



ธนาคารกระดูกและเนื้อเยื่อ (bone and soft tissue banking)

กฤษณ์ เจริญลาก
โกวิทย์ ลวงลายทอง

บทนำ

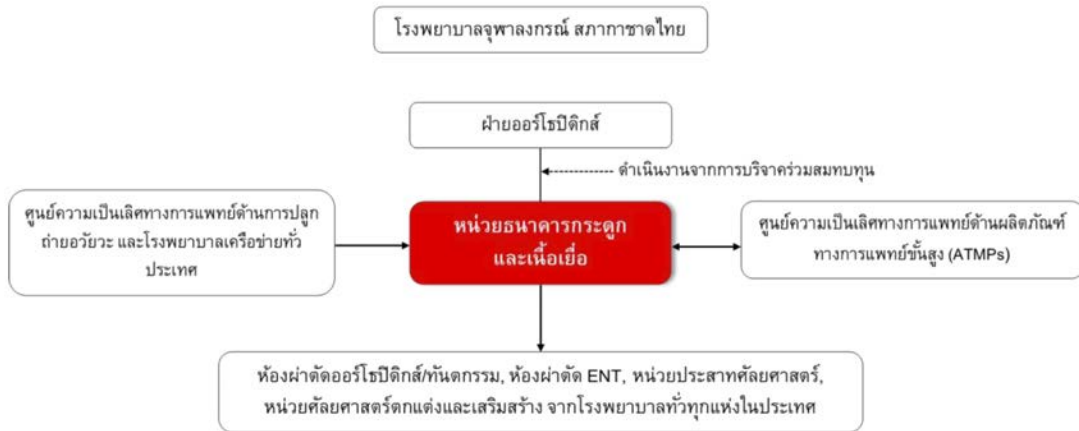
ธนาคารกระดูกและเนื้อเยื่อ เป็นหน่วยงานภายใต้ 2 สังกัด ทั้งโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ สภากาชาดไทย และ คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ได้รับงบประมาณและเครื่องมือจากงบประมาณแผ่นดิน และ ผู้มีจิตศรัทธาบริจาค ในการก่อตั้ง พิธีเปิดอย่างเป็นทางการมีขึ้นเมื่อ 17 ตุลาคม พ.ศ. 2562 โดยปัจจุบัน (30 กรกฎาคม พ.ศ. 2564) มี นพ.ทวีชัย เตชะพงศ์วรชัย ดำรงตำแหน่งเป็นประธานหน่วย และ นพ.สมศักดิ์ คุปนิริติศยกุล เป็นหัวหน้าโครงการ

พันธกิจ

หน่วยธนาคารกระดูกและเนื้อเยื่อ ฯ มุ่งมั่นเป็นศูนย์กลางในการจัดเก็บ รักษา แปรรูป เป็นผลิตภัณฑ์ทางการแพทย์ทดแทนกระดูกที่ได้รับมาตรฐาน มีความปลอดภัย ที่ตอบสนองความต้องการของแพทย์ผู้รักษา

แผนผังโครงสร้างการปฏิบัติงานหน่วยงาน

ภารกิจของหน่วยจะเป็นการทำงานร่วมกันระหว่าง ฝ่ายออร์โธปิดิกส์, ศูนย์ความเป็นเลิศทางการแพทย์ด้านการปลูกถ่ายอวัยวะ และโรงพยาบาลเครือข่ายทั่วประเทศ และศูนย์ความเป็นเลิศทางการแพทย์ด้านผลิตภัณฑ์ทางการแพทย์ขั้นสูง (ATMP) โดยจัดส่งกระดูกเพื่อการรักษาผู้ป่วยให้กับห้องผ่าตัดออร์โธปิดิกส์/ทันตกรรม ห้องผ่าตัดโสต ศอ นาสิก หน่วยประสาทศัลยศาสตร์ หน่วยศัลยศาสตร์ตกแต่งและเสริมสร้าง จากโรงพยาบาลทั่วทุกแห่งในประเทศ (รูปที่ 1)



