



หลักวิทยา ภูมิคุ้มกัน

Immunological concepts



ฉบับปรับปรุง

กาญจนา อู่สุวรรณทิม



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

ข้อมูลทางบรรณานุกรมของสำนักหอสมุดแห่งชาติ

National Library of Thailand Cataloging in Publication Data

กาญจนา อู่สุวรรณทิม.

หลักวิทยาภูมิคุ้มกัน (ฉบับปรับปรุง) = Immunological Concepts.--พิมพ์ครั้งที่ 2.--พิษณุโลก: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2564. 248 หน้า.

1. วิทยาภูมิคุ้มกัน. I. ชื่อเรื่อง

616.079

ISBN 978-616-426-206-5

ISBN (e-book) 978-616-426-025-2

สพท. 84

ราคา 380 บาท

พิมพ์ครั้งที่ 1 ธันวาคม พ.ศ. 2559

พิมพ์ครั้งที่ 2 ธันวาคม พ.ศ. 2560

พิมพ์ครั้งที่ 3 (ฉบับปรับปรุง) กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2564



สงวนลิขสิทธิ์ ตามพระราชบัญญัติลิขสิทธิ์ พ.ศ. 2537 โดยสำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยนเรศวร ห้ามการลอกเลียนไม่ว่าส่วนใดส่วนหนึ่งของหนังสือเล่มนี้ ไม่ว่าในรูปแบบใด ๆ นอกจากจะได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษรจากสำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยนเรศวร เท่านั้น

ผู้จัดพิมพ์ สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยนเรศวร

มีวางจำหน่ายที่ 1. ศูนย์หนังสือแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อาคารวิทยศักดิ์ ชั้น 14 ซอยจุฬาลงกรณ์ 64 ถนนพญาไท

แขวงวังใหม่ เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330

สาขา ศาลาพระแก้ว กรุงเทพฯ โทร. 0 2218 7000-3

สยามสแควร์ อาคารวิทยศักดิ์ กรุงเทพฯ โทร. 0 2218 9881, 0 2255 4433

มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก โทร. 0 5526 0162-5

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จังหวัดนครราชสีมา โทร. 0 4421 6131-2

มหาวิทยาลัยบูรพา จังหวัดชลบุรี โทร. 0 3839 4855-9

โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า (ร.จปร.) จังหวัดนครนายก โทร. 0 3739 3023, 0 3739 3036

จัดสรรจามบุรี กรุงเทพฯ โทร. 0 2160 5301

มหาวิทยาลัยพะเยา โทร. 0 5446 6799, 0 5446 6800

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน โทร. 0 4492 2662-3

สาขาย่อยคณะครุศาสตร์จุฬาฯ โทร. 0 2218 3979

สาขาหัวหมาก โทร. 0 2374 1378

2. ศูนย์หนังสือมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ อาคารวิทยบริการ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 50 ถนนงามวงศ์วาน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900 โทร. 0 2579 0113

3. ศูนย์หนังสือมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ อาคารเนกประสงค์ ชั้น 1 มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ถนนพระจันทร์ แขวงพระบรมมหาราชวัง เขตพระนคร กรุงเทพฯ 10200 โทร. 0 2613 3899, 0 2623 6493

สาขา ศูนย์หนังสือมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ โทร. 0 5394 4990 1

ศูนย์หนังสือมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ จังหวัดสงขลา โทร. 0 7428 2980, 0 7428 2981

ศูนย์หนังสือมหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา จังหวัดยะลา โทร. 0 7329 9980

4. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยนเรศวร บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร อาคารมหาธรรมราชา จังหวัดพิษณุโลก 65000 โทร. 0 5596 8833-8836

กองบรรณาธิการ

กองบรรณาธิการจัดทำเอกสารสิ่งพิมพ์ทางวิชาการของสำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยนเรศวร

ออกแบบปกและรูปเล่ม

สรญา แสงเย็บพันธ์

พิมพ์ที่

ห้างหุ้นส่วนจำกัด พี.ดี.ดี.จอล จำกัด 194/15 ถนนพญาไท ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก



สำนักพิมพ์นี้เป็นสมาชิกสมาคมผู้จัดพิมพ์
และผู้จำหน่ายหนังสือแห่งประเทศไทย
<http://www.thaibooksociety.com>

กรณีต้องการสั่งซื้อหนังสือปริมาณมาก หรือเข้าซื้อแบบติดต่อได้ที่
ฝ่ายจัดจำหน่ายสำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยนเรศวร

☎ nuph@nu.ac.th

📍 สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยนเรศวร

☎ 0 5596 8833-8836

📧 nu_publishing



พิมพ์บน
กระดาษคุณภาพ เพื่อลดงานคุณภาพ
กระดาษของมหาวิทยาลัยนเรศวร

LINE @nupress

f @BookStoreNaresuan

คำนำ

หนังสือหลักวิทยาภูมิคุ้มกัน (Immunological Concepts) ผู้เขียนได้รวบรวมมาจากประสบการณ์การเรียนการสอน และการศึกษาค้นคว้าจากตำราและวารสารทั้งภาษาไทยและอังกฤษ มีวัตถุประสงค์เพื่อใช้ประกอบการเรียนการสอนเกี่ยวกับระบบภูมิคุ้มกันของร่างกาย สำหรับนิสิตนักศึกษาสาขาวิชาเทคนิคการแพทย์ นักเทคนิคการแพทย์ และสาขาวิชาที่เกี่ยวข้อง โดยมีใจความสำคัญกล่าวถึงหน้าที่ลักษณะของเซลล์ที่ทำงานร่วมกันในระบบภูมิคุ้มกัน หลักการของวิทยาภูมิคุ้มกันที่ควรเข้าใจ อธิบายกลไกการทำงานของเซลล์ในร่างกายที่ประกอบด้วยระบบภูมิคุ้มกัน โดยกำเนิดและภูมิคุ้มกันแบบจำเพาะ ในการตอบสนองและป้องกันสิ่งแปลกปลอมที่เข้ามาทำลายร่างกาย และป้องกันการเกิดโรค นอกจากนี้ยังกล่าวถึงโรคที่เกิดจากภูมิคุ้มกัน ทั้งนี้หากผู้อ่านมีข้อเสนอแนะ เพิ่มเติม ผู้เขียนยินดีเป็นอย่างยิ่งที่จะนำคำแนะนำไปพัฒนาและปรับปรุงให้หนังสือเล่มนี้มีคุณภาพมากยิ่งขึ้น

กาญจนา อุสุวรรณทิม

กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนขอขอบคุณภาควิชาเทคนิคการแพทย์ คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ที่เป็นแหล่งศึกษาค้นคว้าข้อมูล และถ่ายทอดวิชาความรู้แก่นิสิต กราบขอบพระคุณครู อาจารย์ที่สอนและให้ความรู้มาโดยตลอด โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ศาสตราจารย์ ดร.วันเพ็ญ ชัยคำภา อาจารย์ผู้สอน ที่ปรึกษา และแรงบันดาลใจในการเขียนหนังสือหลักวิทยาศาสตร์คู่มือเล่มนี้ กราบขอบพระคุณบิดามารดา และขอบคุณครอบครัวที่ให้การสนับสนุนตลอดมา ที่จะลืมไม่ได้ และมีความสำคัญที่สุดคือ ขอคุณนิสิตที่เป็นเป้าหมายหลักของการสอนหนังสือ ซึ่งสะท้อนการสอน ดีชม และให้ข้อมูลเสนอแนะเนื้อหาที่ต้องการศึกษา จึงทำให้ผู้เขียนได้แนวคิดในการเขียนหนังสือเล่มนี้ ขอขอบคุณเพื่อนคณาจารย์สำหรับกำลังใจและคำแนะนำที่มีคุณค่า

กาญจนา อู่สุวรรณทิพย์

สารบัญ

บทที่ 1 บทนำสู่วิทยาภูมิคุ้มกัน..... 1

ความหมายของวิทยาภูมิคุ้มกัน	2
ส่วนประกอบของระบบภูมิคุ้มกัน.....	2
บทบาทและหน้าที่ของระบบภูมิคุ้มกัน.....	4
ความแตกต่างของระบบภูมิคุ้มกันโดยกำเนิด และภูมิคุ้มกันแบบจำเพาะ	8
คำถามท้ายบทเรียน.....	12
คำตอบ	12
เอกสารอ้างอิง	13

บทที่ 2 ภูมิคุ้มกันโดยกำเนิด 15

ความหมายของภูมิคุ้มกันโดยกำเนิด	16
เซลล์และหน้าที่ในภูมิคุ้มกันโดยกำเนิด	17
กลไกการตอบสนองทางภูมิคุ้มกันโดยกำเนิด	23
คำถามท้ายบทเรียน.....	30
คำตอบ	30
เอกสารอ้างอิง	31

บทที่ 3 ภูมิคุ้มกันแบบจำเพาะ 33

ความหมายของภูมิคุ้มกันแบบจำเพาะ	34
ขั้นตอนการเกิดการตอบสนองทางภูมิคุ้มกันแบบจำเพาะ	34

Humoral Immune Response.....	36
กลไกการเกิดการตอบสนองแบบ HIR.....	39
Cell-mediated Immune Response.....	42
กลไกการกระตุ้น T cell.....	44
คำถามท้ายบทเรียน.....	51
คำตอบ.....	51
เอกสารอ้างอิง.....	52

