

บทที่ 4 ผลการวิจัย

ภายหลังการผ่าตัดย้ายปลอกกระดูก สุนัขทุกตัวมีการบวมของเนื้อเยื่อขนาดผลบริเวณใกล้เคียงแผลได้กระดูกขากรรไกรล่างและบริเวณเหนือปีกเชิงกรานซึ่งเปิดผ่าเพื่อเตรียมชิ้นกราฟท์กระดูกที่จะนำไปปลูก (bone graft) แต่อาการเหล่านี้หายไปใน 1 สัปดาห์ แผลผิวหนังปิดสนิทและตัดไหมเมื่อครบ 10 วันหลังผ่าตัด แผลที่เย็บช่องปากเหนือบริเวณวางชิ้นกราฟท์ เกิดปัญหาแผลแตก 11 ใน 12 ตัว เนื่องจากสุนัขทุกตัวเริ่มกินอาหารเป็นปกติในวันถัดไปหลังการผ่าตัด ถึงแม้จะเป็นอาหารเหลว แต่การเคลื่อนไหวของขากรรไกร และการปนเปื้อนของอาหารบริเวณบาดแผล ทำให้เกิดแผลแตกดังกล่าว ได้ทำการแก้ไขแผลแตกโดยการเย็บใหม่และต้องทำ labial flap จากเยื่อปริมฝีปากบริเวณใกล้แผลแตกมาเย็บปิด 1 ถึง 2 ครั้ง

แนวกระดูกที่ต่อกันระหว่างกราฟท์ กับกระดูกขากรรไกรล่างส่วนที่รับการปลูกที่สังเกตได้จากการผ่าเก็บตัวอย่างชิ้นกราฟท์กระดูกเพื่อตรวจทางจุลกายวิภาคในสุนัข 6 ตัว เหมือนหรือเกือบเหมือนกับแนวกระดูกตามธรรมชาติ แต่พบเฉพาะในสุนัขที่ใช้การยึดตรึงด้วยลวดนาน 12 สัปดาห์ และในสุนัขที่ใช้การยึดตรึงด้วยแผ่นพลาสติกตามกระดูก นาน 4 8 และ 12 สัปดาห์ ส่วนสุนัขที่ใช้การยึดตรึงด้วยลวดนาน 4 และ 8 สัปดาห์ ยังมีการขยับเคลื่อนได้ของกราฟท์ ส่วนลักษณะของลวด แผ่นพลาสติก และสกรูยึดกระดูกยังอยู่ในสภาพดีเหมือนก่อนการผ่าตัด

การผสมผสานกันของกระดูกกราฟท์กับกระดูกขากรรไกรล่างของสุนัขทดลองในภาพเอ็กซเรย์ทันทีหลังการผ่าตัด และ สัปดาห์ที่ 2 4 6 8 10 และ 12 หลังจากผ่าตัด และผลการประเมินบริเวณปลอกกระดูกทางจุลกายวิภาคด้วยกล้องจุลทรรศน์ที่ 4 8 และ 12 สัปดาห์มีลักษณะดังนี้

สุนัขที่ใช้การยึดตรึงด้วยลวด

ภายหลังการผ่าตัดทันที (0 สัปดาห์)

กราฟท์กระดูก (bone graft) ในสุนัข 4 ตัว (1 2 Q และ R) วางแนบชิดกับส่วนที่รับกราฟท์ (recipient site) ของกระดูกขากรรไกรล่าง (mandible) จึงไม่มีช่องว่าง (gap) ระหว่างกราฟท์และกระดูกขากรรไกรล่าง ส่วนสุนัข J และ P มี gap เล็กน้อยทั้งหน้าและท้ายกราฟท์ (ภาพที่ 11)

2 สัปดาห์

สุนัข J และ P (ภาพที่ 12) ยังมี gap พบ gap และการเสื่อมสลายเนื้อกระดูก (osteolysis) ของปลายกราฟท์และปลายกระดูกขากรรไกรล่างส่วนรับกราฟท์ในสุนัข R ซึ่งแต่เดิมไม่มี gap ส่วนตัวอื่น ๆ คงเดิม สุนัขทุกตัวยังไม่มีกระดูกที่สร้างใหม่ (new bone) ลักษณะผิวกระดูกกราฟท์และกระดูกขากรรไกรล่างยังคงไม่มีการเปลี่ยนแปลงจาก 0 สัปดาห์ cortex ของกระดูกยังคงเรียบดังเดิม ความทึบของกราฟท์ต่อรังสีที่แสดงว่ามี การ resorption ของชิ้นกราฟท์ไม่แตกต่างอย่างเด่นชัดกับความทึบที่ปรากฏในภาพถ่ายเอ็กซเรย์ทันทีหลังผ่าตัด

4 สัปดาห์

พบ osteolysis ของปลายกระดูกส่วนรับกราฟท์และปลายกราฟท์ในสุนัข P (ภาพที่ 13) และ Q (ภาพที่ 14) ทำให้มี gap ในสุนัขอีก 2 ตัว (I และ Q) รวมสุนัขที่เกิด gap ข้างหน้าและท้ายของกราฟท์เป็น 5 ตัว สุนัข J และ P มี gap กว้างขึ้นกว่าเดิม การเกิด resorption ของชิ้นกราฟท์โดยสังเกตจากขนาดและความทึบแสงรังสีของกราฟท์ลดลง พบในสุนัข 4 ตัว คือ สุนัข I 2 P และ R แต่ยังไม่เห็น new bone ในสุนัขตัวใดในขณะนี้

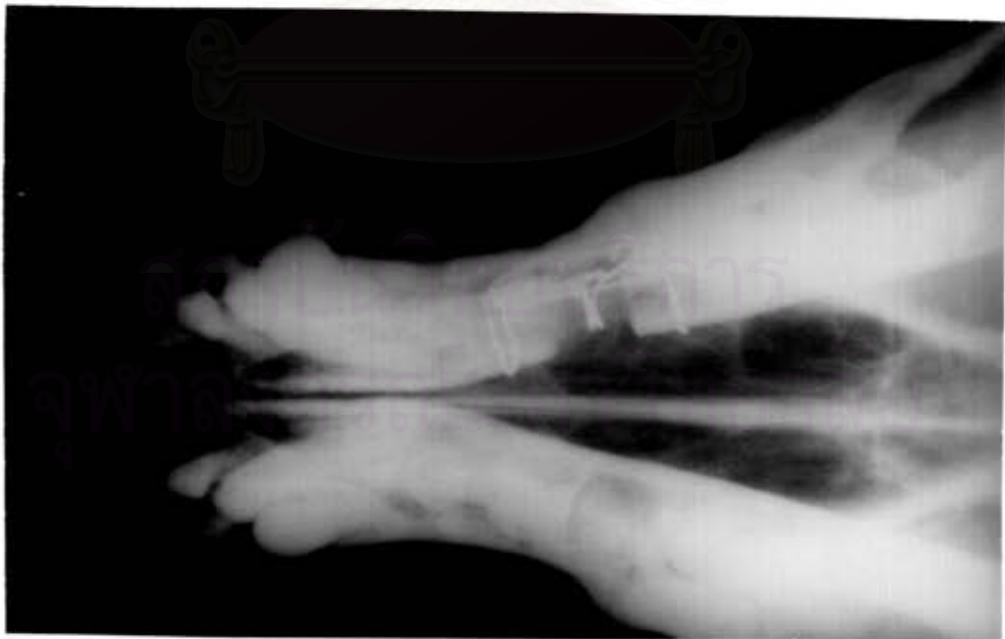
การตรวจทางจุลกายวิภาคชิ้นกระดูกของสุนัข Q (ภาพที่ 15) พบว่ากราฟท์ประกอบด้วย compact bone และ spongy bone ที่ปราศจาก osteocyte ใน lacunae กราฟท์เกิด osteolysis แม้แต่ผิวบางส่วนของส่วนที่รับกราฟท์ของกระดูกขากรรไกรล่างก็เกิด osteolysis เช่นกัน โดยพบ lacunae ไม่มี osteocytes พบ granulation tissue ระหว่างกราฟท์และส่วนที่รับ

6 สัปดาห์

ในสุนัขทดลองที่เหลือ 5 ตัว พบ osteolysis เฉพาะในสุนัข I และ P (ภาพที่ 16) ที่ปลายข้างหน้าและท้ายของกราฟท์ ทำให้มีการขยายเพิ่มขึ้นของ gap ข้างหน้าและท้ายของกราฟท์ในสุนัข 3 ตัว (I P และ R) ในขณะที่สุนัขเบอร์ 2 ยังไม่เห็น gap แต่มีการ resorption ของกราฟท์ที่เพิ่มขึ้นมากขึ้น สุนัข J มีขนาด gap เล็กเช่นเดิม และเริ่มเห็น new bone ส่วนที่เป็น external callus ในสุนัข J และ R ในขณะนี้ นอกจากนี้มี new bone ส่วนที่เป็น internal callus ใน fracture line หรือ gap ที่อยู่ข้างหน้าของกราฟท์ในสุนัข I และ J การเกิด resorption ของชิ้นกราฟท์พบในสุนัขทดลองทุกตัว (I 2 J P และ R)



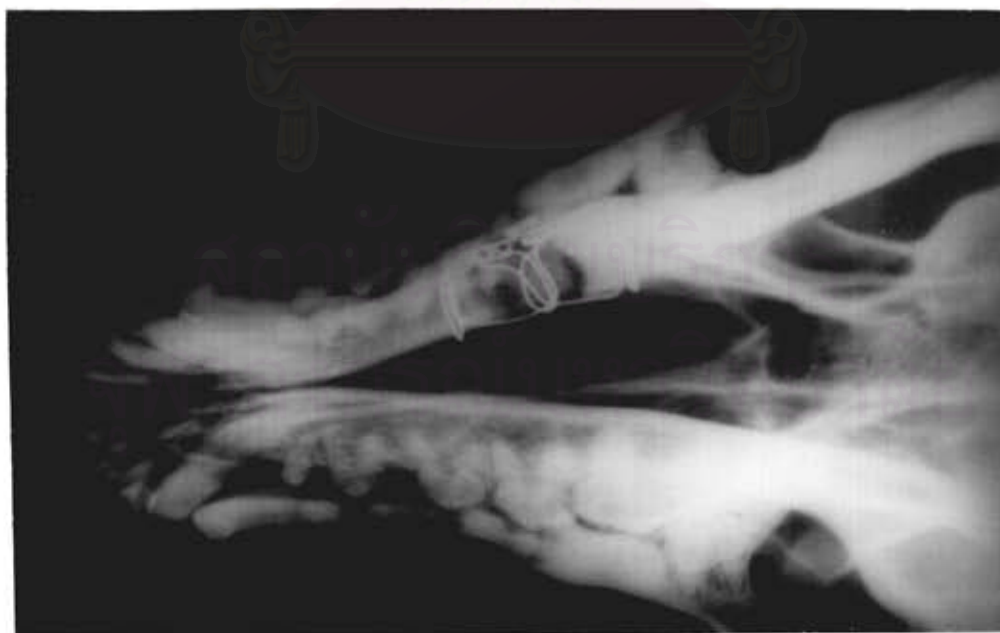
ภาพที่ 11 ภาพเอ็กซเรย์บริเวณปลอกกระดูกขากรรไกรล่างของสุนัข P ทันทีภายหลังจากตัด
ตรึงชิ้นกราฟท์ด้วย cross wiring



