

สื่อการเรียนรู้กายวิภาคศาสตร์มนุษย์และสรีรวิทยาด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือน

Instructional Media Human Anatomy and Physiology using Virtual Reality



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมชีวการแพทย์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ.2562

KMITL-2019-EN-M-045-138

สื่อการเรียนรู้กายวิภาคศาสตร์มนุษย์และสรีรวิทยาด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือน

Instructional Media Human Anatomy and Physiology using Virtual Reality



เจณจิรา เอื้อสุขอารี

JANEJIRA EUASUKAREE

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมชีวการแพทย์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ.2562

KMITL-2019-EN-M-045-138

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

INSTRUCTIONAL MEDIA HUMAN ANATOMY AND PHYSIOLOGY USING  
VIRTUAL REALITY



JANEJIRA EUASUKAREE

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT  
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF  
MASTER OF ENGINEERING IN BIOMEDICAL ENGINEERING  
FACULTY OF ENGINEERING  
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG  
2019  
KMUTL-2019-EN-M-045-138

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



COPYRIGHT 2019

FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	สื่อการเรียนรู้กายวิภาคศาสตร์มนุษย์และสรีรวิทยาด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือน
นักศึกษา	นางสาวเจนจิรา เอื้อสุขอารี
รหัสประจำตัว	60601073
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมชีวการแพทย์
พ.ศ.	2562
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	ผศ.ดร.สรินพร วิสิฐสัทธาพงศ์

### บทคัดย่อ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ นำเสนอสื่อการเรียนรู้กายวิภาคศาสตร์มนุษย์และสรีรวิทยาด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือน ซึ่งเป็นการประยุกต์เทคโนโลยีภาพเสมือนหรือ Virtual Reality (VR) เป็นเทคโนโลยีจำลองสถานการณ์ให้เสมือนอยู่ในสภาวะจริงหรือสถานที่จริง โดยนำข้อมูลของกายวิภาคและสรีระของมนุษย์มาผนวกเข้ากับเทคโนโลยีนี้ จำลองเป็นโมเดลสามมิติ ซึ่งสามารถบอกจุดและตำแหน่งของอวัยวะได้นอกจากนี้ยังมีโหมดของสุขภาพ เป็นเรื่องราวเกี่ยวกับการเกิดโรคต่าง ๆ โดยนำเสนอเป็นรูปแบบแอนิเมชันของโมเดลสามมิติ ลงรายละเอียดของอวัยวะส่วนที่เกิดโรครุนแรง สาเหตุ และอาการของโรคให้ผู้ใช้งานเข้าใจถึงปัจจัยของการเกิดโรค โดยวัตถุประสงค์หลักของการจัดทำขึ้นเพื่อประยุกต์ใช้เทคโนโลยีให้เกิดประโยชน์และพัฒนาทางเลือกในการรับรู้ข้อมูลเกี่ยวกับโรค ซึ่งช่วยส่งเสริมการดูแลสุขภาพและพฤติกรรม การปฏิบัติตนเองต่อโรคต่าง ๆ ให้มีความตระหนักรู้มากขึ้น

<b>Thesis</b>	Instructional Media Human Anatomy and Physiology using
Virtual	Reality
<b>Student</b>	Miss Janejira Euasukaree
<b>Student ID.</b>	60601073
<b>Degree</b>	Master of Engineering
<b>Program</b>	Biomedical Engineering
<b>Year</b>	2019
<b>Thesis Advisor</b>	Ast.Prof.Dr. Sarinporn Visitsattapongse

## ABSTRACT

At present, This thesis presents the program Instructional Media Human Anatomy and Physiology using Virtual Reality. Which is the application of virtual reality technology (VR) as a simulation technology for virtual situations in real conditions or real locations by integrating human anatomy and physiology with this technology. Modeled as a three dimensional model which can tell the point and position of the organs. In addition to that there are also modes of health care is a story about the occurrence of various diseases, presented as an animation of a three-dimensional model. Detail the parts of the organ that caused the disease, its causes and symptoms so that users will understand the factors of disease. The main objective of the preparation is to apply the technology to the benefit and develop the option to receive information about the disease. Which helps promote health care and self-practice behaviors against various diseases to become more aware.

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เล่มนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ประจำปี 2561

วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จได้ด้วยความรู้จากอาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.สรินพร วิสิฐสุทธาพงศ์ ที่ให้ความช่วยเหลือ และ ผศ.ดร.สุพันธุ์ ตั้งจิตกุศลมั่น ที่ได้ให้คำชี้แนะช่วยแก้ปัญหาตลอดจนให้ความรู้และคำแนะนำตลอดการวิจัยครั้งนี้ ซึ่งข้าพเจ้าได้นำทุกคำแนะนำมาปรับปรุงและพัฒนาเพื่อให้วิทยานิพนธ์สำเร็จไปได้ด้วยดี

ขอขอบคุณเพื่อน ๆ น้อง ๆ ในห้องปฏิบัติการภาควิชาวิศวกรรมชีวการแพทย์ สำหรับทุกความช่วยเหลือและความเอาใจใส่ ที่ช่วยทำให้วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

สำหรับคุณงามความดีอันใดที่เกิดจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอมอบให้กับบิดามารดาซึ่งเป็นที่รักและเคารพยิ่ง ตลอดจนครูอาจารย์ที่เคารพทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้และถ่ายทอดประสบการณ์ที่ดีให้แก่ข้าพเจ้า

เจนจิรา เอื้อสุขอารี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย .....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VI
สารบัญรูป.....	VII
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความสำคัญของวิทยานิพนธ์.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา.....	2
1.3 สมมุติฐานของการศึกษา .....	2
1.4 ขอบเขตการวิจัย.....	3
1.5 ขั้นตอนการศึกษา.....	4
1.6 นิยามศัพท์.....	5
บทที่ 2 วรรณกรรมหรืองานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	6
2.1 ความหมายของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน.....	6
2.1.1 เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน.....	6
2.1.2 วิวัฒนาการเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน.....	9
2.1.3 การนำเทคโนโลยี VR มาใช้ประโยชน์ทางการแพทย์.....	10
2.1.4 การนำมาใช้ด้านการศึกษา.....	10
2.2 โปรแกรมที่ใช้ในงานวิจัย.....	11
2.2.1 Autodesk Maya.....	11
2.2.2 Unity Game Engine.....	13
2.2.3 Visual Studio.....	16
2.3 ข้อมูลเกี่ยวกับกายวิภาคศาสตร์.....	16
2.3.1 ระบบโครงร่าง.....	17
2.3.2 ระบบไหลเวียนโลหิต.....	18
2.3.3 ระบบย่อยอาหาร.....	20
2.3.4 ระบบต่อมไร้ท่อ.....	22
2.3.5 ระบบกล้ามเนื้อ.....	24
2.3.6 ระบบประสาท.....	25
2.3.7 ระบบสืบพันธุ์.....	28

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.3.8 ระบบหายใจ.....	30
2.3.9 ระบบน้ำเหลือง.....	31
2.3.10 ระบบขับถ่าย.....	32
2.3.11 สาเหตุของการเกิดโรค.....	35
2.4 ปัจจัยพื้นฐานของพฤติกรรมมนุษย์.....	40
2.5 ข้อมูลเกี่ยวกับเทคโนโลยีสุขภาพ.....	42
2.5.1 คุณค่าของเทคโนโลยีทางสุขภาพ.....	42
2.5.2 ทฤษฎีพฤติกรรมสุขภาพ.....	42
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	43
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	52
3.1 ขั้นตอนการสร้างงาน.....	52
3.1.1 การศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้เทคโนโลยีเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ด้านสุขภาพ.....	53
3.1.2 การกำหนดประเด็น และแนวคิดในการสร้างสื่อการเรียนรู้.....	54
3.1.3 ขั้นตอนการกำหนดเนื้อหา และขอบเขตโครงงาน.....	54
3.1.4 ขั้นตอนการออกแบบสื่อการเรียนรู้.....	54
3.1.5 เครื่องมือที่ใช้ในการสร้างสื่อการเรียนรู้.....	54
3.1.6 ขั้นตอนการสร้างสื่อการเรียนรู้.....	55
3.1.7 ขั้นตอนทดลองการใช้งาน.....	66
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในประเมิน.....	67
3.2.1 ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินคุณภาพด้านเนื้อหา.....	67
3.2.2 ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินความพึงพอใจ และการประเมินผลสื่อการเรียนรู้โดยตรวจสอบผลที่เกิดขึ้นกับผู้ใช้.....	67
3.3 วิธีประเมิน และสอบถามงานสื่อการเรียนรู้.....	68
3.3.1 วิธีการประเมินคุณภาพของสื่อการเรียนรู้.....	68
3.3.2 วิธีการประเมินความพึงพอใจต่อผู้ใช้งาน.....	68
3.4 ขั้นตอนในการรวบรวมข้อมูล.....	68
3.4.1 รวบรวมค่าเฉลี่ยจากการเก็บแบบประเมินโดยจะแบบประเมิน.....	68
3.4.2 แบบประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้.....	68
3.5 วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล.....	69
3.5.1 การวิเคราะห์หาคุณภาพในแต่ละด้าน.....	69

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.5.2 การวิเคราะห์หาความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่าง.....	69
3.5.3 สถิติที่ทำมาวิเคราะห์ข้อมูล.....	70
บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน.....	71
4.1 ผลการออกแบบสื่อการเรียนรู้กายวิภาคศาสตร์มนุษย์และสรีรวิทยาด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือน.....	71
4.1.1 ผลการออกแบบโมเดลสามมิติ.....	71
4.1.2 ผลการสร้างฉากและพื้นที่ในการวางโมเดล.....	72
4.1.3 ผลการสร้างแอนิเมชัน.....	72
4.1.4 ผลการสร้างชุดคำสั่ง.....	73
4.1.5 ผลการแสดงผลผ่านแว่น VR.....	73
4.2 ผลการวิเคราะห์การประเมินผลจากผู้ใช้งาน.....	74
4.2.1 การประเมินคุณภาพของสื่อการเรียนรู้กายวิภาคศาสตร์มนุษย์และสรีรวิทยาด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนโดยผู้เชี่ยวชาญ.....	74
4.2.2 การประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานสื่อการเรียนรู้กายวิภาคศาสตร์มนุษย์และสรีรวิทยาด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือน.....	75
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....	77
5.1 สรุปผล.....	77
5.2 อภิปรายผล.....	78
5.3 ข้อเสนอแนะ.....	79
รายการเอกสารอ้างอิง.....	80
ภาคผนวก.....	
ก. ตัวอย่างรหัสโปรแกรมที่ใช้ควบคุมการทำงานของระบบ.....	81
ข. รายนามผู้เชี่ยวชาญและหนังสือขอความอนุเคราะห์เข้าถึงข้อมูล หนังสือเชิญ.....	85
ค. แบบประเมินผู้เชี่ยวชาญประเมินคุณภาพ.....	87
ง. แบบประเมินความพึงพอใจต่อการใช้งานของผู้ใช้.....	88
จ. ประวัติผู้จัดทำ.....	89

# สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 แสดงการแบ่งกlibสมองตามกายภาค ตำแหน่งที่ตั้งและหน้าที่.....	26
2.2 การสู่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา.....	44
2.3 การแปลผลระดับการสนับสนุนทางสังคม การดูแลสุขภาพและภาวะสุขภาพของผู้สูงอายุไทย.....	45
2.4 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานทัศนคติของอาจารย์พยาบาล.....	48
2.5 คุณลักษณะ 10 ประการที่เป็นโครงสร้างพื้นฐานของเกมการศึกษาในด้านการแพทย์และสุขภาพ.....	50
3.1 แสดงระดับความพึงพอใจอยู่ในรูปของคะแนน.....	67
3.2 แสดงเกณฑ์การประเมินระดับความพึงพอใจ.....	70
4.1 ผลการประเมินของสื่อการเรียนรู้กายวิภาคศาสตร์มนุษย์และสรีรวิทยาด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนโดยผู้เชี่ยวชาญ.....	74
4.2 สรุปผลการประเมินคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ.....	75
4.3 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานสื่อการเรียนรู้กายวิภาคศาสตร์มนุษย์และสรีรวิทยาด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือน.....	75
4.4 สรุปผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานสื่อการเรียนรู้กายวิภาคศาสตร์มนุษย์และสรีรวิทยาด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือน.....	76
5.1 แสดงผลสรุประดับการประเมินผลจากผู้เชี่ยวชาญ.....	77
5.2 แสดงผลสรุประดับการประเมินผลจากผู้ใช้งาน.....	78

# สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 การนำวีดีโอมาเป็นอุปกรณ์นำเข้าข้อมูล.....	7
2.2 การใช้จอภาพสวมศีรษะ ในการแสดงภาพและเสียงของโลกเสมือน.....	7
2.3 ระบบเสมือนจริงที่มีการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจจับสัญญาณระยะไกล.....	8
2.4 Augmented/Mixed Reality System.....	8
2.5 การขึ้นรูป 3 มิติ.....	11
2.6 การขึ้นรูปแบบไดนามิก.....	13
2.7 การทำโครงสร้างเกมจากโปรแกรม Unity3D.....	15
2.8 ตัวอย่างหน้าจอการทำงานของโปรแกรม Visual Studio.....	16
2.9 แสดงโครงร่างของมนุษย์.....	17
2.10 แสดงระบบไหลเวียนเลือดของมนุษย์.....	19
2.11 แสดงระบบย่อยอาหาร.....	21
2.12 แสดงระบบต่อมไร้ท่อ.....	23
2.13 แสดงระบบกล้ามเนื้อ.....	24
2.14 แสดงซีรีรัมทั้ง 4 ส่วนและสมองเล็ก.....	27
2.15 แสดงไขสันหลังและที่ตั้งของไขสันหลัง.....	27
2.16 แสดงระบบสืบพันธุ์ของเพศชายและเพศหญิง.....	30
2.17 แสดงระบบการหายใจของมนุษย์.....	31
2.18 แสดงระบบน้ำเหลืองของมนุษย์.....	33
2.19 แสดงระบบขับถ่ายของมนุษย์.....	35
2.20 แสดงลักษณะการเกิดต่อหิน.....	36
2.21 แสดงลักษณะการเกิดโรคหลอดเลือดในสมอง.....	38
2.22 แสดงความแตกต่างของหมอนรองกระดูก.....	40
3.1 แสดงไฟล์ชาร์ตขั้นตอนการสร้างงานวิจัย.....	52
3.2 แสดงไฟล์ชาร์ตขั้นตอนการสร้างสื่อการเรียนรู้.....	55
3.3 การ Import ภาพเพื่อจำลองโมเดล 3 มิติ.....	56
3.4 ตัวอย่างเครื่องมือในการใช้สร้างโมเดล 3 มิติ.....	57
3.5 การจัดวางรูปทรงสี่เหลี่ยม.....	57

## สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.6 การปรับแก้ขนาดและตำแหน่งของรูปทรงสี่เหลี่ยม.....	58
3.7 วิธีการเลือกใช้เครื่องมือ Vector.....	58
3.8 การ Extrude รูปร่างโมเดลให้เป็นสามมิติ.....	59
3.9 การใช้เครื่องมือ smooth ปรับโมเดลให้เรียบเนียน.....	59
3.10 การคลี่โมเดลด้วยวิธีการกาง UV.....	60
3.11 การลงสีโมเดลที่ทำการกาง UV แล้ว.....	60
3.12 ตัวอย่างไฟล์โมเดล .FBX.....	61
3.13 การ Import ไฟล์โมเดลเข้าสู่โปรแกรม Unity.....	61
3.14 การรวมโมเดลทั้งหมดใน Scene หลัก.....	62
3.15 หน้าการจัดวางองค์ประกอบของหน้าแอนิเมชัน.....	62
3.16 ตัวอย่างการสร้างแอนิเมชัน.....	63
3.17 โมเดลการจำลองฉากสามมิติ.....	63
3.18 ตัวอย่างโค้ดคำสั่งที่ใช้ในงาน.....	63
3.19 ขั้นตอนการ Built โปรแกรมสู่แว่น VR.....	64
3.20 ขั้นตอนการเชื่อมต่อแว่น VR เพื่อถ่ายโอนข้อมูล.....	64
3.21 การทดสอบการใช้งานแว่น VR.....	65
3.22 การใช้งานโปรแกรมผ่านแว่น VR.....	65
3.23 แสดงไฟล์ชาร์ตการทดสอบ และปรับปรุงงานสื่อการเรียนรู้.....	66
4.1 ตัวอย่างโมเดลสามมิติ.....	71
4.2 ตัวอย่างโมเดลฉากสำเร็จ.....	72
4.3 ตัวอย่างแอนิเมชันแบบสำเร็จ.....	72
4.4 ตัวอย่างชุดคำสั่งสคริป.....	73
4.5 ตัวอย่างการแสดงผ่านแว่น VR.....	73

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความสำคัญของวิทยานิพนธ์

ความสำคัญของความรู้ทางการแพทย์หรือทางด้านวิทยาศาสตร์สุขภาพนั้นไม่เป็นเพียงแต่จำเป็นเฉพาะกับผู้ที่ประกอบวิชาชีพทางการแพทย์เท่านั้น ยังจำเป็นต่อการต่อยอดในการดำรงชีวิตหรือเพื่อเพิ่มศักยภาพการดูแลสุขภาพของบุคคลทั่วไปได้เช่นกัน ซึ่งความสำคัญของความรู้ทางการแพทย์นั้นไม่เพียงแต่ทำได้ตามตำราเรียนของสายทางการแพทย์หรือวิทยาศาสตร์สุขภาพเท่านั้น ยังรวมไปถึงสื่อหรือเทคโนโลยีที่เป็นปัจจัยสำคัญทางการเรียนรู้ทางการแพทย์ เมื่อยุคสมัยของการศึกษาหรือของเทคโนโลยีในปัจจุบันมีการเปลี่ยนแปลงและพัฒนาความก้าวหน้าของการนำเทคโนโลยีมาใช้ในการดูแลสุขภาพมากขึ้น ซึ่งส่งผลต่อวิธีการดูแลสุขภาพของประชาชนที่เปลี่ยนแปลงไป โดยเทคโนโลยีสุขภาพนั้นแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภทหลัก ๆ คือ เทคโนโลยีระดับพื้นฐาน (Low Technology) หรือเทคโนโลยีพื้นบ้าน เป็นเทคโนโลยีง่าย ๆ ที่มีอยู่แต่ดั้งเดิมโดยภูมิปัญญาชาวบ้านหรือภูมิปัญญาท้องถิ่น ซึ่งหมายถึงความรู้ของชาวบ้านที่ได้จากประสบการณ์และความเฉลียวฉลาดของชาวบ้าน รวมทั้ง ความรู้ที่ได้รับการสั่งสมมาจากการถ่ายทอดสืบต่อกันมา เทคโนโลยีระดับกลาง (Moderate Technology) เป็นเทคโนโลยีที่เกิดจากการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงจากเทคโนโลยีระดับพื้นฐานเพื่อการใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีให้มากขึ้น และเทคโนโลยีระดับสูง (High Technology) เป็นเทคโนโลยีที่เกิดจากการได้รับประสบการณ์หรือความรู้ มีการศึกษาค้นคว้าทดลองอย่างสม่ำเสมอ เพื่อพัฒนาหรือดัดแปลงเทคโนโลยีเดิมให้มีคุณภาพหรือประสิทธิภาพสูงสุดและเกิดประโยชน์มากที่สุด มีการประดิษฐ์คิดค้นเครื่องมือต่าง ๆ<sup>(1)</sup> จุดประสงค์ของเทคโนโลยีเพื่อสุขภาพนั้นก็เพื่อการดูแลสุขภาพเบื้องต้น โดยเริ่มตั้งแต่การประเมินภาวะสุขภาพเพื่อคัดกรองปัญหาสุขภาพตั้งแต่แรกเริ่ม ไปจนถึงการเข้ารับการรักษาอย่างถูกวิธีและถูกเวลา สามารถเพิ่มความรู้อันสุขภาพ และความปลอดภัย รวมถึงการปฏิบัติตนอย่างถูกต้องจากร้อยละ 20-30 เป็นร้อยละ 70-90 สามารถลดพฤติกรรมเสี่ยงทางสุขภาพได้ถึงร้อยละ 50<sup>(2)</sup>

เพื่อการศึกษาการพัฒนาการใช้งานเทคโนโลยีสุขภาพ งานวิจัยนี้จึงมีการพัฒนาเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน หรือ Virtual Reality (VR) เป็นหนึ่งในเครื่องมือที่หลาย ๆ ประเทศนิยมนำมาประยุกต์ใช้ในหลาย ๆ อุตสาหกรรม ซึ่งทำให้เทคโนโลยีนี้มีการเติบโตอย่างรวดเร็ว และยังมีการพัฒนาต่อยอดให้มีการผสมผสานกับศาสตร์การเรียนรู้อื่นเข้าโดยถ่ายทอดทางเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนรู้ในศาสตร์นั้น ๆ ได้ในรูปแบบใหม่ผ่านทางแว่นตา VR เช่น การเรียนการสอน การฝึก การทดลองซึบยานาฬิกา การแพทย์ การทำหัตถการ การศึกษา การท่องเที่ยว การโฆษณา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประชาสัมพันธ การรับชมภาพยนตร์ ฯลฯ ซึ่งหลักการคือผู้ใช้งานสามารถสัมผัสประสบการณ์การใช้ชีวิตได้โดยไม่ต้องไปอยู่ในสถานที่จริงหรือสถานการณ์จริง โดยการจัดสภาพแวดล้อมและบรรยากาศการเรียนรู้ในลักษณะเปิด เพื่อส่งเสริมให้ผู้ใช้งานเกิดการตื่นตัวแบบพักผ่อน (Relaxed alertness) ซึ่งเป็นภาวะที่เหมาะสมกับการเรียนรู้ได้ดี<sup>(3)</sup> สามารถเรียนรู้ ได้รับความรู้สึก และมีส่วนร่วมกับเหตุการณ์นั้น ๆ ได้จริง สามารถตอบโต้หรือใช้กระบวนการตัดสินใจในเหตุการณ์นั้น ๆ ได้จริง ผ่านทางอุปกรณ์แสดงผลที่แสดงเหตุการณ์จำลองเสมือนจริงและตอบสนองผ่านจากตัวผู้ใช้งาน โดยตัวแว่น VR นั้นจะฉายภาพออกมาในรูปแบบของ 3 มิติ ผ่านการเรียนรู้แยกเป็นเหตุการณ์ ๆ หรือตอน ๆ ต่อเนื่องกันจนเป็น Simulation Training ซึ่งเป็นการเปลี่ยนการสอนที่ต่างไปจากรูปแบบเดิมๆ ซึ่งในงานนี้จะจำลองสรีระต่าง ๆ ของมนุษย์ โดยแยกเป็น ระบบต่าง ๆ เช่น ระบบกระดูก ระบบการหายใจ ระบบกล้ามเนื้อ ระบบเส้นประสาท และอื่น ๆ ให้ผู้ใช้งานได้ทราบส่วนต่าง ๆ ของร่างกายมนุษย์ ก่อนจะเจาะลึกไปสู่การเกิดโรคต่าง ๆ การเกิดโรคและการสังเกตอาการเมื่อมีการติดเชื้อของโรคนั้น ซึ่งแสดงในรูปแบบของภาพ 3 มิติ พร้อมเสียงบรรยาย โดยแว่น VR นี้จะทำงานในรูปแบบเสมือนแอนดรอยด์ตัวหนึ่งซึ่งผู้ใช้งานสามารถโหลด หรือเพิ่มข้อมูลลงไปได้ เหมือนเป็นอุปกรณ์สำหรับการเรียนรู้ชนิดหนึ่งที่น่าสนใจนำมาช่วยพัฒนาหรือปรับเปลี่ยนพฤติกรรมและการรับรู้การใช้เทคโนโลยีเพื่อการส่งเสริมทางด้านสุขภาพให้สอดคล้องกับยุทธศาสตร์การพัฒนาประเทศอีกประเภทหนึ่งได้

จากการนำเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้ทางด้านสุขภาพนั้น เป็นส่วนหนึ่งของการส่งเสริมสุขภาพ เป็นสิ่งหนึ่งที่จะช่วยลดช่องว่างของปัญหาสุขภาพได้ในระดับหนึ่ง เนื่องจากเทคโนโลยีมีการเข้าถึงง่ายและเข้าถึงแทบทุกวัย การเข้าถึงการใช้งานจึงทำได้ง่ายแม้จะอยู่ที่ไหนก็ตาม การศึกษาพื้นฐานของสุขภาพทั่วไปจึงเป็นไปได้ง่าย และเนื่องด้วยข้อมูลด้านสุขภาพที่นำมาใช้กับเทคโนโลยีภาพเสมือนนี้ได้ถูกทำให้เป็นในรูปแบบของ 3 มิติ จึงสามารถเข้าใจได้ง่ายกว่าการอ่านจากบทความหรือแผ่นพับทั่วไป ทั้งนี้เพื่อรองรับผู้ใช้งานที่ไม่เคยมีความรู้ทางด้านนี้มาก่อนหรือเด็ก ๆ ก็ตาม ให้เกิดความเข้าใจและทราบปัญหาสุขภาพเบื้องต้นได้ผ่านเทคโนโลยี

## 1.2 วัตถุประสงค์ของวิทยานิพนธ์

1.2.1 เพื่อศึกษาพฤติกรรมการใช้เทคโนโลยีต่อการเรียนรู้ข้อมูลการส่งเสริมเกี่ยวกับสุขภาพในการต่อยอดการดูแลสุขภาพที่ดีขึ้น

1.2.2 เพื่อศึกษาประโยชน์จากการเรียนรู้ข้อมูลทางการแพทย์และสุขภาพผ่านสื่อทางเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน

1.2.3 เพื่อออกแบบสื่อการเรียนรู้ทางการแพทย์ให้สามารถนำมาใช้ประโยชน์ร่วมกับเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน

### 1.3 สมมุติฐานของวิทยานิพนธ์

การรับข้อมูลผ่านทางเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนโดยการถ่ายทอดข้อมูลในรูปแบบภาพ 3 มิติ และเสียง จะช่วยส่งเสริมพฤติกรรมสุขภาพ (Health Behavior) ไปในทางที่ดีขึ้นและสามารถต่อยอดทางความรู้ได้ดีกว่าการเรียนรู้รูปแบบเดิม

### 1.4 ขอบเขตของวิทยานิพนธ์

#### 1.4.1 ขอบเขตของระบบ

1.4.1.1 สามารถทำงานผ่านเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนซึ่งแสดงผลที่จอของแว่น VR

1.4.1.2 สามารถควบคุมโปรแกรมโดยผ่านการใช้งานจากรีโมทคอนโทรล

#### 1.4.2 ขอบเขตของซอฟต์แวร์

1.4.2.1 ส่วนของโมเดล 3 มิติ

1. เป็นโมเดลร่างกายและอวัยวะมนุษย์
2. มีรูปลักษณะเหมือนจริง

1.4.2.2 ส่วนของการแสดงผลผ่านเทคโนโลยีภาพเสมือนโดยใช้แว่น VR

1. สามารถใช้งานได้โดยผ่านแว่น VR และควบคุมด้วยรีโมทคอนโทรล
2. แสดงผลในรูปแบบโมเดล 3 มิติได้

#### 1.4.3 เครื่องมือที่ใช้ศึกษา

1.4.3.1 เครื่องมือที่ใช้พัฒนาโปรแกรม

1. Autodesk Maya
2. Unity 3D Game Engine
3. Visual Studio

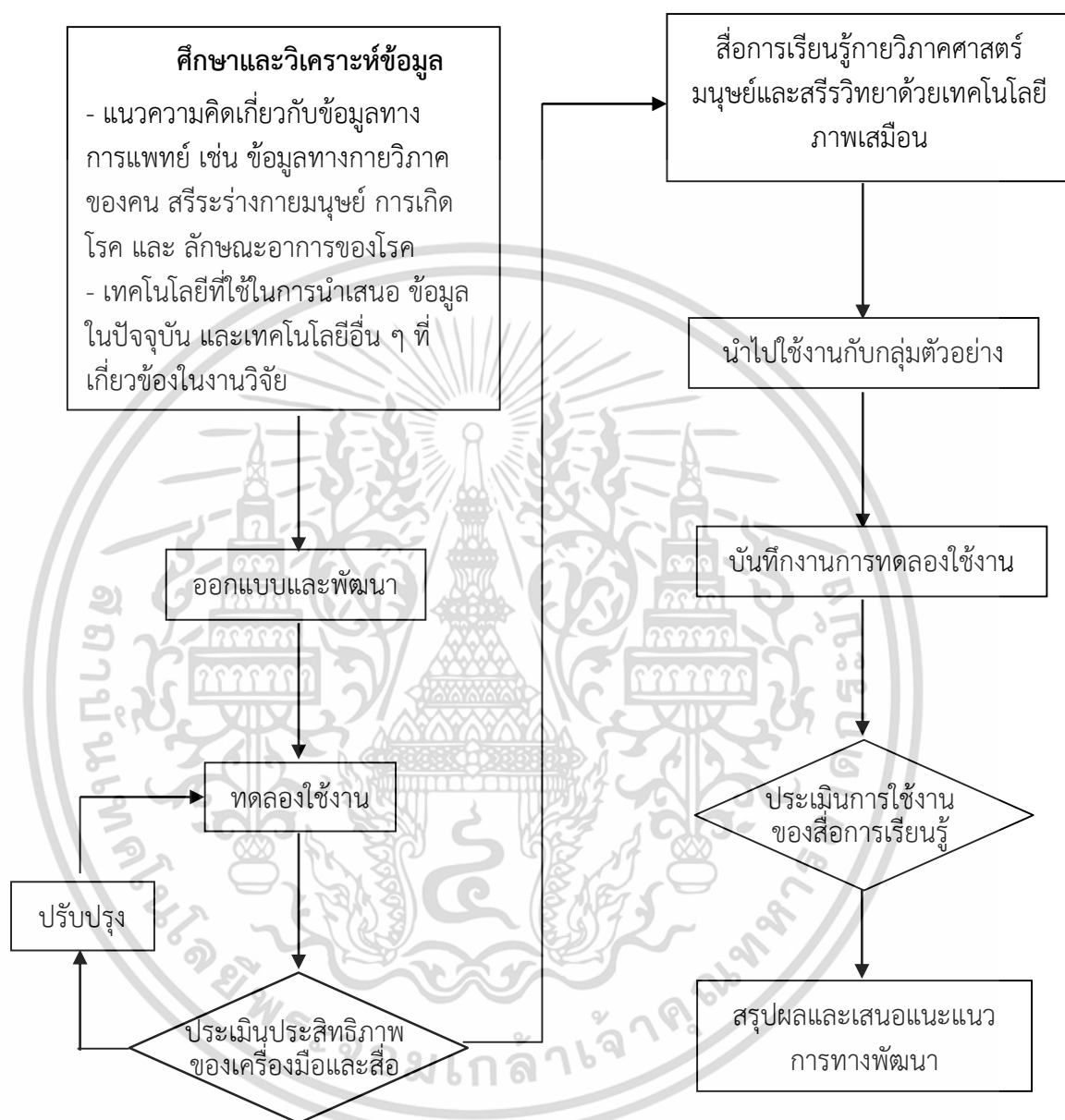
1.4.3.2 เครื่องมือที่ใช้ประเมิน

1. แบบประเมินความพึงพอใจการใช้งานสื่อการเรียนรู้กายวิภาคศาสตร์มนุษย์และสรีรวิทยาด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือน (Visual Reality)

2. สื่อการเรียนรู้กายวิภาคศาสตร์มนุษย์และสรีรวิทยาด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือน

(Visual Reality)

## 1.5 ขั้นตอนการศึกษา



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 1.6 นิยามศัพท์

1.6.1 เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน (Virtual Reality : VR) หมายถึง เป็นเทคโนโลยีที่ถูกสร้างขึ้น เพื่อ จำลองสภาพแวดล้อมต่างๆ ทั้งจากสภาพแวดล้อมจริง และจากในจินตนาการ ขึ้นมาด้วยเทคโนโลยี คอมพิวเตอร์ โดยไม่ได้จำลองเพียงภาพและเสียงเท่านั้น แต่ยังรวมถึงประสาทสัมผัสด้านอื่นด้วย ด้วยการ ใส่อุปกรณ์นำเข้าไปเช่น ถุงมือ เม้าส์ เพื่อการรับรู้ถึงแรงป้อนกลับจากการสัมผัสสิ่งต่างๆ ในโลกเสมือนจริงที่ สร้างขึ้นโดยเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์

1.6.2 กายวิภาคศาสตร์ (Anatomy) หมายถึง เป็นวิชาความรู้ที่เกี่ยวข้องกับร่างกายและอวัยวะ ต่างๆ ของมนุษย์หรือสัตว์ ทั้งในด้านโครงสร้างลักษณะ รูปร่าง และตำแหน่งที่อยู่ ตลอดจนความสัมพันธ์ กับอวัยวะใกล้เคียง ในสภาพปกติ

1.6.3 สรีรศาสตร์ (Physiology) หมายถึง เป็นศาสตร์ที่ศึกษาเกี่ยวกับหน้าที่และการทำงานของ ระบบต่าง ๆ ในร่างกายตลอดจนกลไกของการทำงานของระบบต่าง ๆ ในร่างกาย

1.6.4 พฤติกรรมสุขภาพ (Health Behavior) หมายถึง กิจกรรมหรือการปฏิบัติใด ๆ ของปัจเจก บุคคลที่กระทำไปเพื่อจุดประสงค์ในการส่งเสริม ป้องกัน หรือบำรุงรักษาสุขภาพ โดยไม่คำนึงถึงสถานะ สุขภาพที่ดำรงอยู่หรือรับรู้ได้ ไม่ว่าจะพฤติกรรมนั้น ๆ จะสัมฤทธิ์ผลสมความมุ่งหมายหรือไม่ในที่สุด

1.6.5 Simulation Training หมายถึง เป็นการจัดการเรียนการสอนโดยใช้สถานการณ์เสมือนจริง ที่ ช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้และมีประสบการณ์ในสถานการณ์เสมือนจริง มีสภาพแวดล้อมที่ปลอดภัย ลดความ เสี่ยงต่อผู้โดยตรงและมีความมั่นใจก่อนปฏิบัติจริง ขั้นตอนประกอบด้วย

1.6.5.1 Pre-brief เป็นการชี้แจงผู้เรียนให้เข้าใจวัตถุประสงค์ ผลลัพธ์ที่ต้องการ บทบาทของ ผู้เรียน/ผู้สอน และเครื่องมืออุปกรณ์ต่างๆ

1.6.5.2 Scenario ดำเนินการตามสถานการณ์เสมือนจริงที่กำหนด และ

1.6.5.3 Debrief เป็นการสรุปการเรียนรู้

## บทที่ 2

# วรรณกรรมหรืองานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสาร บทความและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และได้นำเสนอตามหัวข้อเรียงตามลำดับดังนี้

- 2.1 แนวคิดเกี่ยวกับเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน (Virtual Reality)
- 2.2 โปรแกรมที่ใช้ในงานวิจัย
- 2.3 ข้อมูลเกี่ยวกับกายวิภาคศาสตร์
- 2.4 ข้อมูลเกี่ยวกับสรีรศาสตร์
- 2.5 ข้อมูลเกี่ยวกับเทคโนโลยีสุขภาพ
- 2.6 งานวิจัยอื่นที่เกี่ยวข้อง

### 2.1 ความหมายของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน (Virtual Reality)

#### 2.1.1 เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน

ระบบเสมือนจริง หรือเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน (Virtual Reality หรือ VR) เป็นเทคโนโลยีที่ถูกสร้างขึ้นเพื่อ จำลองสภาพแวดล้อมต่างๆ ทั้งจากสภาพแวดล้อมจริง และจากในจินตนาการ ขึ้นมา ด้วยเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ โดยไม่ได้จำลองเพียงภาพและเสียงเท่านั้น แต่ยังรวมถึงประสาทสัมผัสด้านอื่นด้วย ด้วยการใส่อุปกรณ์นำเข้าไป เช่น ถุงมือ แมสค์ เพื่อการรับรู้ถึงแรงป้อนกลับจากการสัมผัสสิ่งต่างๆ ในโลกเสมือนจริงที่สร้างขึ้นโดยเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ เช่น หากสัมผัสเก้าอี้ จะต้องรับรู้ถึงมวลความแข็งของเก้าอี้ และอุณหภูมิของวัสดุ เป็นต้น เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนนั้น สามารถแยกออกจากเทคโนโลยีประเภทอื่นที่คล้ายกันได้อย่างชัดเจนด้วยความจดจ่อทางร่างกาย (Physical Immersion) กล่าวคือสำหรับการใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน(VR) ผู้ใช้จะรู้สึกตัดขาดจากโลกจริง และ ความรู้สึกถึงความมีอยู่ (Psychological Presence) โดยที่ความจดจ่อทางร่างกายอยู่ในระดับระบบสัมผัสเต็มรูปแบบ (Fully Immersive System) ผู้ใช้รู้สึกตัดขาดจากโลกจริงอย่างสมบูรณ์แบบโดยสภาพแวดล้อมเสมือนจริง กล่าวคือผู้ใช้จะรู้สึกเหมือนอยู่ในโลกจริงแต่ ในความเป็นจริงแล้วอยู่ในโลกที่ถูกสร้างขึ้นด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน ในขณะที่เทคโนโลยีอื่น เช่น AR หรือ WoW นั้นผู้ใช้อยังคงสัมผัสอยู่กับโลกจริง ระดับความจดจ่อทางร่างกายยังคงรับรู้ถึง ความมีอยู่ ในโลกจริง กล่าวคือเพียงแค่สัมผัสได้ถึง ความเสมือนจริงซึ่งอาจจะรับรู้ด้วยการมองเห็นหรือการได้ยิน แต่ยังไม่ถึงขั้นตัดขาดโลกจริง ซึ่งหากแบ่งประเภทของความเป็นจริงเสมือนออกตามวิธีการติดต่อกับผู้ใช้งาน สามารถแบ่งออกเป็น 5 ประเภท ดังนี้

2.1.1.1 Desktop VR or Window on World Systems (WoW) : เป็นการใช้อุปกรณ์จอภาพธรรมดา(จอคอมพิวเตอร์ทั่วไป) ในการแสดงภาพเสมือนจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.1.2 Video Mapping : เป็นการนำวิดีโอมาเป็นอุปกรณ์นำเข้าสู่ข้อมูล และใช้เทคนิคคอมพิวเตอร์ในการแสดงผลกราฟิกแบบ WoW ซึ่งมีทั้งแบบสองมิติและสามมิติ ทำให้ผู้ใช้สามารถเห็นตัวเอง และการเปลี่ยนแปลงของตนเองจากจอภาพได้



รูปที่ 2.1 การนำวิดีโอมาเป็นอุปกรณ์นำเข้าสู่ข้อมูล

[ที่มา : <https://www.alphavision.pl/en/event/3d-video-mapping/>]

2.1.1.3 Immersive Systems : เป็นเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนสำหรับส่วนบุคคล โดยใช้จอภาพสวมศีรษะ ในการแสดงภาพและเสียงของโลกเสมือน

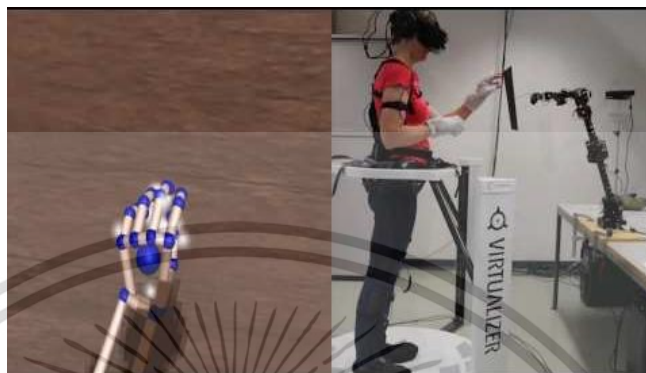


รูปที่ 2.2 การใช้จอภาพสวมศีรษะ ในการแสดงภาพและเสียงของโลกเสมือน

[ที่มา : <https://virtasim.com/vsiproducts/>]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.1.4 Telepresence : เป็นระบบเสมือนจริงที่มีการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจจับสัญญาณระยะไกลไว้ที่อุปกรณ์หนึ่ง ซึ่งอาจจะเป็นหุ่นยนต์ หรืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อื่น เพื่อให้เชื่อมต่อการใช้งานเข้ากับผู้ใช้



