พื้นฐานวิศวกรรมเนื้อเยื่อกระดูก สำหรับการรักษาทางทันตกรรม

BASIC BONE TISSUE ENGINEERING FOR DENTAL TREATMENT

ศศิมา ภูวนันท์

สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยนเรศวร
Naresuan University Publishing House
www.nupress.grad.nu.ac.th

สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยนเรศวร
Naresuan University Publishing House

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร 99 หมู่ 9 อาคารมหาธรรมราชา ชั้น 1 มหาวิทยาลัยนเรศวร
ตำบลท่าโพธิ์ อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก 65000 โทร. 0 5596 8833-8836 E-mail : nuph@nu.ac.th

www.nupress.grad.nu.ac.th **สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยนเรศวร** **@nupress**

สงวนลิขสิทธิ์ หนังสือเล่มนี้ตามพระราชบัญญัติลิขสิทธิ์ (ฉบับเพิ่มเติม) พ.ศ. 2558 ห้ามคัดลอกเนื้อหา ภาพประกอบ รวมทั้งดัดแปลงเป็นแถบบันทึกเสียง ตลับวิดีทัศน์ การผลิต การลอกเลียนไม่ว่าส่วนใดส่วนหนึ่งของหนังสือเล่มนี้ หรือเผยแพร่ด้วยรูปแบบและวิธีการอื่นใด จะต้องได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษรจากสำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยนเรศวร เท่านั้น

ข้อมูลทางบรรณานุกรมของสำนักหอสมุดแห่งชาติ
National Library of Thailand Cataloging in Publication Data

ศศิมา ภูวนันท์.
พื้นฐานวิศวกรรมเนื้อเยื่อกระดูกสำหรับการรักษา ทางทันตกรรม.--สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2566.
120 หน้า.
1. วิศวกรรมเนื้อเยื่อ. I. ชื่อเรื่อง.
612.02
ISBN 978-616-426-306-2
ISBN (e-book) 978-616-426-307-9
สพน. 124
ราคา 280 บาท

พิมพ์ครั้งที่ 1 มีนาคม พ.ศ. 2566

จัดพิมพ์โดย สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยนเรศวร

วางจำหน่ายที่
1. **ศูนย์หนังสือแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย**
ถนนพญาไท แขวงวังใหม่ เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330 โทร. 0 2218 9812
2. **ศูนย์หนังสือมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์**
ถนนงามวงศ์วาน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900 โทร. 0 2579 0113
3. **ศูนย์หนังสือมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์**
ถนนพระจันทร์ แขวงพระบรมมหาราชวัง เขตพระนคร กรุงเทพฯ 10200 โทร. 0 2613 3899
4. **สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยนเรศวร**
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร อาคารมหาธรรมราชา จังหวัดพิษณุโลก 65000 โทร. 0 5596 8833-8836

ประธานกองบรรณาธิการ รองศาสตราจารย์ ดร. กรองกาญจน์ ชูทิพย์ คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร
กองบรรณาธิการ รองศาสตราจารย์ ดร.สุชาติ แย้มแม่น • รองศาสตราจารย์สุทัศน์ เยี่ยมวัฒนา • รองศาสตราจารย์ ดร.ศักดา สมกุล • รองศาสตราจารย์ ดร.เกตุจันทร์ จำปาไชยศรี • รองศาสตราจารย์ ดร. พญ.สุธาทิพย์ พงษ์เจริญ • ศาสตราจารย์ ดร. ภญ.กรกนก อิงคนินันท์ • รองศาสตราจารย์ ดร.นิทรา กิจธีระวุฒิวงษ์ • รองศาสตราจารย์ ดร.สุทิสา ถาน้อย • รองศาสตราจารย์ ดร.กิตติมา ชาญวิชัย • รองศาสตราจารย์ ดร.รุจโรจน์ แก้วอุไร • รองศาสตราจารย์ นาวาโท ดร.วัฒนชัย หมั่นยิ่ง • รองศาสตราจารย์ ดร.วัชรพล พุทธรักษา • รองศาสตราจารย์ ดร.พงศ์พันธ์ กิจสนาโยธิน • ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ยุวยงค์ จันทรวิจิตร • ผู้ช่วยศาสตราจารย์จรรยารักษ์ สุวพันธ์ • พัชรี ท้วมใจดี • นวิพรรณ ต้นติพลาผล
ประสานงาน ภัคคีณี เทิดสิทธิกุล
ฝ่ายขาย/การเงิน พิมพาภรณ์ ดวงสาโรจน์ • วสันต์ มาสวัสดิ
ออกแบบปก สัญญา จันทา
ออกแบบรูปเล่ม สัญญา จันทา
พิมพ์ที่ ห้างหุ้นส่วนจำกัด พี.ดีจิตอล การพิมพ์ 194/15 ถนนพญาลิไท ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก

pubat สำนักพิมพ์นี้เป็นสมาชิกสมาคมผู้จัดพิมพ์และผู้จำหน่ายหนังสือแห่งประเทศไทย https://pubat.or.th

Green Read พิมพ์บนกระดาษคุณภาพ เพื่อผลงานคุณภาพ กระดาษถนอมสายตากรีนรีด

กรณีต้องการสั่งซื้อหนังสือปริมาณมาก หรือเข้าชั้นเรียนติดต่อได้ที่ฝ่ายจัดจำหน่ายสำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยนเรศวร
โทร. 0 5596 8836 Email : nuph@nu.ac.th

@nupress สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยนเรศวร

คำนิยม

หนังสือเรื่อง “พื้นฐานวิศวกรรมเนื้อเยื่อกระดูกสำหรับการรักษาทางทันตกรรม” มีเนื้อหาเกี่ยวกับการสร้างความรู้พื้นฐานในงานวิศวกรรมเนื้อเยื่อกระดูก ประกอบด้วย 3 ส่วนได้แก่ 1. การแบ่งประเภทเซลล์ต้นกำเนิด 2. วัสดุและการสร้างโครงร่างยึดเกาะเซลล์ และ 3. สารอาหารที่จำเป็น สำหรับการเจริญเติบโตของเซลล์ เนื้อหาเข้าใจง่าย พร้อมยกตัวอย่างรูปภาพประกอบ ตารางเปรียบเทียบข้อดี-ข้อด้อยของวัสดุปลูกถ่ายกระดูกและวิธีการผลิตโครงร่างยึดเกาะเซลล์แต่ละชนิดที่นิยมใช้ในปัจจุบัน นอกจากนี้มีการยกตัวอย่างกรณีศึกษาจากการใช้ความรู้ทางวิศวกรรมเนื้อเยื่อกระดูกมาประยุกต์ใช้ในคลินิก