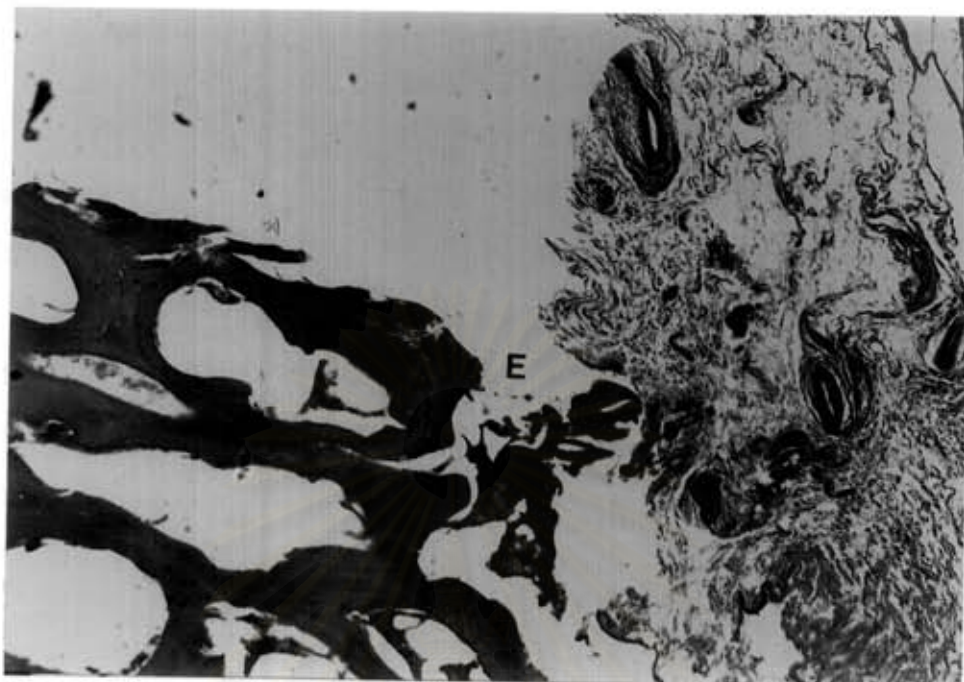
ภาพที่ 12 ภาพเอ็กซเรย์บริเวณปลอกกระดูกขากรรไกรล่างของสุนัข P ภายหลังจากตัด 2 สัปดาห์



ภาพที่ 13 ภาพเอ็กซเรย์บริเวณปลอกกระดูกขากรรไกรล่างของสุนัข P ภายหลังจากตัด 4 สัปดาห์



ภาพที่ 14 ภาพเอ็กซเรย์บริเวณปลอกกระดูกขากรรไกรล่างของสุนัข Q ก่อนตัดชิ้นกระดูกเพื่อตรวจทางจุลกายวิภาคภายหลังจากตัด 4 สัปดาห์



ภาพที่ 15 ลักษณะทางจุลกายวิภาคบริเวณรอยต่อชั้นกระดุกของสุนัข Q ภายหลังจากตัด 4 สัปดาห์
(H&E \times 50) A - ชั้นกราฟท์ E - ช่องว่างระหว่างชั้นกราฟท์และกระดุกขากรรไกรล่าง



ภาพที่ 16 ภาพเอ็กซเรย์บริเวณปลอกกระดุกขากรรไกรล่างของสุนัข P ภายหลังจากตัด 6 สัปดาห์

8 สัปดาห์

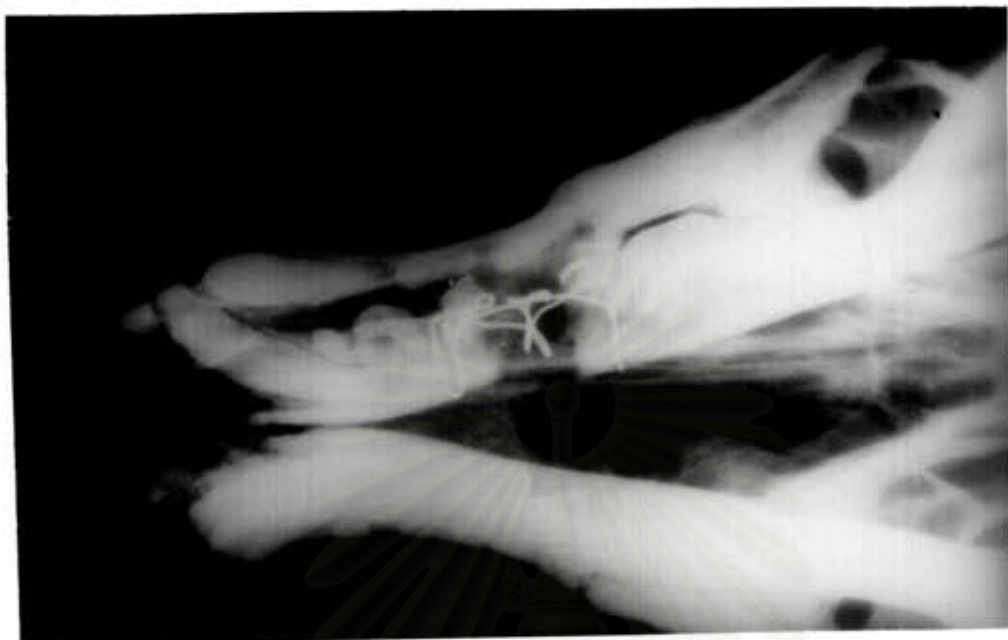
การเกิด osteolysis ที่ปลายกราฟท์และปลายกระดูกขากรรไกรล่างที่รับกราฟท์ยังคงพบในสุนัข 1 และ P (ภาพที่ 17) สุนัขทดลองทั้ง 5 ตัว มีการเปลี่ยนแปลงของ gap แตกต่างกันคือกว้างคงเดิม 2 ตัว (J และ P) ไม่ปรากฏ gap 1 ตัว (2) และ gap ตกลงในสุนัข 2 ตัว (1 และ R) ซึ่งเกิดที่ gap ทางด้านหน้ากราฟท์

External callus ปรากฏในสุนัข 2 ตัวเดิม (J และ R) callus ที่เกิดและเห็นได้ยังไม่เป็น bridge ที่สมบูรณ์ เพียงแต่เป็นการงอกต่อออกมาจากปลายกระดูกขากรรไกร ซึ่งง่ายต่อการแยกจากกันขณะตรวจซึ่งต้องดึงปากบนและล่างแยกออกจากกันขณะถ่ายภาพเอ็กซเรย์ สุนัข J มี callus ที่บริเวณตรงกับ gap ข้างหน้าและท้ายกราฟท์ แต่สุนัข R มี callus เฉพาะที่ gap ข้างหน้ากราฟท์ (ภาพที่ 18) นอกจากนี้บริเวณ fracture line หรือ gap ยังปรากฏการงอกของกระดูกอ่อนแสดงถึงมี internal callus เชื่อมต่อบริเวณนั้นในสุนัข 4 ใน 5 ตัว (เมื่อ 2 สัปดาห์ก่อนมี 2 ตัว) โดยเป็นสุนัข 2 ตัวเดิม (1 และ J) ที่มีการสร้าง internal callus ที่เห็นได้ใน gap ข้างหน้ากราฟท์ สุนัขทดลองที่เริ่มมี internal callus มีเพิ่มอีก 2 ตัวได้แก่สุนัข 2 ซึ่ง callus นี้เกิดที่เดียวกับสุนัข 1 และ J และสุนัข R เกิด callus นี้ที่ gap ข้างท้ายกราฟท์

การ resorption ของกระดูกกราฟท์ทั้งชิ้นเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมอีก ชิ้นกราฟท์ของสุนัขทดลองทั้ง J และ P มีความทึบต่อรังสีน้อยลง แต่สุนัขอีก 2 ตัว (1 และ R) นั้นมีกราฟท์ที่ทึบต่อรังสีเห็นได้เหมือน 2 สัปดาห์ก่อน

การศึกษาทางจุลกายวิภาคชิ้นกระดูกของสุนัข R (ภาพที่ 19) พบว่าการต่อกันของปลายหักและกราฟท์เหลือเชื่อมซ้อนกัน lacunae ของปลายกระดูกขากรรไกรล่างส่วนรับกราฟท์ปราศจาก osteocyte พบ spongy bone ต่อออกจากปลายด้านบนของส่วนรับกราฟท์ทั้ง 2 ด้านและพบกระดูกอ่อนที่อยู่ระหว่าง spongy bone โดยพบว่าปลายข้างหนึ่งมีทั้ง external และ internal callus แต่อีกปลายหนึ่งพบเฉพาะ internal callus ทั้ง external และ internal callus เข้าไปเชื่อมต่อกับ bridging external callus ที่ก่อตัวบนผิวกระดูก ส่วนที่เป็น bridging external callus ประกอบด้วย spongy bone และ cartilage เช่นเดียวกัน ซึ่ง cartilage อยู่ในชั้นลึก ๆ ห่างจากผิวนอกสุดของ callus

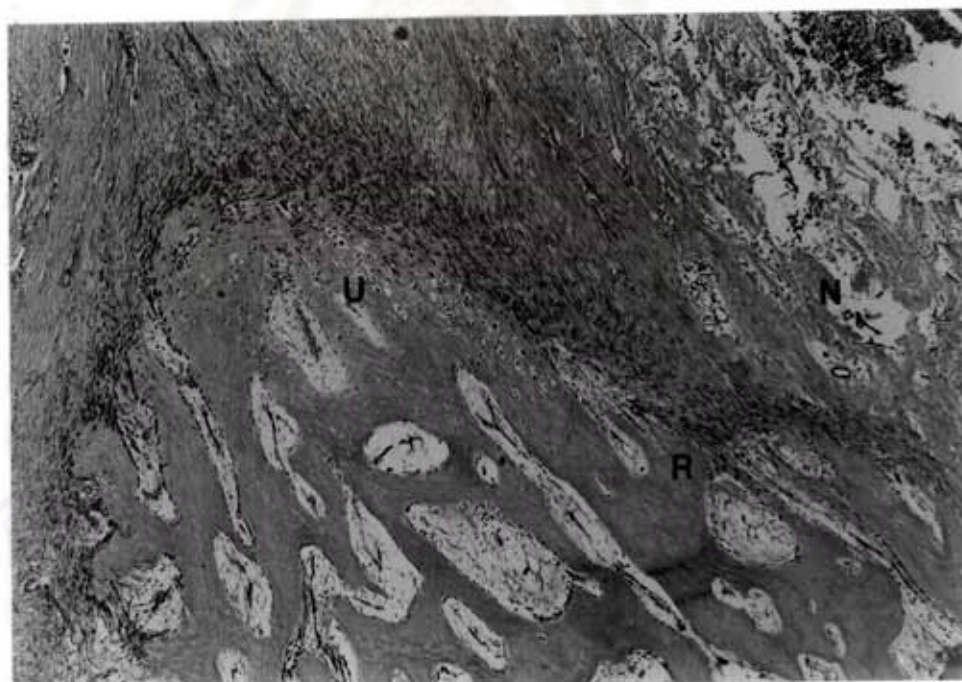
พบ granulation tissue อยู่ใน gap ระหว่างส่วนรับกราฟท์กับตัวกราฟท์ ใน granulation tissue พบ polymorphonuclear cell (PMN) plasma cell fibroblast และมีเส้นเลือดฝอยชุก นอกจากนี้ยังพบ osteoclast ตามขอบของส่วนรับกราฟท์ด้วย กราฟท์ไม่มี osteocytes หลงเหลืออยู่ใน lacunae เดิม และเนื้อกระดูกส่วนที่เป็น trabecular bone บางลง



ภาพที่ 17 ภาพเอ็กซเรย์บริเวณปลอกกระดูกขากรรไกรล่างของสุนัข P ภายหลังจากตัด 8 สัปดาห์



ภาพที่ 18 ภาพเอ็กซเรย์บริเวณปลอกกระดูกขากรรไกรล่างของสุนัข R ก่อนตัดชิ้นกระดูก เพื่อตรวจทางจุลกายวิภาคภายหลังจากตัด 8 สัปดาห์



ภาพที่ 19 ลักษณะทางจุลกายวิภาคบริเวณรอยต่อขมกระดูกของสุนัข R ภายหลังผ่าตัด ๘ สัปดาห์ (H&E $\times 50$) A - ชิ้นกราฟท์ E - กระดูกขากรรไกรล่าง N - fibrous tissue O - หลอดเลือดฝอย R - spongy bone S - ช่องว่างระหว่างชิ้นกราฟท์และกระดูกขากรรไกรล่าง T - polymorphonuclear cells U - chondrocyte

