

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

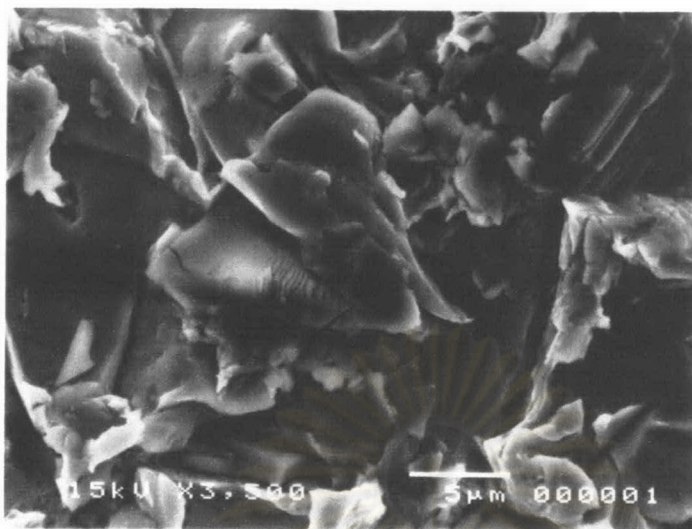
4.1 ลักษณะพื้นผิวของไทเทเนียมอัลลอยด์

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาอิทธิพลของพื้นผิวของไทเทเนียมอัลลอยด์ที่มีการเตรียมพื้นผิวแตกต่างกันต่อรูปร่าง (Morphology) พฤติกรรมของการยึดเกาะ (attachment) และการแพร่กระจาย (Spreading) ของเซลล์ไลน์กระดูกชนิด SaOs2 บนพื้นผิวของไทเทเนียมอัลลอยด์ที่มีการเตรียมพื้นผิวแตกต่างกันเป็น 4 แบบ คือ

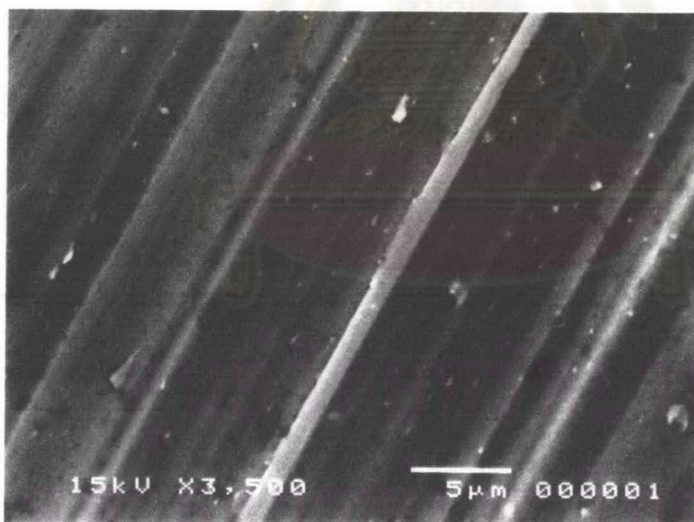
1. พื้นผิวไทเทเนียมอัลลอยด์ชนิด sandblast (SB)
2. พื้นผิวไทเทเนียมอัลลอยด์ชนิดขัดด้วยกระดาษ silicon carbide เบอร์ 120 (S 120)
3. พื้นผิวไทเทเนียมอัลลอยด์ชนิดขัดด้วยกระดาษ silicon carbide เบอร์ 400 (S 400)
4. พื้นผิวไทเทเนียมอัลลอยด์ชนิดขัดด้วยกระดาษ silicon carbide เบอร์ 1200 (S 1200)

ลักษณะพื้นผิวของไทเทเนียมอัลลอยด์ทั้ง 4 แบบ แสดงด้วยภาพถ่าย SEM ดังรูปที่

14 ถึง 17

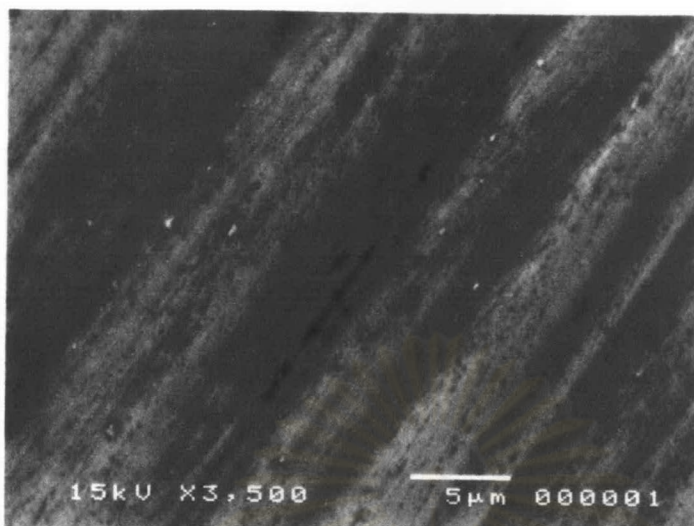


รูปที่ 14 ภาพถ่าย SEM แสดงพื้นผิวของไทเทเนียมอัลลอยด์ชนิด sandblast

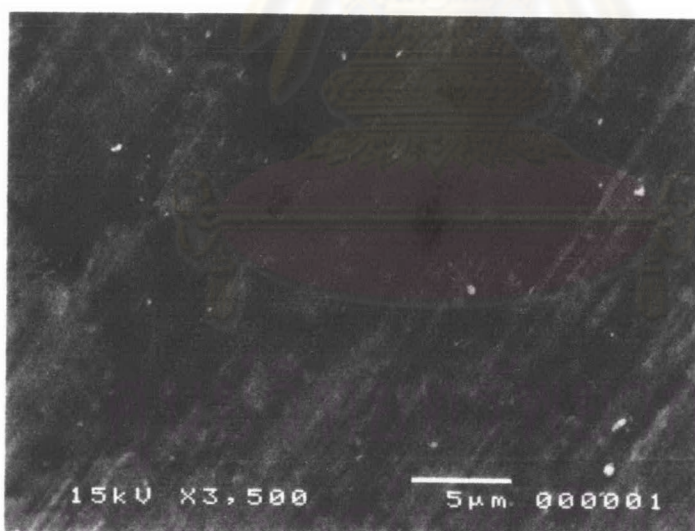


รูปที่ 15 ภาพถ่าย SEM แสดงพื้นผิวของไทเทเนียมอัลลอยด์ชนิดที่ขัดด้วยกระดาษ silicon