รูปที่ 2.3 ระบบเสมือนจริงที่มีการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจจับสัญญาณระยะไกล

[ที่มา : <https://www.roboticgizmos.com/gitai-humanoid-telepresence-bot/>]

2.1.1.5 Augmented/Mixed Reality Systems : การรวมกันของ Telepresence กับ Virtual Reality Systems โดยใช้ Telepresence เป็นตัวนำเข้าข้อมูล และ Virtual Reality Systems ในการแสดงผลภาพเสมือนจริงให้กับผู้ใช้ได้เห็น เช่นการแสดงผลภาพเสมือนจริงสมองของคนไข้ให้กับ ศัลยแพทย์ชม



รูปที่ 2.4 Augmented/Mixed Reality System

[ที่มา : <https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2018/07/30/9-powerful-real-world-applications-of-augmented-reality-ar-today/#4ba35b3e2fe9> ]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความสนุกใหม่ๆ ที่ได้จากการเล่นเกมด้วยแว่น VR นั้นนอกจากสายตาที่มองเห็นแล้ว สิ่งที่จะเข้ามาช่วยเสริมก็คือเกมที่เรากำลังเล่นอยู่ เช่น การเล่นเกมพวงนึ่งรถไฟเหาะที่บางคนอาจเกิดอาการทรงตัวไม่อยู่หรือร้อกรี้ตออกมา อีกแนวเกมที่เราเห็นได้ชัดก็คือ เกมหลอนๆ อย่างการเดินอยู่ในโรงพยาบาลร้างที่เราสามารถมองไปรอบๆ ได้และไม่รู้จะอะไรจะโผล่ออกมาให้เห็นตรงหน้าบ้าง เป็นต้น เรียกว่าทำให้การเล่นเกมนั้นเพิ่มอรรถรสขึ้นแน่นอนแต่ส่วนตัวแล้วยังไม่คิดว่าถึงจุดเปลี่ยนของการเล่นเกม ข้อจำกัดหลักของแว่น VR คือเราต้องมองเห็นผ่านมุมมอง FPS ด้วยสายตาเท่านั้น ทำให้แนวการเล่นเกมนั้นไม่หลากหลาย เรายังต้องการเล่นเกม Street Fighter แบบเห็นท่าทางและเห็นคู่ต่อสู้อยู่ เรายังต้องการเล่นวินนิ่งแบบเหมือนดูการแข่งขันในทีวีไม่ได้อยากเข้าไปมองผ่านสายตาวัดตัวเองกำลังวิ่งอยู่ในสนาม

เทคโนโลยี VR อาจจะช่วยเพิ่มความสนุกและประสบการณ์ใหม่ๆ ในการเล่นเกม แต่มันยังไม่ถึงจุดเปลี่ยนในการเล่นเกมแน่นอนว่าทุกเกมจะต้องใช้เจ้าแว่น VR ทั้งหมด มันยังต้องใช้คอนโทรลเลอร์หรืออุปกรณ์ส่วนอื่นในการควบคุม ถ้าไม่นับการเล่นเกมนั้นก็ยังมีประโยชน์ในหลายๆ ด้าน ไม่ว่าจะเป็นการดูแลสุขภาพแบบไม่รบกวนใคร การฝึกทางการแพทย์หรือทหาร เป็นต้น เราเห็น Facebook เข้ามาซื้อทีมพัฒนา Oculus เมื่อปีที่แล้วเพื่อหวังจะพัฒนาสิ่งใหม่ๆ ให้กับวงการ VR อย่างการเรียนในห้องเรียนระหว่างครูและนักเรียน เราเห็น Sony ออกมาเปิดตัว Playstation VR ให้กับ PS4 และอีกหลายๆ เจ้าที่กำลังพัฒนาอยู่

### 2.1.2 วิวัฒนาการเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน

เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนนั้นถูกพัฒนาขึ้นครั้งแรกที่ประเทศสหรัฐอเมริกา เมื่อประมาณ 40 กว่าปีที่แล้ว โดยนายอีแวน ซูเทอร์แลนด์ (Ivan Sutherland) ได้ทำการประดิษฐ์จอภาพสวมศีรษะสามมิติขึ้นมา และนำไปใช้ร่วมกับคอมพิวเตอร์กราฟิกที่ถูกพัฒนาขึ้นในช่วงดังกล่าว โดยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนมีขั้นตอนการแสดงผลคือ เมื่อผู้ใช้สวมจอภาพสวมศีรษะจอภาพจะเติมเต็มภาพในการมองเห็นด้วยภาพลักษณะสามมิติที่ถูกสร้างขึ้นด้วยคอมพิวเตอร์ที่ถูกเชื่อมต่อเข้ากับจอภาพสวมศีรษะ และเมื่อสัมผัสกับสิ่งของเสมือน ก็ารู้สึกรับรู้เสมือนกับจับต้องของสิ่งนั้นจริง เนื่องจากถุงมือแม่เหล็กนั่นเอง ในช่วงแรกนั้นเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน ถูกนำไปพัฒนาเป็นเทคโนโลยีจำลองการบิน ซึ่งได้มีการปรับปรุงให้จอภาพสวมหัวสามมิติมีความสมจริงมากขึ้น เพื่อให้นักบินที่สวมใส่เกิดความกลมกลืนกับสภาพแวดล้อมเสมือนมากขึ้น และมีการสร้างภาพจำลองเสมือนมีเครื่องบินลำอื่นปรากฏอยู่ด้วยเพื่อใช้ในการฝึกบินด้วยประสบการณ์เสมือนจริง อีกทั้งในช่วงเวลาเดียวกันนี้ ยังมีการวิจัยเทคโนโลยีความเป็นจริงประดิษฐ์ (Augmented Reality) ไปพร้อมกันด้วย

อย่างไรก็ตามในยุคแรกนั้นเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนยังไม่เป็นที่รู้จักมากนักเนื่องจากอุปกรณ์มีราคาสูง และมีขั้นตอนยุ่งยากซับซ้อน ในการจำลองสภาพแวดล้อมจริงให้เกิดขึ้น เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนนั้นได้กลายเป็นที่รู้จักอย่างแพร่หลาย เมื่อ NASA ได้สร้างจอภาพสวมศีรษะสามมิติราคาถูกลงขึ้นมา โดยการร่วมมือกันของนักเขียนโปรแกรม และผู้ผลิตอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ ซึ่งต่อมาได้ถูกนำไปใช้ในการฝึกกองทัพอากาศของ NASA แต่ถึงอย่างไรก็ตามเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนก็ยังคงถือเป็น เทคโนโลยีที่บุคคลทั่วไปไม่สามารถเป็นเจ้าของในลักษณะส่วนบุคคลได้ เนื่องจากราคาของอุปกรณ์ และความซับซ้อนของการใช้งาน จึงได้มีการนำเทคโนโลยีความเป็นจริงประดิษฐ์ ซึ่งเป็นการนำเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.1.3 การนำเทคโนโลยี VR มาใช้ประโยชน์ทางการแพทย์

การวิเคราะห์ความสามารถทักษะทางสติปัญญา (Assessment of Cognitive Abilities) เทคโนโลยี VR มีความสามารถที่จะสร้างสภาพแวดล้อมจำลองเพื่อช่วยให้แพทย์ทดสอบความสามารถทักษะทางสติปัญญา เพิ่มความแม่นยำ และถูกต้องมากกว่าการตรวจสอบแบบดั้งเดิม

การฟื้นฟูสมรรถภาพร่างกาย (Rehabilitation Intervention and Training) เทคโนโลยี VR สามารถช่วยให้ผู้ใช้งานมีความสุขไม่เบื่อหน่ายในการออกกำลังกาย และเป็นเครื่องมือที่มีราคาถูกสามารถนำไปใช้ในบ้านเรือนได้ด้วยตนเอง ผู้ใช้งานสามารถทำกิจกรรมซ้ำๆได้ และสามารถลดภาระของนักบำบัด

การฝึกปฏิบัติ (Vocational and Social Retraining) การฝึกปฏิบัติกับผู้เชี่ยวชาญ หรือในสถานที่ที่มีความเฉพาะอาจจะเป็นเรื่องยาก หรือจำเป็นต้องใช้งบประมาณมาก เทคโนโลยี VR สามารถเข้ามามีบทบาทในการจำลองสถานที่หรือสถานการณ์เพื่อให้ผู้ใช้งานระบบใช้ฝึกประสบการณ์ และความเชี่ยวชาญได้ อีกทั้งเทคโนโลยี VR สามารถช่วยให้ผู้ใช้งานฝึกพัฒนาตนเองในการอยู่ร่วมกันในสังคม Social interaction สำหรับผู้ที่มีอาการกลัวในการเข้าร่วมกับผู้อื่นในสังคม

การสาธิตและส่งเสริมการเรียนรู้ (Client and Family Education) เทคโนโลยี VR ช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถเรียนรู้เข้าใจในสถานการณ์ต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการรักษาตนเอง ครอบครัว หรือกิจกรรมมีความเสี่ยงหลักจากการรักษา อีกทั้งเทคโนโลยี VR สามารถสร้างความเห็นอกเห็นใจกันในครอบครัวที่ต้องมีการดูแลรักษาผู้ป่วยอัมพาต หรือผู้ป่วยเด็กที่มีบกพร่องด้านการเคลื่อนไหวของร่างกาย

### 2.1.4 การนำมาใช้ด้านการศึกษา

ความจริงเสมือนมีประสิทธิภาพที่สูงมากสำหรับการเป็นอุปกรณ์ทางการศึกษา นักการศึกษาหลายคนก็เห็นประสิทธิภาพนี้เช่นกัน และจากการค้นคว้าพบว่าความจริงเสมือนมีประโยชน์ในการสอนนักเรียนหลากหลายวัย ในวิชาต่าง ๆ ทั้งประวัติศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์

ความจริงเสมือนเป็นลู่อูทางการส่งข้อมูลที่มากมายเนื่องจากมีอิทธิพลต่อความสามารถในการรับรู้โดยธรรมชาติ นอกจากนี้การปฏิสัมพันธ์ซึ่งมีประโยชน์อย่างมากในการเรียนรู้ และการที่ความจริงเสมือนมักให้ความบันเทิงด้วยผู้เรียนจึงจดจ่อกับการเรียนได้นานกว่า การใช้ความจริงเสมือนเพื่อการศึกษาสามารถนำไปใช้ในพิพิธภัณฑ์ได้เช่นกัน ตัวอย่างเช่น องค์กรด้านวัฒนธรรมกรีกโบราณชื่อว่า The Foundation of the Hellenic World ได้สร้างแผนกเทคโนโลยีเสมือนจริงขึ้นมาในปี 1998 และจัดให้มีการจัดแสดงความจริงเสมือนเพื่อให้ความรู้ที่หลากหลายในโซน “ศูนย์วัฒนธรรม” ซึ่งผลลัพธ์คือได้รับความนิยมนอย่างมาก รวมทั้งยังได้เปิดโรงละครเสมือนจริง (VR Theatre) ที่บรรจุคนได้ 130 คนในศูนย์นี้ โดยการแสดงแรกที่จัดคือ interactive tour ในกรุงเอเธนส์โบราณ

ศักยภาพในเชิงการศึกษาของ AR ยังถูกนำไปใช้ในการวิจัยโครงการ ARCHEOGUIDE ที่ได้พัฒนาและทดสอบในแหล่งโบราณสถานทีโอลิมเปีย ระบบ ARCHEOGUIDE จะช่วยให้ผู้ใช้งานที่สวมอุปกรณ์ HMD หรือถือ non-immersive screen ได้เห็นภาพการก่อสร้างอาคารต่าง ๆ ในโอลิมเปียเสริมจากซากโบราณสถานที่มีอยู่ หรือมองเห็นภาพอวตารของนักกีฬาที่กำลังแข่งขันในสนามกีฬาโอลิมปิก ทั้งนี้ก่อนเข้าชมสถานที่ ผู้ใช้อุปกรณ์สามารถใส่ข้อมูลความสนใจและช่วงเวลาลงไป เพื่อให้ระบบสามารถประมวลผลเพื่อให้คำแนะนำเกี่ยวกับรายการนำเที่ยวและข้อมูลที่ตรงกับความสนใจของแต่ละคน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากเพื่อให้ความรู้แก่นักท่องเที่ยวแล้ว ความจริงเสมือนยังเป็นแหล่งความรู้ของเหล่านักวิชาการ ในการหาความรู้เกี่ยวกับสถานที่และวัตถุต่าง ๆ ที่อยู่ในสถานที่ท่องเที่ยวอีกด้วย เช่น ใช้ความจริงเสมือน เพื่อการทดสอบทฤษฎี ประสิทธิภาพการปรับปรุงโดยไม่ต้องสร้างความกระทบกระเทือนกับของจริง สามารถสำรวจวัตถุต่าง ๆ จากมุมมองที่ปกติแล้วเป็นไปไม่ได้ และจำลองสภาพแวดล้อม การให้แสงของสถานที่ หรือวัตถุว่าเคยเป็นอย่างไรในอดีตเพื่อการศึกษา

## 2.2 โปรแกรมที่ใช้ในงานวิจัย

### 2.2.1 Autodesk Maya

โปรแกรม Autodesk Maya เป็นซอฟต์แวร์กราฟิก 3D ที่รันบน Windows, macOS และ Linux ซึ่งพัฒนาขึ้นโดย Alias Systems Corporation (ชื่อนามแฝง | Wavefront) และเป็นเจ้าของและพัฒนาโดย Autodesk, Inc. ใช้ในการสร้างแอปพลิเคชัน 3 มิติขั้นสูง ที่ภาพยนตร์อนิเมชัน นิยมเลือกใช้ไปสร้างการ์ตูนอนิเมชัน 3 มิติกัน ด้วยการนำเทคโนโลยีในการแสดงผลสมจริง โดดเด่นกว่า โปรแกรมทำอนิเมชัน 3 มิติในตลาดตอนนี้ โดยโปรแกรมทำอนิเมชันนี้เป็นโปรแกรมรูปแบบ Open Architecture คือ งานทั้งหมดที่คุณได้สร้างสรรค์นั้นสามารถแปลงเป็น Script ต่างๆ ได้

รวมถึงยังมี API ที่รองรับทั้ง Maya Embedded Language (MEL), Python และภาษาอื่นๆ ได้นั่นเอง โดยโปรแกรมนี้จะรองรับงานกราฟิก 3 มิติทุกประเภท เช่น 3D Visual Effects, Computer Graphics โดยที่คุณจะสามารถสร้างผลงานทีวี, พัฒนาเกม และงานออกแบบต่างๆ ได้ก็ทำได้อย่างรวดเร็ว ด้วยเครื่องมือในการสร้างการ์ตูน Animation ของโปรแกรมนี้ ว่าด้วยมีผู้ใช้งานโปรแกรมนี้มีตั้งแต่ผู้ใช้งานเริ่มต้นจนถึงระดับมืออาชีพ



รูปที่ 2.5 การขึ้นรูป 3 มิติ

[ที่มา : <https://pcwonderland.com/ziva-dynamics-vfx-1-2-for-maya-2014-2018-free-download/>]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.2.1.1 ตัวอย่าง Features

#### 1. Bifrost

เป็นแบบไดนามิกของไหลพลศาสตร์ของไหล บนพื้นฐานของการจำลองอนุภาคของเหลวโดยปริยาย มันมีอยู่ในมายา 2558 และต่อมาหลังจากที่ได้มาจากเทคโนโลยีการจำลองของเหลวจากของเหลวแปลก Naiad Bifrostช่วยให้สามารถจำลองแบบของเหลวได้อย่างสมจริงรวมถึงรายละเอียดเช่นโฟมคลื่นและหยด

#### 2. Classic Cloth

ชุดเครื่องมือจำลองแบบไดนามิกที่ใช้ชุดรูปแบบระบบตามกระบวนการทำงานโดยได้แรงบันดาลใจจากกระบวนการที่ใช้ในการออกแบบรูปแบบเสื้อผ้าสำเร็จรูปในโลกแห่งความเป็นจริง ในการผลิตที่ทันสมัยโมดูลผ้ามาถูกแทนที่ด้วยระบบ nCloth ที่เร็วและยืดหยุ่นมากขึ้นในรุ่น 8.5 ก่อนหน้านี้ปลั๊กอินของบุคคลที่สามสะดุดตาที่สุดคือ Syflex ซึ่งเป็นที่นิยมสำหรับประสิทธิภาพที่เหนือกว่าเสถียรภาพในการจำลองและรูปแบบการสร้างแบบจำลองหลายเหลี่ยมตามขั้นตอนการทำงานที่คุ้นเคยกับศิลปิน 3D

#### 3. Fur

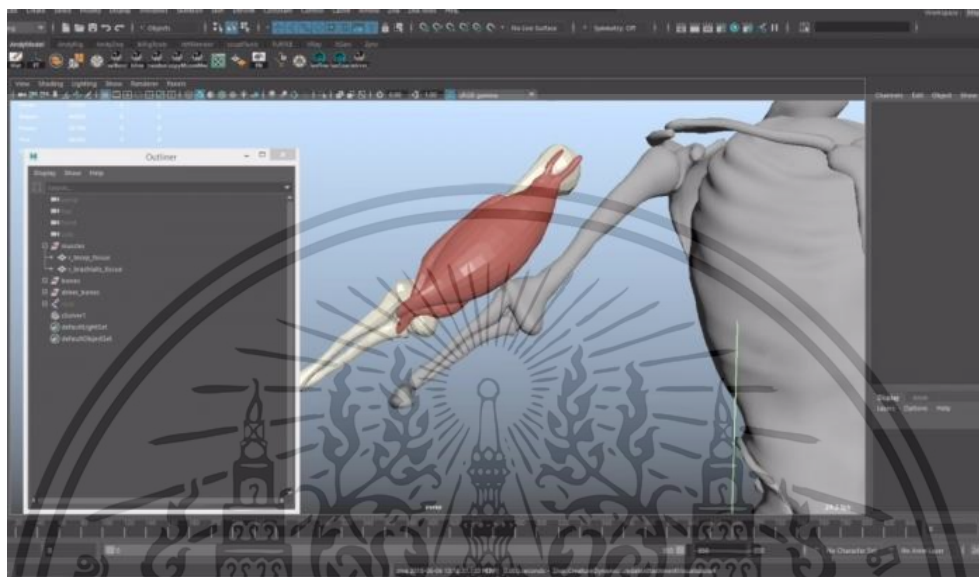
การจำลองขนสัตว์ได้รับการออกแบบสำหรับการครอบคลุมพื้นที่ขนาดใหญ่ของขนสั้นและวัสดุคล้ายผม สามารถใช้เพื่อจำลองวัตถุที่มีขนคล้าย ๆ เช่นหญ้าและพรม ในทางตรงกันข้ามกับ Maya Hair โมดูล Fur ไม่ได้พยายามป้องกันการชนกันของเส้นผมระหว่างผมกับผม ขนยังไม่สามารถทำปฏิกิริยากับแรงทางกายภาพต่อเส้นผมต่อเส้นผม ผลทางฟิสิกส์เหมือนจะทำได้โดยใช้ effectors ขนใกล้ที่ประมาณผลกระทบของกองกำลังทางกายภาพเฉลี่ยต่อรูขุมบริเวณใกล้เคียง

#### 4. nHair

เครื่องจำลองความสามารถในการจำลองแรงขับเคลื่อนแบบไดนามิกที่เกิดขึ้นกับผมยาวและการชนต่อผม มักใช้ในการจำลองลักษณะเส้นผมของมนุษย์ที่ซับซ้อนซึ่งรวมถึงหางม้าตัดและ braids การจำลองนี้ใช้เส้นโค้งของ NURBS เป็นฐานซึ่งใช้เป็นจังหวะสำหรับแปรงลักษณะพิเศษของ Paint Effects ซึ่งจะทำให้เส้นโค้งเป็นพื้นผิวที่แสดงผลเป็นเวลานานซึ่งสามารถโต้ตอบกับแสงและเงาได้ การจำลองบนเส้นโค้งเพียงอย่างเดียวเพื่อจุดประสงค์อื่น ๆ ที่ไม่ใช่ขน (เช่นท่ออ่อนสายเคเบิลเชือก ฯลฯ ) มักเรียกง่าย ๆ ว่า Dynamic Curves

#### 5. Fluid Effects

สมการของเหลวสมจริงบนพื้นฐานของสมการเนเวียร์-สโตคส์ที่ไม่สมบูรณ์สำหรับการสำหรับการจำลองของไหลที่ไม่ยืดหยุ่นได้ถูกเพิ่มเข้ามาในมายา 4.5 มีประสิทธิภาพในการสับซูร์ไฟเมซและการระเบิดรวมทั้งผลกระทบของของไหลต่างๆเช่นน้ำแมกมาและโคลน



รูปที่ 2.6 การขึ้นรูปแบบไดนามิก

[ที่มา : <https://pcwonderland.com/ziva-dynamics-vfx-1-2-for-maya-2014-2018-free-download/>]

## 2.2.2 Unity Game Engine

Unity เป็นเกมเอนจินสำหรับการสร้างเกมซึ่งในช่วงแรกๆ Unity จะรองรับพอร์ตเกมบน Windows, OS X และเว็บไซต์เท่านั้น แต่ในปัจจุบันได้มีการเพิ่มความสามารถของ Unity ให้รองรับพอร์ตบนแพลตฟอร์มอื่นๆ เกือบทุกแพลตฟอร์ม มีความโดดเด่นกว่าเกมเอนจินตัวอื่นๆเนื่องจาก ความง่ายในการใช้งานความสามารถในการทำงานบนแพลตฟอร์มต่าง คุณภาพของเกมที่ได้อยู่ในระดับสูงแล้วการใช้งานจะมีทั้งแบบฟรีและแบบเสียค่าใช้จ่ายเพียงแค่แบบฟรีเวลาเริ่มเล่นเกมจะมีสัญลักษณ์ Unity ขึ้นมาก่อนจะทำให้ทราบว่าเกมชนิดนี้ทำมาจาก Unity และเป็นโปรแกรมฟรี แต่ในบางเกมจะไม่ขึ้นสัญลักษณ์ของ Unity เนื่องจากได้เสียค่า License ของ Unity แล้วและ License ของ Unity เองก็ยังถือว่าถูกมากๆเมื่อเทียบกับเกมเอนจินอื่นที่มีผู้ใช้งานมากที่สุดโดยเฉพาะเกมที่อยู่บน App Store และ Google Play เกือบครึ่งหนึ่งถูกสร้างด้วย Unity ทั้งนี้ Unity เป็นโปรแกรมที่ใช้สำหรับสร้างเกมโดยการสร้างเกมจะต้องใช้ภาษาคอมพิวเตอร์ในการใส่ความสามารถของตัวละครนั้นๆ โดยภาษาที่ใช้หลักๆจะมีอยู่ 2 ภาษานั้นก็คือ ภาษา C# และ ภาษา Javascript ใช้ในการสร้างสรรค์และออกแบบเกมได้ทั้ง 2D และ 3D

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Unity มองทุกอย่างที่เป็น GameObject ไม่ว่าจะเป็่ก้กอนหึนก้กอนหึนงึ่ หรือ แมลงตัวหึนงึ่ ถึ่เป็่ก้กอนหึน GameObject โดย GameObject จะทำงานร่ว่ก้กอนหึนกับ Component GameObject ที่ปรากจก Component ก้เหมือนฝุ่่นฝง ขยับ ไม้ได้ มองไม้เห็นด้วยตาเปล่า ซึ่ง Component เข้ามาเพิ่ม คุณสมบตั้และพฤติกรรมให้กับ GameObject ให้สามารถเคลื่กอนที่ไ้ได้ เปล่งเสียงได้ เป็่ก้กอนหึน

GameObject คื่กอนหึนวัตถุต่าง ๆ ที่อยูู่ในเก้มส์ เช่น รถ 1 คัน, สั้ตว์ 1 ตัว, คน 1 คน,บ้าน 1 หลัง หรือ ต้นไม้ 1 ต้น เป็่ก้กอนหึนต้นครึบ นอกจาก GameObject ที่ผ่านตามาบ่อย ๆ ในบทความที่ผ่านมาแล้ว ก้ยังมีองค์ประกอบอื่่นๆอีก

Component คื่กอนหึนคุณลักษณะหรือความสามารถต่าง ๆ ของ Object เช่น การเคลื่กอนไหว

Asset คื่กอนหึนคุณลักษณะภายนอกที่เสริมการทำงานของ Component

Scene คื่กอนหึนฉากแต่ละฉากซึ่งประกอบด้วย Game Object หลายๆ ตัวรวมกัน

Project เป็่ก้กอนหึนส่วนที่ใช้ในการเก็บทรัพยากร ต่างๆกอนหึนนำไปสร้างเก้ม เช่น

- สคริปต์ต่างๆ ที่ใช้กำหนดควบคุมตัวเก้ม
- 3D โมเดล ใช้เป็่ก้กอนหึนตัวละครหรือวัตถุต่างๆ ในเก้ม
- Textures หรือ ฝั่่นผิวต่างๆ
- ไฟล์เสียง หรือวีดีโอ
- Prefabs
- อื่่นๆ

Hierarchy คื่กอนหึนส่วนที่บอกลำดับชั้น ของ Object ต่างๆ ที่อยูู่ใน Scene นั้น ๆซึ่งมีทั้ง Object แบบเดี่ยว และ Object ที่เป็่ก้กอนหึนแม่ลูกกัน ซึ่ง เมื่อมีการจัดการอะไรบางอย่างกับ Object แม่ Object ที่เป็่ก้กอนหึนลูกนั้นก้จะมีการเปลื่กอนเปลื่กอนตามไปด้วย การสร้าง Object มีวิธีการคือลาก Object ต่างๆ ที่อยูู่ใน Project มาใส่ไว้ในส่วนของ Hierarchy หลังจาก นั้นจะปรากจกวัตถุที่ลากจาก Project มาวางบน Hierarchy ปรากจกขึ้นบน Scene ซึ่ง Object ต่างๆ เหล่านี้ สามารถเพิ่ม/แก้/ลบ ได้โดยไม้ กระทบกับ Object ที่อยูู่ใน Project

Scene เป็่ก้กอนหึนส่วนที่บ่งบอกว่กอนหึนฉากที่กำลังทำงาน มี Object อะไรบ้าง สามารถจัดการ Object ต่างๆเช่น กล้อง แสง เอฟเฟค หรือโมเดล 3 มิติ ได้จากส่วนนี้

Game คื่กอนหึนส่วนที่แสดงการทำงานของเก้มใน Scene ทำให้มองเห็นภาพ เหตุการณ์ และ การทำงานของ วัตถุ ต่างๆ ภายใน Scene ที่สร้างขึ้่น

Inspector เป็่ก้กอนหึนส่วนที่บ่งบอกถึงคุณสมบตั้ต่างๆ ของ Object ซึ่งสามารถจัดการคุณสมบตั้ต่างๆ ของ Object ได้ในกรอบของ Inspector

เมื่อสร้างเก้มส์เสร้จมาแล้วสักเก้มส์จะ Deploy ลงเครื่องในตอนนี้ก้สามารถ Deploy ลงได้ทั้งหมด 17 platforms

1. iOS
2. Android
3. Windows Phone 8
4. BlackBerry 10
5. Windows
6. Windows Store Apps
7. Mac
8. Linux
9. Web Player
10. Oculus Rift
11. PS3 (PlayStations 3)
12. PS4 (PlayStations 4)
13. PSVITA (PlayStations Vita)
14. PSMobile (PlayStations Mobile)
15. Xbox one
16. Xbox 360
17. Wii U



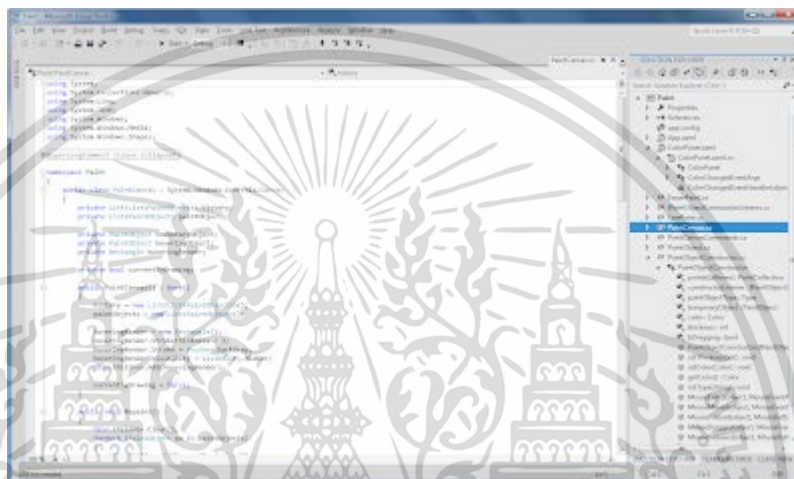
รูปที่ 2.7 การทำโครงสร้างเกมจากโปรแกรม Unity3D

[ที่มา : <https://unity3d.com/unity>]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.2.3 Visual Studio

Virtual studio คือ Integrated Development Environment พัฒนาขึ้นโดยไมโครซอฟท์ ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ช่วยนักพัฒนาซอฟต์แวร์พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เว็บไซต์ เว็บแอปพลิเคชัน และ เว็บเซอร์วิส ระบบที่รองรับการทำงานนั้นมีไมโครซอฟท์ วินโดวส์ ฟ็อคเกตพีซี Smartphone และ เว็บเบราร์เวอร์ ในปัจจุบัน วิชวลสตูดิโอสามารถใช้ภาษาโปรแกรมที่เป็นภาษาคอตเน็ต ในโปรแกรมเดียวกัน เช่น VB.NET C++ C# J# เป็นต้น



รูปที่ 2.8 ตัวอย่างหน้าจอการทำงานของโปรแกรม Visual Studio

[ที่มา : <https://marketplace.visualstudio.com/items?itemName=ms.vs-professional-monthly>]

## 2.3 ข้อมูลเกี่ยวกับกายวิภาคศาสตร์และสรีรวิทยา

กายวิภาคศาสตร์ (Anatomy) เป็นศาสตร์หรือแขนงของการศึกษาอย่างวิทยาศาสตร์ เป็นวิชาที่ศึกษาเกี่ยวกับโครงสร้างของร่างกายของสัตว์และมนุษย์ รวมทั้งตำแหน่งและที่ตั้ง(anatomy เริ่มครั้งแรกในประเทศอียิปต์ ในกลางศตวรรษที่ 4 Hippocrates ได้สอนวิชานี้ในประเทศกรีก ใน คศ. 384-322 Aristotle เป็นผู้ริเริ่มใช้คำว่า “anatomē” ซึ่งเป็นคำกรีก หมายถึง cutting up” เรียกว่า “ชำแหละ” การชำแหละ (dissection)

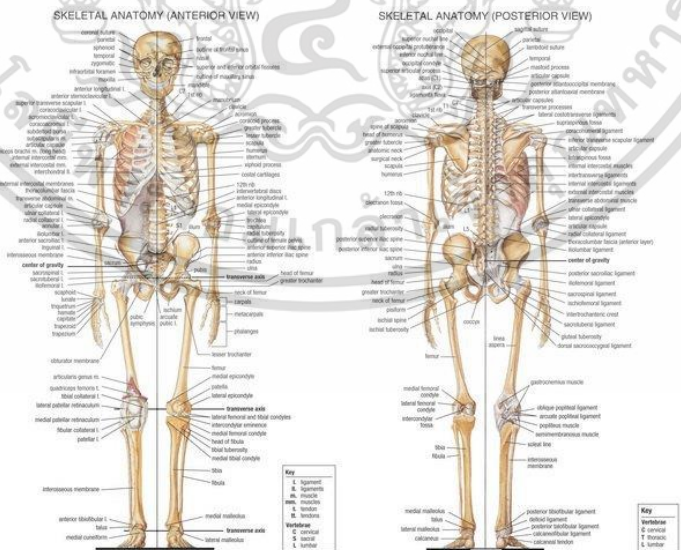
สรีรวิทยา (Physiology) เป็นศาสตร์ที่ศึกษาเกี่ยวกับหน้าที่และการทำงานของระบบต่างๆในร่างกายว่าเกิดอะไรขึ้น (What) เกิดขึ้นได้อย่างไร (How) และเกิดขึ้นเพื่ออะไร (Why) ตลอดจนกลไกการทำงานของระบบต่างๆในร่างกาย อันได้แก่ ระบบประสาท ระบบกล้ามเนื้อ ระบบไหลเวียนเลือด ระบบหายใจ ระบบทางเดินอาหาร ระบบไต ระบบต่อมไร้ท่อ และระบบสืบพันธุ์ ตลอดจนการทำงานร่วมกันของระบบเหล่านี้ในการควบคุมและรักษาสสมดุลของร่างกายให้อยู่ในภาวะปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ร่างกายของมนุษย์ประกอบด้วยช่องว่างภายในร่างกาย 2 ช่องหลัก คือช่องว่างทางด้านหลัง (dorsal cavity) และช่องว่างทางด้านหน้า (ventral cavity) ช่องว่างของร่างกายเปรียบเสมือนเกราะที่ป้องกันอวัยวะภายใน โดย dorsal cavity ประกอบไปด้วยสมอง ไขสันหลัง ส่วน ventral cavity จะประกอบไปด้วยอวัยวะภายในช่องอก ช่องท้อง และอุ้งเชิงกราน

**2.3.1 ระบบโครงร่าง (Skeleton System)**

เป็นโครงสร้างของร่างกาย ช่วยป้องกันอวัยวะบอบบางต่างๆ ที่อยู่ภายในที่เกาะเกี่ยว อยู่ภายในกระดูกแต่ละส่วนของร่างกาย องค์ประกอบสำคัญอีกอย่างหนึ่งในกระดูก คือ ไขกระดูก ขณะเดียวกันกระดูกยังเป็นแหล่งเก็บสะสมเกลือแร่ชนิดต่างๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งแคลเซียมและฟอสฟอรัส บริเวณรอบกระดูกจะมีเนื้อเยื่อหนาห่อหุ้มอยู่เรียกว่า เยื่อหุ้มกระดูก (Periosteum) ซึ่งเยื่อหุ้มกระดูกนี้ ประกอบด้วยเซลล์กระดูกและหลอดเลือด ซึ่งจะนำเลือดมาเลี้ยงในส่วนของกระดูกชั้นนอกกระดูกชั้นนอกหรือเรียกว่า กระดูกทึบ (Compact bone) ประกอบด้วยเกลือแร่สะสมอยู่เป็นวงกลมล้อมรอบท่อขนาดเล็กๆ ซึ่งเรียกว่า ท่อฮาเวอร์เซียน (Haversian canal) เซลล์กระดูกรอบๆท่อฮาเวอร์เซียน จะได้รับอาหารและออกซิเจนจากหลอดเลือดที่ผ่านท่อฮาเวอร์เซียนที่ผ่านท่อเหล่านี้ และถ้าหากว่า กระดูกเกิดแตกหัก เส้นประสาทในท่อเล็กๆ นี้ก็จะส่งกระแสประสาทไปยังสมองเราจึงรู้สึกถึงความเจ็บปวด ส่วนกระดูกชั้นในนั้นมองดูคล้ายรังผึ้ง เพราะมีลักษณะเป็นร่างแหที่มีช่องว่างระหว่างกระดูกเรียกว่า กระดูกพรุน (Spongy bone) แต่ก็มี ความแข็งแรงไม่แพ้ส่วนกระดูกทึบเช่นกัน สำหรับทารกในครรภ์โครงกระดูกทุกชั้นจะมีไขกระดูกแดงบรรจุอยู่ แต่เมื่อเจริญเติบโตถึงวัยผู้ใหญ่แล้วจะพบไขกระดูกนี้เฉพาะในส่วนของกะโหลกศีรษะ กระดูกหน้าอก กระดูกสันหลัง กระดูกสะโพกและบริเวณตอนปลายของกระดูกชั้นยาวๆ เท่านั้น



**รูปที่ 2.9 แสดงโครงร่างของมนุษย์**

[ที่มา : <http://islamhouse.muslimthai.com/article/19890>]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.3.2 ระบบไหลเวียนโลหิต (Circulatory system)

เป็นเครือข่ายของหัวใจและหลอดเลือดขนาดต่าง ๆ มีหน้าที่ในการเคลื่อนย้าย เลือด สารอาหาร ออกซิเจน คาร์บอนไดออกไซด์และฮอร์โมน เข้าและออกจากเซลล์ หากไม่มีระบบนี้ ร่างกายจะไม่สามารถต่อสู้กับโรคหรือไม่สามารถรักษาสภาพร่างกาย (Homeostasis) เพื่อดำเนินชีวิตอยู่ได้

### อวัยวะที่เกี่ยวข้อง

**2.3.2.1 เลือด (Blood)** เลือดประกอบไปด้วยส่วนที่เป็นของเหลว คือ น้ำเลือด (Plasma) กับส่วนที่ไม่เป็นของเหลว คือ เซลล์เม็ดเลือดแดง (Red blood cells) เซลล์เม็ดเลือดขาว (White blood cells) และเกล็ดเลือด (Platelet)

**2.3.2.2 หลอดเลือด (Blood vessels)** หลอดเลือดในร่างกายคนแบ่งออกได้ 3 ประเภท

**1. หลอดเลือดแดง (Artery)** เป็นหลอดเลือดที่นำเลือดออกจากหัวใจ ไปเลี้ยง

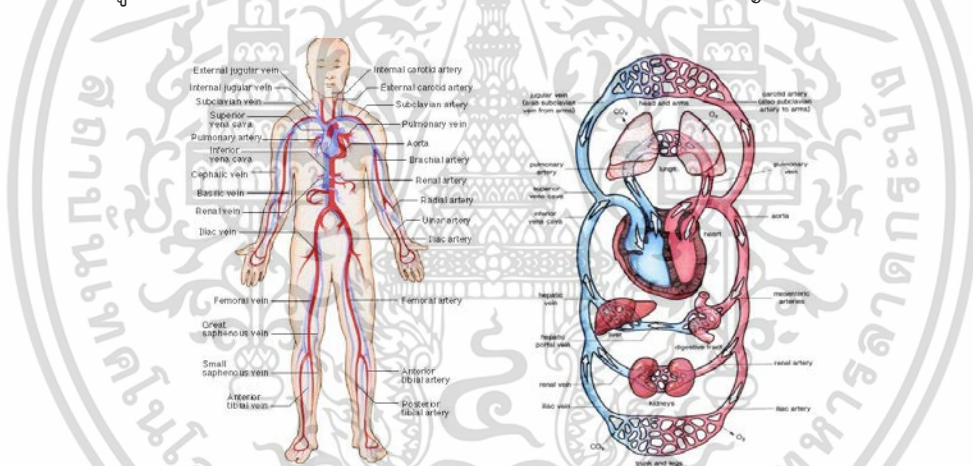
อวัยวะต่าง ๆ ทั่วร่างกาย (ยกเว้น Pulmonary artery ซึ่งจะนำเลือดดำจากหัวใจไปปอดที่ปอด) เป็นเลือดที่มีปริมาณออกซิเจนสูง ลักษณะของหลอดเลือดแดงจะเป็นชั้นกล้ามเนื้อที่หนา มีความยืดหยุ่นมาก ไม่มีลิ้นกั้น ทนต่อแรงดันเลือดที่ถูกฉีดออกจากหัวใจ หลอดเลือดแดงมีชื่อเรียกตามขนาดเริ่มจาก หลอดเลือดแดงขนาดใหญ่ เอออร์ตา (Aorta) ออกจากหัวใจและอยู่ตรงส่วนกลางของลำตัว ทำหน้าที่ลำเลียงเลือดแดงที่ถูกสูบฉีดออกจากหัวใจไปเลี้ยงส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย ผ่านทางหลอดเลือดแดงขนาดกลาง อาร์เทอร์รี่ (Artery) มีชื่อตามอวัยวะที่นำเลือดไปเลี้ยง อาทิ หลอดเลือดหัวใจ (Coronary artery) หลอดเลือดตับ (Hepatic artery) หลอดเลือดไต (Renal artery) โดยบริเวณอวัยวะที่หลอดเลือดอาร์เทอร์รี่ไปเลี้ยง จะพบหลอดเลือดแดงขนาดเล็ก อาร์เทอร์ริโอล (Arteriole) โดยจะเชื่อมกับหลอดเลือดแดงฝอย คาพิลลารี (Capillary) ซึ่งเป็นหลอดเลือดแดงที่มีผนังบางมาก และเป็นส่วนที่เชื่อมระหว่างหลอดเลือดแดงและหลอดเลือดดำ

