะมีการทำความสะอาดชิ้นงานด้วยน้ำกลั่น ดูดฝุ่นจากกล่องที่ใช้ในการกรอและเปลี่ยนกระดาษกรอง จำนวนขนาดตัวอย่างของวัสดุแต่ละชนิดแตกต่างกัน ซึ่งมาจากการคำนวณขนาดตัวอย่างภายหลังการทำวิจัยนำร่อง (Pilot study)



รูปที่ 1 การกรอเตรียมฝุ่น

Figure 1 Preparing dust

ตารางที่ 1 ผลิตภัณฑ์และองค์ประกอบของวัสดุที่ใช้ศึกษา

Table 1 Products name and composition of the materials used in this study.

ชื่อทางการค้า	บริษัท และประเทศผู้ผลิต	องค์ประกอบ
Wironium	Bego ,Canada	Cobalt-chrome alloy
Vertex heat curing acrylics	Vertex-Dental, Netherlands	เมทิลเมทาคริเลต (Methyl methacrylate)
Unifast Trad	GC ,U.S.A	เมทิลเมทาคริเลต (Methyl methacrylate)
IPS e.max press	Ivoclar Vivadent, Liechtenstein	ลิเทียมไดซิลิเกต (Conventional lithium disilicate glass ceramics)
Argen Z HT	Argen, U.S.A.	เซอร์โคเนียชนิดความโปร่งแสงสูง (High Translucency Zirconia)

ตารางที่ 2 หัวกรอและความเร็วรอบ (Shofu, Inc., Kyoto, Japan)

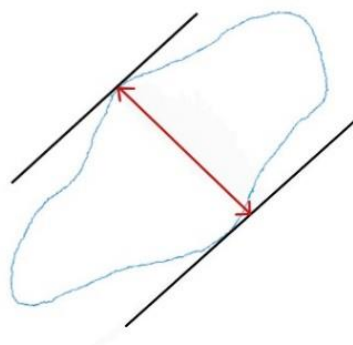
Table 2 Polishing burs and rotational speed (Shofu, Inc., Kyoto, Japan)

วัสดุ	ชนิดหัวกรอ	อัตราการกรอ (รอบ/นาที)
โครงโลหะโคบอลต์โครเมียม	หัวกรอหินสีน้ำตาล (Lab Series Coral)	5,000
	หัวยางซิลิโคนสีน้ำตาล (Brown Silicone point)	5,000
	หัวยางซิลิโคนสีเขียว (Green Silicone point)	5,000
อะคริลิกชนิดบ่มด้วยความร้อนสำหรับทำฐานฟันเทียมและอะคริลิกชนิดบ่มด้วยตนเองสำหรับทำครอบฟันชั่วคราว	หัวกรอคาร์ไบด์ (Lab Carbine HP)	5,000
	หัวยางซิลิโคนสีเทาเข้ม (Acrylic Point Dark Grey)	5,000
	หัวยางซิลิโคนสีน้ำตาล (Acrylic Point Dark Brown)	5,000
	หัวยางซิลิโคนเทาอ่อน (Acrylic Point Light Grey)	5,000
ครอบฟันเซรามิกเทียมไดซิลิกเกต	Dura-green	5,000
	Ceramisté Standard	10,000
	Ceramisté Ultra	10,000
	Ceramisté Ultra II	10,000
ครอบฟันเซอรโคเนีย	Dura-green DIA	30,000
	ZiLMaster Coarse (Green banded shank)	10,000
	ZiLMaster Medium (Blue banded shank)	10,000
	ZiLMaster Fine (Yellow banded shank)	10,000

การคำนวณขนาดและวิเคราะห์รูปร่างของฟัน นำแผ่นกรองที่มีฟันติดอยู่ไปเคลือบทองเพื่อเพิ่มการนำไฟฟ้าเป็นเวลา 3 นาที ส่องดูรูปร่างของฟัน โดยส่องดู 3 ตำแหน่งในแผ่นกรองด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning Electron Microscope Model S-3000N HITACHI Japan) ที่กำลังขยายตั้งแต่ 300-1,500 เท่า อัตราเร่งอนุภาค 5 kV การสร้างภาพทำได้โดยการตรวจวัดอิเล็กตรอนที่สะท้อนจากพื้นผิวหน้าของชิ้นฟันตัวอย่าง ซึ่งภาพที่ได้จากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดนี้จะเป็นภาพลักษณะของ 3 มิติ นำรูปภาพที่ได้มาวิเคราะห์รูปร่างและวัดขนาดด้วยโปรแกรม ImageJ โดยวัดเส้นผ่านศูนย์กลางจากระยะที่สั้นที่สุดของเส้นสัมผัสที่ขนานกัน (Minimal ferret's diameter)^{2,3} (รูปที่ 2) ซึ่งเป็นวิธีวัดเส้นผ่านศูนย์กลางที่นิยมใช้ในการวัดขนาดอนุภาคของฟันที่ส่งผลกระทบต่อระบบทางเดินหายใจ

การวิเคราะห์ธาตุ ใช้อุปกรณ์วิเคราะห์ธาตุเชิงปริมาณ (Energy dispersive X-Ray spectrometer Ultim[®] Max England) เป็นอุปกรณ์เสริมที่ติดตั้งร่วมกับกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด วิเคราะห์ชนิดและปริมาณของธาตุจากพลังงานของรังสีเอกซ์ที่เกิดจากอันตรกิริยาระหว่างอิเล็กตรอนกับสารที่กำลังศึกษา เลือกสุ่ม 3 บริเวณต่อ 1 ชิ้นงานในการวิเคราะห์ เพื่อพิจารณาปริมาณและอัตราส่วนของธาตุที่เป็นส่วนประกอบ

