แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของโรคหัวใจและหลอดเลือด

MATHEMATICAL MODEL OF CARDIOVASCULAR DISEASE

ณัฐกฤตา เรียงใหม่

พรพิมล พรมนอก

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (คณิตศาสตร์ประยุกต์)

ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2560

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MATHEMATICAL MODEL OF CARDIOVASCULAR DISEASE

NATTAKITTA RIANGMAI

PORNPIMON PROMNOK

A SPECIAL PROBLEM SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF

THE REQUIREMENT FOR

THE DEGREE OF BACHELOR OF SCIENCE (APPLIED MATHEMATICS)

DEPARTMENT OF MATHEMATICS, FACULTY OF SCIENCE

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

ACADEMIC YEAR 2017

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปัญหาพิเศษ	แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของโรคหัวใจและหลอดเลือด
ชื่อนักศึกษา	นางสาวณัฐกฤตา เรียงใหม่ รหัสนักศึกษา 57050046
	นางสาวพรพิมล พรมนอก รหัสนักศึกษา 57050101
ปริญญา	วิทยาศาสตรบัณฑิต (คณิตศาสตร์ประยุกต์)
ภาควิชา	คณิตศาสตร์
ปีการศึกษา	2560
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ.ดร.พันธนี พงศ์สัมพันธ์
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	ดร.เทิดขวัญ ช้างเผือก

คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.) อนุมัติให้ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (คณิตศาสตร์ประยุกต์) ประจำปีการศึกษา 2560

คณะกรรมการสอบ	ลายมือชื่อ
อ.ศิริกุล ศิริธีรากุล ประธานกรรมการ	
ดร.ภูษณิศา ล้อมทอง กรรมการ	ภูษณิศา ล้อมทอง
รศ.ดร.พันธนี พงศ์สัมพันธ์ กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา	
ดร.เทิดขวัญ ช้างเผือก กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	

ลิขสิทธิ์ของคณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปัญหาพิเศษ	แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของโรคหัวใจและหลอดเลือด
ชื่อนักศึกษา	นางสาว ณัฐกฤตา เรียงใหม่ รหัสนักศึกษา 57050046
	นางสาว พรพิมล พรมนอก รหัสนักศึกษา 57050101
ปริญญา	วิทยาศาสตรบัณฑิต (คณิตศาสตร์ประยุกต์)
ภาควิชา	คณิตศาสตร์
ปีการศึกษา	2560
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ.ดร.พันธนี พงศ์สัมพันธ์
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	ดร.เทิดขวัญ ช้างเผือก

บทคัดย่อ

โรคหัวใจและหลอดเลือดเป็นโรคที่เกิดจากภาวะที่สมองขาดเลือดไปเลี้ยงหัวใจเนื่องจากหลอดเลือดอุดตัน หลอดเลือดตีบ หรือหลอดเลือดแตก ในปัญหาพิเศษนี้ คณะผู้จัดทำได้ศึกษาเกี่ยวกับการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด โดยการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์มาประยุกต์ใช้เพื่อสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือดในประเทศไทย คณะผู้จัดทำได้ทำการหาจุดสมดุล การหาเงื่อนไขที่ทำให้จุดสมดุลที่ได้มีความเสถียรภาพ และผลลัพธ์เชิงตัวเลข เพื่อให้ได้แบบจำลองสำหรับโรคหัวใจและหลอดเลือด อีกทั้งเป็นการวิเคราะห์แนวทางการป้องกันของโรคนี้ต่อไป

คำสำคัญ : จุดสมดุล ,โรคหัวใจและหลอดเลือด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title	Mathematical Model of Cardiovascular Disease
Student	Miss Nattakitta Riangmai Student ID 57050046
	Miss Pornpimon Promnok Student ID 57050101
Degree	Bachelor of Science (Applied Mathematics)
Department	Mathematics
Faculty	Science
University	King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang (KMITL)
Academics Year	2017
Advisor	Assoc.Prof.Dr.Puntani Pongsumpun
Co-advisor	Dr.Thurdkwan Changpuek

ABSTRACT

Cardiovascular Disease is the condition that a heart was incomplete with blood, caused of the coronary artery was constricted or chapped. Authorities had studied the Cardiovascular disease cause, to form a Mathematics model for the cause in Thailand, by applying the Mathematics with in this special case. To sum up the case study, authorities had found stable balance conditions and found stable balance conditions and making numerical results. And to analyze how to solve the problem continually.

Keyword : Equilibrium point ,Cardiovascular Disease

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปัญหาพิเศษฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต ซึ่งจะสำเร็จได้เนื่องจากได้รับคำแนะนำ และตอบคำถามต่างๆในการศึกษางานวิจัยครั้งนี้ ทำให้ปัญหาพิเศษนี้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น คณะผู้จัดทำจึงใคร่ขอขอบพระคุณทุกท่านที่ได้ให้ความช่วยเหลือ ดังต่อไปนี้

ขอขอบพระคุณ รศ.ดร.พันธนี พงศ์สัมพันธ์ และ ดร.เทิดขวัญ ช้างเผือก ที่คอยให้ความช่วยเหลือคอยแนะนำให้คำปรึกษา และเป็นกำลังใจโดยตลอด

ขอขอบพระคุณ คณาจารย์ประจำวิชาภาคคณิตศาสตร์ทุกท่านที่ได้อบรมและมอบความรู้ในด้านคณิตศาสตร์ที่ให้มาด้วยดีมาโดยตลอด รวมถึงเจ้าหน้าที่ประจำภาคคณิตศาสตร์ทุกท่านที่คอยให้ความช่วยเหลือในด้านการอำนวยความสะดวกเกี่ยวกับอุปกรณ์ที่จำเป็นในการทำวิจัยครั้งนี้

สุดท้ายนี้ ขอขอบพระคุณบิดา มารดาที่เป็นกำลังใจ และให้การสนับสนุนตลอดมา ตลอดจนเพื่อนๆทุกคน ประโยชน์ และคุณงามความดีที่เกิดจากปัญหาพิเศษ คณะผู้จัดทำขอมอบให้ บิดามารดา ครอบครัวซึ่งเป็นที่รัก และเคารพยิ่ง ตลอดจนคณาจารย์ที่เคารพทุกท่าน

ณัฐกฤตา เรียงใหม่

พรพิมล พรมนอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....ก

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....ข

กิตติกรรมประกาศ.....ค

สารบัญ.....ง

บทที่ 1 บทนำ.....1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหาพิเศษ.....1

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย.....2

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย.....2

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....2

1.5 ขั้นตอนในการดำเนินงาน.....2

1.6 ระยะเวลาของการดำเนินงานศึกษาและจัดทำปัญหาพิเศษ.....3

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....4

2.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับโรคหัวใจและหลอดเลือด.....4

2.1.1 สาเหตุ.....4

2.1.2 ลักษณะอาการ.....5

2.1.3 การวินิจฉัยโรค.....6

2.1.4 วิธีการรักษาและดูแลผู้ป่วย.....7

2.1.5 วิธีการป้องกัน.....11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.6 ภาวะแทรกซ้อน....12

2.2 นิยามที่เกี่ยวข้อง....14

2.2.1 ค่าลักษณะเฉพาะ....14

2.2.2 พหุนามลักษณะ....14

2.2.3 จาโคเบียนเมทริกซ์....15

2.2.4 จุดสมดุล....16

2.2.5 การหาผลเฉลยจุดสมดุลของระบบสมการเชิงเส้นชนิดต่อเนื่อง....16

2.3 การสร้างแบบจำลอง....17

2.3.1 ความหมายของแบบจำลอง....17

2.3.2 ประเภทแบบจำลอง....19

2.3.3 แบบจำลองทางคณิตศาสตร์....21

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง....23

บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย....25

3.1 ข้อมูลโรคหัวใจและหลอดเลือด....25

3.1.1 ข้อมูลทั้งประเทศ ปี 2256 – 2560....26

3.1.2 ข้อมูลช่วงอายุ ปี 2556 – 2560....27

3.1.3 ข้อมูลปี 2560....28

3.2 แบบจำลองตามกลุ่มช่วงอายุสำหรับโรคหัวใจและหลอดเลือด....29

3.2.1 สร้างแบบจำลอง....30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4 ผลการวิจัยและการอภิปรายผล.....42
4.1 จุดสมดุล.....42
4.2 ความเสถียรภาพของจุดสมดุล.....44
4.3 ผลการวิเคราะห์เชิงตัวเลข.....46
4.4 ผลการวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์จากการคำนวณด้วยโปรแกรม Wolfram Mathematica.....51
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....67
บรรณานุกรม.....69

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

โรคหัวใจและหลอดเลือดส่วนใหญ่เกิดจากไขมันและเนื้อเยื่อสะสมในผนังของหลอดเลือด ทำให้เยื่อบุผนังหลอดเลือดชั้นใน ตำแหน่งนั้นหนาตัวขึ้น ทำให้หลอดเลือดมีการตีบแคบลง ทำให้เลือดซึ่งออกซิเจนไหลผ่านได้น้อยลง ส่งผลให้เลือดไหลไปเลี้ยง กล้ามเนื้อหัวใจได้ไม่เพียงพอ จนเกิดภาวะกล้ามเนื้อหัวใจขาดเลือด ซึ่งจะทำให้มีอาการเจ็บหน้าอกเกิดขึ้น หากเกิดการอุดตันของ หลอดเลือดเฉียบพลันซึ่งมักเกิดจากคราบไขมันที่สะสมอยู่ที่ผนังของหลอดเลือดชั้นในแตกออกและกลายเป็นลิ่มเลือดจะส่งผลให้เกิดภาวะกล้ามเนื้อหัวใจตายเฉียบพลันอันนำไปสู่ภาวะแทรกซ้อนต่างๆ หรือเสียชีวิตกะทันหันได้

ปัจจัยเสี่ยงจากการติดตามเฝ้าระวังสถานการณ์ปัจจัยเสี่ยงของโรคหัวใจและหลอดเลือดในประเทศไทย พบว่าปัจจัยเสี่ยงของการเกิดโรคมีสาเหตุจากพฤติกรรมสุขภาพที่ไม่ถูกต้องโดยอาจมีปัจจัยเสี่ยงเดียวหรือหลายปัจจัยเสี่ยงรวมกันก็ได้ ดังนี้ น้ำหนักเกินและอ้วน การปล่อยให้น้ำหนักตัวเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ การมีดัชนีมวลกายที่มากขึ้น เป็นการเพิ่มความเสี่ยงต่อการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด ภาวะความดันโลหิตสูง ปัจจัยทางด้านความเครียด 5 ประการที่ทำให้เสี่ยงต่อการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด คือ สภาพจิตใจที่โศกเศร้ามีความเครียดเรื้อรังเป็นเวลานานติดต่อกันและยังไม่สามารถจัดการกับสาเหตุของความเครียดนั้นได้ ภาวะเก็บกดด้านอารมณ์ ความรู้สึกไม่เป็นมิตร ขาดการเชื่อมสัมพันธ์และแรงสนับสนุนทางสังคมและครอบครัว และคิดว่าตนเองมีปมด้อยด้านฐานะเศรษฐกิจและสถานะทางสังคม ภาวะน้ำตาลในเลือดสูงหรือโรคเบาหวาน ระดับน้ำตาลในเลือดสูงเรื้อรังส่งผลให้เกิดการเสื่อมของหลอดเลือดทั้งขนาดเล็กและขนาดใหญ่ ทำให้เซลล์เยื่อบุภายในหลอดเลือดทำงานผิดปกติ เป็นปัจจัยที่ทำให้เกิดหลอดเลือดแดงแข็งซึ่งทำให้อวัยวะต่างๆ ของร่างกายเสื่อมสภาพและถูกทำลาย และก่อให้เกิดโรคหัวใจและหลอดเลือดตามมาได้

จากการศึกษาข้อมูลต่างๆของโรคหัวใจและหลอดเลือด จึงแสดงให้เห็นว่าการสร้างแบบจำลองทาง คณิตศาสตร์มีความจำเป็น เพื่อคำนวณความเสี่ยงของการเกิดโรค ซึ่งจะสามารถนำมาเป็นแนวทางการป้องกันและลดจำนวนผู้ป่วยลงได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

เพื่อสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อหาแนวทางการระบาดและการป้องกันของโรคหัวใจและหลอดเลือดและวิเคราะห์แนวทางลดการเกิดของโรคนี้

1.3 ขอบเขตของปัญหา

ศึกษาการเกิดของโรคหัวใจและหลอดเลือด วิเคราะห์จำนวนผู้ป่วยที่เป็นโรคหัวใจและหลอดเลือดในประเทศไทย เพื่อวิเคราะห์หาจำนวนผู้เสี่ยงต่อการเกิดโรคเพื่อเป็นแนวทางการป้องกันและควบคุมโรคหัวใจและหลอดเลือดและนำมาสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของโรค

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.เพื่อเสนอแนวทางในการลดจำนวนผู้ป่วยโรคหัวใจและหลอดเลือด

2.เพื่อเฝ้าระวังการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด

3.เพื่อเป็นแนวทางในการวิจัยสำหรับผู้ที่มีความสนใจในหัวข้อและแนวคิดเกี่ยวกับการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

1.5ขั้นตอนในการดำเนินการ

1.รวบรวมข้อมูลของโรคหัวใจและหลอดเลือด

2.รวบรวมข้อมูลทางสถิติของโรคหัวใจและหลอดเลือด

3.วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

4.สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

5.วิเคราะห์แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อหาปัจจัยในการป้องกันโรค

6.ทดลองนำแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการคาดการณ์จำนวนผู้ป่วยที่เป็นโรค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.6ระยะเวลาการดำเนินงานศึกษาและจัดทำปัญหาพิเศษ

ตารางที่ 1.1 ตารางแสดงระยะเวลาในการดำเนินงาน

กิจกรรม	ระยะเวลาในกาดำเนินงาน									
	ปี2560					ปี2561				
	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.
1)หาหัวข้อปัญหาพิเศษ	←	→								
2)สืบค้นและค้นหาข้อมูลของปัญหา			←	—	→					
3)เก็บรวบรวมข้อมูลปัญหาพิเศษ			←	—	→					
4)วิเคราะห์ข้อมูลสถิติของการเกิดโรค			←	→						
5)ค้นคว้าและศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง			←	→						
6)สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์				←	→					
7)ปรับปรุงและแก้ไขแบบจำลองทาคณิตศาสตร์				←	→					
8)พัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์					←	→				
9)สรุปผลที่ได้จากการศึกษา						←	→			
10)เขียนเล่มรายงานปัญหาพิเศษ							←	—	→	
11)จัดทำรูปเล่มปัญหาพิเศษ								←	→	
12)ตรวจสอบรูปเล่มรายงานปัญหาพิเศษ									←	→

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับโรคหัวใจและหลอดเลือด

2.1.1 สาเหตุการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด

โรคหัวใจและหลอดเลือดมีสาเหตุจากการรวมตัวกันของไขมันที่ผนังภายในหลอดเลือดหัวใจ โดยก้อนไขมันนี้เกิดจากคอเลสเตอรอลและของเสียอื่น ๆ และมีชื่อว่า อเธอโรมา (Atheroma) การเกาะตัวกันของก้อนไขมันทำให้เกิดภาวะหลอดเลือดแข็งตัวหรือกระบวนการที่เรียกว่าอะเทอโรสเคลอโรซิส (Atherosclerosis) รวมถึงการขัดขวางทางเดินของเลือด ร่างกายจึงไม่สามารถส่งเลือดไปยังกล้ามเนื้อหัวใจได้ ปัจจัยที่ก่อให้เกิดกระบวนการเหล่านี้ ได้แก่ คอเลสเตอรอล ไขมันอิ่มตัวในอาหารที่มีความจำเป็นต่อเซลล์ในร่างกาย แต่คอเลสเตอรอลในกระแสเลือดที่มากเกินไปอาจก่อให้เกิดโรคหัวใจและหลอดเลือดได้ คอเลสเตอรอลแบ่งออกเป็นหลายประเภท แต่มี 2 ประเภทที่สำคัญ คือ

1. LDL หรือ “ไขมันร้าย” ไขมันร้าย LDL คือตัวการปิดกั้นหลอดเลือดหัวใจ ซึ่งถือเป็นความเสี่ยงในการเกิดโรคเกี่ยวกับหัวใจ
2. HDL หรือ “ไขมันดี” ทำหน้าที่นำไขมันร้ายออกจากเซลล์ต่าง ๆ และลดความเสี่ยงในการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด

โรคความดันโลหิตสูง

ความดันโลหิตสูงส่งผลให้หัวใจทำงานหนักจนเกิดภาวะหลอดเลือดแข็งตัว ซึ่งอาจนำไปสู่โรคหัวใจและหลอดเลือด ความดันโลหิต ตรวจวัดได้และมีค่าตรวจวัดดังต่อไปนี้

1. ความดันช่วงบน/ความดันซิสโตลิค (Systolic Pressure) คือ ระดับความดันโลหิตขณะหัวใจสูบฉีดเลือด
2. ความดันช่วงล่าง/ความดันไดแอสโตลิค (Diastolic Pressure) คือระดับความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัวและมีเลือดหล่อเลี้ยง

ในการตรวจวัดความดัน ความดันซิสโตลิคจะปรากฏเป็นจำนวนแรกและมีค่าสูงกว่าจำนวนที่ตามมา ซึ่งคือค่าความดันไดแอสโตลิค ผู้มีโรคความดันสูงจะมีค่าความดันซิสโตลิคมากกว่าหรือเท่ากับ 140 mmHg หรือค่าความดันไดแอสโตลิล ตั้งแต่ 90 mmHg ขึ้นไป การสูบบุหรี่ ปัจจัยเสี่ยงที่สำคัญสำหรับโรคหลอดเลือดหัวใจคือการสูบบุหรี่ ซึ่งส่งผลต่อการเกิดโรคหัวใจมากถึง 24% สารนิโคตินและก๊าซคาร์บอนมอนออกไซด์ในควันบุหรี่ส่งผลให้หัวใจเกิดความเครียด มีอัตราการเต้นที่เร็วขึ้นในขณะพัก ทั้งยังเพิ่มความเสี่ยงให้เลือดจับตัวกันเป็นลิ่มหรือก้อนอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โรคเบาหวาน

เป็นความเสี่ยงในการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือดมากถึง 2 เท่า ผนังหลอดเลือดที่หนาขึ้น อาจมีผลต่อการปิดกั้นการไหลเวียนของโลหิต และการมีระดับน้ำตาลสูงหรือควบคุมไม่ได้เป็นเวลานานจะเพิ่มโอกาสในการเป็นโรคหัวใจและหลอดเลือดเร็วขึ้นเช่นกัน ภาวะหลอดเลือดอุดตัน (Thrombosis) คือการที่เลือดจับตัวกันเป็นลิ่มหรือก้อนในเส้นเลือดใหญ่หรือหลอดเลือด มักเกิดขึ้นบริเวณเดิม ซึ่งเป็นผลจากกระบวนการอะเทอโรสเคลอโรซิส (Atherosclerosis) หากภาวะนี้เกิดขึ้นในหลอดเลือดหัวใจจะทำให้หลอดเลือดตีบและขัดขวางการทำงานของกล้ามเนื้อหัวใจในการสำรองเลือดได้ จึงอาจส่งผลต่อภาวะหัวใจวาย

2.1.2 ลักษณะอาการของโรคหัวใจและหลอดเลือด

ภาวะหลอดเลือดหัวใจตีบทำให้ร่างกายไม่สามารถส่งกระแสเลือดและออกซิเจนไปยังหัวใจได้ โดยเฉพาะในขณะที่หัวใจต้องทำงานหนัก เช่น ระหว่างออกกำลังกาย เป็นต้น โรคหัวใจและหลอดเลือดมีอาการดังนี้

เจ็บหน้าอก (Angina) ผู้ป่วยจะรู้สึกแน่นหน้าอกบริเวณกลางหรือด้านซ้ายของหน้าอกลามไปจนถึงช่วงแขน คอ กราม ใบหน้าหรือช่องท้อง และอาจบรรเทาลงได้เมื่อนั่งพัก หรือหยุดกิจกรรมที่ก่อให้เกิดความเครียด โดยสาเหตุมักเกิดจากการที่หัวใจต้องการเลือดไปเลี้ยงมากขึ้นจากสถานการณ์ต่าง ๆ เช่น การออกกำลังกาย หรือความเครียด เป็นต้น

หายใจติดขัด ผู้ป่วยอาจมีอาการหายใจติดขัดหรือหอบเหนื่อยรุนแรง หากหัวใจไม่ได้รับเลือดที่เพียงพอในการส่งต่อไปยังส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย

หัวใจวาย หลอดเลือดอุดตันอาจก่อให้เกิดภาวะหัวใจวายและอาจถึงตายได้หากผู้ป่วยไม่ได้รับการรักษาทันเวลา ผู้ป่วยมักมีอาการแน่นหน้าอกและปวดบริเวณหัวไหล่หรือแขน ประกอบกับการหายใจติดขัดและเหงื่อออกก่อนเกิดภาวะหัวใจวาย หากผู้ป่วยมีภาวะความดันตกหรือหัวใจเต้นผิดจังหวะร่วมด้วย อาจทำให้ผู้ป่วยหมดสติและเสียชีวิตได้

หัวใจล้มเหลว ภาวะหัวใจล้มเหลวอาจเกิดขึ้นได้ทั้งแบบเฉียบพลันและเรื้อรัง โดยเกิดขึ้นในขณะที่หัวใจอ่อนแรงจนไม่สามารถสูบฉีดเลือดไปเลี้ยงส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย ผู้ป่วยจึงมีอาการหายใจติดขัดจากภาวะน้ำท่วมปอด เนื่องจากกล้ามเนื้อหัวใจอ่อนแรงและไม่สามารถทำงานได้ตามปกติ หรือหากมีอาการน้ำท่วมปอดรุนแรงอาจทำให้ผู้ป่วยเสียชีวิตได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3 การวินิจฉัยโรคโรคหัวใจและหลอดเลือด

วิธีการวินิจฉัยอาจขึ้นอยู่กับอาการของผู้ป่วยและความต้องการตรวจวินิจฉัยของแพทย์ ซึ่งอาจมีวิธีการต่อไปนี้

การตรวจเลือด แพทย์อาจใช้การตรวจเลือดเพื่อวัดระดับเอนไซม์ในหัวใจ (Cardiac Enzyme Test) ในการตรวจสอบความเสียหายของกล้ามเนื้อหัวใจ

การเอกซเรย์ทรวงอก ใช้ตรวจดูสาเหตุและอาการต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นบริเวณหัวใจ ปอดและผนังทรวงอก

การเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ (CT scan) แพทย์จะฉีดสารทึบแสงเข้าสู่ร่างกายผู้ป่วยเพื่อสร้างภาพอวัยวะและวัดปริมาณแคลเซียมสะสมที่ผนังหลอดเลือดได้

การสร้างภาพด้วยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (MRI) ช่วยในการสร้างภาพหัวใจ โดยผู้ป่วยจะนอนหงายบนเครื่องสแกนที่มีลักษณะคล้ายอุโมงค์และติดตั้งแม่เหล็กโดยรอบ จากนั้นเครื่องสแกนจะสร้างภาพอวัยวะโดยคลื่นแม่เหล็ก

การตรวจคลื่นไฟฟ้าหัวใจ (Electrocardiogram: ECG/Elektrokardiogram: EKG) สามารถวัดระดับ อัตราและความคงที่ของการเต้นหัวใจ ทั้งยังแสดงถึงภาวะหัวใจวายที่เคยเกิดขึ้นหรือกำลังจะเกิดขึ้น โดยการติดแผ่นอิเล็กโทรด (Electrode Patch) บนแขน ขา และทรวงอกของผู้ป่วยเพื่อตรวจจับอัตราการเต้นของหัวใจ

การตรวจหัวใจด้วยคลื่นเสียงความถี่สูง (Echocardiogram) ใช้คลื่นเสียงในการสร้างภาพของหัวใจ เพื่อแสดงความหนาของกล้ามเนื้อหัวใจ โครงสร้างและการสูบฉีดเลือด ซึ่งคล้ายคลึงกับการอัลตราซาวด์ที่ใช้ในการตรวจครรภ์ แพทย์จะทาเจลหล่อลื่นบริเวณทรวงอกของผู้ป่วยและใช้เครื่องทรานสดิวเซอร์ (Transducer) ตรวจโดยรอบ

การสวนหลอดเลือดหัวใจ คือการตรวจดูภายในหลอดเลือดหัวใจ โดยการฉีดสีเข้าสู่หลอดเลือดหัวใจ (Angiogram) ผ่านการสอดท่อยาวขนาดเล็ก (Catheter) บริเวณขาหนีบ แขน หรือคอไปยังหลอดเลือดหัวใจ การฉีดสีจะช่วยสร้างภาพของหลอดเลือดตีบหรืออุดตัน รวมถึงบ่งบอกถึงความดันโลหิตภายในหัวใจและสมรรถภาพในการสูบฉีดเลือด กระบวนการสวนหลอดเลือดหัวใจมีความปลอดภัยและมักไม่ก่อให้เกิดภาวะแทรกซ้อนรุนแรง เช่น เลือดออกเล็กน้อยหรือมีแผลฟกช้ำบริเวณที่สอดท่อเข้าสู่ร่างกาย แต่ในบางครั้งอาจมีภาวะแทรกซ้อนที่รุนแรง ซึ่งพบได้น้อยมากหรือไม่เกิน 1% เช่น