รูปที่ 1. แผนผังโครงสร้างการปฏิบัติงานหน่วยธนาคารกระดูกและเนื้อเยื่อ

กระบวนการจัดเก็บกระดูกและเนื้อเยื่อ

การจัดเก็บกระดูกดำเนินการทั้งในผู้บริจาคที่เสียชีวิต (cadaveric donor) และ ผู้บริจาคที่มีชีวิต (living donor) เช่น ผู้ป่วยที่เข้ารับการผ่าตัดข้อสะโพกเทียมจากสาเหตุต่าง ๆ โดยจะขออนุญาตผู้ป่วยบริจาคหัวกระดูกข้อสะโพก ซึ่งจะประกอบไปด้วย 6 ขั้นตอน ดังนี้

1. การขออนุญาต

การขออนุญาตจะแบ่งเป็น 2 กรณี คือ กรณีผู้บริจาคที่เสียชีวิต (cadaveric donor) ซึ่งเป็นผู้ป่วยที่มีภาวะสมองตาย และผู้บริจาคมีความจำนงบริจาคไว้ก่อนหน้า หรือได้รับอนุญาตจากญาติของผู้บริจาค โดยทางศูนย์ความเป็นเลิศทางการแพทย์ด้านการปลูกถ่ายอวัยวะ และโรงพยาบาลเครือข่ายทั่วประเทศ จะเป็นผู้ขออนุญาต กับ ญาติของผู้บริจาค กรณีผู้บริจาคที่มีชีวิต (living donor) ทางแพทย์ผู้ทำการรักษาจะเป็นผู้ขออนุญาตกับผู้ป่วยโดยให้ผู้ป่วยตัดสินใจบริจาคตามความประสงค์

2. การขอ informed consent

ภายหลังจากการขออนุญาตจะมีการให้ลงนามในใบยินยอมพร้อมกับให้ข้อมูลทั้งทางคำอธิบายด้วยคำพูดและเอกสารข้อมูลเกี่ยวกับการบริจาค แก่ญาติของผู้บริจาค และ ผู้ป่วยที่บริจาคกระดูกและเนื้อเยื่อ

3. การประเมินผู้บริจาค

การประเมินผู้บริจาคจะเริ่มตั้งแต่ทำการตรวจสอบประวัติ สาเหตุของอุบัติเหตุ หรือการเจ็บป่วย ระยะเวลาของการเจ็บป่วย ผลการตรวจการติดเชื้อ HIV ไวรัสตับอักเสบบี ไวรัสตับอักเสบบี C และ ซีฟิลิสซึ่งต้องไม่พบการติดเชื้อ (ตารางที่ 1) โดยแพทย์ผู้เป็นหัวหน้าทีมจัดเก็บจะเป็นผู้พิจารณาว่าจะทำการจัดเก็บหรือไม่

ตารางที่ 1. ผลการตรวจการติดเชื้อที่ใช้เป็นเกณฑ์ในการพิจารณา

Serology test	Ground for testing	Accept result
HIV1/2 Ab	Exclusion of HIV	Negative
HIV1 NAT	Exclusion of acute HIV infection	Negative
HBV NAT	Exclusion of acute HBV infection	Negative
HCV NAT	Exclusion of acute HCV infection	Negative
HCV Ab	Exclusion of acute or past HCV	Negative
HBsAg	Exclusion of acute HBV	Negative
HBcAb	Exclusion of past HBV	Negative
		Positive → HBsAb → Positive
Syphilis	Exclusion of syphilis	Negative

4. การจัดเก็บกระดูกและเนื้อเยื่อ

กระบวนการเก็บจะทำการผ่าตัดโดยใช้เทคนิคปราศจากเชื้อในทุกขั้นตอนเหมือนการผ่าตัดปกติ โดยจะเลาะเอาเฉพาะส่วนกระดูก ฟังซีด และ เส้นเอ็น ซึ่งจะเอาทั้งแขนและขา เส้นเอ็น achilles tendon, tensor fascia lata (รูปที่ 2)