carbide เบอร์ 120



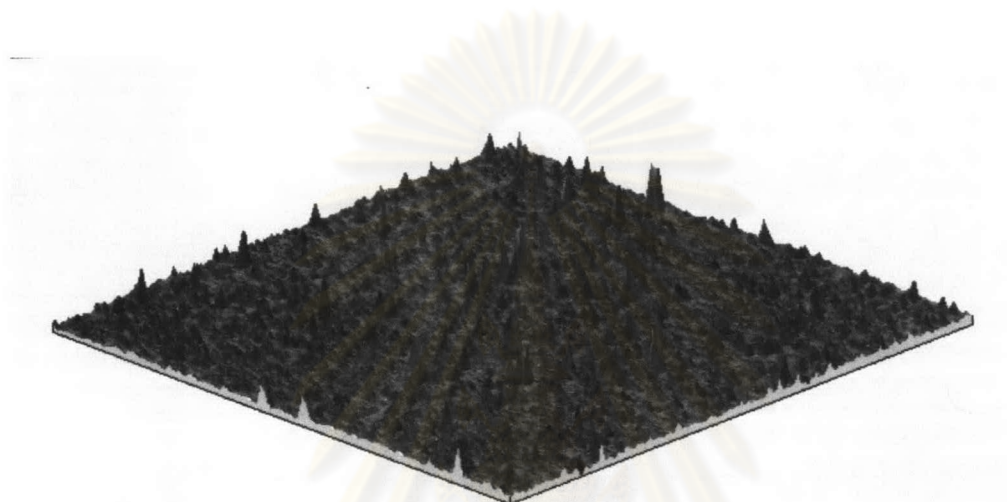
รูปที่ 16 ภาพถ่าย SEM แสดงพื้นผิวของไทเทเนียมอัลลอยด์ชนิดที่จัดด้วยกระดาษ silicon carbide เบอร์ 400



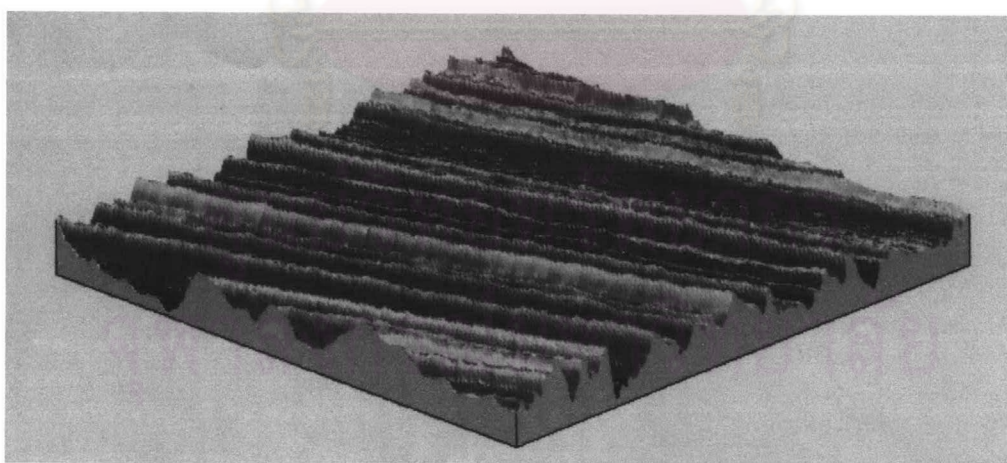
รูปที่ 17 ภาพถ่าย SEM แสดงพื้นผิวของไทเทเนียมอัลลอยด์ชนิดที่จัดด้วยกระดาษ silicon carbide เบอร์ 1200

พื้นผิวของไทเทเนียมอัลลอยด์ที่เตรียมไว้ทั้ง 4 แบบ มีลักษณะความขรุขระของพื้นผิว (Surface roughness) ที่แตกต่างกัน ซึ่งได้จากการวัดรูปแบบของพื้นผิว (Profile) ด้วยเครื่องมือ Profilometer Talyscan 150 ดังแสดงในรูปที่ 18 ถึง 21

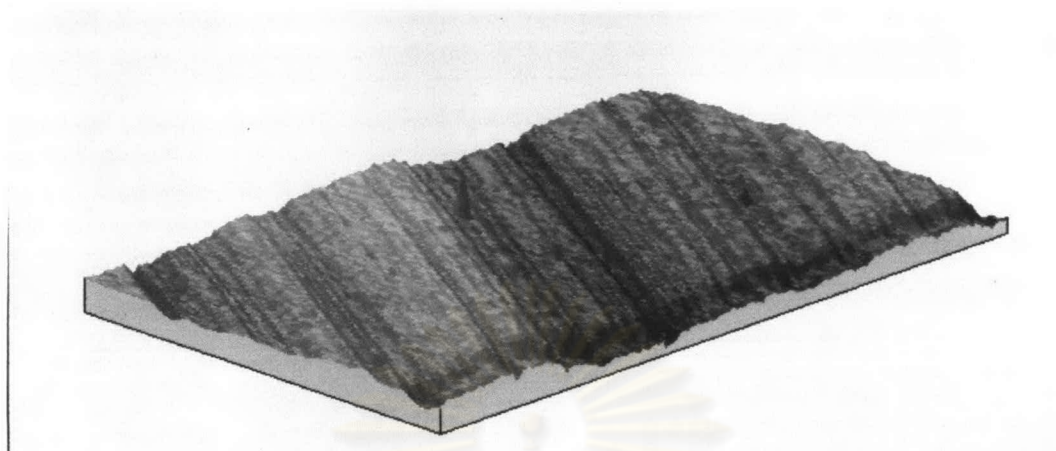
ความขรุขระของพื้นผิวไทเทเนียมอัลลอยด์ (surface roughness)