10 สัปดาห์

osteolysis ของปลายกระดูกที่เห็นในภาพถ่ายเอ็กซเรย์ในสุนัข 1 J และ P (ภาพที่ 20) ยังไม่แตกต่างกับที่ 8 สัปดาห์ ส่วนสุนัข 2 ก็ยังไม่มี osteolysis ที่ปลายกระดูก ทำให้สุนัขทดลองที่เหลือเพียง 4 ตัว (1 2 J และ P) ทุกตัวไม่มีการเปลี่ยนแปลงความกว้างของ gap ข้างหน้าและท้ายของกราฟท์ ทั้ง 4 ตัวตรวจพบ fracture line มาตลอดตั้งแต่หลังผ่าตัด แม้ว่า จะมีการเปลี่ยนแปลงโดยรอบข้างก็ตาม สุนัข 2 ยังไม่ปรากฏ gap หน้าและท้ายกราฟท์ ความ ทึบต่อรังสีของกราฟท์ทุกตัวไม่แตกต่างจากเมื่อ 8 สัปดาห์ แต่น้อยกว่าเมื่อ 2 สัปดาห์

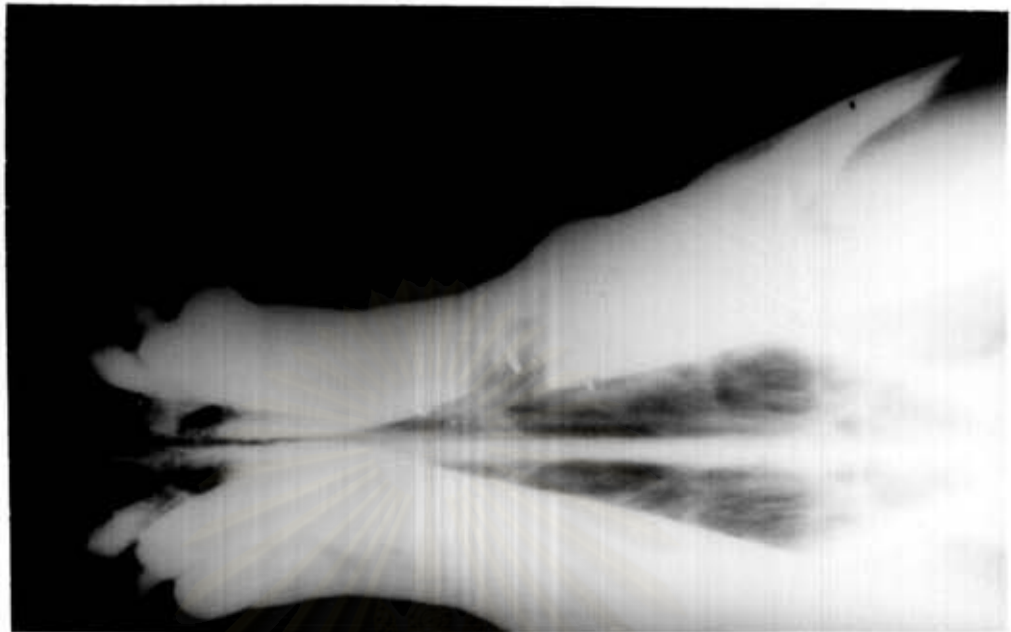
External callus พบในสุนัขตัวเดิม (J) และเพิ่มอีก 1 ตัว (2) โดยเกิด callus เหนือ gap ข้างหน้าและท้ายกราฟท์ในสุนัขทั้ง 2 ตัว สุนัขทุกตัวสร้าง internal callus บริเวณ fracture line หรือ gap ซึ่งแต่เดิมพบในสุนัข 1 2 และ J ในที่นี้ไม่นับรวมสุนัข R ซึ่งได้ถูก autopsy เมื่อ 8 สัปดาห์หลังผ่าตัด สุนัข P มี internal callus ตรง gap ทั้งข้างหน้าและท้ายของกราฟท์ แต่สุนัข 1 2 และ J นั้น internal callus เกิดที่เดิมที่ gap ข้างหน้ากราฟท์ นอกจากนี้สุนัข J ยังมีการสร้าง internal callus ที่ gap ข้างท้ายของกราฟท์ จึงแตกต่างจากที่ 8 สัปดาห์ หลังผ่าตัด

12 สัปดาห์

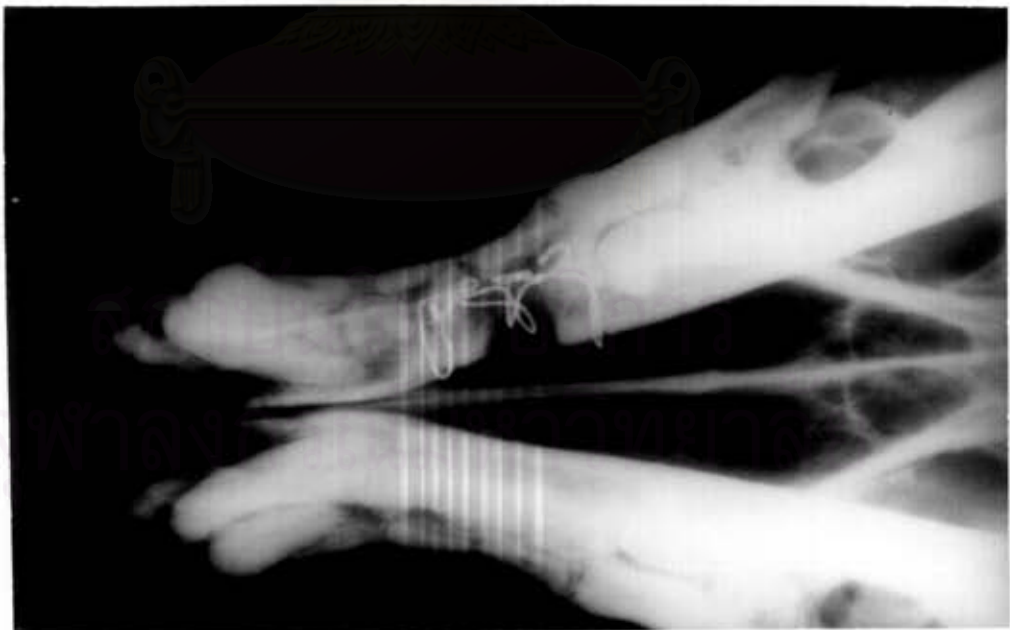
ปลายของกราฟท์ไม่มี osteolysis มากไปกว่าเดิม สุนัขทดลอง 4 ตัว (1 2 J และ P) จึงไม่มีความแตกต่างของความกว้างของ gap ข้างหน้าและท้ายของกราฟท์ โดยเป็นเช่นนี้ตั้งแต่ เมื่อครบ 10 สัปดาห์หลังผ่าตัด fracture line ยังปรากฏให้เห็น กระดูกกราฟท์มีความทึบต่อรังสี น้อยเช่นเดิม ยกเว้นสุนัข 2 เพียงตัวเดียวที่มีความทึบของกราฟท์น้อยลง

เกิด external callus ในสุนัขทดลอง 3 ใน 4 ตัว (1 2 และ J) โดยที่สุนัข 2 และ J พบ callus แล้วยที่เหนือ gap ทั้งข้างหน้าและท้ายของกราฟท์ สุนัข 1 สร้าง callus นี้ที่ข้างหน้าของ ส่วนที่รับกราฟท์ อย่างไรก็ตามสุนัข P (ภาพที่ 21) ซึ่งตรวจไม่พบ external callus แต่ก็มี internal callus ตรงบริเวณ fracture line หรือ gap ทั้งข้างหน้าและท้ายของกราฟท์เช่นเดิมดังที่ พบเมื่อ 10 สัปดาห์หลังผ่าตัด และสุนัขทดลอง 3 ตัว (1 2 และ J) มี internal callus เกิดในที่ เดิมคือสุนัข J (ภาพที่ 22) เกิดมี internal callus ทั้งข้างหน้าและท้ายของกราฟท์เหมือนกับสุนัข P ในขณะที่ สุนัข 1 และ 2 มีเฉพาะที่ข้างหน้ากราฟท์

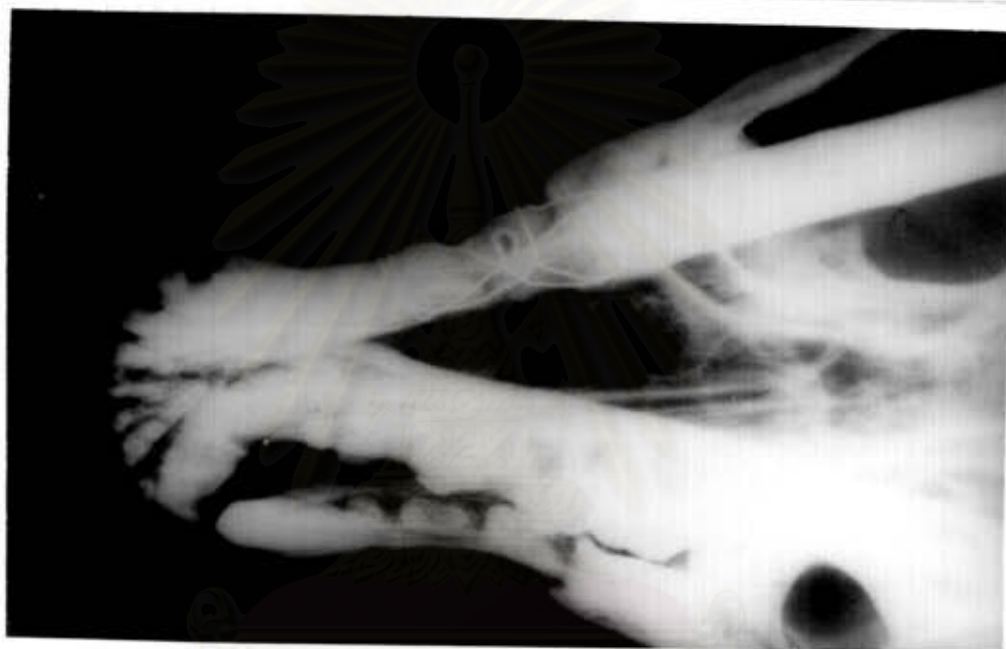
การศึกษาทางจุลกายวิภาคชิ้นกระดูกของสุนัข J (ภาพที่ 23) พบว่าชิ้นกราฟท์ไม่มี osteocyte หลงเหลืออยู่ใน lacunae รอยต่อระหว่างกราฟท์และส่วนที่รับกราฟท์มี granulation tissue หนาและมี fibrous tissue มากขึ้น PMN ลดจำนวนลงแต่ plasma cell fibroblast และ เส้นเลือดฝอยเพิ่มมากขึ้น ไม่พบ new bone ในรอยต่อระหว่างกราฟท์และส่วนรับกราฟท์



ภาพที่ 20 ภาพเอ็กซเรย์บริเวณปลุกกระดูกขากรรไกรล่างของสุนัข P ภายหลังจากตัด 10 สัปดาห์