รูปที่ 2. ภาพการผ่าตัดเลาะกระดูก

เจ้าหน้าที่เทคนิคก็จะนำกระดูกที่ได้มาเลาะเอากล้ามเนื้อบางส่วนที่ติดอยู่ออก ทำการวัดขนาด swab เพื่อตรวจหาเชื้อโรค บรรจุลงในถุงพลาสติกชนิดทนความเย็น 3 ชั้น ห่อด้วยผ้ามัด แล้วใส่ในตู้เย็นเคลื่อนที่อุณหภูมิ - 20°C (รูปที่ 3)



รูปที่ 3. ภาพการเลาะกล้ามเนื้อ วัด บรรจุลงถุงพลาสติก แล้วนำมาใส่ในตู้เย็นเคลื่อนที่

จากนั้นก็จะทำการซ่อมสร้างส่วนกระดูกที่เอาออกไปด้วยไม้ และ 3D printing knee เพื่อให้บริเวณเข้ากลับมาดูคล้ายสภาพเดิม กล่าวได้ว่าอวัยวะผู้บริจาคร่างกาย และ เดินทางนำเอา ตู้เย็นแช่กระดูกกลับมาเก็บที่ธนาคารกระดูกโดยทางรถยนต์ หรือเครื่องบิน (รูปที่ 4)



รูปที่ 4. การซ่อมสร้างกระดูกขา การกล่าวไว้ว่าด้วยผู้บริจาค และ การเดินทางกลับมาที่ธนาคารกระดูก

5. การเก็บรักษากระดูกและเนื้อเยื่อ

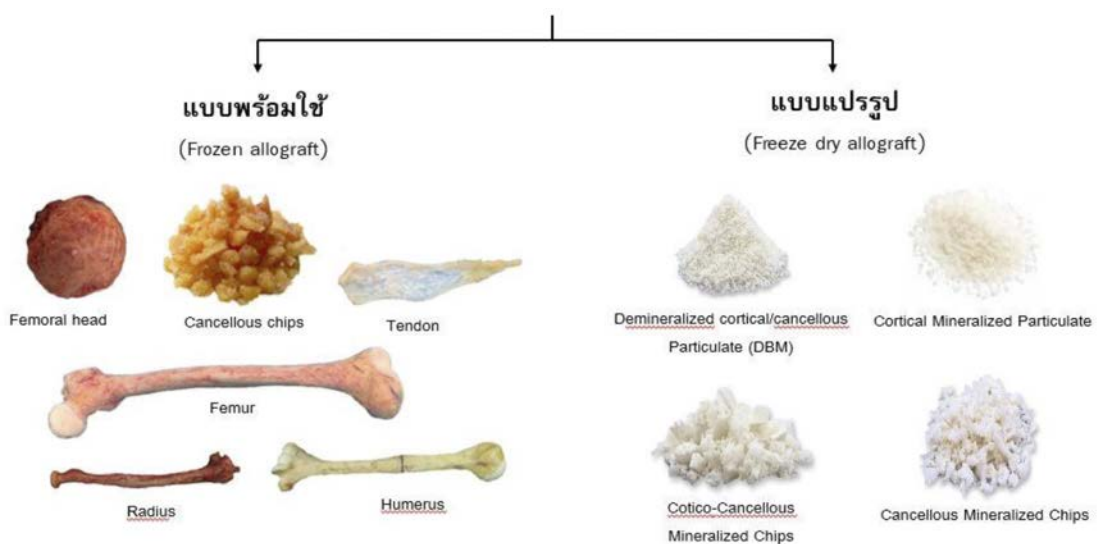
กระดูกจะถูกเก็บรักษาไว้ในอุณหภูมิ -80°C โดยจะทำการแยกตู้แช่กระดูกไว้ในส่วนตู้เย็นกักกัน (quarantine refrigerator) รวบรวมเลือดของผู้บริจาคและผลการเพาะเชื้อยืนยันความปลอดภัย ถ้าพบการติดเชื้อจะถูกแยกออกไปทำลายด้วยการเผา หรือ แยกเก็บในตู้เย็นเพื่อการทดลอง จากนั้นจะถูกเก็บในตู้เย็นเก็บ (storage refrigerator) จนกว่าจะครบกำหนด 3 เดือน จึงสามารถนำไปใช้ได้ ระหว่างเก็บรักษาถ้ามีการลดลงของอุณหภูมิตู้เย็นต่ำกว่าระดับที่ตั้งไว้จะมีระบบแจ้งเตือนผ่าน email ไปที่ผู้ดูแลระบบ และ ทำการย้ายกระดูกไปเก็บในตู้เย็นสำรอง (backup refrigerator) ทันที (รูปที่ 5)