บทที่ 4 แอนติเจน และแอนติบอดี..... 53

แอนติเจน.....	54
แอนติบอดี.....	58
โครงสร้างของแอนติบอดี.....	59
Heavy Chain.....	60
Light Chain.....	61
Variable Region Domain.....	61
ชนิดของแอนติบอดี.....	63
คำถามท้ายบทเรียน.....	65
คำตอบ.....	65
เอกสารอ้างอิง.....	66

บทที่ 5 ระบบคอมพลีเมนต์..... 67

ความหมายของคอมพลีเมนต์.....	68
Classical Pathway.....	69

Alternative Pathway.....	70
Mannose-Binding Lectin Pathway.....	72
Complement Receptor.....	73
การควบคุมการทำงานของคอมพลีเมนต์.....	75
คำถามท้ายบทเรียน.....	76
คำตอบ.....	76
เอกสารอ้างอิง.....	77

บทที่ 6 ไซโตไคน์..... 79

ความหมายของไซโตไคน์.....	80
ชนิดและหน้าที่ของไซโตไคน์.....	81
Cytokine Receptor.....	88
คำถามท้ายบทเรียน.....	91
คำตอบ.....	91
เอกสารอ้างอิง.....	92

บทที่ 7 การควบคุมการตอบสนอง และการไม่ตอบสนอง ของภูมิคุ้มกัน..... 93

ความหมายของการควบคุมการตอบสนอง และการไม่ตอบสนองของภูมิคุ้มกัน.....	94
Central Tolerance.....	95
Central T Cell Tolerance.....	96
Central B Cell Tolerance.....	97

Peripheral Tolerance	98
Peripheral T Cell Tolerance	99
Peripheral B Cell Tolerance	99
คำถามท้ายบทเรียน.....	102
คำตอบ	102
เอกสารอ้างอิง	103

บทที่ 8 ภาวะภูมิไวเกิน 105

ความหมายของภาวะภูมิไวเกิน	106
ชนิดของภาวะภูมิไวเกิน	106
Type 1 hypersensitivity	107
การวินิจฉัยทางห้องปฏิบัติการ	111
Type 2 hypersensitivity	113
Type 3 hypersensitivity	116
Type 4 hypersensitivity	119
คำถามท้ายบทเรียน.....	122
คำตอบ	122
กรณีศึกษา.....	123
เอกสารอ้างอิง.....	128

บทที่ 9 โรคภูมิต้านทานเนื้อเยื่อตัวเอง 129

ความหมายของภูมิต้านทานเนื้อเยื่อตัวเอง.....	130
สาเหตุการเกิดโรคภูมิต้านเนื้อเยื่อตัวเอง.....	133

ปฏิกิริยาทางภูมิคุ้มกันที่เกิดในโรคภูมิคุ้มกันต้านทานเนื้อเยื่อตัวเอง.....	135
กลุ่มของโรคภูมิคุ้มกันต้านทานเนื้อเยื่อตัวเอง	139
Autoimmune anemia.....	140
โรคภูมิคุ้มกันต้านทานต่อมไทรอยด์	143
โรคภูมิคุ้มกันต้านทานต่อไตและปอด.....	146
โรคเบาหวานชนิดพึ่งอินซูลิน.....	146
โรค Myasthenia gravis	146
โรคลูปัส.....	148
โรคข้ออักเสบรูมาตอยด์	150
การวินิจฉัยทางห้องปฏิบัติการ	152
การรักษาโรคภูมิคุ้มกันต้านทานเนื้อเยื่อตัวเอง.....	153
คำถามท้ายบทเรียน.....	154
คำตอบ.....	154
กรณีศึกษา.....	155
เอกสารอ้างอิง	162

บทที่ 10 ภูมิคุ้มกันต้านทานมะเร็ง 164

ความหมายของมะเร็ง	166
สาเหตุการเกิดมะเร็ง	166
แอนติเจนของมะเร็ง	168
กลไกการตอบสนองทางภูมิคุ้มกันต่อเซลล์มะเร็ง.....	171
การหลบหลีกภูมิคุ้มกันของเซลล์มะเร็ง	175
อิมมูโนบำบัด	176

การตรวจวินิจฉัยทางห้องปฏิบัติการด้วยการตรวจ

tumor marker.....179

คำถามท้ายบทเรียน.....180

คำตอบ.....180

เอกสารอ้างอิง.....181

บทที่ 11 ภูมิคุ้มกันต่อจุลชีพ 183

ภูมิคุ้มกันต่อจุลชีพ184

ภูมิคุ้มกันต่อแบคทีเรีย.....185

ภูมิคุ้มกันต่อเชื้อรา.....189

ภูมิคุ้มกันต่อเชื้อไวรัส.....190

ภูมิคุ้มกันต่อปรสิต.....193

คำถามท้ายบทเรียน.....194

คำตอบ.....194

เอกสารอ้างอิง.....195

บทที่ 12 การกระตุ้นภูมิคุ้มกัน 197

ความหมายของการกระตุ้นภูมิคุ้มกัน198

Active Immunization.....200

กลไกการสร้างภูมิคุ้มกันแบบ active immunization201

ชนิดของวัคซีนแบบ active immunization201

Passive Immunization.....202

การกระตุ้นการสร้างภูมิคุ้มกันในสัตว์ทดลอง203

Adjuvants.....	204
ตำแหน่งการกระตุ้นภูมิคุ้มกัน	205
คำถามท้ายบทเรียน.....	207
คำตอบ.....	207
เอกสารอ้างอิง	208

บทที่ 13 การสร้างโมโนโคลนาลแอนติบอดี 209

ความหมายของโมโนโคลนาลแอนติบอดี.....	210
Hybridoma Technique.....	211
การฉีดกระตุ้นหนูทดลองด้วยแอนติเจน.....	211
การเชื่อมต่อเซลล์	213
วิวัฒนาการของแอนติบอดี.....	217
ประโยชน์และการนำโมโนโคลนาลแอนติบอดีไปใช้.....	218
คำถามท้ายบทเรียน.....	219
คำตอบ.....	219
เอกสารอ้างอิง	220

ดัชนี.....221

บทที่

1

บทนำสู่วิทยาภูมิคุ้มกัน

(Introduction to Immunology)

วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้ผู้อ่านเข้าใจความหมายของวิทยาภูมิคุ้มกัน
2. เพื่อให้ผู้อ่านได้รู้จักเซลล์ และอวัยวะในร่างกายที่เกี่ยวข้องกับระบบภูมิคุ้มกัน
3. เพื่อให้ผู้อ่านเข้าใจบทบาทหน้าที่ และชนิดของภูมิคุ้มกันของร่างกาย

หัวข้อ

1. ความหมายของวิทยาภูมิคุ้มกัน
2. ส่วนประกอบของระบบภูมิคุ้มกัน
3. บทบาทและหน้าที่ของระบบภูมิคุ้มกัน
4. ความแตกต่างของระบบภูมิคุ้มกันโดยกำเนิดและภูมิคุ้มกันแบบจำเพาะ
5. ประโยชน์ของภูมิคุ้มกัน



ความหมายของวิทยาภูมิคุ้มกัน

ภูมิคุ้มกัน (Immunity) คือ กระบวนการป้องกันร่างกายจากสิ่งแปลกปลอมหรือแอนติเจนที่เข้ามาสัมผัสหรือเข้ามาบุกรุกร่างกาย เช่น เชื้อโรคชนิดต่าง ๆ ได้แก่ แบคทีเรีย ไวรัส เชื้อรา ปรสิต โดยเป็นการทำงานร่วมกันของเซลล์ และอวัยวะในร่างกายซึ่งมีบทบาทหน้าที่แตกต่างกัน

วิทยาภูมิคุ้มกัน (Immunology) คือ วิชาที่ศึกษาเกี่ยวกับระบบภูมิคุ้มกันของร่างกาย กระบวนการตอบสนองทางภูมิคุ้มกันและโรคที่เกี่ยวข้องกับระบบภูมิคุ้มกัน

ส่วนประกอบของระบบภูมิคุ้มกัน

ร่างกายมีกระบวนการตอบสนองทางภูมิคุ้มกันต่อสิ่งแปลกปลอมที่เข้ามาเป็นกระบวนการทำงานร่วมกันของเซลล์และอวัยวะต่าง ๆ เพื่อกำจัดสิ่งแปลกปลอมและเซลล์ที่ตายแล้ว เพื่อคุ้มครองให้ร่างกายปลอดภัยจากการคุกคามของเชื้อโรค ทั้งนี้ การตอบสนองทางภูมิคุ้มกันขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่น พันธุกรรม อายุ สิ่งแวดล้อม โครงสร้างทางสรีระของร่างกาย เชื้อจุลินทรีย์ประจำถิ่น (normal flora) ชนิดของสิ่งแปลกปลอมที่เข้ามากระตุ้น เป็นต้น ซึ่งระบบภูมิคุ้มกันของร่างกายแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ ภูมิคุ้มกันโดยกำเนิด (innate immunity) และภูมิคุ้มกันแบบจำเพาะ (adaptive immunity) ต้องอาศัยเซลล์และอวัยวะต่าง ๆ ในร่างกายให้ทำงานร่วมกัน เพื่อกำจัดเชื้อโรคและป้องกันการเกิดโรค ซึ่งในหนังสือหลักวิทยาภูมิคุ้มกันนี้ได้กล่าวรายละเอียดของภูมิคุ้มกันโดยกำเนิดและภูมิคุ้มกันแบบจำเพาะไว้ในบทที่ 2 และ 3 ตามลำดับ