**2. หลอดเลือดดำ (Vein)** เป็นหลอดเลือด ที่นำเลือดที่มีของเสียและคาร์บอนไดออกไซด์จากส่วนต่าง ๆ ของร่างกายกลับเข้าสู่หัวใจ เพื่อส่งไปปอดที่ปอด (ยกเว้น Pulmonary vein ซึ่งจะนำเลือดแดงที่ผ่านการพอกจากปอดแล้วนำกลับเข้าสู่หัวใจ) ลักษณะของหลอดเลือดดำ มีผนังบาง มีความยืดหยุ่นน้อย มีลิ้นกั้น แรงดันภายในหลอดเลือดดำ หลอดเลือดดำเรียงตามขนาดจากใหญ่ไปเล็กได้เป็น หลอดเลือดดำขนาดใหญ่ เวนาคาวา (Vena cava) หลอดเลือดดำขนาดกลาง เวน (Vein) หลอดเลือดดำขนาดเล็ก เวนูล (Venule) และหลอดเลือดดำฝอย คาพิลลารี (Capillary)

**3. หลอดเลือดฝอย (Capillaries)** เป็นหลอดเลือดที่มีขนาดเล็กมาก มองไม่เห็นด้วยตาเปล่า เป็นหลอดเลือดที่เชื่อมระหว่างหลอดเลือดแดง (Artery) และหลอดเลือดดำ (Vein) โดยจะแทรกอยู่ในเนื้อเยื่อต่าง ๆ ของร่างกาย เช่น ผิวหนัง

กล้ามเนื้อ สมอง และอวัยวะอื่น ๆ ประกอบด้วยเซลล์เพียงชั้นเดียว โดยเป็นแหล่งที่มีการแลกเปลี่ยนก๊าซ และสารต่างๆระหว่างเลือดกับเซลล์ของร่างกาย

**2.3.2.3 หัวใจ (Heart, Cardio)** มีหน้าที่สูบฉีดเลือดไปเลี้ยงส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย โดยอยู่บริเวณส่วนกลางของช่องอก ขนาบข้างด้วยปอด และมีหลอดเลือดแดงใหญ่และหลอดเลือดดำวางอยู่ด้านหลัง หัวใจมี 4 ห้อง แบ่งออกเป็น 2 ห้องบนและ 2 ห้องล่าง หัวใจทางด้านขวา เริ่มจากหัวใจห้องบนขวา (Right atrium) รับเลือดมาจากร่างกายส่วนบนและล่าง มีลิ้นหัวใจ ไตรคัสปิด (Tricuspid valve) คั่นกับหัวใจห้องล่างขวา (Right ventricle) ซึ่งจะอยู่ทางด้านหน้าสุดของหัวใจ ติดกับกะบังลม ทำหน้าที่ส่งเลือดไปยังปอด ผ่านลิ้นหัวใจ พัลโมนารีเซมิลูนาร์ (pulmonary semilunar valve) และหลอดเลือดแดง พัลโมนารี (pulmonary arteries) สำหรับหัวใจทางด้านซ้าย เริ่มจากหัวใจห้องบนซ้าย (Left atrium) รับเลือดจากปอดผ่านทางหลอดเลือดดำ พัลโมนารี (pulmonary veins) มีลิ้นหัวใจ ไมตรัล (Mitral valve) คั่นกับหัวใจห้องล่างซ้าย (Left ventricle) ซึ่งเป็นห้องหัวใจที่มีขนาดใหญ่และมีผนังหนาที่สุด ทำหน้าที่สูบฉีดเลือดไปเลี้ยงส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย ผ่านทางลิ้นหัวใจ เอออร์ติกเซมิลูนาร์ (Aortic semilunar valve) และหลอดเลือดแดงใหญ่ เอออร์ตา (Aorta)



รูปที่ 2.10 แสดงระบบไหลเวียนเลือดของมนุษย์

[ที่มา : <https://slideplayer.com/slide/9729995/>]

#### การทำงานของระบบไหลเวียนโลหิต

เลือดดำหรือเลือดที่มีออกซิเจนต่ำจากส่วนบนของร่างกาย จะไหลเข้าสู่หัวใจทางห้องบนขวา (Right atrium) หลังจากนั้นจะมีการบีบตัวส่งเลือดผ่านลิ้นหัวใจ (Tricuspid valve) ลงสู่หัวใจห้องล่างขวา (Right ventricle) และบีบตัวส่งเลือดผ่านลิ้นหัวใจ (Pulmonary valve) เข้าสู่หลอดเลือดแดงปอด (Pulmonary arteries) เพื่อส่งเลือดไปยังปอด ที่ปอด เลือดดำจะผ่านเข้าไปในเส้นเลือดฝอยรอบ ๆ ถุงลมปอด (Alveoli) แล้วส่งผ่านคาร์บอนไดออกไซด์ให้กับถุงลมปอด พร้อมรับออกซิเจนเข้ามาแทนเป็นผลให้เลือดดำกลายเป็นเลือดแดง หรือเลือดที่มีออกซิเจนสูง หลังจากนั้นจะไหลออกจากปอด ผ่านหลอดเลือดดำปอด (Pulmonary veins) กลับเข้าสู่หัวใจห้องบนซ้าย (Left atrium) ซึ่งมีขนาดเล็กและ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อยู่หน้าสุด ไหลต่อผ่านลิ้นหัวใจ (Mitral valve) ลงมายังหัวใจห้องล่างซ้าย (Left ventricle) เพื่อบีบเลือดผ่านลิ้นหัวใจ (Aortic valve) และหลอดเลือดแดงขนาดใหญ่ เอออร์ตา (Aorta) ไปเลี้ยงส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย

### 2.3.3 ระบบย่อยอาหาร (Digestive system)

เป็นระบบที่รวมอวัยวะต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการรับอาหาร การย่อยโดยแปรรูปอาหารให้เป็นสารอาหารที่จำเป็น และการดูดซึมสารอาหารเหล่านั้นเข้าสู่ร่างกาย รวมถึงการกำจัดเอากากอาหารที่ร่างกายไม่ใช่ออกจากร่างกาย ข้อมูลจาก American Society of Gastrointestinal Endoscopy (ASGE) กล่าวว่าระบบทั้งหมดนี้มีความยาวประมาณ 30 ฟุต (9 เมตร)

#### อวัยวะที่เกี่ยวข้อง

ระบบย่อยอาหารประกอบด้วยอวัยวะหลัก ๆ ดังนี้

##### 2.3.3.1 ปาก (Mouth) ในช่องปากประกอบด้วย 3 อวัยวะหลัก คือ

1. **ฟัน (Teeth)** ทำหน้าที่บดเคี้ยวอาหารที่รับประทานให้เล็กลง โดยมนุษย์จะมีฟัน 2 ชุด ชุดแรก คือ ฟันน้ำนม มี 20 ซี่ ส่วนชุดที่ 2 คือ ฟันแท้มี 32 ซี่ แบ่งเป็นฟันบนข้างละ 8 ซี่ ฟันล่างข้างละ 8 ซี่ แต่ละข้างแบ่งเป็น ฟันตัด 2 ซี่ ฟันเขี้ยว 1 ซี่ ฟันหน้ากราม 2 ซี่ และฟันกราม 3 ซี่ เรียงตามลำดับจากหน้าไปหลัง

2. **น้ำลาย (Saliva)** ถูกผลิตจากต่อมน้ำลาย (Salivary gland) โดยน้ำลายนั้นจะมีเอนไซม์อะไมเลส (Amylase) หรือไทยาลิน (Ptyalin) ช่วยย่อยคาร์โบไฮเดรตหรือแป้งให้มีขนาดเล็ก นอกจากนี้ น้ำลายยังช่วยให้อาหารอ่อนตัว เพื่อกลืนอาหารได้ง่ายขึ้น

3. **ลิ้น (Tongue)** ทำหน้าที่รับรสอาหาร เคลี่ยอาหารเพื่อให้ฟันบด คลุกเคล้าอาหารเพื่อสะดวกในการกลืน ประกอบด้วยกล้ามเนื้อโครงร่างขนาดใหญ่ ที่พื้นผิวปกคลุมไปด้วยปุ่มรับรส (Taste bud) ซึ่งสามารถรับรสได้แตกต่างกันตามตำแหน่งของลิ้น

##### 2.3.3.2 คอหอย (Pharynx) อยู่หน้ากระดูกสันหลังส่วนคอ เป็นทางผ่านของอาหารจากปากไปยังหลอดอาหาร โดยระหว่างกรกลืน ขณะที่อาหารผ่านคอหอย หลอดลมจะปิดเพื่อไม่ให้อาหารไหลเข้าไป บริเวณนี้ไม่มีการย่อยเกิดขึ้น

##### 2.3.3.3 หลอดอาหาร (Esophagus) มีทั้งส่วนที่เป็นกล้ามเนื้อและส่วนที่เป็นกล้ามเนื้อเรียบ ทำหน้าที่รับอาหารจากคอหอยและส่งต่อไปยังกระเพาะอาหาร โดยการบีบรัดกล้ามเนื้อหลอดอาหารในลักษณะของการหดและคลายกล้ามเนื้อเป็นจังหวะ ๆ เรียกการบีบตัวแบบเพอริสตัลซิส (Peristalsis)

##### 2.3.3.4 กระเพาะอาหาร (Stomach) อยู่ระหว่างปลายของหลอดอาหารกับส่วนต้นของลำไส้เล็ก มีลักษณะคล้ายถุงมีผนังกล้ามเนื้อเป็นลูกคลื่น มีความแข็งแรง เป็นที่รองรับคลุกเคล้าอาหาร และหลั่งน้ำย่อยประเภทโปรตีนซึ่งจะทำให้อาหารกลายเป็นของเหลวเหนียว ๆ แล้วส่งต่อไปยังลำไส้เล็ก บริเวณที่เชื่อมต่อกับหลอดอาหารจะมีหูรูดป้องกันน้ำย่อยใน

กระเพาะอาหารไหลขึ้นหลอดอาหาร ขณะที่บริเวณเชื่อมต่อกับลำไส้เล็กจะมีหูรูดเพื่อป้องกันไม่ให้อาหารไหลเข้าสู่ลำไส้เล็กเร็วเกินไป

**2.3.3.5 ลำไส้เล็ก (Small intestine)** มีลักษณะคล้ายท่อกลวงขดไปมาในช่องท้อง แบ่งออกเป็น 3 ส่วน ลำไส้เล็กส่วนต้นที่เรียกว่าดูโอดินัม (Duodenum) ส่วนกลางที่เรียกว่าเจจูนัม (Jejunum) และส่วนปลายที่เรียกว่าอิลเลียม (Ileum) เป็นบริเวณที่มีการย่อยและดูดซึมสารอาหารมากที่สุด บริเวณลำไส้เล็กจะมีเอนไซม์จากตับอ่อน (Pancreas) มาช่วยย่อยสารอาหารประเภทโปรตีน ไขมัน และคาร์โบไฮเดรต รวมถึงน้ำดีจากตับ (Liver) ที่ช่วยย่อยไขมันและกำจัดของเสียในเลือด

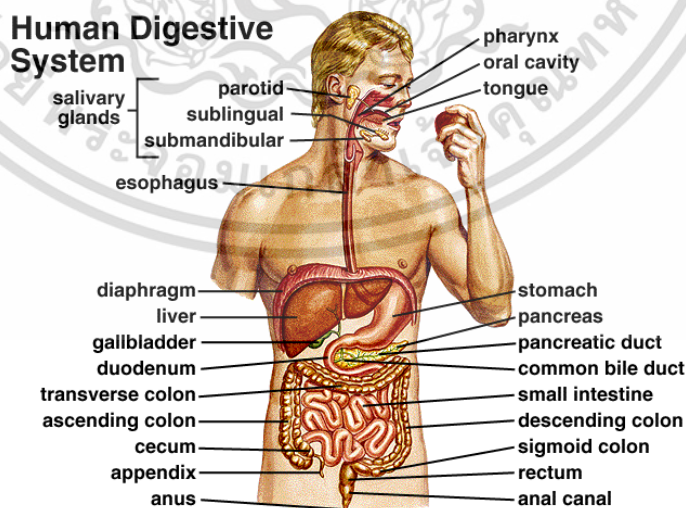
**2.3.3.6 ลำไส้ใหญ่ (Large intestine)** ประกอบด้วย 3 ส่วน เริ่มจากส่วนที่เรียกว่าซีคัม (Caecum) ซึ่งมีส่วนของไส้ติ่ง (Appendix) ยื่นออกมา ส่วนโคลอน (Colon) เป็นลำไส้ใหญ่ส่วนที่ยาวที่สุด มีหน้าที่ดูดซึมน้ำและวิตามินบางชนิด รวมถึงการขับกากอาหารให้เข้าสู่ลำไส้ใหญ่ส่วนที่เรียกว่าไส้ตรง (Rectum) เพื่อรอขับถ่ายผ่านทางทวารหนัก (Anus) ต่อไป

### การทำงานของระบบย่อยอาหาร

การย่อยอาหารมี 2 ขั้นตอน

1. การย่อยเชิงกล (Mechanical digestion) เป็นกระบวนการทำให้อาหารมีขนาดเล็กลง เพื่อสะดวกต่อการเคลื่อนที่และการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยการบดเคี้ยว รวมทั้งการบีบตัวของทางเดินอาหาร ทั้งนี้ในการย่อยเชิงกล โมเลกุลของอาหารยังไม่เล็กมากพอที่ร่างกายจะดูดซึมไปใช้ประโยชน์ได้

2. การย่อยทางเคมี (Chemical digestion) เป็นการย่อยโมเลกุลของอาหาร ได้แก่ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน และไขมัน ให้มีขนาดเล็กมากพอที่ร่างกายจะดูดซึมเอาไปใช้ได้ โดยการย่อยในขั้นตอนนี้ จะเกิดปฏิกิริยาเคมีระหว่างโมเลกุลของอาหารกับน้ำ โดยมีเอนไซม์หรือน้ำย่อยเข้าเร่งปฏิกิริยา ส่วนเกลือแร่และวิตามินจะดูดซึมเข้าสู่ร่างกายได้โดยตรง



รูปที่ 2.11 แสดงระบบย่อยอาหาร

[ที่มา : <http://humanbiologyandhealth.blogspot.com/p/digestion.html>]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.3.4 ระบบต่อมไร้ท่อ (Endocrine system)

เป็นระบบสื่อสารภายในร่างกาย ผ่านฮอร์โมน (Hormone) โดยทำหน้าที่ควบคุมเชื่อมโยง ติดต่อกัน ประสานและทำงานร่วมกับระบบอื่น ๆ ของร่างกาย โดยการทำงานจะอยู่ในลักษณะช้า ๆ และส่งผลในระยะยาว เช่น การเจริญเติบโตของร่างกาย การพัฒนาของระบบสืบพันธุ์ การมีประจำเดือน การเผาผลาญ การควบคุมปริมาณน้ำและเกลือแร่ เป็นต้น

ต่อม (Gland) ในร่างกายมนุษย์สามารถแบ่งตามการส่งสารเคมีที่หลั่งออกมา ได้เป็นต่อมไร้ท่อ (Endocrine gland) หรือต่อมไม่มีท่อ ต่อมประเภทนี้จะมีการหลั่งสารที่เรียกว่า ฮอร์โมน (Hormone) เข้าสู่กระแสเลือดหรือน้ำเหลือง เพื่อไปควบคุมหรือดัดแปลงสมรรถภาพของเซลล์ที่อวัยวะเป้าหมาย ตัวอย่างเช่น ต่อมใต้สมอง ต่อมไทรอยด์ ตับอ่อน รังไข่ และอัณฑะ สำหรับต่อมมีท่อ (Exocrine gland) จะมีการหลั่งสารที่ต่อมสร้าง ผ่านทางท่อของต่อมส่งไปยังอวัยวะเป้าหมาย ตัวอย่างเช่น ต่อมน้ำลาย ต่อมเหงื่อ ต่อมไขมัน ต่อมเหงื่อ

โดยมีบางต่อม เป็นทั้งต่อมไร้ท่อและต่อมมีท่อ เช่น ตับอ่อน หลั่งน้ำย่อยผ่านท่อเข้าสู่ลำไส้เล็ก ขณะเดียวกันมีการหลั่งฮอร์โมนควบคุมระดับน้ำตาลเข้าสู่กระแสเลือด หรืออัณฑะสร้างตัวสุจิส่งออกทางท่อ ขณะเดียวกันยังมีการหลั่งฮอร์โมนเพศเข้าสู่กระแสเลือด

#### อวัยวะที่เกี่ยวข้อง

**2.3.4.1 ต่อมพาราไทรอยด์ (Parathyroid gland)** เป็นต่อมขนาดเล็กอยู่ติดกับด้านหลังของต่อมไทรอยด์ ต่อมนี้สร้างฮอร์โมนพาราไทรอยด์ (Parathyroid hormone-PTH) หรือ พาราไทรอยด์ฮอร์โมน เพื่อทำหน้าที่ควบคุมสมดุลของแคลเซียมและฟอสฟอรัสในร่างกาย อันส่งผลต่อความแข็งแรงของกระดูก และการทำงานของกล้ามเนื้อ

**2.3.4.2 ต่อมหมวกไต (Adrenal gland)** เป็นต่อมที่ตั้งอยู่ด้านบนของไต (Kidney) ต่อมนี้สร้างฮอร์โมนสำคัญ ๆ หลายชนิด เช่น ฮอร์โมนอะดรีนาลิน (Adrenalin) ช่วยให้ร่างกายมีความพร้อมเมื่ออยู่ในภาวะเครียด ตกใจกลัว ฮอร์โมนคอร์ติซอล (Cortisol) ช่วยเพิ่มระดับน้ำตาลในเลือด กดภาวะภูมิคุ้มกัน และต้านการอักเสบ ฮอร์โมนอัลโดสเตอโรน (Aldosterone) ช่วยควบคุมความดันโลหิตในร่างกาย รวมถึงฮอร์โมนเพศ

**2.3.4.3 ตับอ่อน (Pancreas)** อยู่ด้านซ้ายของช่องท้อง วางตัวตามแนวส่วนโค้งของลำไส้เล็กส่วนต้น บริเวณที่เรียกว่า Islets of Langerhans จะเป็นกลุ่มเซลล์ที่สร้างฮอร์โมนอินซูลิน (Insulin) และฮอร์โมนกลูคาγον (Glucagon) มีบทบาทในการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด

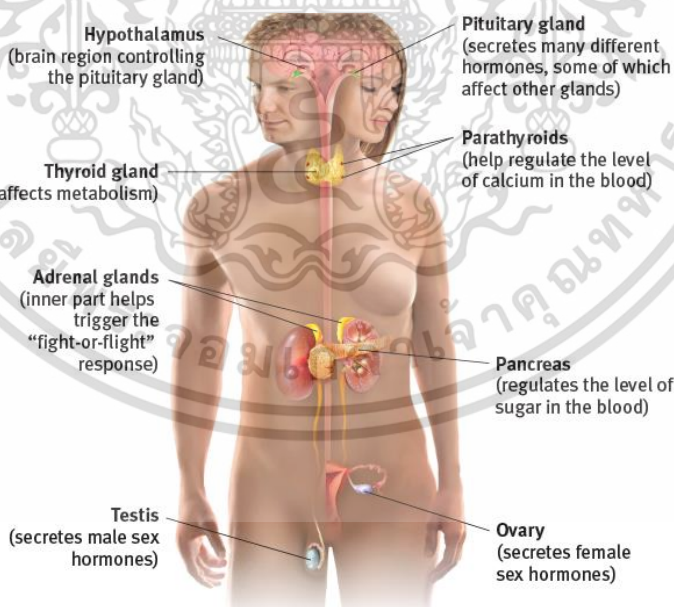
**2.3.4.4 ต่อมใต้สมอง (Pituitary gland)** เป็นต่อมที่อยู่ติดกับส่วนล่างของสมองส่วนไฮโปทาลามัส (Hypothalamus) หลั่งฮอร์โมนที่สำคัญ ๆ ของร่างกาย เช่น โกรทฮอร์โมน (Growth hormone) ควบคุมการเจริญเติบโตของร่างกาย โดยเฉพาะกระดูกและกล้ามเนื้อ ฮอร์โมนโกนาโดโทรฟิน (Gonadotrophin) กระตุ้นให้มีการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ควบคุมลักษณะทางเพศ รวมถึงฮอร์โมนที่กระตุ้นให้เซลล์เมดัสตีสร้างเมดัสตีเพิ่มมากขึ้น

**2.3.4.5 ต่อมไทรอยด์ (Thyroid)** เป็นต่อมที่อยู่ส่วนล่างด้านหน้าของคอ ติดกับหลอดลม และกล่องเสียง ต่อมนี้หลั่งไทรอยด์ฮอร์โมน ช่วยในการเจริญเติบโตของกระดูก สมองและระบบประสาท รวมถึงการควบคุมอัตราเมตาบอลิซึม (Metabolism) ภายในร่างกาย

**2.3.4.6 ต่อมไพเนียล (Pineal)** เป็นต่อมที่อยู่บริเวณกึ่งกลางของสมองส่วนซีรีบรัม (Cerebrum) ต่อมนี้หลั่งฮอร์โมนเมลาโทนิน (Melatonin) มีผลต่อวงจรนาฬิกาชีวภาพ (Biological clock) ซึ่งเป็นระบบที่ช่วยให้สิ่งมีชีวิตสามารถปรับตัวให้สอดคล้องกับสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไปในรอบวันได้

**2.3.4.7 ต่อมไทมัส (Thymus)** เป็นต่อมที่อยู่ใต้กระดูกอก และด้านหน้าหัวใจ มีขนาดใหญ่ในเด็กและฝ่อเล็กลงเมื่ออายุมากขึ้น ต่อมนี้หลั่งฮอร์โมนไทมอสิน (Thymosin) กระตุ้นให้มีการสร้าง T-lymphocyte ในระบบภูมิคุ้มกันของร่างกาย

**2.3.4.8 ต่อมเพศ (Gonad)** ในเพศชายคือ อัณฑะ (Testis) เป็นทั้งต่อมมีท่อและต่อมไร้ท่อ โดยผลิตอสุจิ (Sperm) ส่งออกทางท่อ และหลั่งฮอร์โมนเทสโทสเตอโรน (Testosterone) ทำหน้าที่ควบคุมการเจริญเติบโตของอวัยวะสืบพันธุ์ และลักษณะต่างๆของความเป็นชาย ในเพศหญิงรังไข่ (Ovary) จะผลิตไข่ (Ovum) ให้พร้อมและตกจากรังไข่สลับข้างกันทุกเดือน พร้อมหลั่งฮอร์โมนเอสโตรเจน (Estrogen) ซึ่งจะเกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตของอวัยวะสืบพันธุ์ และลักษณะต่าง ๆ ของความเป็นเพศหญิง รวมถึงฮอร์โมนโปรเจสเตอโรน (Progesterone) จะทำหน้าที่ระงับไม่ให้อสุจิระหว่างตั้งครรภ์เพื่อป้องกันไม่ให้มีประจำเดือนระหว่างตั้งครรภ์



รูปที่ 2.12 แสดงระบบต่อมไร้ท่อ

[ที่มา :

[https://www.macmillanhighered.com/BrainHoney/Resource/22292/digital\\_first\\_content/trunk/test/pel4e/pel4e\\_ch2\\_5.html](https://www.macmillanhighered.com/BrainHoney/Resource/22292/digital_first_content/trunk/test/pel4e/pel4e_ch2_5.html)]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.3.5 ระบบกล้ามเนื้อ (Muscle System)

โดยพื้นฐานแล้วกล้ามเนื้อเชื่อมโยงกับความแข็งแรงของร่างกาย โดยช่วยคงรูปร่างท่าทาง ยึดข้อต่อต่าง ๆ เข้าไว้ และช่วยในการเคลื่อนไหวของร่างกาย ควบคุมการเดิน พุด นั่ง ยืน รับประทานอาหารและกิจวัตรประจำวันอื่น ๆ รวมถึงการยิ้มและการแสดงออกทางสีหน้า ดวงตา นอกจากนี้กล้ามเนื้อยังช่วยให้การทำงานของระบบต่าง ๆ ภายในร่างกายดำเนินไปได้ เช่น การเต้นของหัวใจ การบีบตัวของเส้นเลือด กระเพาะอาหาร ลำไส้ การทำงานของปอด เป็นต้น

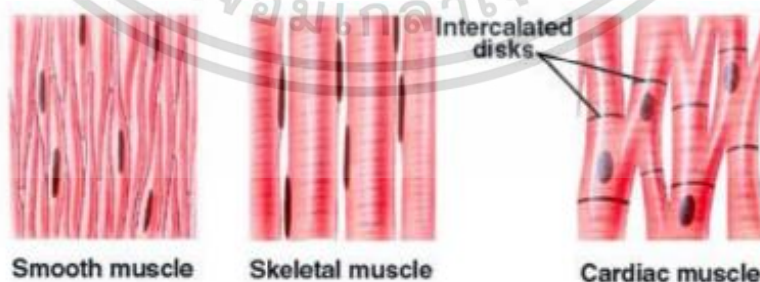
#### ชนิดของกล้ามเนื้อ

กล้ามเนื้อในร่างกาย สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ชนิด ดังนี้

**2.3.5.1 กล้ามเนื้อลายหรือกล้ามเนื้อโครงร่าง (Skeletal muscle)** เป็นกล้ามเนื้อที่ทำงานอยู่ภายใต้อำนาจจิตใจ (Voluntary muscle) ควบคุมโดยระบบประสาทส่วนกลาง เป็นกล้ามเนื้อที่มีมากที่สุดในร่างกาย กล้ามเนื้อลายจะเกาะอยู่กับกระดูก และมีบทบาทสำคัญต่อการเคลื่อนไหวของร่างกาย โดยเซลล์ของกล้ามเนื้อลายจะมีลักษณะเป็นทรงกระบอก มีหลายนิวเคลียส และมีลายตามขวาง เรียกเส้นใยกล้ามเนื้อ (Muscle fiber) และหลายๆเส้นใยกล้ามเนื้อรวมกันเป็นมัดกล้ามเนื้อ หลายนๆมัดกล้ามเนื้อขนาดเล็กรวมกันเป็นมัดกล้ามเนื้อขนาดใหญ่ แต่ละเซลล์ของกล้ามเนื้อลายจะมีปลายประสาทมาเลี้ยง เพื่อกระตุ้นให้เกิดการหดตัว เมื่อต้องการใช้งาน

**2.3.5.2 กล้ามเนื้อเรียบ (Smooth muscle)** เป็นกล้ามเนื้อที่ทำงานนอกอำนาจจิตใจ (Non-voluntary muscle) พบที่อวัยวะภายในของร่างกาย เช่น หลอดอาหาร หลอดเลือด ลำไส้ เซลล์มีนิวเคลียสเดียว และไม่มีลายตามขวาง ที่เยื่อหุ้มเซลล์จะมีบริเวณที่ถ่ายทอดกระแสประสาทไปยังเซลล์ข้างเคียง การหดตัวของกล้ามเนื้อประเภทนี้จะถูกควบคุมโดยระบบประสาทอัตโนมัติ ดังนั้นกล้ามเนื้อประเภทนี้จึงไม่มีปลายประสาทไปเลี้ยงทุกเซลล์ ยกเว้นบางอวัยวะภายใน

**2.3.5.3 กล้ามเนื้อหัวใจ (Cardiac muscle)** เป็นกล้ามเนื้อที่ทำงานนอกอำนาจจิตใจ (Non-voluntary muscle) ถูกควบคุมโดยระบบประสาทอัตโนมัติ เซลล์กล้ามเนื้อหัวใจจะมีลักษณะเป็นลายพาดขวาง และมีหลายนิวเคลียสเช่นเดียวกับกล้ามเนื้อลาย



รูปที่ 2.13 แสดงระบบกล้ามเนื้อ

[ที่มา : [http://www.elfhs.ssu.ac.th/chonlada/file.php/1/GEH2201\\_.pdf](http://www.elfhs.ssu.ac.th/chonlada/file.php/1/GEH2201_.pdf)]

## การทำงานของกล้ามเนื้อ

กล้ามเนื้อโครงร่างจะมีปลาย 2 ข้างยึดเกาะกับกระดูก ข้างที่เกาะกับกระดูกส่วนใกล้ลำตัวเรียก จุดเกาะต้น ส่วนที่อยู่ปลายอีกด้านเรียก จุดเกาะปลาย โดยส่วนที่เกาะกับกระดูก จะมีลักษณะเป็นเอ็นสีขาว เรียก เอ็นกล้ามเนื้อ (Tendon) ทั้งนี้การทำงานของกล้ามเนื้อจะประสานในทิศทางตรงกันข้ามเป็นคู่ ๆ (Antagonism) ยกตัวอย่างเช่น เมื่อเรามองสิ่งให้เรางอแขน กล้ามเนื้อไบเซพ (Biceps muscle) จะหดตัว และกล้ามเนื้อไตรเซพ (Triceps muscle) จะคลายตัว กรณีที่เราเหยียดแขน กล้ามเนื้อไบเซพจะคลายตัว และกล้ามเนื้อไตรเซพจะเปลี่ยนมาหดตัว เป็นต้น ปกติแล้วกล้ามเนื้อสามารถหดตัวได้ราว 1 ใน 3 ของความยาวปกติ ยิ่งมีการหดตัวมาก กล้ามเนื้อก็ยิ่งแข็งและหนาขึ้น

### 2.3.6 ระบบประสาท (Nervous System)

เป็นระบบที่ควบคุมการทำงานของทุกระบบในร่างกาย ให้ทำงานประสานกันอย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้ร่างกายสามารถตอบสนองต่อสิ่งเร้าที่มาจากภายนอก และดำเนินชีวิตได้อย่างปกติ นอกจากนี้ยังมีบทบาทในการจัดการ ความคิด ความรู้สึก สติปัญญา ความฉลาดไหวพริบ การตัดสินใจ การใช้เหตุผลและการแสดงอารมณ์

#### อวัยวะที่เกี่ยวข้อง

เราสามารถแบ่งอวัยวะในระบบประสาทออกตามตำแหน่งและโครงสร้าง ได้ดังนี้

**2.3.6.1 อวัยวะในระบบประสาทส่วนกลาง (Central Nervous System: CNS)** ซึ่งเป็นระบบประสาทที่รวบรวม ประมวลผล และสั่งการไปยังอวัยวะต่างๆทั่วร่างกาย ประกอบด้วย

#### 1. สมอง (Brain)

สมองส่วนหน้า (Forebrain) ประกอบด้วย

- ซีรีบรัม (Cerebrum) หรือสมองใหญ่ เป็นสมองส่วนที่อยู่บนสุดของศีรษะ มีรอยหยักเป็นจำนวนมาก ขนาดใหญ่เป็น 85% ของเนื้อเยื่อสมอง แบ่งเป็น 4 พู ได้แก่ 1) พูหน้า (Frontal lobe) ทำหน้าที่ควบคุมการเคลื่อนไหว การออกเสียง ความคิด ความจำ สติปัญญา บุคลิก ความรู้สึก พื้นอารมณ์ 2) พูขมับ (Temporal lobe) ทำหน้าที่ควบคุมการได้ยิน การดมกลิ่น 3) พูหลัง (Occipital lobe) ทำหน้าที่ควบคุมการมองเห็น และ 4) พูข้าง (Parietal lobe) ทำหน้าที่ควบคุมความรู้สึกด้านการสัมผัส การพูด การรับรส
- ธาลามัส (Thalamus) เป็นศูนย์รวมของกระแสประสาททั้งหมดที่มาจากอวัยวะทั่วร่างกาย และส่งกระแสประสาทนั้น ไปยังส่วนของสมองที่ควบคุมกับเรื่องนั้นๆ รวมถึงการรับรู้ สั่งการ และแสดงออกด้านความเจ็บปวด
- ไฮโปธาลามัส (Hypothalamus) อยู่ใต้ธาลามัสติดกับต่อมใต้สมอง (Pituitary gland) ทำหน้าที่เชื่อมโยงการทำงานของระบบประสาทและระบบต่อมไร้ท่อ ควบคุมกระบวนการเมตาบอลิซึมบางอย่าง รวมทั้งการเป็นศูนย์กลางของระบบประสาทอัตโนมัติ ทำหน้าที่ควบคุมการนอนหลับ การกิน การกระหายน้ำ การหนีภัย การต่อสู้ การรักษาสสมดุลของร่างกาย รวมทั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การรักษาอุณหภูมิของร่างกาย พฤติกรรมทางเพศ รวมถึงวงจรรนาฬิกาชีวภาพ

**2. สมองส่วนกลาง (Midbrain)** อยู่ต่อจากสมองส่วนหน้า ในคนสมองส่วนนี้จะถูกซีรีรัมบังเอาไว้ มีหน้าที่เป็นสถานีเชื่อมต่อการทำงานระหว่างสมองส่วนหน้ากับสมองส่วนท้าย รวมถึงการควบคุมการเคลื่อนไหวของลูกตาและม่านตา

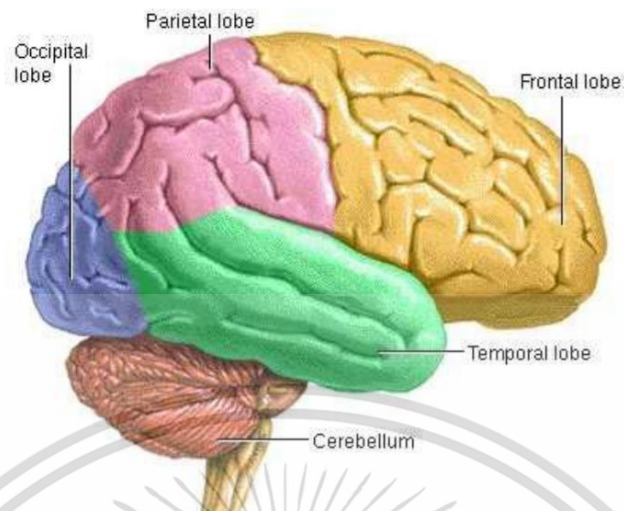
**3. สมองส่วนท้าย (Hindbrain)** ประกอบด้วย

- ซีรีเบลลัม (Cerebellum) หรือสมองน้อย มีหน้าที่หลักในการควบคุมการทรงตัว ควบคุมและประสานงานการเคลื่อนไหวของร่างกาย
- เมดูลลา (Medulla oblongata) เป็นทางผ่านของกระแสประสาทจากไขสันหลังกับสมอง โดยเป็นศูนย์กลางของระบบประสาทอัตโนมัติ ร่วมกับไฮโปธาลามัส ควบคุมการเต้นของหัวใจการหายใจ การกลืน จาม สะอึก
- พอนส์ (Pons) ควบคุมการเคี้ยว กลืน หลั่งน้ำลาย การเคลื่อนไหวใบหน้า โดยภายนอกของสมองจะมีชั้นของเยื่อหุ้มสมอง (Meninges) อยู่ 3 ชั้น ทำหน้าที่ป้องกันสมองถูกกระทบกระเทือน และมีเส้นเลือดฝอยนำอาหารมาเลี้ยงสมองอยู่เป็นจำนวนมาก นอกจากนี้ในระหว่างเยื่อหุ้มสมองชั้นกลางกับชั้นใน ยังมีของเหลวที่เรียกว่า น้ำเลี้ยงสมองและไขสันหลัง (Cerebrospinal fluid) ช่วยป้องกันการกระทบกระเทือน ช่วยนำอาหารไปเลี้ยงสมองและไขสันหลัง รวมถึงช่วยรักษาความดันสมองให้คงที่

ตารางที่ 2.1 แสดงการแบ่งกลีบสมองตามกายภาค ตำแหน่งที่ตั้งและหน้าที่

การแบ่งกลีบสมองตามกายภาค	หน้าที่
กลีบสมองส่วนหน้า (Frontal Lobe)	ควบคุมอวัยวะต่าง ๆ ในการเคลื่อนไหว เรียกได้ว่าเป็นเขตมอเตอร์ (Motor Area) และยังเป็นศูนย์กลางการทำงานของอารมณ์ การพูด ความคิด การจำ การเรียนรู้และการใช้ภาษาอีกด้วย
กลีบสมองส่วนบน (Parietal Lobe)	อยู่ค่อนมาทางด้านหลังส่วนบน หน้าที่รับความรู้สึกต่าง ๆ ทั่ว ๆ ไปหรือเรียกว่า เขตรับสัมผัส (Sensory Area)
กลีบสมองส่วนข้าง (Temporal Lobe)	อยู่ตรงบริเวณขมับ มีหน้าที่เป็นศูนย์กลางในการรับรู้ด้านรส กลิ่น เสียง และความเข้าใจด้านภาษา หรือเรียกว่าเขตการฟัง (Auditory)
กลีบสมองส่วนหลัง (Occipital Lobe)	อยู่ตรงบริเวณท้ายทอย มีหน้าที่ควบคุมการรับรู้ทางสายตาให้เกิดการมองเห็นภาพต่าง ๆ เรียกส่วนนี้ว่า เขตการเห็น (Visual Area)

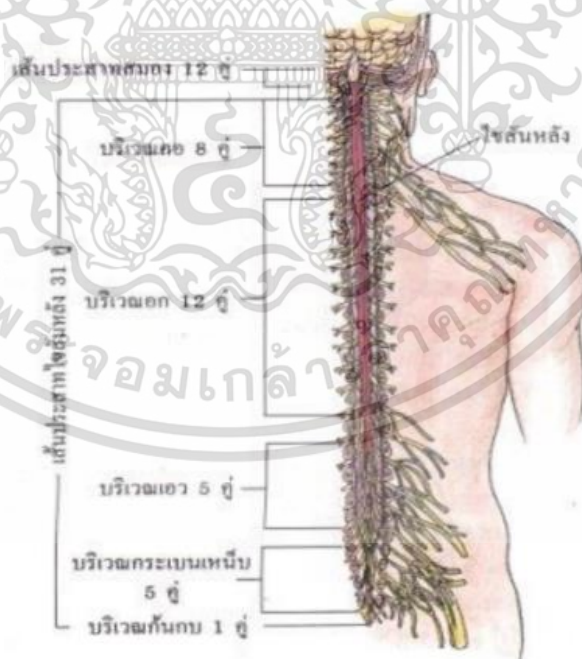
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.14 แสดงซีรีบรัมทั้ง 4 ส่วนและสมองเล็ก

[ที่มา : [http://www.elfhs.ssrุ.ac.th/chonlada/file.php/1/GEH2201\\_.pdf](http://www.elfhs.ssrु.ac.th/chonlada/file.php/1/GEH2201_.pdf)]

2.3.6.2 ไขสันหลัง (Spinal cord) เป็นเนื้อเยื่อประสาท มีลักษณะเป็นท่อทรงพอม ต่อลงมาจากสมองส่วนเมดูลลา ยาวประมาณ 42 – 45 ซม. บรรจุอยู่ในโพรงกระดูกสันหลัง (Vertebral canal) มีเยื่อหุ้มไขสันหลัง (Meninges) หุ้มภายนอก ไขสันหลังมีหน้าที่เชื่อมโยงสัญญาณประสาทระหว่างสมองกับเส้นประสาทไขสันหลังซึ่งเชื่อมอยู่กับอวัยวะทั่วร่างกาย



รูปที่ 2.15 แสดงไขสันหลังและที่ตั้งของไขสันหลัง

[ที่มา : [http://www.elfhs.ssrุ.ac.th/chonlada/file.php/1/GEH2201\\_.pdf](http://www.elfhs.ssrุ.ac.th/chonlada/file.php/1/GEH2201_.pdf)]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.3.7 ระบบสืบพันธุ์ (Reproductive System)

การสืบพันธุ์ของมนุษย์ เป็นแบบปฏิสนธิภายในร่างกาย โดยเพศชายจะหลั่งอสุจิจำนวนมากในช่องคลอดของเพศหญิง อสุจิจะเดินทางเข้าไปในมดลูก และท่อนำไข่เพื่อปฏิสนธิกับไข่ ภายหลังจากการปฏิสนธิตัวอ่อนจะมีการฝังตัวและเจริญเติบโตที่ผนังมดลูก โดยอยู่ในครรภ์ประมาณ 9 เดือน ในระหว่างนั้นต่อมน้ำนมจะทำการผลิตน้ำนม เพื่อเตรียมพร้อมสำหรับการให้นมของเพศหญิง