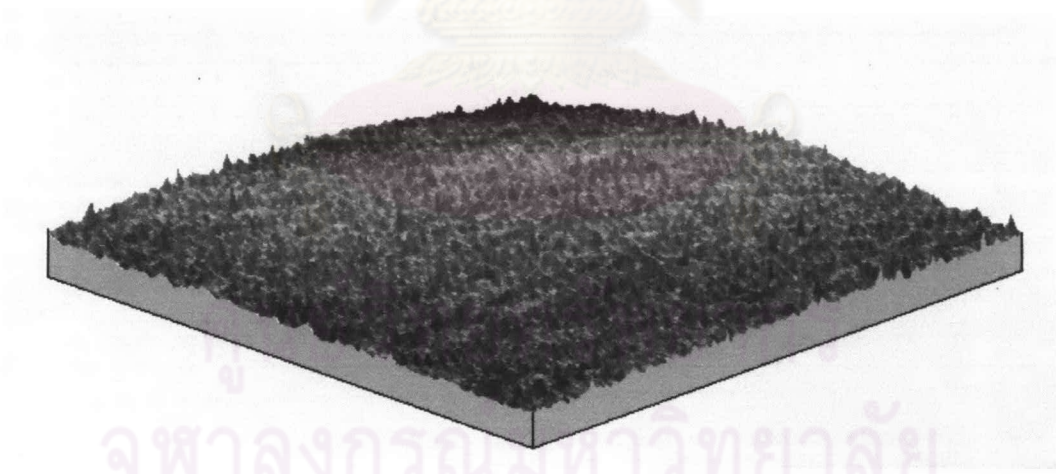
รูปที่ 18 ภาพถ่าย Digital แสดง surface roughness ของไทเทเนียมอัลลอยด์ชนิด sandblast



รูปที่ 19 ภาพถ่าย Digital แสดง surface roughness ของไทเทเนียมอัลลอยด์ชนิดที่ขัดด้วย
กระดาษ silicon carbide เบอร์ 120



รูปที่ 20 ภาพถ่าย Digital แสดง surface roughness ของไทเทเนียมอัลลอยด์ชนิดที่ขัดด้วย
กระดาษ silicon carbide เบอร์ 400



รูปที่ 21 ภาพถ่าย Digital แสดง surface roughness ของไทเทเนียมอัลลอยด์ชนิดที่ขัดด้วย
กระดาษ silicon carbide เบอร์ 1200

และพื้นผิวไทเทเนียมอัลลอยด์ที่ใช้ในการทดลองนี้มีค่า Ra อยู่ในช่วง 0.03 ถึง 0.27 μm ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงค่า Ra (หน่วยเป็น μm) ของพื้นผิวไทเทเนียมอัลลอยด์ทั้ง 4 แบบ

Substrate	SB	S120	S400	S1200
Ra average \pm SD	0.27 \pm 0.01 ^{1,2,3}	0.17 \pm 0.03 ^{1,4,5}	0.07 \pm 0.01 ^{2,4,6}	0.03 \pm 0.00 ^{3,5,6}

หมายเหตุ

¹ หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$) ระหว่างค่า Ra ของพื้นผิวไทเทเนียมอัลลอยด์ชนิด SB กับ ชนิด S120

² หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$) ระหว่างค่า Ra ของพื้นผิวไทเทเนียมอัลลอยด์ชนิด SB กับ ชนิด S400

³ หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$) ระหว่างค่า Ra ของพื้นผิวไทเทเนียมอัลลอยด์ชนิด SB กับ ชนิด S1200

⁴ หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$) ระหว่างค่า Ra ของพื้นผิวไทเทเนียมอัลลอยด์ชนิด S120 กับ ชนิด S400

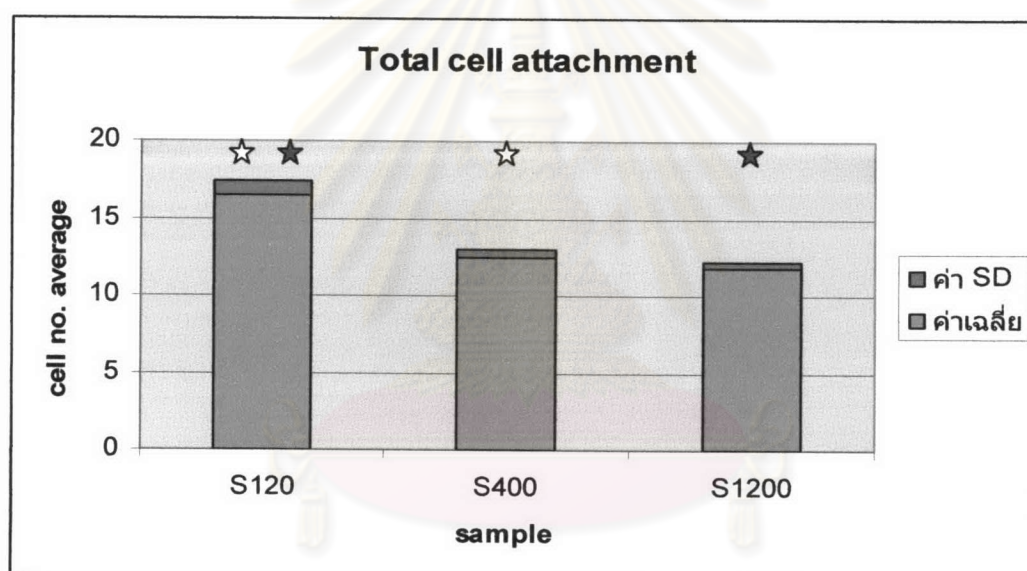
⁵ หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$) ระหว่างค่า Ra ของพื้นผิวไทเทเนียมอัลลอยด์ชนิด S120 กับ ชนิด S1200

⁶ หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$) ระหว่างค่า Ra ของพื้นผิวไทเทเนียมอัลลอยด์ชนิด S400 กับ ชนิด S1200

จากการศึกษาในครั้งนี้พบว่า มีลักษณะที่แตกต่างกันของความขรุขระของพื้นผิวที่ตรวจพบด้วยภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน และพบว่าพื้นผิวไทเทเนียมอัลลอยด์ชนิด SB มีค่า Ra สูงสุด และ พื้นผิวไทเทเนียมอัลลอยด์ชนิด S1200 มีค่า Ra ต่ำสุด (ตารางแสดงค่าสถิติอยู่ในภาคผนวก)

4.2 การยึดเกาะของเซลล์ SaOs2 บนพื้นผิวของไทเทเนียมอัลลอยด์

จำนวนเซลล์ SaOs2 ที่ยึดเกาะบนพื้นผิวของไทเทเนียมอัลลอยด์ ที่ใช้ในการศึกษา ทั้ง 4 แบบ พบว่า เซลล์สามารถยึดเกาะและแพร่กระจายได้ดีบนพื้นผิวไทเทเนียมอัลลอยด์ ทั้ง 4 แบบ จำนวนเซลล์ที่ยึดเกาะบนพื้นผิวของไทเทเนียมอัลลอยด์มีความแตกต่างกันและ สำหรับการยึดเกาะของเซลล์บนพื้นผิวไทเทเนียมอัลลอยด์ชนิด SB มีการยึดเกาะหนาแน่นมากจนไม่สามารถตรวจนับจำนวนเซลล์ได้ ดังนั้นจึงแสดงค่าเฉลี่ยของจำนวนเซลล์ที่ยึดเกาะเฉพาะพื้นผิวไทเทเนียมอัลลอยด์แบบ S120 S400 และชนิด S1200 ดังแสดงในแผนภูมิแท่งที่ 1