ภาวะเส้นเลือดสมองหรือเส้นเลือดบริเวณอื่น ๆ ของร่างกายอุดตันจากการหลุดลอยของคราบตะกอนไปอุดตามหลอดเลือดบริเวณต่าง ๆ

การตรวจสมรรถภาพหัวใจขณะออกกำลังกาย (Exercise stress test: EST) ตรวจวัดอัตราการเต้นของหัวใจขณะเดินบนสายพานหรือปั่นจักรยาน เพื่อทราบถึงความแข็งแรงของหัวใจขณะสูบฉีดเลือด ทั้งยังสามารถบ่งบอกถึงสาเหตุการเจ็บหน้าอก ซึ่งมักเป็นผลจากโรคหัวใจและหลอดเลือด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บางกรณีแพทย์อาจใช้การอัลตร้าซาวด์ก่อนหรือหลังการวิ่งบนสายพานหรือปั่นจักรยาน (Exercise Stress Echocardiogram) หรืออาจใช้ยาเพื่อกระตุ้นหัวใจระหว่างการตรวจหัวใจด้วยคลื่นเสียงความถี่สูง

เครื่องบันทึกคลื่นไฟฟ้าหัวใจต่อเนื่อง 24 ชั่วโมง (Holter Monitoring) ในบางกรณีแพทย์อาจแนะนำให้ผู้ป่วยติดเครื่องบันทึกคลื่นไฟฟ้าหัวใจต่อเนื่อง 24 ชั่วโมงเพื่อบันทึกความผิดปกติของจังหวะการเต้นหัวใจระหว่างการดำเนินชีวิตประจำวันของผู้ป่วย

การทดสอบโดยการกัมมันตรังสี (Radionuclide Tests) คือการฉีดสารกัมมันตรังสีไอโซโทป (Radioactive Isotope) เข้าสู่กระแสเลือดเพื่อทราบถึงประสิทธิภาพการสูบฉีดเลือดและการไหลเวียนของเลือดไปยังผนังกล้ามเนื้อหัวใจ

2.1.4 วิธีการรักษาและดูแลผู้ป่วยของโรคหัวใจและหลอดเลือด

โรคหัวใจและหลอดเลือดไม่สามารถรักษาให้หายขาดได้ แต่มีวิธีจัดการเพื่อลดความเสี่ยงในการเกิดภาวะต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

การรักษาด้วยตนเอง

1. งดสูบบุหรี่
2. ลดน้ำหนักส่วนเกิน
3. ควบคุมความเครียด
4. หลีกเลี่ยงอาหารสำเร็จรูปและรับประทานอาหารที่มีประโยชน์ มีไขมันต่ำหรือน้ำตาลน้อยเพื่อควบคุมระดับน้ำตาล ซึ่งเป็นสาเหตุของการเกิดโรคเบาหวาน
5. ออกกำลังกายสม่ำเสมอ แต่ควรปรึกษาแพทย์เพื่อรับคำแนะนำที่เหมาะสมกับสภาพร่างกายของตนเอง

การรักษาด้วยการใช้ยา หากอาการไม่ดีขึ้นผู้ป่วยอาจต้องรับการรักษาโดยการใช้ยา ซึ่งมีหน้าที่ลดความดันโลหิตหรือขยายหลอดเลือดเพื่อให้การไหลเวียนและการสูบฉีดเลือดในหัวใจดีขึ้น ยาบางชนิดอาจส่งผลข้างเคียงจึงควรพบแพทย์เพื่อรับคำแนะนำที่ถูกต้อง ทั้งนี้ ผู้ป่วยไม่ควรหยุดใช้ยาหากไม่ได้รับการยืนยันจากแพทย์ เนื่องจากอาจทำให้อาการของผู้ป่วยแย่ลงได้ ยาที่ใช้มีตัวอย่าง เช่น

- กลุ่มยาคอเลสเตอรอล ช่วยลดปริมาณคอเลสเตอรอลในกระแสเลือด โดยเฉพาะในส่วนของไขมันร้ายหรือ LDL ซึ่งมักจับตัวสะสมในหลอดเลือดหัวใจ
- ยาต้านเกล็ดเลือด
- ยากลุ่มเบต้าบล็อกเกอร์ ใช้รักษาความดันโลหิตสูงและป้องกันอาการเจ็บหน้าอก โดยการปิดกั้นฮอร์โมนในร่างกาย ซึ่งช่วยลดอัตราการเต้นของหัวใจและความดันโลหิต ฟื้นฟูการไหลเวียนของเลือด และลดความเสี่ยงของภาวะหัวใจวายเช่นกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ยาขยายหลอดเลือด มีทั้งในรูปแบบเม็ด สเปรย์ หรือแผ่นสำหรับติดบริเวณผิวหนัง ยาประเภทนี้ทำหน้าที่ลดความดันโลหิตและอาการปวดบริเวณหัวใจ แต่อาจทำให้ปวดหัวและมึนงงได้
- ยาช่วยลดความดันโลหิตและยังช่วยป้องกันการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด
- ยาปิดกั้นแคลเซียม ใช้ในการลดความดันโลหิตโดยการสร้างความผ่อนคลายให้กับกล้ามเนื้อของผนังหลอดเลือด จึงทำให้หลอดเลือดกว้างขึ้น แต่อาจทำให้เกิดอาการปวดหัว
- ยาขับปัสสาวะ ช่วยขับน้ำและเกลือส่วนเกินออกจากร่างกายผ่านปัสสาวะ

การรักษาด้วยการผ่าตัดและกระบวนการทางการแพทย์ ในกรณีที่หลอดเลือดหัวใจตีบและไม่สามารถรักษาได้ด้วยการใช้ยา ผู้ป่วยจำเป็นต้องเข้ารับการผ่าตัดเพื่ออาการที่ดีขึ้น เช่น

- การทำบอลลูนหัวใจ เป็นกระบวนการรักษาผู้ป่วยที่มีอาการเจ็บหน้าอกหรือใช้ในการรักษาอาการฉุกเฉิน ผู้ป่วยต้องได้รับการสวนหลอดเลือดหัวใจก่อนการรักษาด้วยการทำบอลลูนเพื่อประเมินความจำเป็นในการผ่าตัด การรักษาประเภทนี้มักเกิดขึ้นในผู้มีภาวะหัวใจวายฉุกเฉิน ซึ่งใช้การสอดท่อพร้อมบอลลูนเข้าไปในหลอดเลือดหัวใจ จากนั้นจึงทำการสูบลมให้บอลลูนพองตัวขึ้นเพื่อช่วยผลักไขมันที่อุดตันออกจากหลอดเลือดหัวใจ
- การผ่าตัดทำทางเบี่ยงหลอดเลือดหัวใจหรือการทำบายพาสหัวใจ การผ่าตัดชนิดนี้มักใช้กับภาวะหลอดเลือดตีบหรืออุดตัน ซึ่งไม่สามารถรักษาได้ หรือการทำบอลลูนไม่สามารถช่วยรักษาได้ ผู้ป่วยต้องได้รับการสวนหลอดเลือดหัวใจก่อนเพื่อทราบถึงความจำเป็นในการรักษา การผ่าตัดทำทางเบี่ยงหลอดเลือดหัวใจโดยไม่ใช้ปอดและหัวใจเทียม (Off-Pump Coronary Artery Bypass: OPCAB) คือวิธีการรักษาที่เป็นที่นิยม มีจุดประสงค์เพื่อให้หัวใจสูบฉีดเลือดเอง โดยไม่ต้องใช้ปอดหรือหัวใจเทียม ศัลยแพทย์จะต่อเส้นเลือดใหม่ข้ามผ่านจุดที่มีการอุดตันเดิม จึงทำให้กระแสเลือดไหลเวียนได้ตามปกติ กระบวนการนี้เป็นการผ่าตัดหัวใจแบบเปิด (Open-Heart Surgery) ส่วนใหญ่จึงใช้ในกรณีที่ผู้ป่วยมีจำนวนหลอดเลือดอุดตันมากเท่านั้น
- การผ่าตัดเปลี่ยนหัวใจ ใช้สำหรับกรณีที่รุนแรงและไม่สามารถรักษาได้ด้วยการใช้ยา หรือหัวใจไม่สูบฉีดเลือดไปเลี้ยงส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย ผู้ป่วยต้องเข้าพบแพทย์หลังการผ่าตัดเพื่อตรวจสอบการทำงานของหัวใจและผลข้างเคียง

2.1.5 วิธีการดูแลผู้ป่วยโรคหัวใจและหลอดเลือด

อาหารที่แนะนำในผู้สูงอายุและผู้ป่วยโรคหัวใจและหลอดเลือด อาหารที่เหมาะสมกับผู้สูงอายุ ควรเป็นอาหารที่อ่อน ย่อยง่าย รสชาติไม่จัดจนเกินไป ควรเลือกคาร์โบไฮเดรตที่มีกากใยสูง มีส่วนประกอบของน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวต่ำ (low glycemic index) และเลือกบริโภคอาหารที่มีไขมันต่ำ โดยไขมันที่รับประทานควรมีส่วนประกอบของกรดไขมันไม่อิ่มตัวตำแหน่งเดียวเป็นหลัก เพิ่มการบริโภคอาหารที่มีพวกผัก ผลไม้ อาหารกลุ่มธัญพืช และกากใยอาหารชนิดละลายน้ำได้ ซึ่งเป็นแหล่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิตามินและสารต้านอนุมูลอิสระมากมาย รวมถึงสามารถช่วยลดระดับคอเลสเตอรอลในเลือด ป้องกันภาวะท้องผูกได้และลดการเกิดมะเร็งลำไส้ อีกทั้งไม่ควรรับประทานอาหารและผลไม้ที่มีรสหวานหรือเค็มจัด ข้อมูลที่น่าสนใจและสอดคล้องกันหลายสื่อ คือ ผู้สูงวัยที่มีอายุยืนและสุขภาพแข็งแรง ส่วนใหญ่จะมีลักษณะผอม สมส่วนไม่อ้วน สุขภาพจิตดี และยังมีข้อมูลที่สำคัญ คือ ชอบบริโภคอาหารไทยที่มีปลา น้ำพริก ผักทุกชนิดกับข้าวในปริมาณที่พอเหมาะ มีความเป็นอยู่ที่เรียบง่าย ไม่ทะเลาะเบาะแว้งกับใคร ไม่อยากรวย ไม่คิดมาก ไม่ชอบการขัดแย้ง ทนได้ก็ทน ทนไม่ได้จะเดินหนี

อาหารที่เหมาะสมกับผู้ป่วยโรคหัวใจและหลอดเลือด ผู้ป่วยโรคหัวใจและหลอดเลือดที่มีระดับคอเลสเตอรอลในเลือดสูง ต้องหลีกเลี่ยงอาหารที่ทำให้คอเลสเตอรอลในเลือดสูงโดยจำกัดกรดไขมันอิ่มตัวให้น้อยกว่า ร้อยละ 7 และ คอลเลสเตอรอลในอาหารให้น้อยกว่า 300 มิลลิกรัมต่อวัน ต้องหลีกเลี่ยงอาหารที่มีคอเลสเตอรอลสูง ได้แก่ ไข่เป็ด (619 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม) ไตหมู (480 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม) ตับหมู (368 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม) ปลาหมึกตัวใหญ่ หรือปลาหมึกกล้วย (248 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม) กุ้ง (154 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม) และเนย (260 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม) และอาหารที่มีกรดไขมันอิ่มตัวสูง ได้แก่ กะทิ น้ำมันมะพร้าว น้ำมันปาล์ม และกรดไขมันไม่อิ่มตัวที่ถูกดัดแปลง (trans –fatty acid) ที่พบมากในอาหารที่ทอดด้วยน้ำมันพืชที่ใช้ซ้ำหลายๆครั้ง เช่น ทอดมันกล้วยทอด มันฝรั่งทอด ปลาท่องโก๋ นอกจากนี้ยังได้แสดงอาหารที่ควรรับประทานและอาหารที่ควรหลีกเลี่ยงดังตาราง

อาหารที่ควรรับประทาน	อาหารที่ควรหลีกเลี่ยง
นมพร่องไขมันเป็น (ไขมัน 1%/) โยเกิร์ต ไอศกรีมพร่องไขมัน ถั่วเหลือง เต้าหู้ น้ำเต้าหู้ ไข่ขาว ปลาและปลาทะเลน้ำลึก เนื้อสัตว์ไม่ติดมันและไม่มีหนัง เช่น เนื้อไก่ เนื้อหมู เนื้อวัว ไม่ติดมัน ข้าวซ้อมมือ ขนมปัง หรือแคร็กเกอร์ที่ทำจากธัญพืช ผักสด หรือ ผักนึ่ง ชาเขียว กระเทียมสด **ใช้วิธี** ลวก ต้ม นึ่ง ย่าง และอบแทนการทอด ถ้าต้องใช้น้ำมันปรุงอาหาร ควรใช้น้ำมันรำข้าว น้ำมันมะกอก น้ำมันงา น้ำมันถั่วลิสงหรือน้ำมัน canola หรือน้ำมันถั่วเหลือง	นม (whole milk) ชีส ไอศกรีม เนย (butter) เนยเทียม (magarine) ตลอดจนของอบที่ส่วนประกอบเป็นเนยและเนยเทียม เช่น คุ้กกี้ เค้ก พายและพัฟต่างๆไข่แดง เนื้อสัตว์ติดมัน และมีหนัง ขาหมู ข้าวมันไก่ ไส้กรอก เบคอน เครื่องใน เช่น ตับ สมอง น้ำต้มเนื้อ อาหารที่ปรุงโดยการผัดในน้ำมันที่มันจัดหรืออมน้ำมัน เช่น ปลาดุกฟู ขนมปังทอด (ควรใช้น้ำต้มผักหลากสีเป็นน้ำสต๊อกแทนน้ำมัน) งดการบริโภคอาหารทอด เช่น ปาท่องโก๋ กล้วยแขก โดนัท โรตี มันฝรั่งทอด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้ามีโรคหัวใจและหลอดเลือด ร่วมกับภาวะน้ำตาลในเลือดสูง ต้องรับประทานอาหารหมู่ ข้าว แป้ง แต่พอควร เพราะถ้าได้รับมากทำให้เพิ่มน้ำตาลและไตรกลีเซอไรด์ในเลือด ดังนั้นควรหลีกเลี่ยงอาหารที่มีคุณสมบัติทำให้ น้ำตาลในเลือดสูง (high glycemic index) เช่น ข้าวขาว ขนมปังขาว ข้าวเหนียว ทุเรียน ลำไย ทองหยิบ ทองหยอด ฝอยทอง ขนมหม้อแกง เนื่องจาก ควรเลือกรับประทานอาหารที่มี low glycemic index และมีไฟเบอร์สูง เช่น ข้าวกล้อง ถั่วเหลือง วุ้นเส้น ก๋วยเตี๋ยว บะหมี่ สปาเก็ตตี้ ส้ม กล้วย มะละกอ พุทรา แอปเปิ้ล ฝรั่ง งดเครื่องดื่มที่หวานจัด น้ำอัดลม

การออกกำลังกายสำหรับผู้สูงอายุและผู้ป่วยโรคหัวใจและหลอดเลือด

การออกกำลังกายที่ดีไม่ใช้แรงมาก ไม่ควรเป็นการวิ่งหนักๆ ซึ่งจะส่งผลต่อข้อเข่าและสะโพก ควรเป็นการออกกำลังกายเบาๆ ที่มีการออกแรงสม่ำเสมอ เช่น การเดิน แอโรบิกช้าๆ ไทเก๊ก เป็นต้น

สำหรับการเดิน ต้องเดินติดต่อกันไปเรื่อยๆอย่างน้อย 30 นาที เดินให้เร็ว ก้าวขายาวๆ แกว่งแขน และควรเดินให้ได้ สัปดาห์ละ 3-5 ครั้ง กรณีผู้ที่มีปัญหาหลอดเลือดหัวใจตีบตันควรปรึกษาแพทย์และช่วงแรกควรกระทำภายใต้การดูแลของแพทย์อย่างใกล้ชิด

ประโยชน์ของการออกกำลังกาย ช่วยลดระดับคอเลสเตอรอล ไตรกลีเซอไรด์และกลูโคสในเลือด เพิ่มระดับไขมันชนิดที่ดี HDL และระดับสารต้านอนุมูลอิสระ เพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ลดภาวะเครียดจากออกซิเดชั่น ซึ่งเป็นผลโดยตรงในการลดโอกาสการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด

แนวทางการปฏิบัติตนแบบองค์รวมเพื่อลดความรุนแรงของโรคและสร้างเสริมสุขภาพผู้ป่วยโรคหัวใจและหลอดเลือดและกลุ่มเสี่ยงผู้สูงอายุ

1. โภชนาการ ควรเลือกบริโภคอาหารที่มีไขมันต่ำ โดยมีปริมาณไขมันไม่เกินร้อยละ 10 ของอาหารที่บริโภคทั้งหมด การบริโภคผักและผลไม้ปริมาณมากเพื่อเพิ่มเส้นใยอาหารและสารต้านอนุมูลอิสระ
2. ควบคุมน้ำหนักตัวและดัชนีมวลร่างกายไม่ให้เกินค่ามาตรฐาน
3. การออกกำลังกายสม่ำเสมอ โดยพิจารณาเลือกการออกกำลังกายที่ไม่ใช้แรงมากอย่างรวดเร็ว เช่น การเดิน การฝึกโยคะ การรำมวยจีน โดยฝึกให้ต่อเนื่อง 30 นาทีอย่างน้อยวันเว้นวัน
4. ลดความเครียด เช่น การผ่อนคลายกล้ามเนื้อและการสร้างจินตภาพ การทำสมาธิ การพบปะผู้คนการเข้ากลุ่มพูดคุยเพื่อปรึกษาและให้กำลังใจ
5. หลีกเลี่ยงจากปัจจัยเสี่ยงอื่น เช่น การเลิกสูบบุหรี่และเลิกดื่มเหล้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.6 วิธีการป้องกัน

ปัจจัยเสี่ยงสำคัญในการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือดคือระดับคอเลสเตอรอล การสูบบุหรี่ เบาหวาน และความดันโลหิต การมีสุขภาพที่ดีจะช่วยสร้างความแข็งแรงให้กับหัวใจ ซึ่งทำได้โดยวิธีการดังต่อไปนี้

1. ออกกำลังกาย ผู้ที่ไม่ออกกำลังกายมักมีแนวโน้มที่จะประสบภาวะหัวใจวายได้มากถึง 2 เท่า การออกกำลังกายตามคำแนะนำของแพทย์เป็นเวลา 30-60 นาทีใน 4-5 วันต่อสัปดาห์ช่วยให้ร่างกายแข็งแรง ช่วยลดน้ำหนักส่วนเกินและควบคุมโรคเบาหวาน รวมถึงคอเลสเตอรอลและความดันโลหิตสูง ซึ่งเป็นปัจจัยเสี่ยงของโรคหลอดเลือดหัวใจ
2. รับประทานอาหารที่มีประโยชน์
3. อาหารประเภทไขมันต่ำและกากใยสูง เช่น ผัก ผลไม้ ถั่วและธัญพืชมีคอเลสเตอรอล ไขมันอิ่มตัว และโซเดียมในระดับต่ำ ซึ่งช่วยควบคุมน้ำหนัก ความดันโลหิตและคอเลสเตอรอลได้
4. ควรหลีกเลี่ยงอาหารที่มีไขมันอิ่มตัวสูง เช่น อาหารแปรรูปประเภทไส้กรอกหรือลูกชิ้น เนยชีส เค้กและอาหารที่มีส่วนผสมของน้ำมันปาล์ม
5. ควรลดและจำกัดปริมาณเกลือไม่เกิน 6 กรัมหรือประมาณหนึ่งช้อนชาต่อวัน เพื่อลดอัตราการเกิดความดันโลหิตสูง
6. งดสูบบุหรี่ การสูบบุหรี่คือปัจจัยเสี่ยงที่ก่อให้เกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด สารนิโคตินในบุหรี่ขัดขวางการไหลเวียนของเลือดและกระตุ้นให้หัวใจทำงานหนักขึ้น นอกจากนี้ ก๊าซคาร์บอนมอนออกไซด์ยังทำหน้าที่ลดปริมาณออกซิเจนในเลือดและทำลายผนังเลือดอีกด้วย
7. งดดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ หากไม่สามารถงดเว้นได้ ควรควบคุมปริมาณการดื่มแอลกอฮอล์ให้เหมาะสมหรือไม่เกิน 14 แก้วต่อสัปดาห์และไม่ควรดื่มอย่างต่อเนื่อง เนื่องจากจะเป็นการเพิ่มความเสี่ยงของภาวะหัวใจวายได้
8. ควบคุมความเครียด ควรฝึกวิธีการควบคุมความเครียด เช่น การผ่อนคลายกล้ามเนื้อและการหายใจ เป็นต้น
9. ตรวจสุขภาพ ผู้ป่วยควรเข้ารับการตรวจสุขภาพอย่างต่อเนื่องเพื่อรักษาสุขภาพหัวใจและหลีกเลี่ยงความเสี่ยงของโรคหัวใจและหลอดเลือดที่อาจเกิดขึ้น
10. ควบคุมความดันโลหิต ควรปรึกษาแพทย์เกี่ยวกับวิธีการควบคุมความดันโลหิตที่เหมาะสมกับอายุและอาการของตนเอง และควรรับประทานอาหารที่มีประโยชน์ ออกกำลังกายสม่ำเสมอและรับประทานยาลดความดันโลหิตร่วมด้วยเพื่อการควบคุมที่ดียิ่งขึ้น
11. ควบคุมคอเลสเตอรอล แพทย์จะแนะนำวิธีการที่เหมาะสมในการลดคอเลสเตอรอล ซึ่งอาจมีความแตกต่างกันไปตามอายุและข้อจำกัดของผู้ป่วยแต่ละคน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาวะแทรกซ้อน โรคหัวใจและหลอดเลือดอาจก่อให้เกิดภาวะแทรกซ้อนต่อไปนี้

1. เจ็บหน้าอก การอุดตันของหลอดเลือดทำให้เลือดไม่สูบฉีดไปยังส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย โดยเฉพาะขณะออกกำลังกายหรือกิจกรรมที่หัวใจต้องทำงานหนัก จึงทำให้เกิดอาการเจ็บหน้าอก
2. **หัวใจวาย การสะสมของคราบไขมันและลิ่มเลือดคือสาเหตุของหลอดเลือดอุดตัน ซึ่งทำให้เกิดภาวะหัวใจวายได้ เนื่องจากกล้ามเนื้อหัวใจถูกทำลายจึงไม่สามารถส่งเลือดไปยังหัวใจ** และส่วนต่าง ๆ ของร่างกายได้อย่างเพียงพอ
3. หัวใจล้มเหลว หากผู้ป่วยมีภาวะกล้ามเนื้อหัวใจวายตายจากการขาดเลือด หัวใจจะไม่สามารถสูบฉีดเลือดตามความต้องการของร่างกายได้ ส่งผลให้น้ำท่วมปอด หายใจติดขัด จนทำให้เกิดภาวะหัวใจล้มเหลวขึ้น
4. หัวใจเต้นผิดจังหวะ คนปกติมีอัตราการเต้นของหัวใจ 60–100 ครั้งต่อนาที แต่เมื่อกล้ามเนื้อหัวใจถูกทำลาย คลื่นไฟฟ้าของหัวใจจะทำงานผิดปกติ ซึ่งอาจมีอัตราการเต้นช้าลง (Bradycardia) เร็วขึ้น (Tachycardia) หรือสั่นพลิ้ว (Fibrillation) ได้ ความผิดปกติของอัตราการเต้นหัวใจอาจทำให้เกิดการเสียชีวิตทันที เนื่องจากหัวใจไม่สามารถสูบฉีดเลือดได้อย่างเหมาะสม

2.1.7 ภาวะเสี่ยงต่อการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด

ที่สำคัญ ได้แก่ ความดันโลหิตสูง,ไขมันในเลือดสูง,โรคเบาหวาน,การสูบบุหรี่ โรคอ้วน, อัตราส่วนของเส้นรอบเอวต่อสะโพกเกิน 1 ,การบริโภค อาหารที่ไม่เหมาะสม ,ความเครียด ,การขาดการออกกำลังกาย และการอักเสบของเซลล์บุหลอดเลือดจากภาวะเครียดทางออกซิเดชัน นอกจากนี้ยังพบอัตราการเกิดในเพศชายสูงกว่าและเกิดในช่วงอายุน้อยกว่าเพศหญิง และหากมีบุคคลในครอบครัวเป็นโรคนี้ โอกาสการเกิดโรคจะสูงยิ่งขึ้น ผู้สูงอายุ เป็นกลุ่มที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือดมากขึ้นเช่นกัน

ตารางที่ 1 แสดงระดับไขมันในเลือดต่อความเสี่ยงในการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด

มก%	ระดับป้องกันโรค	ระดับควบคุม	ระดับเสี่ยงเล็กน้อย	ระดับเสี่ยงสูง
C-โดยรวม	$\leq$ 150	$<$ 200	$>$ 200	$>$ 240
LDL-C	$\leq$ 150	$<$ 130	$>$ 130	$>$ 160
HDL-C	$>$ 60	$>$ 45	$\leq$ 45	$<$ 35
TG	$<$ 150	$<$ 200	$>$ 200	$>$ 400