#### 2.3.7.1 ระบบสืบพันธุ์เพศชาย

##### อวัยวะที่เกี่ยวข้อง

สามารถแยกออกเป็น 3 กลุ่มตามหน้าที่

1. อวัยวะที่เกี่ยวข้องกับการสร้างและเก็บอสุจิ ประกอบด้วย อัณฑะ (Testis) เป็นต่อมรูปไข่มี 2 ข้าง ภายในมีหลอดสร้างตัวอสุจิ (Seminiferous Tubule) ทำหน้าที่สร้างตัวอสุจิ (Sperm) ซึ่งเป็นเซลล์สืบพันธุ์เพศชาย ภายหลังจากการสร้างและพัฒนาอสุจิจะถูกส่งเข้าสู่หลอดเก็บตัวอสุจิ (Epididymis) ภายนอกอัณฑะ โดยอัณฑะจะถูกห่อหุ้มอยู่ในถุงหุ้มอัณฑะ (Scrotum) เพื่อช่วยควบคุมอุณหภูมิให้พอเหมาะในการสร้างตัวอสุจิ โดยจะต่ำกว่าอุณหภูมิปกติของร่างกายประมาณ 3-5 องศาเซลเซียส นอกจากนี้อัณฑะยังสร้างฮอร์โมนเทสโทสเตอโรน (Testosterone) ซึ่งเป็นฮอร์โมนเพศหลัก ที่ช่วยกระตุ้นให้แสดงลักษณะต่าง ๆ ของเพศชาย เช่น มีกล้ามเนื้อใหญ่ กล้ามเนื้อกระดูกโครงร่างใหญ่ มีหนวดเครา มีขนดก เป็นต้น
2. อวัยวะที่เกี่ยวข้องกับการสร้างของเหลวในการหลั่งอสุจิ และท่อนำอสุจิ ได้แก่ ต่อมสร้างน้ำเลี้ยงอสุจิ (Seminal vesicles) ทำหน้าที่สร้างอาหารเพื่อใช้เลี้ยงตัวอสุจิ รวมถึงการสร้างของเหลวมาผสมกับตัวอสุจิเพื่อให้เกิดสภาพที่เหมาะสมกับตัวอสุจิ ต่อมลูกหมาก (Prostate Gland) ทำหน้าที่หลั่งสารที่มีฤทธิ์เป็นเบสอ่อนๆ เพื่อปรับสมดุลกรด-เบสในท่อปัสสาวะ ทำให้เกิดสภาพที่เหมาะสมกับตัวอสุจิ ต่อมคาวเปอร์ (Cowper Gland) อยู่ใต้ต่อมลูกหมาก ทำหน้าที่หลั่งสารไปหล่อลื่นท่อปัสสาวะในขณะที่เกิดการกระตุ้นทางเพศนอกจากนี้ยังมีหลอดนำอสุจิ (Vas deferens) อยู่ต่อจากหลอดเก็บตัวอสุจิ ทำหน้าที่ลำเลียงตัวอสุจิไปเก็บไว้ที่ต่อมสร้างน้ำเลี้ยงอสุจิ
3. อวัยวะที่ใช้ในการร่วมเพศ จะเป็นอวัยวะเพศชายที่อยู่ภายนอก คือ องคชาติ (Penis) ทำหน้าที่เป็นทางผ่านของปัสสาวะและน้ำอสุจิ มีลักษณะเป็นท่อนยาว ประกอบไปด้วยส่วนของกล้ามเนื้อคล้ายฟองน้ำ (Corpus cavernosum) และส่วนของท่อปัสสาวะ โดยกล้ามเนื้อคล้ายฟองน้ำทำหน้าที่ในการกักเก็บเลือด ทำให้เกิดการแข็งตัวขององคชาติ จนสามารถสอดใส่เข้าไปภายในช่องคลอดของเพศหญิงได้ ส่วนปลายขององคชาติจะบานออกเป็นรูปดอกเห็ด โดยมีเส้นประสาท และเส้นเลือดเป็นจำนวนมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## การทำงาน

เพศชายจะเริ่มสร้างตัวอสุจิตั้งแต่อายุประมาณ 12 – 13 ปี โดยในการหลั่งน้ำอสุจิแต่ละครั้ง จะมีตัวอสุจิเฉลี่ยประมาณ 350 – 500 ล้านตัว โดยปริมาณน้ำอสุจิและตัวอสุจิแตกต่างกันตามแต่ละบุคคล โดยมีปัจจัยที่เกี่ยวข้องเช่น อายุ ความแข็งแรง เชื้อชาติ อื่น ๆ น้ำอสุจิจะถูกขับออกจากร่างกายตรงปลายสุดขององคชาติ โดยตัวอสุจิเมื่อออกสู่ภายนอกจะมีชีวิตอยู่ได้ 2 – 3 ชั่วโมง ในขณะที่อยู่ในมดลูกของเพศหญิงได้นาน 24 – 48 ชั่วโมง

### 2.3.7.2 ระบบสืบพันธุ์เพศหญิง

#### อวัยวะที่เกี่ยวข้อง

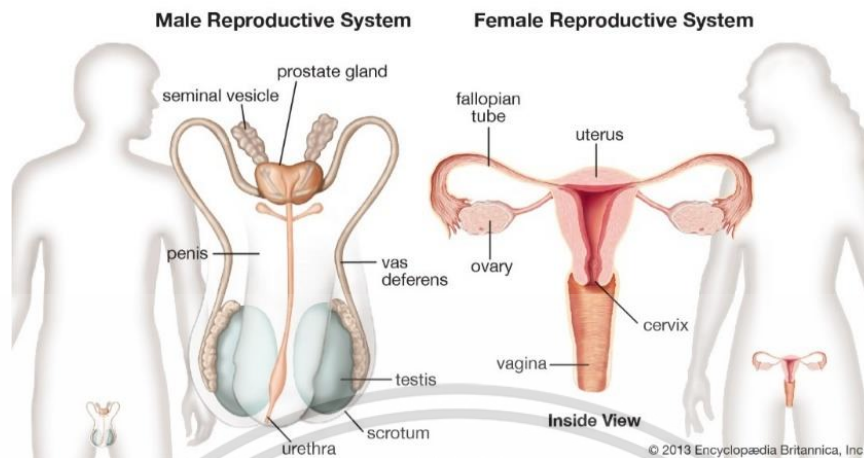
อวัยวะในระบบสืบพันธุ์เพศหญิง ส่วนใหญ่อยู่ภายในร่างกายบริเวณอุ้งเชิงกราน โดยส่วนที่อยู่ภายในประกอบด้วย 3 ส่วนหลัก ได้แก่ รังไข่ (Ovary) ทำหน้าที่สร้างเซลล์ไข่ (Ovum) ซึ่งเป็นเซลล์สืบพันธุ์เพศหญิงและผลิตฮอร์โมนเพศหญิง คือ เอสโตรเจน (Estrogen) และโปรเจสเตอโรน (Progesterone) มดลูก (Uterus) เชื่อมกับรังไข่ต่อจากท่อนำไข่ มีหน้าที่รองรับการฝังตัวของไข่ที่ได้รับการปฏิสนธิ และการเจริญเติบโตของทารกในครรภ์ มดลูกส่วนที่ต่อกับช่องคลอดจะมีส่วนที่เรียกว่า ปากมดลูก ช่องคลอด (Vagina) เป็นอวัยวะที่เชื่อมต่อกับมดลูก มีหน้าที่เป็นช่องทางให้อวัยวะเพศชายสอดใส่และรองรับอสุจิที่หลังขณะมีเพศสัมพันธ์รวมถึงการเป็นช่องทางคลอดออกสู่โลกของทารก

สำหรับอวัยวะเพศหญิงที่อยู่ภายนอก ประกอบด้วยแคมใหญ่ แคมเล็กและปุ่มคลิตอริส (Clitoris) ซึ่งปุ่มนี้จะมีเส้นประสาทอยู่เป็นจำนวนมาก

ทั้งนี้ระหว่างการมีเพศสัมพันธ์ในเพศหญิง จะมีการหลั่งเมือกจากต่อมบาร์โธลิน (Bartholin's glands) ทำหน้าที่ช่วยในการหล่อลื่นและปรับลดความเป็นกรดในช่องคลอด

## การทำงาน

เพศหญิงเมื่อเข้าอายุ 12 – 13 ปี ไข่จะเริ่มสุก แล้วตกจากรังไข่ เรียก การตกไข่ (Ovulation) โดยจะตกเดือนละ 1 ใบ สลับข้างกัน ไข่ที่ตกจะเคลื่อนเข้าสู่ท่อนำไข่ ระหว่างนั้นมดลูกจะเริ่มขยายขนาดจากการกระตุ้นของฮอร์โมนเอสโตรเจน และโปรเจสเตอโรน ทำให้ผนังมดลูกด้านในหนาตัวขึ้น และมีหลอดเลือดฝอยมาหล่อเลี้ยงมากขึ้น เพื่อเตรียมพร้อมสำหรับการฝังตัวของไข่ที่ได้รับการปฏิสนธิ ในกรณีที่ไข่ไม่ได้รับการผสมจะค่อยๆ ฝ่อตัวไป ทำให้หลอดเลือดฝอยบริเวณผนังมดลูกเกิดการสลายตัว เกิดเลือดหรือก้อนเลือดไหลผ่านช่องคลอดออกมา เรียก การมีประจำเดือน (Menstruation) ในขณะที่ผนังมดลูกค่อยๆ กลับสู่ภาวะปกติ



รูปที่ 2.16 แสดงระบบสืบพันธุ์ของเพศชายและเพศหญิง

[ที่มา : <https://www.britannica.com/science/human-reproductive-system>]

### 2.3.8 ระบบหายใจ (Respiratory system)

เป็นระบบที่นำอากาศซึ่งมีออกซิเจนเข้าสู่ปอด จากการหายใจเข้า เพื่อให้ร่างกายนำออกซิเจนไปใช้ในกระบวนการเผาผลาญพลังงาน (Metabolism) ในขณะเดียวกันยังเป็นการรับเอาคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งเป็นของเสียจากกระบวนการดังกล่าว ส่งออกนอกร่างกาย จากการหายใจออก

#### อวัยวะที่เกี่ยวข้อง

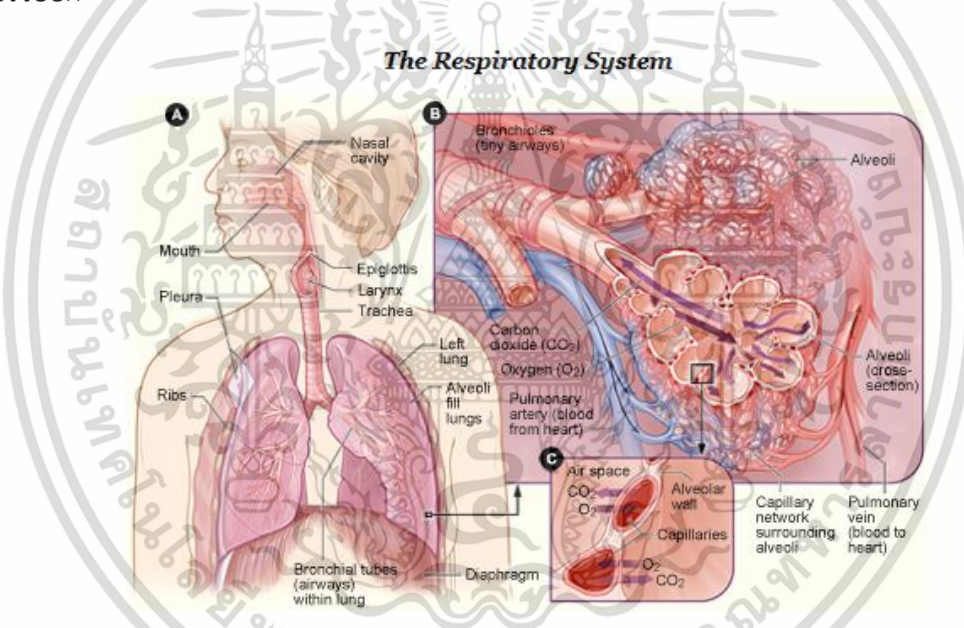
**2.3.8.1 ทางเดินหายใจส่วนบน** ประกอบด้วย จมูกและปาก (Nose and Mouth) หลอดคอ (Pharynx) หลอดเสียง (Larynx) ขณะหายใจเข้า อากาศจะผ่านรูจมูก เข้าโพรงจมูก ที่โพรงจมูกจะมีเส้นขนและต่อมไขมันที่ช่วยกรองและจับฝุ่นละออง รวมถึงการปรับความชุ่มชื้นและอุณหภูมิอากาศให้เหมาะสม หลังจากนั้นอากาศจะผ่านหลอดคอและกล่องเสียง ด้านบนของกล่องเสียงจะมีฝาปิดกล่องเสียง ซึ่งจะปิดในระหว่างการกินอาหาร เพื่อไม่ให้อาหารตกเข้าสู่หลอดลม

**2.3.8.2 ทางเดินหายใจส่วนล่าง** ประกอบด้วย หลอดลม (Trachea) หลอดลมเล็กหรือขั้วปอด (Bronchus) ปอด (Lung) ซึ่งมีหลอดลมฝอย (Bronchiole) ถุงลม (Alveoli) เยื่อหุ้มปอด (Pleura) อากาศเมื่อผ่านกล่องเสียง จะเข้าสู่หลอดลมที่ซึ่งมีขนอ่อนขนาดเล็กและเยื่อเมือกคอยดักจับสิ่งแปลกปลอม ก่อนแยกเข้าสู่หลอดลมเล็กหรือขั้วปอดทั้งด้านซ้ายและขวา ที่ปอดหลอดลมเล็กจะลดขนาดเป็นหลอดลมฝอย และถุงลมในปอด โดยปอดแต่ละข้างจะมีถุงลมปอดประมาณ 300 ล้านถุง ล้อมรอบด้วยเส้นเส้นเลือดฝอยปอดซึ่งมีขนาดเล็กและบางเพียงพอในการแลกเปลี่ยนออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ โดยเป็นการเชื่อมต่อระหว่างระบบหายใจกับระบบไหลเวียนโลหิต

### การทำงานของระบบหายใจ

ในขณะที่หายใจเข้า อากาศที่มีออกซิเจนจะไหลผ่านทางเดินหายใจส่วนบน เข้าสู่ทางเดินหายใจส่วนล่าง ที่บริเวณถุงลมปอด ออกซิเจนจากถุงลมปอดจะแพร่เข้าสู่หลอดเลือดฝอยรอบ ๆ ถุงลมปอด และรวมตัวกับฮีโมโกลบิน (Haemoglobin; Hb) ที่ผิวของเม็ดเลือดแดง (Red blood cell) กลายเป็นออกซีฮีโมโกลบิน (Oxyhemoglobin; HbO<sub>2</sub>) ซึ่งมีสีแดงสด โดยเลือดที่มีออกซีฮีโมโกลบินนี้จะถูกส่งเข้าสู่หัวใจ และสูบฉีดผ่านหลอดเลือดไปยังเนื้อเยื่อต่าง ๆ ทั่วร่างกาย ที่เนื้อเยื่อ ออกซีฮีโมโกลบินจะสลายให้ออกซิเจนและฮีโมโกลบิน โดยออกซิเจนจะแพร่จากหลอดเลือดฝอยเข้าสู่เนื้อเยื่อ และถูกนำไปใช้ในกระบวนการเผาผลาญเพื่อให้พลังงานแก่เซลล์ของเนื้อเยื่อต่อไป

ในทางกลับกัน คาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งเป็นของเสียจากกระบวนการเผาผลาญ ก็จะถูกนำออกจากเนื้อเยื่อเข้าสู่หลอดเลือดฝอย โดยผ่านชั้นตอนทางเคมีระหว่างการเดินทาง โดยเมื่อถึงบริเวณถุงลมปอด คาร์บอนไดออกไซด์จะแพร่จากเส้นเลือดฝอยจะแพร่เข้าสู่ถุงลมปอด และถูกขับออกจากร่างกาย ผ่านการหายใจออก



รูปที่ 2.17 แสดงระบบการหายใจของมนุษย์

[ที่มา : <http://www.cancerindex.org/medterm/medtm11.htm>]

### 2.3.9 ระบบน้ำเหลือง (Lymphatic system)

จัดเป็นส่วนหนึ่งของระบบหมุนเวียน (Circulatory system) ในร่างกาย ประกอบด้วย น้ำเหลือง (Lymph) หลอดน้ำเหลือง (Lymphatic vessel) ต่อมน้ำเหลือง (Lymph node) รวมอวัยวะน้ำเหลือง (Lymphatic organ) มีหน้าที่หลักคือ นำของเหลวที่ซึมออกมาจากหลอดเลือดฝอยกลับเข้าสู่หลอดเลือดดำ รวมถึงสนับสนุนการทำงานของระบบภูมิคุ้มกันของร่างกาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## อวัยวะที่เกี่ยวข้อง

**2.3.9.1 น้ำเหลือง (Lymph)** เป็นของเหลวที่ซึมผ่านผนังเส้นเลือดฝอยออกมาอยู่ระหว่างเซลล์หรือรอบ ๆ เซลล์ ต่อมาของเหลวบางส่วนกลับเข้าสู่หลอดเลือด เรียกว่า น้ำเหลือง มีส่วนประกอบคล้ายกับพลาสมา (Plasma) ในเลือด แต่มีโปรตีนน้อยกว่า และไม่มีเม็ดเลือดแดง อย่างไรก็ตามส่วนประกอบนี้ ยังมีการเปลี่ยนแปลงโดยขึ้นกับว่าน้ำเหลืองมาจากอวัยวะใด เช่น น้ำเหลืองที่มาจากบริเวณลำไส้เล็กซึ่งเป็นอวัยวะที่มีการดูดซึมไขมันสูง ทำให้น้ำเหลืองมีลักษณะคล้ายน้ำมัน ขณะที่น้ำเหลืองที่มาจากบริเวณต่อมน้ำเหลือง จะมีเม็ดเลือดขาวชนิดลิมโฟไซต์จำนวนมาก

**2.3.9.2 หลอดน้ำเหลือง (Lymph vessel)** เป็นท่อตันมีอยู่ตามอวัยวะต่าง ๆ ทั่วร่างกาย โดยมีทิศทางมุ่งเข้าสู่หัวใจ เริ่มจากท่อน้ำเหลืองฝอยจากบริเวณต่าง ๆ มารวมเป็นท่อน้ำเหลืองขนาดใหญ่ขึ้น ไหลเข้าสู่ท่อน้ำเหลืองหลักของร่างกาย ได้แก่ ท่อน้ำเหลืองทางด้านซ้าย (Left lymphatic duct) หรือท่อน้ำเหลืองทอราซิก (Thoracic duct) และท่อน้ำเหลืองทางด้านขวา (Right lymphatic duct) ก่อนไหลเข้าสู่หลอดเลือดดำ จนถึงหลอดเลือดดำใหญ่ เวนาคาเวา (Venacava) และเข้าสู่หัวใจ

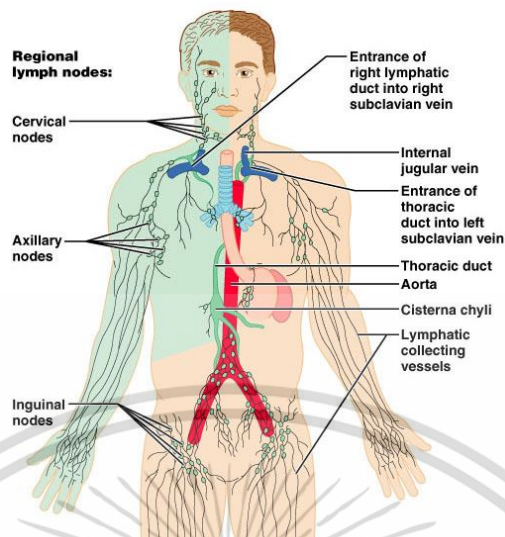
หลอดน้ำเหลืองมีลักษณะคล้ายกับหลอดเลือดดำ โดยมีลิ้นกั้นป้องกันการไหลกลับของน้ำเหลือง การไหลของน้ำเหลืองจะไปอย่างช้า ๆ จากการหดและคลายตัวของกล้ามเนื้อที่อยู่รอบ ๆ หลอดน้ำเหลือง จากความแตกต่างของความดันระหว่างหลอดน้ำเหลืองเล็กและหลอดน้ำเหลืองใหญ่ รวมถึงการหายใจเข้าทำให้ปอดขยายตัว

**2.3.9.3 ต่อม้ำเหลือง (Lymph node)** เป็นต่อมที่เชื่อมต่อกับหลอดน้ำเหลือง โดยกระจายอยู่เป็นระยะ ๆ ระหว่างทางเข้าสู่หลอดเลือดดำและหัวใจ เช่น ต่อม้ำเหลืองบริเวณรักแร้และขาหนีบ ภายในต่อมน้ำเหลืองมีเซลล์เม็ดเลือดขาวชนิดลิมโฟไซต์อยู่เป็นจำนวนมาก โดยจะช่วยในการกรองแบคทีเรียและสิ่งแปลกปลอมไม่ให้เข้าสู่กระแสเลือด

**2.3.9.4 ต่อมทอนซิล (Tonsil)** เป็นต่อมน้ำเหลืองบริเวณคอ มีเม็ดเลือดขาวชนิดลิมโฟไซต์ทำหน้าที่ดักจับและทำลายจุลินทรีย์ที่ผ่านมาในอาหารไม่ให้ผ่านเข้าสู่หลอดอาหารและกล่องเสียง ถ้าทอนซิลติดเชื้อจะมีอาการอักเสบและบวมขึ้น

**2.3.9.5 ต่อมไทมัส (Thymus gland)** เป็นต่อมไร้ท่อมีตำแหน่งอยู่ตรงทรวงอก ด้านหน้าหลอดเลือดใหญ่ของหัวใจ เนื้อเยื่อส่วนใหญ่ของต่อมไทมัสทำหน้าที่พัฒนาเม็ดเลือดขาวชนิดลิมโฟไซต์ (T-lymphocyte) โดยเซลล์ที่สร้างจะถูกส่งเข้าสู่กระแสเลือดและน้ำเหลืองไปสู่อวัยวะต่าง ๆ เพื่อทำหน้าที่ต่อต้านเชื้อโรคหรือสิ่งแปลกปลอมที่เข้าสู่ร่างกาย รวมถึงการต่อต้านอวัยวะที่ปลูกถ่ายจากผู้อื่นด้วย

**2.3.9.6 ม้าม (Spleen)** จัดเป็นต่อมน้ำเหลืองขนาดใหญ่ที่สุดของร่างกาย มีตำแหน่งอยู่ใต้กะบังลมด้านซ้ายติดกับด้านหลังของกระเพาะอาหาร โดยมีเม็ดเลือดขาวชนิดลิมโฟไซต์ ช่วยในการป้องกันเชื้อโรคและสิ่งแปลกปลอมเข้าสู่กระแสเลือด และสร้างแอนติบอดี (Antibody) รวมถึงการทำลายเซลล์เม็ดเลือดแดงและเกล็ดเลือดที่หมดอายุ



รูปที่ 2.18 แสดงระบบน้ำเหลืองของมนุษย์

[ที่มา :

[https://www.apsubiology.org/anatomy/2020/2020\\_Exam\\_Reviews/Exam\\_2/CH20\\_Gross\\_Anatomy\\_of\\_the\\_Lymphatic\\_System.htm](https://www.apsubiology.org/anatomy/2020/2020_Exam_Reviews/Exam_2/CH20_Gross_Anatomy_of_the_Lymphatic_System.htm)]

### 2.3.10 ระบบขับถ่าย (Excretory system)

ร่างกายจะมีวิธีในการขับถ่ายของเสียแต่ละประเภทแตกต่างกัน โดยมีการขับถ่ายของเสียที่เป็นของแข็ง ทางลำไส้ใหญ่ผ่านอุจจาระ การขับถ่ายของเสียที่เป็นน้ำ ทางไตผ่านปัสสาวะและทางผิวหนังผ่านเหงื่อ การขับถ่ายของเสียที่เป็นก๊าซ ออกทางปอด ผ่านลมหายใจออก

#### อวัยวะที่เกี่ยวข้อง

การขับถ่ายของเสียที่เป็นน้ำ มีอวัยวะหลัก ๆ ที่สำคัญ คือ ไตและผิวหนัง

**2.3.10.1 ไต (Kidney)** อวัยวะรูปร่างคล้ายเมล็ดถั่วเขียว มีขนาดใหญ่ อยู่ด้านซ้ายและขวาของกระดูกสันหลัง ภายในไตจะมีท่อเล็ก ๆ ที่มีผนังบาง ๆ อยู่เป็นจำนวนมาก เมื่อระบบหมุนเวียนเลือด พาเลือดมาหมุนเวียนผ่านไต ผนังดังกล่าวจะทำหน้าที่กรองของเสีย เช่น ยูเรีย แอมโมเนีย เกลือแร่และน้ำ ออกจากเลือด ทำให้เลือดที่มีของเสียกลายเป็นเลือดดีและไหลกลับเข้าสู่หัวใจ โดยน้ำและของเสียที่ไตกรองได้ จะไหลลงสู่ท่อไต เก็บไว้ที่กระเพาะปัสสาวะและรอการขับออกจากร่างกายผ่านทางท่อขับถ่ายปัสสาวะ

โดยปัสสาวะปกติ จะมีสีเหลือง ไม่ขุ่น ไม่มีตะกอน มีกลิ่นฉุนเล็กน้อย ประกอบด้วยน้ำประมาณ 95% และของแข็ง 5% ซึ่งเป็นทั้งสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ ได้แก่ ยูเรีย แอมโมเนีย น้ำตาล โซเดียม คลอไรด์ แคลเซียม และแมกนีเซียม รวมทั้งกรดไขมันและฮอร์โมนบางชนิดด้วย ปกติมีค่าเป็นกรด โดยมี pH ต่ำกว่า 7.4 แต่สามารถเปลี่ยนแปลงตามอาหารที่รับประทานและสภาวะสุขภาพของร่างกาย

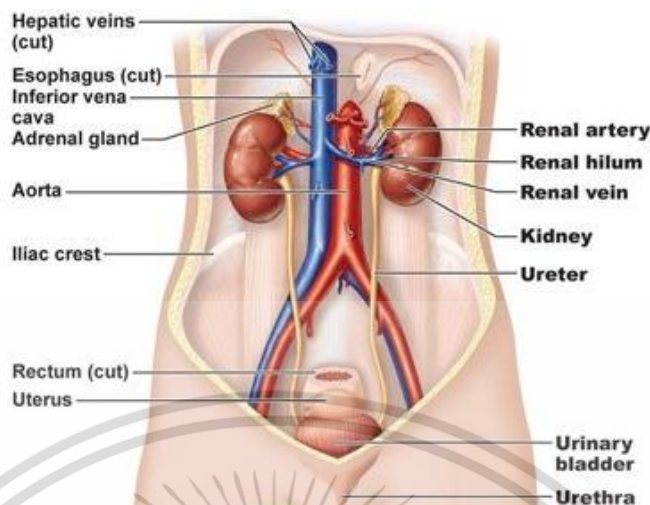
**2.3.10.2 ผิวหนัง (Skin)** ที่ผิวหนังมีต่อมเหงื่อ (Sweat gland) ภายในต่อมเหงื่อจะมีท่อขด และมีหลอดเลือดฝอยลำเลียงเลือดที่มีของเสียมายังต่อมเหงื่อ โดยของเสียจะแพร่ออกจากหลอดเลือดฝอยเข้าสู่ท่อในต่อมเหงื่อ กลายเป็นเหงื่อ (Sweat) โดยเหงื่อจะประกอบด้วยน้ำ ร้อยละ 99 และสารอื่น ๆ อีกร้อยละ 1 ได้แก่ เกลือโซเดียมคลอไรด์ ยูเรีย แอมโมเนีย และสารอื่น ๆ เหงื่อจะถูกลำเลียงไปตามท่อออกสู่ภายนอกร่างกายผ่านรูเหงื่อทั้งนี้ในบางพื้นที่ของผิวหนัง อาทิ รักแร้ รอบหัวนม รอบสะดือ จะมีต่อมเหงื่อชนิดที่ไม่มีรูเปิดออกสู่ภายนอกโดยตรง โดยสารที่ขับออกจากต่อมชนิดนี้จะทำให้ร่างกายเกิดกลิ่นตัว

**การขับถ่ายของเสียที่เป็นของแข็ง** มีอวัยวะหลัก คือ ลำไส้ใหญ่

**2.3.10.3 ลำไส้ใหญ่ (Large intestine)** ภายหลังจากอาหารที่รับประทาน ผ่านระบบย่อยอาหารเป็นที่เรียบร้อยแล้ว กากอาหารจะเหลืออยู่ที่ลำไส้ใหญ่ ที่ซึ่งสารอาหารที่มีประโยชน์ อาทิ น้ำ แร่ธาตุ วิตามิน และกลูโคส จะถูกดูดซึมกลับเข้าสู่ร่างกายอีกครั้ง ทำให้กากอาหารมีลักษณะเหนียว ชันจนเป็นก้อนกึ่งแข็ง หลังจากนั้นกากอาหารจะถูกบีบให้เคลื่อนที่ไปอยู่ในส่วนของไส้ตรง ซึ่งเป็นส่วนสุดท้ายของลำไส้ใหญ่ และขับถ่ายสู่ภายนอกผ่านทางทวารหนัก กลายเป็นอุจจาระอุจจาระ (Stools) ประกอบด้วยน้ำ 75% และของแข็ง 25% ได้แก่ กากอาหาร แบคทีเรีย ไขมัน เกลือ โปรตีน และอื่น ๆ โดยมีลักษณะ สีและกลิ่นแตกต่างกันไปตามส่วนประกอบของอุจจาระนั้นๆ ดังนั้นลักษณะของก้อนอุจจาระอาจบอกร่างกายของร่างกายในเบื้องต้นได้ เช่น อุจจาระแข็ง เม็ดกลมเล็ก ร่างกายอาจขาดน้ำ ขาดใยอาหาร หรืออุจจาระอยู่ในลำไส้ใหญ่นานเกิน อุจจาระมีเลือดปน อาจมีเลือดออกที่ลำไส้ใหญ่ เป็นริดสีดวง เป็นต้น

**การขับถ่ายของเสียที่เป็นก๊าซ** มีอวัยวะหลัก คือ ปอด (Lung)

**2.3.10.4 ปอด (Lung)** นอกเหนือจากการหายใจเข้า ซึ่งเป็นการนำออกซิเจนจากอากาศภายนอกมาสู่ออกซิเจน โดยออกซิเจนจะแพร่จากถุงลมปอดเข้าสู่หลอดเลือดฝอยปอด ไหลกลับเข้าสู่หัวใจเพื่อส่งไปเลี้ยงเซลล์ของเนื้อเยื่อต่าง ๆ ทั่วร่างกายในทางกลับกัน ของเสียที่เกิดขึ้นภายหลังกระบวนการเผาผลาญ ได้แก่ คาร์บอนไดออกไซด์จะแพร่ออกจากเซลล์ของเนื้อเยื่อต่าง ๆ เข้าสู่หลอดเลือดฝอย โดยผ่านขั้นตอนทางเคมีในระหว่างการเดินทางและกลับเข้าสู่หัวใจ และผ่านมาที่หลอดเลือดฝอยปอด ที่ซึ่งคาร์บอนไดออกไซด์จะแพร่ผ่านผนังของหลอดเลือดฝอยปอดเข้าสู่ถุงลมปอด แล้วลำเลียงไปตามหลอดลม เพื่อกำจัดออกนอกร่างกายทางจมูก ผ่านการหายใจออก



รูปที่ 2.19 แสดงระบบขับถ่ายของมนุษย์

[ที่มา : [https://www.proprofs.com/quiz-school/story.php?title=excretory-system-quiz\\_3](https://www.proprofs.com/quiz-school/story.php?title=excretory-system-quiz_3)]

### 2.3.11 สาเหตุของการเกิดโรค

#### 2.3.11.1 Glucoma

Glaucoma หรือโรคต้อหิน ไม่ใช่โรคใดโรคหนึ่งแต่อย่างใด แต่เป็นกลุ่มของโรคต้อหินที่มีลักษณะเฉพาะร่วมกัน ได้แก่ การมีความดันลูกตาที่สูงขึ้น มี cupping และ atrophy ของ optic nerve head ร่วมกับการมี visual field loss

แพทย์หญิงยุพนิ สีสะชัยกุล ได้กล่าวไว้ว่า ในปัจจุบันในปัจจุบันต้อหินเป็นสาเหตุอันดับแรกๆ ที่นำไปสู่ Irreversible Blindness ของประชากรโลก แม้แต่ในประเทศสหรัฐอเมริกา สำหรับในประเทศไทยนั้นจากการศึกษาสาเหตุของ Irreversible blindness ในผู้ป่วยโรงพยาบาลรามาริบัติ และในกลุ่มประชากรที่อาศัยอยู่ในภูมิภาค พบว่า ต้อหินสำคัญเป็นอันดับที่หนึ่งที่เดียวจากการสำรวจในประเทศสหรัฐอเมริกา พบว่า อุบัติการณ์ของต้อหินเป็น 1.5% ของประชากรที่มีอายุเกิน 40 ปีขึ้นไป โดยที่ 50,000 คน blind จากโรคต้อหินนี้และค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับการรักษาต้อหินมีมูลค่ากว่า 400 ล้านดอลลาร์สหรัฐต่อปีทีเดียว นับว่า โรคต้อหินเป็นปัญหาที่สำคัญอันหนึ่งในด้านการสาธารณสุขแม้ในประเทศที่เจริญแล้วก็ตาม

เราสามารถจำแนกโรคต้อหินออกเป็นกลุ่มได้ดังนี้

#### 1. Primary glaucoma

1.1 Open - angle glaucoma : primary open angle or chronic open angle glaucoma

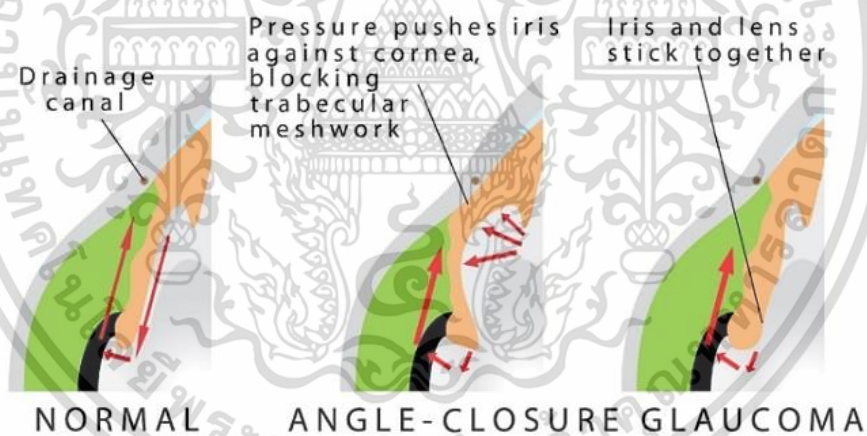
#### 1.2 Angle - closure glaucoma

##### 1.2.1 Acute

##### 1.2.2 Subacute or chronic

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 1.2.3 Plateau iris
- 2. Congenital glaucoma
  - 1.1 Primary congenital glaucoma
  - 1.2 Glaucoma associated with congenital anomalies
- 3. Secondary glaucoma
  - 1.1 Pigmentary glaucoma
  - 1.2 Exfoliative syndrome
  - 1.3 Due to changes of the lens
  - 1.4 Due to changes of the uveal traet
  - 1.5 Due to trauma
  - 1.6 Following surgical procedures
  - 1.7 Associated with rubeosis
  - 1.8 Associated with pulsating exophthalmos
  - 1.9 Associated with topical corticosteroids
  - 1.10 Other rare causes of secondary glaucoma
- 4. Absolute glaucoma



รูปที่ 2.20 แสดงลักษณะการเกิดต้อหิน

[ที่มา : <https://www.bumrungrad.com/th/conditions/glaucoma>]

### 2.3.11.2 Stroke

โรคหลอดเลือดสมอง (stroke) คือ ภาวะที่สมองขาดเลือดไปเลี้ยงเนื่องจากหลอดเลือดตีบ หลอดเลือดอุดตัน หรือหลอดเลือดแตก ส่งผลให้เนื้อเยื่อในสมองถูกทำลาย การทำงานของสมองหยุดชะงัก

เกิดจากความผิดปกติของหลอดเลือดสมองที่ทำให้สมองขาดเลือด แบ่งได้เป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. หลอดเลือดสมองตีบหรืออุดตัน (ischemic stroke) เป็นสาเหตุส่วนใหญ่ที่ทำให้เกิดโรคหลอดเลือดสมอง พบได้ประมาณ 80% หลอดเลือดสมองอุดตันเกิดได้จากลิ่มเลือดที่เกิดขึ้นในบริเวณอื่นไหลไปตามกระแสเลือดจนไปอุดตันที่หลอดเลือดสมอง หรืออาจเกิดจากมีลิ่มเลือดก่อตัวในหลอดเลือดสมอง และขยายขนาดใหญ่ขึ้นจนอุดตันหลอดเลือดสมอง ส่วนสาเหตุของหลอดเลือดสมองตีบอาจเกิดจากการสะสมของไขมันในหลอดเลือด ทำให้หลอดเลือดตีบแคบ มีความยืดหยุ่นและมีประสิทธิภาพในการลำเลียงเลือดลดลง

2. หลอดเลือดสมองแตก (hemorrhagic stroke) พบได้ประมาณ 20% ของโรคหลอดเลือดสมอง เกิดจากหลอดเลือดมีความเปราะบางร่วมกับภาวะความดันโลหิตสูง ทำให้บริเวณที่เปราะบางนั้นโป่งพองและแตกออก หรืออาจเกิดจากหลอดเลือดเสียความยืดหยุ่นจากการสะสมของไขมันในหลอดเลือด ทำให้หลอดเลือดปริแตกได้ง่าย ซึ่งอันตรายมากเนื่องจากทำให้ปริมาณเลือดที่ไปเลี้ยงสมองลดลงอย่างฉับพลันและทำให้เกิดเลือดออกในสมอง ส่งผลให้ผู้ป่วยเสียชีวิตในเวลาอันรวดเร็วได้

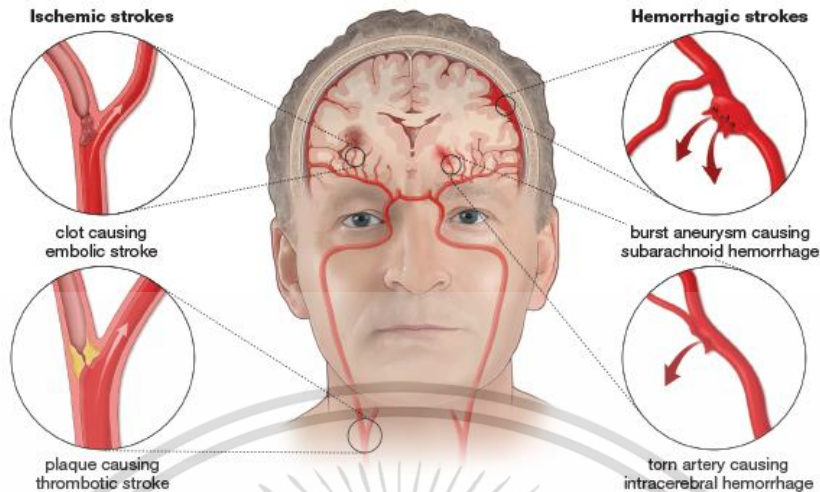
### อาการของโรค

เมื่อสมองขาดเลือดจะทำให้สมองไม่สามารถทำงานได้ตามปกติ ซึ่งอาการแสดงต่างๆ จะมากหรือน้อยขึ้นกับระดับความรุนแรงและตำแหน่งของสมองที่ถูกทำลาย เช่น ชาหรืออ่อนแรงที่ใบหน้าและ/หรือบริเวณแขนขาครึ่งซีกของร่างกาย พูดไม่ชัด ปากเบี้ยว มุมปากตก น้ำลายไหล กลืนลำบาก ปวดศีรษะ เวียนศีรษะทันทีทันใด ตามัว มองเห็นภาพซ้อนหรือเห็นครึ่งซีก หรือตาบอดข้างเดียวทันทีทันใด เดินเซ ทรงตัวลำบาก

อาการเหล่านี้มักเกิดขึ้นอย่างฉับพลัน ในรายที่มีภาวะสมองขาดเลือดแบบชั่วคราว (transient ischemic attack: TIA) อาจมีอาการเตือนเหล่านี้เกิดขึ้นชั่วขณะแล้วหายไปเอง หรืออาจเกิดขึ้นได้หลายครั้งก่อนจะมีอาการสมองขาดเลือดแบบถาวร ดังนั้นหากมีอาการผิดปกติเกิดขึ้น ควรรีบพบแพทย์ทันที เนื่องจากอาการของโรคหลอดเลือดสมองจัดเป็นอาการร้ายแรงและอาจเป็นอันตรายถึงแก่ชีวิต หรือหากไม่ถึงชีวิต ก็อาจทำให้กลายเป็นโรคอัมพาต อัมพฤกษ์ ไม่สามารถช่วยเหลือตนเองและต้องใช้เวลาในการรักษาฟื้นฟูสุขภาพต่อไป