รูปที่ 5. ตู้เย็นเก็บกระดูก

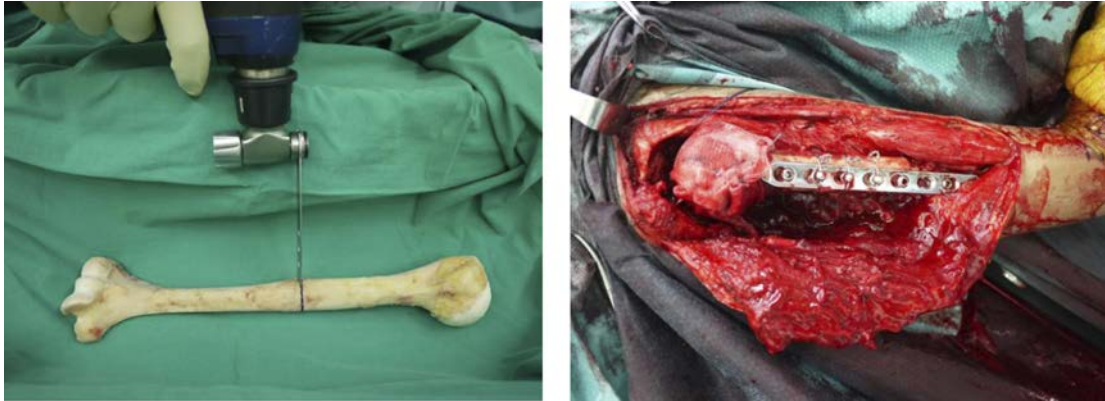
6. การกระจายเพื่อการรักษา

แพทย์ผู้รักษาจะส่งคำผลิตภัณฑ์ของธนาคารกระดูก (รูปที่ 6) ขอใช้มาที่ธนาคารกระดูก จากนั้นธนาคารกระดูกจะจัดส่งให้ตามวันและเวลาที่มีการผ่าตัดโดยในกรณีเป็นกระดูกแช่แข็งสด (fresh frozen bone allograft) จะมีการควบคุมอุณหภูมิให้ต่ำกว่า -20°C โดยบริษัทขนส่งที่มีความเชี่ยวชาญในการจัดส่ง



รูปที่ 6. ผลิตภัณฑ์ของธนาคารกระดูก

กระดูกและเนื้อเยื่อสามารถนำไปใช้ในการผ่าตัดซ่อมสร้างผู้ป่วยเนื้องอก และมะเร็งกระดูก ผู้ป่วยที่กระดูกถูกทำลายจากอุบัติเหตุ หรือ ใช้ในการเสริมกระดูกในกรณีผ่าตัดแก้ไขข้อเทียม (รูปที่ 7)



รูปที่ 7. การผ่าตัดซ่อมสร้างกระดูกแขนโดยใช้ humerus allograft ในผู้ป่วย giant cell tumor

ขั้นตอนการผลิต ผลิตภัณฑ์จากกระดูก

1. ผลิตภัณฑ์กระดูกแช่แข็งบด (morselized frozen bone)

ขั้นตอนการเก็บกระดูก

1. ตรวจสอบข้อมูลและผลเลือดของผู้บริจาค
2. ดำเนินการจัดเก็บเนื้อเยื่อกระดูกด้วยวิธีปลอดเชื้อภายในห้องผ่าตัดมาตรฐาน ณ โรงพยาบาลที่ผู้บริจาคอยู่ขณะนั้น โดยจัดเก็บกระดูกส่วน femoral head, femur, tibia, humerus, radius, fibula และ ulna โดยมีขั้นตอนการเก็บกระดูกอ้างอิงตามมาตรฐาน good tissue practice (GTP) และ the american association of tissue banks (AATB)