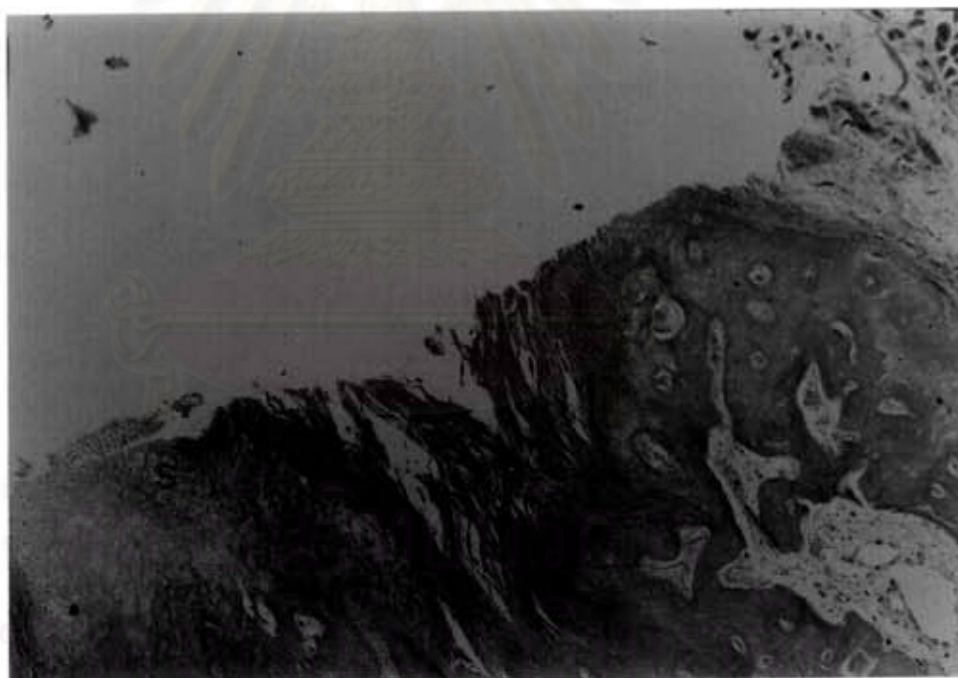
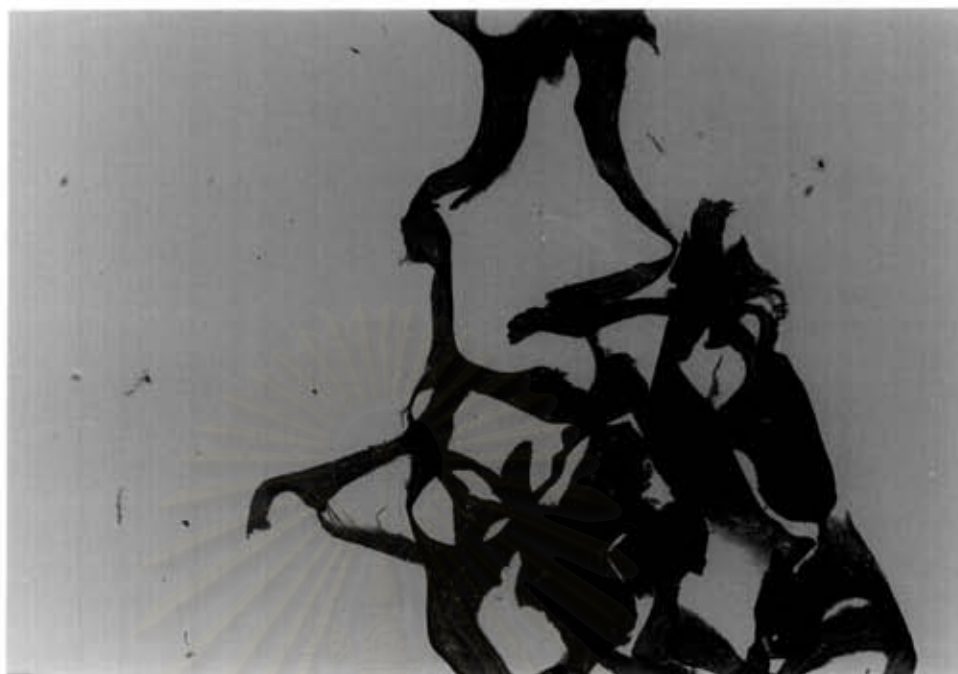


ภาพที่ 21 ภาพเอ็กซเรย์บริเวณปลุกกระดูกขากรรไกรล่างของสุนัข P ภายหลังจากตัด 12 สัปดาห์



ภาพที่ 22 ภาพเอ็กซเรย์บริเวณปลอกกระดูกขากรรไกรล่างของสุนัข J ก่อนตัดชิ้นกระดูก
เพื่อตรวจทางจุลกายวิภาคภายหลังผ่าตัด 12 สัปดาห์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 23 ลักษณะทางจุลกายวิภาคบริเวณรอยต่อชั้นกระดูกของสุนัข J ภายหลังจากตัด 12
 สัปดาห์ (H&E \times 50) A - ชิ้นกราฟท์ S - cartilage T - callus

ในขณะที่พบ internal callus ปรากฏในภาพถ่ายเอ็กซเรย์ของสุนัขตัวเดียวกัน พบ cartilage ที่ ส่วนกลางของ external callus ซึ่งเชื่อมต่อที่ขอบนอกของปลายทั้งสองของส่วนรับกราฟท์ด้วย spongy bone พบ cartilage บางส่วนเริ่มถูกแทนด้วยกระดูกไปตามกระบวนการ endochondral ossification

สุนัขที่ใช้การยึดตรึงด้วยแผ่นพลาสติกความกระดุกและศกรู

ภายหลังการผ่าตัดทันที (0 สัปดาห์)

กราฟท์กระดูกในสุนัข 3 ตัว (S V (ภาพที่ 24) และ X) วางแนบชิดกับส่วนที่รับ กราฟท์ของกระดูกขากรรไกรล่าง จึงไม่พบ gap ที่ข้างหน้าและข้างท้ายของกราฟท์ ในสุนัขอีก 3 ตัว (T U และ W) มี gap เล็กน้อย โดยพบว่าในสุนัข T มีช่องว่างที่ข้างท้ายของกราฟท์ ส่วนตัว อื่น ๆ มีช่องว่างทั้งหน้าและท้ายของกราฟท์ นอกจากนี้สุนัข W มีเศษของกระดูกขากรรไกรล่าง ตกค้างอยู่ในบริเวณปลูกกระดูก

2 สัปดาห์

ช่องว่าง (gap) ของสุนัข U และ W ขนาดเล็กที่พบภายหลังผ่าตัดทันทียังคงเท่า เดิม สุนัข S T V และ X มี osteolysis ของปลายกระดูกขากรรไกรล่างที่รับกราฟท์ ทำให้มี gap ที่ทั้งหน้าและท้ายของกราฟท์ โดยที่สุนัข T พบ gap ที่ข้างท้ายกราฟท์ตั้งแต่ภายหลังผ่าตัด ความกว้างของ gap ยังคงมีขนาดเท่าเดิม gap ใหม่เกิดขึ้นในสุนัข 3 ใน 6 ตัว ดังนั้นสุนัขทั้ง 6 ตัวมีช่องว่างระหว่างกราฟท์กับส่วนที่รับกราฟท์

พบการ resorption ของชิ้นกราฟท์ในสุนัข S และ V (ภาพที่ 25) ส่วนอีก 4 ตัว มี ปัญหาแผลเชื่อมช่องปากแตก 1-2 ครั้ง พบ external callus 1 ราย (W) callus นี้เกิดระหว่างส่วน ที่รับกราฟท์กับเศษกระดูกที่ตกค้างอยู่

4 สัปดาห์

แนวกระดูกวางเรียงต่อกันยังคงเหมือนภายหลังผ่าตัด โดยที่แผ่นพลาสติกความ กระดุกและศกรูยังยึดได้แน่นสนิท (ภาพที่ 26) พบช่องว่างข้างหน้าและท้ายของกราฟท์ของสุนัข ทุกตัว สุนัข S T และ U มีการขยายกว้างขึ้นของ gap กล่าวคือ gap ทางข้างหน้าและท้าย ของกราฟท์ของสุนัข T และ U กว้างขึ้น ส่วนสุนัข S พบการกว้างขึ้นของ gap ที่อยู่ข้างท้าย ของกราฟท์ ลักษณะดังกล่าวสอดคล้องกับการเกิด osteolysis ในสุนัขทั้งสามด้วย ลักษณะนี้เคย พบในสุนัข V เมื่อ 2 สัปดาห์ ดังนั้นพบ osteolysis ในสุนัขทดลอง 4 ใน 6 ตัว gap กว้างกว่า เดิมเกิดขึ้น 3 ใน 6 ตัว



ภาพที่ 24 ภาพเอ็กซเรย์บริเวณปลอกกระดูกขากรรไกรล่างของสุนัข V ทันทีภายหลังผ่าตัด
ตรึงชิ้นกราฟท์ด้วยแผ่นพลาสติกคานกระดูกและสกรู



ภาพที่ 25 ภาพเอ็กซเรย์บริเวณปลอกกระดูกขากรรไกรล่างของสุนัข V ภายหลังผ่าตัด 2
สัปดาห์

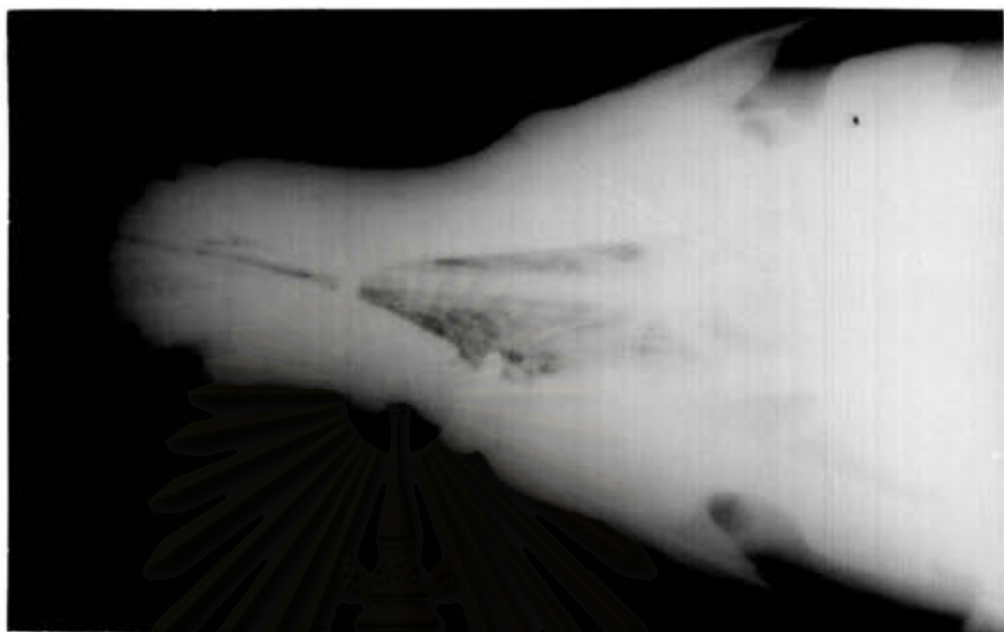
การเกิด resorption ของกราฟท์ทั้งชิ้นเกิดในสุนัข 3 ตัว (S T และ U) ซึ่งสังเกตจากกราฟท์ที่มีความทึบในภาพถ่ายเอ็กซเรย์ลดลง external callus ในสุนัข W ที่เกิดระหว่างส่วนที่รับกราฟท์กับชิ้นกระดูกขากรรไกรล่างตกค้างอยู่เพิ่มมากขึ้น (ภาพที่ 27) แต่ยังไม่พบ callus ในสุนัขตัวอื่น ๆ

การศึกษาทางจุลกายวิภาคชิ้นกระดูกของสุนัข W (ภาพที่ 28) พบว่ากราฟท์กระดูกเกิด osteolysis osteocyte ใน lacunae ของกราฟท์หายไป trabeculae ย้อมติดสี eosin รูปร่างและขนาดของ trabeculae ของส่วนของกราฟท์ที่วางชิดกับ cortex ของกระดูกขากรรไกรยังคงเดิมแต่บาง ในขณะที่ trabeculae ของกราฟท์ส่วนที่อยู่ตรงกลางบางและมีขนาดเล็กลง ที่รอบ ๆ กราฟท์เกิด inflammatory process มี PMN cell มากมาย พบ multinucleated cell ด้วย นอกจากนี้ยังพบ lymphocyte และ plasma cell แต่ไม่มากนัก โดยที่บางส่วนแทรกอยู่ใน endosteum พบการแตกแขนงของเส้นเลือดเจริญเข้ามาใน granulation tissue ที่ยึดระหว่างกราฟท์และส่วนรับกราฟท์ บริเวณขอบ ๆ นอก cortex ของกระดูกส่วนรับกราฟท์และกราฟท์มี external callus เกิดขึ้นซึ่งเป็นการสร้างกระดูกชนิด intramembranous เรียกว่า hard callus ส่วนบริเวณตรงกลางจะเป็นกระดูกอ่อน (hyaline cartilage) เรียกว่า soft callus osteocytes ของกระดูกขากรรไกรส่วนมากยังปรากฏใน lacunae ที่ขอบของกระดูกส่วนรับกราฟท์พบ osteocytes ใน lacunae คายและหายไป