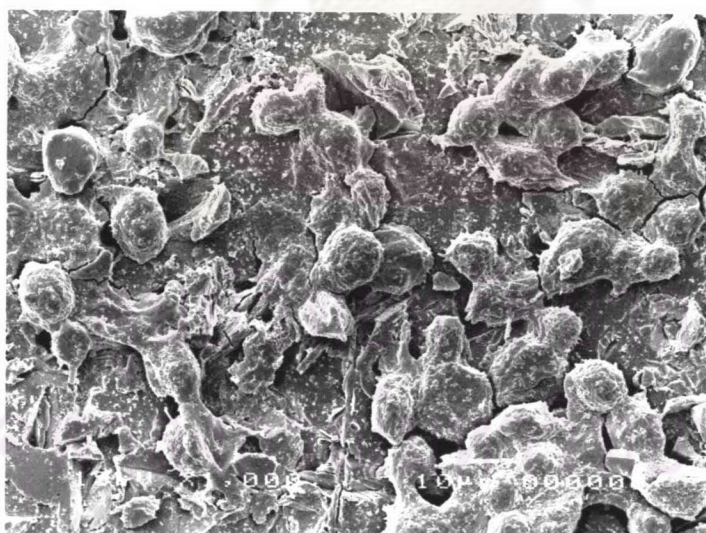


- ☆ หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ Scheffe ($p < .05$) ระหว่าง ค่าเฉลี่ย จำนวนเซลล์บนพื้นผิวของไทเทเนียมอัลลอยด์ชนิด S120 กับชนิด S400
- ★ หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ Scheffe ($p < .05$)) ระหว่าง ค่าเฉลี่ย จำนวนเซลล์บนพื้นผิวของไทเทเนียมอัลลอยด์ชนิด S120 กับชนิด S1200

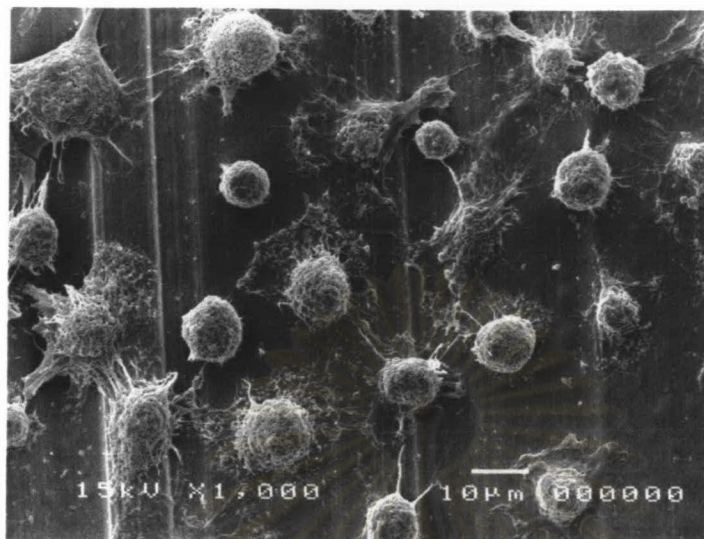
แผนภูมิแท่งที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ยของจำนวนเซลล์ที่ยึดเกาะบนพื้นผิว
ของไทเทเนียมอัลลอยด์ทั้ง 3 แบบ

จำนวนเซลล์ที่ยึดเกาะและแพร่กระจายบนพื้นผิวของไทเทเนียมอัลลอยด์ ทั้ง 3 แบบมีความแตกต่างกัน โดยมีค่าเฉลี่ยจำนวนเซลล์บนพื้นผิวของไทเทเนียมอัลลอยด์ชนิด S120 เท่ากับ 16.5 ± 0.89 ชนิด S400 เท่ากับ 12.43 ± 0.55 และ ชนิด S1200 เท่ากับ 11.77 ± 0.4 ตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบโดยใช้สถิติแบบพหุคูณของ Scheffe พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$) ระหว่างจำนวนเซลล์ที่ยึดเกาะบนพื้นผิวของไทเทเนียมอัลลอยด์ชนิด S120 กับ S400 และ S120 กับ S1200 ส่วนการเปรียบเทียบจำนวนเซลล์ที่ยึดเกาะบนพื้นผิวไทเทเนียมอัลลอยด์ชนิด S400 กับ S1200 พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > .05$) (ตารางแสดงค่าสถิติอยู่ในภาคผนวก)

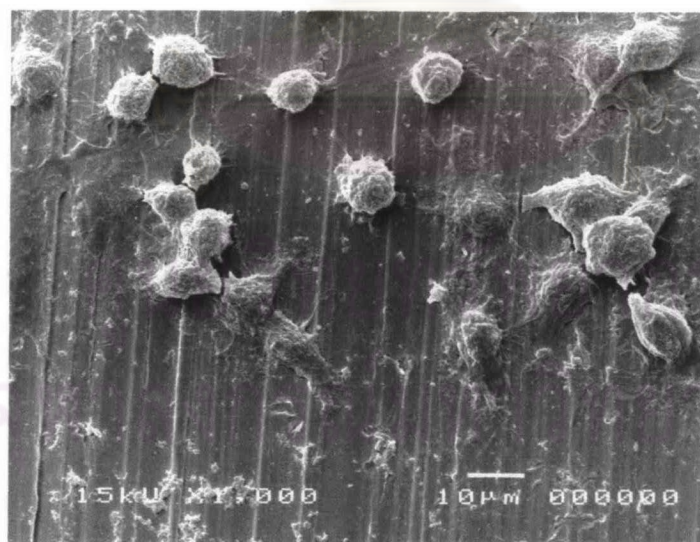
สำหรับรูปร่าง (Cell Morphology) ของเซลล์ SaOs2 ที่ยึดเกาะบนพื้นผิวของไทเทเนียมอัลลอยด์ ทั้ง 4 แบบ แสดงให้เห็นด้วยภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน (SEM) ดังแสดงในรูปที่ 22 ถึง 25