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาวะเครียดจากออกซิเดชั่นและพยาธิสภาพของหลอดเลือดหัวใจตีบ

ในสภาวะปกติ กระบวนการสร้างพลังงานจากสารอาหารที่บริโภคจำเป็นต้องใช้ออกซิเจน ทำให้มีการสร้างสารอนุมูลอิสระที่เป็นอนุพันธ์ของออกซิเจน (reactive oxygen species; ROS) ซึ่งเป็นอันตรายต่อสารชีวโมเลกุลและเซลล์ ปกติร่างกายจะมีวิธีกำจัดสารอนุมูลอิสระเหล่านี้ไม่ให้มากเกินไป โดยอาศัยสารต้านอนุมูลอิสระหลายชนิด ทั้งที่ร่างกายสร้างขึ้นเอง เช่น กลูตาไทโอน (glutathione) และได้รับจากภายนอก เช่น วิตามินอี วิตามินซี เบต้าแคโร-ทีน ไลโคพีน ไฟโตเอสโตรเจน เฟวานอยด์ เป็นต้น หากมีสารต้านอนุมูลอิสระน้อย หรือกระบวนการกำจัดสารอนุมูลอิสระเสียไป ทำให้สารอุมูลอิสระสูงขึ้นในร่างกาย เกิดภาวะเครียดจากการออกซิเดชัน (oxidative stress) ซึ่งเป็นสาเหตุที่สำคัญในการเสื่อมของหลอดเลือดและเซลล์บุผิวของหลอดเลือด การอักเสบ และการเกิดโรคเรื้อรังหลายชนิด อาทิเช่น ความชรา (aging) หรือโรคอื่นๆ ในผู้สูงอายุ เช่น โรคเส้นเลือดตีบตัน โรคหัวใจ โรคมะเร็ง โรคเบาหวาน โรคไต โรคนิ่ว เป็นต้น มีรายงานการศึกษาทั้งผลของการให้หรือเสริมอาหารผักและผลไม้ที่มีสารต้านอนุมูลอิสระสูง พบว่ามีประโยชน์ในการลดการเกิดพลาก และลดปัจจัยเสี่ยงของโรคหลอดเลือดหัวใจ พบว่าการลดลงของอัตราการเสียชีวิตจากโรคหัวใจและหลอดเลือด ยังขึ้นอยู่กับปัจจัยอื่น ๆ ได้แก่ การลดระดับไขมันโดยเฉพาะอย่างยิ่งระดับคอเลสเตอรอล ไตรกลีเซอไรด์ และ LDL

ดังนั้นถ้าผู้ป่วยโรคหัวใจและหลอดเลือดมีความรู้เกี่ยวกับการรับประทานอาหารไขมันต่ำ เลือกใช้กรดไขมันชนิด โอเมก้า-3 และกรดไขมันอิ่มตัวเชิงเดี่ยว (MUFA) หลีกเลี่ยงอาหารที่มีกรดไขมันอิ่มตัวและ น้ำมันที่มีกรดไขมันทราน (Trans –fats) และบริโภคอาหารที่มีสารต้านอนุมูลอิสระและกากใยสูงเป็นเรื่องที่สำคัญที่จะทำให้ป้องกันและฟื้นฟูโรคได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 นิยามที่เกี่ยวข้อง

2.2.1 ค่าลักษณะเฉพาะ

<u>นิยาม</u> ให้ A เป็นเมตริกซ์ขนาด $n \times n$ จะเรียกว่า λ ค่าลักษณะเฉพาะ ของ A (Eigenvalue of A) ถ้ามีเวกเตอร์ X ที่ไม่เป็นเวกเตอร์ศูนย์ ที่ทำให้

$$AX = \lambda X$$

และเรียกเวกเตอร์ X ว่า เวกเตอร์ลักษณะเฉพาะ สำหรับ λ ของเมทริกซ์ A

สามารถจัดรูสมการให้อยู่ในรูป ระบบสมการเอกพันธ์ (Homogeneous System)

$$(A - \lambda I)X = 0$$

2.2.2 พหุนามลักษณะเฉพาะ

สมการ $|A - \lambda I| = 0$ จะเป็นพหุนามดีกรี n ในตัวแปร λ ซึ่งเรียกสมการนี้ว่า สมการพหุนามลักษณะเฉพาะ (Characteristic equation) และเรียกพหุนาม $P(\lambda) = |A - \lambda I|$ ว่า พหุนามลักษณะเฉพาะ (Characteristic polynomial)

พหุนาม $P(\lambda)$ เป็นพหุนามดีกรี n ดังนั้นจะรากที่ n ราก ซึ่งบางรากอาจจะเป็นรากเชิงซ้อน แม้ว่าค่าสมาชิกของ A จะมีค่าเป็นจำนวนจริงทั้งหมด รากของ $P(\lambda)$ เรียกว่า ค่าเจาะจงเฉพาะของเมตริกซ์ A เมื่อทราบค่า λ ที่เป็นค่าเจาะจงแล้วจะสามารถหาเวกเตอร์เจาะจงที่สมนัยกับค่าเจาะจงนั้นๆได้ จากการแก้สมการระบบ

$$(A - \lambda I)X = 0$$

โดยทั่วไปแล้ว ถ้า $n \geq 4$ เราจะไม่ต้องหาค่าเจาะจงด้วยการแก้สมการ $P(\lambda) = 0$ เพราะต้องใช้เวลาในการคำนวณมาก หรือไม่ก็ทำไม่ได้เลย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.3 จาโคเบียนเมทริกซ์(Jacobian Matrix)

สมมติให้ $f_1(x,y)$ และ $f_2(x,y)$ เป็นฟังก์ชันของตัวแปรอิสระ x และ y เมื่อเมทริกซ์จาโคเบียน นิยามโดย $J(x,y)$ คือ

$$J(x,y)=\begin{bmatrix}\frac{\partial f_1}{\partial x} & \frac{\partial f_1}{\partial y}\\ \frac{\partial f_2}{\partial x} & \frac{\partial f_2}{\partial y}\end{bmatrix}$$

ในทำนองเดียวกัน ถ้า $f_1(x,y,z), f_2(x,y,z)$ และ$f_3(x,y,z)$ เป็นฟังก์ชันของตัวแปรอิสระ x,y และ z เมื่อเมทริกซ์จาโคเบียนขนาด 3×3 นิยามโดย $J(x,y,z)$ คือ

$$J(x,y,z)=\begin{bmatrix}\frac{\partial f_1}{\partial x} & \frac{\partial f_1}{\partial y} & \frac{\partial f_1}{\partial z}\\ \frac{\partial f_2}{\partial x} & \frac{\partial f_2}{\partial y} & \frac{\partial f_2}{\partial z}\\ \frac{\partial f_3}{\partial x} & \frac{\partial f_3}{\partial y} & \frac{\partial f_3}{\partial z}\end{bmatrix}$$

นิยาม ให้ $x=[x_1,x_2,x_3,\dots,x_n]^T$ และ $f(x)$ เป็นฟังก์ชันเวกเตอร์ของ x โดยที่ $f(x)=[f_1(x),f_2(x),f_3(x),\dots,f_m(x)]^T$ ดังนั้นอนุพันธ์ของ $f(x)$ เทียบกับ x จะเรียกว่า จาโคเบียนเมทริกซ์ (Jacobian matrix) หรือ จาโคเบียนของ $f(x)$ นิยามโดย

$$\begin{bmatrix}\frac{\partial f_1(x)}{\partial x_1} & \frac{\partial f_1(x)}{\partial x_2} & \frac{\partial f_1(x)}{\partial x_3} & \cdots & \frac{\partial f_1(x)}{\partial x_n}\\ \frac{\partial f_2(x)}{\partial x_1} & \frac{\partial f_2(x)}{\partial x_2} & \frac{\partial f_2(x)}{\partial x_3} & \cdots & \frac{\partial f_2(x)}{\partial x_n}\\ \frac{\partial f_3(x)}{\partial x_1} & \frac{\partial f_3(x)}{\partial x_2} & \frac{\partial f_3(x)}{\partial x_3} & \cdots & \frac{\partial f_3(x)}{\partial x_n}\\ \vdots & \vdots & \vdots & \cdots & \vdots\\ \frac{\partial f_m(x)}{\partial x_1} & \frac{\partial f_m(x)}{\partial x_2} & \frac{\partial f_m(x)}{\partial x_3} & \ddots & \frac{\partial f_m(x)}{\partial x_n}\end{bmatrix}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.4 จุดสมดุล

นิยาม จุด $X_e \in \mathbb{R}^n$ เป็นจุดสมดุล (Equilibrium point) ของ

$$\frac{dx}{dt} = f(t, X)$$

เมื่อ $\frac{dx}{dt} = f(t, X) = 0$ สำหรับทุกๆ $t \geq t^*$ แสดงว่า X_e เป็นจุดสมดุลของ $f(t, X)$ ที่ t^*

ทฤษฎีบท 2.2 ความเสถียรภาพของจุดสมดุล (Stable of equilibrium point) พิจารณาจากค่าลักษณะเฉพาะ (eigenvalue) ที่หาได้จากการหา $\det(A - \lambda I)X = 0$ ดังนี้

1.ค่าลักษณะเฉพาะ λ แต่ละตัวมีเครื่องหมายเป็นลบ แล้วจะได้ว่าจุดสมดุลนั้นมีจุดความเสถียร (stable)

2.ค่าลักษณะเฉพาะ λ แต่ละตัวมีเครื่องหมายต่างกัน แล้วจะได้ว่าจุดสมดุลนั้นมีจุดอานม้า (saddle point)

3.ค่าลักษณะเฉพาะ λ แต่ละตัวมีเครื่องหมายเป็นบวก แล้วจะได้ว่าจุดสมดุลนั้นไม่มีความเสถียร (unstable)

2.2.5 การหาผลเฉลยจุดสมดุลของระบบสมการเชิงเส้นชนิดต่อเนื่อง

การหาจุดสมดุลของระบบสมการ หาได้โดยพิจารณาแบบจำลองที่มีรูปแบบดังนี้

$$\left.\begin{aligned} \frac{dx_1}{dt} &= F_1(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n) \\ \frac{dx_2}{dt} &= F_2(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n) \\ &\vdots \qquad\qquad \vdots \\ \frac{dx_n}{dt} &= F_n(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n) \end{aligned}\right\} \quad (2.1)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลเฉลยจุดสมดุลของระบบสมการนี้ สามารถหาได้จากการให้สมการทุกสมการของ (2.1) เท่ากับศูนย์ นั่นคือ

$$F_1(x_1, x_2, x_3, \ldots, x_n) = 0$$

$$F_2(x_1, x_2, x_3, \ldots, x_n) = 0$$

$$\vdots$$

$$F_n(x_1, x_2, x_3, \ldots, x_n) = 0$$

2.3 การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

2.3.1 แบบจำลอง

แบบจำลอง หมายถึง ตัวแบบที่ช่วยในการนำเสนอข้อมูลต่างๆ ของระบบเพื่อนำข้อมูลเหล่านั้นไปใช้ในการแก้ปัญหา ตัวแบบนี้อาจจะเป็นโปรแกรม ที่มีความสามารถในการใช้สูตรคำนวณทางคณิตศาสตร์เพื่อวิเคราะห์ข้อมูล ค้นหาคำตอบ หรือจำลองให้เห็นภาพของข้อมูล เพื่อนำไปใช้แก้ปัญหาแบบจำลองสามารถนำไปใช้ในด้านต่างๆ ได้ดังนี้

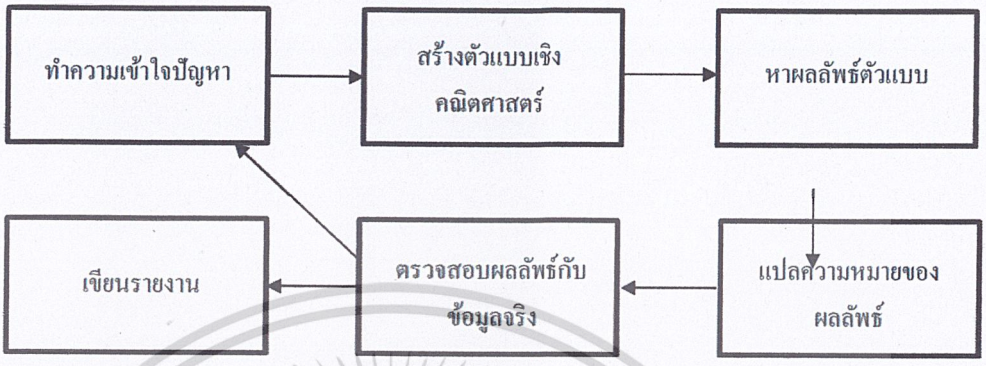
1.ด้านเศรษฐศาสตร์ (Economic) ข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์สำหรับแก้ปัญหาในธุรกิจ มีความน่าเชื่อถือมากกว่าการใช้ประสบการณ์เพียงอย่างเดียว อีกทั้งยังมีค่าใช้จ่ายในการวิเคราะห์จากแบบจำลองไม่มาก ทำงานได้รวดเร็ว

2.ด้านระยะเวลา(Time)สามารถทำงานได้ภายใต้ความกดดันเวลาและทันต่อความต้องการใช้งาน

3.สามารถทำความเข้าใจและมองภาพของปัญหาภายในได้อย่างชัดเจน (View of Problem)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2 กระบวนการคิดในการสร้างแบบจำลอง



รูปที่ 2.7 แสดงกระบวนการคิดในการสร้างแบบจำลอง

ซึ่งสามารถสรุปเป็นขั้นตอนได้ 6 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. ทำความเข้าใจปัญหา (Identify the Reaal Problem)

การทำความเข้าใจปัญหาเป็นขั้นตอนแรกในการสร้างตัวแบบ ต้องวิเคราะห์เพื่อให้ทราบว่าปัญหาคืออะไร มีอะไรบ้างที่เกี่ยวข้องกับปัญหา มีคำถามมากมายที่ต้องทำความเข้าใจโจทย์ ปัญหาในสถานการณ์จริง เช่น ปัญหานี้ต้องการทราบอะไร มีวัตถุประสงค์และเป้าหมายอะไร จะตัดสินผลที่ออกมาอย่างไร แหล่งข้อมูลมาจากไหน เชื่อถือได้หรือไม่มี จากที่กล่าวข้างต้น นิยาม ข้อกำหนด ขอบเขต ต้องให้ตรงประเด็นและชัดเจน

2. สร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (Formulate a Mathematic Model)

ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ จากปัญหาที่ได้วิเคราะห์หรือทำให้ชัดเจนแล้วในขั้นที่ 1 ทดลองสร้างตัวแบบที่ซับซ้อนน้อยที่สุดก่อน เขียนแผนภาพตามความเหมาะสม เขียนรายการปัจจัยที่เกี่ยวข้อง รวบรวมข้อมูลและทดสอบเนื้อหารายละเอียด อธิบายพฤติกรรมของตัวแปร รวบรวมข้อมูลเพิ่มเติมถ้าจำเป็น แสดงตัวแปรแต่ละตัวด้วยสัญลักษณ์ที่เหมาะสมพร้อมทั้งกำหนดหน่วย กำหนดข้อสมมติที่ต้องการสร้าง เขียนความสัมพันธ์และสมการของตัวแปรในโจทย์ โดยใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ เช่น การเป็นสัดส่วน ความสัมพันธ์เชิงเส้นและไม่เชิงเส้น กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน สมการเชิงผลต่างและสมการเชิงอนุพันธ์ เมทริกซ์ ความน่าจะเป็น การกระจายเชิงสถิติ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. หาผลลัพธ์ของตัวแบบ (Solve the Mathematical Model)

การหาคำตอบทางคณิตศาสตร์ของตัวแบบ อาจจะใช้วิธีเกี่ยวกับพีชคณิต หรือใช้วิธีเชิงตัวเลข ใช้แคลคูลัสและกราฟ เขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ หรือใช้โปรแกรมสำเร็จรูปที่เหมาะสมหาค่าของตัวแปรที่ต้องการ อาจจะเป็นรูปแบบตาราง รูปภาพหรือกราฟ

4. แปลความหมายของผลลัพธ์ (Interpret the Mathematical Solution)

ขั้นตอนนี้เป็นการแปลความหมาย และตรวจสอบผลลัพธ์ที่หาได้จากวิธีการเชิงคณิตศาสตร์ เช่น พิจารณาค่าของตัวแปรที่หาได้ ว่ามีเครื่องหมายและขนาดถูกต้องหรือไม่ มีค่าเพิ่มหรือลดตามที่ควรได้คำตอบที่ดีที่สุดตามที่คาดไว้หรือไม่หรือต้องเปลี่ยนเงื่อนไขเริ่มต้น

5.การตรวจสอบผลลัพธ์กับข้อมูลจริง (compare with Reality)

ผลลัพธ์ที่ได้สามารถตรวจสอบกับข้อมูลจริงได้หรือไม่ ซึ่งข้อมูลจริงในการทำโครงการพิเศษเรื่องนี้ใช้เป็นข้อมูลผู้ป่วยโรคหัวใจและหลอดเลือด คำตอบเชิงคณิตศาสตร์มีความหมายหรือไม่ ประเมินตัวแบบที่สร้างขึ้นว่าได้ครบตามวัตถุประสงค์หรือไม่ ตัวแบบสามารถปรับปรุงให้ดีขึ้นได้อีกหรือไม่ ผลลัพธ์ที่ได้ก่อนหน้านี้ ชี้ให้เห็นว่าต้องคำนวณหาค่าตัวแปรจากตัวแบบที่ปรับปรุงใหม่เพื่อความแม่นยำที่ดีกว่าหรือไม่ ถ้าต้องการทำใหม่ก็ต้องกลับไปเริ่มที่ขั้นที่ 1 หรือถ้าไม่ต้องการทำใหม่ ก็ให้ไปที่ขั้นที่ 6 ขั้นตอนนี้สำคัญมาก เพราะบ่อยครั้งที่ต้องสร้างตัวแบบหลายรอบเพื่อที่จะได้ผลลัพธ์เป็นที่น่าพอใจ

6. เขียนรายงาน (Write a Report)

การเขียนรายงานต้องการทราบว่าเขียนเพื่อใคร ผู้อ่านต้องการทราบอะไร ต้องการรายละเอียดในรายงานมากน้อยเพียงใด จะสร้างรายงานอย่างไร จึงจะทำให้ลักษณะที่สำคัญที่ชัดเจน

2.3.3 ประเภทแบบจำลอง

แบบจำลองสามารถแบ่งออกเป็น 5 ประเภท คือ

1.แบบจำลองความคิด (อังกฤษ: Conceptual model) ในความหมายทั่วไป แบบจำลองหรือโมเดลใช้ในการแสดงสิ่งๆ หนึ่ง โมเดลบางตัวแสดงถึงสิ่งของที่เป็นรูปแบบ เช่น โมเดลของเล่น ขณะที่โมเดลทางความคิด ใช้ในการแสดงผ่านทางข้อความ ภาพวาด โมเดลเหล่านี้ใช้ในการช่วยแสดงให้ผู้อื่นได้เข้าใจถึงประเด็นหัวข้อที่ต้องการอธิบาย แบบจำลองความคิดมีหลากหลายตั้งแต่แบบจำลองที่ชัดเจนเป็นรูปธรรม เช่นภาพของวัตถุที่คุ้นเคย ไปถึงภาพหรือวัตถุทางนามธรรมเช่นแบบจำลองคณิตศาสตร์ ซึ่งไม่สามารถวาดหรือแสดงเป็นรูปธรรม

2.แบบจำลองมาตรฐาน (อังกฤษ: Standard Model) ของ ฟิสิกส์ของอนุภาค เป็นทฤษฎีหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับปฏิสัมพันธ์ของนิวเคลียสที่เป็นแบบแม่เหล็กไฟฟ้า, ที่อ่อนแอ, และที่แข็งแกร่ง เช่นเดียวกับการแยกประเภทของอนุภาคย่อยของอะตอมที่เรารู้จักแล้วทั้งหมด มันถูกพัฒนาขึ้นในช่วงครึ่งหลังของศตวรรษที่ 20 ในฐานะที่เป็นความพยายามในความร่วมมือของนักวิทยาศาสตร์ทั่ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โลก รูปแบบปัจจุบันได้รับการสรุปขั้นตอนสุดท้ายในช่วงกลางของทศวรรษที่ 1970 ภายใต้การยืนยันด้วยการทดลองของการดำรงอยู่ของควาร์ก

3.แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (อังกฤษ: Mathematical model) เป็นการใช้คณิตศาสตร์ในการอธิบายระบบ แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ได้ถูกใช้ทั้งในสายงานวิทยาศาสตร์ สังคมศาสตร์ มนุษยศาสตร์ และ เศรษฐศาสตร์ แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ยังถูกนิยามว่าเป็นการแสดงผลของส่วนสำคัญของระบบที่มีอยู่ หรือระบบที่กำลังจะถูกสร้าง เพื่อแสดงความรู้ของระบบในรูปแบบที่สามารถนำมาใช้งานได้

4.แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ (scientific modeling) คือการสร้างของสิ่งหนึ่งเพื่อแทนวัตถุ กระบวนการ ความสัมพันธ์ หรือ สถานการณ์ เช่น การสร้างแบบจำลองของโครงสร้างหลังคาเพื่อให้วิศวกร สามารถคำนวณต่างๆได้ ก่อนที่จะสร้างจริง ไม่ว่าจะเป็น แบบจำลองคณิตศาสตร์ แบบจำลองแบบไม่เป็นคณิตศาสตร์ เช่น แบบจำลองการทดสอบเชิงจิตวิทยา แบบจำลองที่เป็นรูปธรรมหรือจับต้องได้ แบบจำลองที่ใช้แผนภาพ เช่น แบบจำลองการเพิ่มของจำนวนกระต่าย หรือ แบบจำลองสามมิติ

5.แบบจำลองสามิติ คอมพิวเตอร์กราฟฟิกส์สามมิติ การสร้างโมเดลสามมิติ หรือ 3D modeling หมายถึงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการสร้างแบบจำลองโดยอาศัยโครงสร้าง wireframe เพื่อแสดงวัตถุในสามมิติทั้งแบบที่เคลื่อนไหวได้และไม่เคลื่อนไหว โดยใช้ซอฟต์แวร์สามมิติสร้างขึ้น เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ออกมาเป็น โมเดลสามมิติ ซึ่งสามารถนำมาแสดงผลด้วยกระบวนการ 3D rendering หรือ 3D projection หรือ 3D printing ที่ใช้สร้างวัตถุที่จับต้องได้จริงๆได้ โมเดลสามมิตินี้อาจถูกสร้างขึ้นโดยอัตโนมัติหรือโดยใช้คนทำขึ้นทั้งนี้ การสร้างแบบจำลองสามมิติไม่จำเป็นต้องใช้คอมพิวเตอร์ในการสร้าง แต่ใช้วิธีวาดขึ้นเช่นในการเขียนแบบทัศนียภาพก็ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.4 การสร้างแบบจำลองของโรค

การสร้างแบบจำลองสามารถสร้างได้หลายแบบ เช่น แบบจำลอง SIR , แบบจำลอง SIRS

ตัวแปร

N = จำนวนประชากรทั้งหมด

S = จำนวนประชาการที่เสี่ยงต่อการติดเชื้อ

I = จำนวนผู้ติดเชื้อและสามารถถ่ายทอดเชื้อได้

R = จำนวนประชากรที่ผู้ฟื้นไข้

ตัวแปรพารามิเตอร์ เป็นค่าดังนี้

ϑ = อัตราการของผู้ติดเชื้อแล้วเปลี่ยนไปเป็นผู้ฟื้นไข้

β = อัตราผู้เสี่ยงต่อการติดเชื้อแล้วเปลี่ยนไปเป็นผู้ติดเชื้อ

γ = อัตราการฟื้นไข้ที่เปลี่ยนเป็นผู้ที่เสี่ยงต่อการติดเชื้อ

δ = อัตราการตายของประชากร

α= อัตราการเกิดของประชากร

เมื่อ βSI คือจำนวนของผู้เสี่ยงต่อการติดเชื้อแล้วเปลี่ยนไปเป็นผู้ที่ติดเชื้อและสามารถถ่ายทอดเชื้อได้

ϑI คือ จำนวนของผู้ติดเชื้อและสามารถถ่ายทอดเชื้อได้แล้วเปลี่ยนไปเป็นผู้ที่พักฟื้นไข้

γR คือ จำนวนของผู้ฟื้นไข้เปลี่ยนเป็นผู้ที่เสี่ยงต่อการติดเชื้อ

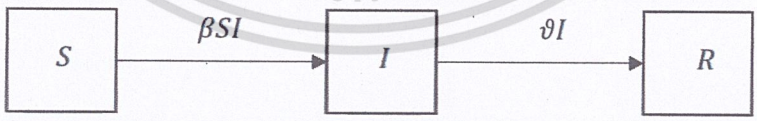
δS คือ จำนวนของผู้ที่เสี่ยงต่อการติดเชื้อจนเสียชีวิต

δR คือ จำนวนของผู้ที่ฟื้นไข้ที่เสียชีวิต

δI คือ จำนวนของผู้ที่ติดเชื้อและสามารถถ่ายทอดเชื้อได้จนเสียชีวิต

αN คือ จำนวนของผู้ที่เกิดใหม่

แบบจำลองของ SIR



รูปที่ 2.3.4.1 แผนภาพแสดงแนวคิดในการสร้างแบบจำลองของ SIR

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เขียนสมการ ได้ดังนี้

$\frac{dS}{dt} = -\beta SI$;