หนังสือเล่มนี้ เหมาะกับนิสิตทันตแพทย์ ทันตแพทย์ และบุคคลทั่วไป ที่มีความสนใจเกี่ยวกับองค์ความรู้ด้านวิศวกรรมเนื้อเยื่อกระดูก และสามารถต่อยอดความรู้ต่อไปในอนาคต ซึ่งจะยังประโยชน์อันมหาศาลต่อมวลมนุษย์ ในอนาคตอีกมากมาย

ทันตแพทย์สืบศักดิ์ เจริญเกษมวิทย์

ทันตแพทย์เชี่ยวชาญ

รองนายแพทย์สาธารณสุขจังหวัดอุตรดิตถ์

คำนิยม

หนังสือเรื่อง “พื้นฐานวิศวกรรมเนื้อเยื่อกระดูกสำหรับการรักษาทางทันตกรรม” นี้มีเนื้อหาเกี่ยวกับวิศวกรรมเนื้อเยื่อกระดูกที่ประกอบด้วยความรู้เบื้องต้น แนวคิด และความรู้ด้านงานวิจัย รวมถึงการนำผลงานวิจัยทางวิศวกรรมเนื้อเยื่อกระดูกไปใช้จริงในคลินิก

วิศวกรรมเนื้อเยื่อกระดูกเป็นเทคโนโลยีที่น่าสนใจ ซึ่งเป็นการศึกษาและวิจัยในระดับเซลล์ตามแนวคิดที่ต้องการสร้างอวัยวะขึ้นมาทดแทนอวัยวะที่เสียหายหรือวิการแต่กำเนิด หนังสือเล่มนี้ได้กล่าวถึงแหล่งเซลล์ที่สามารถนำมาใช้ในการรักษาและอธิบายขั้นตอนการเพาะเลี้ยงเซลล์ในห้องปฏิบัติการ นอกจากนี้ยังกล่าวถึงงานวิจัยทางวิศวกรรมเนื้อเยื่อกระดูกในปัจจุบันที่ได้เริ่มนำมาใช้ทางคลินิก ซึ่งเป็นกรณีศึกษาที่จะนำความรู้มาต่อยอดในการพัฒนาเทคโนโลยีนี้ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ผู้เขียนได้เรียบเรียงเนื้อหาในหนังสือเล่มนี้เอาไว้อย่างประณีตและเป็นระเบียบ ทำให้ผู้อ่านสามารถทำความเข้าใจวิศวกรรมเนื้อเยื่อกระดูกตั้งแต่ความรู้พื้นฐานไปจนถึงความรู้ประยุกต์ได้ง่าย หนังสือเล่มนี้จึงเหมาะสำหรับนิสิตทันตแพทย์และทันตแพทย์ทั่วไปรวมถึงนักวิจัยที่มีความสนใจในการพัฒนาเทคโนโลยีนี้ให้เป็นประโยชน์ในการรักษาโรคปริทันต์ ต่อไป

รองศาสตราจารย์ ดร.พิพัฒน์ เรือนคำ

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

คำนำ

ความรู้เกี่ยวกับวิศวกรรมเนื้อเยื่อมีการพัฒนาอย่างรวดเร็วในช่วง 20 ปีที่ผ่านมา ทั้งด้านเทคโนโลยี การศึกษาระดับเซลล์ สารพันธุกรรม และการประยุกต์ใช้ในคลินิก ความคิดในการสร้างอวัยวะขึ้นมาทดแทนอวัยวะที่เสียหายหรือวิการแต่กำเนิดยังเป็นประเด็นที่น่าสนใจและถูกกล่าวถึงบ่อยครั้ง แต่การนำมาประยุกต์ใช้ในคลินิกยังมีข้อจำกัด และให้ผลการรักษาที่ไม่แน่นอน ก่อให้เกิดความเข้าใจผิดเกี่ยวกับความรู้ด้านนี้ ดังนั้นหนังสือเล่มนี้มีความสำคัญต่อทันตบุคลากรเพื่อนำเสนอการศึกษาวิจัยในปัจจุบันเกี่ยวกับวิศวกรรมเนื้อเยื่อกระดูกสำหรับการรักษาทางทันตกรรม และยังสามารถนำเสนอความรู้ ความเข้าใจต่อสาธารณชนได้

หนังสือพื้นฐานวิศวกรรมเนื้อเยื่อกระดูกสำหรับการรักษาทางทันตกรรมเล่มนี้ประกอบด้วย เนื้อหาเบื้องต้นทางวิศวกรรมเนื้อเยื่อ ประกอบด้วยแหล่งเซลล์จากผู้ป่วย โครงร่างยึดเกาะเซลล์ เทคโนโลยีในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ และการประยุกต์ใช้ในคลินิก ผู้เขียนหวังเป็นอย่างยิ่งว่าหนังสือเล่มนี้จะเป็นแหล่งข้อมูลสำหรับผู้สนใจเกี่ยวกับวิศวกรรมเนื้อเยื่อกระดูกที่เกี่ยวข้องกับทันตกรรม

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ทพญ.ศศิมา ภูวนันท์

กิตติกรรมประกาศ

กราบขอบพระคุณบิดา มารดาผู้ให้ชีวิต ครอบครัวที่ให้กำลังใจ และครูอาจารย์ทุกท่านที่มอบความรู้ให้แก่ผู้เขียน

ขอบคุณผู้ร่วมงานทุกท่านในคณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ที่ให้การสนับสนุนด้านการศึกษา การทำงาน และการวิจัยแก่ผู้เขียนมาโดยตลอด อนุญาตให้ใช้อุปกรณ์วิจัยเพื่อประกอบในหนังสือเพื่อเป็นประโยชน์ในการพัฒนาความรู้

ในการเขียนเรียบเรียงหนังสือวิชาการเล่มนี้ ผู้แต่งได้รับเงินรางวัลการแต่งหนังสือ จากคณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ทพญ.ศศิมา ภูวนันท์