การวิเคราะห์ผลทางสถิติ ข้อมูลเชิงพรรณนา ได้จากการแจกแจงความถี่ของขนาดฟัน แบ่งเป็น 4 ช่วง ดังนี้ ขนาดฟันเล็กกว่า 1 ไมโครเมตร ขนาดฟันในช่วง 1-5 ไมโครเมตร ขนาดฟันในช่วง 5-10 ไมโครเมตร และ ขนาดฟันใหญ่กว่า 10 ไมโครเมตร

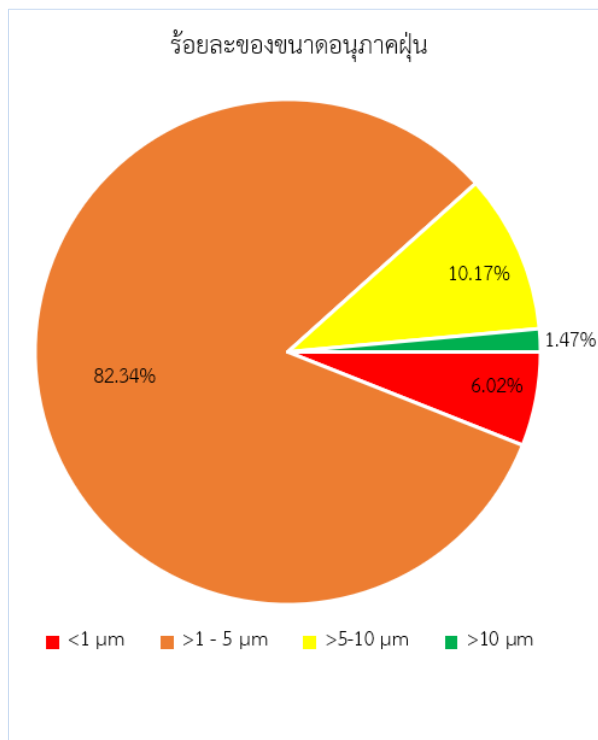


รูปที่ 2 การวัดเส้นผ่านศูนย์กลางจากระยะที่สั้นที่สุดของเส้นสัมผัสที่ขนานกัน

Figure 2 Diameter measurement from the shortest distance of parallel tangent lines.

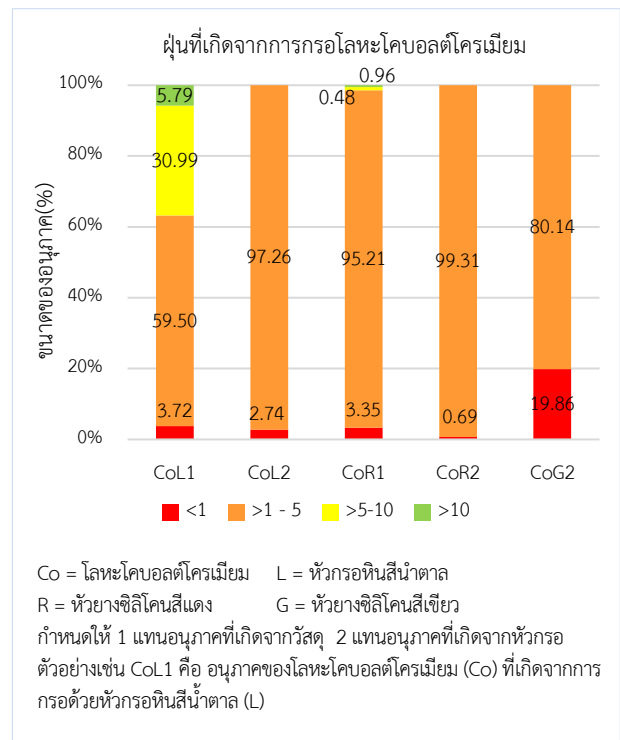
ผล

การหาขนาดอนุภาคของฝุ่นจากวัสดุทางทันตกรรมแต่ละชนิดที่เกิดจากการใช้หัวกรอและหัวขัดที่มีความละเอียดทุกขนาดตามลำดับการใช้งานโดยใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดร่วมกับโปรแกรม Image J พบว่าอนุภาคของฝุ่นในแต่ละตัวอย่างส่วนใหญ่มีขนาดอยู่ในช่วง 1 ถึง 5 ไมโครเมตร รองลงมา คือ ขนาดฝุ่นในช่วง 5 ถึง 10 ไมโครเมตร ขนาดฝุ่นเล็กกว่า 1 ไมโครเมตร และ ขนาดฝุ่นใหญ่กว่า 10 ไมโครเมตร ตามลำดับ (รูปที่ 3) ร้อยละของอนุภาคฝุ่นที่เกิดจากการกรอขัดแต่งวัสดุทางทันตกรรมประดิษฐ์ด้วยหัวกรอแต่ละชนิด (รูปที่ 4-8)