6 สัปดาห์

แนวกระดูกวางเรียงต่อกันเหมือน 4 สัปดาห์ภายหลังจากตัด พบ osteolysis ในสุนัขตัวเดิมกับระยะที่แล้ว (S T U และ V) gap ระหว่างกราฟท์และปลายกระดูกขากรรไกรล่างของสุนัขทดลองทุกตัวยังคงอยู่ บางตัวมีขนาดกว้างเท่าเดิม บางตัวกว้างขึ้น กล่าวคือสุนัข S มี gap ข้างท้ายกราฟท์กว้างขึ้น สุนัข U มีช่องว่างทั้งข้างหน้าและท้ายกว้างขึ้น จึงมีสุนัขเพียง 2 ตัวที่มี gap กว้างขึ้น ซึ่งน้อยกว่าระยะ 4 สัปดาห์ที่มี 3 ตัว

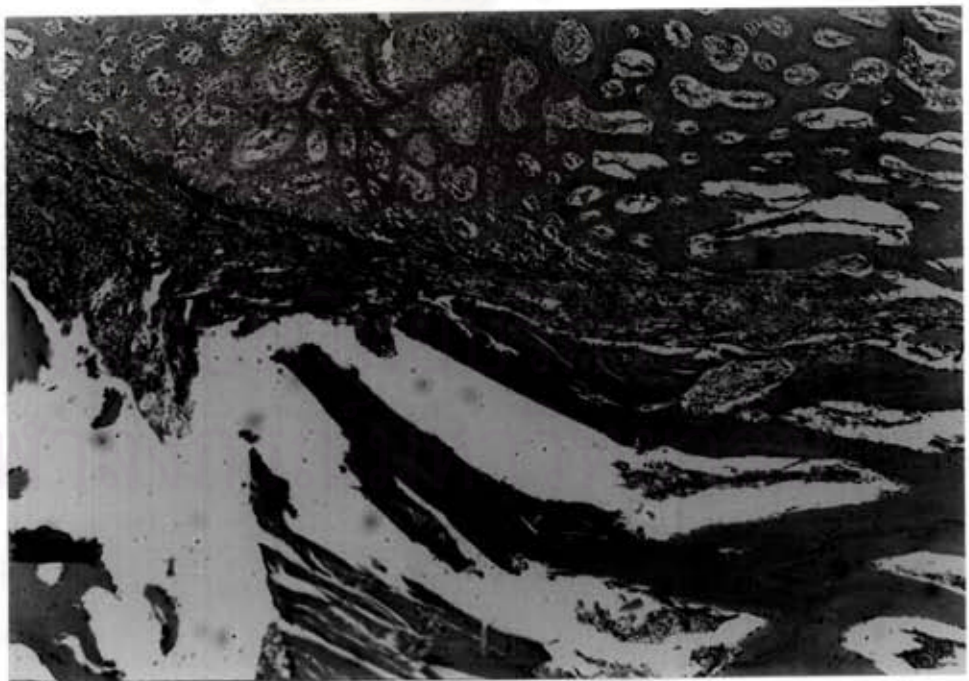
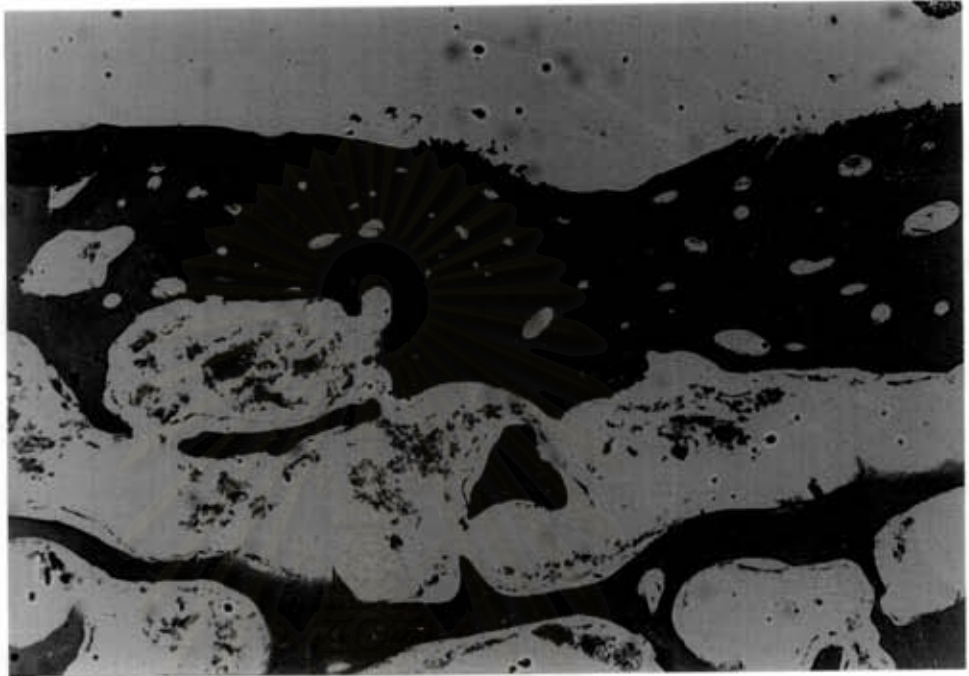
การ resorption ของชิ้นกราฟท์เกิดในสุนัข 3 ตัว (U V และ X) โดยสุนัข V (ภาพที่ 29) และ X เริ่มต้นมี resorption ในขณะที่สุนัข U เกิด resorption มากขึ้นกว่าการตรวจครั้งก่อน ส่วนสุนัข S และ T มีสภาพขุ่นจางเหมือนเดิม พบ external callus ในสุนัขทดลอง 2 ใน 5 ตัว สุนัข S มี callus ที่ fracture line หรือ gap ข้างหน้า ส่วนสุนัข X มี callus ที่ gap ข้างหน้าและท้ายกราฟท์ fracture line หรือ gap มี internal callus ปรากฏให้เห็นในสุนัข 2 ตัว โดยสุนัข S มีที่ gap ข้างท้าย ส่วนสุนัข T มี gap ทั้ง 2 แห่ง



ภาพที่ 26 ภาพเอ็กซเรย์บริเวณปลอกกระดูกขากรรไกรล่างของสุนัข V ภายหลังจากตัด 4 สัปดาห์



ภาพที่ 27 ภาพเอ็กซเรย์บริเวณปลอกกระดูกขากรรไกรล่างของสุนัข W ก่อนตัดชิ้นกระดูกเพื่อตรวจทางจุลกายวิภาคภายหลังจากตัด 4 สัปดาห์



ภาพที่ 28 ลักษณะทางจุลกายวิภาคบริเวณรอยต่อชั้นกระดูกของสุนัข W ภายหลังผ่าตัด 4 สัปดาห์ (H&E $\times 50$) A - ชั้นกราฟท์ E - callus O - เศษกระดูกตกค้าง N - polymorphonuclear cells

8 สัปดาห์

แผ่นพลาสติกยังคงแนบประกบติดกับกราฟท์ สามารถมองเห็นช่องว่างข้างหน้า และท้ายของกราฟท์ของสุนัขทดลองทั้งหมด 5 ตัว (S T U V และ X) โดยยังไม่เปลี่ยนแปลง แตกต่างจาก 2 สัปดาห์ก่อน (ภาพที่ 30)

การเกิด resorption ของชิ้นกราฟท์ไม่ได้มีมากขึ้นโดยทุกตัวมีกราฟท์ที่ทับน้อยกว่า วันผ่าตัด ส่วนการเกิด lysis ของปลายกราฟท์ยังคงปรากฏให้เห็นชัดในสุนัข 3 ตัว คือ สุนัข S T และ U สุนัข V อาจมี internal callus เกิดใน fracture line หรือ gap ที่ยังเห็นไม่ได้ชัดเจนนัก ทำให้รอยนั้นเห็นได้ยาก

พบ external callus ในสุนัข 3 ตัว (S T และ X) และพบ callus เพิ่มมากขึ้นใน สุนัข S ที่ข้างหน้าของกราฟท์ และที่ข้างหน้าและท้ายของกราฟท์ในสุนัข X (ภาพที่ 31) callus ของสุนัข X มีมากกว่าเดิมโดยเฉพาะที่ข้างหน้ากราฟท์ สุนัข T เริ่มมี external callus ที่ gap ข้าง ท้ายของกราฟท์ ส่วนการเกิด internal callus ที่ด้านในของกระดูกที่เคยพบเมื่อ 2 สัปดาห์ก่อนใน สุนัข 2 ตัว (S และ T) ยังคงมีเช่นเดิมที่ gap ข้างท้ายของกราฟท์ในสุนัข S และ ที่ gap ทั้งหน้า และท้ายของกราฟท์ของสุนัข T

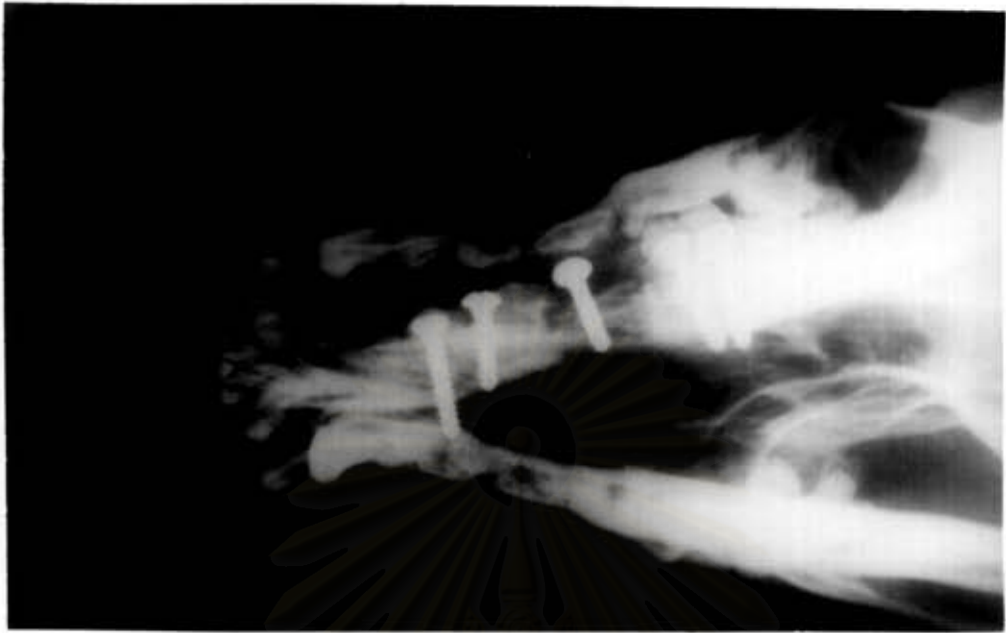
การศึกษาทางจุลกายวิภาคชิ้นกระดูกของสุนัข X (ภาพที่ 32) พบ granulation tissue ระหว่างกราฟท์และส่วนรับกราฟท์ granulation tissue ประกอบด้วย PMN cell มากมาย นอกจากนี้ยังพบ macrophage และ fibroblast ด้วย plasma cell จำนวนไม่มากนัก

ในระบะนี้มีลักษณะอื่น ๆ เหมือน 4 สัปดาห์หลังผ่าตัด และยังพบ osteoclast จำนวนมากบน trabeculae ของกระดูกส่วนรับกราฟท์ พบ trabeculae ของ external callus มี ลักษณะเป็น spongy bone ที่ขอบนอกของรอยต่อข้างหน้าและท้ายกราฟท์