$\frac{dI}{dt} = \beta SI - \vartheta I$

$\frac{dR_i}{dt} = \vartheta I$

ตัวแปรมีค่า ดังนี้

$\frac{dS}{dt}$ หมายถึง อัตราการเปลี่ยนแปลงของประชากรที่เสี่ยงต่อการติดเชื้อ

$-\beta SI$ หมายถึง การลดลงของประชากรของกลุ่มที่เสี่ยงต่อการติดเชื้อ S และสามารถถ่ายถอดเชื้อได้ ด้วยอัตรา β

$\frac{dI}{dt}$ หมายถึง อัตราการเปลี่ยนแปลงของประชากรผู้ติดเชื้อและสามารถถ่ายทอดเชื้อได้

$+\beta SI$ หมายถึง การเพิ่มขึ้นของประชากรผู้ติดเชื้อและสามารถถ่ายทอดเชื้อได้ I ซึ่งเปลี่ยนมาจากกลุ่มที่เสี่ยงต่อการติดเชื้อของ S

$\frac{dR}{dt}$ หมายถึง อัตราการเปลี่ยนแปลงของประชากรผู้ฟื้นไข้

$+\vartheta I$ หมายถึง การเพิ่มขึ้นของประชากรผู้ฟื้นไข้ R ซึ่งเปลี่ยนมาจากกลุ่มผู้ติดเชื้อและสามารถถ่ายทอดเชื้อได้ I

อธิบายรายละเอียดของโมเดลได้ดังนี้

1.อัตราการเปลี่ยนแปลงของผู้ป่วยเสี่ยงต่อการติดเชื้อ

- คือ จำนวนประชากรของผู้ที่เสี่ยงต่อการติดเชื้อแล้วเปลี่ยนไปเป็นผู้ที่ติดเชื้อและสามารถถ่ายทอดเชื้อได้

2.อัตราการเปลี่ยนแปลงของผู้ป่วยที่ติดเชื้อ

- คือ จำนวนประชากรของผู้ที่ติดเชื้อแล้วเปลี่ยนไปเป็นผู้ที่ฟื้นไข้และสามารถถ่ายทอดเชื้อได้

+ คือ จำนวนประชากรของผู้ที่เสี่ยงต่อการติดเชื้อแล้วเปลี่ยนไปเป็นผู้ที่ติดเชื้อและสามารถถ่ายทอดเชื้อได้

3.อัตราการเปลี่ยนแปลงของผู้ป่วยที่ฟื้นไข้

+ คือ จำนวนประชากรของผู้ที่ติดเชื้อแล้วเปลี่ยนไปเป็นผู้ที่ฟื้นไข้และสามารถถ่ายทอดเชื้อได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1) งานวิจัยความเสี่ยงต่อการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือดของบุคลากรที่ปฏิบัติ ราชการส่วนกลาง กระทรวงสาธารณสุข [โดยใช้แบบประเมินความเสี่ยง ต่อโรคหัวใจและหลอดเลือด Rama – EGAT Heart Score]

ชื่อ : เกษชดา ปัญเศษ , สุกาญฎา กลิ่นถือศิล , อาภาสิณี กิ่งแก้ว , วิยดา วงศ์มณีโรจน์

ปี : พ.ศ.2556

การวิจัยเชิงพรรณนาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินภาวะเสี่ยงต่อโรคหัวใจและหลอดเลือดของบุคลากรที่ปฏิบัติราชการส่วนกลาง กระทรวงสาธารณสุข โดยใช้แบบประเมินความเสี่ยงต่อโรคหัวใจและหลอดเลือด Rama – EGAT Heart Score ซึ่งพัฒนาโดยคณะแพทยศาสตร์โรงพยาบาลรามาธิบดี

2) **รายงานวิจัย การลดปัจจัยเสี่ยงและส่งเสริมคุณภาพชีวิตของผู้ป่วยโรคกล้ามเนื้อหัวใจขาดเลือด** (ระยะที่ 2)

ชื่อ : ผศ. วชิราภรณ์ สุมนวงศ์ ,รศ. ดร. อาภรณ์ ดีนาน , ผศ. ดร. สงวน ธานี ,ผศ. ดร. สมสมัย รัตนกรีฑากุล ,นายแพทย์ชัชวาล วัตนะกุล

ปี : พ.ศ.2557

การวิจัยครั้งนี้เป็นวิจัยกึ่งทดลองแบบวัดก่อนและหลัง มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและ ทดสอบผลของโปรแกรมลดความเสี่ยงและเพิ่มคุณภาพชีวิตของผู้ป่วยโรคกล้ามเนื้อหัวใจขาดเลือด คณะวิจัยพัฒนาโปรแกรมจากหลักฐานเชิงประจักษ์โดยมีเนื้อหาเป็นการชี้แนะด้านสุขภาพ กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ผู้ป่วยโรค กล้ามเนื้อหัวใจขาดเลือด จำนวน 30 ราย คัดเลือกตามเกณฑ์ที่กำหนด

3) งานวิจัย ปัจจัยที่มีผลต่อความเสี่ยงการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือดของประชาชนอายุ 35 ปีขึ้นไป

ชื่อ : สุรพล ช่วยบุดดา

ปี : พ.ศ. 2558

ได้ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อความเสี่ยงการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือดของประชาชนอายุ 35 ปีขึ้นไป ตำบลหนองบัว อำเภอบ้านฝาง จังหวัดขอนแก่น พบว่าตัวแปรที่สามารถร่วมกันทำนายความเสี่ยงโรคหัวใจและหลอดเลือดประกอบด้วยการรับประทานอาหารที่มีไขมันสูง การออกกำลังกายแต่ละครั้งให้เหนื่อยพอสมควร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) **วิจัย พฤติกรรมป้องกันโรคหัวใจและหลอดเลือดของพนักงานธนาคารกสิกร ในเขตกรุงเทพมหานคร**

ชื่อ : จุฑามาศ คชโคตร,แอนน์ จิระพงษ์สุวรรณ,พัชราพร เกิดมงคล,ขวัญใจ อำนาจสัตย์ซื่อ ,อรวรรณ แก้วบุญชู

ปี : พ.ศ. 2555

ได้ศึกษาพฤติกรรมป้องกันโรคหัวใจและหลอดเลือดและปัจจัยที่เกี่ยวข้องของพนักงานธนาคารกสิกรไทยในเขตกรุงเทพมหานคร พบว่าพนักงานธนาคารกสิกรไทยในเขตกรุงเทพมหานคร มีพฤติกรรมป้องกันโรคหัวใจและหลอดเลือดอยู่ระดับปานกลาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.1 ข้อมูลโรคหัวใจและหลอดเลือด

ข้อมูลจังหวัดในประเทศไทยมี 77 จังหวัด แบ่งออกได้ 12 เขต ดังนี้

เขตสุขภาพที่ 1 เชียงใหม่ ลำพูน ลำปาง แพร่ น่าน พะเยา เชียงราย แม่ฮ่องสอน

เขตสุขภาพที่ 2 อุตรดิตถ์ ตาก สุโขทัย พิษณุโลก เพชรบูรณ์

เขตสุขภาพที่ 3 กำแพงเพชร ชัยนาท นครสวรรค์ พิจิตร อุทัยธานี

เขตสุขภาพที่ 4 นครนายก นนทบุรี ปทุมธานี พระนครศรีอยุธยา ลพบุรี สิงห์บุรี สระบุรี อ่างทอง

เขตสุขภาพที่ 5 กาญจนบุรี ประจวบคีรีขันธ์ เพชรบุรี ราชบุรี สมุทรสงคราม สมุทรสาคร สุพรรณบุรี นครปฐม

เขตสุขภาพที่ 6 สมุทรปราการ จันทบุรี ฉะเชิงเทรา ชลบุรี จังตราด ปราจีนบุรี ระยอง สระแก้ว

เขตสุขภาพที่ 7 กาฬสินธุ์ ขอนแก่น มหาสารคาม ร้อยเอ็ด

เขตสุขภาพที่ 8 นครพนม บึงกาฬ เลย สกลนคร หนองคาย หนองบัวลำภู อุดรธานี

เขตสุขภาพที่ 9 ชัยภูมิ นครราชสีมา บุรีรัมย์ สุรินทร์

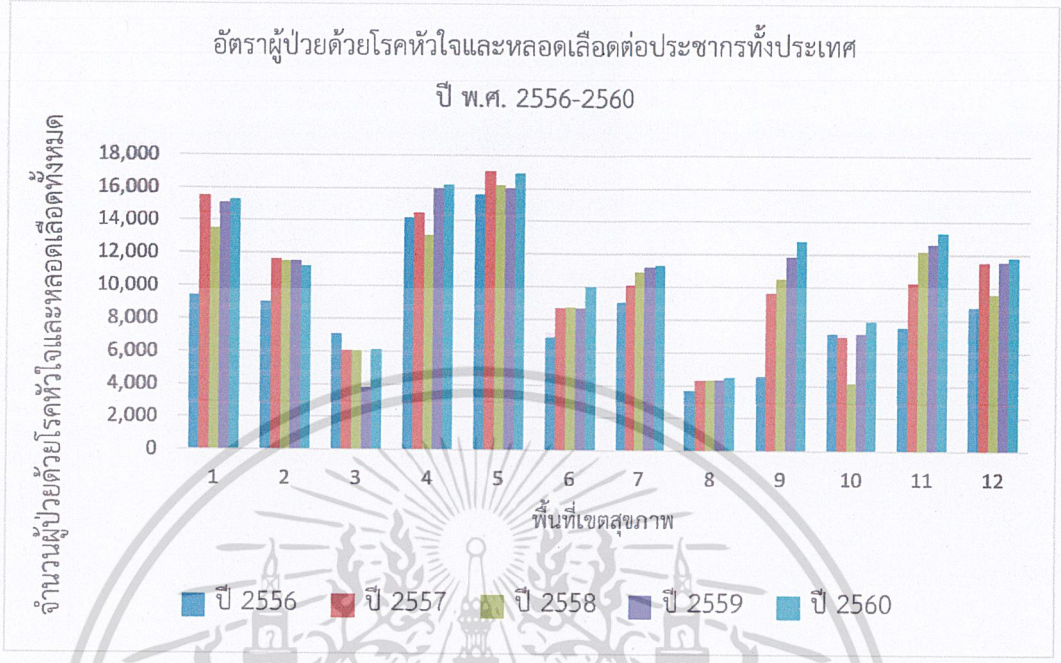
เขตสุขภาพที่ 10 มุกดาหาร ยโสธร ศรีสะเกษ อุบลราชธานี อำนาจเจริญ

เขตสุขภาพที่ 11 กระบี่ ชุมพร นครศรีธรรมราช พังงา ภูเก็ต ระนอง สุราษฎร์ธานี

เขตสุขภาพที่ 12 ตรัง สงขลา นราธิวาส ปัตตานี พัทลุง สตูล ยะลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.1 อัตราผู้ป่วยด้วยโรคหัวใจและหลอดเลือดต่อประชากรทั้งประเทศตั้งแต่ปี พ.ศ. 2556-2560

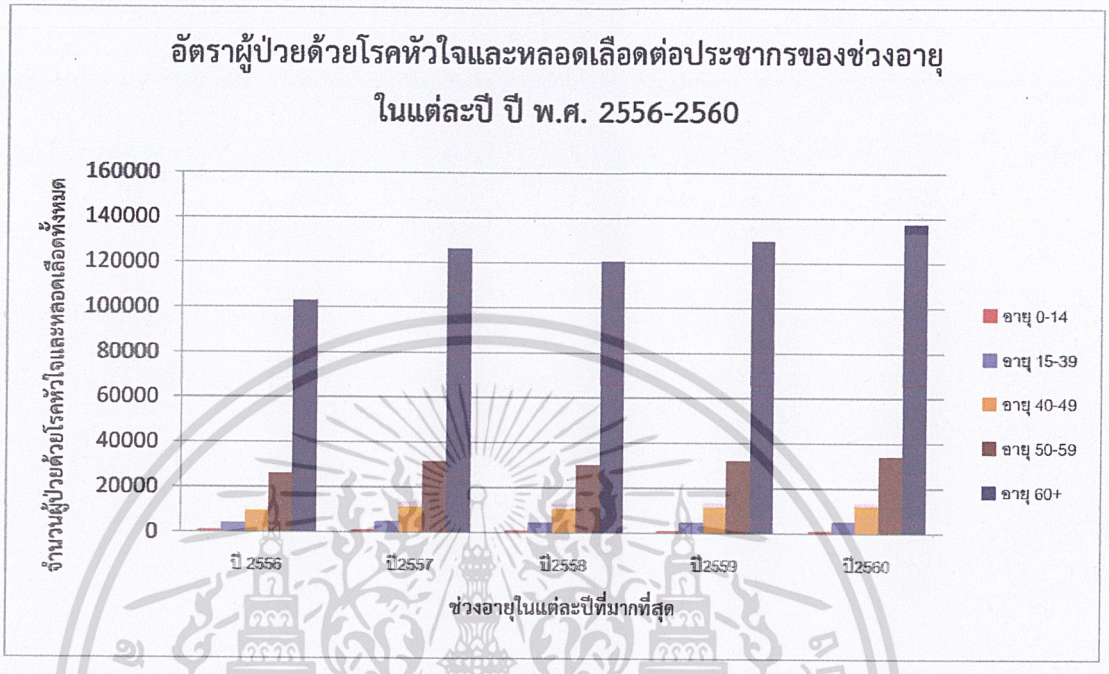


รูปที่ 3.1.2 กราฟแสดงจำนวนผู้ป่วยด้วยโรคหัวใจและหลอดเลือดต่อประชากรทั้งประเทศ ปี พ.ศ. 2556-2560

จากกราฟจะเห็นว่าผู้ป่วยในช่วงปี พ.ศ. 2560 มีจำนวนประชากรสูงมากที่สุดและพบว่าผู้ป่วยในปี พ.ศ. 2556 มีผู้ป่วยน้อยที่สุด ซึ่งสุขภาพเขตที่ 5 มีจำนวนประชาการที่เป็นโรคหัวใจและหลอดเลือดมากที่สุด จากข้อมูลมีการเพิ่มขึ้นของการป่วยเป็นโรคหัวใจและหลอดเลือดมีเพิ่มมากขึ้นในทุกๆปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2 อัตราผู้ป่วยด้วยโรคหัวใจและหลอดเลือดต่อประชากรของช่วงอายุในแต่ละปี พ.ศ. 2556-2560

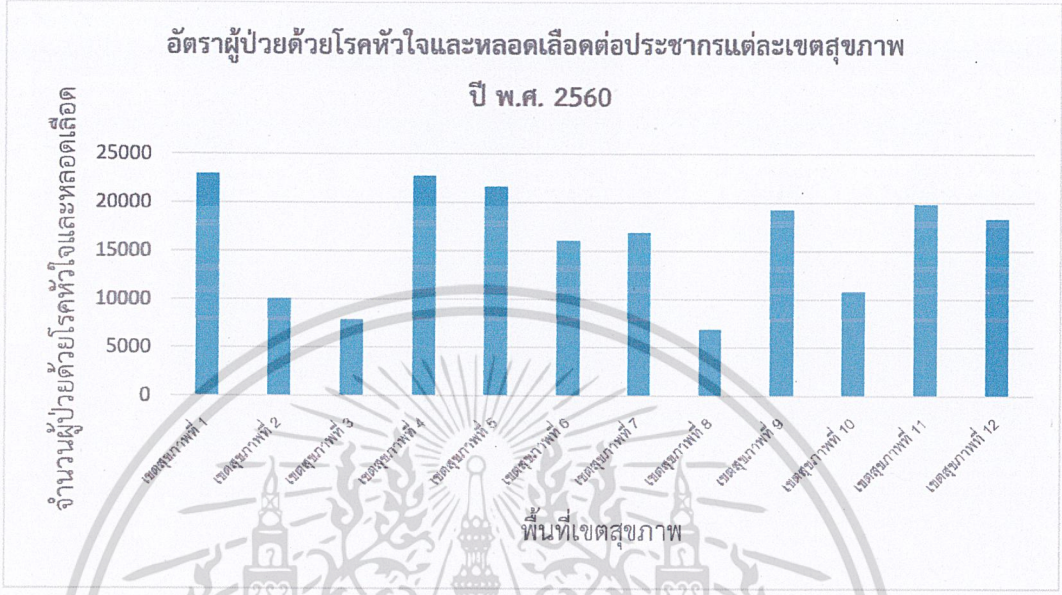


รูปที่ 3.1.2 กราฟแสดงจำนวนผู้ป่วยด้วยโรคหัวใจและหลอดเลือดต่อประชากรทั้งประเทศของอายุที่เป็นมากที่สุด ปี พ.ศ. 2556-2560

จากกราฟจะเห็นว่าผู้ป่วยในทุกๆ ปีมีอัตราของประชากรผู้ป่วยเพิ่มมากขึ้น มีการเพิ่มขึ้นของทุกช่วงอายุ จะพบได้ช่วงอายุ 60+ มีจำนวนมากที่สุดในทุกๆปี จากข้อมูลประชากรในประเทศไทยมีการเพิ่มขึ้นของการป่วยเป็นโรคหัวใจและหลอดเลือดเพิ่มมากขึ้นของทุกๆปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.3 อัตราผู้ป่วยด้วยโรคหัวใจและหลอดเลือดต่อประชากรแต่ละเขตสุขภาพ ปี พ.ศ. 2560



รูปที่ 3.1.3 กราฟแสดงจำนวนผู้ป่วยด้วยโรคหัวใจและหลอดเลือดต่อแต่ละเขตสุขภาพ

ปี พ.ศ. 2560

จากกราฟจะเห็นว่าผู้ป่วยในช่วงเขตสุขภาพที่ 1 มีจำนวนประชากรสูงมากที่สุดเป็นโรคหัวใจและหลอดเลือดมากที่สุด ได้แก่ จังหวัดเชียงใหม่ ลำพูน ลำปาง แพร่ น่าน พะเยา เชียงราย แม่ฮ่องสอน จากข้อมูลมีการเพิ่มขึ้นของการป่วยเป็นโรคหัวใจและหลอดเลือดมีเพิ่มมากขึ้นในทุกๆปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 แบบจำลองตามกลุ่มช่วงอายุของโรคหัวใจและหลอดเลือด (Mathematical Model of cardiovasculas disease)

พิจารณาแบบจำลองของประชาการตามช่วงอายุของโรคหัวใจและหลอดเลือด

ตัวแปร

S_i = จำนวนประชาการผู้เสี่ยงต่อการติดเชื้อกลุ่มช่วงอายุที่ i

I_i = จำนวนประชากรผู้ติดเชื้อที่ได้รับการรักษากลุ่มช่วงอายุที่ i

R_i = จำนวนประชากรผู้ฟื้นไข้กลุ่มช่วงอายุที่ i

ช่วงอายุกลุ่มที่ i คือ

i = 1 คือ อายุ 0-14 ปี

i = 2 คือ อายุ 15-39 ปี

i = 3 คือ อายุ 40-49 ปี

i = 4 คือ อายุ 50-59 ปี

i = 5 คือ อายุ 60+ ปี

ตัวแปรพารามิเตอร์

μ = อัตราการเกิด

NT = จำนวนประชากรที่เกิดใหม่

μNT = จำนวนประชากรทั้งหมด

α_i = อัตราการเปลี่ยนแปลงช่วงอายุของประชากรกลุ่มช่วงอายุที่ i เป็น i+1

γ_i= อัตราผู้ฟื้นไข้ของประชากรกลุ่มช่วงอายุที่ i

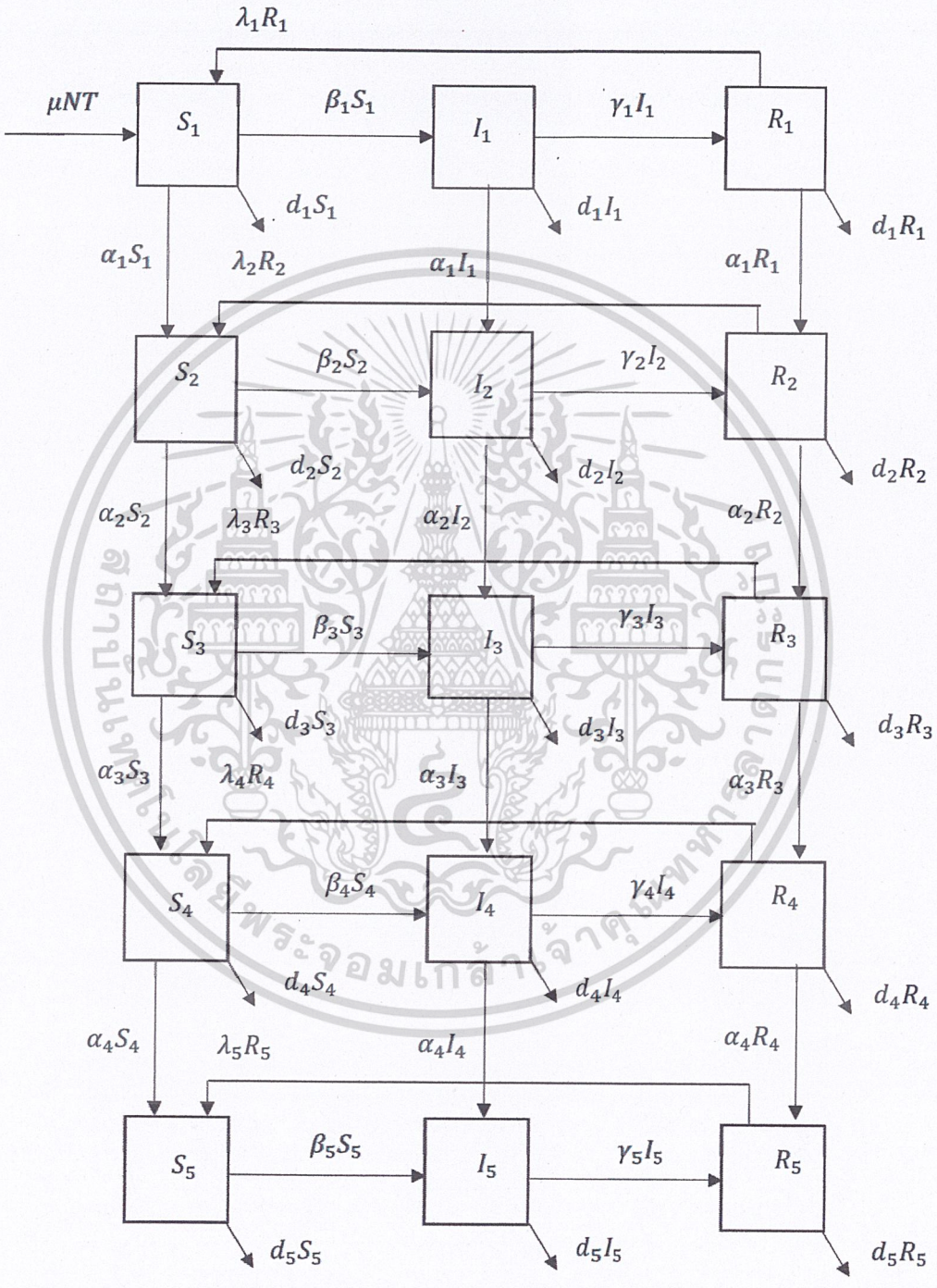
β_i = อัตราเสี่ยงต่อการติดเชื้อของประชากรกลุ่มช่วงอายุที่ i

d_i = อัตราการตายของประชากรกลุ่มช่วงอายุที่ i

λ_i = อัตราการฟื้นไข้เสี่ยงต่อการกลับมาติดเชื้อของประชากรกลุ่มช่วงอายุที่ i

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.1สร้างแบบจำลองได้ดังนี้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.2.1 นำมาเขียนเป็นสมการแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ได้ดังนี้

อัตราการเปลี่ยนแปลงของประชากรผู้เสี่ยงต่อการติดเชื้อ

$$\frac{dS_n}{dt} = \frac{dS_1}{dt} + \frac{dS_2}{dt} + \cdots + \frac{dS_5}{dt}$$

$$\frac{dS_1}{dt} = \mu NT + \lambda_1 R_1 - \beta_1 S_1 - d_1 S_1 - \alpha_1 S_1 \qquad ; i = 1$$

$$\frac{dS_i}{dt} = \lambda_i R_i - \beta_i S_i - d_i S_i - \alpha_i S_i + \alpha_{i-1} I_{i-1} \qquad ; i = 2,3,4$$

$$\frac{dS_5}{dt} = \alpha_4 S_4 + \lambda_5 R_5 - \beta_5 S_5 - d_5 S_5 \qquad ; i = 5$$

อัตราการเปลี่ยนแปลงของประชากรผู้ติดเชื้อที่ได้รับการรักษา

$$\frac{dI_n}{dt} = \frac{dI_1}{dt} + \frac{dI_2}{dt} + \cdots + \frac{dI_5}{dt}$$

$$\frac{dI_1}{dt} = \beta_1 S_1 - \gamma_1 I_1 - d_1 I_1 - \alpha_1 I_1 \qquad ; i = 1$$

$$\frac{dI_i}{dt} = \beta_i S_i + \alpha_{i-1} I_{i-1} - \gamma_i I_i - d_i I_i - \alpha_i I_i \qquad ; i = 2,3,4$$

$$\frac{dI_5}{dt} = \beta_5 S_5 + \alpha_4 I_4 - \gamma_5 I_5 - d_5 I_5 \qquad ; i = 5$$