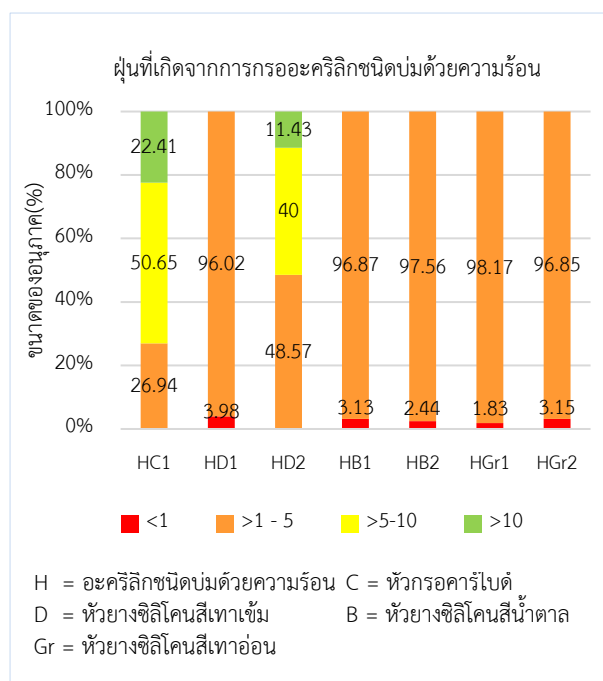


รูปที่ 3 ร้อยละของขนาดอนุภาคฝุ่น
Figure 3 Percentage of dust particle size

พิจารณาธาตุที่เป็นองค์ประกอบหลักในการอ้างอิงฝุ่นที่เกิดจากวัสดุหรือหัวกรอชนิดต่าง ๆ พบว่าธาตุที่สำคัญ ได้แก่ โคบอลต์ โครเมียม คาร์บอน ซิลิกอน เซอร์โคเนียม และ อะลูมิเนียม (ตารางที่ 3) โดยจากการศึกษาอนุภาคของฝุ่นโดยใช้ภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด พบว่ารูปร่างของอนุภาคฝุ่นมีความหลากหลาย ได้แก่ รูปร่างมน (Round) กลม (Spherical) กลมรี (Spheroidal) เกาะกลุ่ม (Aggregated) ไม่สม่ำเสมอ (Irregular) แท่ง แบบไม่สม่ำเสมอ (Irregular rod like) สะเก็ด (Flake) และเชิงมุม (Angular)⁴ (ตารางที่ 4)

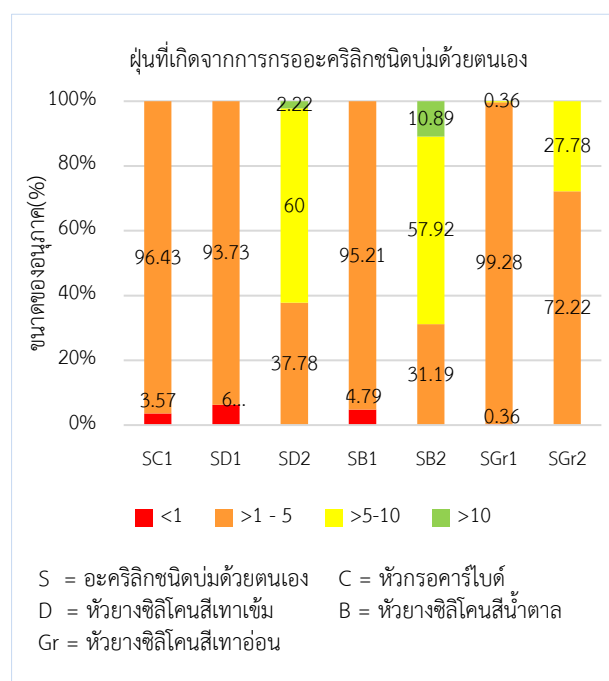


รูปที่ 4 ขนาดอนุภาคของฝุ่นที่เกิดจากการกรอโลหะโคบอลต์โครเมียม
Figure 4 Particle size of dust generated from cobalt-chromium metal grinding.



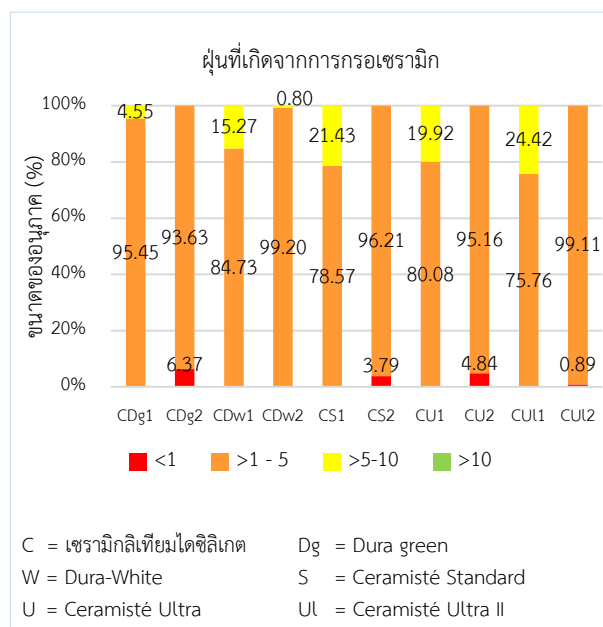
รูปที่ 5 ขนาดอนุภาคของฝุ่นที่เกิดจากการกรออะคริลิกชนิดบ่มด้วยความร้อน

Figure 5 Particle size of dust generated from heat-cured acrylic grinding.



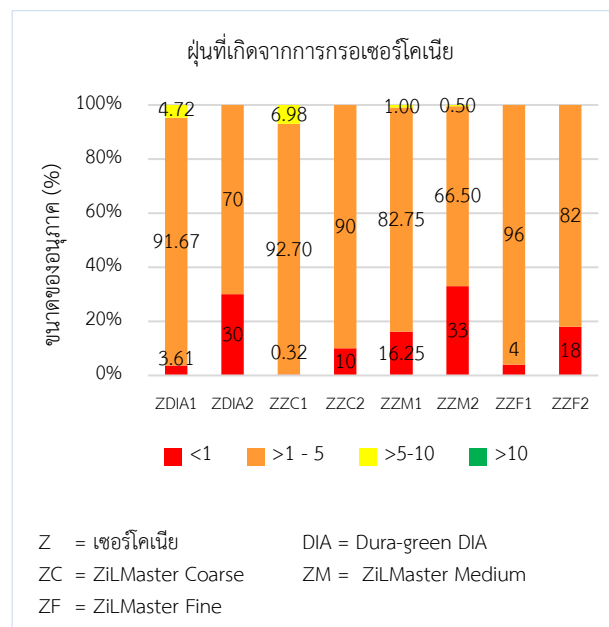
รูปที่ 6 ขนาดอนุภาคของฝุ่นที่เกิดจากการกรออะคริลิกชนิดบ่มด้วยตนเอง

Figure 6 Particle size of dust generated from self-curing acrylic grinding.



รูปที่ 7 ขนาดอนุภาคของฝุ่นที่เกิดจากการกรอเซรามิกลิเทียมไดซิลิเกต

Figure 7 Particle size of dust generated from lithium disilicate grinding.