สารบัญ

01 บทนำ 1

02 แหล่งเซลล์ 17

03 วัสดุโครงร่างยึดเกาะเซลล์ 29

04 การผลิตโครงร่างยึดเกาะเซลล์ 35

05 วัสดุและอุปกรณ์การเพาะเลี้ยงเซลล์ในห้องทดลอง 45

06 การเพาะเลี้ยงเซลล์ 61

07 การพัฒนาความรู้ด้านงานวิจัยในวิศวกรรมเนื้อเยื่อกระดูก 73

08 จากงานวิจัยวิศวกรรมเนื้อเยื่อกระดูกจากห้องทดลอง
สู่การใช้ในคลินิก 81

09 การประยุกต์ใช้วิศวกรรมเนื้อเยื่อกระดูกในคลินิก 87

บรรณานุกรม 96

ดัชนี 107

01

บทที่ 1 บทนำ
Introduction

บทนำ

ความวิการของกระดูกบริเวณขากรรไกรเป็นปัญหาที่อาจเกิดขึ้นตั้งแต่กำเนิด เช่น ภาวะปากแหว่งเพดานโหว่ (cleft lip and cleft palate) กลุ่มอาการครูซอง (Crouzon syndrome) ภาวะใบหน้าเล็กข้างเดียว (Hemifacial microsomia) กลุ่มอาการเทรชเชอร์ คอลลินส์ (Treacher Collins syndrome) ภาวะปีแอร์-โรแบง ซีเควนซ์ (Pierre Robin sequence) การประสบอุบัติเหตุ หรือเกิดขึ้นภายหลังการสูญเสียฟันไปก่อนเวลาอันควร ซึ่งพบได้บ่อย เช่น การละลายของกระดูกรองรับฟัน (alveolar bone) หลังจากถอนฟัน อันเนื่องมาจากหลายสาเหตุ ได้แก่ ฟันผุการติดเชื้อในโพรงประสาทฟันร่วมกับการอักเสบของเนื้อเยื่อรอบปลายรากฟัน และโรคปริทันต์ เป็นต้น [2] ซึ่งทำให้กระดูกรองรับฟันละลายและเกิดฟันโยก หรือการติดเชื้อที่ไม่สามารถรักษาได้จึงจำเป็นต้องถอนฟันออกโดยปกติหลังจากถอนฟันมักมีการละลายของกระดูกร่วมด้วย หากมีการถอนฟันเนื่องจากโรคทางปริทันต์ที่มีการทำลายของกระดูกรองรับฟันอยู่แล้ว หลังจากการหายของแผลถอนฟันจะทำให้สันกระดูกรองรับฟันมีการละลายเพิ่มมากขึ้นในระยะยาว ซึ่งเป็นปัญหาตามมาภายหลังเมื่อผู้ป่วยต้องการใส่ฟันทดแทนในรูปแบบฟันเทียม (denture) หรือรากเทียมทดแทน (dental implant) จะทำได้ยาก เนื่องจากการละลายตัวของสันกระดูกจะส่งผลต่อการยึดอยู่ของฟันเทียม การรับแรง ความเสถียร ความสวยงามโดยเฉพาะบริเวณฟันหน้า ดังนั้นก่อนการใส่ฟันเทียมอาจจำเป็นต้องมีการทำศัลยกรรมตกแต่งกระดูกรองรับฟัน เพื่อเพิ่มปริมาณกระดูกให้ได้ขนาดและรูปร่างเหมาะสมต่อการใส่ฟันทดแทนต่อไป ซึ่งอาจ

02

บทที่ 2 แหล่งเซลล์
Cell source

แหล่งเซลล์สำหรับการรักษาโดยใช้วิศวกรรมเนื้อเยื่อควรเป็นเซลล์ปฐมภูมิ (primary cells) ที่มาจากผู้ป่วยแต่มีข้อจำกัดคืออาจได้เซลล์ในช่วงที่เป็นโรค ทำให้ไม่สามารถใช้เซลล์จากอวัยวะที่ต้องการรักษาได้โดยตรง ดังนั้นจึงมีการศึกษาเซลล์ต้นกำเนิดเพื่อนำมาใช้ในกระบวนการวิศวกรรมเนื้อเยื่อ โดยเซลล์ต้นกำเนิดมีคุณสมบัติ ได้แก่ การแบ่งเซลล์ได้ปริมาณมากภายในห้องทดลอง คงคุณสมบัติดั้งเดิมของเซลล์ไว้ (self-renewal) อยู่ในภาวะไม่มีการแปรสภาพเซลล์ (undifferentiated cells) [1] แต่เซลล์มีความสามารถในการแปรสภาพเป็นเซลล์ที่ผู้วิจัยต้องการได้มากกว่าหนึ่งชนิดเมื่อได้รับการกระตุ้นที่เหมาะสมโดยเฉพาะการแปรสภาพเป็นเซลล์สร้างกระดูก [11] จากคุณสมบัติข้างต้น เซลล์ต้นกำเนิดจึงเป็นแหล่งเซลล์ที่มีความสำคัญกับวิศวกรรมเนื้อเยื่อกระดูก

เซลล์ต้นกำเนิด

1. สามารถแบ่งตามศักยภาพได้ 6 ชนิด คือ (ภาพ 4)

1.1 เซลล์ต้นกำเนิดโททิโพเทนต์ (Totipotent stem cells) เป็นเซลล์ต้นกำเนิดที่ได้จากระยะไซโกต (zygote) ก่อนระยะบลาสโตซิสต์ (blastocyst) สามารถแปรสภาพไปเป็นเซลล์จำเพาะได้อย่างไม่จำกัด การศึกษาในสัตว์ทดลองเมื่อแยกเซลล์ชนิดนี้เป็นเซลล์เดี่ยวแล้วฝังกลับในสัตว์ทดลองพบว่าเซลล์สามารถพัฒนาไปเป็นตัวอ่อนที่สมบูรณ์ได้ [12]

1.2 เซลล์ต้นกำเนิดพลูริโพเทนต์ (Pluripotent stem cells) เป็นเซลล์ต้นกำเนิดในระยะต่อจากเซลล์ต้นกำเนิดโททิโพเทนต์ พบในการเก็บมวลเซลล์ชั้นใน (inner cell mass) จากบลาสโตซิสในระยะแรก