อัตราการเปลี่ยนแปลงของประชากรผู้ฟื้นไข้

$$\frac{dR_n}{dt} = \frac{dR_1}{dt} + \frac{dR_2}{dt} + \cdots + \frac{dR_5}{dt}$$

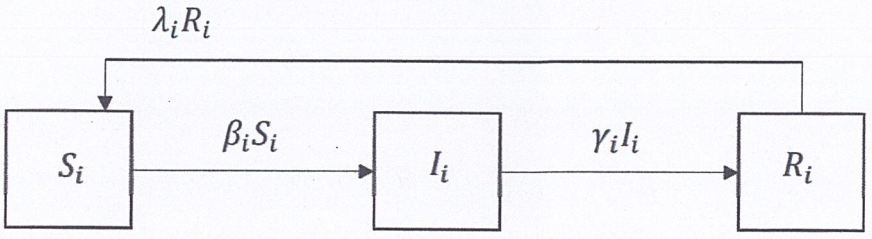
$$\frac{dR_1}{dt} = \gamma_1 I_1 - \lambda_1 R_1 - d_1 R_1 - \alpha_1 R_1 \qquad ; i = 1$$

$$\frac{dR_i}{dt} = \gamma_i I_i + \alpha_{i-1} R_{i-1} - d_i R_i - \lambda_i R_i - \alpha_i R_i \qquad ; i = 1,2,3$$

$$\frac{dR_5}{dt} = \gamma_5 I_5 + \alpha_4 R_4 - \lambda_5 R_5 - d_5 R_5 \qquad ; i = 5$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 คำอธิบายความหมายของแต่ละสมการแบบจำลองของโรคหัวใจและหลอดเลือด



รูปที่ 3.1 แสดงส่วนประกอบแบบจำลองโรคหัวใจและหลอดเลือด

$\frac{dS_i}{dt}$ หมายถึง อัตราการเปลี่ยนแปลงของประชากรที่เสี่ยงต่อการติดเชื้อโรคหัวใจและหลอดเลือด

$-\beta_i S_i$ หมายถึง การลดลงของประชากรของกลุ่มที่เสี่ยงต่อการติดเชื้อของโรคหัวใจและหลอดเลือด S_i

$\frac{dI_i}{dt}$ หมายถึง อัตราการเปลี่ยนแปลงของประชากรของกลุ่มที่อยู่ในระยะผู้ติดเชื้อที่ได้รับการรักษาของโรคหัวใจและหลอดเลือด

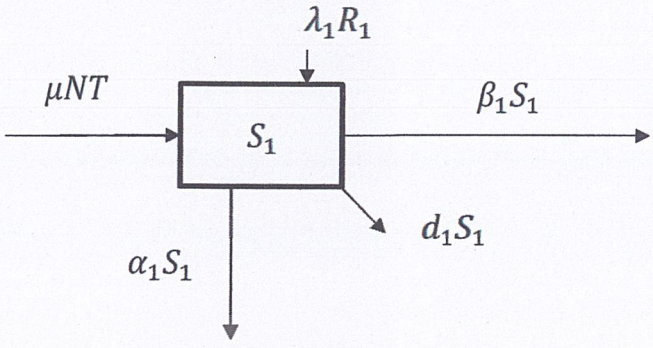
$+\beta_i S_i$ หมายถึง การเพิ่มขึ้นของประชากรกลุ่มที่อยู่ในระยะผู้ติดเชื้อที่ได้รับการรักษาของโรคหัวใจและหลอดเลือด I_i

$\frac{dR_i}{dt}$ หมายถึง อัตราการเปลี่ยนแปลงของประชากรของกลุ่มระยะผู้ฟื้นไข้ของโรคหัวใจและหลอดเลือด $+\gamma_i I_i$ หมายถึง การเพิ่มขึ้นของประชากรกลุ่มที่อยู่ในระยะผู้ฟื้นไข้ของโรคหัวใจและหลอดเลือด R_i

$-\lambda_i R_i$ หมายถึง การลดลงของประชากรของกลุ่มที่อยู่ในระยะผู้ฟื้นไข้ของโรคหัวใจและหลอดเลือดและสามารถกลับมาเป็นเชื้อของโรคหัวใจและหลอดเลือด

หมายเหตุ : I มีจำนวน 5 ช่วงอายุ I = 1,2,3,4,5 มีรูปแบบจำลองที่เหมือนกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 แสดงส่วนประกอบแบบจำลองโรคหัวใจและหลอดเลือด (1)

$$\frac{dS_1}{dt} = \mu NT + \lambda_1 R_1 - \beta_1 S_1 - d_1 S_1 - \alpha_1 S_1$$

$\frac{dS_1}{dt}$ หมายถึง อัตราการเปลี่ยนแปลงของประชากรที่เสี่ยงต่อการติดเชื้อโรคหัวใจและหลอดเลือด $+\mu NT$ หมายถึง การเพิ่มขึ้นของประชากรกลุ่มที่เสี่ยงต่อการติดเชื้อโรคของโรคหัวใจและหลอดเลือด S_1

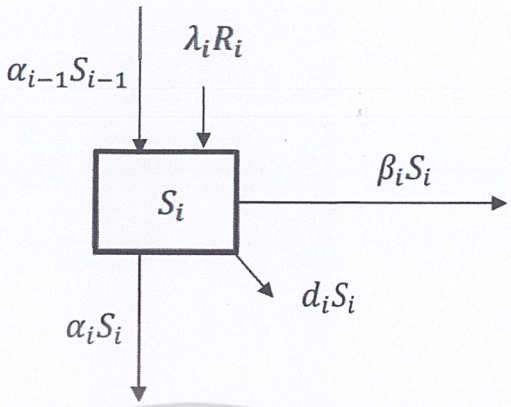
$-\beta_1 S_1$ หมายถึง การลดลงของประชากรของกลุ่มที่เสี่ยงต่อการติดเชื้อโรคหัวใจและหลอดเลือด S_i

$+\lambda_1 R_1$ หมายถึง การเพิ่มของประชากรของกลุ่มที่อยู่ในระยะผู้ฟื้นไข้ของโรคหัวใจและหลอดเลือดและมีอัตราที่สามารถกลับมาเป็นเชื้อของโรคหัวใจและหลอดเลือด

$-dS_1$ หมายถึง การลดลงของประชากรกลุ่มที่อยู่ในระยะเสี่ยงต่อการติดเชื้อของโรคหัวใจและหลอดเลือด S_1

$-\alpha_1 S_1$ หมายถึง การลดลงของประชากรของการเปลี่ยนแปลงช่วงอายุของผู้ติดเชื้อของโรคหัวใจและหลอดเลือด S_1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.3 แสดงส่วนประกอบแบบจำลองโรคหัวใจและหลอดเลือด (2)

$$\frac{dS_i}{dt} = \alpha_{i-1} S_{i-1} + \lambda_i R_i - \beta_i S_i - d_i S_i - \alpha_i S_i$$

$\frac{dS_i}{dt}$ หมายถึง อัตราการเปลี่ยนแปลงของประชากรที่เสี่ยงต่อการติดเชื้อของโรคหัวใจและหลอดเลือด $-\beta_i S_i$ หมายถึง การลดลงของประชากรของกลุ่มที่เสี่ยงต่อการติดเชื้อของโรคหัวใจและหลอดเลือด S_i

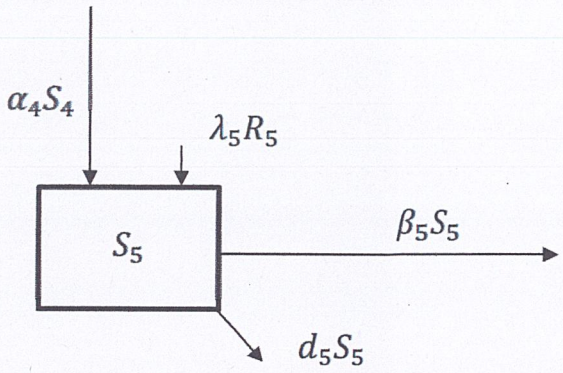
$+\lambda_i R_i$ หมายถึง การเพิ่มของประชากรของกลุ่มที่อยู่ในระยะผู้ฟื้นไข้ของโรคหัวใจและหลอดเลือด และมีอัตราที่สามารถกลับมาเป็นเชื้อของโรคหัวใจและหลอดเลือด

$-dS_i$ หมายถึง การลดลงของประชากรกลุ่มที่อยู่ในระยะเสี่ยงต่อการติดเชื้อของโรคหัวใจและหลอดเลือด S_i

$-\alpha_i S_i$ หมายถึง การลดลงของประชากรของการเปลี่ยนแปลงช่วงอายุของผู้ติดเชื้อโรคหัวใจและหลอดเลือด S_i

$+\alpha_{i-1} S_{i-1}$ หมายถึง การเพิ่มของประชากรของการเปลี่ยนแปลงช่วงอายุของผู้ติดเชื้อโรคหัวใจและหลอดเลือด S_{i-1}

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.4 แสดงส่วนประกอบแบบจำลองโรคหัวใจและหลอดเลือด (3)

$$\frac{dS_5}{dt} = \alpha_4 S_4 + \lambda_5 R_5 - \beta_5 S_5 - d_5 S_5$$

$\frac{dS_5}{dt}$ หมายถึง อัตราการเปลี่ยนแปลงของประชากรที่เสี่ยงต่อการติดเชื้อของโรคหัวใจและหลอดเลือด

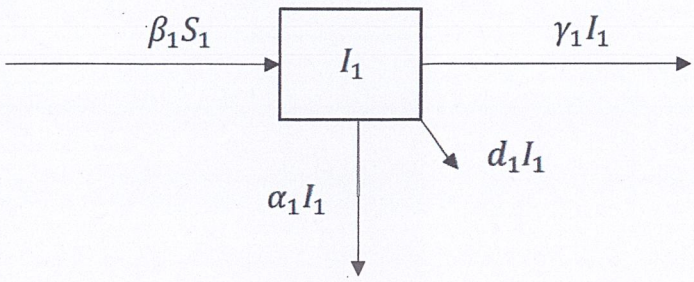
$-\beta_5 S_5$ หมายถึง การลดลงของประชากรของกลุ่มที่เสี่ยงต่อการติดเชื้อของโรคหัวใจและหลอดเลือด S_i

$+\lambda_5 R_5$ หมายถึง การเพิ่มของประชากรของกลุ่มที่อยู่ในระยะฟื้นไข้ของเชื้อโรคหัวใจและหลอดเลือด และมีอัตราการสามารถกลับมาเป็นเชื้อของโรคหัวใจและหลอดเลือด

$-dS_5$ หมายถึง การลดลงของประชากรกลุ่มที่อยู่ในระยะเสี่ยงต่อการติดเชื้อของโรคหัวใจและหลอดเลือด S_5

$+\alpha_4 S_4$ หมายถึง การเพิ่มของประชากรของการเปลี่ยนแปลงช่วงอายุของผู้ติดเชื้อของโรคหัวใจและหลอดเลือด S_4 เพราะมีอัตราการติดเชื้อของโรคหัวใจและหลอดเลือด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.5 แสดงส่วนประกอบแบบจำลองโรคหัวใจและหลอดเลือด (4)

$$\frac{dI_1}{dt} = \beta_1 S_1 - \gamma_1 I_1 - d_1 I_1 - \alpha_1 I_1$$

$\frac{dI_1}{dt}$ หมายถึง อัตราการเปลี่ยนแปลงของประชากรของกลุ่มที่อยู่ในระยะผู้ติดเชื้อที่ได้รับการรักษาของโรคหัวใจและหลอดเลือด

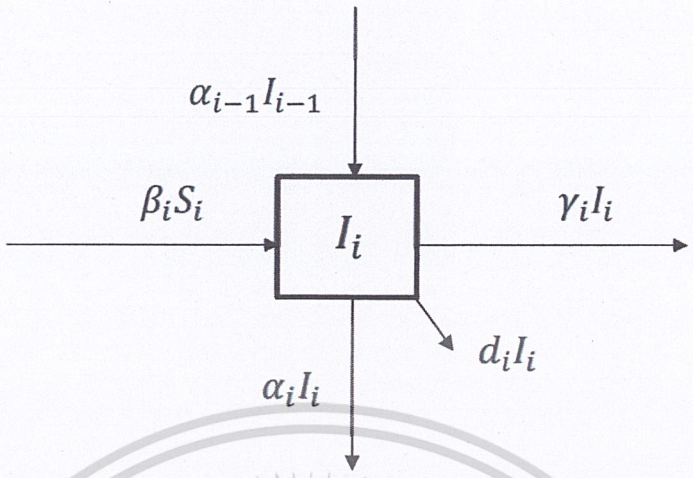
$+\beta_1 S_1$ หมายถึง การเพิ่มขึ้นของประชากรของกลุ่มที่เสี่ยงต่อการติดเชื้อของโรคหัวใจและหลอดเลือด S_1 เพราะมีอัตราการติดเชื้อโรคหัวใจและหลอดเลือด

$-dI_1$ หมายถึง การลดลงของประชากรกลุ่มที่อยู่ในระยะผู้ติดเชื้อที่ได้รับการรักษาของโรคหัวใจและหลอดเลือด I_1

$-\alpha_1 I_1$ หมายถึง การลดลงของประชากรของการเปลี่ยนแปลงช่วงอายุของกลุ่มที่อยู่ในระยะผู้ติดเชื้อที่ได้รับการรักษาของโรคหัวใจและหลอดเลือด I_1

$-\gamma_1 I_1$ หมายถึง การลดลงของประชากรของกลุ่มที่อยู่ในระยะผู้ติดเชื้อที่ได้รับการรักษาของโรคหัวใจและหลอดเลือด I_i

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.6 แสดงส่วนประกอบแบบจำลองโรคหัวใจและหลอดเลือด (5)

$$\frac{dI_i}{dt} = \beta_i S_i + \alpha_{i-1} I_{i-1} - \gamma_i I_i - d_i I_i - \alpha_i I_i$$

$\frac{dI_i}{dt}$ หมายถึง หมายถึง อัตราการเปลี่ยนแปลงของประชากรของกลุ่มที่อยู่ในระยะผู้ติดเชื้อที่ได้รับการรักษาของโรคหัวใจและหลอดเลือด

$+\beta_i S_i$ หมายถึง การเพิ่มขึ้นของประชากรของกลุ่มที่อยู่ในระยะผู้ติดเชื้อที่ได้รับการรักษาของโรคหัวใจและหลอดเลือด S_i

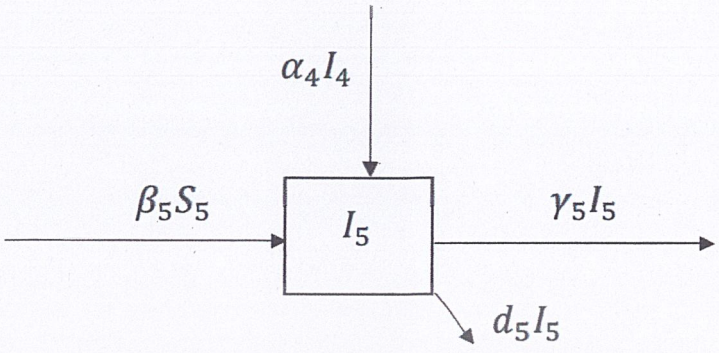
$-dI_i$ หมายถึง การลดลงของประชากรกลุ่มที่อยู่ในระยะผู้ติดเชื้อที่ได้รับการรักษาของโรคหัวใจและหลอดเลือด I_i

$-\alpha_i I_i$ หมายถึง การลดลงของประชากรของการเปลี่ยนแปลงช่วงอายุของผู้กลุ่มที่อยู่ในระยะผู้ติดเชื้อที่ได้รับการรักษาของโรคหัวใจและหลอดเลือด I_i

$+\alpha_{i-1} I_{i-1}$ หมายถึง การลดลงของประชากรของการเปลี่ยนแปลงช่วงอายุของผู้กลุ่มที่อยู่ในระยะผู้ติดเชื้อที่ได้รับการรักษาของโรคหัวใจและหลอดเลือด I_{i-1}

$-\gamma_i I_i$ หมายถึง การลดลงของประชากรของกลุ่มที่อยู่ในระยะผู้ติดเชื้อที่ได้รับการรักษาของโรคหัวใจและหลอดเลือด I_i

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.7 แสดงส่วนประกอบแบบจำลองโรคหัวใจและหลอดเลือด (6)

$$\frac{dI_5}{dt} = \beta_5 S_5 + \alpha_4 I_4 - \gamma_5 I_5 - d_5 I_5$$

$\frac{dI_5}{dt}$ หมายถึง หมายถึง อัตราการเปลี่ยนแปลงของประชากรของกลุ่มที่อยู่ในระยะผู้ติดเชื้อที่ได้รับการรักษาของโรคหัวใจและหลอดเลือด

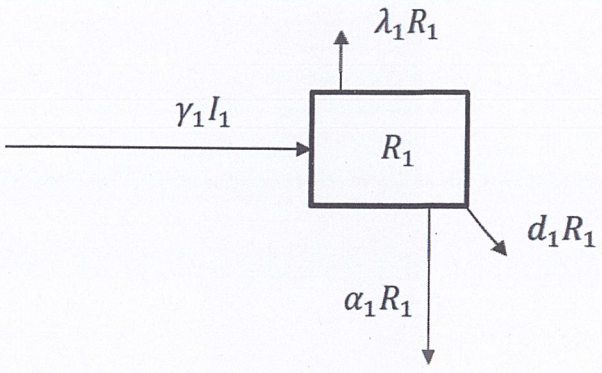
$+\beta_5 S_5$ หมายถึง การเพิ่มขึ้นของประชากรของกลุ่มที่เสี่ยงต่อการติดเชื้อของโรคหัวใจและหลอดเลือด S_5

$-dI_5$ หมายถึง การลดลงของประชากรกลุ่มที่อยู่ในระยะผู้ติดเชื้อที่ได้รับการรักษาของโรคหัวใจและหลอดเลือด I_5

$+\alpha_5 I_5$ หมายถึง การเพิ่มขึ้นของประชากรของการเปลี่ยนแปลงช่วงอายุของกลุ่มที่อยู่ในระยะผู้ติดเชื้อที่ได้รับการรักษาของโรคหัวใจและหลอดเลือด I_5

$-\gamma_5 I_5$ หมายถึง การลดลงของประชากรของกลุ่มที่อยู่ในระยะผู้ติดเชื้อที่ได้รับการรักษาของโรคหัวใจและหลอดเลือด I_5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.8 แสดงส่วนประกอบแบบจำลองโรคหัวใจและหลอดเลือด (7)

$$\frac{dR_1}{dt} = \gamma_1 I_1 - d_1 R_1 - \lambda_1 R_1 - \alpha_1 R_1$$

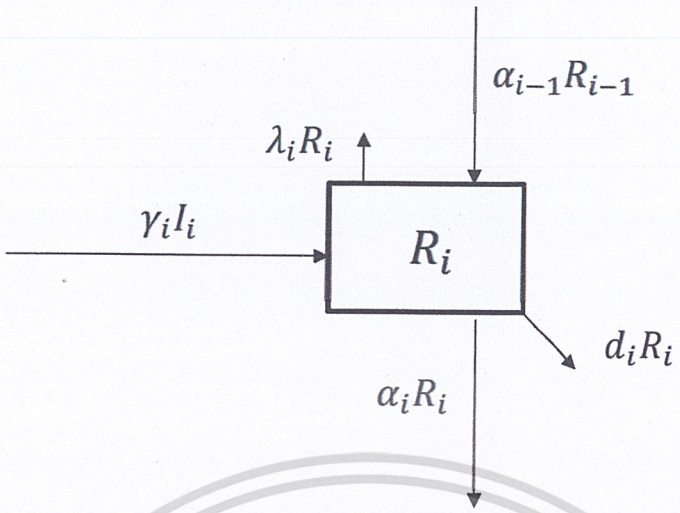
$\frac{dR_1}{dt}$ หมายถึง อัตราการเปลี่ยนแปลงของประชากรของกลุ่มระยะผู้ฟื้นไข้ของโรคหัวใจและหลอดเลือด $+\gamma_1 I_1$ หมายถึง การเพิ่มขึ้นของประชากรของกลุ่มที่อยู่ในระยะผู้ติดเชื้อที่ได้รับการรักษาของโรคหัวใจและหลอดเลือด I_1

$-dR_1$ หมายถึง การลดลงของประชากรกลุ่มระยะผู้ฟื้นไข้ของโรคหัวใจและหลอดเลือด R_1 เพราะมีอัตราการเสียชีวิต

$-\alpha_1 R_1$ หมายถึง การลดลงของประชากรของการเปลี่ยนแปลงช่วงอายุของกลุ่มระยะผู้ฟื้นไข้ของโรคหัวใจและหลอดเลือด R_1

$-\lambda_1 R_1$ หมายถึง การลดลงของประชากรของกลุ่มระยะผู้ฟื้นไข้ของโรคหัวใจและหลอดเลือด R_i เพราะมีอัตราการฟื้นไข้เสี่ยงต่อการกลับมาติดเชื้อของโรคหัวใจและหลอดเลือด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.9 แสดงส่วนประกอบแบบจำลองโรคหัวใจและหลอดเลือด (8)

$$\frac{dR_i}{dt} = \gamma_i I_i + \alpha_{i-1}R_{i-1} - d_i R_i - \lambda_i R_i - \alpha_i R_i$$

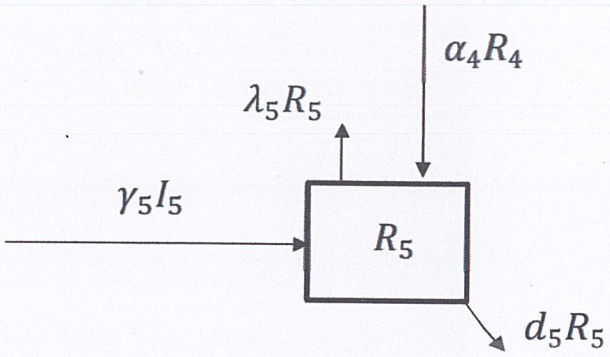
$\frac{dR_i}{dt}$ หมายถึง อัตราการเปลี่ยนแปลงของประชากรของกลุ่มระยะผู้ฟื้นไข้ของโรคหัวใจและหลอดเลือด $+\gamma_i I_i$ หมายถึง การเพิ่มขึ้นของประชากรของกลุ่มที่อยู่ในระยะผู้ติดเชื้อที่ได้รับการรักษาของโรคหัวใจและหลอดเลือด I_i

$-dR_i$ หมายถึง การลดลงของประชากรกลุ่มระยะผู้ฟื้นไข้ของโรคหัวใจและหลอดเลือด R_i

$-\alpha_{i-1}R_{i-1}$ หมายถึง การลดลงของประชากรของการเปลี่ยนแปลงช่วงอายุของกลุ่มระยะผู้ฟื้นไข้ของโรคหัวใจและหลอดเลือด R_{i-1}

$-\lambda_i R_i$ หมายถึง การลดลงของประชากรของกลุ่มระยะผู้ฟื้นไข้ของโรคหัวใจและหลอดเลือด R_i

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.10 แสดงส่วนประกอบแบบจำลองโรคหัวใจและหลอดเลือด (9)

$$\frac{dR_5}{dt} = \gamma_5 I_5 + \alpha_4 R_4 - \lambda_5 R_5 - d_5 R_5$$

$\frac{dR_5}{dt}$ หมายถึง อัตราการเปลี่ยนแปลงของประชากรของกลุ่มระยะผู้ฟื้นไข้ของโรคหัวใจและหลอดเลือด $+\gamma_5 I_5$ หมายถึง การเพิ่มขึ้นของประชากรของกลุ่มที่อยู่ในระยะผู้ติดเชื้อที่ได้รับการรักษาของโรคหัวใจและหลอดเลือด I_5

$-dR_5$ หมายถึง การลดลงของประชากรกลุ่มระยะผู้ฟื้นไข้ของโรคหัวใจและหลอดเลือด R_5

$+\alpha_4 R_4$ หมายถึง การเพิ่มขึ้นของประชากรของการเปลี่ยนแปลงช่วงอายุของกลุ่มระยะผู้ฟื้นไข้ของโรคหัวใจและหลอดเลือด R_5

$-\lambda_5 R_5$ หมายถึง การลดลงของประชากรของกลุ่มระยะผู้ฟื้นไข้ของโรคหัวใจและหลอดเลือด R_5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

4.1 จุดสมดุล จากเงื่อนไขของระบบสมการของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของโรคหัวใจและหลอดเลือด กำหนดให้

$\frac{dS_1}{dt}, \frac{dS_2}{dt}, \frac{dS_3}{dt}, \frac{dS_4}{dt}, \frac{dS_5}{dt}, \frac{dI_1}{dt}, \frac{dI_2}{dt}, \frac{dI_3}{dt}, \frac{dI_4}{dt}, \frac{dI_5}{dt}, \frac{dR_1}{dt}, \frac{dR_2}{dt}, \frac{dR_3}{dt}, \frac{dR_4}{dt}, \frac{dR_5}{dt} = 0$