รูปที่ 8 ขนาดอนุภาคของฝุ่นที่เกิดจากการกรอเซอร์โคเนีย

Figure 8 Particle size of dust generated from zirconia grinding

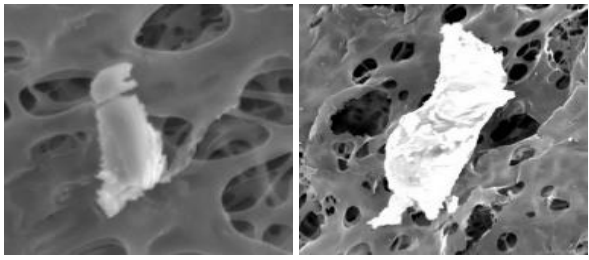
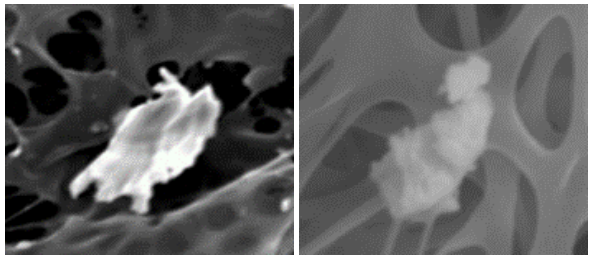
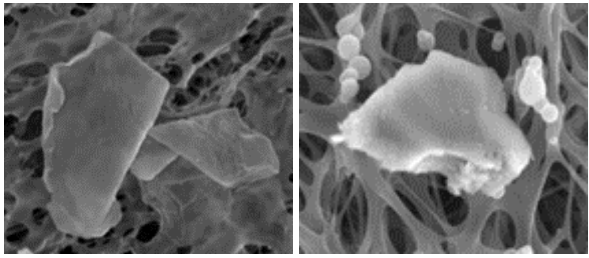
ตารางที่ 3 วัสดุที่เป็นองค์ประกอบหลักของวัสดุทางทันตกรรมประดิษฐ์ที่ใช้ในการศึกษา

Table 3 Primary elements of the prosthetic dental materials used in the study

วัสดุ	ธาตุที่เป็นองค์ประกอบหลัก
โลหะโคบอลต์โครเมียม	โคบอลต์ โครเมียม
อะคริลิกชนิดบ่มด้วยความร้อน	คาร์บอน
อะคริลิกชนิดบ่มด้วยตัวเอง	คาร์บอน
เซรามิกเลียมไดซิลเกต (IPS e.max press)	ซิลิกอน
เซอรโคเนีย (Argen HT)	เซอรโคเนีย
หัวกรอหินสีน้ำตาล หัวยางซิลิโคนสีน้ำตาล หัวยางซิลิโคนสีเขียว	คาร์บอน ซิลิกอน อะลูมิเนียม เหล็ก
หัวกรอคาร์ไบด์	วาเนเดียม โคบอลต์ โครเมียม
หัวยางซิลิโคนสีเทาเข้ม หัวยางซิลิโคนสีน้ำตาล Ceramisté Ultra I / Ceramisté Ultra II	คาร์บอน ซิลิกอน
Dura-green Dura-White Ceramisté Standard Dura-green DIA ZiLMaster Coarse, Medium, Fine หัวยางซิลิโคนสีเทาอ่อน	คาร์บอน ซิลิกอน อะลูมิเนียม

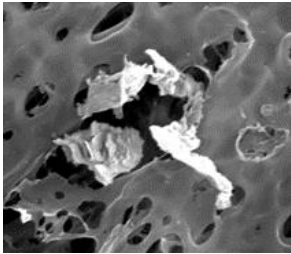
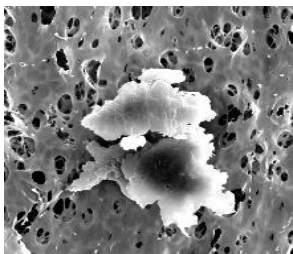
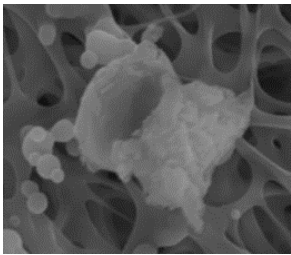
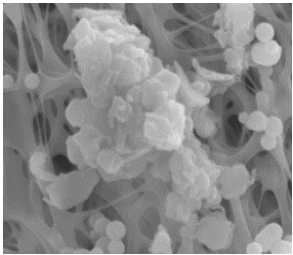
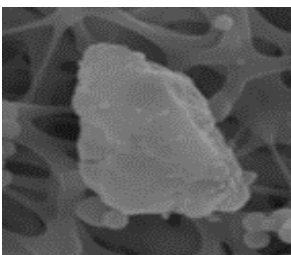
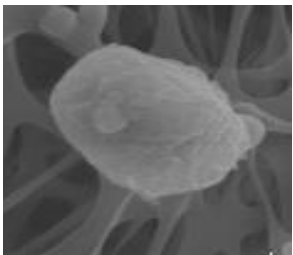
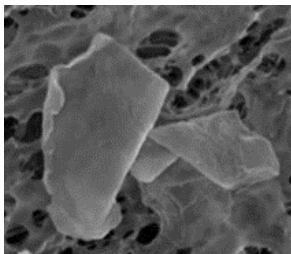
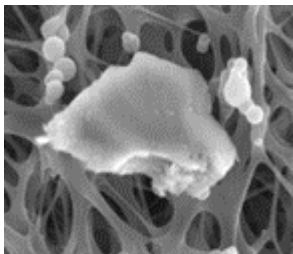
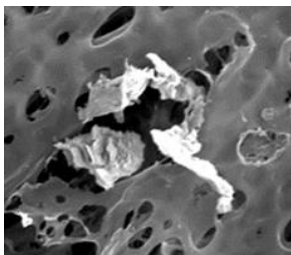
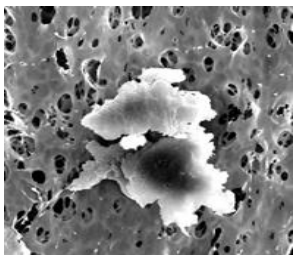
ตารางที่ 4 รูปร่างของฝุ่นจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด

Table 4 Dust shape from scanning electron microscopy (SEM)

ภาพจาก SEM	รูปร่าง	วัสดุ/หัวกรอที่พบ
	แท่งแบบไม่สม่ำเสมอ (Irregular rod like)	- อะคริลิกชนิดบ่มด้วยความร้อน - โลหะโคบอลต์โครเมียม - Lab coral
	ไม่สม่ำเสมอ (Irregular)	พบในทุกวัสดุและหัวกรอ
	เชิงมุม (Angular)	- โลหะโคบอลต์โครเมียม - Lab coral

ตารางที่ 4 รูปร่างของฝุ่นจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (ต่อ)

Table 4 Dust shape from scanning electron microscopy (SEM) (continue)

ภาพจาก SEM		รูปร่าง	วัสดุ/หัวกรอที่พบ
		สะเก็ด (Flake)	- อะคริลิกชนิดบ่มด้วยความร้อน/ตนเอง - ZiLMaster
		เกาะกลุ่ม (Aggregated)	พบในทุกวัสดุและหัวกรอ
		กลม (Spherical) กลมรี (Spheroidal) มน (Round)	- หัวยางซิลิโคนสีแดง/เขียว - Dura-White - Dura-green - ZiLMaster - หัวยางซิลิโคนสีน้ำตาล/ สีเทาเข้ม/ สีเทา
		เชิงมุม (Angular)	- โลหะโคบอลต์ โครเมียม
		สะเก็ด (Flake)	- อะคริลิกชนิดบ่มด้วยความร้อน /ตนเอง

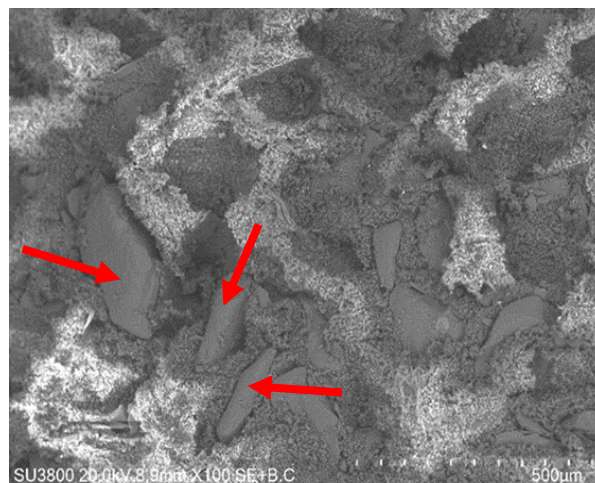
บทวิจารณ์

ในการศึกษานี้อนุภาคของฝุ่นในแต่ละตัวอย่างส่วนใหญ่มีขนาดอยู่ในช่วง 1 ถึง 5 ไมโครเมตร สอดคล้องกับการศึกษาของ Brune และคณะในปี ค.ศ. 1980¹ ที่ทำการศึกษขนาดและการกระจายตัวของอนุภาคต่าง ๆ ได้แก่ ยิปซัม พอร์

ซเลน โครเมียม โคบอลต์ นิกเกิล สารจากอะมัลกัม และฐานฟันเทียม ที่เกิดจากกระบวนการกรอขัดแต่งในห้องปฏิบัติการ โดยใช้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง ผลการศึกษาพบว่าขนาดของอนุภาคส่วนใหญ่มีขนาดเล็กกว่า 5 ไมโครเมตร ซึ่งอนุภาค

ขนาด 1- 5 ไมโครเมตร สามารถเข้าไปถึงบริเวณแขนงซี่งบอด และอนุภาคของฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 1 ไมโครเมตร สามารถเข้าไปถึงบริเวณถุงลมปอด ซึ่งมีผลต่อการแลกเปลี่ยนก๊าซอีกทั้งยังสามารถเข้าไปในเส้นเลือดส่งผลกระทบต่อสุขภาพได้^{5,6} นอกจากนี้ การกรอวัสดุเซอรโคเนียพบฝุ่นที่มีขนาดอนุภาคเล็กกว่า 1 ไมโครเมตร ในทุกหัวกรอและหัวขัดที่ใช้ ดังนั้นการเลือกใช้ อุปกรณ์ป้องกันฝุ่น เช่น หน้ากาก ควรเลือกหน้ากากที่มีประสิทธิภาพในการกรองฝุ่นขนาดเล็กได้ โดยทั่วไปหน้ากากที่นิยมใช้ทางการแพทย์ คือ หน้ากาก N95 และ หน้ากากอนามัยทางการแพทย์ (Surgical mask) ตามมาตรฐานการผลิตตามเกณฑ์ของ National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) ประเทศสหรัฐอเมริกา หน้ากาก N95 ต้องสามารถกรองอนุภาคที่มีขนาด 0.3 ไมโครเมตร ได้อย่างน้อย 95 %⁷ จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าหน้ากากบางยี่ห้อ มีประสิทธิภาพในการกรองฝุ่นได้ต่ำกว่ามาตรฐาน ซึ่งอาจเกิดจากการใส่ไม่แนบกับใบหน้า ทำให้เกิดการรั่วไหลของอากาศได้⁸ ส่วนหน้ากากอนามัยทางการแพทย์ พบว่าสามารถป้องกันฝุ่นที่มีขนาดอนุภาคไม่เกิน 2.5 ไมโครเมตร ได้เพียง 60-70%⁹ ดังนั้นการป้องกันฝุ่นขนาดเล็กโดยใช้ หน้ากาก N95 และ หน้ากากอนามัยทางการแพทย์อาจจะยังไม่เพียงพอ หากมีการกรอขัดแต่งวัสดุควรกรอในกล่องเก็บฝุ่น หรือใช้เครื่องดูดแรงดันสูง (High volume evacuator) เป็นต้น^{10,11} การลดปริมาณฝุ่นสู่ผู้ป่วย ทำได้โดยการล้างชิ้นงานและถุงมือหลังจากการกรอขัดแต่งทุกครั้ง ก่อนจะนำชิ้นงานใส่ในปากของผู้ป่วย¹² นอกจากนี้การออกแบบระบบระบายอากาศในคลินิกทันตกรรม ให้เหมาะสมตามมาตรฐาน เป็นการช่วยลดปริมาณฝุ่น สารเคมี และเชื้อโรคต่าง ๆ ได้ ดังนั้นจึงควรตรวจสอบคุณภาพอากาศในคลินิกทันตกรรมอย่างสม่ำเสมอ นอกจากจะช่วยให้สร้างสิ่งแวดล้อมที่ปลอดภัยในการทำงาน ยังช่วยส่งเสริมความปลอดภัยให้กับผู้ป่วยที่เข้ามารับบริการอีกด้วย⁶