03

บทที่ 3
วัสดุโครงร่างยึดเกาะเซลล์
Scaffolds materials

ในปัจจุบันวัสดุปลูกถ่ายกระดูก (bone graft) เพื่อรักษาความผิดปกติและการแตกหักของกระดูกมีเพิ่มมากขึ้น การรักษาตามมาตรฐานใช้การปลูกถ่ายกระดูกอัตพันธุ์ (autologous bone graft) แต่อาจทำให้เกิดความเจ็บปวดเรื้อรัง การติดเชื้อ การรบกวนเส้นประสาท ภาวะมีเลือดออก และความสวยงามบริเวณที่เก็บเกี่ยวกระดูก นอกจากนี้การเก็บเกี่ยวกระดูกยังเพิ่มระยะเวลาและค่าใช้จ่ายในการผ่าตัด การปลูกถ่ายกระดูกเอกพันธุ์จึงถูกนำมาใช้เป็นวัสดุทางเลือกแต่มีข้อด้อยเรื่องปริมาณของวัสดุ การปฏิเสธวัสดุปลูกถ่าย และการส่งต่อเชื้อไวรัสไปสู่ผู้ป่วย การปลูกถ่ายโลหะ (metal implants) เป็นอีกวิธีที่นิยมใช้ในการรักษาความผิดปกติและการแตกหักของกระดูก ซึ่งคุณสมบัติไม่เหมือนกับกระดูกของมนุษย์ โดยไม่มีการซ่อมสร้างของกระดูกภายหลังการรักษา [34] ดังนั้นความต้องการในการหาวัสดุทดแทนความผิดปกติของกระดูกจึงต้องใช้เทคนิควิศวกรรมเนื้อเยื่อกระดูกที่สามารถผลิตโครงร่างยึดเกาะกระดูกแบบ 3 มิติ (three-dimensional bone scaffold) เพื่อสร้างโครงร่างวัสดุปลูกถ่ายกระดูกที่มีลักษณะคล้ายกับกระดูกของผู้ป่วย มีความเข้ากันได้กับเนื้อเยื่อ ความแข็งแรงของวัสดุ และอัตราการสลายของวัสดุให้สอดคล้องกับกลไกการสลายและสร้างกระดูก

วัสดุโครงร่างที่นำมาทดแทนควรมีลักษณะคล้ายกับกระดูก มีคุณสมบัติชักนำเนื้อเยื่อกระดูก (osteoconductive) มีรูพรุนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 1-10 ไมโครเมตร (μm) เพื่อให้เซลล์กระดูกสามารถยึดเกาะกับโครงร่างและมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างเซลล์ได้ รวมทั้งให้หลอดเลือดเจริญเติบโตในวัสดุทดแทน นอกจากนั้นโครงร่างควรมีความหนา

04

บทที่ 4
การผลิตโครงร่างยึดเกาะเซลล์
Scaffolds fabrications

หลักการออกแบบโครงร่างที่เหมาะสมกับงานวิศวกรรมเนื้อเยื่อกระดูก ควรมีคุณสมบัติให้เซลล์ผ่านตามรูพรุนเพื่อไปยึดเกาะโครงร่างและเอื้อให้หลอดเลือดที่สร้างขึ้นใหม่สามารถผ่านเข้าไปด้านในได้ โครงร่างควรมีรูพรุนเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 0.1 มิลลิเมตร และพื้นที่ระหว่างรูพรุน (interconnected pores) ขนาด 0.1-1 มิลลิเมตร [35] เพื่อให้โครงร่างมีความแข็งแรงเพียงพอในการค้ำจุนแรงเชิงกลขณะเซลล์มีการแปรสภาพ หลังจากนั้นโครงร่างมีการย่อยสลายไปเมื่อเนื้อเยื่อกระดูกใหม่มีความแข็งแรงเพียงพอ

ปัจจุบันมีการผลิตโครงร่างแบบ 3 มิติ เพื่อให้เหมาะกับวิศวกรรมเนื้อเยื่อกระดูกหลากหลายวิธี ดังนี้ [48]

การขึ้นรูปด้วยตัวทำละลายและใช้สารทำให้เกิดรูพรุน (solvent casting and particulate leaching)

เป็นวิธีที่นิยมใช้ในปัจจุบัน เนื่องจากเป็นเทคนิคที่ง่าย ใช้อุปกรณ์ทั่วไปในห้องทดลอง สามารถกำหนดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของรูพรุนประมาณ 500 ไมโครเมตรและความพรุนของโครงร่างประมาณ 94-95 เปอร์เซ็นต์ขึ้นกับสัดส่วนเกลือและพอลิเมอร์ [83] การขึ้นรูปเริ่มที่การละลายพอลิเมอร์ด้วยตัวทำละลายอินทรีย์ แล้วเติมเกลือตามอนุภาคที่ต้องการให้ผสมเข้ากันดี แล้วเทใส่แบบหล่อ (mold) ทิ้งให้ตัวทำละลายระเหย นำโครงร่างออกจากแบบหล่อแล้วนำไปละลายน้ำเพื่อละลายอนุภาคเกลือออกจากโครงร่าง แล้วตากให้แห้ง วิธีการนี้อาจมีตัวทำละลายอินทรีย์หลงเหลืออยู่ ซึ่งส่งผลต่อการเจริญเติบโตของเซลล์ได้ (ภาพ 10)

05

บทที่ 5
วัสดุและอุปกรณ์การเพาะเลี้ยงเซลล์ในห้องทดลอง
Materials and equipment for cell culture laboratory

การเพาะเลี้ยงเซลล์ (cell culture) เป็นการเพาะเลี้ยงเซลล์มนุษย์หรือเซลล์สัตว์ขึ้นในห้องทดลอง (laboratory) โดยวัสดุและอุปกรณ์มีความสำคัญเนื่องจากเป็นสิ่งจำเป็นในการเพาะเลี้ยงเซลล์ หากไม่มีสิ่งเหล่านี้จะไม่สามารถดำเนินการเพาะเลี้ยงเซลล์ได้ วัสดุและอุปกรณ์ที่ดีจะมีประโยชน์ในการเพาะเลี้ยงเซลล์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ช่วยประหยัดเวลาในการทำงาน เอื้อให้สิ่งแวดล้อมในการทำงานดี ลดความเมื่อยล้าต่อผู้ปฏิบัติงานและดึงดูดให้ผู้ปฏิบัติงานสนใจการเพาะเลี้ยงเซลล์มากยิ่งขึ้น [53]

ตู้ปลอดเชื้อแบบที่ 2 (Biosafety cabinet class II)