3. ทำการทดสอบการปนเปื้อนเชื้อของกระดูก ณ ห้องปฏิบัติการที่ได้มาตรฐาน ในโรงพยาบาลดังกล่าว

4. นำกระดูกใส่ลงถุง ethylene vinyl acetate (EVA) และห่อด้วยกระดาษห่อ wrapping (nonwoven) ที่ปราศจากเชื้อเป็นจำนวน 5 ชั้น

5. ติดฉลากเพื่อระบุชนิดของกระดูกและเก็บในตู้เย็น ณ อุณหภูมิ -20°C

ขั้นตอนการขนส่งและบ่มกระดูก

6. ดำเนินการขนส่งกระดูกภายใต้อุณหภูมิ -20°C มาที่สถานที่ผลิต
7. เก็บรักษากระดูกใน quarantine Freezer ที่ -80°C

8. หากผลการทดสอบการปนเปื้อนเชื้อ (จากขั้นตอน 3) ผ่านเกณฑ์ กระดูกจะถูกย้ายมาบ่มใน incubator freezer ที่ -80°C เป็นระยะเวลา 3 เดือน

9. ย้ายกระดูกมาเก็บรักษาใน storage freezer ที่ -80°C เพื่อรอเข้าสู่กระบวนการผลิต (ภายในระยะเวลา 5 ปี)

ขั้นตอนการผลิตผลิตภัณฑ์ (ภายในห้องสะอาด clean room class 100 ด้วยเทคนิคแบบปลอดเชื้อ)

10. ใช้ใบมีดชุด soft tissue และ cartilage ออกจากผิวกระดูกออกให้หมด

11. ตัดกระดูกด้วยเลื่อยตัดกระดูก

12. นำส่วนปลายของกระดูก มาบัดด้วยเครื่องบดหยาบให้มีขนาดประมาณ 0.5-1.0 ลบ.ซม.

13. ทำการแบ่งบรรจุลงในภาชนะ และปิดผนึก และติดฉลากให้เรียบร้อย

14. นำไปเก็บรักษาไว้ใน storage freezer ที่ -80°C เพื่อรอการเบิกใช้ต่อไป

2. ผลิตภัณฑ์กระดูกแช่แข็ง (frozen bone)

ขั้นตอนการเก็บกระดูก

1. ตรวจสอบข้อมูลและผลเลือดของผู้บริจาค

2. ดำเนินการจัดเก็บเนื้อเยื่อกระดูกด้วยวิธีปลอดเชื้อภายในห้องผ่าตัดมาตรฐาน ณ โรงพยาบาลที่ผู้บริจาคอยู่ขณะนั้น โดยจัดเก็บกระดูกส่วน femoral head, femur, tibia, humerus, radius, fibula และ ulna โดยมีขั้นตอนการเก็บกระดูกอ้างอิงตามมาตรฐาน good tissue practice (GTP) และ the american association of tissue banks (AATB)

3. ทำการทดสอบการปนเปื้อนเชื้อของกระดูก ณ ห้องปฏิบัติการที่ได้มาตรฐาน ในโรงพยาบาลดังกล่าว

4. นำกระดูกใส่ลงถุง ethylene vinyl acetate (EVA) และห่อด้วยกระดาษห่อ wrapping (nonwoven) ที่ปราศจากเชื้อเป็นจำนวน 5 ชั้น

5. ติดฉลากเพื่อระบุชนิดของกระดูกและเก็บในตู้เย็น ณ อุณหภูมิ -20°C

ขั้นตอนการขนส่งและบ่มกระดูก

6. ดำเนินการขนส่งกระดูกภายใต้อุณหภูมิ -20°C มาที่สถานที่ผลิต

7. เก็บรักษากระดูกใน quarantine freezer ที่ -80°C

8. หากผลการทดสอบการปนเปื้อนเชื้อ (จากขั้นตอน 3) ผ่านเกณฑ์ กระดูกจะถูกย้ายมาบ่มใน incubator freezer ที่ -80°C เป็นระยะเวลา 3 เดือน

9. ย้ายกระดูกมาเก็บรักษาใน storage freezer ที่ -80°C เพื่อรอการนำไปใช้ (ภายในระยะเวลา 5 ปี)