อนุภาคของฝุ่นที่มีขนาดใหญ่กว่า 10 ไมโครเมตร พบได้ในโลหะโคบอลต์โครเมียม และห้วยางซิลิโคนสีเทาเข้ม และสีน้ำตาลที่ใช้ขัดอะคริลิกชนิดบ่มด้วยตนเอง ซึ่งการพบอนุภาคที่มีขนาดมากกว่า 10 ไมโครเมตร ในห้วยางซิลิโคนสีเทาเข้มและสีน้ำตาลที่ใช้ขัดอะคริลิกชนิดบ่มด้วยตนเอง อาจเนื่องมาจากมีการผสมอนุภาคที่มีขนาดใหญ่ลงไปด้วยสังเกตเห็นได้จากภาพกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (รูปที่ 9) ซึ่งระหว่างการกรอขัดอาจทำให้อนุภาคเหล่านี้หลุดออกมาได้



รูปที่ 9 พื้นผิวของห้วยางซิลิโคนสีเทาเข้มจากกล้อง SEM บริเวณที่ลูกศรชี้คืออนุภาคขนาดใหญ่กว่า 100 ไมโครเมตร

Figure 9 The surface of the dark gray silicone rubber bur from the SEM image, where the arrow is pointing, shows a particle larger than 100 micrometers.

ไม่พบอนุภาคของฝุ่นที่เกิดจากโลหะโคบอลต์โครเมียม ที่กรอด้วยห้วยางซิลิโคนสีเขียว หัวกรอคาร์ไบด์ที่กรอกับอะคริลิกชนิดบ่มด้วยความร้อนและบ่มด้วยตนเอง อาจเนื่องมาจากวัสดุหรือหัวกรอมีความแข็งต่างกันมาก เช่น โลหะโคบอลต์โครเมียมมีความแข็งมาก ส่วนห้วยางซิลิโคนสีเขียวมมีความละเอียดในการขัดสูง ทำให้เกิดฝุ่นของโลหะโคบอลต์โครเมียม ปริมาณน้อยหรือเกิดอนุภาคของฝุ่นที่มีขนาดเล็กมากเกินกว่าเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษานี้ตรวจจับไม่ได้

ฝุ่นที่เกิดจากห้วยางซิลิโคนในกลุ่มของอะคริลิกชนิดบ่มด้วยตนเอง มีแนวโน้มที่จะเกิดฝุ่นที่มีอนุภาคใหญ่กว่า 1-5 ไมโครเมตรมากกว่ากลุ่มของอะคริลิกชนิดบ่มด้วยความร้อน อาจเนื่องมาจากการขึ้นรูปอะคริลิกชนิดบ่มด้วยตนเองเกิดรูพรุนที่มากกว่าอะคริลิกชนิดบ่มด้วยความร้อนและความแข็งแรงในแต่ละตำแหน่งไม่สม่ำเสมอ ร่วมกับการที่ห้วยางซิลิโคนมีการผสมอนุภาคผงขัดที่มีขนาดใหญ่ลงไปด้วย เมื่อเกิดการกรอขัดอาจทำให้ห้วยางซิลิโคนมีโอกาสเกิดอนุภาคที่มีขนาดใหญ่กว่า 1-5 ไมโครเมตรได้

ฝุ่นของอะคริลิกที่เกิดจากการกรอด้วยหัวคาร์ไบด์พบว่าฝุ่นที่เกิดจากอะคริลิกชนิดบ่มด้วยตนเองมีขนาดเล็กกว่าฝุ่นที่เกิดจากอะคริลิกชนิดบ่มด้วยความร้อน อาจเนื่องมาจากกระบวนการในการขึ้นรูปอะคริลิกชนิดบ่มด้วยตนเองที่ทำให้เกิดรูพรุน เมื่อกรอด้วยหัวกรอคาร์ไบด์ที่มีความแข็งมาก ก็มีโอกาสมากขึ้นที่จะเกิดอนุภาคขนาดเล็กได้

ขนาดอนุภาคของฝุ่นที่เกิดจากการกรอขัดแต่งขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย ได้แก่ แรงที่ใช้ในการกรอ ความแข็งที่แตกต่างกันระหว่างวัสดุและหัวกรอ ระยะเวลาในการกรอ รวมถึงขนาดอนุภาคที่เป็นส่วนประกอบในวัสดุและหัวกรอที่ต่างกันในแต่ละบริษัท ซึ่งอาจทำให้ผลการศึกษาในแต่ละงานวิจัยมีความแตกต่างกันได้