เซลล์ และอวัยวะที่เป็นส่วนประกอบสำคัญในระบบภูมิคุ้มกันซึ่งทำงานร่วมกันเพื่อตอบสนองต่อเชื้อโรค และสิ่งแปลกปลอมที่เข้ามาในร่างกาย ได้แก่ เซลล์ต้นกำเนิดซึ่งทำหน้าที่สร้างเซลล์ต่าง ๆ ในร่างกายรวมทั้งสร้างเม็ดเลือดที่มีความสำคัญในระบบภูมิคุ้มกันของร่างกาย เช่น ลิมโฟไซต์ (lymphocyte) นิวโทรฟิล (neutrophil)

บทที่

2

ภูมิคุ้มกันโดยกำเนิด

(Innate Immunity)

วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้ผู้อ่านเข้าใจความหมายของภูมิคุ้มกันโดยกำเนิด
2. เพื่อให้ผู้อ่านเข้าใจบทบาทของเซลล์ และหน้าที่ในระบบภูมิคุ้มกันโดยกำเนิด
3. เพื่อให้ผู้อ่านเข้าใจกลไกการตอบสนองทางภูมิคุ้มกันโดยกำเนิด

หัวข้อ

1. ความหมายของภูมิคุ้มกันโดยกำเนิด
2. เซลล์และหน้าที่ในภูมิคุ้มกันโดยกำเนิด
3. กลไกการตอบสนองทางภูมิคุ้มกันโดยกำเนิด



ความหมายของภูมิคุ้มกันโดยกำเนิด

ร่างกายมีกระบวนการตอบสนองทางภูมิคุ้มกันต่อสิ่งแปลกปลอมที่เข้ามา โดยเป็นการทำงานร่วมกันของเซลล์ต่าง ๆ ในร่างกายเพื่อกำจัดสิ่งแปลกปลอมออกไปจากร่างกาย เพื่อให้ปลอดภัยจากการคุกคามของเชื้อโรค อันได้แก่ แบคทีเรีย ไวรัส ปรสิตร าคา เป็นต้น โดยระบบภูมิคุ้มกันของร่างกายมีสองแบบ คือ ภูมิคุ้มกันแบบธรรมชาติหรือภูมิคุ้มกันโดยกำเนิด (innate immunity) เกิดขึ้นได้ในขั้นตอนแรก เมื่อมีสิ่งแปลกปลอมหรือเชื้อโรคเข้ามาในร่างกาย ภูมิคุ้มกันชนิดนี้มีลักษณะการทำลายสิ่งแปลกปลอมอย่างไม่จำเพาะนัก เป็นปราการด่านแรกที่ป้องกันการเข้ามาของเชื้อโรค ส่วนประกอบสำคัญของภูมิคุ้มกันนี้ ได้แก่ สรีระของร่างกาย เช่น ผิวหนัง น้ำตา เยื่อเมือกในบริเวณทางเดินหายใจ และในทางเดินอาหาร นอกจากนี้ยังมีเซลล์จำพวกเม็ดเลือดขาวที่สามารถเข้ามากำจัดและทำลายเชื้อโรคได้อย่างรวดเร็วด้วยกระบวนการฟาโกไซโทซิส (phagocytosis) จากนั้นจะพัฒนาสู่ขั้นตอนการตอบสนองทางภูมิคุ้มกันแบบจำเพาะ (adaptive immunity) ซึ่งเกิดขึ้นในระยะเวลาต่อมาหลังจากเกิดการทำลายเชื้อโรคด้วยเม็ดเลือดขาว ลักษณะที่สำคัญของภูมิคุ้มกันแบบจำเพาะ คือ มีการตอบสนองต่อเชื้อโรคอย่างจำเพาะเจาะจงมีประสิทธิภาพ และมีความสามารถจดจำสิ่งแปลกปลอมหรือเชื้อโรคที่เคยเข้ามาในร่างกายแล้ว ดังนั้น จึงสามารถตอบสนองต่อสิ่งแปลกปลอมที่เคยรู้จักมาก่อนอย่างรวดเร็วและรุนแรงกว่าครั้งแรก เช่น การสร้างแอนติบอดี (antibody)

ภูมิคุ้มกันโดยกำเนิดเป็นภูมิคุ้มกันชนิดแรกที่เกิดขึ้นมาเป็นด่านแรกในการป้องกันและทำลายเชื้อโรคที่เข้ามาในร่างกาย ซึ่งสามารถควบคุมเชื้อโรคได้ในระยะแรกและกระตุ้นภูมิคุ้มกันแบบจำเพาะให้สามารถทำลายเชื้อโรคได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป หากเกิดความเสียหายของภูมิคุ้มกันโดยกำเนิดจะทำให้ร่างกายติดเชื้อโรคได้ง่าย และอาจพัฒนาเป็นโรคที่รุนแรง องค์ประกอบที่สำคัญของภูมิคุ้มกันโดยกำเนิด คือ สรีระของร่างกาย ซึ่งเป็นปราการแรกที่ทำหน้าที่ป้องกันการเข้ามาของ

บทที่

3

ภูมิคุ้มกันแบบจำเพาะ

(Adaptive Immunity)

วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้ผู้อ่านเข้าใจความหมายของการตอบสนองทางภูมิคุ้มกันแบบจำเพาะ
2. เพื่อให้ผู้อ่านเข้าใจกลไกการตอบสนองทางภูมิคุ้มกันแบบจำเพาะ
3. เพื่อให้ผู้อ่านเข้าใจบทบาทของเซลล์ และหน้าที่ในระบบภูมิคุ้มกันแบบจำเพาะ

หัวข้อ

1. ความหมายของภูมิคุ้มกันแบบจำเพาะ
2. ขั้นตอนการตอบสนองทางภูมิคุ้มกันแบบจำเพาะ
3. Humoral Immune Response
4. Cell-mediated Immune Response
5. กลไกการกระตุ้น T cell



ความหมายของภูมิคุ้มกันแบบจำเพาะ

ร่างกายมีกระบวนการตอบสนองทางภูมิคุ้มกันต่อสิ่งแปลกปลอมที่เข้ามา ซึ่งเป็นกระบวนการทำงานร่วมกันของเซลล์ต่าง ๆ เพื่อกำจัดสิ่งแปลกปลอมให้หมดไป เพื่อให้ร่างกายปลอดภัยจากการคุกคามของเชื้อโรค ระบบภูมิคุ้มกันของร่างกายประกอบด้วยสองชนิด คือ ภูมิคุ้มกันแบบธรรมชาติ หรือเรียกว่าภูมิคุ้มกันโดยกำเนิด (innate immunity) เกิดขึ้นได้ในขั้นตอนแรกของการตอบสนองอย่างไม่จำเพาะ และต่อมาพัฒนาเป็นการตอบสนองทางภูมิคุ้มกันแบบจำเพาะ (adaptive immunity) เพื่อทำลายสิ่งแปลกปลอมได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีความสามารถจดจำแอนติเจน ดังนั้นจึงตอบสนองต่อเชื้อโรคหรือแอนติเจนที่เคยรู้จักมาก่อนได้อย่างรวดเร็ว โดยกระบวนการตอบสนองทางภูมิคุ้มกันแบบจำเพาะนี้จะมีการพัฒนาและเชื่อมต่อมาจากการทำงานของเซลล์ในระบบภูมิคุ้มกันโดยกำเนิด โดยเฉพาะเซลล์ซึ่งทำหน้าที่ย่อยและนำเสนอแอนติเจนให้กับ T cell ได้แก่ แมคโครฟาจ เดนดริตริก เป็นต้น ลักษณะของภูมิคุ้มกันแบบจำเพาะแบ่งออกเป็นสองชนิด คือ การตอบสนองทางสารน้ำ (humoral immune response, HIR) และการตอบสนองด้านเซลล์ (cell-mediated immune response, CMIR) ซึ่งเซลล์ที่มีความสำคัญของภูมิคุ้มกันแบบจำเพาะคือ เซลล์จำพวกลิมโฟไซต์

ขั้นตอนการตอบสนองทางภูมิคุ้มกันแบบจำเพาะ

ดังที่กล่าวมาแล้วในบทที่ 1 เกี่ยวกับลิมโฟไซต์ ซึ่งสร้างมาจากเซลล์ต้นกำเนิด hematopoiesis ที่อยู่ในไขกระดูกและไทมัส จากนั้นเข้ามาสู่ม้ามและต่อมน้ำเหลืองซึ่งเป็นบริเวณที่ naive lymphocytes มีการพัฒนาของเซลล์ให้พบและรู้จักสิ่งแปลกปลอมโดยเดนดริตริก และพัฒนาเป็นเซลล์ที่สามารถทำหน้าที่ในการตอบสนองต่อสิ่งแปลกปลอมได้อย่างสมบูรณ์ (effector lymphocytes) จากนั้นเซลล์จึงเดินทางไปยังบริเวณที่ติดเชื้อหรือบริเวณที่มีการอักเสบ เพื่อทำหน้าที่ใน

บทที่

4

แอนติเจน และแอนติบอดี

(Antigen and Antibody)

วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้ผู้อ่านเรียนรู้และเข้าใจความหมายของแอนติเจน และแอนติบอดี
2. เพื่อให้ผู้อ่านเรียนรู้โครงสร้างของแอนติเจน และแอนติบอดี
3. เพื่อให้ผู้อ่านเรียนรู้บทบาทหน้าที่ของแอนติเจน และแอนติบอดี