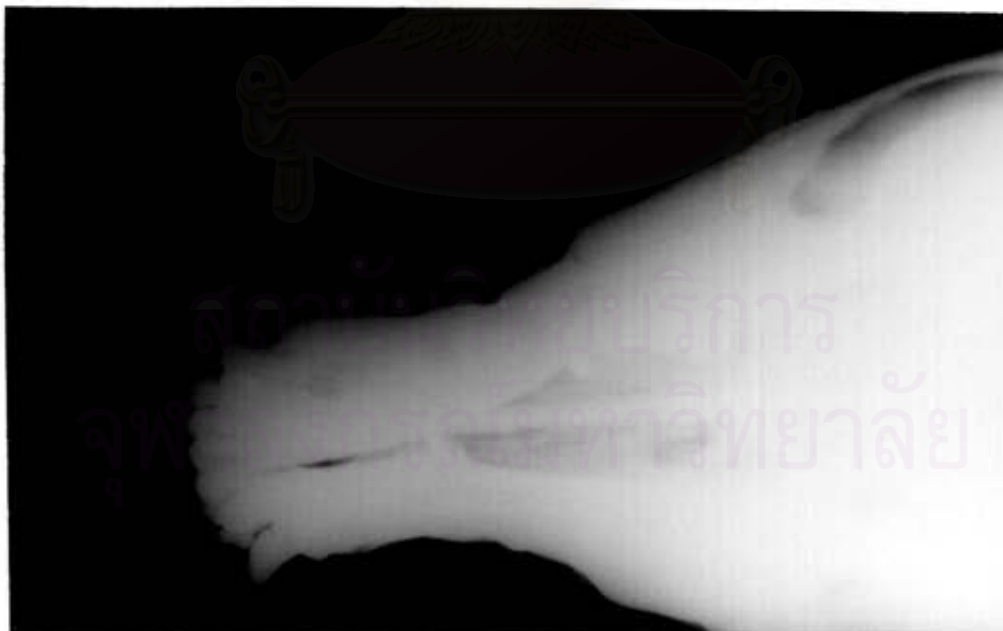
10 สัปดาห์

แผ่นพลาสติกยังคงแนบประกบกราฟท์และส่วนที่รับกราฟท์ ระบะนี้ไม่พบมีการ resorption ของชิ้นกราฟท์เพิ่มขึ้นจาก 8 สัปดาห์ หรือแม้แต่ osteolysis ที่ปลายกราฟท์ แต่โดย รวมแล้วต่างจากวันผ่าตัด gap ข้างหน้าและท้ายของกราฟท์ยังคงความกว้างเท่าเดิมในสุนัข S และ U ส่วนอีก 2 ตัวมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นโดยสุนัข T มี bone loss บริเวณใต้หัวสกรูซึ่งยึด ที่กระดูกขากรรไกรล่างใกล้กับขอบท้ายของกราฟท์ ทำให้ gap ข้างท้ายกราฟท์กว้างขึ้น สำหรับสุนัข V ไม่พบ gap ทั้งข้างหน้าและท้ายกราฟท์

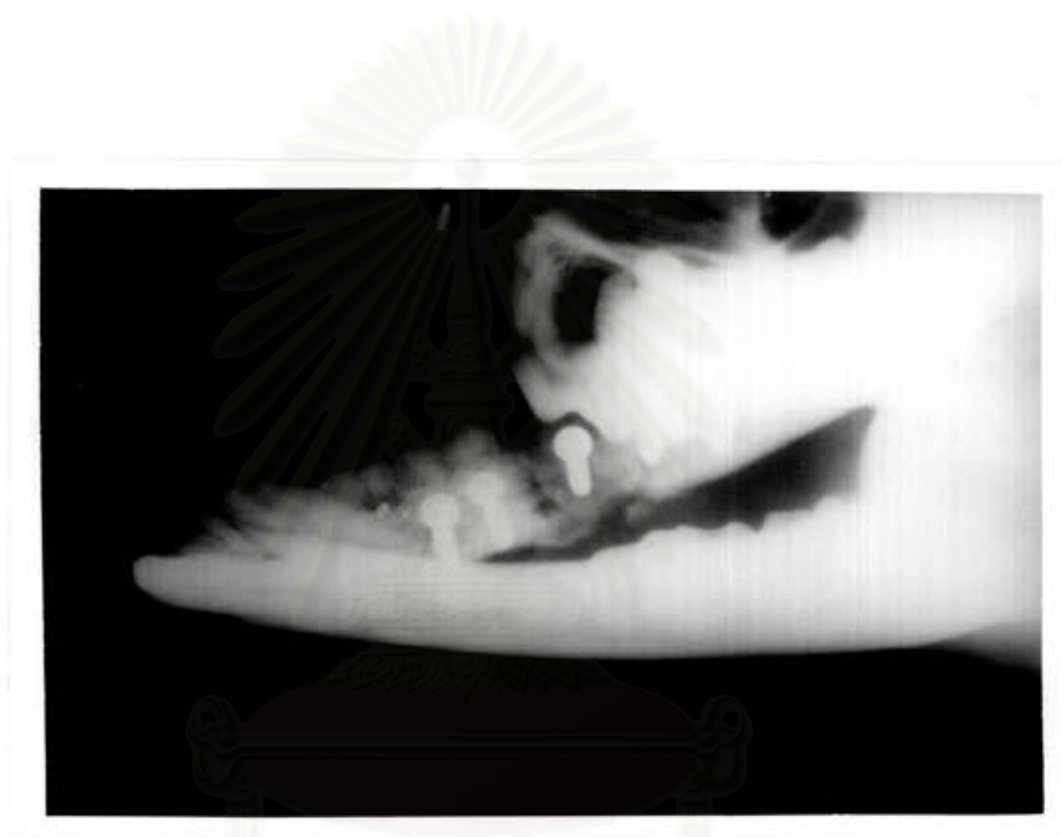
พบ external callus ในสุนัข 2 ตัว (S และ T) จาก 4 ตัว สุนัข S มี callus ที่ gap ข้าง หน้ากราฟท์ ส่วนสุนัข T มี callus ที่ gap ข้างท้ายของกราฟท์ ในขณะที่สุนัข U และ V ไม่พบ external callus gap ระหว่างกราฟท์และส่วนรับกราฟท์ในสุนัข S T และ U มีลักษณะขุ่น



ภาพที่ 29 ภาพเอ็กซเรย์บริเวณปลอกกระดูกขากรรไกรล่างของสุนัข V ภายหลังจากผ่าตัด 6 สัปดาห์

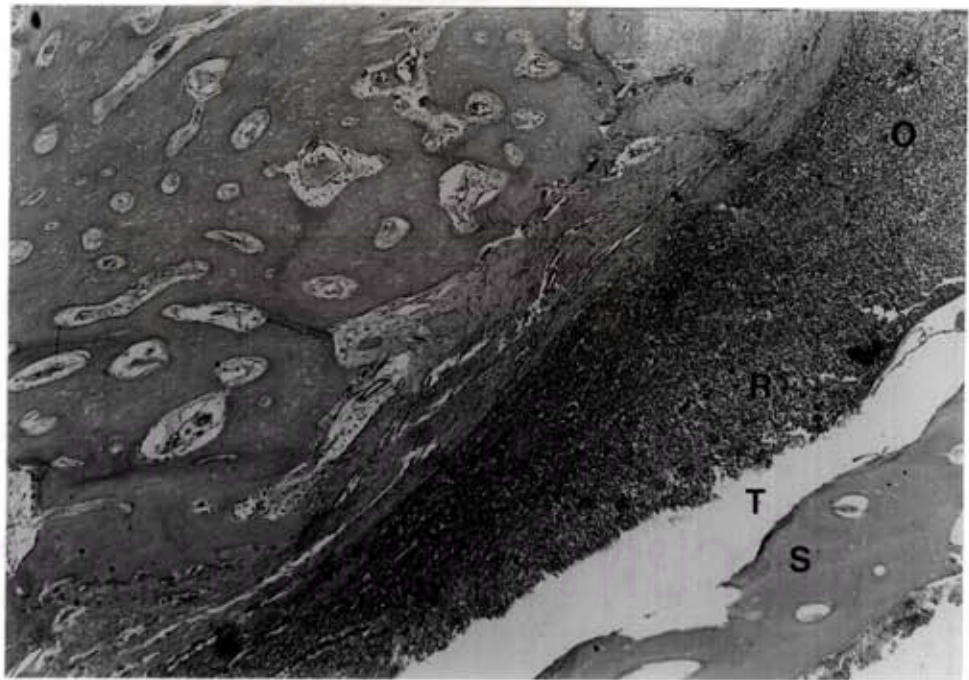
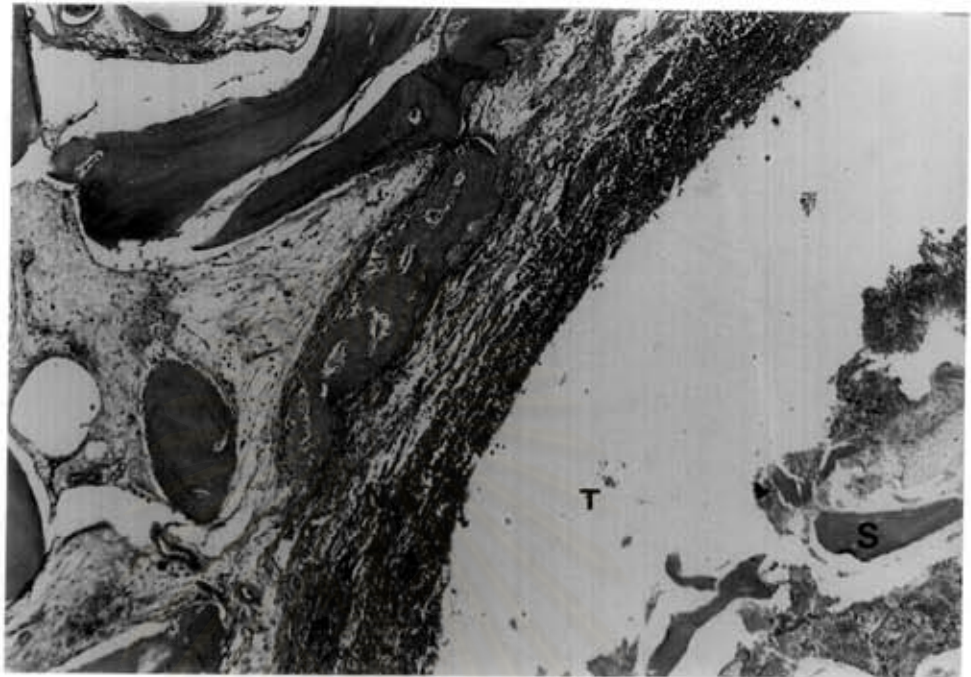


ภาพที่ 30 ภาพเอ็กซเรย์บริเวณปลอกกระดูกขากรรไกรล่างของสุนัข V ภายหลังจากผ่าตัด 8 สัปดาห์



ภาพที่ 31 ภาพเอ็กซเรย์บริเวณปลุกกระดูกขากรรไกรล่างของสุนัข X ก่อนตัดชิ้นกระดูก เพื่อตรวจทางจุลกายวิภาคภายหลังผ่าตัด 8 สัปดาห์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 32 ลักษณะทางจุลกายวิภาคบริเวณรอยต่อชั้นกระดูกของสุนัข X ภายหลังจากผ่าตัด 8 สัปดาห์ (H&E X 50) S - ชั้นกราฟท์ T - ช่องระหว่างชั้นกราฟท์กับกระดูก ขากรรไกรล่าง N - granulation tissue O - polymorphonuclear R - เส้นเลือดฝอย

ที่บวมมากขึ้น ซึ่งมี new bone เกิดขึ้นมาตั้งแต่สัปดาห์ที่ 6 ในสุนัข S และ T internal callus นี้พบที่ gap ข้างท้ายกราฟท์ของสุนัข S และ U และที่ gap ที่ข้างหน้าและท้ายกราฟท์ในสุนัข T สุนัข V มีกราฟท์เกือบจะต่อสนิทกับกระดูกขากรรไกรล่าง (ภาพที่ 33)