3. ผลิตภัณฑ์ชิ้นกระดูกแห้ง (freeze-dried bone chip)

ขั้นตอนการเก็บกระดูก

1. ตรวจสอบข้อมูลและผลเลือดของผู้บริจาค
2. ดำเนินการจัดเก็บเนื้อเยื่อกระดูกด้วยวิธีปลอดเชื้อภายในห้องผ่าตัดมาตรฐาน ณ โรงพยาบาลที่ผู้บริจาคอยู่ขณะนั้น โดยจัดเก็บกระดูกส่วน femur, tibia, humerus, radius, fibula และ ulna โดยมีขั้นตอนการเก็บกระดูกอ้างอิงตามมาตรฐาน good tissue practice (GTP) และ the american association of tissue banks (AATB)
3. ทำการทดสอบการปนเปื้อนเชื้อของกระดูก ณ ห้องปฏิบัติการที่ได้มาตรฐาน ในโรงพยาบาลดังกล่าว
4. นำกระดูกใส่ลงถุง ethylene vinyl acetate (EVA) และห่อด้วยกระดาษห่อ wrapping (nonwoven) ที่ปราศจากเชื้อเป็นจำนวน 5 ชั้น
5. ติดฉลากเพื่อระบุชนิดของกระดูกและเก็บในตู้เย็น ณ อุณหภูมิ -20°C

ขั้นตอนการขนส่งและบ่มกระดูก

6. ดำเนินการขนส่งกระดูกภายใต้อุณหภูมิ -20°C มาที่สถานที่ผลิต
7. เก็บรักษากระดูกใน quarantine freezer ที่ -80°C
8. หากผลการทดสอบการปนเปื้อนเชื้อ (จากขั้นตอน 3) ผ่านเกณฑ์ กระดูกจะถูกย้ายมาบ่มใน incubator freezer ที่ -80°C เป็นระยะเวลา 3 เดือน
9. ย้ายกระดูกมาเก็บรักษาใน storage freezer ที่ -80°C เพื่อรอเข้าสู่กระบวนการผลิต (ภายในระยะเวลา 5 ปี)

ขั้นตอนการผลิตผลิตภัณฑ์ (ภายในห้องสะอาด clean room class 10,000 ด้วยเทคนิคแบบปลอดเชื้อ)

10. ทำการทดสอบการปนเปื้อนเชื้อจากกระดูกที่จะเข้ากระบวนการผลิต ณ ห้องปฏิบัติการที่ได้รับมาตรฐาน
11. ใช้ใบมีดชุด soft tissue และ cartilage ออกจากผิวกระดูกออกให้หมด
12. ตัดกระดูกด้วยเลื่อยตัดกระดูก
13. นำส่วนปลายของกระดูก มาบดด้วยเครื่องบดหยาบให้มีขนาดประมาณ 0.5-1.0 ลบ.ซม.

14. นำกระดูกใส่ลงในภาชนะ แล้วเติมน้ำสะอาดที่อุณหภูมิห้อง และเขย่าด้วยเครื่องเขย่าประมาณ 10 นาที

15. เทน้ำทิ้ง และเติมน้ำสะอาดที่อุณหภูมิ 57°C แล้วเขย่าด้วยเครื่องเขย่าประมาณ 1 ชั่วโมง (โดยขั้นตอนนี้ทำซ้ำ 2 ครั้ง)

16. เทน้ำทิ้ง และเติมสารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H₂O₂) อุณหภูมิห้อง แล้วเขย่าด้วยเครื่องเขย่าประมาณ 10 นาที

17. เทสารละลายทิ้ง และเติมเอทิลแอลกอฮอล์ แล้วเขย่าด้วยเครื่องเขย่าประมาณ 1 ชั่วโมง (โดยขั้นตอนนี้ทำซ้ำ 2 ครั้ง)

18. เทสารละลายทิ้ง และเติมน้ำสะอาดที่อุณหภูมิ 57°C แล้วเขย่าด้วยเครื่องเขย่าประมาณ 1 ชั่วโมง (โดยขั้นตอนนี้ทำซ้ำ 2 ครั้ง)