หลอดเลือดสมองตีบหรืออุดตัน เป้าหมายของการรักษาคือทำให้เลือดไหลเวียนได้อย่างปกติ โดยทางเลือกในการรักษามีหลายวิธี ในบางกรณีแพทย์อาจให้ยาละลายลิ่มเลือด ซึ่งพบว่าจะได้ผลดีกับผู้ที่มีการแสดงอาการและอาการแสดงของโรคหลอดเลือดสมองและรีบมาโรงพยาบาลภายในระยะเวลาไม่เกิน 4.5 ชั่วโมง

หลอดเลือดสมองปริแตกหรือฉีกขาด เป้าหมายของการรักษาคือการควบคุมปริมาณเลือดที่ออกด้วยการรักษาระดับความดันโลหิต ในกรณีที่เลือดออกมาก แพทย์อาจพิจารณาทำการผ่าตัดเพื่อป้องกันความเสียหายต่อสมองที่อาจเกิดขึ้นหากมีการเปลี่ยนแปลงความดันโลหิต



รูปที่ 2.21 แสดงลักษณะการเกิดโรคหลอดเลือดในสมอง

[ที่มา : <https://www.strokeinfo.org/stroke-facts-statistics/>]

### 2.3.11.3 Spondylosis

กระดูกสันหลังเสื่อม เป็นภาวะเกี่ยวกับการเสื่อมของกระดูกและข้อต่อที่พบในผู้สูงอายุอย่างต่อเนื่อง โดยอาจเป็นเพราะมนุษย์ปัจจุบันมีอายุยืนยาวขึ้น สิ่งที่น่าสนใจคือ หลายคนอาจเข้าใจสับสนระหว่างภาวะกระดูกสันหลังเสื่อมกับภาวะกระดูกพรุน ซึ่งเป็นภาวะที่พบบ่อยในผู้สูงอายุเช่นกัน ทั้งที่แท้จริงแล้วสองภาวะนี้มีกลไกตรงกันข้าม ทำให้อาจปฏิบัติตนไม่ถูกต้อง จึงควรศึกษาสาเหตุและการรักษาที่เหมาะสม ดังนี้

กระดูกสันหลังเสื่อม (Spondylosis) เป็นภาวะที่เกิดจากความเสื่อมสภาพของกระดูกสันหลัง และโครงสร้างโดยรอบของกระดูกสันหลัง พบว่าแปรผันตามอายุที่มากขึ้น โดยจะพบมากในกลุ่มผู้ที่มีอายุเกิน 40 ปีขึ้นไป การจะทำความเข้าใจเรื่องกระดูกสันหลังเสื่อม ต้องเข้าใจลักษณะและส่วนประกอบของกระดูกสันหลังเสียก่อน ดังนี้

กระดูกสันหลัง (Vertebral column) สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ระดับใหญ่ๆ ได้แก่ ระดับคอ มีกระดูก 7 ชิ้น ระดับอก มีกระดูก 12 ชิ้น และระดับเอว มีกระดูก 5 ชิ้น ในบางแหล่งอ้างอิงอาจรวมกระดูกกระเบนเหน็บเป็นกระดูกสันหลังด้วย แต่กระดูกกระเบนเหน็บไม่สามารถเคลื่อนที่แยกกันเป็นส่วนได้ จึงขอไม่นับรวมในที่นี้ กระดูกสันหลังแต่ละระดับจะวางซ้อนต่อกันตั้งแต่คอถึงเอว เป็นแนวยาวตามความสูงของลำตัว โดยมีหมอนรองกระดูกสันหลัง (Intervertebral disc) คั่นตรงกลางระหว่างกระดูกสันหลังแต่ละชิ้น หมอนรองกระดูกสันหลังนี้ช่วยส่งเสริมให้กระดูกสันหลังเคลื่อนที่ไปในทิศทางต่างๆ ได้มากและราบรื่นขึ้น

กลไกการเสื่อมของกระดูกสันหลังนั้นเกิดจาก เมื่ออายุมากขึ้น หมอนรองกระดูกสันหลังจะมีน้ำน้อยลง ความสูงของกระดูกสันหลังจึงลดลง (ภาวะนี้ก็คือภาวะหมอนรองกระดูกเสื่อม (Degenerative disc disease) นั่นเอง) กระดูกสันหลังที่มีลักษณะเป็นแข็ง มีข้อต่อที่ชิดกันอยู่แล้ว จึงเสียดสีกันมากขึ้น จากนั้นร่างกายก็มักจะตอบสนองด้วยการสร้างหินปูนขึ้นเล็กๆ (Osteophyte) ขึ้นมา เชื่อกันว่าเพื่อกระจายแรงไม่ให้กระดูกสันหลังรับแรงกระทำที่มาก

เกินไป นอกจากนี้ในผู้ที่ประสบอุบัติเหตุกระดูกหักและการต่อกันของกระดูกไม่สมบูรณ์ ก็อาจพบภาวะนี้ได้ อย่างไรก็ตาม หินปูนที่งอกขึ้นมานี้อาจจะมีทิศทางไม่เหมาะสม จนไปกดทับเส้นประสาทไขสันหลังที่ลอดออกมาระหว่างกระดูกสันหลัง (Intervertebral foramen) แต่ละชั้น ก่อให้เกิดการระคายเคืองและรบกวนการทำงานของเส้นประสาทได้

อาการของกระดูกสันหลังเสื่อมสามารถแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มใหญ่ๆ ได้ดังนี้

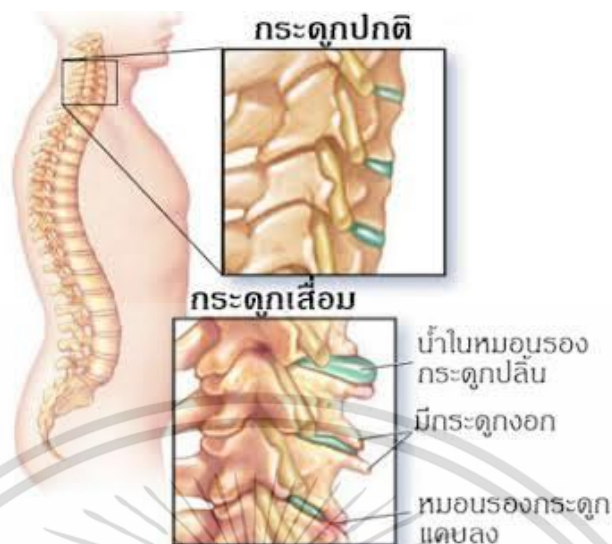
1. กลุ่มอาการที่เกิดจากการเสื่อมของกระดูกสันหลังโดยตรง (Degenerative symptoms) อาการที่สำคัญในกลุ่มนี้ ได้แก่ อาการปวดตามแนวแกน (Axial pain) ของกระดูกสันหลังบริเวณที่มีการเสื่อม การเคลื่อนไหวเป็นไปได้อย่างยากลำบาก

2. กลุ่มอาการที่เกิดจากเส้นประสาทไขสันหลังถูกกดทับ (Nerve root compression) เนื่องจากหมอนรองกระดูกสันหลังที่มีความสูงลดลง และในผู้ป่วยบางรายที่มีหินปูนงอกออกมาดังที่อธิบายไปด้านบน หินปูนยังไปกดทับหรือเบียดเส้นประสาท ทำให้มีความผิดปกติทางระบบประสาทได้ เช่น มีอาการปวดร้าวลงไปตามแขนหรือขา (Radicular pain) มีอาการชา รู้สึกว่าผิวหนังมีมือหรือฝ่าเท้าหนาผิดปกติ รู้สึกเหมือนโดนเข็มแทงตลอดเวลา ในผู้ป่วยที่มีการกดทับของเส้นประสาทมาก อาจจะมีอาการอ่อนแรงของกล้ามเนื้อที่เลี้ยงโดยเส้นประสาทที่โดนกดทับนั้นอ่อนแรงลงด้วย

3. กลุ่มอาการที่เกิดจากไขสันหลังถูกกดทับ (Myelopathy) อาการกลุ่มนี้เกิดจากการที่ไขสันหลัง (Spinal cord) โดนกดทับโดยตรง ทำให้ร่างกายส่วนที่ต่ำลงไปกว่าระดับที่โดนกดทับนั้นทำงานผิดปกติ เช่น กล้ามเนื้อขาและลำตัวอ่อนแรง เดินเซ ควบคุมการทำงานของกระเพาะปัสสาวะและระบบขับถ่ายไม่ได้ ความตึงตัวของกล้ามเนื้อเปลี่ยนแปลงไป หากส่วนที่ถูกกดทับคือบริเวณคอ ผู้ป่วยอาจจะมีอาการกลืนลำบาก หูอื้อ เป็นต้น

การวินิจฉัยกระดูกสันหลังเสื่อมสามารถทำได้ด้วยการซักประวัติและตรวจร่างกาย (Physical examination) เท่านั้น ในบางกรณีแพทย์อาจใช้ผลการตรวจทางรังสีวิทยาเข้ามาวิเคราะห์ด้วย เช่น การถ่ายภาพเอกซเรย์ (X-ray) การถ่ายภาพด้วยสนามแม่เหล็กไฟฟ้า (MRI) อย่างไรก็ตาม ในปัจจุบันมีรายงานหลายฉบับชี้ให้เห็นว่าผู้ป่วยที่มีผลการตรวจทางรังสีวิทยาอาการรุนแรงอาจจะไม่มีอาการแสดงทางคลินิกเลยหรือในทางตรงกันข้าม ผู้ป่วยที่มีผลการตรวจทางรังสีวิทยาดูเหมือนอาการน่าจะไม่มีรุนแรง แต่กลับมีอาการทางคลินิกรุนแรงมากก็มี ดังนั้นการให้ประวัติกับผู้ตรวจไม่ว่าจะเป็นแพทย์หรือนักกายภาพบำบัดจึงเป็นเรื่องสำคัญมากที่จะช่วยให้วินิจฉัยภาวะกระดูกสันหลังเสื่อมได้อย่างถูกต้อง

ปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดภาวะกระดูกสันหลังเสื่อมนั้น นอกจากอายุที่ได้กล่าวไปข้างต้นแล้ว การสูบบุหรี่ก็ยังเป็นปัจจัยเสี่ยงอีกชนิดหนึ่งด้วย เพราะสารพิษบางชนิดในบุหรี่ทำให้การไหลเวียนเลือดไปยังกระดูกสันหลังลดลง การแลกเปลี่ยนของเสียและสารอาหารทำได้ยากลำบากขึ้น นอกจากนี้กิจวัตรในชีวิตประจำวันมีผลอย่างมาก เช่น ผู้ที่ต้องยกของบ่อยๆ ที่ที่ต้องทำงานในท่าใดท่าหนึ่งนานๆ ก็จะมีความเสี่ยงมากขึ้น เป็นต้น



รูปที่ 2.22 แสดงความแตกต่างของหมอนรองกระดูก

[ที่มา : [http://buylenlenk.blogspot.com/2017/12/blog-post\\_46.html](http://buylenlenk.blogspot.com/2017/12/blog-post_46.html)]

## 2.4 ปัจจัยพื้นฐานของพฤติกรรมมนุษย์

ปัจจัยพื้นฐานทางชีววิทยา

ในการทำความเข้าใจพฤติกรรมมนุษย์จำเป็นต้องศึกษาเกี่ยวกับสรีรวิทยาควบคู่ไปด้วย เนื่องจากการเกิดพฤติกรรมของมนุษย์เป็นผลมาจากปัจจัยทางสรีรวิทยา ผู้ศึกษาพฤติกรรม จึงควรให้ความสนใจกับปัจจัยด้านชีวภาพของมนุษย์ ซึ่งประกอบด้วยพันธุกรรม ระบบประสาทระบบต่อมต่าง ๆ และระบบกล้ามเนื้อ

ปัจจัยพื้นฐานทางจิตวิทยา

### 1. การรับสัมผัสและการรับรู้ (Sensation and Perception)

การรับสัมผัส (Sensation) คือ กระบวนการที่เกิดขึ้นกับร่างกายภายหลังเมื่อมีสิ่งเร้าในรูปแบบต่าง ๆ เช่น รูป รส กลิ่น เสียง มากระตุ้นอวัยวะรับสัมผัส ได้แก่ ตา ลิ้น จมูก หู ผิวหนัง ทำให้ร่างกายเกิดความรู้สึกขึ้นมา (เต็มศักดิ์ คทวณิช, 2550)

การรับรู้ (Perception) เป็นขั้นตอนที่เกิดขึ้นภายหลังจากการเกิดกระบวนการรับสัมผัสขึ้นกับร่างกาย เมื่อสิ่งเร้ามากระตุ้นอวัยวะรับสัมผัส และส่งไปยังสมอง เพื่อแปลความหมายให้รู้และเข้าใจได้ว่า สิ่งเร้า นั้นคืออะไร เกิดความรู้สึก และเกิดพฤติกรรมตามมา

### 2. การเรียนรู้ (Learning)

การเรียนรู้ (Learning) หมายถึง ขบวนการที่ทำให้เกิดพฤติกรรมเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมอันเป็นผลมาจากประสบการณ์และการฝึกฝน พฤติกรรมดังกล่าวจะต้องมีความคงทนถาวรพอสมควร ไม่ใช่พฤติกรรมที่เกิดขึ้นจากวุฒิภาวะ พิชยา หรืออุบัติเหตุต่าง ๆ (ทรงพล ภูมิพัฒน์, 2540) สอดคล้องกับที่ลักษณะ สรีรวัฒน์ (2544) ให้ความหมายว่า เป็นการเปลี่ยนแปลงด้านพฤติกรรมหรือการแสดงออกที่มีผลมาจากประสบการณ์ หรือการฝึก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้น การเรียนรู้ จึงหมายถึง การเปลี่ยนแปลงไปของพฤติกรรมที่คงทนถาวร เกิดจากประสบการณ์ และการฝึกฝน ไม่ใช่เกิดขึ้นจากภาวะ เช่น การขี้จักรยาน วัยน้ำ ขั้บรถ เป็นต้น

### 3. แรงจูงใจ (Motive) และ การจูงใจ (Motivation)

พฤติกรรมของมนุษย์ที่เกิดขึ้น เกิดเพราะมนุษย์มีความต้องการ และความต้องการนี้ทำให้มนุษย์มีแรงขับเคลื่อนในการแสดงพฤติกรรมเพื่อจะให้ได้มาซึ่งสิ่งที่ต้องการนั้น ๆ

แรงจูงใจ หมายถึง สิ่งที่เราหรือกระตุ้นอินทรีย์ให้มีพฤติกรรมไปสู่เป้าหมาย ส่วนการจูงใจหมายถึง การใช้สิ่งล่อใจเพื่อให้ทำหน้าที่เราหรือกระตุ้นอินทรีย์ให้กระทำพฤติกรรมตามที่ปรารถนา (วิไลวรรณ ศรีสงคราม, 2549)

#### ปัจจัยพื้นฐานทางสังคมวิทยา

พื้นฐานทางชีววิทยาหรือทางประสาทวิทยา เน้นที่พฤติกรรมของเอกัตบุคค คือ พฤติกรรมของคนคนหนึ่งที่ไม่สัมพันธ์กับผู้อื่น แต่มนุษย์เป็น สัตว์สังคม มีความต้องการอยู่ร่วมกับผู้อื่น และบางกรณีก็จำเป็นต้องอยู่รวมกัน เป็นกลุ่ม เป็นชุมชน เป็นสังคม กระบวนการของกลุ่ม กระบวนการ ทางสังคม และสิ่งแวดล้อม หรือวัฒนธรรม จึงมีส่วนสำคัญใน การกำหนดลักษณะ พฤติกรรมของมนุษย์ ให้เป็นไปตามสภาพของสังคมได้(สุภัททา ปิณฑะแพทย์และคณะ, 2547)

#### ปัจจัยพื้นฐานทางจริยธรรม

จริยธรรม หมายถึง แนวทางหรือหลักในการประพฤติที่ถูกต้องดีงาม เป็นลักษณะที่สังคมต้องการก่อให้เกิดประโยชน์ต่อตนเอง ผู้อื่น และสังคม (สุทธิพร บุญส่ง และคณะ, 2548) สอดคล้องกับประภาศรี(2540) ที่ให้ความหมายไว้ว่า เป็นหลักความประพฤติที่อบรมกิริยาและปลูกฝังลักษณะนิสัยให้บุคคลอยู่ในครรลองของคุณธรรมหรือศีลธรรม คุณค่าทางจริยธรรมชี้ให้เห็นความเจริญงอกงามในการดำรงชีวิตอย่างมีระเบียบแบบแผนตามวัฒนธรรมของบุคคลที่มีลักษณะทางจิตใจที่ดีงาม อยู่ในสภาพแวดล้อมที่นำมาทำให้บุคคลที่กระทำความดี ละเว้นความชั่วมีแนวทางความประพฤติอยู่ในเรื่องของความดี ความถูกต้องความควรในการปฏิบัติงานเพื่ออยู่ในสังคม ได้อย่างสงบเรียบร้อยและเป็นประโยชน์ต่อผู้อื่น มีคุณธรรมและเมโนธรรมที่จะสร้างความสัมพันธ์อันดีโดยสำนึกที่จะใช้สิทธิและหน้าที่ของตนตามค่านิยมที่พึงประสงค์ของมนุษย์บุคคลทั่วไป

### 4. ความรู้สึกจดจ่อ

Brown และ Cairns (2004) ได้กล่าวว่า ความรู้สึกจดจ่อ คือการที่ผู้ใช้งานรู้สึกตัดขาดจากโลกของความจริง อีกทั้งยังพบว่าคุณสมบัติในการซึมซับส่วนบุคคลมีผลกระทบในเชิงบวกต่อความรู้สึกจดจ่อในการทำกิจกรรมต่าง ๆ เช่น การอ่านหนังสือและการชมภาพยนตร์ อีกทั้งยังแบ่งรูปแบบความรู้สึกจดจ่อออกเป็น 3 แบบ ได้แก่

4.1 Engagement คือ ระดับที่มีความจดจ่อในระยะสั้นกับเทคโนโลยี

4.2 Engrossment คือ ระดับที่มีความหมกมุ่นกับสินค้าหรือบริการของเทคโนโลยีนั้น ๆ

4.3 Total Immersion คือ การจดจ่อแบบเต็มรูปแบบคือทำให้ผู้ใช้รู้สึกว่าเป็นส่วนหนึ่งกับเทคโนโลยีนั้น ๆ

Hsu (2004) ได้ศึกษาเหตุผลที่ตัดสินใจเล่นเกมออนไลน์ของคนได้วันจำนวน 233 คนพบว่า ความตั้งใจในการใช้งานเทคโนโลยีที่มีความสนุกสนานจะมากขึ้นก็ต่อเมื่อพวกเขามีความรู้สึกจดจ่ออย่างสมบูรณ์แบบ

จากงานวิจัยข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า ความรู้สึกจดจ่อ คือระดับความรู้สึกที่ผู้ใช้สนใจต่อการใช้เทคโนโลยีนั้น ๆ โดยความทุ่มเทความสนใจไปยังเทคโนโลยีมากขึ้น จนอยู่ในจุดที่มีความรู้สึกถึงการจดจำและเป็นส่วนหนึ่งของเทคโนโลยีนั้น

## 2.5 ข้อมูลเกี่ยวกับเทคโนโลยีสุขภาพ

### 2.5.1 ความหมายของเทคโนโลยีสุขภาพ

เทคโนโลยีสุขภาพ หมายถึง การรวบรวมความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาใช้อย่างเป็นระบบซึ่งจะช่วยให้เกิดประสิทธิภาพใน การดูแล การสร้างเสริมสุขภาพ การป้องกันรักษาโรคภัยไข้เจ็บและการฟื้นฟูสมรรถภาพทางร่างกายทั้งนี้เพื่อให้บุคคลหรือชุมชนมีสุขภาพที่ดีและมีความปลอดภัยในชีวิต ในปัจจุบันเทคโนโลยีเข้ามามีความสำคัญต่อสุขภาพและการดำรงชีวิตประจำวันของเราอย่าง

#### 2.5.1.1 คุณค่าของเทคโนโลยีทางสุขภาพ

เทคโนโลยีทางสุขภาพมีคุณค่าต่อวิถีการดำเนินชีวิตของบุคคลในภาพรวม ดังนี้

1. ด้านคุณภาพชีวิต ความเจริญก้าวหน้าทางเทคโนโลยีในส่วนที่เกี่ยวข้องกับสุขภาพนั้น ช่วยให้บุคคลมีวิถีชีวิตที่สะดวกสบาย
2. ด้านประสิทธิภาพของงาน การนำเทคโนโลยีทางสุขภาพมาใช้ในการดูแลสุขภาพ การสร้างเสริมสุขภาพ การป้องกันรักษาโรคภัยไข้เจ็บ และการฟื้นฟูสมรรถภาพร่างกาย
3. ด้านประสิทธิผลของผลผลิต เทคโนโลยีในส่วนที่เกี่ยวข้องกับสุขภาพช่วยให้การศึกษา ค้นคว้า และการวิจัยของนักวิชาการทางสุขภาพในหลากหลายสาขาวิชาสามารถสร้างผลงานหรือผลผลิตที่มีคุณค่า และมีประโยชน์ต่อชีวิตมนุษย์ได้อย่างรวดเร็ว
4. ด้านความประหยัด การใช้เทคโนโลยีทางสุขภาพ ช่วยประหยัดทั้งแรงงานและเวลาในการทำงาน รวมถึงช่วยให้บุคคลสามารถใช้เวลาในการปฏิบัติงานได้อย่างรวดเร็ว

### 2.5.2 ทฤษฎีพฤติกรรมสุขภาพ

Health Promotion Model ฉบับปี คศ. 1987 แบ่งส่วนเป็นการรับรู้เกี่ยวกับองค์ประกอบนำมาสู่การประยุกต์ตามบุคคล สถานการณ์ การมีปฏิสัมพันธ์ เกิดเป็นพฤติกรรมส่งเสริมสุขภาพ ต่อมา Health Promotion Model ฉบับปี 1996 ได้มีการทบทวนและเพิ่ม 3 ตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อบุคคลคือ activity – related affect commitment to a plan of action และ immediate competing demand and preferences

แนวคิดหลักและคำจำกัดความ (Major concepts and definition)

1. การเห็นความสำคัญของสุขภาพ (Importance of health )คือ การที่บุคคลมองว่าสุขภาพคือสิ่งที่มีคุณค่าที่ควรแสวงหา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. รับรู้ว่าคุณภาพสามารถควบคุมได้ (Perceived control of health) บุคคลรับรู้และเชื่อว่าสามารถเปลี่ยนแปลงสุขภาพได้ตามต้องการ

3. รับรู้ความสามารถของตน (Perceive self – efficacy) บุคคลมีความเชื่ออย่างมาก ว่าพฤติกรรมสามารถเกิดได้ตามที่บุคคลกำหนด

4. คำจำกัดความของสุขภาพ มีตั้งแต่การไม่มีโรคจนถึงสุขภาพสูงสุดทำให้บุคคลมีการ เปลี่ยนแปลงพฤติกรรม

5. การรับรู้สถานะสุขภาพ (Perceived health status) สถานะที่รู้สึกดี หรือรู้สึกป่วยสามารถแยกได้จากพฤติกรรมสุขภาพ

6. การรับรู้ประโยชน์ของพฤติกรรม (Perceived benefits of behaviors) บุคคลจะมีความโน้มเอียงสูงที่จะเริ่มหรือทำต่อเนื่องในพฤติกรรมนั้น ๆ ถ้ารับรู้ว่ามีประโยชน์ต่อสุขภาพ

7. การรับรู้ถึงอุปสรรคของพฤติกรรม (Perceived barriers to health promoting behaviors) ถ้าบุคคลรับรู้ว่าคุณภาพนั้นยากลำบากจะทำให้มีความตั้งใจลดลงในการปฏิบัติตาม

สำหรับองค์ประกอบอื่น เช่น อายุ เพศสภาพ การศึกษา รายได้ น้ำหนัก แบบแผน สุขภาพของครอบครัว การคาดการณ์ เป็นเพียงผลโดยอ้อมในกระบวนการคิด และปี ค.ศ.1996 Health Promotion Model ได้ปรับปรุงใหม่ และมีกรอบแนวคิดเพิ่มดังนี้

1. พฤติกรรมเดิม (Prior related behavior) คือ พฤติกรรมที่เป็นองค์ประกอบที่มีผลโดยตรงและโดยอ้อม และมีความเชื่อมโยงกับการรับรู้ถึงความสามารถของตน พฤติกรรมในอนาคตจะได้รับอิทธิพลจากความสำเร็จหรือความล้มเหลวของการ กระทำที่คล้ายคลึงในอดีต

2. กิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับผล (Activity-related affect) ความรู้สึกทั้งด้านบวกและด้านลบ ในพฤติกรรมบางอย่าง มีอิทธิพลต่อพฤติกรรม และมีอิทธิพลโดยอ้อมถึงการรับรู้ใน ความสามารถของตน

3. การยึดมั่นต่อแผนปฏิบัติ (Commitment to a plan of action) รวมถึงแนวคิดที่ตั้งใจเป็น แผนกลยุทธ์ที่เป็นเหตุมาซึ่งความตั้งใจที่จะเป็นแผนในการปฏิบัติซึ่งเกิดขึ้นเองหรือ บุคคลอื่นมีส่วนร่วมรับรู้

4. ความต้องการความชอบที่เกิดขึ้นแทรกทันที (Immediate competing demands and preferences) ในการที่บุคคลจะเลือกปฏิบัติ ความต้องการที่จะปฏิบัติอาจไม่สำเร็จ เพราะไม่สามารถจัดการกับสิ่งแวดล้อมได้ ความชอบเป็นสิ่งที่มีความสำคัญต่อการเลือก ปฏิบัติ เช่น บางครั้งตั้งใจจะไปออกกำลังกาย แต่กลับแวะเดินเที่ยวซื้อของใน ศูนย์การค้า เป็นต้น จากแนวคิดหลักของทฤษฎีจะเห็นได้ว่า พฤติกรรมส่งเสริมสุขภาพจะเกิดขึ้นได้นั้นมีปัจจัย ที่เกี่ยวข้อง ซับซ้อนหลากหลายปัจจัย ที่จะต้องประเมิน เป็นต้น

## 2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.6.1 รุจิภา สินสมบุญทอง, สุวพัชร วุฒิสเสน (2561) จากวิทยาลัยนครราชสีมา จังหวัดนครราชสีมา ผู้วิจัยเล็งเห็นว่า ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีสารสนเทศเป็นผลมาจากการผนวกกันระหว่างเทคโนโลยี

การสื่อสาร เทคโนโลยี อิเล็กทรอนิกส์และเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ได้ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในสังคม ปัจจุบันกลายเป็นสังคมสารสนเทศเป็น โลกไร้พรมแดน กิจกรรมทุกด้านไม่ว่าด้านเศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรม การเมือง การศึกษา สุขภาพและด้านอื่น ๆ ได้ ส่งผลต่อวิถีชีวิตของคน องค์กรและหน่วยงานต่าง ๆ ที่ต้องก้าวเดินตามโลกยุคฐานความรู้และภูมิปัญญาที่มีการพัฒนา เครือข่ายคอมพิวเตอร์จาก ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในการ จัดการมนุษย์ ซึ่งเป็นผลสืบเนื่องมาจากศักยภาพของเทคโนโลยีสารสนเทศ ส่งผลให้เกิดการแลกเปลี่ยนข่าวสารข้อมูล เกิดได้ตลอดเวลาและทุกสถานที่ จากวิวัฒนาการนี้ก่อให้เกิดการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีที่มีการประยุกต์ใช้ เทคโนโลยีสื่อ อิเล็กทรอนิกส์เป็นเครือข่ายสารสนเทศเพื่อพัฒนาและส่งเสริมสุขภาพ

คณะผู้วิจัยจึงได้ศึกษาข้อมูลจากสำนักงานพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ (2554) ซึ่งได้ระบุไว้ถึงความสำคัญของการเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วของประชากรที่มีอายุมากกว่า 60 ปี ในอีก 20 ปีข้างหน้าหรือในปี พ.ศ. 2564 ซึ่งจะส่งผลต่อกระบวนการวางแผนทั้งของภาครัฐและเอกชน (Demographic Shift) ที่สำคัญของประเทศไทยที่จะเกิดขึ้นระหว่างปีพ.ศ. 2553- 2563 ซึ่งปรากฏการณ์ที่จำนวนประชากรสูงวัยเพิ่มขึ้นนั้นจะส่งผลต่อทางเศรษฐกิจเชิงลบ นอกจากนี้ Traphagan (2008) ชี้ให้เห็นถึงความล้มเหลวในการใช้กลไกเชิงนโยบายต่างๆให้สอดคล้องกับสังคมสูงวัยในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียง โดยเฉพาะอย่างยิ่งนโยบายสาธารณสุขภูมิภาคและนโยบายด้านสวัสดิการสังคม

## ตารางที่ 2.2 การสุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา

การสุ่มตัวอย่าง	จำนวนประชากร ณ เดือนธันวาคม พ.ศ. 2559	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง
บางชื่อ	27,190	48
กลุ่มรัตนโกสินทร์		
บางเขน	29,055	51
กลุ่มบูรพา		
ประเวศ	23,446	41
กลุ่มศรีนครินทร์		
บางนา	15,675	27
กลุ่มเจ้าพระยา		
บางแค	32,016	56
กลุ่มกรุงธนใต้		
บางพลัด	21,203	37
กลุ่มกรุงธนเหนือ		
รวม	148,585	260

ที่มา : ข้อมูลจากกรมการปกครอง กระทรวงมหาดไทย (2559)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยมีจุดประสงค์ที่วิจัยเพื่อศึกษาการรับรู้การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการดูแลสุขภาพของผู้สูงอายุที่มีผลต่อสุขภาพของผู้สูงอายุไทย โดยกำหนดขอบเขตด้านประชากรและกลุ่มตัวอย่างเป็นผู้สูงอายุในเขตพื้นที่กรุงเทพมหานครซึ่งแบ่งออกเป็นเขตพื้นที่ปกครองระดับอำเภอจำนวนทั้งสิ้น 50 เขต การปกครอง จากข้อมูลของกรมการปกครอง กระทรวงมหาดไทย จำนวนประชากรที่มีอายุตั้งแต่ 60 ปีขึ้นไป ณ เดือนธันวาคม พ.ศ. 2560 มีจำนวนทั้งสิ้น 936,865 คน โดยแบ่งออกเป็นเพศชายจำนวน 391,177 คน และหญิงจำนวน 545,688 คน และกลุ่มตัวอย่างมีตัวแปรสังเกตได้ในแบบจำลองจำนวน 13 ตัวแปร ขนาดตัวอย่างที่มีความเหมาะสมและเพียงพอจึงควรมีอย่างน้อย 20 เท่าของตัวแปรคือ 260 ตัวอย่าง ผลจากการคำนวณดังกล่าวเป็นจำนวนของขนาดกลุ่มตัวอย่างขั้นต่ำที่สามารถนำมาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยเครื่องมือทางเทคนิคสถิติ Structural Equation Modeling (SEM) โดยใช้วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลใช้วิธีการสอบถามด้วยแบบสอบถาม (Questionnaire)

จากผลการทดสอบการทำแบบสอบถามของคณะผู้วิจัยพบว่า ตัวแปรอิสระทั้ง 3 ด้าน ทั้งคุณลักษณะส่วนบุคคล การรับรู้เทคโนโลยีสารสนเทศและการดูแลสุขภาพมีอิทธิพลทางตรงต่อสุขภาพของผู้สูงอายุไทย ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวขององค์การอนามัยโลก (WHO:2014) ว่ารายได้มีผลต่อสุขภาพที่ดียิ่งขึ้น ในทางกลับกันบุคคลที่มีรายได้ต่ำย่อมส่งผลให้มีสุขภาพไม่ดีและยังเห็นได้อย่างชัดเจนเมื่อเปรียบเทียบสุขภาพระหว่างคนรวยกับคนจน

### ตารางที่ 2.3 การแปลผลระดับการสนับสนุนทางสังคม การดูแลสุขภาพและภาวะสุขภาพของผู้สูงอายุไทย

ผู้สูงอายุไทย	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	สรุปผล
การสนับสนุนทางเทคโนโลยีสารสนเทศของผู้สูงอายุ			
การสนับสนุน ด้านการเงิน	3.39	1.23	น้อย
การสนับสนุน อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์	1.10	0.69	น้อยที่สุด
การสนับสนุน ด้านการติดต่อสื่อสารแบบออนไลน์	4.59	1.76	น้อย
การมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมกับครอบครัว	6.70	3.54	น้อย
การดูแลสุขภาพของผู้สูงอายุ	14.11	3.67	ปานกลาง
ภาวะสุขภาพของผู้สูงอายุ	63.28	6.88	ดี

ส่วนการรับรู้การใช้สารสนเทศ พบว่าแม้ผู้สูงอายุส่วนใหญ่จะได้รับการสนับสนุนทางการเงินและเทคโนโลยีสารสนเทศ แต่ก็ยังคงมีความรู้สึกที่ตนเองไม่ได้รับการเอาใจใส่ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการสนับสนุนที่เป็นรูปธรรมยังไม่สามารถที่จะทดแทนความต้องการทางด้านอารมณ์และจิตใจของผู้สูงอายุได้ ซึ่งคณะผู้จัดทำได้ให้ข้อเสนอแนะที่ท้ายว่า ควรจัดทำโปรแกรมเพื่อให้ผู้สูงอายุมีโอกาสเข้าร่วมกิจกรรมกับชุมชน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ออนไลน์ให้มากขึ้นโดยใช้ระบบสารสนเทศในการเพิ่มความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสุขภาพให้กับผู้สูงอายุ ซึ่งนอกจากจะเพิ่มความรู้ทางด้านสุขภาพให้กับผู้สูงอายุแล้วยังมีประโยชน์ในการช่วยส่งเสริมเรื่องของการจัดการความเครียดได้อีกด้วย

2.6.2 วิวัฒน์ มีสุวรรณ (2554) จากคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์ ได้ศึกษาการเรียนรู้ด้วยการสร้างโลกเสมือนผสานโลกจริง โดยมีแนวความคิดว่า ในปัจจุบันความก้าวหน้าในระบบเทคโนโลยีสารสนเทศที่มีประสิทธิภาพ และเติบโตอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ และระบบโทรคมนาคม รวมทั้งระบบมวลชนที่มีการปรับเปลี่ยนไปตามความก้าวหน้าของเทคโนโลยีสารสนเทศ ที่สามารถเข้าถึงหรือเชื่อมต่อระบบเพื่อใช้งานเครือข่ายระดับโลกอย่างอินเทอร์เน็ต ในประเทศที่เจริญแล้ว ผู้คนจะนิยมใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่เป็นหลักในการเข้าถึงสิ่งที่พวกเขาต้องการในอินเทอร์เน็ต การออกแบบโครงสร้างสถาปัตยกรรมทางอินเทอร์เน็ตยุคใหม่จึงต้องมีความเหมาะสม เพื่อให้การรับส่งข้อมูลระหว่างกันเป็นไปได้อย่างรวดเร็วมากยิ่งขึ้น ซึ่งย่อมจะส่งผลกระทบต่อสังคมในหลากหลายระบบ โดยเฉพาะระบบการศึกษาเทคโนโลยีสารสนเทศ ช่วยให้การออกแบบ พัฒนา และการใช้นวัตกรรมการศึกษากลายเป็นเครื่องมือการเรียนรู้ที่สำคัญ มีการจัดชั้นเรียนจากการเลือกวิชาเรียนตามความสนใจของนักเรียนเพิ่มมากขึ้น โดยนักเรียนส่วนใหญ่จะต้องมีส่วนร่วมโดยเฉพาะอย่างยิ่งการนำเทคโนโลยีในรูปแบบห้องเรียนเสมือนจริง (Virtual Classes) มาใช้ในการเรียนการสอน ทำให้ตอบสนองต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน มีการจับกลุ่มกันทางอินเทอร์เน็ตเพื่อแบ่งปันสิ่งที่สนใจร่วมกัน รวมทั้งแบ่งปันความชำนาญ และทักษะความสามารถต่างๆ ร่วมกัน

และในปัจจุบันเทคโนโลยีเหล่านี้จะตอบสนองต่อการเรียนรู้ และรวมถึงความหลากหลายของส่วนประกอบหรืออุปกรณ์อื่นๆ บางอย่างของโลกแห่งความจริง เช่น พื้นที่ ระยะทาง ลักษณะทางกายภาพวัตถุจริง เงื่อนไขหรือข้อกำหนดของสภาพแวดล้อมจริง โดยสามารถนำข้อมูลส่งประมวลผลและสามารถผสมผสานกับวัตถุแบบดิจิทัลได้ ช่วยเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้ การค้นคว้า ทาความรู้ของผู้เรียน เกิดปฏิสัมพันธ์กับโลกเสมือนผสานโลกจริงที่ช่วยลดรอยต่อของการปฏิสัมพันธ์ระหว่างโลกจริงกับโลกเสมือน นักการศึกษาควรศึกษาวิจัยค้นหาประเด็นเกี่ยวกับเทคโนโลยีนี้เพื่อให้คุณลักษณะหรือวิธีการที่เหมาะสมและดีที่สุดในการประยุกต์ใช้กับสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่แตกต่างกันไปต้องมีกระบวนการที่สะท้อนการรับรู้ของผู้เรียนอย่างรอบคอบ โดยคำนึงถึงผลที่ก่อให้เกิดประโยชน์และเสริมสร้างการเรียนรู้ อย่างมีประสิทธิภาพ

2.6.3 นิกร จันภิลม, สุภาณี เส็งศรี และกอบสุข คงมันัส จากภาควิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ ได้ศึกษา มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาทัศนคติเกี่ยวกับการเรียนการสอนแบบสถานการณ์เสมือนจริงของอาจารย์และนักศึกษาวิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนี แพร่ การพัฒนานักศึกษาพยาบาลของสถาบันอุดมศึกษาในประเทศไทย ได้นำแนวคิด ของทศวรรษที่ 21 ไปพัฒนาปรับใช้ในการ

พัฒนา ทักษะด้านการจัดการเรียนการสอนเพื่อเพิ่ม สมรรถนะให้นักศึกษาพยาบาลมีคุณลักษณะของ มาตรฐานการเรียนรู้ที่คณะกรรมการการอุดมศึกษา (มคอ 1) 6 ด้านคือ

1. ด้านคุณธรรม จริยธรรม
2. ด้านความรู้
3. ด้านทักษะทางปัญญา
4. ด้านทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ
5. ด้านทักษะการวิเคราะห์ ตัวเลขการสื่อสารและการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ
6. ด้านทักษะการปฏิบัติทาง วิชาชีพ (National Qualifications Framework for Bachelor of Nursing, 2017)

เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ทั้ง 6 ด้านดังที่กล่าวไปแล้วนั้นการศึกษายาบาลได้ออกแบบการจัดการเรียน การสอนทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติเพื่อให้เปิด โอกาสให้ผู้เรียนได้มีโอกาสพัฒนาตนเองครบทุกด้าน โดยเฉพาะการจัดการเรียนการสอนภาคปฏิบัติที่ต้องเน้นการลงมือปฏิบัติในสถานการณ์กับผู้ป่วยจริง เพื่อให้ผู้เรียนมีทักษะการปฏิบัติพยาบาลที่เพียงพอสำหรับการให้บริการสุขภาพแก่ประชาชน