หัวข้อ

1. แอนติเจน
2. แอนติบอดี
3. โครงสร้างของแอนติบอดี
4. ชนิดของแอนติบอดี



แอนติเจน

แอนติเจน (antigen, Ag) หรือสิ่งแปลกปลอม มีความสามารถทำปฏิกิริยากับภูมิคุ้มกันของร่างกายได้ เช่น สามารถทำปฏิกิริยาได้กับแอนติบอดี นอกจากนี้ยังสามารถทำปฏิกิริยาได้กับ T cell receptor (TCR) เรียกคุณสมบัตินี้ว่า antigenicity โดยทั่วไปแอนติเจนที่เข้าสู่ร่างกายแล้วมีคุณสมบัติกระตุ้นภูมิคุ้มกันของร่างกายให้ตอบสนองได้ เรียกว่า อิมมูโนเจน (immunogen) เช่น กระตุ้นให้ร่างกายมีการตอบสนองด้าน cell mediated immunity ซึ่งสามารถกระตุ้น T cell ให้มีการตอบสนองโดยหลั่งไซโตไคน์ต่าง ๆ ออกมากระตุ้นเซลล์อื่นให้ทำงาน นอกจากนี้ อิมมูโนเจนยังสามารถกระตุ้นให้ B cell สร้างแอนติบอดี ซึ่งเรียกคุณสมบัตินี้ว่า immunogenicity ตัวอย่างของแอนติเจน เช่น เชื้อแบคทีเรีย สารพิษที่เชื้อจุลินทรีย์สร้างขึ้น ในขณะที่เดียวกัน สารอิมมูโนเจนจะทำปฏิกิริยาได้กับผลผลิตของภูมิคุ้มกัน เช่น แอนติบอดี จึงเรียกว่า มีคุณสมบัติ antigenicity ซึ่งอิมมูโนเจนมักเป็นแอนติเจน แต่ขณะที่แอนติเจนบางชนิดไม่มีคุณสมบัติเป็นอิมมูโนเจน คุณสมบัติของสารที่สามารถกระตุ้นภูมิคุ้มกันของร่างกายหรือเป็นอิมมูโนเจนที่ดีควรมีลักษณะดังนี้

1. เป็นสิ่งแปลกปลอม คือ เป็นสิ่งที่ภูมิคุ้มกันของร่างกายไม่รู้จัก ไม่มีลักษณะเหมือนเซลล์หรือเนื้อเยื่อของร่างกาย (non-self) จึงจะสามารถกระตุ้นภูมิคุ้มกันของร่างกายให้เกิดการตอบสนองได้

2. ขนาดโมเลกุล ควรเป็นสารมีโมเลกุลใหญ่จะมี immunogenicity สูง เช่น มีขนาดโมเลกุลใหญ่ตั้งแต่ 10,000 ดาลตัน⁽¹⁾ หากมีโมเลกุลที่เล็กลง ความเป็นอิมมูโนเจนจะลดลงด้วย

3. โครงสร้างของโมเลกุลที่สลับซับซ้อนมากยิ่งขึ้นมี immunogenicity มาก เช่น โปรีติน มีความซับซ้อนของโมเลกุล ประกอบด้วย กรดอะมิโนที่เชื่อมต่อกันด้วยพันธะเพปไทด์เกิดเป็นสายโพลีเพปไทด์ม้วนทับกันไปมา นอกจากนี้ ยังพบว่า สารประกอบอื่น เช่น พอลิแซ็กคาไรด์ ไลโปโพลีแซ็กคาไรด์ ไกลโคโปรตีน ฯลฯ มีความสามารถเป็นอิมมูโนเจนได้

บทที่

5

ระบบคอมพลีเมนต์

(Complement System)

วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้ผู้อ่านเรียนรู้ และเข้าใจความหมายของระบบคอมพลีเมนต์
2. เพื่อให้ผู้อ่านเรียนรู้ลักษณะ ความสำคัญ และหน้าที่การทำงานของคอมพลีเมนต์
3. เพื่อให้ผู้อ่านจำแนกระบบ และชนิดของคอมพลีเมนต์

หัวข้อ

1. ความหมายของคอมพลีเมนต์
2. Classical Pathway
3. Alternative Pathway
4. Mannose-binding Lectin Pathway
5. Complement Receptor
6. การควบคุมการทำงานของคอมพลีเมนต์



ความหมายของคอมพลีเมนต์

คอมพลีเมนต์ (complement, C) เป็นโปรตีนที่พบในร่างกายมีมากกว่า 30 ชนิด โดยมีคุณสมบัติเป็น proenzyme เมื่อได้รับการกระตุ้นจะเกิดเป็น active enzyme เป็นโปรตีนที่ไม่ทนความร้อน โดยสามารถถูกทำลายด้วยความร้อนที่ 56 องศาเซลเซียส เป็นเวลาตั้งแต่ 30 นาทีขึ้นไป คอมพลีเมนต์เป็นส่วนสำคัญของภูมิคุ้มกัน โดยกำเนิด (innate immunity) สามารถตอบสนองต่อเชื้อโรคที่เข้ามาในร่างกายโดยทันที และมีส่วนช่วยทำหน้าที่ในภูมิคุ้มกันแบบจำเพาะ (adaptive immunity) จึงทำให้เกิดการทำลายเชื้อโรคได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เนื่องจากคอมพลีเมนต์มีอยู่หลายชนิด ดังนั้นจึงใช้สัญลักษณ์แทน โดยใช้อักษรภาษาอังกฤษพิมพ์ใหญ่ “C” แทนคอมพลีเมนต์ และตามด้วยตัวเลขอารบิก ได้แก่ C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7, C8 และ C9 องค์ประกอบที่สำคัญในระบบคอมพลีเมนต์เขียนแทนด้วยภาษาอังกฤษ เช่น factor B, factor D, factor I เป็นต้น หากมีการกระตุ้นเกิดเป็น active enzyme เมื่อคอมพลีเมนต์ถูกย่อยให้เป็นชิ้นส่วนเล็กลง จะใช้ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กแทนชิ้นส่วนย่อยเหล่านั้น เช่น C3a, C3b เป็นต้น ระบบคอมพลีเมนต์ในร่างกายมี 3 ระบบ ประกอบด้วย classical pathway, alternative pathway และ mannose-binding lectin pathway การทำงานในระบบคอมพลีเมนต์แบ่งเป็น 3 ขั้นตอนหลักดังนี้⁽¹⁻³⁾

1. Initiation phase เป็นขั้นตอนแรกของการเริ่มกระตุ้นคอมพลีเมนต์ ในแต่ละระบบ ซึ่งมีตัวกระตุ้นที่ต่างกัน แต่ได้ผลผลิตเป็น C3 convertase เหมือนกันทั้ง 3 ระบบ

2. Amplification phase เป็นขั้นตอนการเพิ่มจำนวนของ C3b ที่เกิดจากการทำงานของ C3 convertase

3. Terminal phase เป็นขั้นตอนสุดท้ายที่ทำให้เกิดการแตกของเซลล์เป้าหมาย โดยทำให้เกิด membrane attack complex (MAC) ซึ่งเกิดขึ้นเหมือนกันทั้ง 3 ระบบ

บทที่

6

ไซโตไคน์

(Cytokines)

วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้ผู้อ่านเรียนรู้ และเข้าใจความหมายของไซโตไคน์
2. เพื่อให้ผู้อ่านเรียนรู้คุณสมบัติ และบทบาทที่สำคัญของไซโตไคน์

หัวข้อ

1. ความหมายของไซโตไคน์
2. ชนิดและหน้าที่ของไซโตไคน์
3. Cytokine Receptor



ความหมายของไซโตไคน์

ไซโตไคน์เป็นสารในระบบภูมิคุ้มกันที่ใช้ในการสื่อสารระหว่างเซลล์ให้ทำงานร่วมกัน ไซโตไคน์แต่ละชนิดมีคุณสมบัติที่แตกต่างกัน ไซโตไคน์เป็นโปรตีนหรือ โกลโคโปรตีน มีขนาดของโมเลกุลเล็กและมีชื่อเรียกตามเซลล์ที่สร้าง เช่น สร้างมาจาก lymphocyte เรียกว่า lymphokine ขณะที่สร้างจากโมโนไซต์แมคโครฟาจ เรียกว่า monokine สร้างจากเม็ดเลือดขาว เรียกว่า interleukin ขณะที่ไซโตไคน์ซึ่งทำหน้าที่กระตุ้นให้เกิดการเคลื่อนที่ของเซลล์อื่น เรียกว่า chemokine การทำงานของไซโตไคน์จำเป็นต้องมีตัวรับ (cytokine receptor) ที่จำเพาะจึงจะสามารถออกฤทธิ์ส่งสัญญาณเข้าสู่นิวเคลียสของเซลล์ ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงและมีการแสดงออกของยีน และโปรตีนในรูปแบบต่าง ๆ ลักษณะการทำงานของไซโตไคน์ มี 3 แบบ คือ หลั่งออกจากเซลล์ชนิดเดียวกันกับเซลล์ที่ไซโตไคน์ออกฤทธิ์ เรียกว่า autocrine หลั่งจากเซลล์หนึ่งแล้วออกฤทธิ์กับเซลล์ข้างเคียง เรียกว่า paracrine และหลั่งจากเซลล์หนึ่งแล้วไปออกฤทธิ์กับเซลล์ที่อยู่ไกลออกไป เรียกว่า endocrine⁽¹⁾ นอกจากนี้ พบว่าไซโตไคน์มีลักษณะของการทำงานหลายรูปแบบ (รูปที่ 6.1) ดังนี้