ตู้ปลอดเชื้อ (ภาพ 15A) สำหรับการเพาะเลี้ยงเซลล์ที่เสี่ยงต่อการเกิดอันตราย ได้แก่ เซลล์จากสิ่งมีชีวิตกลุ่มไพรเมต (primates) รวมถึงเซลล์มนุษย์ เซลล์ไลน์ (cell line) การเพาะเลี้ยงผลิตภัณฑ์ของไวรัส สารกัมมันตรังสี (radioisotope) เป็นตู้ปลอดเชื้อชนิดป้องกันผู้ปฏิบัติงานไม่ให้เกิดการติดเชื้อจากงานทดลองและป้องกันงานทดลองไม่ให้ติดเชื้อกับสิ่งแวดล้อมภายนอก ระบบการทำงานของตู้ปลอดเชื้อ จะดูดอากาศจากภายนอกผ่านแผ่นกรองอากาศคุณภาพสูง (high efficiency particulate air filter : HEPA) เป็นอากาศบริสุทธิ์โดยอากาศเข้าจากด้านบนและด้านหน้าซึ่งป้องกันการกระเด็นของงานทดลองหรือสิ่งติดเชื้อไปยังผู้ปฏิบัติงาน จากนั้นอากาศทั้งหมดจะถูกกรองผ่านแผ่นกรองอากาศคุณภาพสูงเพื่อปล่อยลมสะอาดออกสู่บรรยากาศ (ภาพ 15B)

06

บทที่ 6
การเพาะเลี้ยงเซลล์
Cell culture

การเพาะเลี้ยงเซลล์ (cell culture) เป็นการเพาะเลี้ยงเซลล์มนุษย์ หรือเซลล์สัตว์ภายในห้องทดลองโดยใช้อาหารเลี้ยงเซลล์ที่แตกต่างกัน ในปัจจุบันมีการเพาะเลี้ยงเซลล์ในการวิจัยต่าง ๆ เช่น การทดสอบวัคซีน การทดสอบยาต้านเชื้อจุลินทรีย์ การผลิตโปรตีนที่จำเพาะในเซลล์ การทดสอบความเป็นพิษต่อเซลล์ของวัสดุโครงร่าง การทดสอบประสิทธิภาพการแปรสภาพของเซลล์ต้นกำเนิดไปเป็นเซลล์เสมือนเซลล์สร้างกระดูก ฯลฯ

ข้อดีของการเพาะเลี้ยงเซลล์เมื่อเทียบกับการทดสอบในสัตว์ทดลอง คือ ลดความยุ่งยากในการควบคุมปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลกับการวิจัย เช่น สภาวะแวดล้อม จริยธรรมในการวิจัย รวมทั้งค่าใช้จ่ายย่อมเยา ดังนั้น การเพาะเลี้ยงเซลล์จึงถูกนำมาใช้เพื่อการวิจัยเบื้องต้นก่อนการวิจัยในสัตว์ทดลองและวิจัยในคลินิกต่อไป [56]

การเพาะเลี้ยงปฐมภูมิ (primary culture)

ประกอบด้วย 4 ขั้นตอนดังนี้ (ภาพ 26)

1. การนำเนื้อเยื่อตัวอย่างมาที่ห้องทดลองและทำการปราศจากเชื้อ

การนำเนื้อเยื่อตัวอย่างของมนุษย์มาใช้ในการวิจัยจะต้องผ่านขั้นตอนการขอจริยธรรมวิจัยในมนุษย์พร้อมกับการเซ็นยินยอมเข้าร่วมวิจัยของเจ้าของเนื้อเยื่อโดยสมัครใจ หลังจากได้ตัวอย่างเนื้อเยื่อให้นำมาที่จานเพาะเชื้อภายในตู้ปลอดเชื้อ และทำให้ปราศจากเชื้อโดยสารละลายยาปฏิชีวนะ

07

บทที่ 7
การพัฒนาความรู้ด้านงานวิจัยในวิศวกรรมเนื้อเยื่อกระดูก
Developmentally in bone tissue engineering (laboratory)

วิศวกรรมเนื้อเยื่อกระดูกมีเป้าหมายสำคัญเพื่อซ่อมแซมอวัยวะที่เสียหายเพื่อส่งเสริมให้ทำหน้าที่ได้ตามปกติ การออกแบบวิศวกรรมเนื้อเยื่อกระดูกมักทำให้คล้ายกับวัสดุปลูกถ่ายอัตพันธุ์ ไม่สร้างความเจ็บปวดให้กับคนไข้ (donor) หรือเจ็บปวดเพียงเล็กน้อย รวมถึงเพิ่มปริมาณกระดูกให้เพียงพอสำหรับการปลูกถ่ายกระดูก [66]

การพัฒนาองค์ความรู้ในวิศวกรรมเนื้อเยื่อกระดูกอยู่บนพื้นฐานของการรวบรวมเซลล์ที่สามารถเปลี่ยนแปลงไปเป็นเซลล์เสมือนเซลล์สร้างกระดูก สารเหนี่ยวนำเซลล์ เมตริกซ์ที่เหมาะสมกับเซลล์สร้างกระดูก รวมถึงวัสดุโครงร่างในห้องทดลอง (*in vitro*) หรือการทดลองในสัตว์ (*in vivo*) โดยในบทนี้จะกล่าวถึงตัวอย่างการทดลองทั้งสองแบบต่อไป

การวิจัยในห้องทดลอง

รูปแบบการวิจัยในห้องทดลองเพื่อการสร้างกระดูกมีพื้นฐานจากการแปรสภาพของเซลล์และทำหน้าที่เสมือนการพัฒนาตัวอ่อน (embryonic development) ดังนั้นควรออกแบบและประยุกต์ให้มีสภาพแวดล้อมที่สนับสนุนการสร้างกระดูก ร่วมกับการใช้สารชีวภาพและโครงร่างสามมิติ ลักษณะโครงร่างมีผลอย่างมากกับพฤติกรรมของเซลล์ในด้านวัสดุที่นำมาผลิตโครงร่าง ขนาดและการกระจายตัวของรูพรุนส่งผลโดยตรงกับการแพร่ผ่านของเซลล์และการสร้างเมตริกซ์ ความหยาบของพื้นผิวส่งผลโดยตรงกับการยึดเกาะของเซลล์ วัสดุควรมีคุณสมบัติเชิงกลคล้ายกับกระดูกตามธรรมชาติทำให้รับแรงและกระตุ้นการสร้างกระดูก ในปัจจุบันมีการออกแบบโครงร่างหลากหลายเช่น โครงร่างวิศวกรรม