จุดสมดุล $(S_1^*, S_2^*, S_3^*, S_4^*, S_5^*, I_1^*, I_2^*, I_3^*, I_4^*, I_5^*, R_1^*, R_2^*, R_3^*, R_4^*, R_5^*)$ สามารถหาได้จากการจัดสมการ (3.1) - (3.15) ให้เท่ากับศูนย์ จะได้จุดสมดุล คือ

$$\frac{dS_1}{dt} = \mu NT + \lambda_1 R_1 - \beta_1 S_1 - d_1 S_1 - \alpha_1 S_1 = 0 \quad (3.1)$$

$$\frac{dS_2}{dt} = \lambda_2 R_2 - \beta_2 S_2 - d_2 S_2 - \alpha_2 S_2 + \alpha_1 I_1 = 0 \quad (3.2)$$

$$\frac{dS_3}{dt} = \lambda_3 R_3 - \beta_3 S_3 - d_3 S_3 - \alpha_3 S_3 + \alpha_2 I_2 = 0 \quad (3.3)$$

$$\frac{dS_4}{dt} = \lambda_4 R_4 - \beta_4 S_4 - d_4 S_4 - \alpha_4 S_4 + \alpha_3 I_3 = 0 \quad (3.4)$$

$$\frac{dS_5}{dt} = \alpha_4 S_4 + \lambda_5 R_5 - \beta_5 S_5 - d_5 S_5 = 0 \quad (3.5)$$

$$\frac{dI_1}{dt} = \beta_1 S_1 - \gamma_1 I_1 - d_1 I_1 - \alpha_1 I_1 = 0 \quad (3.6)$$

$$\frac{dI_2}{dt} = \beta_2 S_2 + \alpha_1 I_1 - \gamma_2 I_2 - d_2 I_2 - \alpha_2 I_2 = 0 \quad (3.7)$$

$$\frac{dI_3}{dt} = \beta_3 S_3 + \alpha_2 I_2 - \gamma_3 I_3 - d_3 I_3 - \alpha_3 I_3 = 0 \quad (3.8)$$

$$\frac{dI_4}{dt} = \beta_4 S_4 + \alpha_3 I_3 - \gamma_4 I_4 - d_4 I_4 - \alpha_4 I_4 = 0 \quad (3.9)$$

$$\frac{dI_5}{dt} = \beta_5 S_5 + \alpha_4 I_4 - \gamma_5 I_5 - d_5 I_5 = 0 \quad (3.10)$$

$$\frac{dR_1}{dt} = \gamma_1 I_1 - \lambda_1 R_1 - d_1 R_1 - \alpha_1 R_1 = 0 \quad (3.11)$$

$$\frac{dR_2}{dt} = \gamma_2 I_2 + \alpha_1 R_1 - d_2 R_2 - \lambda_2 R_2 - \alpha_2 R_2 = 0 \quad (3.12)$$

$$\frac{dR_3}{dt} = \gamma_3 I_3 + \alpha_2 R_2 - d_3 R_3 - \lambda_3 R_3 - \alpha_3 R_3 = 0 \quad (3.13)$$

$$\frac{dR_4}{dt} = \gamma_4 I_4 + \alpha_3 R_3 - d_4 R_4 - \lambda_4 R_4 - \alpha_4 R_4 = 0 \quad (3.14)$$

$$\frac{dR_5}{dt} = \gamma_5 I_5 + \alpha_4 R_4 - \lambda_5 R_5 - d_5 R_5 = 0 \quad (3.15)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นจะได้จุดสมดุล (Equilibrium point) ของระบบสมการ ดังนี้

เราได้ใช้โปรแกรม Mathematica แก้สมการออกมาได้ว่า

$(S_1^*, S_2^*, S_3^*, S_4^*, S_5^*, I_1^*, I_2^*, I_3^*, I_4^*, I_5^*, R_1^*, R_2^*, R_3^*, R_4^*, R_5^*)$

$$s_1=\frac{m}{c+d+b_1}+\frac{a_1hz_1}{(c+d+a_1)(c+d+b_1)}, \quad s_2=\frac{cz_1}{c+d+b_2}-\frac{a_2(-cr_1-hz_2)}{(c+d+a_2)(c+d+b_2)}$$

$$s_3=\frac{cz_2}{c+d+b_3}-\frac{a_3(-cr_2-hz_3)}{(c+d+a_3)(c+d+b_3)}, \quad s_4=-\frac{-a_4cr_3-ccz_3-dcz_3-a_4cz_3-a_4hz_4}{(c+d+a_4)(c+d+b_4)}$$

$$s_5=-\frac{1}{(c+d+a_4)(d+a_5)(c+d+b_4)(d+b_5)}(-da_4c_4cr_3-a_4a_5c_4cr_3-c^2a_5cr_4-2cda_5cr_4-d^2a_5cr_4-$$

$$-ca_4a_5cr_4-da_4a_5cr_4-ca_5b_4cr_4-da_5b_4cr_4-a_4a_5b_4cr_4-cdc_4cz_3-d^2c_4cz_3-da_4c_4cz_3-ca_5c_4cz_3$$

$$da_5c_4cz_3-a_4a_5c_4cz_3-da_4c_4hz_4-a_4a_5c_4hz_4-c^2a_5hz_5-2cda_5hz_5-d^2a_5hz_5-d^2a_5hz_5-ca_4a_5hz_5$$

$$-da_4a_5hz_5-ca_5b_4hz_5-da_5b_4hz_5-a_4a_5b_4hz_5-da_5b_4hz_5-a_4a_5b_4hz_5$$

$$I_1=\frac{b_1(cm+dm+ma_1+a_1hz_1)}{(c+d+h)(c+d+a_1)(c+d+b_1)}$$

$$I_2=\frac{(c+d+2b_2)cz_1}{(c+d+h)(c+d+b_2)}-\frac{a_2b_2(-cr_1-hz_2)}{(c+d+h)(c+d+a_2)(c+d+b_2)}$$

$$I_3=\frac{(c+d+2b_3)cz_2}{(c+d+h)(c+d+b_3)}-\frac{a_3b_3(-cr_2-hz_3)}{(c+d+h)(c+d+a_3)(c+d+b_3)}$$

$$I_4=-((-a_4b_4cr_3-c^2cz_3-2cdcz_3-d^2cz_3-ca_4cz_3-da_4cz_3-2cb_4cz_3-2db_4cz_3-2a_4b_4cz_3-a_4b_4hz_4)$$

$$/-2db_4cz_3-2a_4b_4cz_3-a_4b_4hz_4)$$

$$I_5=-(-da_4a_5b_5cr_4-ca_5b_4b_5cr_4-da_5b_4b_5cr_4-a_4a_5b_4b_5cr_4-cdb_5c_4cz_3-d^2b_5c_4cz_3-da_4b_5c_4cz_3$$

$$-ca_5b_5c_4cz_3-da_5b_5c_4cz_3-a_4a_5b_5$$

$$R_1=\frac{hz_1}{c+d+a_1}, \quad R_2=-\frac{-cr_1-hz_2}{c+d+a_2}, \quad R_3=-\frac{-cr_2-hz_3}{c+d+a_3}, \quad R_4=-\frac{-cr_3-hz_4}{c+d+a_4}, \quad R_5=-\frac{-cr_4-hz_5}{d+a_5}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ความเสถียรภาพของจุดสมดุล

ความเสถียรภาพของจุดสมดุลสามารถพิจารณาจากค่าลักษณะเฉพาะของจาเบียนเมทริกซ์จากระบบสมการเชิงอนุพันธ์สามัญ (Ordinary Differential Equations) ของสมการ (3.1) – (3.15)

$$\frac{dS_1}{dt} = \mu NT + \lambda_1 R_1 - \beta_1 S_1 - d_1 S_1 - \alpha_1 S_1 = f_{S_1}$$

$$\frac{dS_2}{dt} = \lambda_2 R_2 - \beta_2 S_2 - d_2 S_2 - \alpha_2 S_2 + \alpha_1 I_1 = f_{S_2}$$

$$\frac{dS_3}{dt} = \lambda_3 R_3 - \beta_3 S_3 - d_3 S_3 - \alpha_3 S_3 + \alpha_2 I_2 = f_{S_3}$$

$$\frac{dS_4}{dt} = \lambda_4 R_4 - \beta_4 S_4 - d_4 S_4 - \alpha_4 S_4 + \alpha_3 I_3 = f_{S_4}$$

$$\frac{dS_5}{dt} = \alpha_4 S_4 + \lambda_5 R_5 - \beta_5 S_5 - d_5 S_5 = f_{S_5}$$

$$\frac{dI_1}{dt} = \beta_1 S_1 - \gamma_1 I_1 - d_1 I_1 - \alpha_1 I_1 = f_{I_1}$$

$$\frac{dI_2}{dt} = \beta_2 S_2 + \alpha_1 I_1 - \gamma_2 I_2 - d_2 I_2 - \alpha_2 I_2 = f_{I_2}$$

$$\frac{dI_3}{dt} = \beta_3 S_3 + \alpha_2 I_2 - \gamma_3 I_3 - d_3 I_3 - \alpha_3 I_3 = f_{I_3}$$

$$\frac{dI_4}{dt} = \beta_4 S_4 + \alpha_3 I_3 - \gamma_4 I_4 - d_4 I_4 - \alpha_4 I_4 = f_{I_4}$$

$$\frac{dI_5}{dt} = \beta_5 S_5 + \alpha_4 I_4 - \gamma_5 I_5 - d_5 I_5 = f_{I_5}$$

$$\frac{dR_1}{dt} = \gamma_1 I_1 - \lambda_1 R_1 - d_1 R_1 - \alpha_1 R_1 = f_{R_1}$$

$$\frac{dR_2}{dt} = \gamma_2 I_2 + \alpha_1 R_1 - d_2 R_2 - \lambda_2 R_2 - \alpha_2 R_2 = f_{R_2}$$

$$\frac{dR_3}{dt} = \gamma_3 I_3 + \alpha_2 R_2 - d_3 R_3 - \lambda_3 R_3 - \alpha_3 R_3 = f_{R_3}$$

$$\frac{dR_4}{dt} = \gamma_4 I_4 + \alpha_3 R_3 - d_4 R_4 - \lambda_4 R_4 - \alpha_4 R_4 = f_{R_4}$$

$$\frac{dR_5}{dt} = \gamma_5 I_5 + \alpha_4 R_4 - \lambda_5 R_5 - d_5 R_5 = f_{R_5}$$

นำระบบสมการดังกล่าวทั้งหมดมาเขียนในรูปจาโคเบียนเมทริกซ์ โดยกำหนดให้จาโคเบียนเมทริกซ์ขนาด 15 x 15 คือ

$$J_f = \begin{bmatrix} J_{11} & \cdots & J_{115} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ J_{151} & \cdots & J_{1515} \end{bmatrix}$$

ที่จุดสมดุล $(S_1^*, S_2^*, S_3^*, S_4^*, S_5^*, I_1^*, I_2^*, I_3^*, I_4^*, I_5^*, R_1^*, R_2^*, R_3^*, R_4^*, R_5^*)$ โดยที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ความเสถียรภาพของจุดสมดุล

ความเสถียรภาพของจุดสมดุลสามารถพิจารณาจากค่าลักษณะเฉพาะของจาเบียนเมทริกซ์จากระบบสมการเชิงอนุพันธ์สามัญ (Ordinary Differential Equations) ของสมการ (1) – (15) ดังนั้น นำระบบสมการดังกล่าวทั้งหมดมาเขียนในรูปจาโคเบียนเมทริกซ์ โดยกำหนดให้จาโคเบียนเมทริกซ์ขนาด 15 * 15 คือ

$$
\begin{pmatrix}
-b_1-c_1-d_1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & a_1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & -b_2-c_2-d_2 & 0 & 0 & 0 & c_1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & a_2 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & -b_3-c_3-d_3 & 0 & 0 & 0 & c_2 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & a_3 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & -b_4-c_4-d_4 & 0 & 0 & 0 & c_3 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & a_4 & 0 \\
0 & 0 & 0 & c_4 & -b_5-d_5 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & a_5 \\
b_1 & 0 & 0 & 0 & 0 & -c_1-d_1-h_1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & b_2 & 0 & 0 & 0 & c_1 & -c_2-d_2-h_2 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & b_3 & 0 & 0 & 0 & c_2 & -c_3-d_3-h_3 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & b_4 & 0 & 0 & 0 & c_3 & -c_4-d_4-h_4 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & b_5 & 0 & 0 & 0 & c_4 & -d_5-h_5 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & h_1 & 0 & 0 & 0 & 0 & -a_1-c_1-d_1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & h_2 & 0 & 0 & 0 & c_1 & -a_2-c_2-d_2 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & h_3 & 0 & 0 & 0 & c_2 & -a_3-c_3-d_3 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & h_4 & 0 & 0 & 0 & c_3 & -a_4-c_4-d_4 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & h_5 & 0 & 0 & 0 & c_4 & -a_5-d_5
\end{pmatrix}
$$

ศูนย์วิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ทรงพระราชทานโดยพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

4.3 ผลการวิเคราะห์เชิงตัวเลข

หัวข้อนี้เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงตัวเลข โดยการนำค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการสำรวจเก็บข้อมูลเชิงสถิติในชีวิตจริงเกี่ยวกับโรคหลัวใจและหลอดเลือด ซึ่งมีค่าต่างๆดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.3.1 ค่าตัวแปร (Varibiables) ต่างๆของแบบจำลองโรคหัวใจและหลอดเลือด

สัญลักษณ์	ความหมาย	หน่วย
S_1	จำนวนประชากรผู้เสี่ยงต่อการติดเชื้อกลุ่มช่วงอายุที่ 0-14 ปี	คน
S_2	จำนวนประชากรผู้เสี่ยงต่อการติดเชื้อกลุ่มช่วงอายุที่ 15-39 ปี	คน
S_3	จำนวนประชากรผู้เสี่ยงต่อการติดเชื้อกลุ่มช่วงอายุที่ 40-49 ปี	คน
S_4	จำนวนประชากรผู้เสี่ยงต่อการติดเชื้อกลุ่มช่วงอายุที่ 50-59 ปี	คน
S_5	จำนวนประชากรผู้เสี่ยงต่อการติดเชื้อกลุ่มช่วงอายุที่ 60+ ปี	คน
I_1	จำนวนประชากรผู้ติดเชื้อที่ได้รับการรักษากลุ่มช่วงอายุที่ 0-14 ปี	คน
I_2	จำนวนประชากรผู้ติดเชื้อที่ได้รับการรักษากลุ่มช่วงอายุที่ 15-39 ปี	คน
I_3	จำนวนประชากรผู้ติดเชื้อที่ได้รับการรักษากลุ่มช่วงอายุที่ 40-49 ปี	คน
I_4	จำนวนประชากรผู้ติดเชื้อที่ได้รับการรักษากลุ่มช่วงอายุที่ 50-59 ปี	คน
I_5	จำนวนประชากรผู้ติดเชื้อที่ได้รับการรักษากลุ่มช่วงอายุที่ 60+ ปี	คน
R_1	จำนวนประชากรผู้ฟื้นไขกลุ่มช่วงอายุที่ 0-14 ปี	คน
R_2	จำนวนประชากรผู้ฟื้นไขกลุ่มช่วงอายุที่ 15-39 ปี	คน
R_3	จำนวนประชากรผู้ฟื้นไขกลุ่มช่วงอายุที่ 40-49 ปี	คน
R_4	จำนวนประชากรผู้ฟื้นไข กลุ่มช่วงอายุที่ 50-59 ปี	คน
R_5	จำนวนประชากรผู้ฟื้นไขกลุ่มช่วงอายุที่ 60+ ปี	คน

ตารางที่ 4.3.2 ค่าพารามิเตอร์ (Parameters) ต่างๆของแบบจำลองโรคหัวใจและหลอดเลือด

สัญลักษณ์	ความหมาย	พารามิเตอร์	หน่วย
μ	อัตราการเกิด	$1/(365 * 75)$	ต่อคนต่อวัน
α_1	อัตราการเปลี่ยนแปลงช่วงอายุของประชากรกลุ่มช่วงอายุที่ 0-14 ปี	$1/(365 * 14)$	ต่อคนต่อวัน
α_2	อัตราการเปลี่ยนแปลงช่วงอายุของประชากรกลุ่มช่วงอายุที่ 15-39 ปี	$1/(365 * 24)$	ต่อคนต่อวัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

α_3	อัตราการเปลี่ยนแปลงช่วงอายุของประชากรกลุ่มช่วงอายุที่ 40-49 ปี	$1/(365*9)$	ต่อคนต่อวัน
α_4	อัตราการเปลี่ยนแปลงช่วงอายุของประชากรกลุ่มช่วงอายุที่ 50-59 ปี	$1/(365*9)$	ต่อคนต่อวัน
α_5	อัตราการเปลี่ยนแปลงช่วงอายุของประชากรกลุ่มช่วงอายุที่ 60+ ปี	$1/(365*15)$	ต่อคนต่อวัน
γ_1	อัตราผู้ฟื้นไข้ของประชากรกลุ่มช่วงอายุที่ 0-14 ปี	$1/(365*30)$	ต่อคนต่อวัน
γ_2	อัตราผู้ฟื้นไข้ของประชากรกลุ่มช่วงอายุที่ 15-39 ปี	$1/(365*30)$	ต่อคนต่อวัน
γ_3	อัตราผู้ฟื้นไข้ของประชากรกลุ่มช่วงอายุที่40-49 ปี	$1/(365*30)$	ต่อคนต่อวัน
γ_4	อัตราผู้ฟื้นไข้ของประชากรกลุ่มช่วงอายุที่ 50-59 ปี	$1/(365*30)$	ต่อคนต่อวัน
γ_5	อัตราผู้ฟื้นไข้ของประชากรกลุ่มช่วงอายุที่ 60+ ปี	$1/(365*30)$	ต่อคนต่อวัน
β_1	อัตราเสี่ยงต่อการติดเชื้อของประชากรกลุ่มช่วงอายุที่ 0-14 ปี	0.112	ต่อคนต่อวัน
β_2	อัตราเสี่ยงต่อการติดเชื้อของประชากรกลุ่มช่วงอายุที่ 15-39 ปี	0.031	ต่อคนต่อวัน
β_3	อัตราเสี่ยงต่อการติดเชื้อของประชากรกลุ่มช่วงอายุที่ 40-49 ปี	0.138	ต่อคนต่อวัน
β_4	อัตราเสี่ยงต่อการติดเชื้อของประชากรกลุ่มช่วงอายุที่ 50-59 ปี	0.509	ต่อคนต่อวัน
β_5	อัตราเสี่ยงต่อการติดเชื้อของประชากรกลุ่มช่วงอายุที่ 60+ ปี	1.702	ต่อคนต่อวัน
λ_1	อัตราการฟื้นไข้เสี่ยงต่อการกลับมาติดเชื้อของประชากรกลุ่มช่วงอายุที่ 0-14 ปี	$1/(365*14)$	ต่อคนต่อวัน
λ_2	อัตราการฟื้นไข้เสี่ยงต่อการกลับมาติดเชื้อของประชากรกลุ่มช่วงอายุที่ 15-39 ปี	$1/(365*39)$	ต่อคนต่อวัน
λ_3	อัตราการฟื้นไข้เสี่ยงต่อการกลับมาติดเชื้อของประชากรกลุ่มช่วงอายุที่ 40-49 ปี	$1/(365*49)$	ต่อคนต่อวัน
λ_4	อัตราการฟื้นไข้เสี่ยงต่อการกลับมาติดเชื้อของประชากรกลุ่มช่วงอายุที่ 50-59 ปี	$1/(365*59)$	ต่อคนต่อวัน
λ_5	อัตราการฟื้นไข้เสี่ยงต่อการกลับมาติดเชื้อของประชากรกลุ่มช่วงอายุที่ 60+ ปี	$1/(365*15)$	ต่อคนต่อวัน
d_1	อัตราการตายช่วงอายุที่ 0-14 ปี	$1/(365*75)$	ต่อคนต่อวัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

d_2	อัตราการตายช่วงอายุที่ 15-39 ปี	$1/(365*75)$	ต่อคนต่อวัน
d_3	อัตราการตายช่วงอายุที่ 40-49 ปี	$1/(365*75)$	ต่อคนต่อวัน
d_4	อัตราการตายช่วงอายุที่ 50-59 ปี	$1/(365*75)$	ต่อคนต่อวัน
d_5	อัตราการตายช่วงอายุที่ 60+ ปี	$1/(365*75)$	ต่อคนต่อวัน
NT	จำนวนประชากรที่เกิดใหม่	$(100*5)$	ต่อคนต่อวัน

คำอธิบายค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลองในตาราง

μ คือ อัตราการเกิดของประชากร คิดจาก อายุเฉลี่ยของประชากรต่อคนต่อปี

ดังนั้น จะได้ $\frac{1}{(365*75)}$ ต่อคนต่อวัน

α_1 คือ อัตราการเปลี่ยนแปลงช่วงอายุ คิดจาก ประชากรกลุ่มช่วงอายุที่ 0-14 ปี

ดังนั้น จะได้ $\frac{1}{(365*14)}$ ต่อคนต่อวัน

α_2 คือ อัตราการเปลี่ยนแปลงช่วงอายุ คิดจาก ประชากรกลุ่มช่วงอายุที่ 15-39 ปี

ดังนั้น จะได้ $\frac{1}{(365*24)}$ ต่อคนต่อวัน

α_3 คือ อัตราการเปลี่ยนแปลงช่วงอายุ คิดจาก ประชากรกลุ่มช่วงอายุที่ 40-49 ปี

ดังนั้น จะได้ $\frac{1}{(365*9)}$ ต่อคนต่อวัน

α_4 คือ อัตราการเปลี่ยนแปลงช่วงอายุ คิดจาก ประชากรกลุ่มช่วงอายุที่ 50-59 ปี

ดังนั้น จะได้ $\frac{1}{(365*9)}$ ต่อคนต่อวัน

α_5 คือ อัตราการเปลี่ยนแปลงช่วงอายุ คิดจาก ประชากรกลุ่มช่วงอายุที่ 0-14 ปี

ดังนั้น จะได้ $\frac{1}{(365*15)}$ ต่อคนต่อวัน

γ_1 คือ อัตราผู้ฟื้นไข้ คิดจาก ประชากรกลุ่มช่วงอายุที่ 0-14 ปี

ดังนั้น จะได้ $\frac{1}{(365*30)}$ ต่อคนต่อวัน

γ_2 คือ อัตราผู้ฟื้นไข้ คิดจาก ประชากรกลุ่มช่วงอายุที่ 15-39 ปี

ดังนั้น จะได้ $\frac{1}{(365*30)}$ ต่อคนต่อวัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

γ_3 คือ อัตราผู้ฟื้นไข้ คิดจาก ประชากรกลุ่มช่วงอายุที่ 40-49 ปี

ดังนั้น จะได้ $\frac{1}{(365*30)}$ ต่อคนต่อวัน

γ_4 คือ อัตราผู้ฟื้นไข้ คิดจาก ประชากรกลุ่มช่วงอายุที่ 50-59 ปี

ดังนั้น จะได้ $\frac{1}{(365*30)}$ ต่อคนต่อวัน

γ_5 คือ อัตราผู้ฟื้นไข้ คิดจาก ประชากรกลุ่มช่วงอายุที่ 60+ ปี

ดังนั้น จะได้ $\frac{1}{(365*30)}$ ต่อคนต่อวัน

β_1 คือ อัตราเสี่ยงต่อการติดเชื้อ คิดจาก ประชากรกลุ่มช่วงอายุที่ 0-14 ปี

ดังนั้น จะได้ 0.112 ต่อคนต่อวัน

β_2 คือ อัตราเสี่ยงต่อการติดเชื้อ คิดจาก ประชากรกลุ่มช่วงอายุที่ 15-39 ปี

ดังนั้น จะได้ 0.031 ต่อคนต่อวัน

β_3 คือ อัตราเสี่ยงต่อการติดเชื้อ คิดจาก ประชากรกลุ่มช่วงอายุที่ 40-49 ปี

ดังนั้น จะได้ 0.138 ต่อคนต่อวัน

β_4 คือ อัตราเสี่ยงต่อการติดเชื้อ คิดจาก ประชากรกลุ่มช่วงอายุที่ 50-59 ปี

ดังนั้น จะได้ 0.509 ต่อคนต่อวัน

β_5 คือ อัตราเสี่ยงต่อการติดเชื้อ คิดจาก ประชากรกลุ่มช่วงอายุที่ 60+ ปี

ดังนั้น จะได้ 1.702 ต่อคนต่อวัน

λ_1อัตราการฟื้นไข้เสี่ยงต่อการกลับมาติดเชื้อ คิดจาก ประชากรกลุ่มช่วงอายุที่ 0-14 ปี

ดังนั้น จะได้ $\frac{1}{(365*14)}$ ต่อคนต่อวัน

λ_2อัตราการฟื้นไข้เสี่ยงต่อการกลับมาติดเชื้อ คิดจาก ประชากรกลุ่มช่วงอายุที่ 15-39 ปี

ดังนั้น จะได้ $\frac{1}{(365*39)}$ ต่อคนต่อวัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

λ_3อัตราการฟื้นไข้เสี่ยงต่อการกลับมาติดเชื้อ คิดจาก ประชากรกลุ่มช่วงอายุที่ 40-49 ปี

ดังนั้น จะได้ $\frac{1}{(365*49)}$ ต่อคนต่อวัน

λ_4อัตราการฟื้นไข้เสี่ยงต่อการกลับมาติดเชื้อ คิดจาก ประชากรกลุ่มช่วงอายุที่ 50-59 ปี