1. Pleiotrophy เป็นคุณสมบัติของไซโตไคน์ที่มีฤทธิ์ทางชีวภาพมากกว่า 1 อย่าง เช่น interleukin (IL)-4 ที่สร้างมาจาก CD4⁺ มีหน้าที่กระตุ้นให้เกิด IgE class switching ของ B cell และมีฤทธิ์ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของเซลล์เป็น T_H2
2. Redundancy เป็นคุณสมบัติของไซโตไคน์ต่างชนิดกัน แต่มีฤทธิ์ทางชีวภาพเหมือนกัน เช่น IL-2 และ IL-4 มีฤทธิ์ทำให้เกิดการเพิ่มจำนวนของ B cell
3. Synergy เป็นคุณสมบัติของไซโตไคน์ต่างชนิดกัน แต่มีฤทธิ์ทางชีวภาพส่งเสริมกัน เช่น interferon (IFN)- γ และ tumor necrotic factor (TNF) กระตุ้นให้มีการแสดงออก MHC class I ในเซลล์ต่าง ๆ

บทที่

7

การควบคุมการตอบสนอง และการไม่ตอบสนองของ ภูมิคุ้มกัน

(Immunoregulation and Immunological Tolerance)

วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้ผู้อ่านทราบเกี่ยวกับเซลล์ต่าง ๆ ในร่างกายที่เกี่ยวกับการควบคุมการตอบสนองทางภูมิคุ้มกัน
2. เพื่อให้ผู้อ่านสามารถอธิบายการควบคุมการตอบสนองทางภูมิคุ้มกัน
3. เพื่อให้ผู้อ่านสามารถอธิบายประโยชน์ของการควบคุมการตอบสนองทางภูมิคุ้มกัน

หัวข้อ

1. ความหมายของการควบคุมการตอบสนองและการไม่ตอบสนองของภูมิคุ้มกัน
2. Central Tolerance
3. Peripheral Tolerance



ความหมายของการควบคุมการตอบสนองและการไม่ตอบสนองของภูมิคุ้มกัน

การทำงานของระบบภูมิคุ้มกันของร่างกายซึ่งมีหน้าที่ต่อการตอบสนองการกระตุ้นจากแอนติเจน เพื่อคุ้มครองให้ร่างกายปลอดภัยจากการคุกคามของเชื้อโรค นอกจากนี้ระบบภูมิคุ้มกันของร่างกายยังมีหน้าที่ควบคุมการตอบสนองของระบบภูมิคุ้มกันไม่ให้เกิดโทษต่อร่างกาย เป็นการรักษาสสมดุลการทำงานของระบบภูมิคุ้มกันให้เหมาะสม ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อร่างกาย เรียกว่า immunoregulation นอกจากนี้ร่างกายจะไม่ตอบสนองทางภูมิคุ้มกันต่อแอนติเจนบางชนิด ซึ่งเมื่อร่างกายได้รับแอนติเจนหรือสิ่งแปลกปลอมที่มาจากภายนอกบางอย่างเข้ามา แทนที่จะเกิดการกระตุ้นให้มีการตอบสนองของระบบภูมิคุ้มกันต่อแอนติเจน แต่กลับไม่มีการตอบสนองทางภูมิคุ้มกัน เรียกแอนติเจนนี้ว่า tolerogen ขณะที่ให้แอนติเจนอื่นเข้าไปในร่างกาย ระบบภูมิคุ้มกันยังคงมีการตอบสนองได้ปกติ เรียกกระบวนการไม่ตอบสนองต่อแอนติเจนนี้ว่า immunologic tolerance ซึ่งลักษณะการไม่ตอบสนองต่อแอนติเจนที่เข้ามาในร่างกายนี้เกิดได้เช่นเดียวกับการไม่ตอบสนองทางภูมิคุ้มกันต่อเซลล์ของร่างกายตัวเอง (self-tolerance) หากกระบวนการนี้สูญเสียไปอาจทำให้เกิดพยาธิสภาพในร่างกายได้ เนื่องมาจากภูมิคุ้มกันทำลายเนื้อเยื่อของตัวเอง เรียกโรคกลุ่มนี้ว่า โรคภูมิต้านทานเนื้อเยื่อตัวเอง (autoimmune disease) กระบวนการที่ภูมิคุ้มกันของร่างกายไม่ตอบสนองต่อเซลล์ของร่างกายตัวเอง (self-antigen) ประกอบด้วยสองขั้นตอน คือ central tolerance และ peripheral tolerance⁽¹⁾ (รูปที่ 7.1) เมื่อเซลล์ผ่านกระบวนการทั้งสองขั้นตอนแล้ว เซลล์เหล่านั้นจะเป็นเซลล์ที่มีความพร้อมในการทำหน้าที่เพื่อตอบสนองต่อแอนติเจนและสิ่งแปลกปลอมที่ไม่ใช่เนื้อเยื่อของร่างกายตัวเอง

บทที่

8

ภาวะภูมิไวเกิน

(Hypersensitivity)

วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้ผู้อ่านเข้าใจกลไกการเกิดภาวะภูมิไวเกิน
2. เพื่อให้ผู้อ่านสามารถแยกชนิดของภาวะภูมิไวเกิน
3. เพื่อให้ผู้อ่านรู้จักโรคต่าง ๆ ที่เกิดจากภาวะภูมิไวเกิน
4. เพื่อให้ผู้อ่านเรียนรู้วิธีการตรวจวินิจฉัยโรคที่เกิดจากภาวะภูมิไวเกิน

หัวข้อ

1. ความหมายของภาวะภูมิไวเกิน
2. ชนิดของภาวะภูมิไวเกิน
3. การวินิจฉัยทางห้องปฏิบัติการ



ความหมายของภาวะภูมิไวเกิน

ภาวะภูมิไวเกิน (hypersensitivity) คือ ภาวะที่ร่างกายตอบสนองทางภูมิคุ้มกันอย่างจำเพาะต่อสิ่งเร้าหรือแอนติเจนที่เข้ามาในร่างกาย ซึ่งส่งผลเสียต่อเนื้อเยื่อของตนเองทำให้เกิดโรคและพยาธิสภาพตามมา จัดเป็นการตอบสนองทางภูมิคุ้มกันอย่างจำเพาะ (specific immune response) ต่อสิ่งแปลกปลอมหรือแอนติเจน หรือ allergen ซึ่งเข้ามากระตุ้นร่างกายได้หลายวิธี เช่น การสูดดม การกิน การสัมผัส การฉีดยา การตอบสนองของร่างกายอย่างจำเพาะนี้สามารถเป็นได้ทั้งแบบการสร้างแอนติบอดี (humoral mediate immune response) และการตอบสนองโดยอาศัยเซลล์ (cell-mediated immune response) สามารถจำแนกสิ่งกระตุ้นที่ทำให้เกิดการตอบสนองแบบภูมิไวเกินนี้ได้ดังนี้

1. Exogenous antigen คือ แอนติเจนที่มาจากภายนอก เช่น ฝุ่นละออง เกสรดอกไม้ ยา
2. Allogeneic antigen คือ แอนติเจนที่รับมาจากผู้อื่น เช่น การปลูกถ่ายอวัยวะ ไช้กระดูก การรับเลือด
3. Endogenous antigen คือ แอนติเจนที่เป็นของตนเองตั้งแต่เกิด แต่มีภาวะผิดปกติที่เกิดจากระบบภูมิคุ้มกันของร่างกายทำหน้าที่ตอบสนองต่อแอนติเจนตนเอง เป็นสาเหตุของโรคภูมิคุ้มกันต้านทานเนื้อเยื่อตนเอง (autoimmune disease)

ชนิดของภาวะภูมิไวเกิน

ปฏิกิริยาของภาวะภูมิไวเกินแบ่งออกเป็นสี่ชนิด ได้แก่ ภูมิไวเกินชนิดที่ 1 (type 1 hypersensitivity, immediate type), ภูมิไวเกินชนิดที่ 2 (type 2 hypersensitivity, antibody-mediate type), ภูมิไวเกินชนิดที่ 3 (type 3 hypersensitivity, immune complex-mediate type) และภูมิไวเกินชนิดที่ 4

บทที่

9

โรคภูมิต้านทานเนื้อเยื่อตัวเอง

(Autoimmune Disease)

วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้ผู้อ่านเรียนรู้และเข้าใจการเกิดโรคภูมิต้านทานเนื้อเยื่อตัวเอง
2. เพื่อให้ผู้อ่านเข้าใจและรู้จักโรคในกลุ่มโรคภูมิต้านทานเนื้อเยื่อตัวเอง
3. เพื่อให้ผู้อ่านรู้วิธีการทางห้องปฏิบัติการเพื่อการวินิจฉัยโรคภูมิต้านทานเนื้อเยื่อตัวเอง

หัวข้อ

1. ความหมายของภูมิต้านทานเนื้อเยื่อตัวเอง
2. กลไกการเกิดโรคภูมิต้านเนื้อเยื่อตัวเอง
3. กลุ่มของโรคภูมิต้านทานเนื้อเยื่อตัวเอง
4. การวินิจฉัยทางห้องปฏิบัติการ