08

บทที่ 8
จากงานวิจัยวิศวกรรมเนื้อเยื่อกระดูกจากห้องทดลองสู่การใช้ในคลินิก

From laboratory to clinical translation pathway in bone tissue engineering

การประยุกต์ใช้วิศวกรรมเนื้อเยื่อกระดูกอาจเป็นทางเลือกในการปรับปรุงแก้ไขความผิดปกติของใบหน้าและกะโหลกศีรษะซึ่งอาจมีสาเหตุมาจากความผิดปกติตั้งแต่แรกเกิด ได้รับอุบัติเหตุ หรือการเกิดรอยโรค เป็นต้น

มีการพบอุบัติการณ์การแตกหักของกระดูกทั่วโลกประมาณ 15 ล้านครั้งต่อปีและมีความจำเป็นต้องใช้วัสดุปลูกถ่ายกระดูกมากกว่าสองล้านครั้งต่อปี [72] ข้อจำกัดในการรักษาพยาธิสภาพขนาดใหญ่ด้วยการใช้วัสดุปลูกถ่ายกระดูกคือการให้เลือดมาหล่อเลี้ยงบริเวณที่ปลูกถ่ายได้น้อย เก็บเกี่ยวกระดูกต่ำ รวมถึงการบาดเจ็บหรือการติดเชื้อบริเวณที่เก็บเกี่ยวกระดูก ปัจจุบันการใช้เซลล์มีเซนไคม์เพื่อการรักษาทางคลินิกมีระเบียบข้อบังคับจากองค์การอาหารและยาของสหรัฐอเมริกา (Food and Drug Administration: FDA) โดยต้องไม่มีการเติมสารเคมียาหรือผ่านเครื่องมือใด ๆ ในเซลล์เพื่อคงหน้าที่การทำงานเดิมของเซลล์ไว้ กระบวนการรักษาทางคลินิกโดยใช้เซลล์ (cell therapy in clinical trials) ควรแยกเซลล์มีเซนไคม์มาผสมกับวัสดุปลูกถ่ายเอกพันธุ์ที่ผ่านการรับรองจาก FDA แล้วนำมารักษาผู้ป่วยในวันเดียวกัน อย่างไรก็ตามในปัจจุบัน FDA ยังไม่รับรองกระบวนการนำเซลล์โปรเจนิเตอร์ หรือเซลล์ต้นกำเนิดจากตัวอ่อน มาเพิ่มจำนวนในห้องทดลองแล้วนำกลับไปรักษากระดูกในทางคลินิก [73]

กระบวนการวิจัยสู่การนำไปใช้ในทางคลินิก ผู้พัฒนาจำเป็นต้องผ่านกระบวนการวิจัย 2 ระดับ ได้แก่ วิจัยระดับพรีคลินิก (pre-clinical trials) และวิจัยระดับคลินิก (clinical trials) (ภาพ 34)

09

บทที่ 9
การประยุกต์ใช้วิศวกรรมเนื้อเยื่อกระดูกในคลินิก
Applying bone tissue engineering in clinic

ในบทนี้จะกล่าวถึง กรณีศึกษาบางส่วนในการนำความรู้ทางวิศวกรรมเนื้อเยื่อกระดูกมาใช้ในการรักษาผู้ป่วยที่มีรอยโรคภายนอกและภายในช่องปากดังตัวอย่างต่อไปนี้

กรณีศึกษาการประยุกต์ใช้วิศวกรรมเนื้อเยื่อกระดูกในทางคลินิก

1. กรณีศึกษาที่ 1

การรักษาด้วยวัสดุปลูกถ่ายบริเวณใบหน้าและกะโหลกศีรษะของ Ciocca, L และคณะ ในปี ค.ศ. 2010 เป็นการพัฒนาการผลิตวัสดุปลูกถ่ายกระดูกเพื่อการรักษาทางคลินิก โดยใช้วิธีการผลิตโครงร่างด้วยการออกแบบจากคอมพิวเตอร์ (computer-aided design : CAD) เพื่อให้วัสดุปลูกถ่ายกระดูกมีรูปร่างเข้ากันได้กับบริเวณที่ต้องการรักษา (ภาพ 35) โดยใช้วิธี CAD และ การขึ้นรูปแบบอิสระที่มั่นคงในการผลิตวัสดุปลูกถ่ายกระดูกเพื่อรักษาผู้ป่วยที่วิการบริเวณกะโหลกศีรษะและจมูก หลังการผ่าตัดใส่วัสดุปลูกถ่าย การหายของแผลเป็นปกติ ผู้ป่วยสามารถทำความสะอาดวัสดุปลูกถ่ายได้ด้วยตนเอง ข้อดีของการใช้ระบบ CAD ได้แก่สามารถวางแผนการผ่าตัดได้อย่างแม่นยำและแนะแนวทางการรักษากับผู้ป่วยได้ ข้อด้อยของการรักษาคือค่าใช้จ่ายสูงและใช้ทรัพยากรมากเนื่องจากต้องผลิตแม่แบบการผ่าตัด (surgical template) และต้องใช้เครื่องซีทีสแกน (computerized tomography scan: CT scan) เพื่อการวินิจฉัยและวางแผนการรักษา [77]

ดัชนี

ก

กรดพอลีแลกติก 31, 32
กรดแลกติก 33
กระดูกแข็งที่เจริญไม่เต็มที่ 4, 5, 25
กระดูกรองรับฟัน 2, 3, 7, 91
กระบวนการสร้างกระดูกอินทรา
เมมเบรนัส 6
กระบวนการสร้างกระดูกเอนโด
คอนดรอล 6
กลุ่มก้อนเซลล์ 48
กลุ่มไพรเมต 46
การชักนำเซลล์กระดูก 13, 34
การถอนฟัน 2, 3
การปนเปื้อนจากเชื้อจุลินทรีย์ 51, 59
การปลูกถ่ายกระดูกอัตพันธุ์ 30
การปลูกถ่ายโลหะ 30
การแยกวัฏภาค 38, 40
การเหนี่ยวนำการสร้างกระดูก 11, 31
การอนุรักษ์สันกระดูกเบ้าฟัน 3
การออกแบบจากคอมพิวเตอร์ 88

ข

ของเหลวจากร่างกาย 56
ไขกระดูกแดง 3

ค

ความเข้ากันได้กับเนื้อเยื่อ 10, 15, 30,
34, 83
ความชื้นสัมพัทธ์ 52, 53
ความวิการ 2, 10, 34, 83
คานาลิคูไล 5
คาร์บอนไดออกไซด์ 37, 52, 54, 68
คุณสมบัติชักนำเนื้อเยื่อ
กระดูก 30, 31, 83
เครื่องพิมพ์ 3 มิติ 39
โครงร่างยึดเกาะกระดูกแบบ 3 มิติ 30