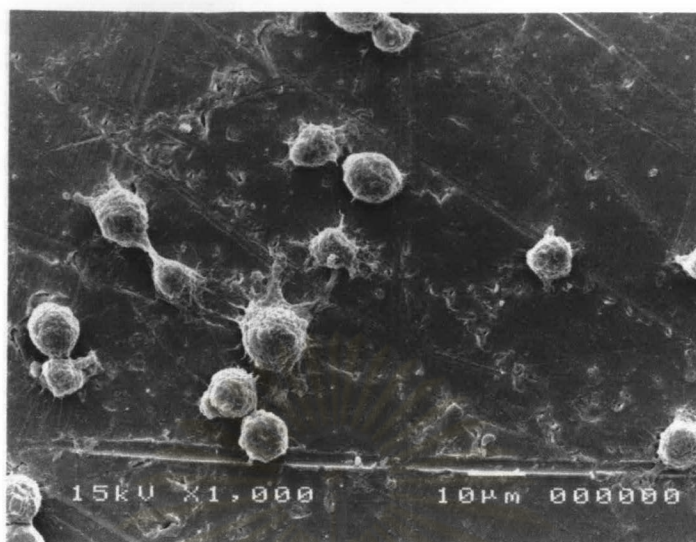
รูปที่ 22 ภาพถ่าย SEM แสดงการยึดเกาะ (attachment) ของเซลล์ SaOs2 บนพื้นผิวไทเทเนียมอัลลอยด์ชนิด sandblast



รูปที่ 23 ภาพถ่าย SEM แสดงการยึดเกาะ (attachment) ของเซลล์ SaOs2 บนพื้นผิวไทเทเนียมอัลลอยด์ชนิดที่ขัดด้วยกระดาษ silicon carbide เบอร์ 120



รูปที่ 24 ภาพถ่าย SEM แสดงการยึดเกาะ (attachment) ของเซลล์ SaOs2 บนพื้นผิวไทเทเนียมอัลลอยด์ชนิดที่ขัดด้วยกระดาษ silicon carbide เบอร์ 400



รูปที่ 25 ภาพถ่าย SEM แสดงการยึดเกาะของเซลล์ SaOs2 บนพื้นผิวไทเทเนียมอัลลอยด์ชนิดที่ขัดด้วยกระดาษ silicon carbide เบอร์ 1200

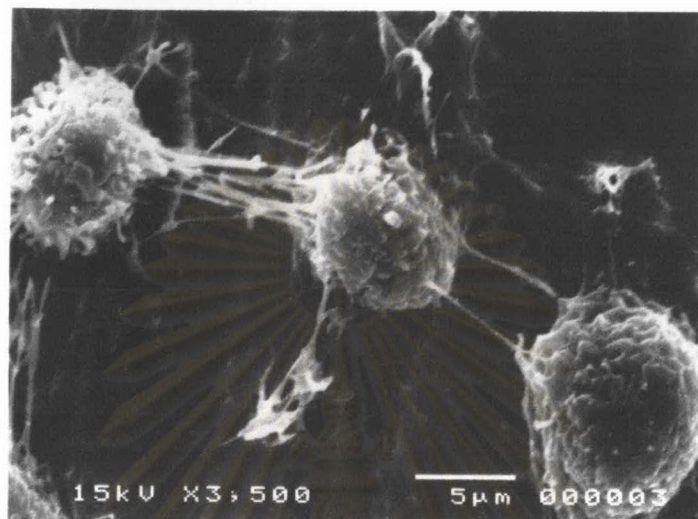
เซลล์ SaOs2 ที่ยึดเกาะบนพื้นผิวของไทเทเนียมอัลลอยด์เหล่านี้จะมีรูปร่างและลักษณะของเซลล์โดยแบ่งออกเป็น 4 ระยะ (Stage) คือ

ระยะที่ 1 เซลล์จะมีรูปร่างกลม และไม่มีการแพร่กระจาย (Not spread) และไม่มีส่วนยื่นของเซลล์ (protrusion or filopodia) ดังแสดงในรูปที่ 26



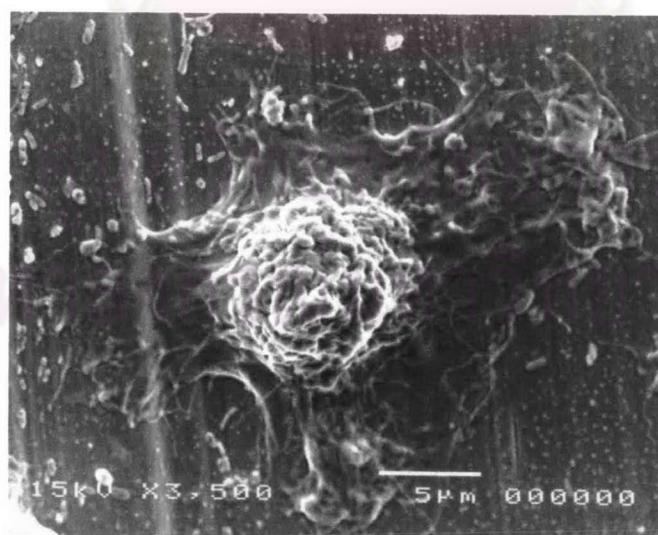
รูปที่ 26 ภาพถ่าย SEM แสดงการยึดเกาะ (attachment) ของเซลล์ SaOs2 ระยะที่ 1

ระยะที่ 2 เซลล์เริ่มมีการแพร่กระจายบางส่วน (Partially spread) เซลล์จะมีส่วนแพร่กระจายออกด้านข้าง 1 ด้าน หรือ มากกว่า ลักษณะเป็น filopodial growth แต่ลักษณะการกระจายของ plasma membrane จะไม่แพร่กระจายอย่างสมบูรณ์ ดังแสดงในรูปที่ 27