การกรอแต่งวัสดุทางทันตกรรมในการศึกษานี้ นอกจากจะเกิดฝุ่นที่มีขนาดเล็กแล้ว ธาตุที่เป็นองค์ประกอบของวัสดุที่ศึกษาก็เป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดโรคทางระบบหายใจได้ เช่น ซิลิกอนที่เป็นส่วนประกอบของเซรามิกไทเทเนียมไดออกไซด์และหัวกรอหลายชนิด โคบอลต์โครเมียมที่เป็นส่วนประกอบของโครงโลหะฟันเทียม จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าก่อให้เกิดโรคปอดฝุ่นหินและพังผืดที่ปอด เป็นต้น^{13,14,15} โดยโรคปอดฝุ่นหิน เกิดจากการหายใจเอาฝุ่นของซิลิกอนเข้าไปในปอด ทำให้ปอดอักเสบ เนื้อปอดเสียหาย และเกิดพังผืด เสี่ยงต่อการเป็นวัณโรคได้ Pascual del Pobily Ferré และคณะปี ค.ศ. 2018 ทำการศึกษาประวัตีย้อนหลังในผู้ที่ป่วยเป็นโรคปอดฝุ่นหิน 19 คน พบว่า 13 คน ทำงานเกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์แร่ควอตซ์ ซึ่งมีส่วนประกอบของซิลิกาในปริมาณสูง โดยมีระยะเวลาการทำงานเฉลี่ย 11 ปี¹⁶ Al-Hourani และคณะปี ค.ศ. 2013 ทำการศึกษาปริมาณโคบอลต์โครเมียมในกลุ่มช่างทันตกรรมประเทศจอร์แดน โดยมีเทคนิคการแพทย์เป็นกลุ่มควบคุม ทำการเก็บข้อมูลโดยใช้แบบสอบถามและการเจาะเลือดเพื่อดูปริมาณความเข้มข้นของโคบอลต์โครเมียม จากการศึกษาพบว่าปริมาณความเข้มข้นของโคบอลต์โครเมียมในเลือดของช่างทันตกรรมมีค่ามากกว่าเทคนิคการแพทย์อย่างมีนัยสำคัญ¹⁷ Wang และคณะในปีค.ศ. 2020 พบว่าฝุ่นที่เกิดจากการกรออะคริลิกชนิดบ่มด้วยความร้อน โลหะโคบอลต์โครเมียม และพอร์ซเลน เป็นพิษต่อเซลล์แมคโครฟาจในห้องปฏิบัติการ ซึ่งความเป็นพิษจะเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาที่เซลล์สัมผัสฝุ่นและความเข้มข้นของฝุ่น โดยพอร์ซเลนจะมีความเป็นพิษมากกว่าอะคริลิกชนิดบ่มด้วยความร้อน และโลหะโคบอลต์โครเมียม¹⁸ นอกจากนี้ยังมีโรคที่มีสาเหตุหรือเกี่ยวข้องกับธาตุที่พบในวัสดุและหัวกรอในการศึกษานี้ (ตารางที่ 5) ดังนั้นการพัฒนางานองค์ประกอบของวัสดุและหัวกรอทางทันตกรรมประดิษฐ์ให้มีความปลอดภัยต่อร่างกายเป็นสิ่งที่ควรศึกษาเพิ่มเติม เพื่อช่วยลดอัตราการเกิดโรคที่เกี่ยวข้องเหล่านี้ นอกจากนี้ทันตแพทย์ ช่างทันตกรรม และผู้ช่วยทันตแพทย์ ควรได้รับการตรวจสอบสมรรถภาพปอดและระบบทางเดินหายใจ

รวมถึงตรวจหาสารเคมีที่คาดว่าจะได้รับในปริมาณมากจากการทำงานอย่างสม่ำเสมอ เพื่อลดอัตราการเกิดโรคเรื้อรังซึ่งอาจนำไปสู่การเกิดภาวะแทรกซ้อนต่าง ๆ เป็นต้น

ตารางที่ 5 โรคที่มีสาเหตุหรือเกี่ยวข้องกับธาตุที่พบในวัสดุและหัวกรอในการศึกษานี้^{12,13,14}

Table 5 Diseases caused by or related to elements found in the materials and polishing burs in this study

ธาตุ	โรค
ซิลิกอน	นิวโมโคนิโอซิส ซิลิโคซิส พังผืดที่ปอด
โคบอลต์ โครเมียม	ซิลิโคซิส พังผืดที่ปอด
อะลูมิเนียม	โรคปอดจากอะลูมิเนียม พังผืดที่ปอด
เซอร์โคเนียม	ผลกระทบต่อการแลกเปลี่ยนก๊าซในปอด หากได้รับเป็นระยะเวลานาน หรือได้รับซ้ำ

รูปร่างของฝุ่นจากการศึกษานี้มีรูปร่างที่หลากหลาย ซึ่งฝุ่นที่มีลักษณะเป็นแท่ง หรือมีเหลี่ยมมุมเป็นอันตรายต่อเนื้อเยื่อต่าง ๆ เช่น เนื้อเยื่อปอด เนื่องจากมีความแหลมคม ส่วนฝุ่นที่มีรูปร่างคล้ายเข็มหรือเป็นเส้น ๆ เป็นอันตรายต่อสุขภาพ เนื่องจากสามารถเดินทางต่อไปในทางเดินหายใจของปอดได้ง่าย โดยฝุ่นลักษณะนี้พบได้ใน อะคริลิกชนิดบ่มด้วยความร้อนและตนเอง หัวยางซิลิโคน โลหะโคบอลต์โครเมียม และ หัวกรอหินสีน้ำตาล ดังนั้นการกรอวัสดุและหัวกรอเหล่านี้ควรเพิ่มอุปกรณ์ในการป้องกันดวงตาด้วย เช่น แว่นตา กระจกป้องกันใบหน้า เป็นต้น^{11,12}

บทสรุป

อนุภาคของฝุ่นที่เกิดจากการกรอและขัดแต่งวัสดุทางทันตกรรมประดิษฐ์ ส่วนใหญ่มีขนาดอยู่ในช่วงใหญ่กว่า 1 ถึง 5 ไมโครเมตร ซึ่งประกอบด้วยธาตุที่ก่อให้เกิดโรคที่เกี่ยวข้องกับระบบทางเดินหายใจ และรูปร่างของฝุ่นบางชนิดมีลักษณะแหลมคม เป็นมุม ทำให้เกิดอันตรายต่อดวงตาและเนื้อเยื่อในระบบทางเดินหายใจได้