ซ

เซลล์กระจกตา 20
เซลล์กระดูกอ่อน 6, 19
เซลล์กล้ามเนื้อ 19
เซลล์ไขมัน 25
เซลล์ต้นกำเนิดจากไขมัน 83
เซลล์ต้นกำเนิดจากตัวอ่อน 20, 21, 82
เซลล์ต้นกำเนิดจากเนื้อเยื่อโตเต็มวัย 22
เซลล์ต้นกำเนิดจากเนื้อเยื่อ
ในฟัน 22, 23, 24, 25, 63
เซลล์ต้นกำเนิดจากเยื่อหุ้มกระดูก 19
เซลล์ต้นกำเนิดจากลูกอ่อน 19, 21
เซลล์ต้นกำเนิดโททิโพเทนต์ 18

เซลล์ต้นกำเนิดพลูริโพเทนต์ 18
เซลล์ต้นกำเนิดมัลติโพเทนต์ 19
เซลล์ต้นกำเนิดยูนิโพเทนต์ 20
เซลล์ต้นกำเนิดโอลิโกโพเทนต์ 19
เซลล์ปฐมภูมิ 18
เซลล์โปรเจนิเตอร์ 19, 82
เซลล์เม็ดเลือดขาว 7, 8
เซลล์เยื่อบุตา 20
เซลล์ไลน์ 46
เซลล์สร้างกระดูกอ่อน 22
เซลล์สร้างเนื้อฟัน 24
เซลล์สลายกระดูก 4, 8, 9
เซลล์เสมือนเซลล์ประสาท 25
เซลล์เสมือนเซลล์สร้างเนื้อฟัน 24
เซลล์ออสติโอโปรเจนิเตอร์ 25
ไซโกต 18
ไซโตไคน์ 3

ต

ไตรแคลเซียมฟอสเฟต 14, 34

ท

ทรานส์ฟอร์มมิงโกรทแฟคเตอร์-เบต้า . 31

น

เนื้อกระดูกที่ผ่านการลดปริมาณแร่ธาตุ 31
เนื้อเยื่อคัพภะ 19
เนื้อเยื่อชั้นกลาง 19, 21
เนื้อเยื่อชั้นนอก 19, 21
เนื้อเยื่อชั้นใน 19, 21

บ

บลาสโตซิสต์ 18, 20

ป

ปะการัง 13
โปรตีนโบนมอร์โฟเจนเนติก 31

ผ

แผ่นกรองอากาศคุณภาพสูง 46

พ

พอลิเมอร์ที่ชอบน้ำ 37
พอลีคาโปรแลกโตน 33
พอลีสไตรีน 54, 55
พื้นที่ระหว่างรูพรุน 36, 76

ฟ

ฟันเทียม 2, 7
ไฟโบรบลาสต์โกรทแฟคเตอร์ 31

ภ

ภาวะปากแหว่งเพดานโหว่ 2, 94

ภาวะไม่มีการแปรสภาพเซลล์ 18

ม

มวลเซลล์ชั้นใน 20, 21
เมตริกซ์ภายนอกเซลล์กระดูก 4, 9, 32

ร

รังสีแกมมา 53
รูปร่างเซลล์คล้ายไฟโบรบลาสต์ 26
รูพรุนเส้นผ่านศูนย์กลาง 36

ล

ลาคูนา 5, 9

ว

วัฏภาคทุติยภูมิ 38
วัสดุธรรมชาติ 31
วัสดุปลูกถ่ายวิวิธพันธุ์ 13
วัสดุปลูกถ่ายสังเคราะห์ 13
วัสดุสังเคราะห์ 13, 31

ส

สะสมแร่ธาตุ 9, 24, 33
สารออสติออยด์ 8
สารอิมัลชัน 40
เส้นใยคอลลาเจนแบบที่ 1 ..... 4, 31
เส้นใยคอลลาเจนเรียงตัวขนาน 4, 5
เสี้ยนใยกระดูก 8, 9, 40

ห

หมึกชีวภาพ 43

อ

อัลคาไลน์ฟอสฟาเตส 24
อิเล็กโตรสปินนิง 41
เอ็นยึดปริทันต์ 7, 93
ไอโซโทรปี 38

ฮ

ไฮโดรเจล 43

หนังสือแนะนำ

การวินิจฉัยโรคปริทันต์แบบใหม่และการวางแผนการรักษา

ผู้แต่ง:
ผศ. ดร.ทพญ.ศิโรรัช วัชรานาถ

การวินิจฉัยโรคปริทันต์ได้มีการปรับเปลี่ยนการแบ่งกลุ่มโรคปริทันต์ใหม่ตาม AAP และ EFP 2018 โดยสิ่งที่เปลี่ยนอย่างชัดเจนคือ ได้มีการวินิจฉัยผู้ป่วยหรือจัดกลุ่มผู้ป่วยให้อยู่ในกลุ่มเหงือกที่มีสุขภาพดีและไม่มีการแบ่งกลุ่มผู้ป่วยโรคปริทันต์อักเสบรุกราน แต่ให้รวมอยู่ในกลุ่มโรคปริทันต์อักเสบเลย ในการวินิจฉัยโรคปริทันต์อักเสบนั้นจะมีการประเมินระดับความรุนแรงของโรค (Stage) และอัตราการลุกลาม (Grade) ด้วย ซึ่งจะนำไปสู่การวางแผนการรักษาที่ง่ายและเหมาะสมต่อไป นอกจากนี้จะมีวิธีการพิจารณาการวางแผนการรักษาในขั้นโรคทางระบบที่เกี่ยวข้องในการรักษาโรคปริทันต์ รวมถึงการวางแผนการรักษาในขั้นต้น ขั้นแก้ไข และขั้นประคับประคองเพื่อให้การรักษาโรคปริทันต์นั้นประสบความสำเร็จ หนังสือฉบับนี้เหมาะสำหรับนิสิตทันตแพทย์ ทันตแพทย์ และบุคคลทั่วไปที่จะสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการเรียนการประกอบวิชาชีพ และการดูแลสุขภาพช่องปากต่อไป

อนามัยโรงเรียน
School Health
(ฉบับปรับปรุง)