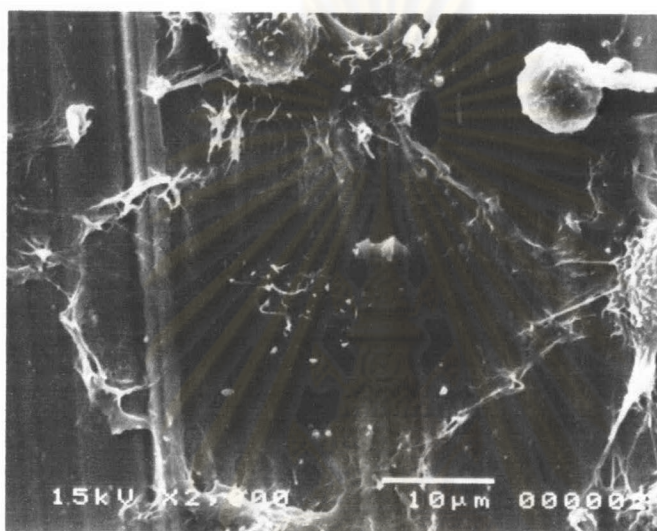
รูปที่ 27 ภาพถ่าย SEM แสดงการยึดเกาะ (attachment) ของเซลล์ SaOs2 ระยะที่ 2

ระยะที่ 3 เซลล์มีการแพร่กระจายบางส่วนร่วมกับมีลักษณะการแผ่ออกคล้ายพังผืดของไซโตพลาสมา (Cytoplasmic webbing) ดังแสดงในรูปที่ 28



รูปที่ 28 ภาพถ่าย SEM แสดงการยึดเกาะ (attachment) ของเซลล์ SaOs2 ระยะที่ 3

ระยะที่ 4 ระยะที่เซลล์เริ่มมีการแพร่กระจายอย่างเต็มที่ (Fully spread) คือ เซลล์จะมีการขยายขอบเขตของพลาสมาเมมเบรนออกทุกด้านและมีขนาดพื้นที่ผิวที่ใหญ่กว่าเซลล์ในระยะที่ 1 ถึง 3 อย่างชัดเจน และเซลล์จะมีลักษณะแบนราบ (Flattening) ยึดติดไปกับพื้นผิวของไทเทเนียมอัลลอยด์ ดังแสดงในรูปที่ 29

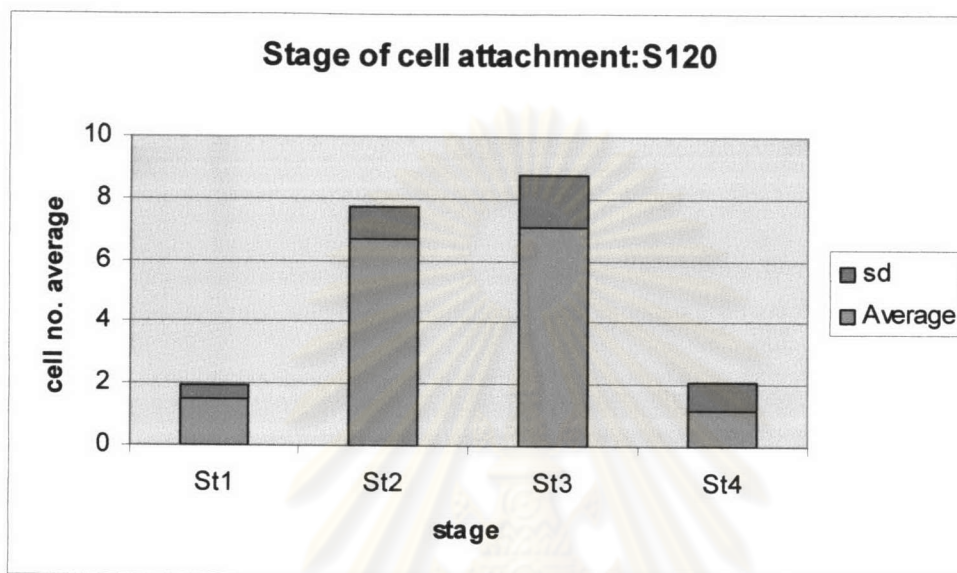


รูปที่ 29 ภาพถ่าย SEM แสดงการยึดเกาะ (attachment) ของเซลล์ SaOs2 ระยะที่ 4

สำหรับจำนวนเซลล์ที่ยึดเกาะและแพร่กระจายของเซลล์ SaOs2 ในระยะต่าง ๆ ที่อยู่บนพื้นผิวของไทเทเนียมอัลลอยด์ทั้ง 4 แบบ มีผลการศึกษาดังนี้

1. การยึดเกาะของเซลล์ SaOs2 บนพื้นผิวไทเทเนียมอัลลอยด์ชนิด sandblast พบว่าเซลล์มีการยึดเกาะอย่างหนาแน่นจนไม่สามารถตรวจนับจำนวนเซลล์ในแต่ละระยะได้

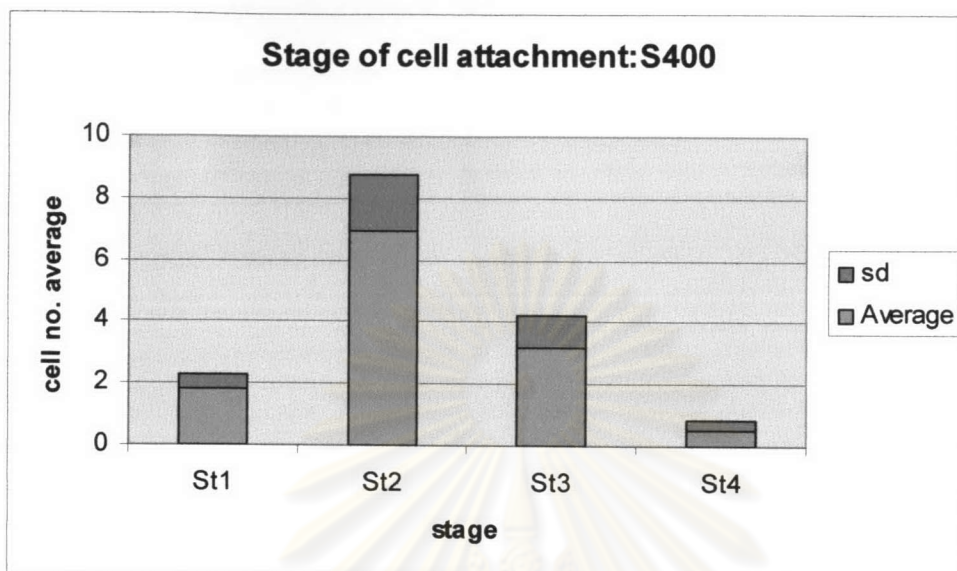
2.การยึดเกาะของเซลล์ SaOs2 บนพื้นผิวไทเทเนียมอัลลอยด์ชนิดที่ขัดด้วยกระดาษ silicon carbide เบอร์ 120 พบว่า ส่วนใหญ่จำนวนเซลล์ที่ยึดเกาะอยู่ในระยะที่ 3 และ ระยะที่ 2 ดังแสดงในแผนภูมิแท่งที่ 2