ความหมายของภูมิต้านทานเนื้อเยื่อตัวเอง

ภูมิต้านทานเนื้อเยื่อตัวเอง (autoimmunity) คือ ภาวะการตอบสนองของระบบภูมิคุ้มกันต่อแอนติเจนของตัวเอง หรือการต้านเนื้อเยื่อตัวเอง ซึ่งเกิดจากภาวะที่ระบบภูมิคุ้มกันของร่างกายมีความบกพร่องในความสามารถจดจำ แยกแยะ และไม่ตอบสนองต่อเซลล์ของตัวเอง (self-tolerance) โดยเซลล์ในระบบภูมิคุ้มกันที่สร้างขึ้นมาจะทำหน้าที่ทำลายเซลล์ของร่างกายตัวเอง โดยเซลล์เหล่านี้ คือ เซลล์จำพวกลิมโฟไซต์ นอกจากนี้ยังมีความสามารถกระตุ้นให้เกิดการสร้างแอนติบอดี และการทำลายเซลล์อื่นได้ด้วยตัวเอง ผลลัพธ์คือ ทำให้เกิดพยาธิสภาพทำลายเนื้อเยื่อของตัวเอง และเกิดการอักเสบเรื้อรัง จึงเรียกว่า โรคภูมิต้านทานเนื้อเยื่อตัวเอง ซึ่งโรคที่เกิดขึ้นนี้แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มโรคที่เกิดภูมิต้านทานเฉพาะอวัยวะ (organ-specific autoimmune disease) และกลุ่มโรคที่เกิดภูมิต้านทานต่อเนื้อเยื่อและอวัยวะหลายระบบของร่างกาย (systemic autoimmune disease)

ก่อนจะกล่าวถึงโรคภูมิต้านทานเนื้อเยื่อตัวเอง จะทบทวนความรู้เรื่องระบบภูมิคุ้มกันที่ไม่ทำลายแอนติเจนของร่างกายตัวเอง (self-tolerance) ซึ่งเป็นกลไกสำคัญของระบบภูมิคุ้มกันที่มีมาตั้งแต่กำเนิด โดยมีระบบการคัดเลือกเซลล์ของภูมิคุ้มกันที่ไม่ทำลายเซลล์ตนเองให้อยู่รอด และสามารถพัฒนาไปเป็นเซลล์ภูมิคุ้มกันที่มีคุณภาพ เพื่อทำหน้าที่คุ้มกันและทำลายสิ่งแปลกปลอมที่เข้ามาในร่างกาย ในขณะที่เซลล์ในระบบภูมิคุ้มกันที่ทำลายเซลล์ตัวเองจะถูกกำจัดไปตั้งแต่เป็นเซลล์ตัวอ่อน เพื่อควบคุมไม่ให้เกิดการพัฒนาแล้วกลับมาทำลายเซลล์ของร่างกายตัวเองต่อไป โดยกระบวนการนี้เกิดกับเซลล์ตัวอ่อนและเซลล์ที่พัฒนาเป็นตัวเต็มวัยของลิมโฟไซต์ มีสองขั้นตอน เรียกว่า central tolerance และ peripheral tolerance (รูปที่ 9.1) และได้เคยกล่าวรายละเอียดไว้ในบทที่ 7 Central tolerance เป็นกระบวนการคัดเลือกลิมโฟไซต์ ตัวอ่อนทั้ง B และ T cells เกิดขึ้นที่ไขกระดูกและต่อมไทมัส โดยเซลล์ลิมโฟไซต์ตัวอ่อนที่ไม่รู้จักเซลล์ของร่างกายตัวเอง

บทที่

10

ภูมิคุ้มกันมะเร็ง

(Tumor Immunology)

วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้ผู้อ่านเรียนรู้และเข้าใจสาเหตุการเกิดโรคมะเร็ง
2. เพื่อให้ผู้อ่านเรียนรู้กลไกการตอบสนองของภูมิคุ้มกันต่อเซลล์มะเร็ง
3. เพื่อให้ผู้อ่านเข้าใจการหลบหลีกของเซลล์มะเร็งต่อภูมิคุ้มกัน
4. เพื่อให้ผู้อ่านเรียนรู้การตรวจวินิจฉัยโรคมะเร็งทางห้องปฏิบัติการ

หัวข้อ

1. ความหมายของมะเร็ง
2. สาเหตุการเกิดมะเร็ง
3. แอนติเจนของมะเร็ง
4. กลไกการตอบสนองทางภูมิคุ้มกันต่อเซลล์มะเร็ง
5. การหลบหลีกภูมิคุ้มกันของเซลล์มะเร็ง
6. อิมมูนบำบัด
7. การตรวจวินิจฉัยทางห้องปฏิบัติการด้วยการตรวจ tumor marker



ความหมายของมะเร็ง

มะเร็งเกิดจากการเจริญเติบโตที่ผิดปกติของเซลล์ในร่างกาย เซลล์มะเร็งมีต้นกำเนิดจากเนื้อเยื่อหรือเซลล์ในร่างกายซึ่งมีความคล้ายคลึงกับเซลล์ปกติ แต่เซลล์มะเร็งจะมีการแบ่งตัวเพิ่มจำนวนเปลี่ยนรูปร่างที่ผิดปกติไปจากเดิมจนทำให้มีลักษณะเป็นกลุ่มก้อน เซลล์มะเร็งสามารถแทรกตัวเข้าไปในเนื้อเยื่อปกติของร่างกาย อีกทั้งสามารถแพร่กระจายไปยังบริเวณอื่น (metastasis) ซึ่งทำให้เกิดพยาธิสภาพในร่างกาย โดยทั่วไปการตรวจพบก้อนเนื้อในร่างกาย ซึ่งอาจเป็นก้อนเนื้อที่ไม่ใช่มะเร็ง (benign) มีลักษณะเป็นก้อนที่ไม่แพร่กระจายไปยังส่วนอื่นของร่างกายและยังสามารถขยายขนาดใหญ่ขึ้นได้ ทำให้ไปรบกวนการทำงานหรือกดทับอวัยวะข้างเคียง ก้อนเนื้อนี้ตอบสนองต่อการรักษาและสามารถกำจัดให้หมดไปได้จากร่างกายโดยใช้วิธีการรักษาด้วยการผ่าตัด แต่หากก้อนเนื้อนั้นเป็นก้อนเนื้อมะเร็ง (malignant) จะเจริญเติบโตได้รวดเร็วและรักษายากกว่าก้อนเนื้อที่ไม่ใช่มะเร็ง หากไม่ได้รับการรักษาที่ถูกต้องจะทำให้เซลล์มะเร็งแพร่กระจายไปยังส่วนอื่นของร่างกายและเกิดพยาธิสภาพรุนแรงจนควบคุมไม่ได้ โดยทั่วไปจำแนกชนิดของมะเร็งตามแหล่งกำเนิดของมะเร็งที่พัฒนาขึ้นมา เช่น leukemia และ lymphomas เป็นมะเร็งที่เกิดจากเซลล์ต้นกำเนิดเม็ดเลือดที่อยู่ในไขกระดูก (hematopoietic cell), sarcomas เป็นมะเร็งที่เกิดจากเนื้อเยื่อเกี่ยวพันต่าง ๆ เช่น กล้ามเนื้อ ไขมัน กระดูก

สาเหตุการเกิดมะเร็ง

โดยทั่วไปมะเร็งมักเกิดจากความผิดปกติของสารพันธุกรรมในร่างกายที่เปลี่ยนแปลงไป และสามารถถ่ายทอดไปยังบุคคลในครอบครัว ร่างกายของมนุษย์จะมีความสมดุลของยีนกลุ่ม proto-oncogenes และ tumor suppressor genes โดยยีนกลุ่ม proto-oncogenes หรือ cellular oncogenes ทำหน้าที่เกี่ยวกับการสร้างโปรตีนทั่วไปที่สำคัญด้านการเจริญเติบโตซึ่งเป็นส่วนประกอบสำคัญของร่างกาย เช่น

บทที่

11

ภูมิคุ้มกันต่อจุลชีพ

(Immunity to Microbe)

วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้ผู้อ่านเข้าใจความหมายของการตอบสนองทางภูมิคุ้มกันต่อเชื้อจุลชีพ
2. เพื่อให้ผู้อ่านเข้าใจกลไกการตอบสนองทางภูมิคุ้มกันต่อเชื้อจุลชีพ

หัวข้อ

1. ภูมิคุ้มกันต่อแบคทีเรีย
2. ภูมิคุ้มกันต่อรา
3. ภูมิคุ้มกันต่อไวรัส
4. ภูมิคุ้มกันต่อปรสิต



ภูมิคุ้มกันต่อจุลชีพ

ร่างกายมีกระบวนการตอบสนองทางภูมิคุ้มกันต่อเชื้อโรคชนิดต่าง ๆ ที่เข้ามา เช่น แบคทีเรีย รา ไวรัส ปรสิต ซึ่งเป็นกระบวนการทำงานร่วมกันของเซลล์ในระบบภูมิคุ้มกันโดยกำเนิด (innate immunity) และภูมิคุ้มกันแบบจำเพาะ (adaptive immunity) ซึ่งประกอบด้วย humoral immune response และ cell-mediated immune response เพื่อร่วมกันทำลายเชื้อโรคอย่างมีประสิทธิภาพ ขณะเดียวกัน จุลชีพแต่ละชนิดมีความสามารถในการบุกรุกร่างกายแตกต่างกัน เพื่อหลบหลีกกลไกของระบบภูมิคุ้มกันดังกล่าว จึงทำให้สามารถอยู่รอดและอาจก่ออันตรายให้กับร่างกายของคน ซึ่งทำให้เกิดการติดเชื้อและอักเสบเรื้อรังส่งผลเสีย ต่อเนื้อเยื่อและอวัยวะภายในร่างกาย