ดังนั้น จะได้ $\frac{1}{(365*59)}$ ต่อคนต่อวัน

λ_5อัตราการฟื้นไข้เสี่ยงต่อการกลับมาติดเชื้อ คิดจาก ประชากรกลุ่มช่วงอายุที่ 60+ ปี

ดังนั้น จะได้ $\frac{1}{(365*15)}$ ต่อคนต่อวัน

d_1 คือ อัตราการตาย คิดจาก ช่วงอายุที่ 0-14 ปี

ดังนั้น จะได้ $\frac{1}{(365*75)}$ ต่อคนต่อวัน

d_2 คือ อัตราการตาย คิดจาก ช่วงอายุที่ 15-39 ปี

ดังนั้น จะได้ $\frac{1}{(365*75)}$ ต่อคนต่อวัน

d_3 คือ อัตราการตาย คิดจาก ช่วงอายุที่ 40-49 ปี

ดังนั้น จะได้ $\frac{1}{(365*75)}$ ต่อคนต่อวัน

d_4 คือ อัตราการตาย คิดจาก ช่วงอายุที่ 50-59 ปี

ดังนั้น จะได้ $\frac{1}{(365*75)}$ ต่อคนต่อวัน

d_5 คือ อัตราการตาย คิดจาก ช่วงอายุที่ 60+ ปี

ดังนั้น จะได้ $\frac{1}{(365*75)}$ ต่อคนต่อวัน

$N\,T$ จำนวนประชากรที่เกิดใหม่ ดังนั้น จะได้ $(100 * 5)$ ต่อคนต่อวัน

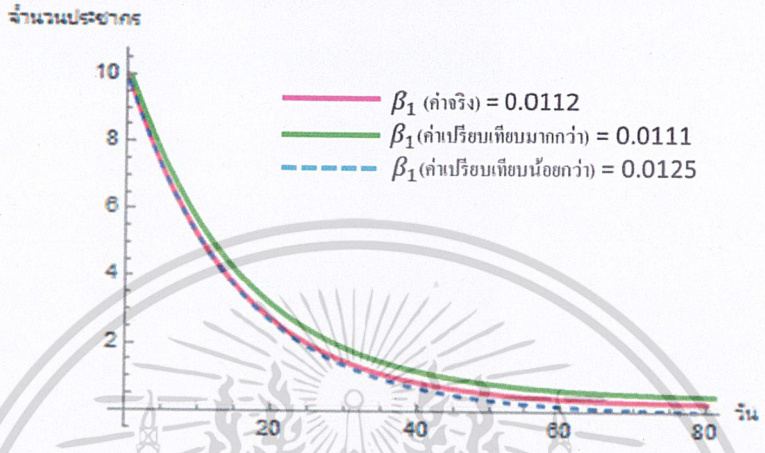
หมายเหตุ : $\mu, d_1 - d_5$ ที่มา : http://bkps.ac.th/a06_Education/23Education.htm

$\gamma_1 - \gamma_5$ ที่มา : http://www.med.cmu.ac.th/hospital/nsurg/2012/42-knowlege/knowledgepeople/68-postopenheart-at-home.html

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 ผลการวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์จากการคำนวณด้วยโปรแกรม Wolfram Mathematica

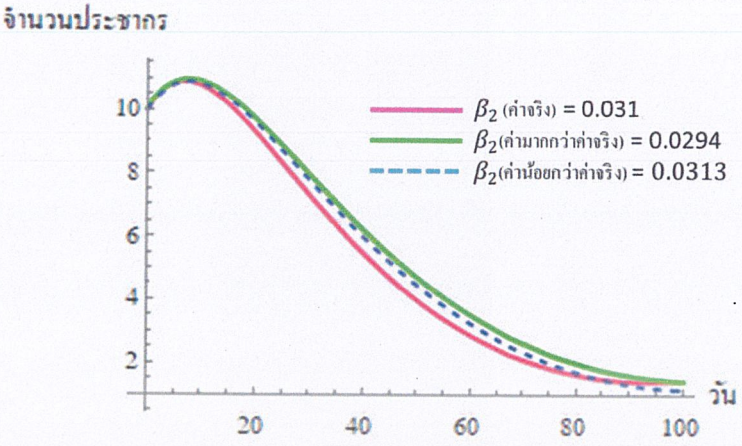
จากการศึกษาเมื่อนำค่าพารามิเตอร์ดังกล่าวคำนวณแล้ว ทำให้ได้กราฟ ดังต่อไปนี้



รูปที่ 4.4.1 กราฟแสดงจำนวนของประชากรที่เสี่ยงต่อการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด ช่วงอายุ 0-14 ปี

เมื่อค่าพารามิเตอร์ β_1 (0.0112) มีการเปรียบเทียบ ระหว่างค่าจริง ค่าเปรียบเทียบมากกว่าค่าจริง และค่าเปรียบเทียบน้อยกว่าค่าจริง จะอธิบายได้ว่า กราฟแสดงจำนวนของประชากรที่เสี่ยงต่อการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด ช่วงอายุ 0-14 ปี โดยที่ค่าจริงจะใช้เวลาในการลู่เข้าสู่จุดสมดุล ในเวลา 80 วัน ค่าเปรียบเทียบน้อยกว่าค่าจริงβ_1 (0.0125) ใช้เวลาในการลู่เข้าสู่จุดสมดุลน้อยที่สุด นั่นคือ 75 วันในการลู่เข้าสู่จุดสมดุล และในค่าเปรียบเทียบมากกว่าค่าจริงβ_1 (0.0111) ใช้เวลาในการลู่เข้าสู่จุดสมดุลมากที่สุด นั่นคือ 82 วัน ในการลู่เข้าสู่จุดสมดุล จะได้ว่ากราฟแสดงจำนวนประชากรที่เสี่ยงต่อการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด ใช้ค่าพารามิเตอร์ที่เปรียบเทียบน้อยกว่าค่าจริงดีที่สุด เนื่องจากใช้เวลาในลู่เข้าสู่จุดสมดุลน้อยที่สุด จึงทำให้สามารถควบคุมการเกิดโรคได้เร็วที่สุด

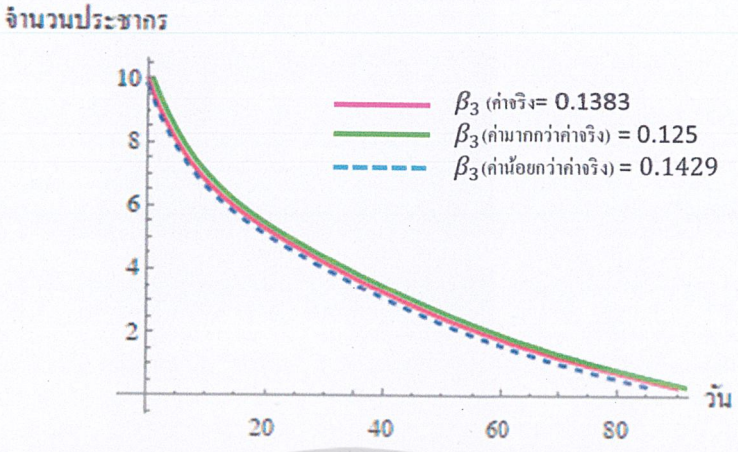
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4.2 กราฟแสดงจำนวนของประชากรที่เสี่ยงต่อการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด ช่วงอายุ 15-39 ปี

เมื่อค่าพารามิเตอร์ β_2 (0.031) มีการเปรียบเทียบ ระหว่างค่าจริง ค่าเปรียบเทียบมากกว่าค่าจริง และค่าเปรียบเทียบน้อยกว่าค่าจริง จะอธิบายได้ว่า กราฟแสดงจำนวนของประชากรที่เสี่ยงต่อการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด ช่วงอายุ 15-39 ปี โดยที่ค่าจริงจะใช้เวลาในการลู่เข้าสู่จุดสมดุล ในเวลา 100 วัน ค่าเปรียบเทียบน้อยกว่าค่าจริงβ_2 (0.0313) ใช้เวลาในการลู่เข้าสู่จุดสมดุลน้อยที่สุด นั่นคือ 95 วันในการลู่เข้าสู่จุดสมดุล และในค่าเปรียบเทียบมากกว่าค่าจริงβ_2 (0.0294) ใช้เวลาในการลู่เข้าสู่จุดสมดุลมากที่สุด นั่นคือ 105 วัน ในการลู่เข้าสู่จุดสมดุล จะได้ว่ากราฟแสดงจำนวนประชากรที่เสี่ยงต่อการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด ใช้ค่าพารามิเตอร์ที่เปรียบเทียบน้อยกว่าค่าจริงดีที่สุด เนื่องจากใช้เวลาในลู่เข้าสู่จุดสมดุลน้อยที่สุด จึงทำให้สามารถควบคุมการเกิดโรคได้เร็วที่สุด

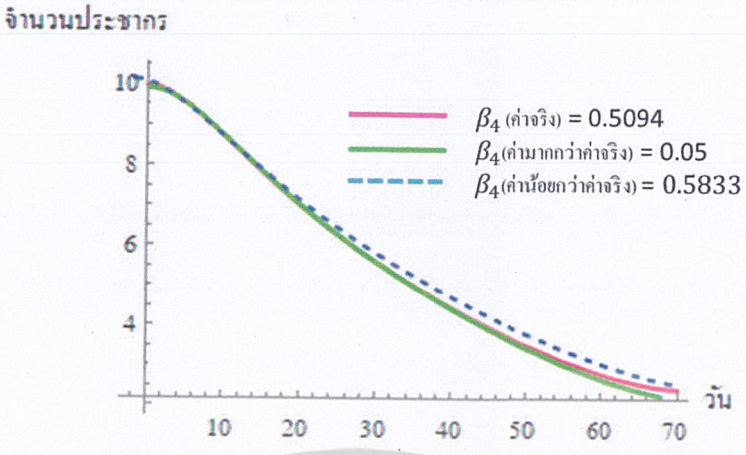
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4.3 กราฟแสดงจำนวนของประชากรที่เสี่ยงต่อการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด ช่วงอายุ 40-49 ปี

เมื่อค่าพารามิเตอร์ β_3 (0.1383) มีการเปรียบเทียบ ระหว่างค่าจริง ค่าเปรียบเทียบมากกว่าค่าจริง และค่าเปรียบเทียบน้อยกว่าค่าจริง จะอธิบายได้ว่า กราฟแสดงจำนวนของประชากรที่เสี่ยงต่อการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด ช่วงอายุ 40-49 ปี โดยที่ค่าจริงจะใช้เวลาในการลู่เข้าสู่จุดสมดุล ในเวลา 90 วัน ค่าเปรียบเทียบน้อยกว่าค่าจริง β_3 (0.1429) ใช้เวลาในการลู่เข้าสู่จุดสมดุลน้อยที่สุด นั่นคือ 85 วันในการลู่เข้าสู่จุดสมดุล และในค่าเปรียบเทียบมากกว่าค่า β_3 (0.125) ใช้เวลาในการลู่เข้าสู่จุดสมดุลมากที่สุด นั่นคือ 95 วัน ในการลู่เข้าสู่จุดสมดุล จะได้ว่ากราฟแสดงจำนวนประชากรที่เสี่ยงต่อการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด ใช้ค่าพารามิเตอร์ที่เปรียบเทียบน้อยกว่าค่าจริงดีที่สุด เนื่องจากใช้เวลาในลู่เข้าสู่จุดสมดุลน้อยที่สุด จึงทำให้สามารถควบคุมการเกิดโรคได้เร็วที่สุด

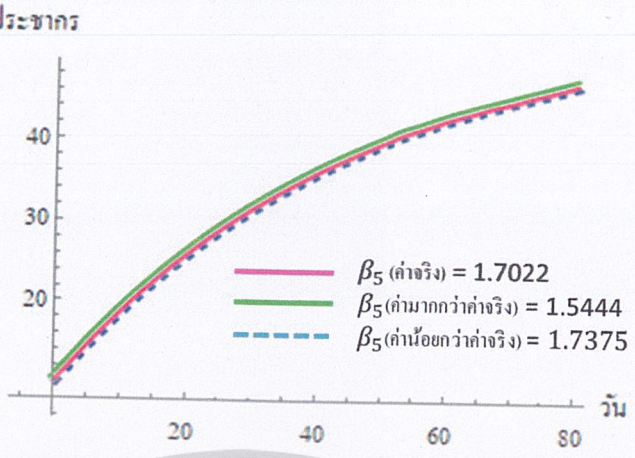
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่4.4.4 กราฟแสดงจำนวนของประชากรที่เสี่ยงต่อการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด ช่วงอายุ 50-59 ปี

เมื่อค่าพารามิเตอร์ β_4 (0.5094) มีการเปรียบเทียบ ระหว่างค่าจริง ค่าเปรียบเทียบมากกว่าค่าจริง และค่าเปรียบเทียบน้อยกว่าค่าจริง จะอธิบายได้ว่า กราฟแสดงจำนวนของประชากรที่เสี่ยงต่อการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด ช่วงอายุ 50-59 ปี โดยที่ค่าจริงจะใช้เวลาในการลู่เข้าสู่จุดสมดุล ในเวลา 70 วัน ค่าเปรียบเทียบมากกว่าค่าจริงβ_4(0.05) ใช้เวลาในการลู่เข้าสู่จุดสมดุลน้อยที่สุด นั่นคือ 68 วันในการลู่เข้าสู่จุดสมดุล และในคาเปรียบเทียบน้อยกว่าค่าจริงβ_4(0.5833) ใช้เวลาในการลู่เข้าสู่จุดสมดุลมากที่สุด นั่นคือ 75 วัน ในการลู่เข้าสู่จุดสมดุล จะได้ว่ากราฟแสดงจำนวนของประชากรที่เสี่ยงต่อการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด ใช้ค่าพารามิเตอร์ที่เปรียบเทียบน้อยกว่าค่าจริงดีที่สุด เนื่องจากใช้เวลาในลู่เข้าสู่จุดสมดุลน้อยที่สุด จึงทำให้สามารถควบคุมโรคได้เร็วที่สุด

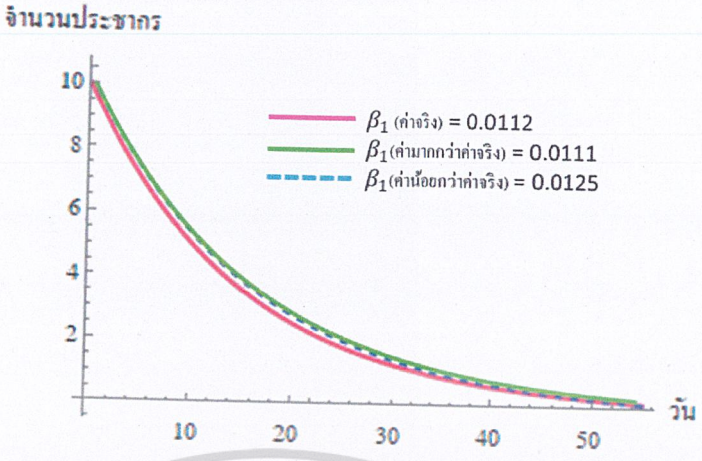
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4.5 กราฟแสดงจำนวนของประชากรที่เสี่ยงต่อการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด ช่วงอายุ 60+ ปี

เมื่อค่าพารามิเตอร์ β_5 (1.7022) มีการเปรียบเทียบ ระหว่างค่าจริง ค่าเปรียบเทียบมากกว่าค่าจริง และค่าเปรียบเทียบน้อยกว่าค่าจริง จะอธิบายได้ว่า กราฟแสดงจำนวนของประชากรที่เสี่ยงต่อการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด ช่วงอายุ 60+ ปี โดยที่ค่าจริงจะใช้เวลาในการลู่เข้าสู่จุดสมดุล ในเวลา 80 วัน ค่าเปรียบเทียบน้อยกว่าค่าจริงβ_5 (1.5444) ใช้เวลาในการลู่เข้าสู่จุดสมดุลมากที่สุด นั่นคือ 82 วันในการลู่เข้าสู่จุดสมดุล และในค่าเปรียบเทียบมากกว่าค่าจริงβ_5 (1.7375) ใช้เวลาในการลู่เข้าสู่จุดสมดุล นั่นคือ 80 วัน ในการลู่เข้าสู่จุดสมดุล จะได้ว่ากราฟแสดงจำนวนประชากรที่เสี่ยงต่อการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด ใช้ค่าพารามิเตอร์ที่เปรียบเทียบค่าจริงดีที่สุด เนื่องจากใช้เวลาในลู่เข้าสู่จุดสมดุลน้อยที่สุด จึงทำให้สามารถควบคุมการเกิดโรคได้เร็วที่สุด

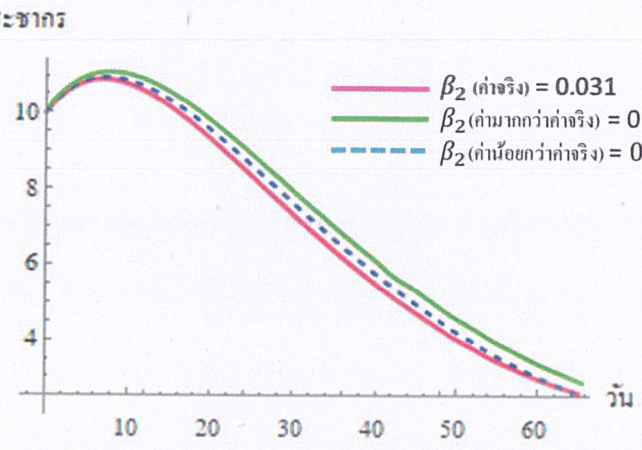
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4.6 กราฟแสดงจำนวนของประชากรผู้ติดเชื้อที่ได้รับการรักษาจากการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด ช่วงอายุ 0-14 ปี

เมื่อค่าพารามิเตอร์ β_1 (0.0112) มีการเปรียบเทียบ ระหว่างค่าจริง ค่าเปรียบเทียบมากกว่าค่าจริง และค่าเปรียบเทียบน้อยกว่าค่าจริง จะอธิบายได้ว่า กราฟแสดงจำนวนของประชากรผู้ติดเชื้อที่ได้รับการรักษาจากการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด ช่วงอายุ 0-14 ปี โดยที่ค่าจริงจะใช้เวลาในการลู่เข้าสู่จุดสมดุล ในเวลา 65 วัน ค่าเปรียบเทียบมากกว่าค่าจริง β_1 (0.0111) ใช้เวลาในการลู่เข้าสู่จุดสมดุลน้อยที่สุด นั่นคือ 63 วันในการลู่เข้าสู่จุดสมดุล และในค่าเปรียบเทียบน้อยกว่าค่าจริง β_1 (0.0125) ใช้เวลาในการลู่เข้าสู่จุดสมดุลมากที่สุด นั่นคือ 67 วัน ในการลู่เข้าสู่จุดสมดุล จะได้ว่ากราฟแสดงจำนวนของประชากรผู้ติดเชื้อที่ได้รับการรักษาจากการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด ใช้ค่าพารามิเตอร์ที่เปรียบเทียบน้อยกว่าค่าจริงดีที่สุด เนื่องจากใช้เวลาในลู่เข้าสู่จุดสมดุลน้อยที่สุด จึงทำให้สามารถควบคุมโรคได้เร็วที่สุด

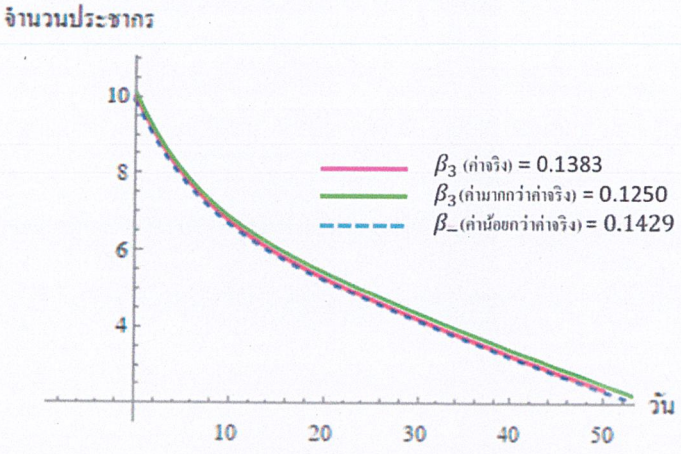
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4.7 กราฟแสดงจำนวนของประชากรผู้ติดเชื้อที่ได้รับการรักษาจากการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด ช่วงอายุ 15-39 ปี

เมื่อค่าพารามิเตอร์ β_2 (0.031) มีการเปรียบเทียบ ระหว่างค่าจริง ค่าเปรียบเทียบมากกว่าค่าจริง และค่าเปรียบเทียบน้อยกว่าค่าจริง จะอธิบายได้ว่า กราฟแสดงจำนวนของประชากรผู้ติดเชื้อที่ได้รับการรักษาจากการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด ช่วงอายุ 15-39 ปี โดยที่ค่าจริงจะใช้เวลาในการลู่เข้าสู่จุดสมดุล ในเวลา 65 วัน ค่าเปรียบเทียบน้อยกว่าค่าจริงβ_2 (0.0294) ใช้เวลาในการลู่เข้าสู่จุดสมดุลน้อยที่สุด นั่นคือ 62 วัน ในการลู่เข้าสู่จุดสมดุล และในค่าเปรียบเทียบมากกว่าค่าจริง β_2 (0.0313) ใช้เวลาในการลู่เข้าสู่จุดสมดุลมากที่สุด นั่นคือ 67 วัน ในการลู่เข้าสู่จุดสมดุล จะได้ว่ากราฟแสดงจำนวนของประชากรที่ผู้ติดเชื้อที่ได้รับการรักษาจากการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือดใช้ค่าพารามิเตอร์ที่เปรียบเทียบค่าจริงดีที่สุด เนื่องจากใช้เวลาในลู่เข้าสู่จุดสมดุลน้อยที่สุด จึงทำให้สามารถควบคุมโรคได้เร็วที่สุด

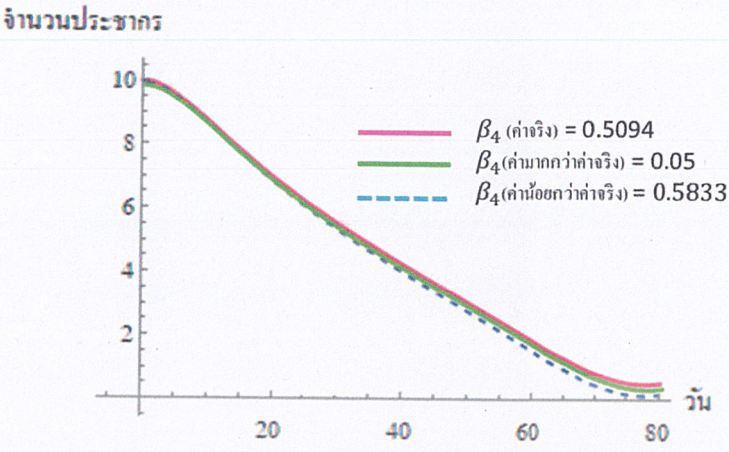
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4.8 กราฟแสดงจำนวนของประชากรผู้ติดเชื้อที่ได้รับการรักษาจากการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด ช่วงอายุ 40-49 ปี

เมื่อค่าพารามิเตอร์ β_3 (0.1383) มีการเปรียบเทียบ ระหว่างค่าจริง ค่าเปรียบเทียบมากกว่าค่าจริง และค่าเปรียบเทียบน้อยกว่าค่าจริง จะอธิบายได้ว่า กราฟแสดงจำนวนของประชากรผู้ติดเชื้อที่ได้รับการรักษาจากการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด ช่วงอายุ 40-49 ปี โดยที่ค่าจริงจะใช้เวลาในการลู่เข้าสู่จุดสมดุล ในเวลา 50 วัน ค่าเปรียบเทียบมากกว่าค่าจริงβ_3 (0.125) ใช้เวลาในการลู่เข้าสู่จุดสมดุล นั่นคือ 55 วันในการลู่เข้าสู่จุดสมดุล และในค่าเปรียบเทียบน้อยกว่าค่าจริงβ_3 (0.1429) ใช้เวลาในการลู่เข้าสู่จุดสมดุลมากที่สุด นั่นคือ 59 วัน ในการลู่เข้าสู่จุดสมดุล จะได้ว่ากราฟแสดงจำนวนของประชากรผู้ติดเชื้อที่ได้รับการรักษาจากการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด ใช้ค่าพารามิเตอร์ที่เปรียบเทียบค่าจริงดีที่สุด เนื่องจากใช้เวลาในลู่เข้าสู่จุดสมดุลน้อยที่สุด จึงทำให้สามารถควบคุมโรคได้เร็วที่สุด