แผนภูมิแท่งที่ 2 แสดงค่าเฉลี่ยของจำนวนเซลล์ SaOs2 ในระยะที่ 1 ถึง 4 ที่ยึดเกาะบนพื้นผิวของไทเทเนียมอัลลอยด์ชนิดที่ขัดด้วยกระดาษ silicon carbide เบอร์ 120

3.การยึดเกาะของเซลล์ SaOs2 บนพื้นผิวไทเทเนียมอัลลอยด์ชนิดที่ขัดด้วยกระดาษ silicon carbide เบอร์ 400 พบว่า ส่วนใหญ่จำนวนเซลล์ที่ยึดเกาะอยู่ในระยะที่ 2 ดังแสดงในแผนภูมิแท่งที่ 3

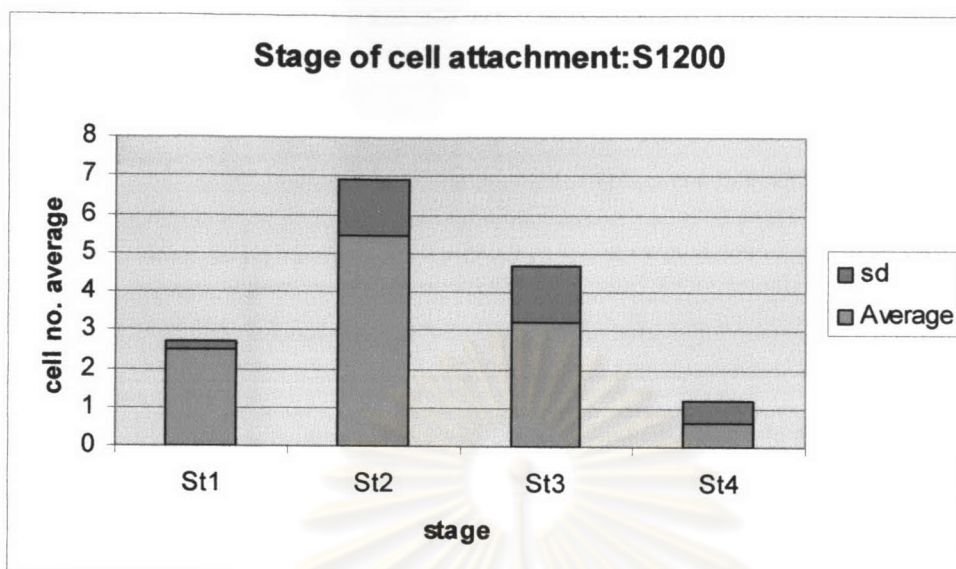
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



แผนภูมิแท่งที่ 3 แสดงค่าเฉลี่ยของจำนวนเซลล์ SaOs2 ในระยะที่ 1 ถึง 4 ที่ยึดเกาะบน
พื้นผิวของไทเทเนียมอัลลอยด์ชนิดที่ขัดด้วยกระดาษ silicon carbide เบอร์ 400

4. การยึดเกาะของเซลล์ SaOs2 บนพื้นผิวไทเทเนียมอัลลอยด์ชนิดที่ขัดด้วยกระดาษ
silicon carbide เบอร์ 1200 พบว่า ส่วนใหญ่จำนวนเซลล์ที่ยึดเกาะอยู่ในระยะที่ 2 และ ระยะที่ 3
ดังแสดงในแผนภูมิแท่งที่ 4

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



แผนภูมิแท่งที่ 4 แสดงค่าเฉลี่ยของจำนวนเซลล์ SaOs2 ในระยะที่ 1 ถึง 4 ที่ยึดเกาะบน
พื้นผิวของไทเทเนียมอัลลอยด์ชนิดที่ขัดด้วยกระดาษ silicon carbide เบอร์ 1200

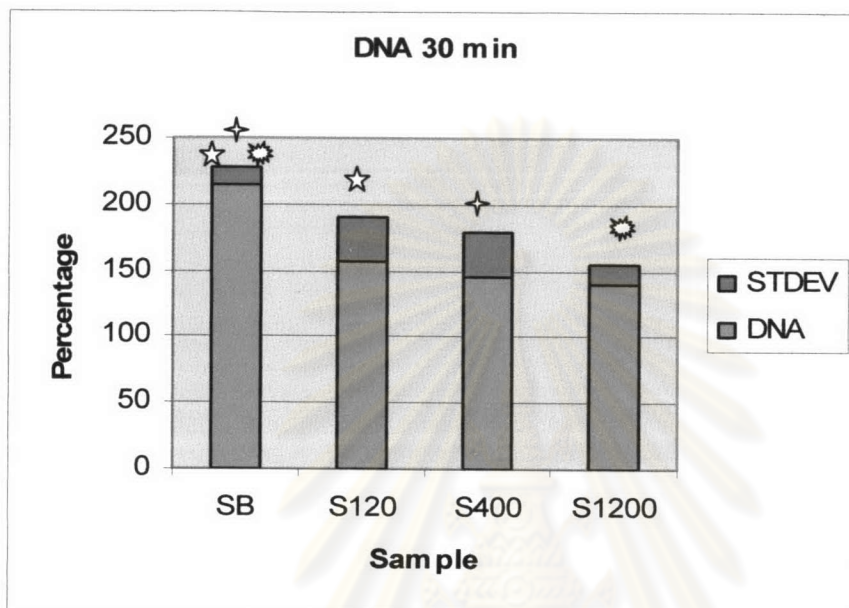
4.3 ผลการศึกษาด้วยวิธีวัดค่าดีเอ็นเอ (DNA Assay)

เป็นการศึกษาเพื่อยืนยันข้อมูลของจำนวนเซลล์ SaOs2 ที่ยึดเกาะบนพื้นผิว
ไทเทเนียมอัลลอยด์โดยวัดค่า DNA ของเซลล์ที่ยึดเกาะบนพื้นผิวไทเทเนียมอัลลอยด์ทั้ง 4 แบบ
ที่เวลา 30 นาที และ 20 ชั่วโมง มีผลการศึกษาดังนี้