19. เทน้ำทิ้ง และนำกระดูกบรรจุลงขวด vial

20. นำไปทำแห้งแบบเยือกแข็งภายใต้สภาวะสุญญากาศ (freeze drying) ประมาณ 3-4 วัน

21. ตัดฉลากและซีลด้วยถุงสุญญากาศ

22. นำไปทำการปลอดเชื้อด้วยการฉายรังสีแกมมา ณ ความเข้มที่ 25 กิโลเกรย์ (kGy)

4. ผลิตภัณฑ์เนื้อกระดูกที่ผ่านการลดปริมาณเกลือแร่ (demineralized bone matrix, DBM)

ขั้นตอนการเก็บกระดูก

1. ตรวจสอบข้อมูลและผลเลือดของผู้บริจาค

2. ดำเนินการจัดเก็บเนื้อเยื่อกระดูกด้วยวิธีปลอดเชื้อภายในห้องผ่าตัดมาตรฐาน ณ โรงพยาบาลที่ผู้บริจาคอยู่ขณะนั้น โดยจัดเก็บกระดูกส่วน femur, tibia, humerus, radius, fibula และ ulna โดยมีขั้นตอนการเก็บกระดูกอ้างอิงตามมาตรฐาน good tissue practice (GTP) และ the american association of tissue banks (AATB)

3. ทำการทดสอบการปนเปื้อนเชื้อของกระดูก ณ ห้องปฏิบัติการที่ได้มาตรฐาน ในโรงพยาบาลดังกล่าว

4. นำกระดูกใส่ลงถุง ethylene vinyl acetate (EVA) และห่อด้วยกระดาษห่อ wrapping (nonwoven) ที่ปราศจากเชื้อเป็นจำนวน 5 ชั้น

5. ตัดฉลากเพื่อระบุชนิดของกระดูกและเก็บในตู้เย็น ณ อุณหภูมิ -20°C

ขั้นตอนการขนส่งและบ่มกระดูก

6. ดำเนินการขนส่งกระดูกภายใต้อุณหภูมิ -20°C มาที่สถานที่ผลิต

7. เก็บรักษากระดูกใน quarantine freezer ที่ -80°C

8. หากผลการทดสอบการปนเปื้อนเชื้อ (จากขั้นตอน 3) ผ่านเกณฑ์ กระจกจะถูกย้ายมาป่มใน incubator freezer ที่ -80°C เป็นระยะเวลา 3 เดือน

9. ย้ายกระจกมาเก็บรักษาใน storage freezer ที่ -80°C เพื่อรอเข้าสู่กระบวนการผลิต (ภายในระยะเวลา 5 ปี)

ขั้นตอนการผลิตผลิตภัณฑ์ (ภายในห้องสะอาด clean room class 10,000 ด้วยเทคนิคแบบปลอดเชื้อ)

10. ทำการทดสอบการปนเปื้อนเชื้อจากกระจกที่จะเข้ากระบวนการผลิต ณ ห้องปฏิบัติการที่ได้รับมาตรฐาน

11. ใช้ใบมีดชุด soft tissue และ cartilage ออกจากผิวกระจกออกให้หมด

12. ตัดกระจกด้วยเลื่อยตัดกระจก

13. นำส่วนปลายและส่วนกลางของกระจก มาบัดด้วยเครื่องบดหยาบให้มีขนาดประมาณ 0.5-1.0 ลบ.ซม.

14. นำกระจกใส่ลงในภาชนะ แล้วเติมน้ำสะอาดที่อุณหภูมิห้อง และเขย่าด้วยเครื่องเขย่าประมาณ 10 นาที

15. เทน้ำทิ้ง และเติมน้ำสะอาดที่อุณหภูมิห้อง แล้วเขย่าด้วยเครื่องเขย่าประมาณ 10 นาที

16. เทน้ำทิ้ง และเติมน้ำสะอาดที่อุณหภูมิห้อง แล้วเขย่าด้วยเครื่องเขย่าประมาณ 30 นาที (โดยขั้นตอนนี้ทำซ้ำ 2 ครั้ง)