การให้นักศึกษาพยาบาลมีประสบการณ์การดูแลผู้ป่วยที่หลากหลายเพียงพอตามที่ลักษณะวิชากำหนด อาจารย์พยาบาลที่ทำหน้าที่ในการสอนและอาจารย์ที่ทำหน้าที่จัดหาทรัพยากรสนับสนุนการเรียนรู้ รวมถึงนักเทคโนโลยีทางการศึกษาจึงได้พัฒนาการเรียนการสอนโดยใช้จัดสภาพแวดล้อมในการดูแลและ สภาพผู้ป่วยให้มีความเสมือนจริง หรือการจัดการสอนโดยใช้สถานการณ์เสมือนจริง (simulation based teaching) ซึ่งการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์เสมือนจริงเป็นวิธีการเรียนรู้ผ่านประสบการณ์ที่ออกแบบขึ้น ให้มีความคล้ายคลึงกับสถานการณ์จริง โดยผู้เรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้ด้วยตนเองเสมือนอยู่ใน สถานการณ์จริง มีการสรุปผลการเรียนรู้โดยการสะท้อนคิดประสบการณ์จากสถานการณ์จำลองช่วยถ่วง โยงความรู้จากทฤษฎีสู่การปฏิบัติ ผู้เรียนได้ทำความเข้าใจ วิเคราะห์ความคิด ความรู้สึกต่อกิจกรรมที่ได้ ปฏิบัติในสถานการณ์และสรุปหลักการหรือแนวคิดที่จำ นำไปสู่การประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ได้ซึ่ง ผลลัพธ์จากการจัดการเรียนรู้อาจส่งเสริมทักษะการปฏิบัติการพยาบาล การทำงานเป็นทีม และการสื่อสาร ซึ่งสามารถนำไปสู่การพัฒนาการจัดการเรียนการสอนเพื่อทำให้ผู้เรียนมีความมั่นใจและมีความสามารถในการปฏิบัติการพยาบาลในสถานการณ์จริงมากขึ้น (Sintuchai & Ubonwan, 2017)

โดยมีการวัดผลจากแบบสอบถามทัศนคติต่อการเรียนการสอนแบบสถานการณ์เสมือนจริงตามแนวคิด ของ Jeffries (2007) ประกอบด้วย

1. แบบสอบถามทัศนคติของอาจารย์ เกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนแบบสถานการณ์ เสมือนจริง
2. แบบสอบถามทัศนคติของนักศึกษา เกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนแบบสถานการณ์ เสมือนจริง

ตารางที่ 2.4 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานทัศนคติของอาจารย์พยาบาล

ข้อที่	รายการ	$\bar{x}$	SD	ระดับทัศนคติ
1	ด้านบรรยากาศของการเรียนฯ	3.52	.61	มากที่สุด
2	ด้านกิจกรรมการเรียน	3.68	.47	มากที่สุด
3	ประโยชน์ที่ได้รับจากการใช้รูปแบบ Simulation	3.60	.49	มากที่สุด
4	การวัดผลการเรียนฯ	3.47	.35	มาก
ค่าเฉลี่ยในภาพรวม		3.51	.50	มากที่สุด

ผลการวิจัยพบว่าทัศนคติในภาพรวมของอาจารย์พยาบาล ที่มีทัศนคติต่อการจัดการเรียนการสอนแบบสถานการณ์เสมือนจริง อยู่ในระดับมากที่สุด และทัศนคติในภาพรวมของนักศึกษาพยาบาล ที่มีทัศนคติต่อการจัดการเรียนการสอนแบบสถานการณ์เสมือนจริง อยู่ในระดับมาก

2.6.4 Bhone Myint Kyaw, MBBS, PhD; Nakul Saxena2, PhD และคณะวิจัย (2562) จาก Nanyang Technological University Singapore ได้ศึกษาการจำลองเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนกับความรู้ของผู้เชี่ยวชาญด้านสุขภาพ จากข้อมูลองค์การอนามัยโลก (WHO) ในปี 2013 คาดว่าปัญหาการขาดแคลนผู้เชี่ยวชาญด้านสุขภาพประมาณ 17,400,000 คนทั่วโลก ซึ่งปัญหาการขาดแคลนนี้มีมากขึ้นขึ้นคาดเกิดจากความไม่เพียงพอของโปรแกรมการฝึกอบรมและประสบการณ์ที่ไม่เพียงพอ จึงจำเป็นต้องมีการสร้างกลยุทธ์ที่เพิ่มประสิทธิภาพของผู้เชี่ยวชาญและเพิ่มการศึกษาวิชาชีพเกี่ยวกับสาธารณสุขที่มีคุณภาพสูงขึ้น ซึ่งเทคโนโลยีดิจิทัลที่มีการใช้งานอย่างแพร่หลายและไม่หยุดยั้งนั้นเป็นความท้าทายที่ถูกละเลยว่าเป็นแหล่งที่มีประสิทธิภาพมาก

การศึกษาแบบดิจิทัล หรือเรียกอีกอย่างว่า eLearning เป็นการเรียนการสอนโดยใช้เทคโนโลยีดิจิทัล ซึ่งครอบคลุมการพัฒนาการศึกษาได้หลากหลายแนวทาง หลายแนวคิด วิธีการและเทคโนโลยี รวมถึงการเรียนรู้ในรูปแบบออนไลน์และออฟไลน์ด้วย ซึ่งการศึกษาระบบดิจิทัลบนคอมพิวเตอร์นั้นมีลักษณะเปิดกว้างมาก ไม่ว่าจะเป็น Virtual Reality (VR) Mobile Learning การเล่นเกม เกมฝึกทักษะต่าง ๆ ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงได้มุ่งเน้นไปในหนึ่งวิธีการศึกษาด้านสุขภาพโดยใช้ระบบดิจิทัลที่เรียกว่า VR

VR เป็นเทคโนโลยีที่ช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถเรียนรู้และใช้งานผ่านการสร้างแบบจำลองทางสภาพแวดล้อมในแบบสามมิติ จะช่วยให้ผู้เรียนรู้สามารถตอบโต้กับวัตถุผ่านอุปกรณ์ในโลกดิจิทัลนี้ได้ โดย VR สามารถแสดงผลผ่านเครื่องมือต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็น หน้าจออุปกรณ์มือถือ คอมพิวเตอร์ และแว่น VR ในที่นี้ผู้วิจัยจึงได้นำเทคโนโลยีนี้จำลองร่างอวตารขึ้นมาในรูปแบบสามมิติ เป็นตัวแทนผู้ป่วยและผู้เชี่ยวชาญด้านสุขภาพ ซึ่งการจำลอง VR เป็นประโยชน์อย่างมากต่อคลินิกและศัลยกรรมการฝึกอบรมที่เน้นกระบวนการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทดลองการใช้งานโดยจัดกลุ่มผู้ใช้ตามผลลัพธ์และการเปรียบเทียบ เทียบรวมถึงการศึกษาแบบดั้งเดิม รูปแบบอื่นของการศึกษาจากระบบดิจิทัลและ VR ประเภทอื่น โดยให้ผู้ใช้ประเมินการใช้งานของ โปรแกรมสุขภาพ ประเมินโมเดลสามมิติ ข้อมูลภายในระบบโลกเสมือนและการจำลองการผ่าตัดด้วย VR และทำการเปรียบเทียบกับการศึกษาแบบดั้งเดิม ซึ่งผลที่ได้คือ การใช้งานด้านเทคโนโลยีร่วมกับข้อมูล ด้านวิชาชีพด้านสุขภาพนั้นมีการพัฒนาด้านความรู้เล็กน้อยและการพัฒนาด้านทักษะปานกลางถึงมาก การมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ของผู้ใช้งานเมื่อเทียบกับรูปแบบเดิมหรือรูปแบบอื่น ๆ ของการเรียนรู้โดยใช้ ระบบดิจิทัล การเรียนรู้ด้วย VR มีการโต้ตอบมากขึ้นและแต่ผลลัพธ์ของความพึงพอใจนั้นไม่สามารถสรุป ได้เพราะข้อมูลผลลัพธ์ไม่สมบูรณ์

2.6.5 ภัทรวิฑู สรรพคุณ, พีรยศ ภมรศิลป์ธรรม และลาวัลย์ ศรีธธาพุทธ (2560) ภาควิชาสารสนเทศ ศาสตร์ทางสุขภาพ มหาวิทยาลัยศิลปากร ได้เล็งเห็นความสำคัญของเทคโนโลยีเพื่อการศึกษาที่เกื้อหนุนให้เกิดการพัฒนาสื่อการเรียนรู้จำนวนมากให้เข้ากับสภาวะปัจจุบันทั้งนี้สื่อการเรียนรู้ หมายถึงวัสดุอุปกรณ์หรือ วิธีการใด ๆ ที่เป็นตัวกลางในการถ่ายทอดความรู้ทัศนคติ ทักษะ และประสบการณ์ไปสู่ผู้เรียน สื่อการเรียนรู้แต่ละชนิดมีคุณสมบัติพิเศษและมีคุณค่าในตัวเองทำหน้าที่เก็บและแสดงความหมายที่เหมาะสมกับ เนื้อหาและมีเทคนิคหรือวิธีการใช้อย่างมีระบบโดยสามารถแบ่งประเภทของสื่อได้เป็นดังนี้

1. สื่อประเภทที่ก่อให้เกิดการกระทำ
2. สื่อประเภทที่ก่อให้เกิดภาพนึก
3. สื่อประเภทที่ก่อให้เกิดการคิดนึกเป็นสัญลักษณ์

โดยสื่อการเรียนรู้ผ่านเกมได้ เข้ามามีบทบาทในประเทศไทยตั้งแต่มีการนำเทคโนโลยีต่าง ๆ เข้ามาใน ประเทศ อย่างเช่น คอมพิวเตอร์โทรศัพท์มือถือ เครื่องข่ายอินเทอร์เน็ต ฯลฯ โดยมีการประยุกต์ใช้ เทคโนโลยี ดังกล่าวกับการเรียนการสอนในห้องเรียนมากขึ้นในด้านบวก็ของเทคโนโลยีเหล่านั้นได้มีการ นำไปใช้ในระดับชั้นประถมมัธยมศึกษาทั้งประกาศให้สนับสนุนใช้ในการเรียนการสอนในห้องเรียน ในระดับมัธยมศึกษาและอุดมศึกษามีการใช้งาน เทคโนโลยีการเรียนการสอนทางไกล (Electronic learning หรือ E-learning) หรือการเรียนการสอนผ่านทีวีดาวเทียม (Satellite television) เป็นต้น

ประเภทเกมการศึกษาด้านการแพทย์และสุขภาพ

1. Exergames
2. Stress Relief Games
3. Rehabilitation Games
4. Disease Management Games
5. Pain Distraction Games
6. Learning Games

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.5 คุณลักษณะ 10 ประการที่เป็นโครงสร้างพื้นฐานของเกมการศึกษาในด้านการแพทย์และสุขภาพ

คุณลักษณะ	ความหมาย
1) Challenge	มีการประเมินผลลัพธ์การเล่นของผู้เล่น เพื่อให้ผู้เล่นเกิดการแข่งขันกับตนเอง
2) Engagement and immersion	การที่ผู้เล่นรู้สึกว่าเขาไปสู่อะไรบางอย่างและมีความเข้าถึงเนื้อหาของเกม
3) Motivation	การใช้แรงขับเคลื่อนทั้งภายนอก เช่น ภาพ เสียง มัลติมีเดีย และแรงขับเคลื่อนภายใน เช่น เนื้อเรื่องของเกม ในการทำให้ผู้เล่นรู้สึกอยากเอาชนะเกม
4) Identification and nurturing	เป็นการทำให้ผู้เล่นรู้สึกว่ามีสิ่งเกิดขึ้นกับตัวละครเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นกับผู้เล่นด้วย
5) Consequences of health behavior	มีการแสดงผลลัพธ์และบทสรุปที่เกิดขึ้นจากกระทำและการตัดสินใจของผู้เล่น
6) Skill development and carrying out	มีระบบที่รองรับให้ผู้เล่นทำการเรียนรู้ฝึกฝนในพื้นที่ส่วนตัว และเมื่อมีความชำนาญมีการพัฒนาขึ้น ระบบก็มีการประกาศความสำเร็จของผู้เล่นให้กับผู้อื่นรับรู้
7) Knowledge gain	สุดท้ายแล้วต้องทำให้ผู้เล่นได้รับความรู้เกี่ยวกับสุขภาพตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้
8) Rehearsing real life	มีการจำลองให้ผู้เล่นได้ตัดสินใจในสถานการณ์ที่จำลองจากสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริง ซึ่งนำไปสู่การเกิดผลลัพธ์ที่ดีต่อสุขภาพ
9) Simulating self-care	มีระบบรองรับให้ผู้เล่นตัดสินใจเลือกใช้ทรัพยากรต่าง ๆ ตามต้องการโดยไม่มีกรอบบังคับตายตัวมากนัก
10) Social interaction	มีระบบการแข่งขันร่วมมือติดต่อสื่อสารระหว่างผู้เล่นคนอื่น ทำให้เกิดสังคมของเกมนั้นๆ ในวงที่กว้างขึ้น <sup>27</sup>

Game-Based Learning หรือ GBL คือการเรียนรู้ผ่านเกม ซึ่งเป็นนวัตกรรมสื่อการเรียนรู้ที่ออกแบบโดยสอดแทรกเนื้อหาบทเรียนลงไปในเกม ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ลงมือเล่นและฝึกปฏิบัติในการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยในขณะที่ลงมือเล่นผู้เรียนจะได้รับทักษะ และความรู้จากเนื้อหาบทเรียนไปด้วย ทำให้ผู้เรียนได้รับทั้งความรู้และความเพลิดเพลินไปพร้อมๆ กัน และชักจูงให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้จนกระทั่งเกิดการเรียนรู้ด้วยตัวเอง นอกจากนี้ยังพบว่า สื่อเกมคอมพิวเตอร์จะให้ผลดีต่อการเรียนรู้และส่งเสริมให้เกิดการจดจำเนื้อหาดีกว่าการเรียนรู้ที่เกิดจากแรงจูงใจภายนอกสอดคล้องกับจุดประสงค์หลักของการสร้างเกมคอมพิวเตอร์ คือมุ่งหวังให้เกมเป็นสื่อกลางช่วยให้ ผู้เล่นรู้สึกเป็นส่วนหนึ่งของกลุ่มช่วยกระตุ้นจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ของผู้เล่น และช่วยให้ผู้เล่นรู้สึกผ่อนคลาย มีความพึงพอใจในการเล่น ส่งเสริมการเรียนรู้ในบริบทนอกห้องเรียนและการเรียนรู้ตลอดชีวิต การจัดการเรียนการสอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในลักษณะ Game -Based Learning นั้นไม่ใช่เรื่องง่าย ควรต้องออกแบบอย่างระมัดระวัง และควรนำเกมที่ออกแบบมาทดลองใช้หลายๆ ครั้งเพื่อให้แน่ใจว่าเกมนั้นยังคงเนื้อหาที่สำคัญทั้งหมด สร้างความสนุกสนาน และสร้างมีส่วนร่วมให้แก่ผู้เรียนได้จริง และการออกแบบ Game - Based Learning ที่มีประสิทธิภาพ 7 ได้แก่

1. Practice การออกแบบ Game - Based Learning นั้นจะต้องแฝงแบบฝึกหัดต่าง ๆ เพื่อให้ผู้เรียนได้ทดลองทำ

2. Learning by Doing จะต้องเน้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตัวเอง การเรียนรู้ด้วยตัวเองจะทำให้เข้าใจได้ลึกซึ้งกว่า

3. Learning from Mistakes ให้ผู้เรียนเรียนรู้จากความผิดพลาด การเรียนรู้จากความผิดพลาดไม่ใช่เรื่องเสียหาย แต่จะช่วยทำให้ผู้เรียนจำได้ดียิ่งขึ้น

4. Goal-Oriented Learning ต้องมีเป้าหมายที่ชัดเจนในเกม เพื่อให้ผู้เรียนพยายามที่จะทำให้บรรลุเป้าหมาย

5. Learning Point ต้องแฝงไปด้วยข้อมูลหรือประเด็นหลัก ๆ ที่สำคัญต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องทั้งหมดที่ผู้เรียนสมควรรู้ เพื่อให้ผู้เรียนจะได้นำเอาความรู้นั้นไปใช้งานได้จริง

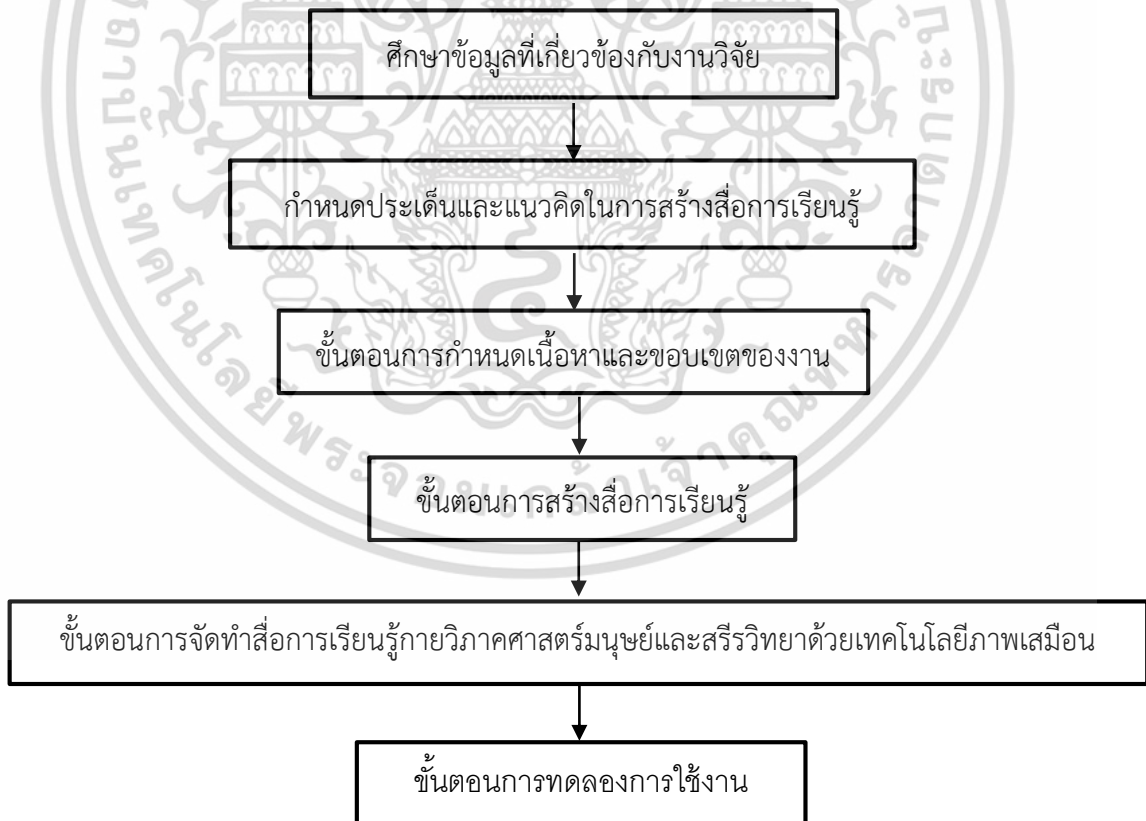
ซึ่งผู้วิจัยได้นำเกมที่ทำไปหาผลสำรวจจากความคิดเห็นบุคลากรเรื่องการศึกษาประเภทเกมคิดไตร่ตรอง มาใช้ในการเรียนรู้ในระดับมหาวิทยาลัยที่ Ulster University ประเทศเยอรมัน โดยใช้แบบสอบถามประเมิน 3 ด้าน คือ ความเห็นทั่วไป ความคิดเห็นด้านบวก และความคิดเห็นด้านลบ พบว่าความคิดเห็นทั่วไป เกมคิดไตร่ตรองเป็นเกมที่สนุก ร้อยละ 70 ตามด้วยความคิดเห็นที่ว่าเกมทำให้ช่วยทบทวนความคิดได้ดีขึ้น ร้อยละ 63 ในด้านบวกคนส่วนมาก คนส่วนมากให้ความเห็นว่าทำให้รู้สึกว่าคุณมีส่วนร่วมในการเรียน ร้อยละ 71 ตามด้วย ความคิดเห็นว่าเกมมีส่วนช่วยในการเรียนรู้และเกมมีความน่าสนใจ ร้อยละ 65 เท่ากัน อย่างไรก็ตามในความเห็นด้านลบพบว่าการเรียนรู้ด้วยเกมคิดไตร่ตรองต้องใช้เวลาที่ค่อนข้างมากเกินไป และคณะพบว่านักศึกษากลุ่มที่ไม่ชอบเล่นเกมจะให้ความสนใจและความจดจ่อในการทบทวนบทเรียนผ่านเกมการศึกษาน้อยกว่ากลุ่มที่ชอบเล่นเกมเพราะฉะนั้นการประยุกต์ใช้เกมการศึกษาทบทวนบทเรียนใน นักศึกษากลุ่มที่ไม่ชอบเล่นเกมจะได้รับผลเสียมากกว่าผลดี

## บทที่ 3

### วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยฉบับนี้เป็นการออกแบบสื่อการเรียนรู้กายวิภาคศาสตร์มนุษย์และสรีรวิทยาด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือน เพื่อให้ได้ผลการดำเนินงานเป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ได้กำหนดไว้ให้สอดคล้องกับแนวความคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้องที่ได้ทำการศึกษาในขั้นต้นจึงมีขั้นตอนในการดำเนินงานต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

- 3.1 ขั้นตอนการสร้างงาน
  - 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในประเมินสื่อการเรียนรู้
  - 3.3 วิธีการประเมินผล
  - 3.4 ขั้นตอนในการรวบรวมข้อมูล
  - 3.5 วิธีวิเคราะห์ข้อมูล
- 3.1 ขั้นตอนการสร้างงาน



รูปที่ 3.1 แสดงโฟลว์ชาร์ตขั้นตอนการสร้างงานวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.1 การศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้เทคโนโลยีเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ด้านสุขภาพ

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาข้อมูล และรวบรวมข้อมูลจากสื่อทางอินเทอร์เน็ต รวมถึงเรียนรู้การทำงานเครื่องมือเพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในการสร้างสื่อการเรียนรู้กายวิภาคศาสตร์มนุษย์และสรีรวิทยาด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนโดยมีการจำลองสถานการณ์เสมือนอยู่ในเหตุการณ์จริง โดยมีขั้นตอนดังนี้

#### 3.1.1.1 ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

แบ่งขั้นตอนการศึกษา ดังนี้

1. ศึกษา รวบรวมข้อมูลจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับงาน เช่น งานที่มีการนำเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนมาพัฒนาเพื่อใช้งานเรียนรู้หรือทเรนนิ่งต่าง ๆ เพิ่มขีดจำกัดความสามารถของผู้เรียนให้กล้าลงมือปฏิบัติได้จริง เพิ่มโอกาสทางการตัดสินใจ
2. ศึกษาประโยชน์และข้อเสียของงานที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน
3. ผลลัพธ์ทางการประยุกต์ใช้งานของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน
4. แนวโน้มในการใช้งานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนกับงานในสายการแพทย์และสุขภาพ

#### 3.1.1.2 ขั้นตอนการศึกษาข้อมูลการใช้งานและพัฒนาเทคโนโลยีภาพเสมือน

แบ่งขั้นตอนการดำเนินงาน ดังนี้

1. ศึกษา รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง ทางด้านการใช้งานของเครื่องแสดงภาพเสมือนความเป็นจริงเสมือน เพื่อนำมาประยุกต์ในการสร้างสื่อการเรียนรู้ รวมทั้งข้อมูลเกี่ยวกับทางการแพทย์ซึ่งเป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ สำหรับข้อมูลที่ทำการศึกษาค้นคว้า มีดังนี้
  - ศึกษาการสร้างสื่อด้วยเทคโนโลยี จากเว็บไซต์ต่าง ๆ
  - ค้นคว้า ข้อมูลต่าง ๆ เกี่ยวกับซอฟต์แวร์ที่จำเป็นต่อการใช้งาน
  - ศึกษา ข้อมูลการทำงานของเครื่องแสดงภาพเสมือน 3 มิติ
  - ศึกษา ข้อมูลเกี่ยวกับทางการแพทย์ เช่น กายวิภาคและสรีระของมนุษย์ รวมถึงการเกิดโรคจากการทำงานที่บกพร่องของอวัยวะ
2. วิเคราะห์หลักการ และทฤษฎีที่เกี่ยวข้องจากการศึกษาค้นคว้าข้อมูลงานด้านรูปแบบจำลองสามมิติ และเอกสารที่เกี่ยวข้องได้ดังนี้
  - เทคนิคการจำลองสถานการณ์ (Simulation)
  - ทฤษฎีการทำงานเครื่องแสดงภาพเสมือน 3 มิติ
  - โปรแกรมที่ใช้ในการดำเนินการทำงานของการจำลองภาพ 3 มิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.1.2 การกำหนดประเด็น และแนวคิดในการสร้างสื่อการเรียนรู้

3.1.2.1 แนวคิดในการสร้างสื่อการเรียนรู้ในหัวข้อสื่อการเรียนรู้กายวิภาคศาสตร์มนุษย์และสรีรวิทยาด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือน ที่มีเนื้อหาเกี่ยวพื้นฐานทางการแพทย์ เช่น กายภาพและสรีระของมนุษย์ และความรู้เกี่ยวกับโรคต่าง ๆ ศึกษาได้จากออนไลน์หรืองานวิจัยหรือวารสารทางการแพทย์

3.1.2.2 แนวคิดในการสร้างสื่อการเรียนรู้ คือ การนำเทคนิคจำลองสถานการณ์ (Simulation) มาประยุกต์ใช้กับสื่อ โดยสามารถเรียนรู้ ทำความเข้าใจ ศึกษาวิธีการใช้งานในรูปแบบแบบจำลองสามมิติการโต้ตอบกับผู้ใช้งานด้วยอุปกรณ์รีโมทคอนโทรลและสภาพแวดล้อมแบบ 3 มิติ ทำให้ผู้ใช้งานเสมือนได้เห็นและรับรู้ของจริง เพิ่มความสามารถในการเรียนรู้จากสภาวะเสมือน รองรับการใช้งานโต้ตอบกับระบบได้

### 3.1.3 ขั้นตอนการกำหนดเนื้อหา และขอบเขตโครงการงาน

ผู้วิจัยให้ทำการกำหนดเนื้อหา และขอบเขตของงานจากการศึกษาแนวปัญหาของการเรียนรู้ความรู้ทางการแพทย์ขั้นพื้นฐาน เพื่อพัฒนาและส่งเสริมการดูแลรักษาทางการแพทย์ให้กับกลุ่มคนทั่วไปที่ไม่มีความรู้ทางด้านนี้ ให้มีศักยภาพในการดูแลสุขภาพตนเองมากขึ้น

### 3.1.4 ขั้นตอนการออกแบบสื่อการเรียนรู้

3.1.4.1 การออกแบบสื่อการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับวัตถุประสงค์ที่นำไปใช้

3.1.4.2 การออกแบบสื่อการเรียนรู้ที่มีลักษณะนำเทคโนโลยีปัจจุบันมาประยุกต์

3.1.4.3 การออกแบบสื่อการสอนที่มีลักษณะง่ายต่อความเข้าใจ โดยออกแบบให้การนำเสนอสื่อการเรียนรู้ออกมาในรูปแบบแอนิเมชัน โมเดล 3 มิติ พร้อมข้อมูลและเสียงอธิบาย เพื่อช่วยในการเรียนรู้ให้เข้าใจง่าย น่าสนใจมากยิ่งขึ้น และเสมือนจริงอีกด้วย

### 3.1.5 เครื่องมือที่ใช้ในการสร้างสื่อการเรียนรู้

3.1.5.1 AutoDesk Maya

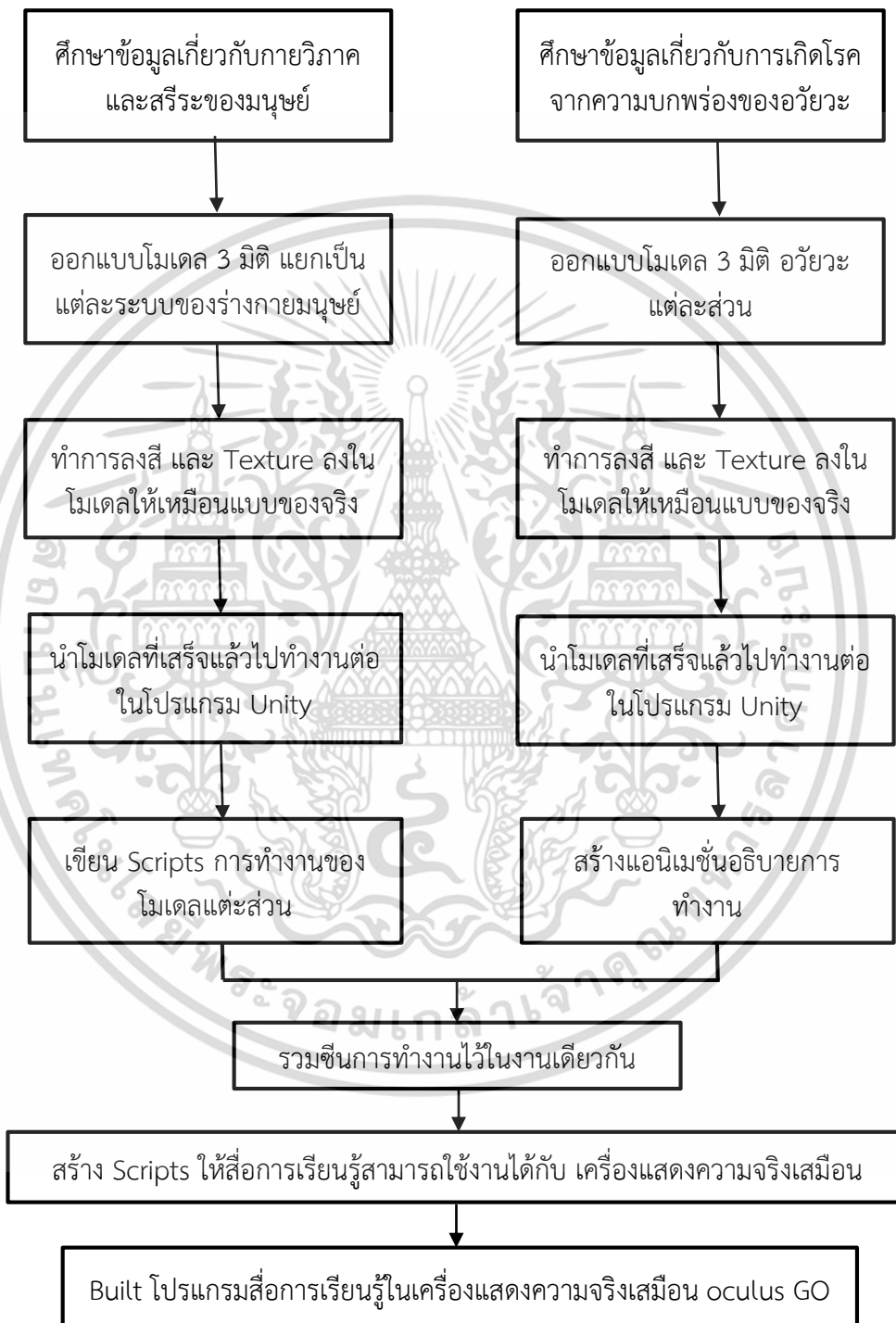
3.1.5.2 Unity 3D Game Engine

3.1.5.3 Visual Studio

3.1.5.4 เครื่องแสดงภาพเสมือน (Oculus GO)

3.1.5.5 คอมพิวเตอร์ (Computer)

3.1.6 ขั้นตอนการสร้างสื่อการเรียนรู้  
 สื่อการเรียนรู้สื่อการเรียนรู้กายวิภาคศาสตร์มนุษย์และสรีรวิทยาด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนมีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้



รูปที่ 3.2 แสดงโฟลว์ชาร์ตขั้นตอนการสร้างสื่อการเรียนรู้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.6.1 ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับกายวิภาคของมนุษย์ และการเกิดโรค เป็นขั้นตอนของการสร้างสื่อการเรียนรู้อันต้นแรก เพื่อให้รูปร่างประกอบของร่างกายและการทำงานของอวัยวะส่วนต่างๆ เพื่อนำไปใช้งานในขั้นตอนต่อไป โดยจะออกแบบในโปรแกรม Autodesk MAYA ซึ่งเป็นโปรแกรมการออกแบบ 3 มิติ และ 2 มิติ สามารถใช้ในงานออกแบบโมเดลต่าง ๆ ได้ดี เนื่องจากมีเครื่องมือให้ใช้งานหลากหลาย โดยออกแบบโมเดล 3 มิติ ของร่างกายมนุษย์ แบ่งเป็นระบบดังนี้

3.1.6.1.1 ระบบกระดูก (Skeleton)

3.1.6.1.2 ระบบกล้ามเนื้อ (Muscle)

3.1.6.1.3 ระบบน้ำเหลือง (Lymphatic)

3.1.6.1.4 ระบบหายใจ (Respiratory)

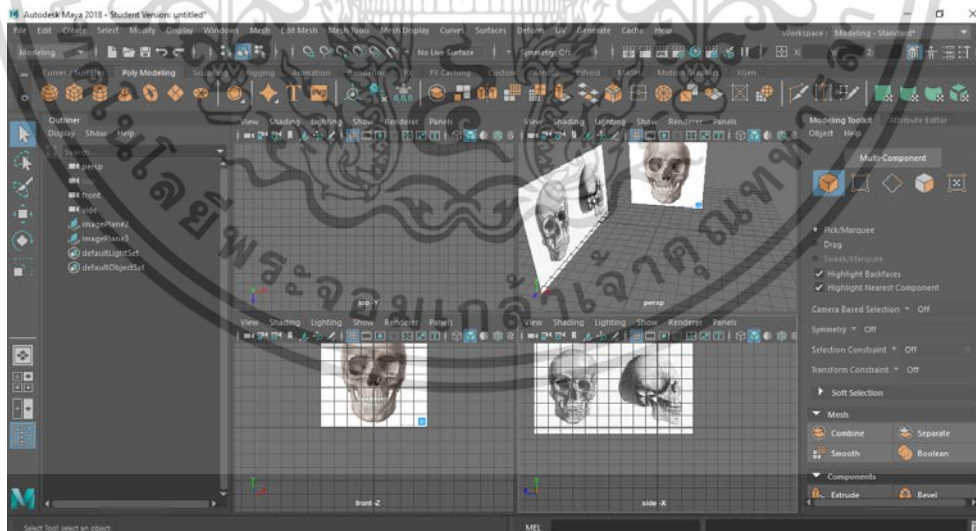
3.1.6.1.5 ระบบย่อยอาหาร (Digestive)

3.1.6.1.6 ระบบขับถ่าย (Urinary)

3.1.6.1.7 ระบบการไหลเวียนเลือด (Cardiovascular)

3.1.6.1.8 ระบบสืบพันธุ์ (Endocrine)

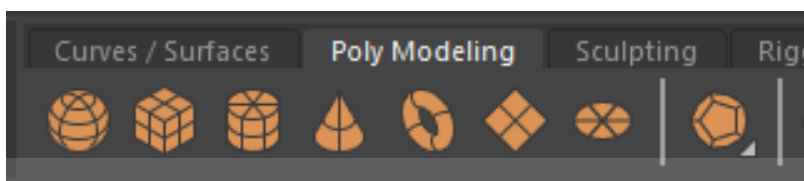
3.1.6.2 ขั้นตอนแรกของการออกแบบคือการ Import แบบภาพที่ต้องการวางตามสเกลและตามเวกเตอร์ทั้ง 2 ด้านคือ แกน x และแกน z (แกน x จะเป็นด้านข้างและแกน z เป็นด้านหน้า ส่วนแกน y จะเป็นด้านบนของโมเดล)



รูปที่ 3.3 การ Import ภาพเพื่อจำลองโมเดล 3 มิติ

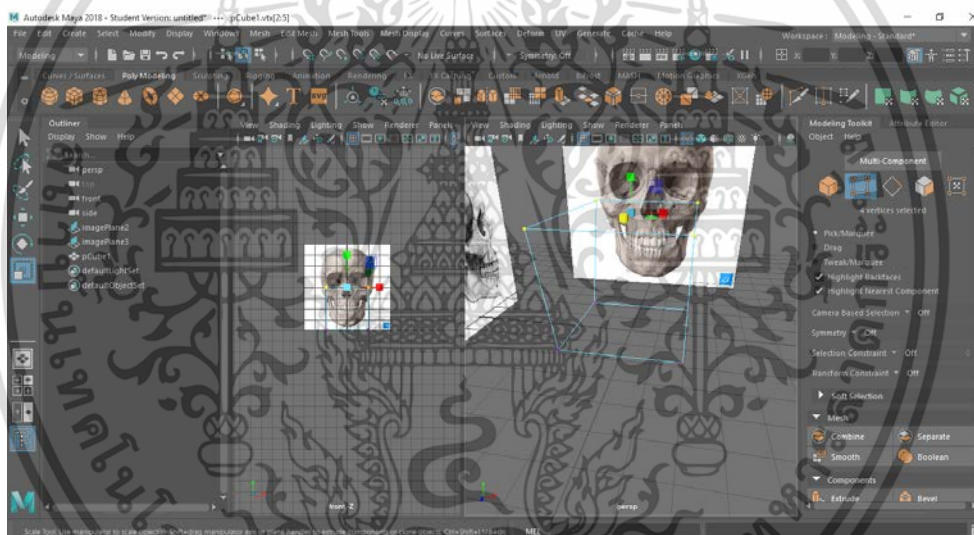
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.6.3 ขั้นตอนการขึ้นโครงโมเดล โดยจะใช้เครื่องมือซึ่งอยู่ด้านบนของจอทำงาน ให้เลือกแถบ Poly Modeling เพื่อใช้งาน Polygon สร้างวัตถุรูปทรงต่าง ๆ ขึ้นมา



รูปที่ 3.4 ตัวอย่างเครื่องมือในการใช้สร้างโมเดล 3 มิติ

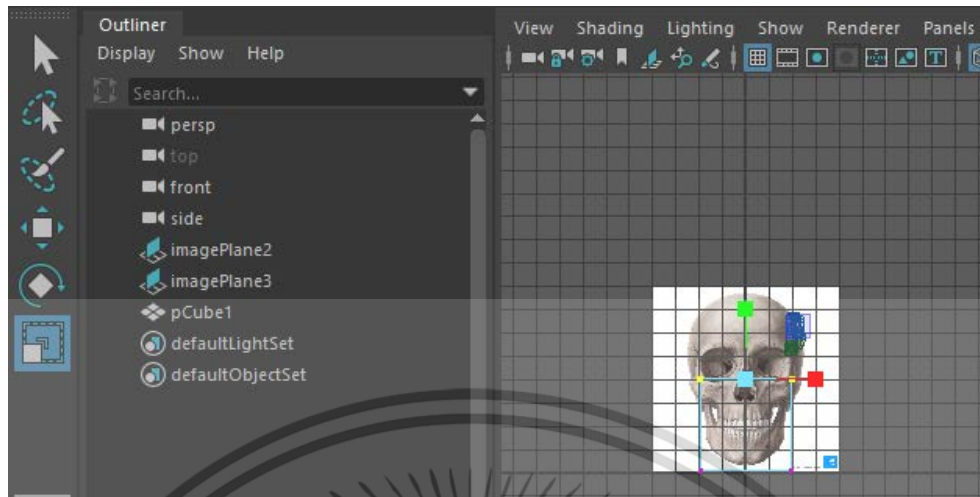
3.1.6.4 เลือก polygon รูปทรงสี่เหลี่ยม นำมาเป็นโครงร่างตั้งต้นของโมเดล หลังจากที่ได้รูปทรงสี่เหลี่ยมออกมา ให้ทำการจัดวางให้ตรงกับรูปภาพที่วางไว้ตามแกน



รูปที่ 3.5 การจัดวางรูปทรงสี่เหลี่ยม

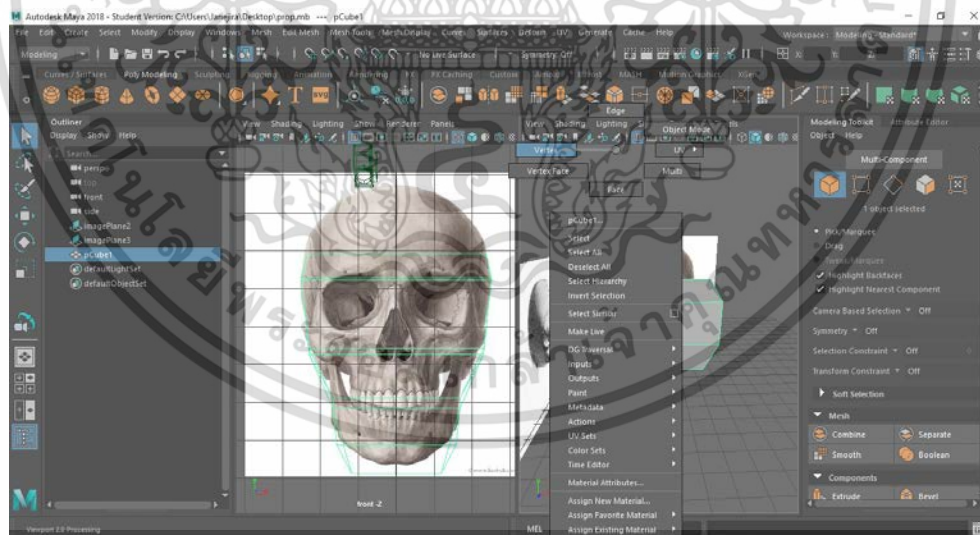
3.1.6.5 ปรับขนาดและตำแหน่งให้รูปทรงสี่เหลี่ยมตรงกับรูปภาพที่วางตามแกนโดยใช้เครื่องมือแถบด้านซ้ายของจอทำงานในการปรับ ขยาย เลื่อนตำแหน่ง หมุน โมเดล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.6 การปรับแก้ขนาดและตำแหน่งของรูปทรงสี่เหลี่ยม