1. ที่เวลา 30 นาที พบว่า ร้อยละของปริมาณ DNA ของเซลล์ที่ยึดเกาะบน
พื้นผิวไทเทเนียมอัลลอยด์ ชนิด sandblast S120 S400 และ S1200 มีค่า 214.11 ± 14.32
 156.7 ± 34.12 145.89 ± 33.41 และ 139.96 ± 15.18 ตามลำดับ ดังแสดงในแผนภูมิแท่ง
ที่ 5 ซึ่งร้อยละของปริมาณ DNA ที่วัดได้ แปรผันสอดคล้องกับค่าเฉลี่ยจำนวนเซลล์ที่นับได้ที่
แสดงในแผนภูมิแท่งที่ 1

เมื่อเปรียบเทียบโดยใช้สถิติแบบพหุคูณของ Scheffe พบว่ามีความแตกต่างกัน
อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$) ระหว่างร้อยละของปริมาณ DNA ของเซลล์ที่ยึดเกาะบน
พื้นผิวไทเทเนียมอัลลอยด์ ชนิด sandblast เมื่อเปรียบเทียบกับร้อยละของปริมาณ DNA ของเซลล์
ที่ยึดเกาะบนพื้นผิวไทเทเนียมอัลลอยด์ ชนิด S120 S400 และ S1200 แต่เมื่อเปรียบเทียบร้อยละ

ของปริมาณ DNA ของเซลล์ที่ยึดเกาะบนพื้นผิวไทเทเนียมอัลลอยด์ ชนิด S120 S 400 และ S1200 กลับพบว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > .05$)

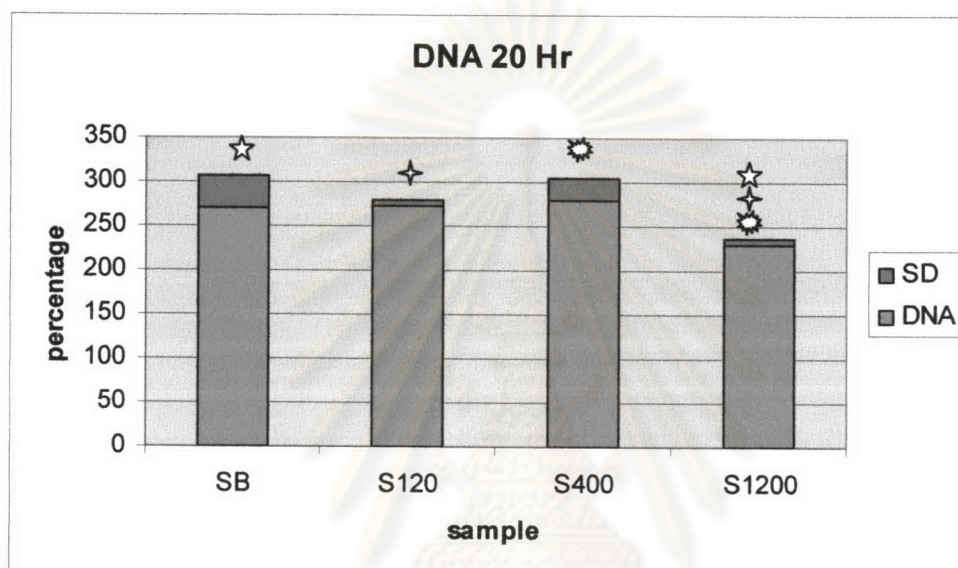


- ☆ หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ Scheffe test ($p < .05$) ระหว่างร้อยละของปริมาณ DNA ของเซลล์ที่ยึดเกาะบนพื้นผิวไทเทเนียมอัลลอยด์ชนิด SB กับ S120
- + หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ Scheffe test ($p < .05$) ระหว่างร้อยละของปริมาณ DNA ของเซลล์ที่ยึดเกาะบนพื้นผิวไทเทเนียมอัลลอยด์ชนิด SB กับ S400
- ⚙️ หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ Scheffe test ($p < .05$) ระหว่างร้อยละของปริมาณ DNA ของเซลล์ที่ยึดเกาะบนพื้นผิวไทเทเนียมอัลลอยด์ชนิด SB กับ S1200

แผนภูมิแท่งที่ 5 แสดงค่าร้อยละของปริมาณ DNA ของเซลล์ที่ยึดเกาะบนพื้นผิวไทเทเนียมอัลลอยด์ที่เวลา 30 นาที

2. ที่เวลา 20 ชั่วโมง พบว่า ร้อยละของปริมาณ DNA ของเซลล์ที่ยึดเกาะบนพื้นผิวไทเทเนียมอัลลอยด์ ชนิด sandblast S120 S400 S1200 มีค่า 271.28 ± 34.65 272.71 ± 7.69 278.63 ± 25.28 229.39 ± 6.46 ตามลำดับ ดังแสดงในแผนภูมิแท่งที่ 6 เมื่อเปรียบเทียบโดยใช้สถิติแบบพหุคูณของ Scheffe พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$) ระหว่างร้อยละของปริมาณ DNA ของเซลล์ที่ยึดเกาะ

บนพื้นผิวไทเทเนียมอัลลอยด์ ชนิด S1200 เมื่อเปรียบเทียบกับร้อยละของปริมาณ DNA ของเซลล์ที่ยึดเกาะบนพื้นผิวไทเทเนียมอัลลอยด์ ชนิด Sandblast S120 และ S400 แต่เมื่อเปรียบเทียบบร้อยละของปริมาณ DNA ของเซลล์ที่ยึดเกาะบนพื้นผิวไทเทเนียมอัลลอยด์ ชนิด Sandblast S120 และ S 400 กลับพบว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > .05$)



- ☆ หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ Scheffe test ($p < .05$) ระหว่างร้อยละของปริมาณ DNA ของเซลล์ที่ยึดเกาะบนพื้นผิวไทเทเนียมอัลลอยด์ ชนิด S1200 กับ SB
- ✦ หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ Scheffe test ($p < .05$) ระหว่างร้อยละของปริมาณ DNA ของเซลล์ที่ยึดเกาะบนพื้นผิวไทเทเนียมอัลลอยด์ ชนิด S1200 กับ S120
- ⚙️ หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ Scheffe test ($p < .05$) ระหว่างร้อยละของปริมาณ DNA ของเซลล์ที่ยึดเกาะบนพื้นผิวไทเทเนียมอัลลอยด์ ชนิด S1200 กับ S400

แผนภูมิแท่งที่ 6 แสดงค่าร้อยละของปริมาณ DNA ของเซลล์ที่ยึดเกาะบนพื้นผิวไทเทเนียมอัลลอยด์ที่เวลา 20 ชั่วโมง