เมื่อจุลชีพเข้ามาในร่างกายจะมีกลไกของภูมิคุ้มกันโดยกำเนิดเป็นปราการด่านแรกในการตอบสนองเพื่อทำลายและป้องกันการติดเชื้อ จากนั้นจึงกระตุ้นภูมิคุ้มกันแบบจำเพาะ ส่งผลให้มีการทำลายเชื้อโรคได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งหากเกิดความเสียหายของภูมิคุ้มกันโดยกำเนิดจะทำให้ร่างกายอาจติดเชื้อได้ง่าย และสามารถพัฒนาเป็นโรคที่รุนแรงได้ องค์ประกอบที่สำคัญของภูมิคุ้มกันโดยกำเนิด ได้แก่ ผิวหนัง เยื่อบุทางเดินอาหาร และเยื่อบุทางเดินหายใจ ซึ่งบริเวณเหล่านี้มีเซลล์เนื้อเยื่อที่บุตามอวัยวะ (epithelial cell) ปกคลุมยาวต่อเนื่องกันเพื่อป้องกันไม่ให้เชื้อโรคเข้ามาในร่างกายได้ และมีเซลล์จำพวกฟาโกไซต์ที่เข้ามาจับกินเชื้อจุลชีพและย่อยทำลาย จากนั้นจึงนำเสนอแอนติเจนของเชื้อจุลชีพที่ย่อยเป็นเปปไทด์สายสั้น ๆ แล้วให้กับเซลล์ในระบบภูมิคุ้มกันแบบจำเพาะที่สำคัญ ได้แก่ T cell ซึ่งจะเป็นการตอบสนองที่จำเพาะและสามารถกระตุ้นให้เซลล์ภูมิคุ้มกันทำหน้าที่ในการตอบสนองต่อเชื้อจุลชีพร่วมกัน โดยเซลล์จะหลั่งไซโตไคน์หลายชนิดมากระตุ้นเซลล์ทั้งในระบบภูมิคุ้มกันโดยกำเนิดและแบบจำเพาะ (บทที่ 6) ทำให้เกิดการเพิ่มจำนวนและพัฒนาของเซลล์ต่าง ๆ ให้มีการตอบสนองจำเพาะต่อแอนติเจน เช่น B cell สร้างแอนติบอดี cytotoxic

บทที่

12

การกระตุ้นภูมิคุ้มกัน

(Immunomodulation)

วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้ผู้อ่านเข้าใจและทราบวิธีการกระตุ้นภูมิคุ้มกันของร่างกาย
2. เพื่อให้ผู้อ่านเข้าใจและเรียนรู้เกี่ยวกับการสร้างภูมิคุ้มกันแบบต่าง ๆ
3. เพื่อให้ผู้อ่านเข้าใจและเรียนรู้เกี่ยวกับการใช้สัตว์ทดลองเบื้องต้น

หัวข้อ

1. ความหมายของการกระตุ้นภูมิคุ้มกัน
2. Active Immunization
3. Passive Immunization
4. การกระตุ้นการสร้างภูมิคุ้มกันในสัตว์ทดลอง
5. Adjuvants
6. Route of Immunization



ความหมายของการกระตุ้นภูมิคุ้มกัน

คำศัพท์เกี่ยวกับการกระตุ้นภูมิคุ้มกันที่ควรเข้าใจ ได้แก่ immunomodulation, immunosuppression, immune stimulation และ immunization นอกจากนี้ยังมีคำศัพท์ที่เกี่ยวข้อง เช่น adjuvant ซึ่งจะกล่าวถึงรายละเอียดต่อไป

Immunomodulation หมายถึง กระบวนการปรับเปลี่ยนการตอบสนองทางภูมิคุ้มกันของร่างกาย ด้วยการนำสารหรือสิ่งกระตุ้นให้เข้าไปในร่างกาย เช่น ยา สารเคมีบางอย่าง เรียกว่าสารที่สามารถทำให้เกิดการกระตุ้นหรือกดภูมิคุ้มกันนั้นว่า “immunomodulator”

Immunosuppression เป็นสาร ยา หรือแอนติบอดีที่ใช้ในการรักษาที่ ให้เข้าไปในร่างกายแล้วทำให้ลดการทำงานของระบบภูมิคุ้มกัน โดยให้ร่างกายสร้างภูมิคุ้มกันลดลงหรือลดการทำงานของเซลล์ในระบบภูมิคุ้มกัน เช่น ในกรณีป้องกันการปฏิเสธอวัยวะใหม่เมื่อมีการปลูกถ่ายอวัยวะบางอย่างของผู้บริจาคเข้าไปในร่างกายผู้ป่วย โดยผู้ป่วยจะได้รับยาที่ช่วยกดภูมิคุ้มกัน เช่น ยา cyclosporine A การรักษาโรค ภูมิคุ้มกันเนื้อเยื่อตัวเอง (autoimmune disease) เช่น rheumatoid arthritis, SLE ผู้ป่วยจะได้รับแอนติบอดีชนิด anti-tumor necrosis factor (anti-TNF) โดยแอนติบอดีนี้มีความจำเพาะต่อไซโตไคน์ TNF จะทำหน้าที่ยับยั้งการทำงานของ TNF ทำให้ลดการทำงานของเซลล์ในระบบภูมิคุ้มกันในการตอบสนองเนื้อเยื่อตัวเองและลดการอักเสบ^(1,2) ซึ่งได้กล่าวไว้ในบทที่ 13

Immune stimulation คือ การกระตุ้นภูมิคุ้มกันในร่างกายด้วยการใส่สารบางอย่างเข้าไป ได้แก่ การฉีดวัคซีน เช่น BCG (Bacillus Calmette Guerin) ซึ่งจะช่วยให้ร่างกายสามารถสร้างภูมิคุ้มกันเพื่อการตอบสนองสิ่งกระตุ้นหรือเชื้อโรคที่เข้ามาในร่างกาย ภูมิคุ้มกันที่ตอบสนองอาจเป็นได้ทั้งการสร้างแอนติบอดีหรือการทำงานของเซลล์ในระบบภูมิคุ้มกัน เช่น T cell เรียกการกระตุ้นให้เกิดภูมิคุ้มกันในร่างกายว่า immunization ซึ่งภูมิคุ้มกันเป็นประโยชน์สามารถป้องกันและทำลาย

บทที่

13

การสร้างโมโนโคลนาลแอนติบอดี

(Generation of Monoclonal Antibody)

วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้ผู้อ่านเรียนรู้และเข้าใจความหมายของโมโนโคลนาลแอนติบอดี
2. เพื่อให้ผู้อ่านสามารถอธิบายวิธีการสร้างโมโนโคลนาลแอนติบอดี
3. เพื่อให้ผู้อ่านอธิบายประโยชน์ และการนำไปใช้ของโมโนโคลนาลแอนติบอดี

หัวข้อ

1. ความหมายของโมโนโคลนาลแอนติบอดี
2. Hybridoma Technique
3. การฉีดกระตุ้นหนูทดลองด้วยแอนติเจน
4. การเชื่อมต่อเซลล์
5. การคัดเลือกเซลล์ลูกผสม
6. วิวัฒนาการของแอนติบอดี
7. ประโยชน์และการนำโมโนโคลนาลแอนติบอดีไปใช้



ความหมายของโมโนโคลนาลแอนติบอดี

แอนติบอดีมีความสำคัญในระบบภูมิคุ้มกันซึ่งผลิตมาจาก B lymphocyte ทำหน้าที่ในการจับกับแอนติเจน ช่วยให้เกิดการกำจัดเชื้อโรคและสิ่งแปลกปลอมได้อย่างมีประสิทธิภาพ เป็นผลิตภัณฑ์ที่สร้างมาจากระบบภูมิคุ้มกันแบบจำเพาะตั้งได้กล่าวไว้ในบทที่ 3 มีโครงสร้างและหน้าที่สำคัญในระบบภูมิคุ้มกัน แอนติบอดีมีหลายชนิดและมีปริมาณที่แตกต่างกันในร่างกาย (บทที่ 4)

โมโนโคลนาลแอนติบอดี (monoclonal antibody, MAb) คือ แอนติบอดีที่สร้างขึ้นจาก B lymphocyte ที่มาจากต้นกำเนิดเพียงเซลล์เดียว (clone) และมีความจำเพาะกับ epitope เดียวของแอนติเจน จึงทำให้แอนติบอดีทุกโมเลกุลที่สร้างออกมาจากเซลล์เดียวนี้มีคุณสมบัติเหมือนกัน⁽¹⁻⁴⁾ โดยมีความแตกต่างจากพอลิโคลนาลแอนติบอดี (polyclonal antibody) ซึ่งสร้างมาจาก B lymphocyte หลายเซลล์ และแอนติบอดีมีความแตกต่างกันสามารถทำปฏิกิริยาได้กับแอนติเจนหลากหลาย epitope การผลิตแอนติบอดีชนิดพอลิโคลนาลนี้สามารถทำได้ง่ายกว่าโมโนโคลนาลแอนติบอดีและใช้เวลาไม่นาน ด้วยการฉีดแอนติเจนเข้าไปในสัตว์ทดลอง เช่น หนู กระต่าย แพะ ม้า เป็นต้น เมื่อแอนติเจนเข้าสู่ร่างกายสัตว์จะไปกระตุ้น B lymphocytes หลายเซลล์ให้เปลี่ยนแปลงเป็นเซลล์พลาสมาที่สามารถสร้างแอนติบอดีออกมาได้ และจำเพาะกับ epitope ที่หลากหลายบนโมเลกุลของแอนติเจน จากนั้นจึงจะเลือดยอดจากสัตว์ทดลองแล้วนำมาปั่นแยกซีรัมเพื่อนำแอนติบอดีที่ต้องการซึ่งมีคุณสมบัติเป็นพอลิโคลนาลไปใช้งานหรืออาจเรียกว่า antiserum