เอกสารอ้างอิง

1. Brune D, Beltesbrekke H, Strand G. Dust in dental laboratories. Part II: Measurement of particle size distributions. *J Prosthet Dent*. 1980;44(1):82-7.
2. Van Landuyt KL, Yoshihara K, Geebelen B, Peumans M, Godderis L, Hoet P, et al. Should we be concerned about composite (nano-) dust? . *Dent Mater*. 2012;28(11):1162-70.
3. Mazzoli A, Favoni O. Particle size, size distribution and morphological evaluation of airborne dust particles of diverse woods by Scanning Electron Microscopy and image processing program. *Powder Technol*. 2012;225:65–71.
4. Ulusoy U.A review of particle shape effects on material properties for various engineering application: from macro to nanoscale. *Minerals*. 2023;13(1):91.
5. Kim KH, Kabir E, Kabir S. A review on the human health impact of airborne particulate matter. *Int J Environ*. 2015;74:136-43.
6. Ampornaramveth R. Air quality in dental clinic. *JDAT*. 2016;67(1):11-24.
7. Centers for Disease Control and Prevention . DHHS (NIOSH) Publication Number 96-101 Available from:<https://www.cdc.gov/niosh/docs/96-101/appendices.html>
8. Tcharkhtchi A, Abbasnezhad N, Zarbini Seydani M, Zirak N, Farzaneh S, Shirinbayan M. An overview of filtration efficiency through the masks: Mechanisms of the aerosols penetration. *Bioact Mater*. 2021;6(1):106–22.
9. Arunnart M. Efficiency of commercial face masks in PM2.5 Prevention. *Rama Med J*. 2021;44(2):11-7.
10. Alam Binte Z, Kazi ABM Mohiuddin. Micro-characterization of dust and materials of dust origin at a cement industry located in Bangladesh. *Aerosol and Air Quality Research*. 2023;23(1):1-21.
11. Ding J, Li J, Qi J, Fu L. Characterization of dental dust particles and their pathogenicity to respiratory system: a narrative review. *Clin Oral Investig* 2023;27(5):1815–29.
12. Limpuangthip N, Salimee P, Vanichanon P. Attitude and performance in controlling dust particle from dental prosthesis and appliance adjustment: a survey of dentists and dental assistants. *BDJ*. 2024;10(1):26.
13. Organization WH. Hazard prevention and control in the work environment: airborne dust. Geneva: World Health Organization. 1999;50-2
14. Guidelines for monitoring areas at risk from air pollution in the case of small dust particles. Ministry of public Health Bangkok 2014.
15. Seldén A, Sahle W, Johansson L, Sörenson S, Persson B. Three cases of dental technician's pneumoconiosis related to cobalt-chromium-molybdenum dust exposure. *Chest*. 1996;109(3): 837-42.
16. Pascual del Pobil y Ferré M, García Sevilla R, García Rodenas M, Barroso Medel E, Flores Reos E. Silicosis: A former occupational disease with new occupational exposure scenarios. *Rev Clin Esp*. 2019;219(1):26-296
17. Al-Hourani Z. Chromium and cobalt levels among dental technicians in the Northern Jordan. *Eur Sci J*. 2013;9(21)
18. Wang W, Li T, L Xue. Cytotoxic effects of dental prosthesis grinding dust on RAW264.7 cells *Sci Rep*. 2020;10(1):14364.

ผู้ประพันธ์บทความ

สุวดี เอื้อรัญโชติ
สาขาวิชาทันตกรรมประดิษฐ์
คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
จังหวัดขอนแก่น 40002
โทรศัพท์ : 081 729 2552
จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ : asuwadee@kku.ac.th



Size and Morphology of Dust Particles from the Grinding and Polishing of Prosthodontic Materials

Duangprateep Wattanakosol ¹ Chatchaval Aiyathiti ² Suwadee Aerarunchot ^{3,*}

Research Article

Abstract

Objective: This study is an observational research aimed to investigating the size and shape of the dust particles.

Materials and Methods: The material used is a cobalt chromium metal alloy, heat-cured acrylic for denture bases and self-cured acrylic for temporary crowns, lithium disilicate ceramic and zirconia used for making crowns. Samples of the materials are polished to achieve smoothness, using a set of dental burs of each material. Polishing in transparent box with contained a personal dust collection filter located approximately 30 centimeters away from the grinding point. The grinding arranged in order from the most coarse to the finest dental burs. Each grinding bur performs grinding three times, with each session lasting 3 minutes. The filter paper that has accumulated dust from each grinding process is to be examined under a scanning electron microscope (SEM). The images obtained are processed their size using the ImageJ software. Quantitative elemental analysis equipment was used to determine the quantity and proportion of elements.

Results: The study finds that the majority of dust particles in each sample were within the size range of 1 to 5 micrometers, which is small enough to reach the bronchioles in the lungs. Some of the elements found in certain materials, such as cobalt and chromium from metal dust, are associated with respiratory diseases like pneumoconiosis. Additionally, dust particles from silica are known to cause silicosis. Furthermore, some dust particles had sharp or angular shapes can cause damage to the eyes and tissues in the respiratory system.

Conclusion: The size, shape and composition of the dust particles can cause risks to the respiratory system.

Keywords: Particle size/ Particle shape/ Dust particle

Corresponding Author

Suwadee Aerarunchot

Department of Prosthodontics,

Faculty of Dentistry, Khon Kaen University.

Khon Kaen, 40002.

Tel. : +66 81 729 2552

Email : asuwadee@kku.ac.th

¹ Residency Training, Department of Prosthodontics, Faculty of Dentistry, Khon Kaen University.

² Department of Environmental Engineering, Faculty of Engineering, Khon Kaen University.

³ Department of Prosthodontics, Faculty of Dentistry, Khon Kaen University.

* Corresponding Author