12 สัปดาห์

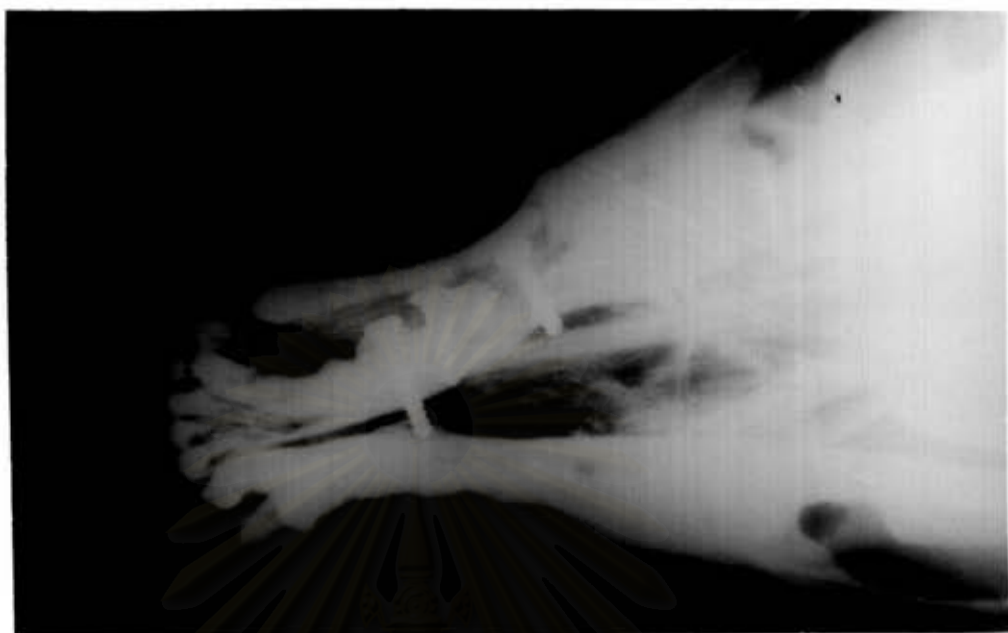
แนวกระดูกวางเรียงต่อกันดี ยังคงเห็น fracture line ขกเว้นสุนัข V ที่กราฟท์และกระดูกขากรรไกรเชื่อมกันสนิทมี internal callus จึงไม่พบ fracture line (ภาพที่ 34) กระดูกได้หัวกระดูกที่ยึดกระดูกขากรรไกรล่างตรงท้ายของกราฟท์แหงหายไ้ไปมากขึ้นในสุนัข T ทำให้ gap ข้างท้ายกราฟท์กว้างมากขึ้น ระยะเวลาไม่พบการ resorption มากขึ้นของชิ้นกราฟท์ หรือแม้แต่ที่ปลายกราฟท์ จึงไม่แตกต่างไปจาก 8 หรือ 10 สัปดาห์หลังผ่าตัด แต่ทุกตัวมีความแตกต่างจากลักษณะที่เห็นในวันผ่าตัด

พบ external callus ในสุนัขเกือบทุกตัว ขกเว้นสุนัข V กล่าวคือพบ external callus เหนือ gap ข้างหน้าและท้ายกราฟท์ในสุนัข S T และ U สุนัข S T และ U มี internal callus ในตำแหน่งที่ต่างกัน โดยพบที่บริเวณรอยต่อข้างหน้าและท้ายกราฟท์ในสุนัข T และที่บริเวณรอยต่อท้ายกราฟท์ของ สุนัข U ส่วนสุนัข S ซึ่งเคยพบ callus เมื่อ 2 สัปดาห์ก่อนที่รอยต่อท้ายกราฟท์มี internal callus เกิดขึ้นที่รอยต่อข้างหน้าของกราฟท์ร่วมด้วยอีก 1 ตำแหน่ง (ภาพที่ 35)

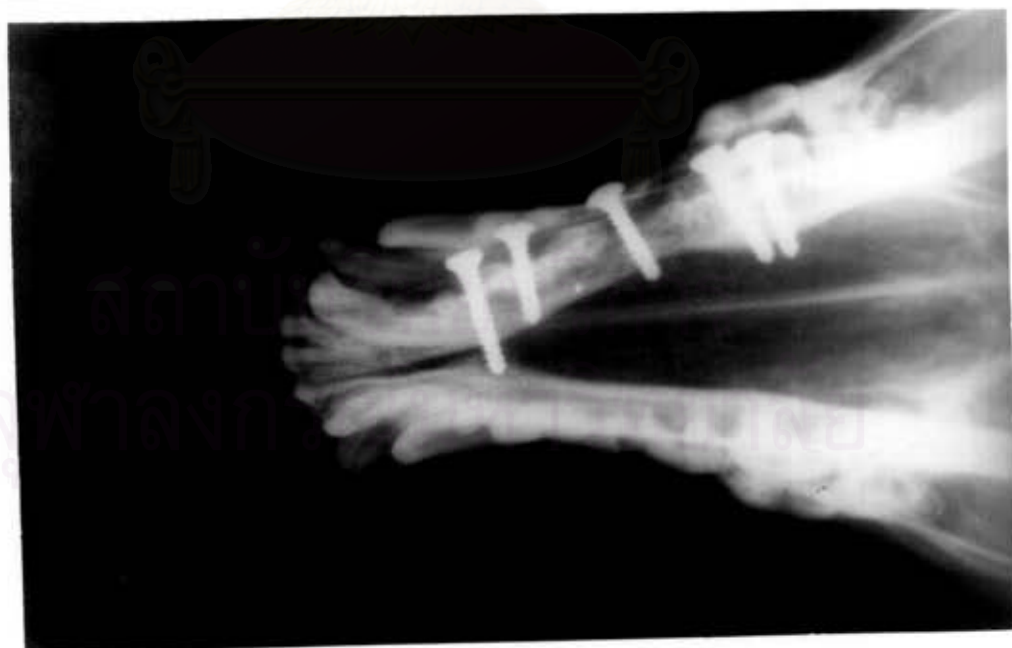
การศึกษาทางจุลกายวิภาคชิ้นกระดูกของสุนัข S (ภาพที่ 36) กราฟท์ไม่มี osteocyte ใน lacunae trabeculae บางมากและคิดสี eosin รอบ ๆ กราฟท์ มี granulation tissue หุ้มเชื่อมระหว่างตัวกราฟท์และส่วนรับกราฟท์มี fibrous tissue มากขึ้น และมีเส้นเลือดแตกแขนงเข้ามาเลี้ยงมาก พบ plasma cell มากมายและ PMN cell ไม่มากนักได้โดยทั่วไปรอบกราฟท์และแทรกอยู่ใน mesenchymal cell ของ endosteum ที่บุโพรงกระดูกอยู่

นอกจากนี้พบ external callus หุ้มอยู่รอบรอยต่อระหว่างกราฟท์และส่วนรับกราฟท์โดยพบ trabeculae มากมายตรงข้างหน้าและท้ายกราฟท์ แต่ไม่พบ internal callus ระหว่างรอยต่อกระดูก ในขณะที่พบ callus นี้ปรากฏในภาพถ่ายเอ็กซเรย์

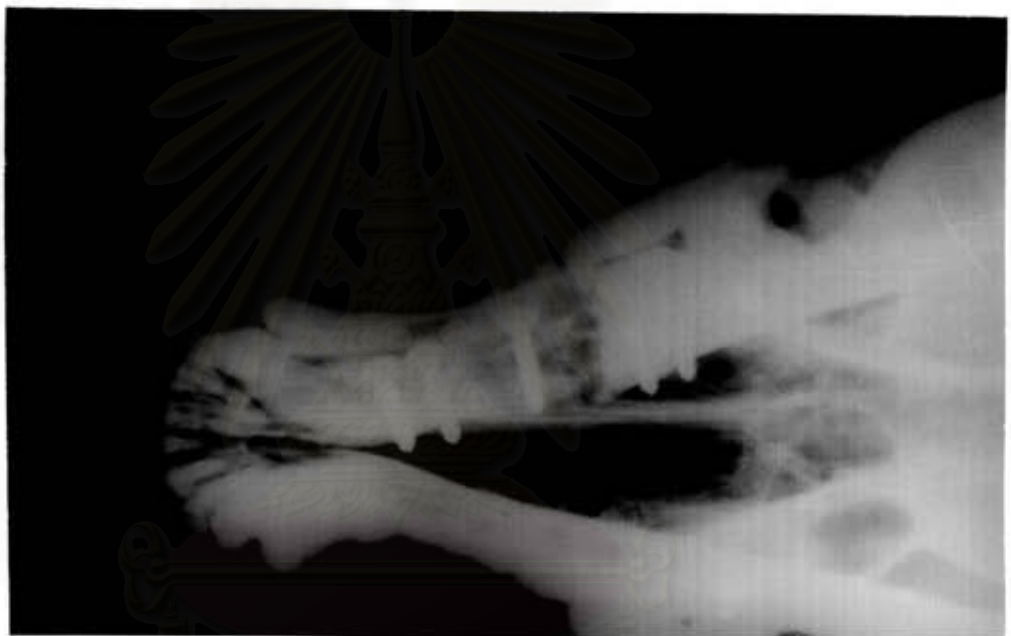
จากการศึกษาครั้งนี้ประมวลผลได้ว่า ภายหลังการผ่าตัดปลูกกระดูกขากรรไกรล่างโดยใช้ส่วกระดูกซี่โครงกระดูก เส้นเลือดบริเวณปลูกกระดูกเกิดความเสียหายจากการผ่าตัด ปลายกระดูกขากรรไกรล่างและชิ้นกราฟท์ขาดเลือดมาหล่อเลี้ยงในระยะแรก ทำให้เกิดการตายและเสื่อมสลาย (osteolysis) ของปลายกระดูกส่วนรับกราฟท์และปลายกราฟท์เริ่มพบในภาพถ่ายเอ็กซเรย์ที่ 2 สัปดาห์ภายหลังผ่าตัด (ตารางที่ 1) การศึกษาทางจุลกายวิภาคที่ 4 สัปดาห์ พบ osteolysis ในบริเวณดังกล่าวเช่นเดียวกัน ทำให้พบ gap ในสุนัขมากขึ้น ทั้งจำนวนสุนัขและ



ภาพที่ 33 ภาพเอ็กซเรย์บริเวณปลอกกระดูกขากรรไกรล่างของสุนัข V ภายหลังจากตัด 10 สัปดาห์

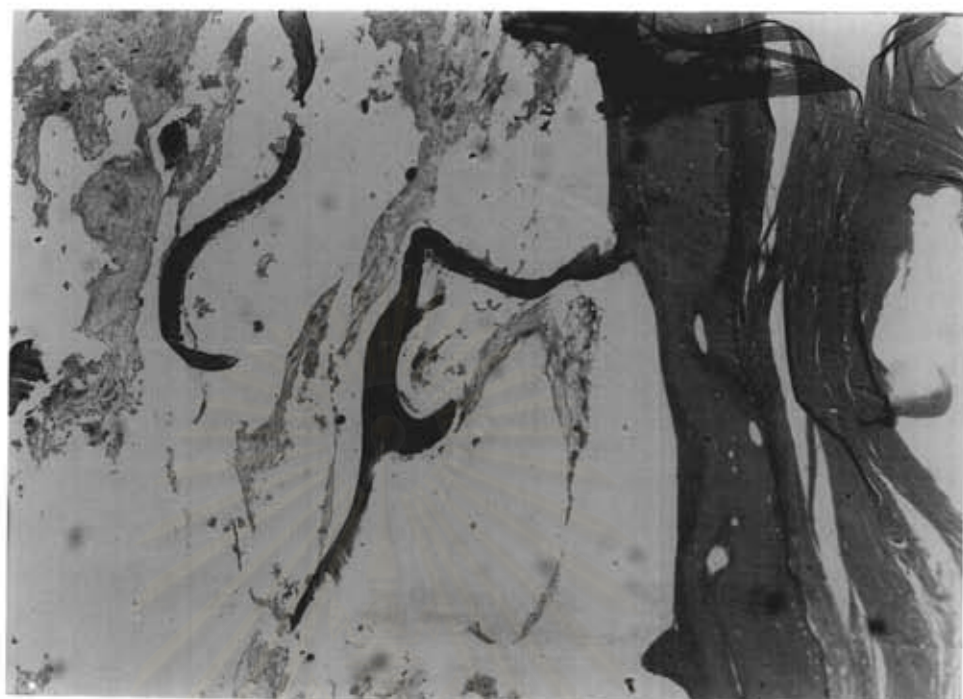


ภาพที่ 34 ภาพเอ็กซเรย์บริเวณปลอกกระดูกขากรรไกรล่างของสุนัข V ภายหลังจากตัด 12 สัปดาห์