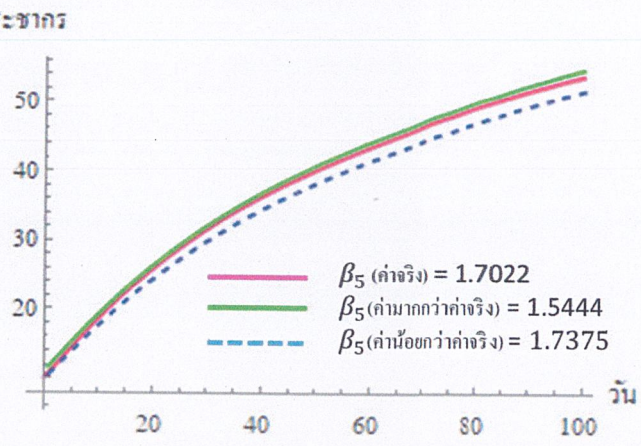
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4.9 กราฟแสดงจำนวนของประชากรผู้ติดเชื้อที่ได้รับการรักษาจากการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด ช่วงอายุ 50-59 ปี

เมื่อค่าพารามิเตอร์ β_4 (0.5094) มีการเปรียบเทียบ ระหว่างค่าจริง ค่าเปรียบเทียบมากกว่าค่าจริง และค่าเปรียบเทียบน้อยกว่าค่าจริง จะอธิบายได้ว่า กราฟแสดงจำนวนของประชากรผู้ติดเชื้อที่ได้รับการรักษาจากการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด ช่วงอายุ 50-59 ปี โดยที่ค่าจริงจะใช้เวลาในการลู่เข้าสู่จุดสมดุล ในเวลา 80 วัน ค่าเปรียบเทียบมากกว่าค่าจริงβ_4 (0.05) ใช้เวลาในการลู่เข้าสู่จุดสมดุลน้อยที่สุด นั่นคือ 79 วันในการลู่เข้าสู่จุดสมดุล และในค่าเปรียบเทียบน้อยกว่าค่าจริงβ_4 (0.5833) ใช้เวลาในการลู่เข้าสู่จุดสมดุลมากที่สุด นั่นคือ 82 วัน ในการลู่เข้าสู่จุดสมดุล จะได้ว่ากราฟแสดงจำนวนของประชากรผู้ติดเชื้อที่ได้รับการรักษาจากการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด ใช้ค่าพารามิเตอร์ที่เปรียบเทียบน้อยกว่าค่าจริงดีที่สุด เนื่องจากใช้เวลาในลู่เข้าสู่จุดสมดุลน้อยที่สุด จึงทำให้สามารถควบคุมโรคได้เร็วที่สุด

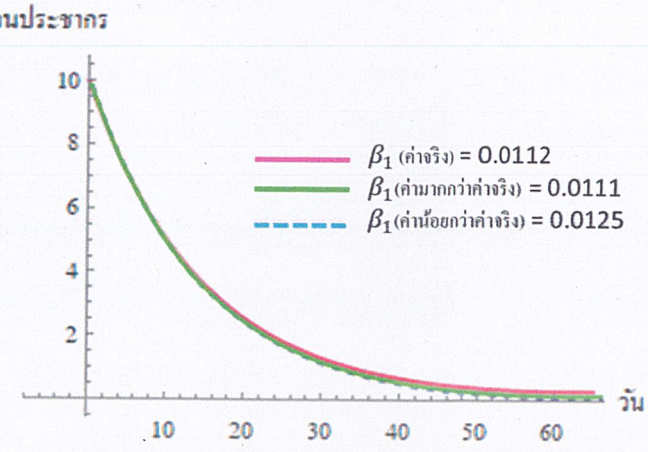
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4.10 กราฟแสดงจำนวนของประชากรผู้ติดเชื้อที่ได้รับการรักษาจากการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด ช่วงอายุ 60+ ปี

เมื่อค่าพารามิเตอร์ β_5(1.7022) มีการเปรียบเทียบ ระหว่างค่าจริง ค่าเปรียบเทียบมากกว่าค่าจริง และค่าเปรียบเทียบน้อยกว่าค่าจริง จะอธิบายได้ว่า กราฟแสดงจำนวนของประชากรผู้ติดเชื้อที่ได้รับการรักษาจากการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด ช่วงอายุ 60+ ปี โดยที่ค่าจริงจะใช้เวลาในการลู่เข้าสู่จุดสมดุล ในเวลา 98 วัน ค่าเปรียบเทียบมากกว่าค่าจริงβ_5(1.5444) ใช้เวลาในการลู่เข้าสู่จุดสมดุลมากที่สุดนั่นคือ 100 วันในการลู่เข้าสู่จุดสมดุล และในค่าเปรียบเทียบน้อยกว่าค่าจริงβ_5 (1.7375) ใช้เวลาในการลู่เข้าสู่จุดสมดุล นั่นคือ 96 วัน ในการลู่เข้าสู่จุดสมดุล จะได้ว่ากราฟแสดงจำนวนของประชากรผู้ติดเชื้อที่ได้รับการรักษาจากการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด ใช้ค่าพารามิเตอร์ที่เปรียบเทียบมากกว่าค่าจริงดีที่สุด เนื่องจากใช้เวลาในลู่เข้าสู่จุดสมดุลน้อยที่สุด จึงทำให้สามารถควบคุมโรคได้เร็วที่สุด

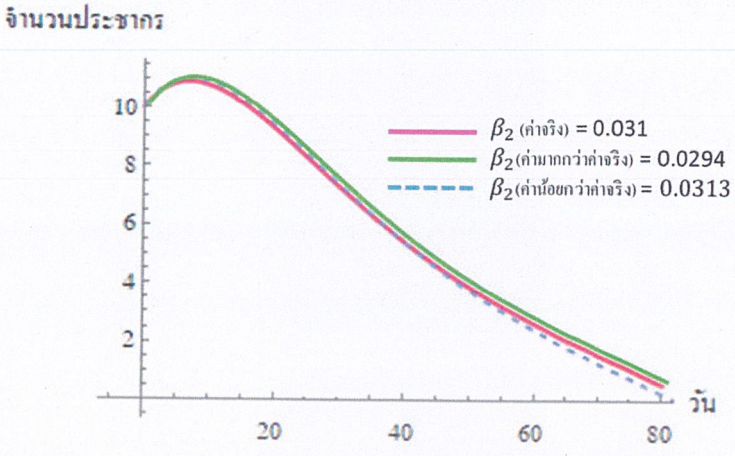
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4.11 กราฟแสดงจำนวนของประชากรผู้ฟื้นไข้จากการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด ช่วงอายุ 0-14 ปี

เมื่อค่าพารามิเตอร์ β_1 (0.0112) มีการเปรียบเทียบ ระหว่างค่าจริง ค่าเปรียบเทียบมากกว่าค่าจริง และค่าเปรียบเทียบน้อยกว่าค่าจริง จะอธิบายได้ว่า กราฟแสดงจำนวนของประชากรผู้ฟื้นไข้จากการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด ช่วงอายุ 0-14 ปี โดยที่ค่าจริงจะใช้เวลาในการลู่เข้าสู่จุดสมดุลในเวลา 65 วัน ค่าเปรียบเทียบมากกว่าค่าจริงβ_4 (0.0111) ใช้เวลาในการลู่เข้าสู่จุดสมดุล นั่นคือ 68 วันในการลู่เข้าสู่จุดสมดุล และในค่าเปรียบเทียบน้อยกว่าค่าจริงβ_4 (0.0125) ใช้เวลาในการลู่เข้าสู่จุดสมดุลมากที่สุด นั่นคือ 69 วัน ในการลู่เข้าสู่จุดสมดุล จะได้ว่ากราฟแสดงจำนวนของประชากรผู้ฟื้นไข้จากการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด ใช้ค่าพารามิเตอร์ที่เปรียบเทียบน้อยกว่าค่าจริงดีที่สุด เนื่องจากใช้เวลาในลู่เข้าสู่จุดสมดุลน้อยที่สุด จึงทำให้สามารถควบคุมโรคได้เร็วที่สุด

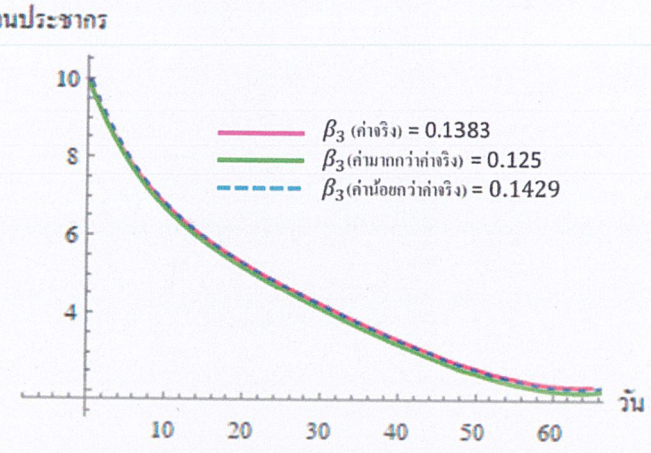
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4.12 กราฟแสดงจำนวนของประชากรผู้ฟื้นไข้จากการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด ช่วงอายุ 15-39 ปี

เมื่อค่าพารามิเตอร์ β_2 (0.031) มีการเปรียบเทียบ ระหว่างค่าจริง ค่าเปรียบเทียบมากกว่าค่าจริง และค่าเปรียบเทียบน้อยกว่าค่าจริง จะอธิบายได้ว่า กราฟแสดงจำนวนของประชากรผู้ฟื้นไข้จากการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด ช่วงอายุ 15-39 ปี โดยที่ค่าจริงจะใช้เวลาในการลู่เข้าสู่จุดสมดุล ในเวลา 80 วัน ค่าเปรียบเทียบมากกว่าค่าจริงβ_2 (0.0294) ใช้เวลาในการลู่เข้าสู่จุดสมดุลน้อยที่สุด นั่นคือ 79 วันในการลู่เข้าสู่จุดสมดุล และในค่าเปรียบเทียบน้อยกว่าค่าจริงβ_2 (0.0313) ใช้เวลาในการลู่เข้าสู่จุดสมดุลมากที่สุด นั่นคือ 82 วัน ในการลู่เข้าสู่จุดสมดุล จะได้ว่ากราฟแสดงจำนวนของประชากรผู้ฟื้นไข้จากการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด ใช้ค่าพารามิเตอร์ที่เปรียบเทียบน้อยกว่าค่าจริงดีที่สุด เนื่องจากใช้เวลาในลู่เข้าสู่จุดสมดุลน้อยที่สุด จึงทำให้สามารถควบคุมโรคได้เร็วที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

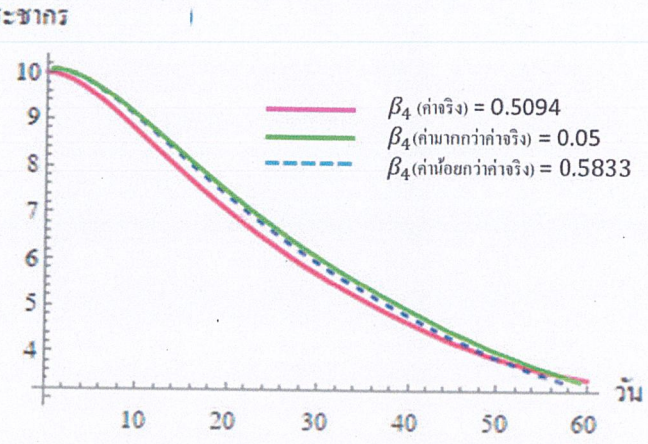


รูปที่ 4.4.13 กราฟแสดงจำนวนของประชากรผู้ฟื้นไข้จากการ

เกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด ช่วงอายุ 40-49 ปี

เมื่อค่าพารามิเตอร์ β_3 (0.1383) มีการเปรียบเทียบ ระหว่างค่าจริง ค่าเปรียบเทียบมากกว่าค่าจริง และค่าเปรียบเทียบน้อยกว่าค่าจริง จะอธิบายได้ว่า กราฟแสดงจำนวนของประชากรผู้ฟื้นไข้จากการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด ช่วงอายุ 40-49 ปี โดยที่ค่าจริงจะใช้เวลาในการลู่เข้าสู่จุดสมดุล ในเวลา 64 วัน ค่าเปรียบเทียบมากกว่าค่าจริง β_3 (0.125) ใช้เวลาในการลู่เข้าสู่จุดสมดุล นั่นคือ 100 วัน และในค่าเปรียบเทียบมากกว่าค่าจริง β_3 (0.1429) ใช้เวลาในการลู่เข้าสู่จุดสมดุล นั่นคือ 96 วัน ในการลู่เข้าสู่จุดสมดุล จะได้ว่ากราฟแสดงจำนวนของประชากรผู้ฟื้นไข้จากการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด ใช้ค่าพารามิเตอร์ที่เปรียบเทียบค่าจริงดีที่สุด เนื่องจากใช้เวลาในลู่เข้าสู่จุดสมดุลน้อยที่สุด จึงทำให้สามารถควบคุมโรคได้เร็วที่สุด

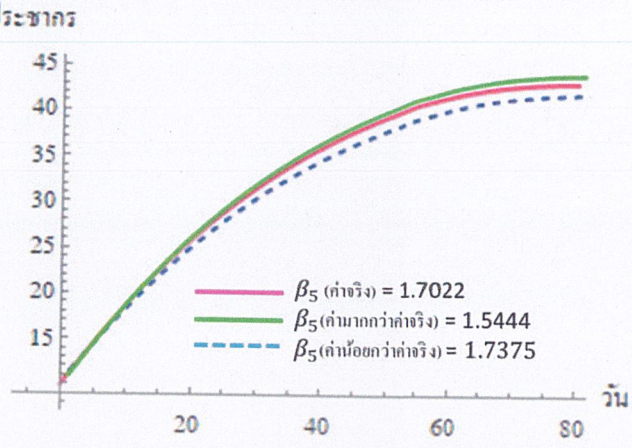
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4.14 กราฟแสดงจำนวนของประชากรผู้ฟื้นไข้จากการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด ช่วงอายุ 50-59 ปี

เมื่อค่าพารามิเตอร์ β_4 (0.5094) มีการเปรียบเทียบ ระหว่างค่าจริง ค่าเปรียบเทียบมากกว่าค่าจริง และค่าเปรียบเทียบน้อยกว่าค่าจริง จะอธิบายได้ว่า กราฟแสดงจำนวนของประชากรผู้ฟื้นไข้จากการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด ช่วงอายุ 50-59 ปี โดยที่ค่าจริงจะใช้เวลาในการลู่เข้าสู่จุดสมดุลในเวลา 60 วัน ค่าเปรียบเทียบมากกว่าค่าจริงβ_4 (0.05) ใช้เวลาในการลู่เข้าสู่จุดสมดุลนั่นคือ 59 วัน และในค่าเปรียบเทียบน้อยกว่าค่าจริงβ_4 (0.5833) ใช้เวลาในการลู่เข้าสู่จุดสมดุล นั่นคือ 57 วัน ในการลู่เข้าสู่จุดสมดุล จะได้ว่ากราฟแสดงจำนวนของประชากรผู้ฟื้นไข้จากการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด ใช้ค่าพารามิเตอร์ที่เปรียบเทียบน้อยกว่าค่าจริงดีที่สุด เนื่องจากใช้เวลาในลู่เข้าสู่จุดสมดุลน้อยที่สุด จึงทำให้สามารถควบคุมโรคได้เร็วที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4.15 กราฟแสดงจำนวนของประชากรผู้ฟื้นไข้จากการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด ช่วงอายุ 60+ ปี

เมื่อค่าพารามิเตอร์β_5 (1.7022) มีการเปรียบเทียบ ระหว่างค่าจริง ค่าเปรียบเทียบมากกว่าค่าจริง และค่าเปรียบเทียบน้อยกว่าค่าจริง จะอธิบายได้ว่า กราฟแสดงจำนวนของประชากรผู้ฟื้นไข้จากการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด ช่วงอายุ 60+ ปี โดยที่ค่าจริงจะใช้เวลาในการลู่เข้าสู่จุดสมดุล ในเวลา 79 วัน ค่าเปรียบเทียบมากกว่าค่าจริงβ_5 (1.5444) ใช้เวลาในการลู่เข้าสู่จุดสมดุลมากที่สุดนั่นคือ 81 วันในการลู่เข้าสู่จุดสมดุล และในค่าเปรียบเทียบน้อยกว่าค่าจริงβ_5 (1.7375) ใช้เวลาในการลู่เข้าสู่จุดสมดุล นั่นคือ 80 วัน จะได้ว่ากราฟแสดงจำนวนของประชากรผู้ฟื้นไข้จากการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด ใช้ค่าพารามิเตอร์ที่เปรียบเทียบค่าจริงดีที่สุด เนื่องจากใช้เวลาในลู่เข้าสู่จุดสมดุลน้อยที่สุด จึงทำให้สามารถควบคุมโรคได้เร็วที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางเปรียบเทียบค่าเบต้า

ค่าจริง	ค่าประมาณมากกว่าค่าจริง	ค่าประมาณน้อยกว่าค่าจริง
$\beta_1=\frac{1,000}{8,928,133}*100=0.0112$	$\beta_1=\frac{1,000}{9,000,000}*100=0.0111$	$\beta_1=\frac{1,000}{8,000,000}*100=0.0125$
$\beta_2=\frac{5,000}{16,128,705}*100=0.031$	$\beta_2=\frac{5,0000}{17,000,000}*100=0.0294$	$\beta_2=\frac{5,000}{16,000,000}*100=0.0313$
$\beta_3=\frac{1}{7,229,433}*100=0.1383$	$\beta_3=\frac{1}{8,000,000}*100=0.1250$	$\beta_3=\frac{1}{7,000,000}*100=0.1429$
$\beta_4=\frac{1}{6,871,048}*100=0.5094$	$\beta_4=\frac{1}{7,000,000}*100=0.05$	$\beta_4=\frac{1}{6,000,000}*100=0.5833$
$\beta_5=\frac{1}{8,166,129}*100=1.7022$	$\beta_5=\frac{1}{9,000,000}*100=1.5444$	$\beta_5=\frac{1}{8,000,000}*100=1.7375$

หมายเหตุ: ——— คือ ค่าจริง , ——— คือ ค่าเปรียบเทียบมากกว่าค่าจริง ,

- - - - - ค่าเปรียบเทียบน้อยกว่าค่าจริง

ผลสรุป ค่าพารามิเตอร์ที่มีผลต่อกราฟ $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4, \beta_5$ ทำให้จำนวนประชากรมีการเปลี่ยนและจำนวนเวลาเข้าสู่จุดสมดุลมีค่าที่แตกต่างกัน ค่าเปรียบเทียบมากกว่าค่าจริง ให้กราฟมีการเปลี่ยนแปลงโดยที่จำนวนประชากรเพิ่มขึ้นเร็วกว่าปกติ จะทำให้กราฟลู่เข้าสู่จุดสมดุลให้ช้าลง เนื่องจากใช้เวลานานในการติดเชื้อ ยิ่งทำให้ลดการเกิดโรคได้ช้าลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

ปัญหาพิเศษนี้ ได้เสนอรายละเอียดของโรคหัวใจและหลอดเลือด ที่เกิดจากการมีไขมันจับที่ผนังของหลอดเลือดหัวใจจึงทำให้ตีบแคบลง และนำเอาองค์ประกอบความรู้ทางคณิตศาสตร์มาใช้กับการแก้ปัญหาการเกิดโรค จากนั้นก็พิจารณาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ โดยการนำเสนอและอธิบายโรคหัวใจและหลอดเลือดในประเทศไทย เพื่อพิจารณาข้อมูลเบื้องต้นในการป้องกันและลดจำนวนผู้ป่วยโรคหัวใจและหลอดเลือดและกำหนดตัวชี้วัดของผู้ป่วยโรคหัวใจและหลอดเลือดทั้งประเทศ

แบบจำลองนี้เราได้สมมติจำนวนประชากรที่เกิดใหม่ อัตราการเกิด อัตราการเสียชีวิตของประชากร และอัตราการฟื้นไข้ของโรคหัวใจและหลอดเลือด และข้อมูลจริงได้แก่อัตราการเสี่ยงที่ติดเชื้อของโรคหัวใจและหลอดเลือด จากสมาคมแพทย์โรคหัวใจแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ ตั้งแต่ปี พ.ศ.2556-2560 ซึ่งนำมาประยุกต์ใช้ในแบบจำลองของโรคหัวใจและหลอดเลือด จากนั้นได้สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ประกอบด้วยสิบห้าสมการเชิงอนุพันธ์ในรูปแบบของจำนวนประชากรผู้เสี่ยงต่อการติดเชื้อโรคหัวใจและหลอดเลือด(S) จำนวนประชากรผู้ติดเชื้อที่ได้รับการรักษาโรคหัวใจและหลอดเลือด(I)และจำนวนประชากรผู้ฟื้นไข้โรคหัวใจและหลอดเลือด (R) จากนั้นหาจุดสมดุลและความเสถียรของจุดสมดุล ซึ่งจากการศึกษาพบว่าพารามิเตอร์ที่มีผลต่อแบบจำลองโรคหัวใจและหลอดเลือด คืออัตราการเสี่ยงต่อการติดเชื้อโรคหัวใจและหลอดเลือด (β) โดยเมื่ออัตราการเสี่ยงต่อการติดเชื้อโรคหัวใจและหลอดเลือด(β) มีค่าลดลง ส่งผลให้กราฟแสดงจำนวนของประชากรผู้ฟื้นไข้จากการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด เทียบกับเวลา จะลู่เข้าสู่สมดุลเร็วขึ้น ทำให้สามารถควบคุมโรคได้เร็วขึ้น แต่เมื่ออัตราการเสี่ยงต่อการติดเชื้อโรคหัวใจและหลอดเลือด (β) มีค่ามากขึ้น ส่งผลให้กราฟแสดงจำนวนของประชากรผู้ฟื้นไข้จากการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด เทียบกับเวลา จะลู่เข้าสู่สมดุลช้าลง นั่นคือจะควบคุมโรคได้ช้าลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 ข้อเสนอแนะ

ในส่วนของแบบจำลองนี้สามารถนำไปต่อยอดในการสร้างโปรแกรมเพื่อใช้ในการวิเคราะห์แบบจำลองให้มีประสิทธิภาพและสามารถใช้งานได้จริงเพิ่มความสะดวกในการคำนวณการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด ป้องกันและลดจำนวนผู้ป่วยโรคหัวใจและหลอดเลือด ทั้งยังลดโอกาสในการเกิดความผิดพลาดในการวิเคราะห์ได้อีกด้วยนอกจากนี้ปัจจัยที่มีผลต่อโรคหัวใจและหลอดเลือดเช่น การรับประทานอาหาร การออกกำลังกาย เป็นต้น ดังนั้นจึงควรพิจารณาปัจจัยข้างต้นนี้ในแบบจำลอง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

1. ศ. ปิยะรัตน์ โตสุโขวงศ์ นางสาว เอมอร แสงศิริ และ รศ.นพ.สุพจน์ ศรีมหาโชตะ (ฝ่ายชีวเคมี หอผู้ป่วยไอซีซียู ฝ่ายการพยาบาล และหน่วยโรคหัวใจ ฝ่ายอายุรศาสตร์ โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์)

สืบค้นจาก http://www.bmbmd.research.chula.ac.th/kn1.htm#ee (บทที่ 2 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับโรคหัวใจและหลอดเลือด)

2. กษชดา ปัญเศษ , สุกาญฎา กลิ่นถือศิล , อาภาสิณี กิ่งแก้ว , วิยดา วงศ์มณีโรจน์

สืบค้นจาก https://www.google.co.th/search?dcr=0&ei=qRwmWr7RHsb7vAT8_IKIBw&q=งานวิจัยโรคหัวใจตีบ&oq งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง วิจัยความเสี่ยงต่อการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือดของบุคลากรที่ปฏิบัติ ราชการส่วนกลาง กระทรวงสาธารณสุข [โดยใช้แบบประเมินความเสี่ยง ต่อโรคหัวใจและหลอดเลือด Rama – EGAT Heart Score]

3. ผศ. วชิราภรณ์ สุมนวงศ์ ,รศ. ดร. อาภรณ์ ดีนาน , ผศ. ดร. สงวน ธานี ,ผศ. ดร. สมสมัย รัตนกรีฑากุล ,นายแพทย์ชัชวาล วัตนะกุล

สืบค้นจาก
https://www.google.co.th/search?dcr=0&ei=DB4mWsWmOIXwvgS66J_gCw&q=การลดปัจจัยเสี่ยง งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง รายงานวิจัย การลดปัจจัยเสี่ยงและส่งเสริมคุณภาพชีวิตของผู้ป่วยโรคกล้ามเนื้อหัวใจขาดเลือด (ระยะที่ 2)

4. สุรพล ช่วยบุดดา

สืบค้นจาก https://www.google.co.th/search?dcr=0&ei=lh0mWun9H8f2vAT2hL7YAw&q=งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง งานวิจัย ปัจจัยที่มีผลต่อความเสี่ยงการเกิดโรคหลอดเลือดหัวใจของประชาชนอายุ 35 ปีขึ้นไป

5. จุฑามาศ คชโคตร,แอนน์ จิระพงษ์สุวรรณ,พัชราพร เกิดมงคล,ขวัญใจ อำนาจสัตย์ซื่อ ,อรวรรณ แก้วบุญชู

สืบค้นจากhttps://www.google.co.th/search?dcr=0&ei=Zh0mWp3wL8rYvgT79rq4Dw&q=งานวิจัยโรคหัวใจตีบของธนคารกสิกร&oq

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง วิจัย พฤติกรรมป้องกันโรคหลอดเลือดหัวใจของพนักงานธนาคารกสิกร ในเขตกรุงเทพมหานคร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้