การผลิตโมโนโคลนาลแอนติบอดีมีความยุ่งยากกว่าการผลิตพอลิโคลนาลเนื่องจากต้องใช้เวลา มีหลายกระบวนการและหลายขั้นตอน ต้องอาศัยผู้ที่มีประสบการณ์ ในปัจจุบันมีการพัฒนาและทำได้ง่ายขึ้น ผู้สร้างโมโนโคลนาลแอนติบอดีกลุ่มแรก คือ Kohler และ Milstein ในปี ค.ศ. 1975 โดยใช้เทคนิคที่เรียกว่า “hybridoma technique” ซึ่งใช้ B lymphocyte ที่สามารถผลิตแอนติบอดีมาเชื่อม

หนังสือแนะนำ



แบททีเรียดื้อยา

ผู้แต่ง: รศ. ดร.พรรณนิกา ฤทธิวิทย์

เชื้อแบททีเรียดื้อยานั้น เป็นปัญหาที่สำคัญมากปัญหาหนึ่งในทาง การแพทย์และสาธารณสุขของประเทศไทย ซึ่งส่งผลกระทบต่อคุณภาพชีวิต ของประชาชน หนังสือเรื่องแบททีเรียดื้อยา นำเสนอองค์ความรู้พื้นฐานเรื่อง การดื้อยาด้านจุลชีพ พร้อมทั้งยกตัวอย่างเชื้อแบททีเรียก่อโรคดื้อยาที่พบบ่อย ทั้งในโรงพยาบาล คนในชุมชน สัตว์ และสิ่งแวดล้อม โดยผู้เขียนได้นำความรู้ และ ประสบการณ์ในการสอน การวิจัย มาถ่ายทอดลงในหนังสือเล่มนี้เป็นอย่างดี ข้นตอน หนังสือเล่มนี้เหมาะสำหรับนิสิต นักศึกษา อาจารย์ บุคลากรทางการแพทย์ และสาธารณสุข สามารถนำไปใช้ในการศึกษา วิจัย รวมทั้งนำไปใช้ประกอบการ การควบคุมและป้องกันการแพร่กระจายของเชื้อดื้อยา ทั้งในสถานบริการทาง การแพทย์ สาธารณสุข และชุมชน ต่อไป



การตรวจวินิจฉัยแบททีเรียก่อโรคที่พบบ่อย

ผู้แต่ง: รศ. ดร. สุทธิรัตน์ สิทธิศักดิ์

หนังสือเล่มนี้ได้รวบรวมความรู้เกี่ยวกับการเก็บส่งส่งตรวจ อาหารเลี้ยงเชื้อ การเพาะเลี้ยง และการวินิจฉัยแบททีเรียทางการแพทย์ที่สำคัญ โดยใช้คุณสมบัติของแบททีเรียทางชีวเคมี รวมถึง การตรวจวินิจฉัยเชื้อแบททีเรียโดยวิธีทางภูมิคุ้มกัน วิทยาและอณูชีววิทยา โดยเน้นแบททีเรียที่พบบ่อย ทางทางการแพทย์ หนังสือเล่มนี้จึงเหมาะกับผู้ที่สนใจ เพื่อนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ในการตรวจวินิจฉัย แบททีเรียทางการแพทย์



การวินิจฉัยโรคปริทันต์แบบใหม่และการวางแผนการรักษา

ผู้แต่ง: ผศ. ดร.ทพญ.ศิโรรัช วัชรานาก

การวินิจฉัยโรคปริทันต์ได้มีการปรับเปลี่ยน การแบ่งกลุ่มโรคปริทันต์ใหม่ตาม AAP และ EFP 2018 โดยสิ่งที่เปลี่ยนอย่างชัดเจนคือ ได้มีการวินิจฉัยผู้ป่วยหรือ จัดกลุ่มผู้ป่วยให้อยู่ในกลุ่มเหงือกที่มีสุขภาพดีและไม่มี การแบ่งกลุ่มผู้ป่วยโรคปริทันต์อักเสบรุนแรง แต่ให้รวมอยู่ ในกลุ่มโรคปริทันต์อักเสบเลย ในการวินิจฉัยโรคปริทันต์ อักเสบนั้นจะมีการประเมินระดับความรุนแรงของโรค (Stage) และอัตราการลุกลาม (Grade) ด้วย ซึ่งจะนำไปสู่ การวางแผนการรักษาที่ง่ายและเหมาะสมต่อไป นอกจากนี้ จะมีวิธีการพิจารณาการวางแผนการรักษาในชั้นโรคทาง ระบายที่เกี่ยวข้องในการรักษาโรคปริทันต์ รวมถึงการวางแผน การรักษาในขั้นต้น ขั้นแก้ไข และขั้นประคับประคอง เพื่อให้การรักษาโรคปริทันต์นั้นประสบความสำเร็จ หนังสือ ฉบับนี้เหมาะสำหรับนิสิตทันตแพทย์ ทันตแพทย์ และ บุคคลทั่วไป ที่จะสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการเรียน การประกอบวิชาชีพ และการดูแลสุขภาพของปากต่อไป



☎ 0 5596 8833-8836

f สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยนเรศวร

✉ nuph@nu.ac.th



การวัดปริมาณรังสีเอกซ์ จากการตรวจวินิจฉัย และแนวทางการใช้รังสี อย่างเหมาะสม

ผู้แต่ง: รศ. ดร.ศุภวิฑู สุขเพ็ญ

“ปริมาณรังสีจากการเอกซเรย์คอมพิวเตอร์สมอง 1 ครั้งเท่ากับ 1,000 มิลลิเกรย์. เซนติเมตร หรือ 2 มิลลิซีเวิร์ต ซึ่งถือว่าสูงเมื่อเทียบกับการได้รับรังสีตามธรรมชาติปีละ 3.7 มิลลิซีเวิร์ต และการถ่ายภาพเอกซเรย์ปอด 1 ภาพซึ่งทำให้ได้รับรังสีเพียง 0.3 มิลลิเกรย์ หรือ 0.04 มิลลิซีเวิร์ต”

คำถามก็คือ ค่าปริมาณรังสีระดับต่าง ๆ ข้างต้น จะก่อให้เกิดอันตรายกับร่างกายมนุษย์หรือไม่? เพียงใด? ทำอย่างไรบุคคลากรที่ทำงานด้านรังสีการแพทย์ ผู้ป่วย หรือบุคคลทั่วไป จะทราบได้ว่าปริมาณรังสีที่ใช้ หรือที่ได้รับสูงเกินขีดความปลอดภัยแล้ว โดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับบุคคลากรทางการแพทย์ที่ทำงานเกี่ยวข้องกับการวินิจฉัยหรือรักษาโรคด้วยรังสี หนังสือเล่มนี้จะให้ความรู้และความเข้าใจเรื่องการวัดปริมาณรังสี และวิธีลดปริมาณรังสีให้น้อยที่สุดเพื่อประโยชน์ต่อผู้ป่วยได้มากที่สุดอีกด้วย



การวิจัยและพัฒนา ยาสมุนไพร สมุนไพรกระตุ้นภูมิคุ้มกันและต้านอักเสบ

ผู้แต่ง: รศ. ดร. ญ.อรสร สารพันธ์โชติวิทยา

การวิจัยและพัฒนา ยาสมุนไพรจำเป็น ต้องใช้แนวทางที่ถูกต้องและเหมาะสม เพื่อให้การใช้สมุนไพร เกิดประโยชน์สูงสุดและช่วยลดความเสี่ยงจากการใช้สมุนไพร หนังสือเล่มนี้ให้ความรู้ เรื่องการวิจัยและพัฒนา ยาสมุนไพร มุ่งเน้นการวิจัยฤทธิ์กระตุ้นภูมิคุ้มกัน และฤทธิ์ต้านอักเสบของสมุนไพร โดยรวบรวมและประมวลความรู้จากหนังสือและตำราต่าง ๆ ตลอดจนบทความและบทความวิจัยจากวารสารต่างประเทศ รวมทั้งผลงานวิจัยของผู้เขียน นอกจากนี้ยังเป็นแหล่งค้นคว้าและอ้างอิง ด้านการวิจัยและพัฒนาสมุนไพร โดยเฉพาะอย่างยิ่งสมุนไพรกระตุ้นภูมิคุ้มกันและต้านอักเสบ หนังสือเล่มนี้เหมาะสำหรับนิสิต นักศึกษา นักวิจัย รวมทั้งผู้สนใจ ด้านสมุนไพรและเภสัชศาสตร์ เพื่อเป็นแนวทางการทำวิจัยและพัฒนา ยาสมุนไพร





สำนักพิมพ์
มหาวิทยาลัยนครสวรรค์

สั่งซื้อหนังสือออนไลน์

จัดส่งถึงบ้านสะดวกรวดเร็ว



สั่งซื้อทันที

กรณีต้องการสั่งซื้อหนังสือปริมาณมาก หรือเข้าชั้นเรียนติดต่อได้ที่
ฝ่ายจัดจำหน่ายสำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยนครสวรรค์

 nuph@nu.ac.th

 สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยนครสวรรค์

 0 5596 8833-8836

 [nu_publishing](https://twitter.com/nu_publishing)