ภาพที่ 35 ภาพเอ็กซเรย์บริเวณปลอกกระดูกขากรรไกรล่างของสุนัข S ก่อนตัดชิ้นกระดูก เพื่อตรวจทางจุลกายวิภาคภายหลังผ่าตัด 12 สัปดาห์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 36 ลักษณะทางจุลกายวิภาคบริเวณรอยต่อชั้นกระดูกของสุนัข S ภายหลังจากตัด
 12 สัปดาห์ (H&E \times 50 และ H&E \times 400 ตามลำดับ) A - ชั้นกราฟท์
 O - fibrous tissue U - blood vessels T - polymorphonuclear cell

ความกว้างของ gap ในสัปดาห์ที่ 4 การปริแตกของเนื้อเยื่อที่หุ้มและการติดเชื้อทำให้มีการตายและเสื่อมสภาพกระดูกเพิ่มขึ้น และพบ gap คลอด 12 สัปดาห์ของการทดลอง

ตารางที่ 1 สรุปผลการศึกษาแสดงจำนวนและสัดส่วนร้อยละของสุนัขที่พบมีการเปลี่ยนแปลงที่บริเวณปลอกกระดูกขากรรไกรล่าง โดยใช้สัปดาห์กระดูกที่ระยะเวลาต่าง ๆ ภายหลังจากผ่าตัด

	สัปดาห์ที่ (หลังการผ่าตัด)						
	0	2	4	6	8	10	12
จำนวนสุนัขทั้งหมด	6	6	6	5	5	4	4
Gap	2 (33.3)	3 (50.0)	5 (83.3)	4 (80.0)	4 (80.0)	3 (75.0)	3 (75.0)
Osteolysis ของปลายกระดูก	0 (0)	1 (16.7)	2 (33.3)	2 (40.0)	2 (40.0)	3 (75.0)	3 (75.0)
Graft resorption	0 (0)	0 (0)	4 (66.7)	5 (100.0)	5 (100.0)	4 (100.0)	4 (100.0)
New bone	0 (0)	0 (0)	0 (0)	3 (60.0)	4 (80.0)	4 (100.0)	4 (100.0)
External callus	0 (0)	0 (0)	0 (0)	2 (40.0)	2 (40.0)	2 (50.0)	3 (75.0)
Internal callus	0 (0)	0 (0)	0 (0)	2 (40.0)	4 (80.0)	4 (100.0)	4 (100.0)

การละลาย (resorption) ของชิ้นกราฟท์จากภาพถ่ายเอ็กซเรย์ แสดงให้เห็นโดยขนาดของกราฟท์ลดลงและชิ้นกราฟท์ที่บวมแดงลดลง เริ่มพบในสัปดาห์ที่ 4 ในสุนัข 4 ใน 6 ตัว (ตารางที่ 1) และความบวมแดงจะน้อยลงมากในสัปดาห์ที่ 6 และ 8 ทั้งจำนวนสุนัขและความบวมกระดูกที่สร้างใหม่ (new bone) เริ่มปรากฏให้เห็นในสัปดาห์ที่ 6 และเพิ่มมากขึ้นในสัปดาห์ที่ 8 ในขณะที่เดียวกันกับที่ไม่พบการขยายความกว้างของ gap ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 8

จากสุนัขทั้งหมด 6 ตัวที่ใช้สัปดาห์กระดูกกราฟท์ให้ติดกับกระดูกขากรรไกรล่าง สุนัข 3 ตัว ถูกตัดชิ้นกระดูกเพื่อตรวจลักษณะการประสานของชิ้นกราฟท์กับกระดูกขากรรไกรล่างตามระยะเวลาละ 1 ตัวที่ 4 8 และ 12 สัปดาห์หลังผ่าตัด ส่วนอีก 3 ตัวใช้ศึกษาลักษณะดังกล่าว โดยการเอ็กซเรย์ตลอดระยะเวลาไม่น้อยกว่า 12 สัปดาห์ พบว่าการปลอกกระดูกขากรรไกรล่างโดยใช้กราฟท์จาก ilium และใช้สัปดาห์กระดูกกราฟท์นั้นได้ผลดี 1 ตัว

และไม่ได้ผลในสุนัข 2 ตัว เนื่องจากว่าบริเวณปลอกกระดูกไม่มั่นคงขยับเขยื้อนได้ทั้ง 2 ตัว ส่วนตัวที่ได้ผลนั้นบริเวณปลอกกระดูกยึดติดกับกระดูกรับอย่างแน่นหนา ในภาพเอ็กซเรย์ที่ 12 สัปดาห์ พบว่าชิ้นกราฟท์ละลายเกือบหมด และยังไม่พบกระดูกเจริญเข้าไปในบริเวณที่มีชิ้นกราฟท์ แต่เมื่อเอ็กซเรย์ที่ 30 สัปดาห์ พบว่ามี new bone เจริญจากปลายกระดูกขากรรไกรล่าง ทั้งจากข้างหน้าและท้ายเข้าเชื่อมต่อกัน (ภาพที่ 37)

ภายหลังการผ่าตัดปลอกกระดูกขากรรไกรล่างโดยใช้แผ่นพลาสติกตามกระดูกร่วมกับศกฐ การผ่าตัดทำลายเส้นเลือดบริเวณปลอกกระดูกทำให้เกิดการตายและการเสื่อมสลาย (osteolysis) ของปลายกระดูกส่วนรับกราฟท์และชิ้นกราฟท์ ทำให้เกิด gap ทางด้านหน้าและด้านหลัง กราฟท์เพิ่มมากขึ้นตั้งแต่สัปดาห์ที่ 2 ภายหลังการผ่าตัด (ตารางที่ 2) และเพิ่มมากขึ้นเป็นลำดับ จนถึงสัปดาห์ที่ 8 กระดูกจึงหยุดการเสื่อมสลายทำให้ gap ไม่กว้างขึ้น การ resorption ของชิ้นกราฟท์โดยมีความทึบแสงลดลงเริ่มพบตั้งแต่สัปดาห์ที่ 2 และลดความทึบลงเรื่อย ๆ จนถึงสัปดาห์ที่ 8 หลังจากนั้นเริ่มพบ new bone ในสัปดาห์ที่ 2 แล้วเพิ่มขึ้นตลอด 12 สัปดาห์ ทำให้ gap แคบขึ้นหลังสัปดาห์ที่ 8

ตารางที่ 2 สรุปผลการศึกษาแสดงจำนวนและสัดส่วนร้อยละของสุนัขที่พบมีการเปลี่ยนแปลง ที่บริเวณปลอกกระดูกขากรรไกรล่าง โดยใช้แผ่นพลาสติกตามกระดูกที่ระยะเวลาต่าง ๆ ภายหลังการผ่าตัด

	สัปดาห์ที่ (หลังการผ่าตัด)						
	0	2	4	6	8	10	12
จำนวนสุนัขทั้งหมด	6	6	6	5	5	4	4
Gap	3 (50.0)	6 (100.0)	6 (100.0)	5 (100.0)	5 (100.0)	3 (75.0)	3 (75.0)
Osteolysis ของปลายกระดูก	0 (0)	3 (50.0)	4 (66.7)	4 (80.0)	3 (60.0)	3 (75.5)	2 (50.0)
Graft resorption	0 (0)	2 (33.3)	3 (50.0)	5 (100.0)	5 (100.0)	4 (100.0)	4 (100.0)
New bone	0 (0)	1 (16.7)	1 (16.7)	3 (60.0)	4 (80.0)	4 (100.0)	4 (100.0)
External callus	0 (0)	1 (16.7)	1 (16.7)	2 (40.0)	3 (60.0)	2 (50.0)	3 (75.0)
Internal callus	0 (0)	0 (0)	0 (0)	2 (40.0)	3 (60.0)	3 (75.0)	4 (100.0)

ในสุนัขกลุ่มที่ใช้แผ่นพลาสติกค้ำกระดูกและกลุ่มที่ใช้ลวดยึดตรึงกระดูก มีการเชื่อมต่อของปลายกระดูกบริเวณรับกราฟท์และปลายกราฟท์พร้อมกัน กล่าวคือพบได้ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 2 แต่ตรวจพบ new bone ได้ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 2 ในกลุ่มที่ใช้แผ่นพลาสติกค้ำกระดูก ในขณะที่ตรวจพบในสัปดาห์ที่ 6 ในกลุ่มที่ใช้ลวดยึดกระดูก (ตารางที่ 1 และ 2) จากสุนัขทั้งหมด 6 ตัว ที่ใช้แผ่นพลาสติกและสกรูยึดกระดูกกราฟท์กับกระดูกขากรรไกรล่าง สุนัข 3 ตัว ถูกตัดชิ้นกระดูกเพื่อตรวจลักษณะการประสานของชิ้นกราฟท์กับกระดูกขากรรไกรล่างตามระยะเวลาที่ 1 ตัว ที่ 4 8 และ 12 สัปดาห์ ส่วนอีก 3 ตัว ใช้ศึกษาลักษณะดังกล่าว โดยการเอ็กซเรย์ตลอดระยะเวลาไม่น้อยกว่า 12 สัปดาห์ พบว่าการปลูกระบุกระดูกขากรรไกรล่างโดยใช้กราฟท์จาก ilium และยึดตรึงกราฟท์ด้วยแผ่นพลาสติกและสกรู ได้ผลในสุนัขทั้ง 3 ตัว ถึงแม้สุนัข 2 ตัวจะมีแผลแตก แต่บริเวณปลูกระบุกระดูกแข็งแรงมั่นคงไม่เคลื่อนไหว จึงมีการสร้างกระดูกใหม่เจริญเข้าไปในชิ้นกราฟท์ให้เห็นในภาพเอ็กซเรย์ และมีการปรับกระดูกใหม่ให้มีลักษณะเหมือนกระดูกขากรรไกรปกติให้เห็นในภาพเอ็กซเรย์ ที่ถ่ายเมื่อ 20 สัปดาห์ ภายหลังผ่าตัด (ภาพที่ 38)

สุนัขทั้ง 2 กลุ่มมีเพียง 1 ตัวเท่านั้นที่แผลดี คือสุนัข V ที่ใช้แผ่นพลาสติกค้ำกระดูกและสกรู พบมีแผลแตก 11 ตัว ซึ่งต้องแก้ไข บางตัวต้องทำการแก้ไขมากกว่าหนึ่งครั้ง อย่างไรก็ตามการใช้แผ่นพลาสติกค้ำกระดูกและสกรูสามารถยึดตรึงกระดูกได้มั่นคงกว่าการใช้ลวด ถึงแม้จะมีแผลแตกกระดูกก็ยังไม่เกิดการเชื่อมต่อได้ดีกว่า



ภาพที่ 37 ภาพเอ็กซเรย์บริเวณปลอกกระดูกขากรรไกรล่างของสุนัข P ภายหลังจากตัด 30 สัปดาห์



ภาพที่ 38 ภาพเอ็กซเรย์บริเวณปลอกกระดูกขากรรไกรล่างของสุนัข V ภายหลังจากตัด 20 สัปดาห์