17. เทน้ำทิ้ง และเติมสารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) อุณหภูมิห้อง แล้วเขย่าด้วยเครื่องเขย่าประมาณ 10 นาที

18. เทสารละลายทิ้ง และเติมเอทิลแอลกอฮอล์ แล้วเขย่าด้วยเครื่องเขย่าประมาณ 1 ชั่วโมง (โดยขั้นตอนนี้ทำซ้ำ 2 ครั้ง)

19. เทสารละลายทิ้ง และเติมน้ำสะอาดที่อุณหภูมิห้อง แล้วเขย่าด้วยเครื่องเขย่าประมาณ 1 ชั่วโมง (โดยขั้นตอนนี้ทำซ้ำ 2 ครั้ง)

20. เทน้ำทิ้ง และนำกระจกบรรจุลงขวด vial

21. นำไปทำแห้งแบบเยือกแข็งภายใต้สภาวะสุญญากาศ (freeze drying) ประมาณ 3-4 วัน

22. นำกระจกแห้งมาบดให้เป็นผงด้วยเครื่องบดละเอียดให้ได้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 0.75 มม.

23. ชั่งผงกระจกด้วยเครื่องชั่งละเอียดและแบ่งลงในภาชนะ

24. เติมสารละลายกรดไฮโดรคลอริก (HCl) ที่ความเข้มข้น 0.5N และเขย่าด้วยเครื่องเขย่า 1 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 4°C

25. เทสารละลายด้านบนออกและนำมาปั่นตกตะกอน ด้วยเครื่อง centrifuge จากนั้นนำตะกอนที่ได้ มาเทรวมกันในภาชนะ

26. เติมน้ำเกลือฟอสเฟตบัฟเฟอร์ (PBS) ลงไปในภาชนะที่มีตะกอนผงกระดูก จากนั้นเขย่าด้วยเครื่องเขย่า 1 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 4°C

27. เทสารละลายด้านบนออกและนำมาปั่นตกตะกอน ด้วยเครื่อง centrifuge จากนั้นนำตะกอนที่ได้ มาเทรวมกันในภาชนะ

28. เติมน้ำสะอาดลงไปในภาชนะที่มีตะกอนผงกระดูก จากนั้นเขย่าด้วยเครื่องเขย่า 1 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 4°C

29. เทสารละลายด้านบนออกและนำมาปั่นตกตะกอน ด้วยเครื่อง centrifuge จากนั้นนำตะกอนที่ได้ มาเทรวมกันในภาชนะ

30. นำตะกอนของผงเนื้อกระดูกที่ผ่านการลดปริมาณเกลือแร่บรรจุลงขวด vial และนำไปทำแห้งแบบเยือกแข็งภายใต้สภาวะสุญญากาศ (freeze drying) ประมาณ 3-4 วัน

31. ตัดฉลากและซีลด้วยถุงสุญญากาศ

32. นำไปทำการปลอดเชื้อด้วยการฉายรังสีแกมมา ณ ความเข้มที่ 25 กิโลเกรย์ (kGy)

ช่องทางการติดต่อธนาคารกระดูก

โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ สภากาชาดไทย (อาคาร อปร. ชั้น 5 ห้อง 501)

เลขที่ 1873 ถนนพระราม 4 แขวงปทุมวัน เขตปทุมวัน กรุงเทพมหานคร 10330

โทรศัพท์: 066-1360404

E-mail: bonebank.chula@gmail.com

Line official: @boneforlife

Website: www.boneforlife.org

Facebook: หน่วยธนาคารกระดูกและเนื้อเยื่อ โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ สภากาชาดไทย

เอกสารอ้างอิง

1. Eagle MJ, Rooney P, Kearney JN. Development of an improved bone washing and demineralisation process to produce large demineralised human cancellous bone sponges. Cell Tissue Bank. 2015;16(4):569-78.
2. Labutin D, Vorobyov K, Bozhkova S, Polyakova E, Vodopyanova T. Human bone graft cytocompatibility with mesenchymal stromal cells is comparable after thermal sterilization and washing followed by gamma-irradiation: an in vitro study. Regen Biomater. 2018;5(2):85-92.