ผู้แต่ง: ผศ. ดร.สมศักดิ์ โทจำปา

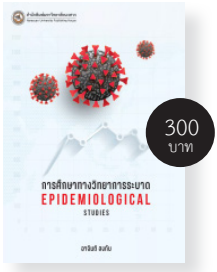
“สุขภาพกับการศึกษา” เป็นของคู่กัน บทบาทและหน้าที่ของพยาบาลอนามัยชุมชน จึงมีความสำคัญอย่างมากในการนำกระบวนการ การพยาบาล มาใช้ในงานอนามัยโรงเรียน ซึ่งในหนังสือเล่มนี้มีเนื้อหาสาระประกอบด้วย แนวคิดงานอนามัยโรงเรียน การส่งเสริมและเฝ้าระวังปัญหาสุขภาพนักเรียน โรงเรียนส่งเสริมสุขภาพ อนามัยสิ่งแวดล้อมในโรงเรียน พยาบาลชุมชนในงานอนามัยโรงเรียน การสอนสุขศึกษาในโรงเรียน การตรวจสุขภาพในโรงเรียน กระบวนการพยาบาลในงานอนามัยโรงเรียน เนื้อหาทั้งหมดในหนังสือเล่มนี้มุ่งเน้นในการส่งเสริมให้นักเรียนมีสุขภาพที่แข็งแรง ซึ่งจะส่งผลที่ดีต่อการเรียนของนักเรียนในโรงเรียนรวมทั้งโรงเรียนจะได้รับการพัฒนา เพื่อผ่านเกณฑ์โรงเรียนส่งเสริมสุขภาพสู่ระดับ เพชร ต่อไป

การดูแลทางทันตกรรมสำหรับผู้บกพร่องทางการเห็น

ผู้แต่ง: ผศ. ทพ.ดร.ภัชรพล สำเนียง

ปีพิมพ์ : 1/2564

การทำความเข้าใจ และยอมรับในสิทธ์ความเป็นมนุษย์ของผู้บกพร่องทางการเห็น จะมองข้ามความแตกต่างและสามารถให้การรักษาทางทันตกรรมแบบเป็นมิตรได้ที่สำคัญต้องมาจากการเปิดใจ เมื่อเปิดใจก็เท่ากับเป็นสะพานเชื่อมระหว่างหมอกับผู้ป่วย



การศึกษาทางวิทยาการระบาด
Epidemiological Studies
ผู้แต่ง: รศ. ดร. อาจินต์ สงทับ

ความรู้ด้านวิทยาการระบาดหรือระบาดวิทยา (Epidemiology) ได้ก้าวหน้าไปมากตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน จนกระทั่งถือว่าวิทยาการระบาดเป็นแขนงหนึ่งที่สำคัญยิ่งของสายงานด้านวิทยาศาสตร์สุขภาพ บุคลากรด้านสุขภาพทุกสาขาที่เกี่ยวข้องจำเป็นต้องศึกษาวิทยาการระบาดสำหรับนำมาประยุกต์ใช้ในงานของตนเพื่อให้สามารถแก้ไขปัญหาสุขภาพของประชาชนได้มีอย่างมีประสิทธิภาพ ในการดำเนินงานด้านสุขภาพ การนำหลักการศึกษาทางวิทยาการระบาดมาประยุกต์ใช้นั้นต้องอาศัยเครื่องมือ อาจเป็นหนังสือหรือตัวบุคคลที่มีประสบการณ์ในการชี้แนะแนวทางให้การดำเนินการวิจัย ประสบผลสำเร็จ ซึ่งหนังสือเล่มนี้มุ่งเน้นเรื่องการศึกษาทางวิทยาการระบาดแต่ละชนิดที่บุคลากรด้านสุขภาพสามารถนำไปใช้เป็นแนวทางดำเนินการวิจัยเพื่อให้เกิดองค์ความรู้ใหม่อันนำมาแก้ไขปัญหาสุขภาพ ซึ่งจะช่วยในการพัฒนาคุณภาพชีวิตของมวลมนุษยชาติ

โรคติดเชื้อระบบทางเดินหายใจในเด็ก Respiratory Tract Infection in Children
ผู้แต่ง: ผศ. พญ. ไกลตา ศรีสิงห์

หนังสือเล่มนี้ประกอบด้วยความรู้ทางกุมารเวชศาสตร์ทั่วไป มีเนื้อหาสาระเกี่ยวข้องกับโรคติดเชื้อทางเดินหายใจในเด็ก ประกอบด้วยความรู้พื้นฐานระบบทางเดินหายใจ โรคติดเชื้อทางเดินหายใจส่วนบน และโรคติดเชื้อทางเดินหายใจส่วนล่าง มีเนื้อหาที่ครอบคลุมกลุ่มโรคที่พบบ่อย เน้นความทันสมัยของเนื้อหา การเปลี่ยนแปลงของโลกยุคปัจจุบัน ภาษาอ่านง่าย เหมาะสำหรับนิสิตแพทย์ นักศึกษาสายวิทยาศาสตร์สุขภาพ แพทย์ทั่วไป กุมารแพทย์ พยาบาล และบุคคลทั่วไป

กุมารเวชศาสตร์ในเวชปฏิบัติ
Pediatrics in practice
ผู้แต่ง: รศ. พญ.วรวรรณ จิตต์ธรรม (บรรณาธิการ)

ตำราเล่มนี้รวบรวมเนื้อหาความรู้ทางกุมารเวชศาสตร์และภาวะต่าง ๆ ที่พบบ่อยในเวชปฏิบัติ นำเสนอความรู้และทักษะ ที่เรียบเรียงจากประสบการณ์จริงของคณาจารย์อย่างละเอียด เข้าใจง่ายเหมาะสำหรับนิสิต นักศึกษาแพทย์ บุคลากรทางการแพทย์ และผู้ที่สนใจในวิชากุมารเวชศาสตร์ทุกระดับ สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการดูแลผู้ป่วยอย่างเหมาะสมตามบริบทของประเทศไทย

สำนักพิมพ์
มหาวิทยาลัยนเรศวร

สั่งซื้อหนังสือออนไลน์

จัดส่งถึงบ้านสะดวกรวดเร็ว

สั่งซื้อทันที

กรณีต้องการสั่งซื้อหนังสือปริมาณมาก หรือเข้าชั้นเรียนติดต่อได้ที่
ฝ่ายจัดจำหน่ายสำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยนเรศวร

nuph@nu.ac.th
สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยนเรศวร
0 5596 8833-8836
nu_publishing

NUPH
online store
www.nupress.grad.nu.ac.th