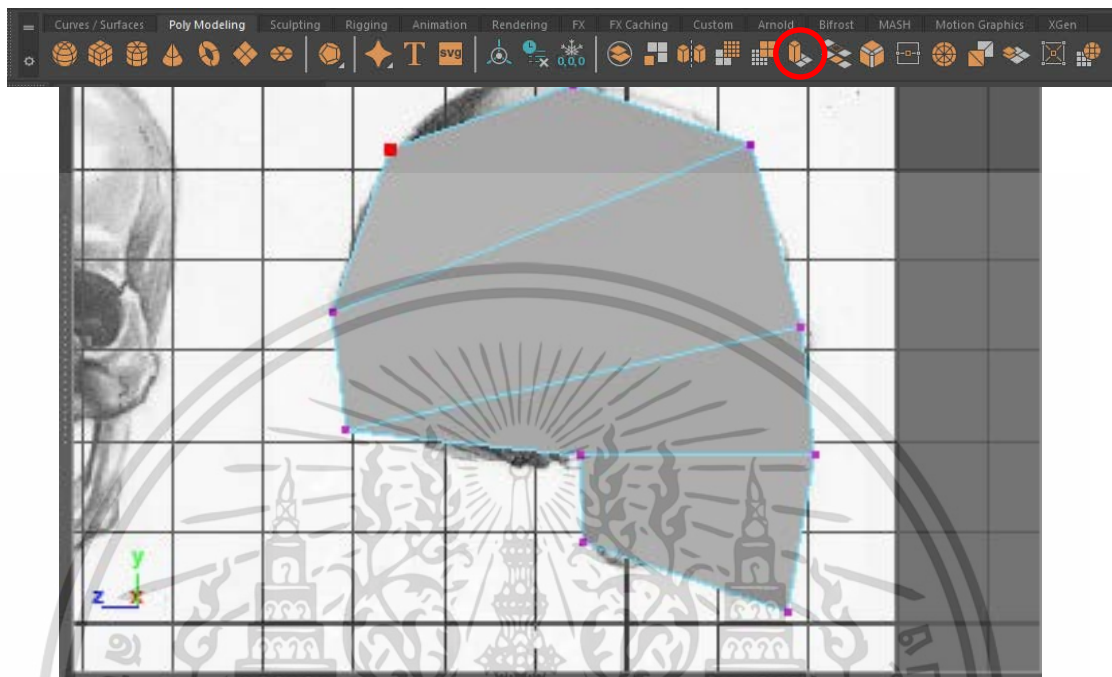
3.1.6.6 หลังจากได้ตำแหน่งที่เหมาะสมแล้ว ให้ทำการปรับแก้ทรงของรูปทรงสี่เหลี่ยมตามโครงโมเดลในภาพ โดยใช้เครื่องมือ Vector ในการเลือกแก้ไขแต่ละมุมของรูปทรงสี่เหลี่ยม โดยคลิกเมาส์ขวาที่จอทำงาน หน้า Persp แล้วลากเมาส์ไปที่ Vector แล้วทำการจัดรูปทรง โดยการดึงที่ละจุด



รูปที่ 3.7 วิธีการเลือกใช้เครื่องมือ Vector

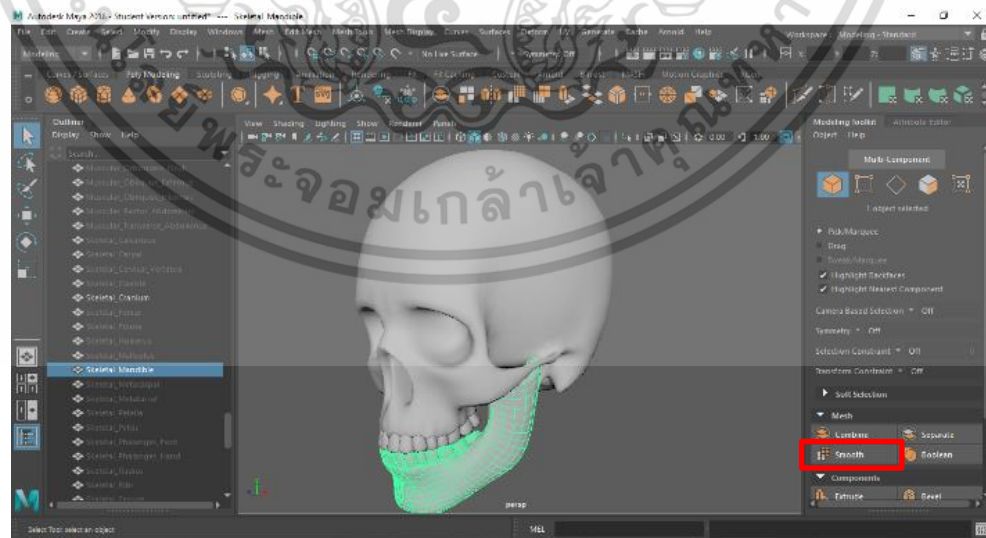
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.6.7 ขั้นตอนเพิ่มเลเยอร์ของโมเดลโดยการดึงจากโมเดล 1 ชั้น ให้ขึ้นมาเป็นรูปร่างอื่น ใช้เครื่องมือ Extrude และใช้เครื่องมือ Vector ในการจัดโมเดลให้มีโครงร่างตรงกับภาพ



รูปที่ 3.8 การ Extrude รูปร่างโมเดลให้เป็นสามมิติ

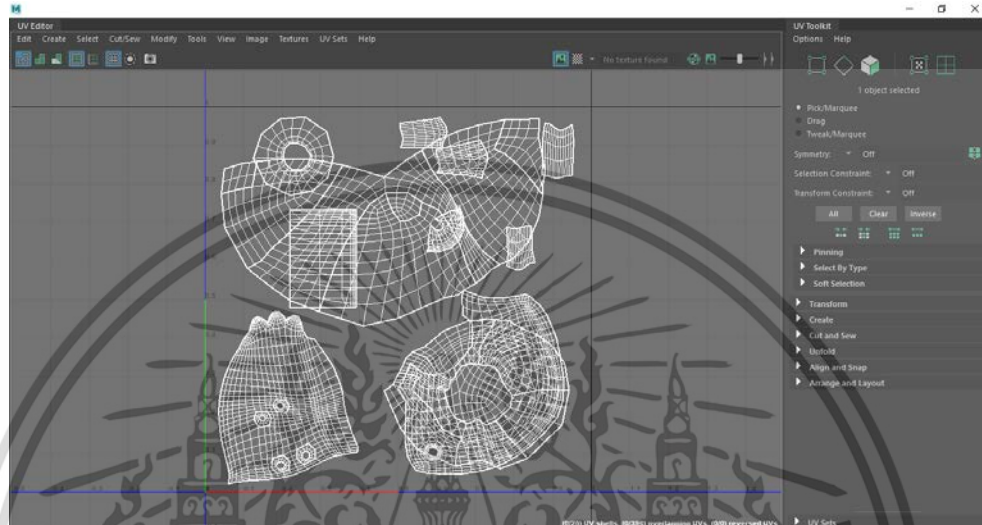
3.1.6.8 ขั้นตอนทำให้โมเดลมีความเรียบเนียนขึ้นหลังจากขึ้นรูปร่างโมเดลเสร็จเรียบร้อย โดยใช้เครื่องมือ Smooth



รูปที่ 3.9 การใช้เครื่องมือ smooth ปรับโมเดลให้เรียบเนียน

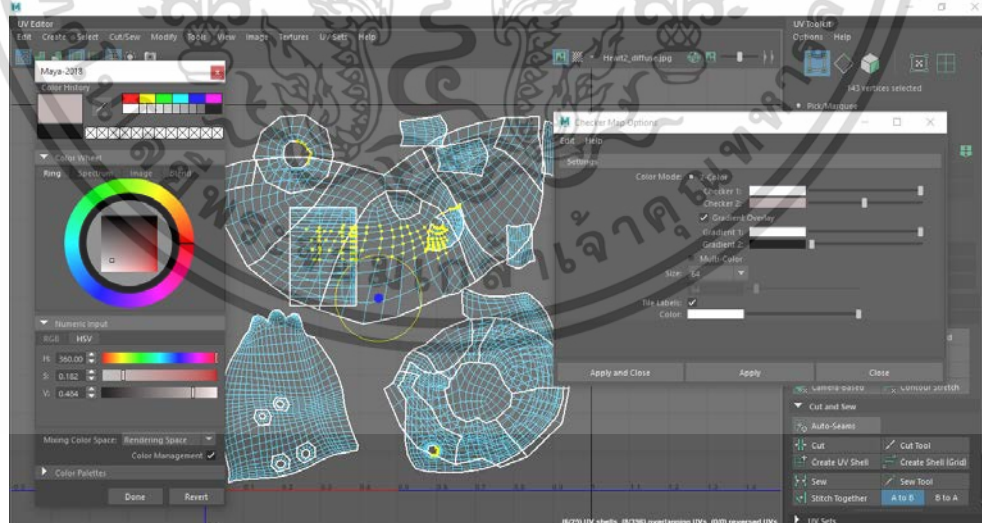
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.6.9 ขั้นตอนเตรียมการลงสี และ Texture ลงโมเดล เพื่อให้มีสีเลียนแบบคล้ายคลึง อวัยวะจริง และเพื่อความง่ายและสมจริงต่อการเรียนรู้ โดยจะทำการกาง UV ของโมเดลเพื่อ คลี่โมเดลทุกชิ้นส่วนให้ง่ายต่อการลงสีแต่ละจุด



รูปที่ 3.10 การคลี่โมเดลด้วยวิธีการกาง UV

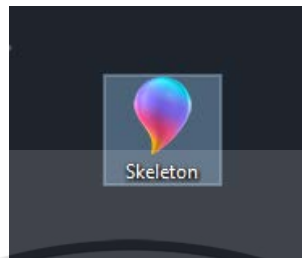
3.1.6.10 ขั้นตอนการลงสี หลังจากการกาง UV ให้ทำการลงสีในแต่ละส่วน แต่ละเลเยอร์



รูปที่ 3.11 การลงสีโมเดลที่ทำกาง UV แล้ว

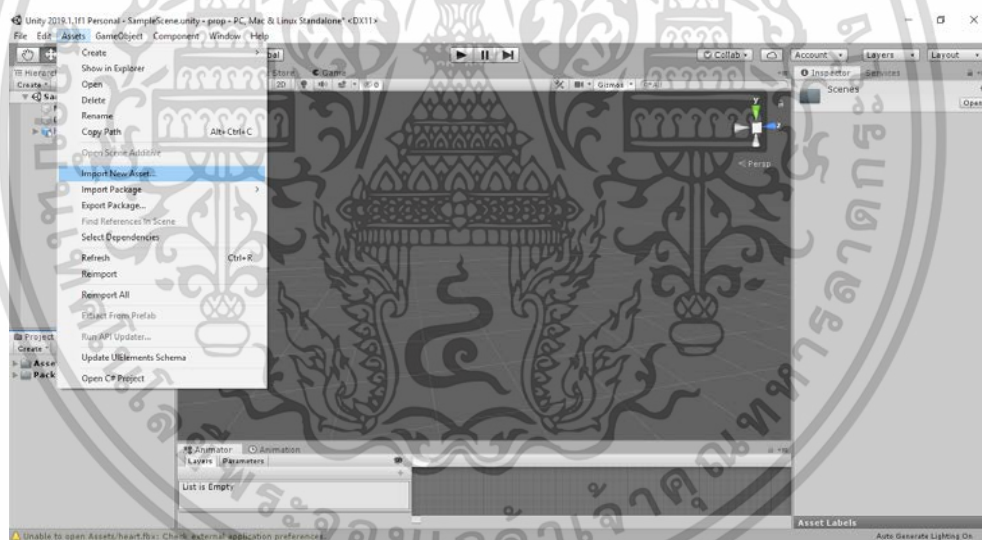
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.6.11 ขั้นตอนการเรนเดอร์โมเดลที่ทำงานเสร็จเรียบร้อยแล้วเป็นไฟล์ .FBX โดยการ Export file โมเดลจากโปรแกรม Autodesk MAYA เพื่อนำไปใช้งานต่อในโปรแกรม Unity



รูปที่ 3.12 ตัวอย่างไฟล์โมเดล .FBX

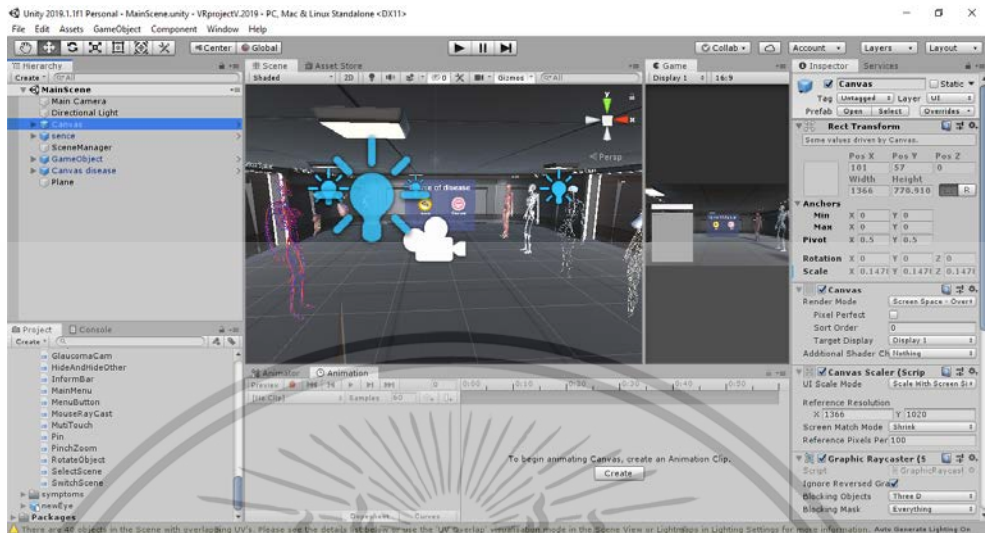
3.1.6.12 เปิดโปรแกรม Unity และ Import ไฟล์โมเดล .FBX ที่สร้างจากโปรแกรม Auto MAYA เข้าสู่โปรแกรม Unity เพื่อนำโมเดลไปทำงานต่อในขั้นตอนอื่น



รูปที่ 3.13 การ Import ไฟล์โมเดลเข้าสู่โปรแกรม Unity

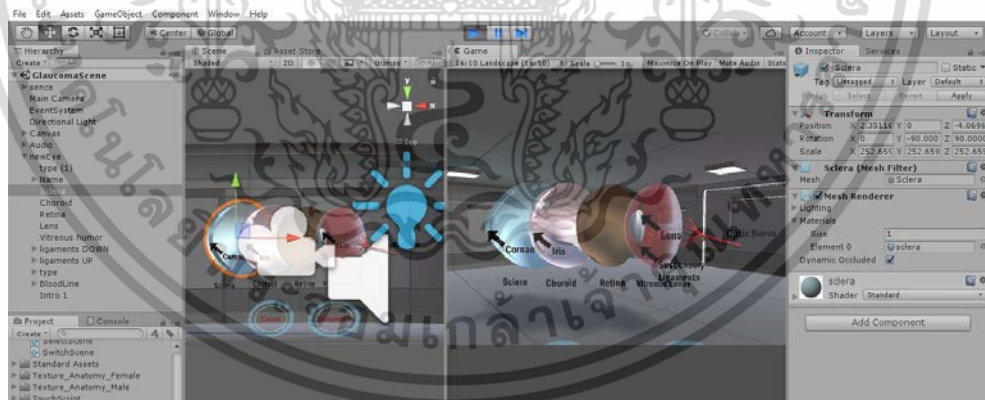
3.1.6.13 ขั้นตอนการรวบรวมโมเดลที่สร้าง มาจัดวางในหน้า Scene เดียวกัน สร้างขึ้นมาเป็น Main Scene

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.14 การรวมโมเดลทั้งหมดใน Scene หลัก

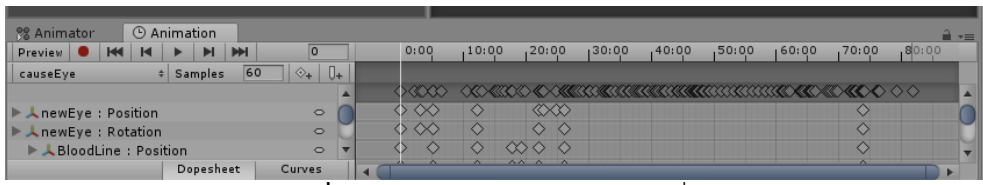
3.1.6.14 ส่วนของ Scene แอนิเมชัน ให้ทำการสร้าง New Scene ขึ้นมาใหม่และจัดวางโมเดลในหน้าแอนิเมชัน องค์ประกอบทั้งหมดได้แก่ โมเดลอวัยวะ Canvas, Button, Sound Button และ Text



รูปที่ 3.15 หน้าการจัดวางองค์ประกอบของหน้าแอนิเมชัน

3.1.6.15 ขั้นตอนสร้างการเคลื่อนไหวของโมเดลในแต่ละ Frame ให้โมเดลขยับเป็น Animation โดยการวางตำแหน่งของโมเดลแต่ละชิ้นแล้วทำการพล็อตเวลาที่จะให้โมเดลนั้นไปอยู่ในตำแหน่งที่ต้องการ โดยทำงานที่แถบ Animation ด้านล่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.16 ตัวอย่างการสร้างแอนิเมชั่น

3.1.6.16 ขั้นตอนการสร้าง Animator เพื่อควบคุมการเล่นของแอนิเมชั่นที่สร้างขึ้น



รูปที่ 3.17 โมเดลการจำลองฉากสามมิติ

3.1.6.17 ขั้นตอนการใส่โค้ดคำสั่ง ในการสั่งการของ Botton ต่าง ๆ ที่มีการกดเพื่อแสดง Content หรือแอนิเมชั่น หรือเสียง

```

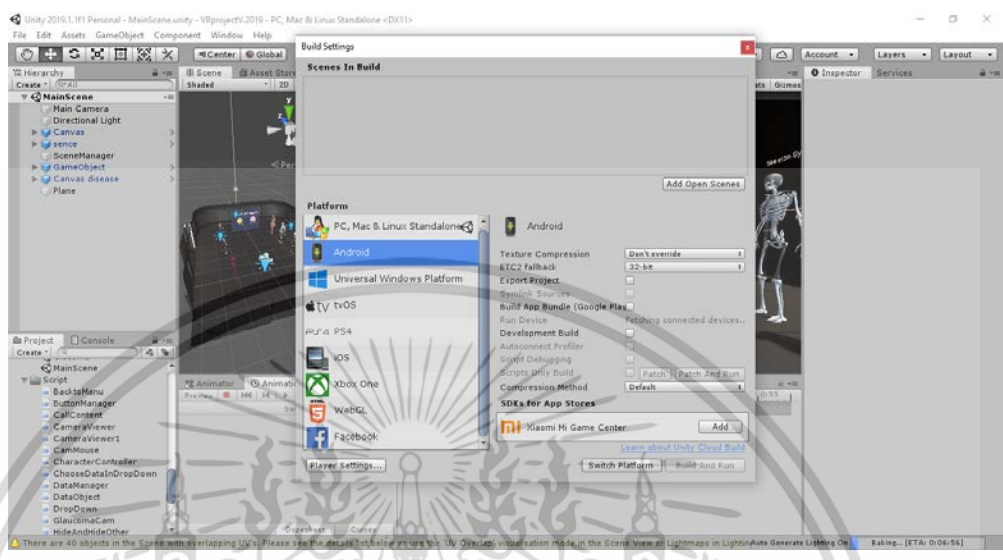
1  using System.Collections;
2  using System.Collections.Generic;
3  using UnityEngine;
4
5  public class GlucomaCam : MonoBehaviour
6  {
7
8      Vector2 mousefade;
9      Vector2 smoothX;
10     public float sensitive = 5.0f;
11     public float smooth = 1.0f;
12
13     GameObject Disease;
14
15     // Use this for initialization
16     void Start()
17     {
18         //Disease = this.transform.parent.gameObject;
19     }
20
21     // Update is called once per frame
22     void Update()
23     {
24         var md = new Vector2(Input.GetAxisRaw("Mouse X"), Input.GetAxisRaw("Mouse Y"));
25
26         md = Vector2.Scale(md, new Vector3(sensitive * smooth, sensitive * smooth));
27         smoothX = Mathf.Lerp(smoothX, md.x, 1f / smooth);
28         smoothY = Mathf.Lerp(smoothY, md.y, 1f / smooth);
29
30         mousefade += smoothX;
31
32         transform.localRotation = Quaternion.AngleAxis( mousefade.y, Vector3.right);
33         //character.transform.localRotation = Quaternion.AngleAxis(mouselook.x, character.transform.up);
34     }
35
36 }

```

รูปที่ 3.18 ตัวอย่างโค้ดคำสั่งที่ใช้ในงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.6.18 ขั้นตอนการ Built งานเพื่อใช้เปิดใช้งานกับแว่น VR ในการบิ้วนั้นจำเป็นจะต้องเชื่อมต่อกับแว่น เพื่อโอนถ่ายข้อมูลไปยังแว่นเสมือนเป็นแอนดรอย



รูปที่ 3.19 ขั้นตอนการ Built โปรเจคสู่แว่น VR

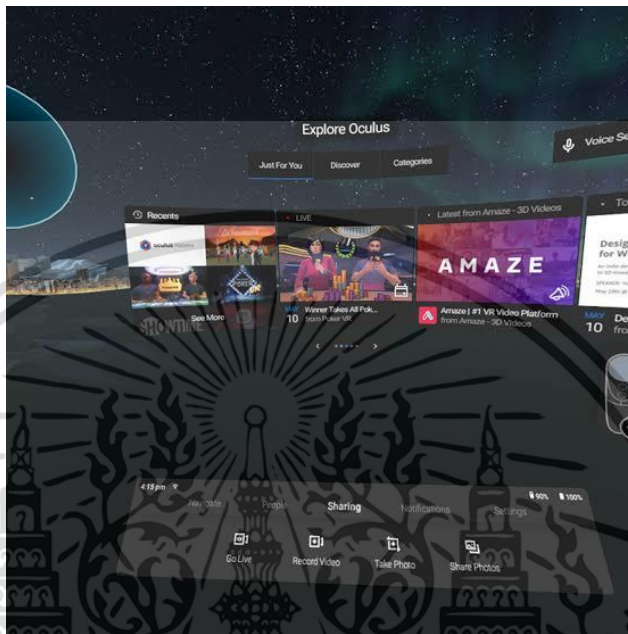
ขั้นตอนการ Built งานเข้ากับอุปกรณ์นั้นจำเป็นจะต้องเชื่อมต่อสาย USB เช่นเดียวกับการเชื่อมต่อระบบแอนดรอยกับมือถือ เพื่อเปิดการโอนถ่ายข้อมูลจากที่หนึ่งสู่อีกที่หนึ่ง



รูปที่ 3.20 ขั้นตอนการเชื่อมต่อแว่น VR เพื่อถ่ายโอนข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.6.19 ขั้นตอนการเปิดการใช้งานแว่น VR เพื่อทดสอบการใช้งาน โดยแว่น VR จะประกอบด้วย รีโมทคอนโทรลเป็นเสมือนจอยบังคับ ทำการทดสอบการใช้งานเสียง รีโมท และภาพ จากนั้นทำการทดสอบ ความหวังในการเข้าแอปพลิเคชัน



รูปที่ 3.21 การทดสอบการใช้งานแว่น VR

3.1.6.20 ขั้นตอนการทดลองใช้งานผ่านแว่น VR โดยใช้รีโมทคอนโทรลเป็นตัวควบคุมสั่งการ เมื่อเข้าแอปพลิเคชันหน้าแรกจะเจอหน้าเมนหลักซึ่งเป็นหน้าที่รวมโมเดลระบบต่าง ๆ ของร่างกายไว้ และส่วนตรงกลางนั้นสามารถเข้าไปเลือกดูโรคต่าง ๆ ได้ผ่านการกดปุ่ม icon แต่ละโรค



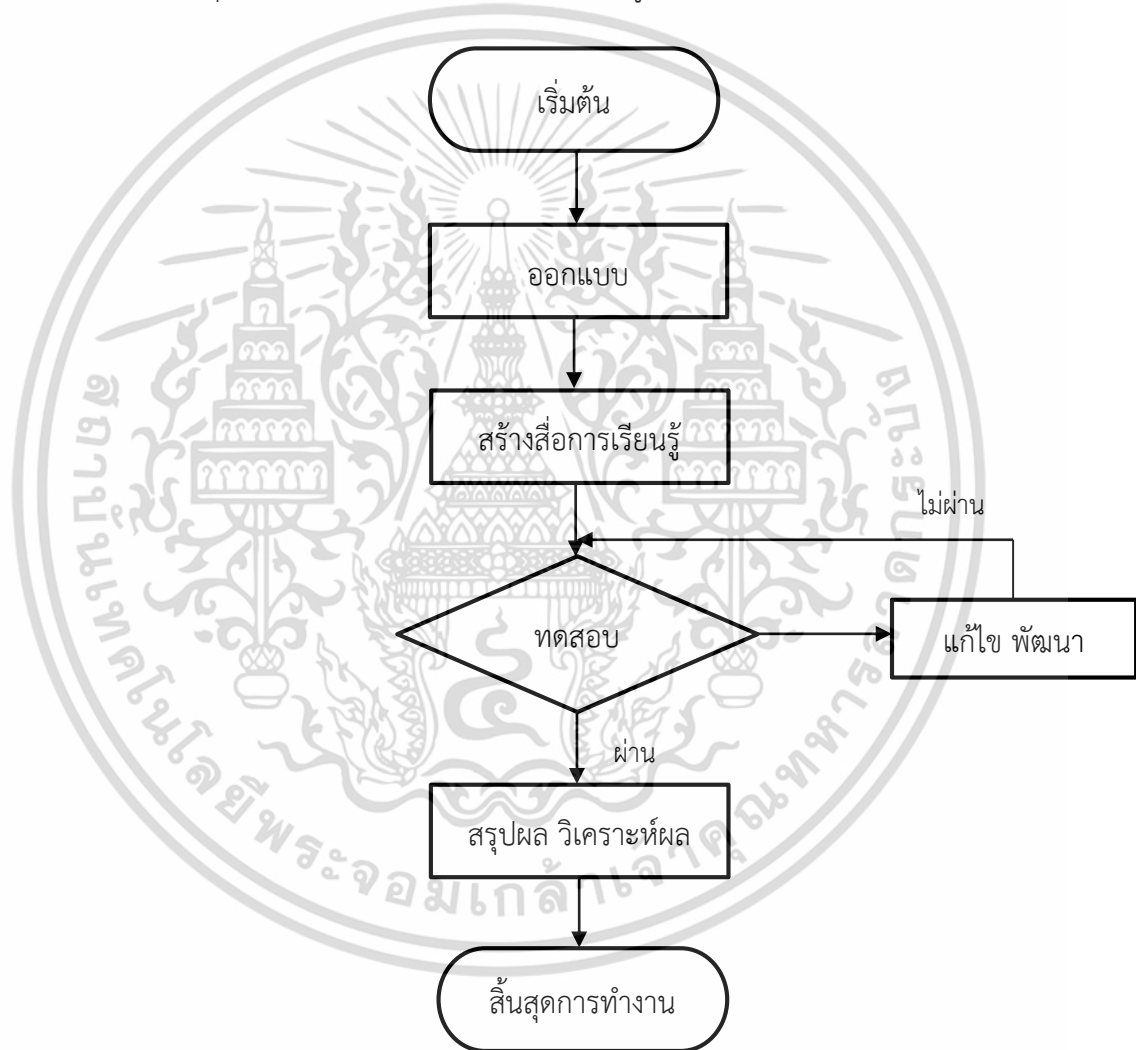
รูปที่ 3.22 การใช้งานโปรแกรมผ่านแว่น VR

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.1.7 ขั้นตอนทดลองการใช้งาน

3.1.7.1 ผู้จัดทำได้ทำการทดสอบ โดยนำสื่อการเรียนรู้สื่อการเรียนรู้อายวภาคศาสตร์ มนุษย์และสรีรวิทยาด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนที่สมบูรณ์มาทดสอบใช้จริงเพื่อหาข้อผิดพลาดแล้วนำไปปรับปรุงแก้ไข

3.1.7.2 ให้ผู้ใช้งานได้ทดสอบและประเมินจากการใช้งานจริงของสื่อการเรียนรู้อายวภาคศาสตร์ มนุษย์และสรีรวิทยาด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนที่เสร็จแล้ว และนำคำติชมหรือข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไข เพื่อพัฒนาให้ระบบมีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น



รูปที่ 3.23 แสดงโฟลว์ชาร์ตการทดสอบ และปรับปรุงงานสื่อการเรียนรู้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในประเมิน

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินสามารถแบ่งได้ ดังนี้

#### 3.2.1 ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินคุณภาพด้านเนื้อหา

3.2.1.1 รวบรวมข้อมูล และศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องเพื่อกำหนดเป็นแนวทางการสร้างแบบประเมินคุณภาพของงาน

3.2.1.2 วิเคราะห์ประเด็นต่าง ๆ ที่ต้องการให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินโครงสร้างสื่อการเรียนรู้กายวิภาคศาสตร์มนุษย์และสรีรวิทยาด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือน

3.2.1.3 ออกแบบ และสร้างแบบประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาและรายละเอียด

3.2.2 ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินความพึงพอใจ และการประเมินผลสื่อการเรียนรู้โดยตรวจสอบผลที่เกิดขึ้นกับผู้ใช้

เป็นการหาประสิทธิภาพของผู้ใช้ที่มีต่อสื่อการเรียนรู้กายวิภาคศาสตร์มนุษย์และสรีรวิทยาด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนเครื่องมือที่ใช้สำหรับหาความพึงพอใจของผู้ใช้งาน คือ แบบประเมิน และการประเมินผลสื่อการเรียนรู้ที่ สร้างเพื่อกลุ่มตัวอย่างจำนวน 20 คน ซึ่งในการออกแบบสร้างแบบประเมิน และแบบทดสอบมีดังนี้

3.2.2.1 ศึกษาตัวอย่างแบบประเมิน และแบบทดสอบ ทำการศึกษาแบบประเมิน และแบบทดสอบของผู้อื่นที่เป็นโครงการใกล้เคียง

3.2.2.2 กำหนดประเด็นที่จะประเมิน กำหนดหัวข้อในการสร้างแบบประเมิน ผู้จัดทำต้องการประเมินเพื่อหาความพึงพอใจจากผู้ใช้งาน

3.2.2.3 ออกแบบ และสร้างแบบประเมินความพึงพอใจ โดยกำหนดระดับความพึงพอใจต่าง ๆ อยู่ในรูปของคะแนน ดังนี้

ตารางที่ 3.1 แสดงระดับความพึงพอใจอยู่ในรูปของคะแนน

ระดับ	ประเภท	คะแนน
1	พึงพอใจมากที่สุด	5 คะแนน
2	พึงพอใจมาก	4 คะแนน
3	พึงพอใจปานกลาง	3 คะแนน
4	พึงพอใจน้อย	2 คะแนน
5	พึงพอใจน้อยที่สุด	1 คะแนน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2.4 ให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบ เมื่อร่างแบบประเมิน และแบบทดสอบเสร็จแล้ว เพื่อตรวจหาความเหมาะสม และทำการแก้ไขแบบประเมิน แบบทดสอบให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นเมื่อแก้ไขแบบประเมิน และแบบทดสอบเสร็จแล้ว นำมาให้กลุ่มตัวอย่างทำการประเมิน

### 3.3 วิธีประเมิน และสอบถามงานสื่อการเรียนรู้

#### 3.3.1 วิธีการประเมินคุณภาพของสื่อการเรียนรู้

โดยประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ ได้แก่

อาจารย์ศิว สุขศรี อาจารย์ประจำหลักสูตรสาขาวิชาเทคโนโลยีมีเดีย (กลุ่มเอกเทคโนโลยีมีเดีย ชีวการแพทย์) โครงการร่วมบริหารหลักสูตรฯ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

คุณพรพรรณ ชด์ธาดา หัวหน้างานการพยาบาลตรวจพิเศษ โรงพยาบาลราชวิถี

#### 3.3.2 วิธีการประเมินความพึงพอใจต่อผู้ใช้งาน

ประเมินด้วยแบบสอบถามความพึงพอใจของผู้ใช้ ซึ่งผู้ตอบแบบสอบถามเป็นบุคคลทั่วไปในกรุงเทพมหานคร เป็นจำนวน 20 คน เพื่อประเมินผลสื่อการเรียนรู้โดยตรวจสอบผลที่เกิดขึ้นกับผู้ใช้ เป็นการหาประสิทธิภาพการทำงานของสื่อ และประเมินความน่าจะเป็นไปได้ในการเพิ่มความสนใจในด้านสุขภาพมากขึ้น

### 3.4 ขั้นตอนในการรวบรวมข้อมูล

#### 3.4.1 รวบรวมค่าเฉลี่ยจากการเก็บแบบประเมินโดยจะแบบประเมินจะแบ่งเป็น 3 ด้าน ได้แก่

3.4.1.1 แบบประเมินด้านเนื้อหา

3.4.1.2 แบบประเมินด้านการแสดงผล

3.4.1.3 แบบประเมินด้านอุปกรณ์

โดยจะคำนวณหาค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ตามเกณฑ์การประเมินคุณภาพของสื่อการเรียนรู้ตามหัวข้อต่าง ๆ ที่กำหนดไว้ โดยใช้สูตรทางสถิติคิดตามเกณฑ์คะแนนเฉลี่ยที่วิเคราะห์ได้

#### 3.4.2 แบบประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ จำนวน 20 คน

ให้ผู้ใช้ทดลองใช้งานสื่อการเรียนรู้ หลังจากนั้นทำแบบประเมินที่สร้างขึ้น เพื่อรวบรวมผลและเก็บข้อมูลมาทำการวิเคราะห์ผลความพึงพอใจต่อผู้ใช้งานต่อไป

### 3.5 วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลที่ได้จากการทดสอบกลุ่มตัวอย่างนั้นแบ่งข้อมูลเป็นข้อมูลที่ได้จากผู้ใช้งานสื่อการเรียนรู้อยู่โดยนำเอาข้อมูลเหล่านี้มาทำการหาค่าสถิติ และการวัดผล โดยใช้ทฤษฎีทางสถิติใช้การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาค่าต่าง ๆ ดังนี้

#### 3.5.1 การวิเคราะห์หาคุณภาพในแต่ละด้าน

3.5.1.1 นำข้อมูลคะแนนที่ได้จากการประเมินคุณภาพของสื่อการเรียนรู้อยู่ภายใต้วิภาคศาสตร์ มนุษย์และสรีรวิทยาด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือน โดยผู้เชี่ยวชาญมาทำการหาค่าเฉลี่ยในแต่ละด้าน

3.5.1.2 นำค่าเฉลี่ยของแต่ละด้านมาประเมินกับเกณฑ์วัดผลที่ได้กำหนดเพื่อวิเคราะห์ด้านต่าง ๆ ของสื่อการเรียนรู้อยู่ โดยเทียบกับคะแนนดังนี้

4.50 – 5.00 หมายถึง คุณภาพของสื่อการเรียนรู้อยู่ในระดับดีเยี่ยม

3.50 – 4.49 หมายถึง คุณภาพของสื่อการเรียนรู้อยู่ในระดับดี

2.50 – 3.49 หมายถึง คุณภาพของสื่อการเรียนรู้อยู่ในระดับปานกลาง

1.50 – 2.49 หมายถึง คุณภาพของสื่อการเรียนรู้อยู่ในระดับพอใช้

1.00 – 1.49 หมายถึง คุณภาพของสื่อการเรียนรู้อยู่ในระดับปรับปรุง

3.5.1.3 หาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของแต่ละด้านเพื่อนำมาวิเคราะห์หาความเชื่อถือของข้อมูลที่ได้

3.5.1.4 นำค่าเฉลี่ยของแต่ละหัวข้อมารวมกันแล้วหาค่าเฉลี่ยอีกครั้ง เพื่อวิเคราะห์หาคุณภาพของผู้เชี่ยวชาญโดยรวมทั้งหมดเทียบกับเกณฑ์วัดผลที่กำหนดไว้อีกครั้ง

#### 3.5.2 การวิเคราะห์หาความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่าง

3.5.2.1 นำข้อมูลค่าคะแนนที่ได้จากการประเมินความพอใจของกลุ่มตัวอย่างจำนวน 20 คนมาทำการหาค่าเฉลี่ยในแต่ละหัวข้อ

3.5.2.2 นำค่าเฉลี่ยแต่ละหัวข้อมาประเมินกับระดับคะแนนที่ได้ตั้งขึ้น เพื่อวิเคราะห์หาความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีสื่อการเรียนรู้อยู่

3.5.2.3 หาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานแต่ละหัวข้อเพื่อนำมาหาความน่าเชื่อถือ โดยค่าที่ทำได้ หากมีค่าเข้าใกล้ 0 แสดงว่ามีการกระจายข้อมูลน้อยนั่นคือข้อมูลเชื่อถือได้ การมีค่าเข้าใกล้ 1 แสดงว่าการกระจายข้อมูลไม่ไปในทางเดียวกันทำให้ข้อมูลไม่มีความน่าเชื่อถือ

3.5.2.4 นำค่าเฉลี่ยในแต่ละข้อมารวมกันแล้วหาค่าเฉลี่ยอีกครั้ง เพื่อวิเคราะห์หาความพึงพอใจของผู้ใช้ต่อสื่อการเรียนรู้อยู่ โดยเปรียบเทียบกับคะแนนดังนี้

ตารางที่ 3.2 แสดงเกณฑ์การประเมินระดับความพึงพอใจ

ระดับ	ระดับความพึงพอใจ
4.50 - 5.00	มากที่สุด
3.50 - 4.49	มาก
2.50 - 3.49	ปานกลาง
1.50 - 2.49	น้อย
1.00 - 1.49	น้อยที่สุด

## 3.5.3 สถิติที่นำมาใช้วิเคราะห์ข้อมูล

## 3.5.3.1 สูตรหาค่าเฉลี่ย (Mean)

$$\bar{x} = \frac{\sum fx}{\sum f}$$

เมื่อ

 $\bar{x}$ 

หมายถึง ค่าเฉลี่ย

 $f$ 

หมายถึง ความถี่

 $x$ 

หมายถึง จำนวนคะแนน

## 3.5.3.2 สูตรค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

$$S = \frac{\sqrt{N \sum fx^2 - (\sum fx)^2}}{N(N-1)}$$

เมื่อ

 $S$ 

หมายถึง ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

 $f$ 

หมายถึง ความถี่

 $x$ 

หมายถึง คะแนนแต่ละค่า

 $N$ 

หมายถึง จำนวนข้อมูล

## บทที่ 4

### ผลการดำเนินงาน

โครงการนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อออกแบบสื่อการเรียนรู้ทางการแพทย์ส่งเสริมพฤติกรรมการใช้เทคโนโลยีให้เกิดประโยชน์ต่อพฤติกรรมดูแลสุขภาพและหันมาให้ความสำคัญกับความรู้ทางการแพทย์มากขึ้น ซึ่งมีผลการดำเนินงานดังนี้

4.1 ผลการออกแบบสื่อการเรียนรู้กายวิภาคศาสตร์มนุษย์และสรีรวิทยาด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือน

4.1.1 ผลการออกแบบโมเดลสามมิติ

4.1.2 ผลการสร้างฉากและพื้นที่ในการวางโมเดล

4.1.3 ผลการสร้างแอนิเมชัน

4.1.4 ผลการสร้างชุดคำสั่ง

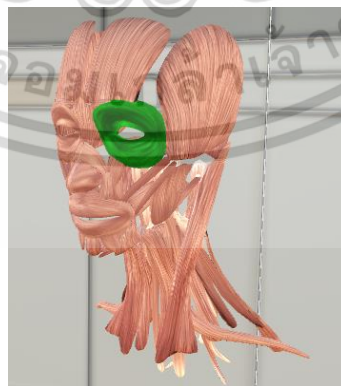
4.1.5 ผลการแสดงผลผ่านแว่น VR

4.2 ผลการวิเคราะห์การประเมินผลจากผู้ใช้งาน

4.1 ผลการออกแบบสื่อการเรียนรู้กายวิภาคศาสตร์มนุษย์และสรีรวิทยาด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือน

4.1.1 ผลการออกแบบโมเดลสามมิติ

ในขั้นตอนการออกแบบนี้เริ่มต้นตั้งแต่การออกแบบโครงร่าง ขึ้นรูปโมเดล เก็บรายละเอียด และลง texture ให้กับโมเดล การสร้างให้เสมือนจริงจึงต้องใช้เวลาในการเก็บรายละเอียดของสีและรูปร่างของโมเดล

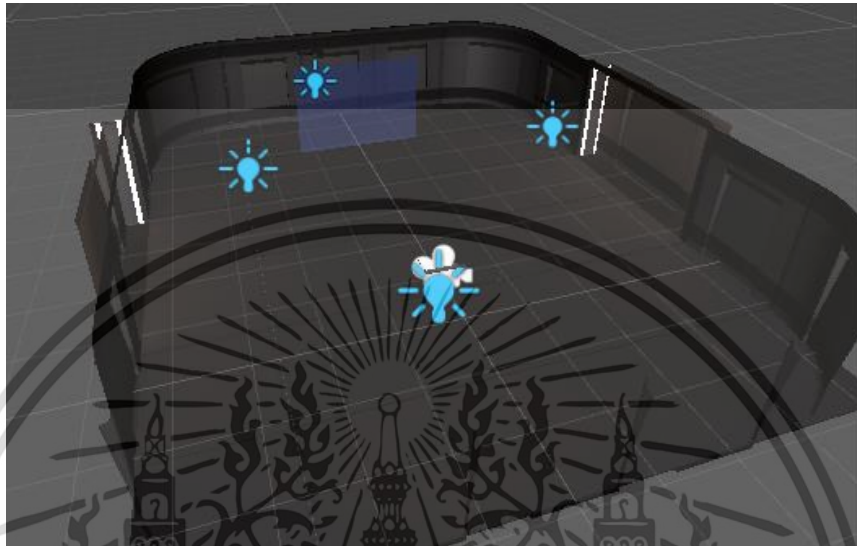


รูปที่ 4.1 ตัวอย่างโมเดลสามมิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.1.2 ผลการสร้างฉากและพื้นที่ในการวางโมเดล

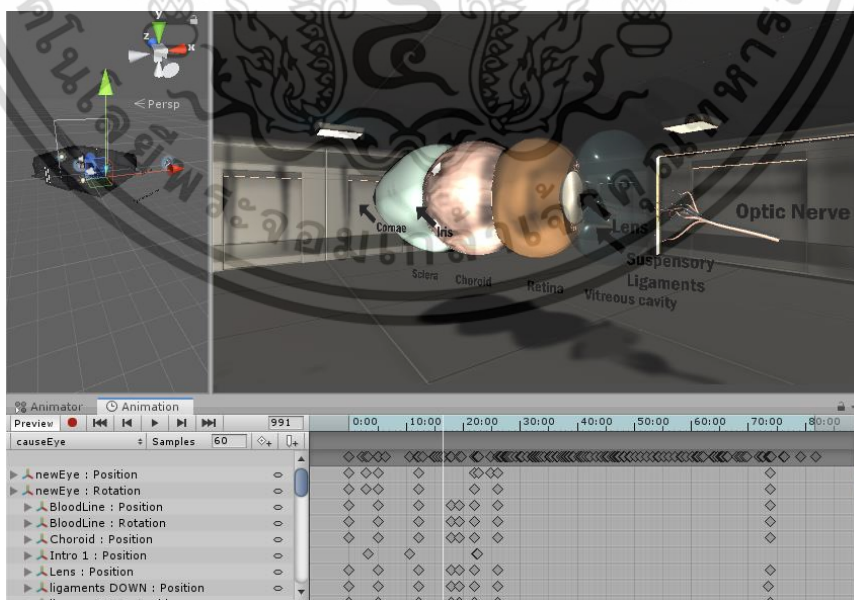
เป็นการสร้างฉากเพื่อการทำเบื้องหลังของโมเดลต่าง ๆ เพื่อเป็นพื้นที่ในการวางโมเดลต่าง ๆ และเครื่องมืออื่น ๆ



รูปที่ 4.2 ตัวอย่างโมเดลฉากสำเร็จ

#### 4.1.3 ผลการสร้างแอนิเมชัน

การวางแอนิเมชันให้กับโมเดลสามมิติ ทำให้โมเดลเกิดการขยับได้ เข้าถึงการอธิบายเป็นรูปแบบเคลื่อนไหวซึ่งเข้าใจง่ายกว่าแบบภาพนิ่ง

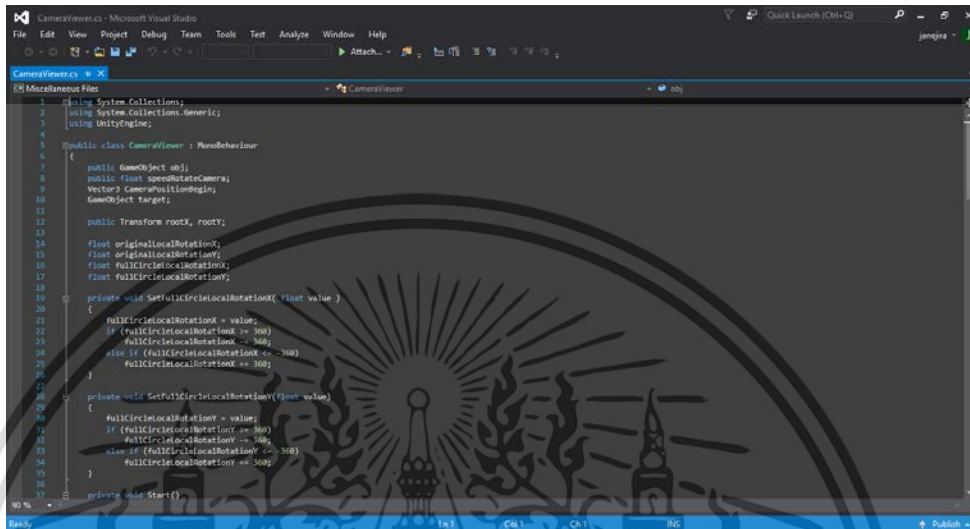


รูปที่ 4.3 ตัวอย่างแอนิเมชันแบบสำเร็จ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 4.1.4 ผลการสร้างชุดคำสั่ง

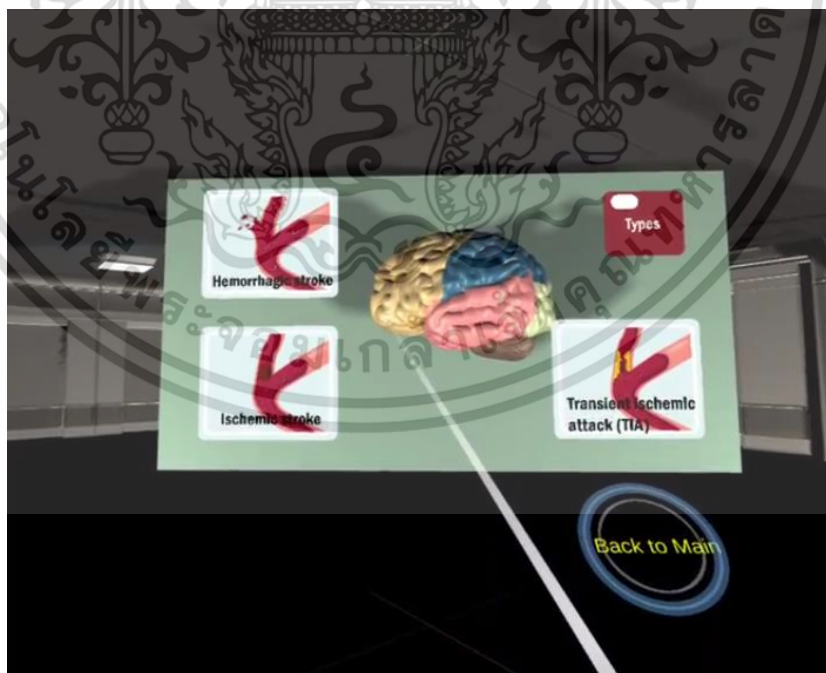
การสร้างชุดคำสั่งขึ้นมาเพื่อบังคับการทำงานอย่างเป็นขั้นตอน โดยจำเป็นต้องใช้ในการทำงานทั้งหมดของงานสื่อการเรียนรู้ เช่น คำสั่งเลื่อน คำสั่งคลิก คำสั่งเล่น คำสั่งเดิน



```
1 using System.Collections;
2 using System.Collections.Generic;
3 using UnityEngine;
4
5 public class CameraViewer : MonoBehaviour
6 {
7     public GameObject obj;
8     public float speedRotateCamera;
9     Vector3 CameraPositionBegin;
10    GameObject target;
11
12    public Transform rootX, rootY;
13
14    float originalLocalRotationX;
15    float originalLocalRotationY;
16    float fullCircleLocalRotationX;
17    float fullCircleLocalRotationY;
18
19    private void SetFullCircleLocalRotationX(float value)
20    {
21        fullCircleLocalRotationX = value;
22        if (fullCircleLocalRotationX >= 360)
23            fullCircleLocalRotationX -= 360;
24        else if (fullCircleLocalRotationX < -360)
25            fullCircleLocalRotationX += 360;
26    }
27
28    private void SetFullCircleLocalRotationY(float value)
29    {
30        fullCircleLocalRotationY = value;
31        if (fullCircleLocalRotationY >= 360)
32            fullCircleLocalRotationY -= 360;
33        else if (fullCircleLocalRotationY < -360)
34            fullCircleLocalRotationY += 360;
35    }
36
37    private void Start()
38    {
39    }
40 }
```

รูปที่ 4.4 ตัวอย่างชุดคำสั่งสคริป

### 4.1.5 ผลการแสดงผลผ่านแว่น VR



รูปที่ 4.5 ตัวอย่างการแสดงผลผ่านแว่น VR

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 4.2 ผลการวิเคราะห์การประเมินผลจากผู้ใช้งาน

4.2.1 การประเมินคุณภาพของสื่อการเรียนรู้กายวิภาคศาสตร์มนุษย์และสรีรวิทยาด้วยเทคโนโลยี ภาพเสมือนโดยผู้เชี่ยวชาญ แสดงไว้ในตารางที่ 4.1-4.4 ดังนี้

**ตารางที่ 4.1** ผลการประเมินของสื่อการเรียนรู้กายวิภาคศาสตร์มนุษย์และสรีรวิทยาด้วยเทคโนโลยี ภาพเสมือนโดยผู้เชี่ยวชาญ

รายการ	$\bar{x}$	S.D	ระดับ
<b>1. ด้านเนื้อหา</b>			
1.1 เนื้อหาที่นำเสนอมีความถูกต้องและเหมาะสม	4	0	ดี
1.2 เนื้อหาที่นำเสนอสามารถทำความเข้าใจได้ง่าย	4	0	ดี
1.3 เนื้อหาที่นำเสนอสามารถต่อยอดทางความรู้เพื่อนำไปพัฒนาการความรู้ความเข้าใจทางด้านสุขภาพและการแพทย์ได้	3.5	0.7	ดี
<b>เฉลี่ย</b>	<b>3.83</b>	<b>0.23</b>	<b>ดี</b>
<b>2. ด้านการแสดงผล</b>			
2.1 ภาพรวมของการแสดงโมเดลสามมิติมีความเหมาะสมกับอุปกรณ์ที่ใช้งาน	5	0	ดีมาก
2.2 องค์ประกอบรวม เช่น ภาพ โทนสี และเสียงมีผลต่อความน่าสนใจในการเรียนรู้ข้อมูลทางด้านสุขภาพและการแพทย์ได้	4	0	ดี
2.3 การแสดงแอนิเมชันของงานมีความลื่นไหลและสื่อสารเข้าใจง่าย	4.5	0.7	ดีมาก
<b>เฉลี่ย</b>	<b>4.5</b>	<b>0.23</b>	<b>ดีมาก</b>
<b>3. ด้านอุปกรณ์</b>			
3.1 ความเหมาะสมในการใช้อุปกรณ์	3	0	ดี
3.2 อุปกรณ์สามารถใช้งานได้ง่าย เหมาะกับผู้ใช้งานทุกเพศทุกวัย	4.5	0.7	ดีมาก
3.3 โดยรวมท่านคิดว่าการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนกับความรู้ทางด้านสุขภาพและการแพทย์สามารถพัฒนาต่อยอดไปได้มากกว่านี้อีก	4	0	ดี
<b>เฉลี่ย</b>	<b>3.83</b>	<b>0.23</b>	<b>ดี</b>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### ตารางที่ 4.2 สรุปผลการประเมินคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ

รายการ	$\bar{X}$	S.D	ระดับ
1. ด้านเนื้อหา	3.83	0.23	ดี
2. ด้านการแสดงผล	4.5	0.23	ดีมาก
3. ด้านอุปกรณ์	3.83	0.23	ดี
<b>เฉลี่ย</b>	<b>4.05</b>	<b>0</b>	<b>ดี</b>

จากตาราง 4.2 ผลการประเมินคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ แสดงให้เห็นว่า คุณภาพของสื่อการเรียนรู้อย่างวิทยาสาสตร์มนุษย์และสรีรวิทยาด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือน โดยด้านเนื้อหา มีค่าเท่ากับ 3.83 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.23 ด้านการแสดงผลมีค่าเท่ากับ 4.5 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.23 และด้านการใช้งานมีค่าเท่ากับ 4.83 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.23

4.2.2 การประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานสื่อการเรียนรู้อย่างวิทยาสาสตร์มนุษย์และสรีรวิทยาด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือน

ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานสื่อการเรียนรู้อย่างวิทยาสาสตร์มนุษย์และสรีรวิทยาด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือน โดยกลุ่มตัวอย่างจำนวน 20 คนแสดงไว้ที่ตาราง 4.3 ดังนี้

ตารางที่ 4.3 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานสื่อการเรียนรู้อย่างวิทยาสาสตร์มนุษย์และสรีรวิทยาด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือน

รายการ	$\bar{X}$	S.D	ระดับ
<b>1. ด้านเนื้อหา</b>			
1.1 เนื้อหาที่นำเสนอมีความถูกต้องและเหมาะสม	4.33	0.57	ดี
1.2 เนื้อหาที่มีรายละเอียดครอบคลุม ข้อมูลไม่เยิ่นเย้อจนเกินไป	3.66	0.57	ดี
1.3 เนื้อหาที่นำเสนอสามารถต่อยอดทางความรู้ เพื่อนำไปพัฒนาการความรู้ความเข้าใจทางด้านสุขภาพและการแพทย์ได้	4	1	ดี
<b>เฉลี่ย</b>	<b>3.99</b>	<b>0.71</b>	<b>ดี</b>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<b>2. ด้านการแสดงผล</b>			
2.1 องค์ประกอบภาพมีความน่าสนใจดึงดูดให้ใช้งาน	4.66	0.57	ดีมาก
2.2 ภาพรวมของการแสดงโมเดลสามมิติมีความเหมาะสมกับอุปกรณ์ที่ใช้งาน	4	0.57	ดี
2.3 การนำเสนอมีความเหมาะสมกับทั้งเด็กและผู้ใหญ่	4.33	0.57	ดี
<b>เฉลี่ย</b>	<b>4.33</b>	<b>0.57</b>	<b>ดี</b>
<b>3. ด้านการใช้งาน</b>			
3.1 สื่อการเรียนรู้ใช้งานง่าย และน่าสนใจ	4	0.57	ดี
3.2 เมื่อใช้งานแล้วมีความสนใจในด้านการแพทย์และสุขภาพมากขึ้น	4	0.57	ดี
3.3 โดยรวมท่านคิดว่าการประยุกต์เทคโนโลยีเพื่อใช้ส่งเสริมความรู้ด้านการแพทย์และสุขภาพมีประโยชน์มากน้อยเพียงใด	4.66	0.57	ดีมาก
<b>เฉลี่ย</b>	<b>4.22</b>	<b>0.57</b>	<b>ดี</b>

ตารางที่ 4.4 สรุปผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานสื่อการเรียนรู้กายวิภาคศาสตร์มนุษย์และสรีรวิทยาด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือน

รายการ	$\bar{x}$	S.D	ระดับ
1. ด้านเนื้อหา	3.99	0.71	ดี
2. ด้านการแสดงผล	4.33	0.57	ดี
3. ด้านการใช้งาน	4.22	0.57	ดี
<b>เฉลี่ย</b>	<b>4.18</b>	<b>0.08</b>	<b>ดี</b>

จากตารางที่ 4.4 ผลการประเมินโดยผู้ใช้งาน แสดงให้เห็นว่า คุณภาพของสื่อการเรียนรู้กายวิภาคศาสตร์มนุษย์และสรีรวิทยาด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือน ทุกด้านอยู่ในระดับดี โดยด้านเนื้อหา มีค่าเท่ากับ 3.99 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.71 ด้านการแสดงผลมีค่าเท่ากับ 4.33 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.57 และด้านการใช้งานมีค่าเท่ากับ 4.22 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.57

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 5

### สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การดำเนินงานเรื่องสื่อการเรียนรู้กายวิภาคศาสตร์มนุษย์และสรีรวิทยาด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือน (Instructional Media Human Anatomy and Physiology using Virtual Reality) สามารถสรุปและอภิปรายผลได้ ดังนี้

5.1 สรุปผลงานวิจัย

5.2 อภิปรายผล

5.3 ข้อเสนอแนะ

#### 5.1 สรุปผล

จากการประเมินคุณภาพและความพึงพอใจในด้านต่าง ๆ และการวัดประสิทธิภาพของการทำงาน โดยผู้เชี่ยวชาญ และกลุ่มตัวอย่างดังนี้

5.1.1 การออกแบบและสร้างสื่อการเรียนรู้กายวิภาคศาสตร์มนุษย์และสรีรวิทยาด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือน มีวัตถุประสงค์เพื่อต้องการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีให้เกิดประโยชน์เพื่อเป็นอีกหนึ่งทางเลือกในการส่งเสริมการดูแลสุขภาพของบุคคลทั่วไป เมื่อทำการออกแบบและสร้างผลงานเสร็จแล้วจึงได้ทำการนำไปทดลองใช้งานเพื่อวัดคุณภาพของงาน โดยได้ผลสรุปจากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญดังนี้ คุณภาพของงานอยู่ในเกณฑ์ที่ดีคือ ค่าเฉลี่ยของคุณภาพทั้ง 3 ด้าน ได้แก่ ด้านเนื้อหา ด้านการแสดงผล และด้านอุปกรณ์ ผลออกมาอยู่ที่ค่าเฉลี่ย 4.05

ตารางที่ 5.1 แสดงผลสรุประดับการประเมินผลจากผู้เชี่ยวชาญ

รายการ	$\bar{x}$	S.D	ระดับ
1. ด้านเนื้อหา	3.83	0.23	ดี
2. ด้านการแสดงผล	4.5	0.23	ดีมาก
3. ด้านอุปกรณ์	3.83	0.23	ดี
เฉลี่ย	4.05	0	ดี

5.1.2 ในส่วนของการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานนั้น ได้ทำการสุ่มกลุ่มตัวอย่างจากแหล่งต่าง ๆ ทั้งในโรงพยาบาล สถานประกอบการอื่น ๆ วัตถุประสงค์ก็เพื่อต้องการกระจายเป้าหมายและความหลากหลายทางความต้องการเรื่องข้อมูลการส่งเสริมสุขภาพ ซึ่งหลังจากที่ทำการประเมินภาพโดยรวมของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผู้ใช้งานนั้น สรุปผลได้ดังนี้ การประเมินทุกด้านคือ ด้านเนื้อหา ด้านการแสดงผล และด้านการใช้งาน ล้วนอยู่ในเกณฑ์ดี โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.18 ซึ่งอยู่ในระดับพึงพอใจมาก

ตารางที่ 5.2 แสดงผลสรุประดับการประเมินผลจากผู้ใช้งาน

รายการ	$\bar{X}$	S.D	ระดับ
1. ด้านเนื้อหา	3.99	0.71	ดี
2. ด้านการแสดงผล	4.33	0.57	ดี
3. ด้านการใช้งาน	4.22	0.57	ดี
เฉลี่ย	4.18	0.08	ดี

## 5.2 อภิปรายผล

เนื่องจากได้ทำการสำรวจความพึงพอใจและประเมินผลคุณภาพของสื่อการเรียนกายวิภาคศาสตร์ มนุษย์และสรีรวิทยาด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือน เสร็จเรียบร้อยแล้วและได้ทำการเก็บข้อมูลเพื่อนำมาวิเคราะห์ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ โดยอภิปรายผลตามประเด็นหลักดังนี้

5.2.1 จากผลประเมินคุณภาพ พบว่า ด้านเนื้อหา มีเกณฑ์อยู่ในระดับดี ( $\bar{X} = 3.83$ ) แสดงให้เห็นว่า ผู้เชี่ยวชาญมีความเข้าใจในเนื้อหาที่นำเสนอในงานได้ง่าย มีความเหมาะสมของเนื้อหาดีไม่เยอะและไม่น้อยจนเกินไป ซึ่งข้อมูลเนื้อหาที่นำเสนอไปยังสามารถต่อยอดเพื่อนำไปพัฒนาความรู้ความเข้าใจด้านสุขภาพและการแพทย์ได้ และในส่วนถัดมาเป็นการประเมินด้านการแสดงผลของงาน มีเกณฑ์อยู่ในระดับดีมาก ( $\bar{X} = 4.5$ ) ซึ่งแสดงให้เห็นได้ว่า ภาพรวมของการแสดงผลโมเดลสามมิติที่ใช้ในงานสื่อการเรียนรู้นี้มีความเหมาะสม รวมทั้งองค์ประกอบต่าง ๆ เช่น เสียงหรือคำอธิบาย โทนสี ทำให้โดยรวมมีความน่าสนใจมากยิ่งขึ้นน่าเรียนรู้มากขึ้น เข้าใจง่ายเนื้อหาทั้งในรูปแบบของคำอธิบายหรือแอนิเมชันต่าง ๆ สุดท้ายคือด้านอุปกรณ์ที่ใช้ในงาน จะมีผลอยู่ในเกณฑ์ดี ( $\bar{X} = 3.83$ ) ความเหมาะสมของอุปกรณ์ยังคงอยู่ในเกณฑ์ดี แต่เนื่องจากเทคโนโลยีมีความก้าวหน้าไปไว จึงอาจทำให้มีอุปกรณ์ใหม่ ๆ ที่สามารถใช้งานประเภทนี้ได้ดีกว่านี้ แต่เนื่องจากแว่น VR เป็นสิ่งที่หลายๆคนรู้จักและเคยใช้งานจึงทำให้เข้าถึงผู้ใช้ได้ง่ายโดยรวมแล้วการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเข้ากับศาสตร์ทางการแพทย์ หรือการใช้เพื่อส่งเสริมด้านสุขภาพ หรืออื่น ๆ ที่ไม่ควรหยุดนิ่งเนื่องจากยังสามารถพัฒนาไปได้อีกหลายรูปแบบ เพราะเทคโนโลยีกลายเป็นปัจจัยหนึ่งของสังคมไทยไปแล้ว

### 5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 เทคโนโลยีภาพเสมือนนอกจากการประยุกต์ใช้งานการแพทย์และสุขภาพแล้ว ยังสามารถประยุกต์ใช้กับศาสตร์อื่น ๆ ได้อีกมากมาย เป็นประโยชน์ต่อการเรียนรู้ของผู้ใช้งาน

5.3.2 ภายในประเทศมีการนำเอาความรู้และเทคโนโลยีใหม่มากมาย แต่ยังไม่ค่อยมีผู้ทราบถึงประโยชน์และขีดจำกัดของอุปกรณ์และนวัตกรรม จึงควรพัฒนาความรู้ใหม่ ๆ อยู่ตลอด

5.3.3 การถ่ายทอดสิ่งที้ออกแบบมาเป็นสื่อการเรียนรู้ ที่สามารถใช้งานได้จริง โดยทดสอบการใช้งานเบื้องต้นกับกลุ่มตัวอย่าง เพื่อค้นหาปัญหาและอุปสรรคจากการสังเกตและสอบถามผู้เรียน โดยกลุ่มตัวอย่างอาจเป็นผู้เรียนที่มีผลการเรียนแตกต่างกัน เช่น มีผลการเรียนดี ปานกลาง และไม่ดี เนื่องจากการเลือกกลุ่มตัวอย่างที่ละกันจะช่วยให้ผู้ออกแบบสื่อการเรียนรู้ ได้เห็นปัญหาที่เกิดขึ้นกับผู้เรียนในแต่ละระดับแล้วนำข้อมูลที่ได้ไปแก้ไขพัฒนาเพื่อให้เกิดข้อบกพร่องน้อยที่สุดก่อนนำไปใช้จริงพร้อมทั้งจัดทำคู่มือการใช้งานเพื่อประกอบการจัดการเรียนการสอน

5.3.4 ควรเพิ่มแบบทดสอบวัดความรู้สำหรับผู้ใช้งาน เพื่อวัดความเข้าใจก่อนและหลังใช้งาน เพื่อทดสอบความรู้ความเข้าใจก่อนและหลังจากการใช้งาน

5.3.5 สื่อการเรียนรู้เป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนรู้ ของผู้เรียนจากการจัดการเรียนการสอนของผู้สอนโดยมีเนื้อหาความรู้เป็นพื้นฐานที่สำคัญและจัดกระทำสิ่งแวดล้อมให้เหมาะสมกับบริบทของผู้เรียนซึ่งสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการศึกษาทางการแพทย์ได้

## เอกสารอ้างอิง

- [1] ดร.ฉติมา บุญเจริญ. 2556. “แนวโน้มใหม่ของเทคโนโลยีสุขภาพ.” **วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี**. 5(5) : 25-26.
- [2] วันเพ็ญ แววีรคูปต์. 2547. “ผู้สูงอายุและสัมพันธ์ภาพกับครอบครัว: ภาพสะท้อนจากวรรณกรรมไทย.” **กลยุทธ์การสร้างเสริมสุขภาพในสถานประกอบการ:วารสารพยาบาลสาธารณสุข**. 33(1) : 79-87.
- [3] ภาสกร เรืองรอง, ประหยัด จิระวงพงค์ และคณะ. 2557. “เทคโนโลยีการศึกษากับครูไทยในศตวรรษที่ 21.” **Panyapiwat Journal**. 5 : 195-207.
- [4] วิวัฒน์ มีสุวรรณ. 2554. “การเรียนรู้ด้วยการสร้างโลกเสมือนผสานโลกจริง.” **วารสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยรัตนนคร**. 2 : 120-127.
- [5] Flashfly, Unity game engine [Online], Available: <http://www.flashfly.net/wp/?p=84353> [วันที่สืบค้น 10 มิถุนายน 2561].
- [6] AutoDesk Maya, โปรแกรมทำแอนิเมชัน 3D ขั้นสูง [Online], Available: <https://www.itgenius.co.th/article/AutoDesk-Maya-.html> [วันที่สืบค้น 10 มิถุนายน 2561].
- [7] CDC., Global Health – Thailand [Online], Available: <https://www.cdc.gov/globalhealth/countries/thailand/default.html> [วันที่สืบค้น 11 กุมภาพันธ์ 2562]
- [8] Bhone Myint Kyaw<sup>1</sup>, MBBS, PhD, Nakul Saxena<sup>2</sup>, PhD. 2562. “Virtual Reality for Health Professions Education: Systematic Review and Meta-Analysis by the Digital Health Education Collaboration.” **J Med Internet Res** 2019. 21(1) : 2562.
- [9] Hussain Alyami<sup>1,2</sup>, MBChB, FRANZCP, PGDCBT ; Mohammed Alawami<sup>3</sup>, MBChB, FRACP. 2562. “Impact of Using a 3D Visual Metaphor Serious Game to Teach History-Taking Content to Medical Students: Longitudinal Mixed Methods Pilot Study.” **JMIR Serious Games** 2019. 7(3) : 2562.
- [10] Judith Ann Buchanan, Ph.D., D.M.D. “Use of simulation technology in dental education.” **Journal of Dental Education**. 65(11) : 1225-1231

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## รหัสโปรแกรม Visual Studio C# ควบคุมการทำงาน

```

using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;
using UnityEngine.UI;
using System.Linq;

[System.Flags]
public enum AnatomySystem
{
    SKIN,
    DIGESTIVE,
    MUSCULAR,
    REPRODUCTIVE,
    RESPIRATORY,
    URINARY,
    SKELETON,
    CIRCULATION,
    NERVOUS
}

public enum GameState
{
    NONE,
    HIDE,
    HIDE_OTHER
}

public class DataObject : MonoBehaviour
{
    public static DataObject Instance;

    int layerNumber = 0; // Compare layer
    public Dropdown dropdown;

    public List<Transform> parentData;

    private List<Renderer> allData = new List<Renderer>();
    private Dictionary<string, List<Renderer>> mainData = new Dictionary<string, List<Renderer>>();
    private Dictionary<GameObject, Color> matData = new Dictionary<GameObject, Color>();
    private Dictionary<string, Renderer> uniqueData = new Dictionary<string, Renderer>();

    private List<Renderer> clickedObject = new List<Renderer>();

    private GameState gameState = GameState.NONE;

    [HideInInspector]
    public AnatomySystem currentSystem;

    private void Awake()

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

{
    Instance = this;
}

private void Start()
{
    currentSystem = AnatomySystem.SKELETON;
    Compile();
}

void Compile()
{
    foreach(var parent in parentData)
    {
        mainData[parent.name] =
parent.GetComponentsInChildren<Renderer>().ToList();
        if(mainData[parent.name][0].tag == "Root")
        {
            mainData[parent.name].RemoveAt(0);
        }

        allData.AddRange(mainData[parent.name]);

        foreach(var ren in mainData[parent.name])
        {
            matData[ren.gameObject] = ren.material.color;
            uniqueData[ren.name] = ren;
        }
    }
}

public void Click(string name)
{
    clickedObject.Clear();
    Reset();
    // Add Item to Clicked Object
    GameObject obj = uniqueData[name].gameObject;

    clickedObject.AddRange(obj.GetComponentsInChildren<Renderer>());

    // Set Clicked Object to Green
    foreach(var ren in clickedObject)
    {
        ren.material.color = Color.gray;
    }

    // Add Item to dropdown
    Transform parent = obj.transform.parent;
    List<string> items = new List<string>();
    items.Add(obj.name);
    while(parent.tag != "Root")
    {
        items.Add(parent.gameObject.name);
        parent = parent.parent;
    }
    dropdown.ClearOptions();
    dropdown.AddOptions(items);
    dropdown.value = 0;
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

}

// Feature, HIDE and HIDE OTHER
public void Hide()
{
    if(gameState == GameState.HIDE)
    {
        ShowAll();
        return;
    }

    ShowAll();
    SetActiveClickedObject(false);
    gameState = GameState.HIDE;
}
public void HideOther()
{
    if(gameState == GameState.HIDE_OTHER)
    {
        ShowAll();
        return;
    }

    GetCurrentRoot().ForEach(ren => ren.enabled = false);
    SetActiveClickedObject(true);
    gameState = GameState.HIDE_OTHER;
}

// Reset & Show All
public void Reset()
{
    var list = GetCurrentRoot();
    GetCurrentRoot().ForEach(ren => ren.material.color = Color.white);
    ShowAll();
}
public void ShowAll()
{
    gameState = GameState.NONE;
    GetCurrentRoot().ForEach(ren => ren.enabled = true);
}

public void SwitchSystem(int anatomySystemIndex)
{
    if(MenuButton.check == true)
    {
        Reset();
        currentSystem = (AnatomySystem)anatomySystemIndex;
    }
    if(MenuButton.check == false)
    {
        if(MouseRayCast.objNow.layer != layerNumber)
        {
            int[] checkAnatomySystem = new int[9] { 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14,
15, 16 };
            for (int count = 0; count < 9; count++)

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

    {
        if (checkAnatomySystem[count] == MouseRayCast.objNow.layer)
        {
            currentSystem = (AnatomySystem)count;
        }
    }
    layerNumber = MouseRayCast.objNow.layer;
}
}

// Helper Method
private List<Renderer> GetCurrentRoot()
{
    string n = parentData[(int)currentSystem].gameObject.name;
    return mainData[n];
}

private void SetActiveClickedObject(bool state)
{
    clickedObject.ForEach(ren => ren.enabled = state);
}
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ศว-๑๐๐2.1/๑๖



วิศวกรรมชีวการแพทย์ คณะวิศวกรรมศาสตร์  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
เลขที่ 1 ซอยฉลองกรุง 1 ถนนฉลองกรุง  
เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10250

31 ตุลาคม 2562

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญประเมินคุณภาพ

เรียน อาจารย์ศิวัช สุขศรี อาจารย์ประจำหลักสูตรสาขาวิชาเทคโนโลยีมีเดีย

โครงการร่วมบริหารหลักสูตรฯ (มีเดีย), มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

ด้วย นางสาวเจนจิรา เอื้อสุขอารี รหัสประจำตัว 60601073 นักศึกษาภาควิชาวิศวกรรมชีวการแพทย์ คณะ  
วิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ได้ดำเนินการจัดทำโครงการปริญญาโท  
เรื่อง ผลการประเมินของสื่อการเรียนรู้ออนไลน์วิทยาศาสตร์มนุษย์และสรีรวิทยาด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือน (Instructional  
Media Human Anatomy and Physiology using Virtual Reality) โดยมีผศ.ดร.สรินพร วิสิฐสัทธพงศ์ เป็นอาจารย์ที่  
ปรึกษา

ในการนี้ทางภาควิชาวิศวกรรมชีวการแพทย์ จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านให้เป็นผู้เชี่ยวชาญประเมินคุณภาพผลงาน  
พร้อมทั้งให้ข้อเสนอแนะในด้านต่างๆ เพื่อประกอบการจัดทำปริญญาโท ในเรื่องดังกล่าวข้างต้น และเป็นประโยชน์  
สูงสุดทางการศึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา ให้ความอนุเคราะห์ด้วย จะขอบคุณอย่างยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สรินพร วิสิฐสัทธพงศ์)

อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมชีวการแพทย์  
คณะวิศวกรรมศาสตร์

วิศวกรรมชีวการแพทย์

โทร. (02) 329-3844

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ จก ๗๐๒.๑/๑๑๔



วิศวกรรมชีวการแพทย์ คณะวิศวกรรมศาสตร์  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
เลขที่ 1 ซอยฉลองกรุง 1 ถนนฉลองกรุง  
เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10250

31 ตุลาคม 2562

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญประเมินคุณภาพ

เรียน คุณพรพรรณ ชัคคธาดา หัวหน้างานการพยาบาลตรวจพิเศษ โรงพยาบาลราชวิถี

ด้วย นางสาวเจนจิรา เอื้อสุขอารี รหัสประจำตัว 60601073 นักศึกษาภาควิชาวิศวกรรมชีวการแพทย์ คณะ  
วิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ได้ดำเนินการจัดทำโครงการปริญญาโท เรื่อง  
ผลการประเมินของสื่อการเรียนรู้กายวิภาคศาสตร์มนุษย์และสรีรวิทยาด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือน (Instructional Media  
Human Anatomy and Physiology using Virtual Reality) โดยมี ผศ. สรินพร วิสิฐสัทธพงศ์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา

ในการนี้ทางภาควิชาวิศวกรรมชีวการแพทย์ จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านให้เป็นผู้เชี่ยวชาญประเมินคุณภาพผลงาน  
พร้อมทั้งให้ข้อเสนอแนะในด้านต่างๆ เพื่อประกอบการจัดทำปริญญาโท ในเรื่องดังกล่าวข้างต้น และเป็นประโยชน์  
สูงสุดทางการศึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา ให้ความอนุเคราะห์ด้วย จะขอบคุณอย่างยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สรินพร วิสิฐสัทธพงศ์)  
อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมชีวการแพทย์  
คณะวิศวกรรมศาสตร์

วิศวกรรมชีวการแพทย์  
โทร. (02) 329-3844

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



### แบบประเมินผลงานของผู้เชี่ยวชาญ

การวิจัยเรื่อง สื่อการเรียนรู้กายวิภาคศาสตร์มนุษย์และสรีรวิทยาด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือน

#### ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ประเมิน

ผู้เชี่ยวชาญ..... สังกัด.....

ตอนที่ 2 การประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อสื่อการเรียนรู้กายวิภาคศาสตร์มนุษย์และสรีรวิทยาด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนโดยมีหัวข้อต่างๆ ดังนี้

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านมากที่สุดเพียงคำตอบเดียว  
( 5 = เห็นด้วยมากที่สุด, 4 = เห็นด้วยมาก, 3 = เห็นด้วยปานกลาง, 2 = เห็นด้วยน้อย และ 1 = เห็นด้วยน้อยที่สุด)

หัวข้อ	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
<b>1.ด้านเนื้อหา</b>					
1.1 เนื้อหาที่นำเสนอมีความถูกต้องและเหมาะสม					
1.2 เนื้อหาที่นำเสนอสามารถทำความเข้าใจได้ง่าย					
1.3 เนื้อหาที่นำเสนอสามารถต่อยอดทางความรู้ เพื่อนำไปพัฒนาการความรู้ความเข้าใจทางด้านสุขภาพและการแพทย์ได้					
<b>2. ด้านการแสดงผล</b>					
2.1 ภาพรวมของการแสดงโมเดลสามมิติมีความเหมาะสมกับอุปกรณ์ที่ใช้งาน					
2.2 องค์ประกอบรวม เช่น ภาพ โทนสี และเสียง มีผลต่อความน่าสนใจในการเรียนรู้ข้อมูลทางด้านสุขภาพและการแพทย์ได้ดี					
2.3 การแสดงแอนิเมชันของงานมีความลื่นไหลและสื่อสารเข้าใจง่าย					
<b>3. ด้านอุปกรณ์</b>					
3.1 ความเหมาะสมของการใช้อุปกรณ์					
3.2 อุปกรณ์สามารถใช้งานได้ง่าย เหมาะกับผู้ใช้งานทุกเพศทุกวัย					
3.3 โดยรวมท่านคิดว่าการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนกับความรูทางด้านสุขภาพและการแพทย์สามารถพัฒนาต่อยอดไปได้มากกว่านี้อีก					

#### ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะ

.....  
.....  
.....

ลงชื่อ.....

(.....)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



### แบบประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งาน

การวิจัยเรื่อง สื่อการเรียนรู้กายวิภาคศาสตร์มนุษย์และสรีรวิทยาด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือน

#### ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ประเมิน

ผู้เชี่ยวชาญ.....สังกัด.....

ตอนที่ 2 การประเมินความคิดเห็นของผู้ใช้งานต่อสื่อการเรียนรู้กายวิภาคศาสตร์มนุษย์และสรีรวิทยาด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนโดยมีหัวข้อต่างๆ ดังนี้

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านมากที่สุดเพียงคำตอบเดียว  
( 5 = เห็นด้วยมากที่สุด, 4 = เห็นด้วยมาก, 3 = เห็นด้วยปานกลาง, 2 = เห็นด้วยน้อย และ 1 = เห็นด้วยน้อยที่สุด)

หัวข้อ	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
<b>1.ด้านเนื้อหา</b>					
1.1 เนื้อหาที่น่าสนใจมีความถูกต้องและเหมาะสม					
1.2 เนื้อหาที่รายละเอียดครอบคลุม ข้อมูลไม่เยิ่นเย้อเกินไป					
1.3 เนื้อหาที่น่าสนใจสามารถต่อยอดทางความรู้ เพื่อนำไปพัฒนาการความรู้ความเข้าใจทางด้านสุขภาพและการแพทย์ได้					
<b>2. ด้านการแสดงผล</b>					
2.1 องค์ประกอบภาพมีความน่าสนใจดึงดูดให้ใช้งาน					
2.2 ภาพรวมของการแสดงผลมีมิติมีความเหมาะสมกับอุปกรณ์ที่ใช้งาน					
2.3 การนำเสนอมีความเหมาะสมกับทั้งเด็กและผู้ใหญ่					
<b>3. ด้านการใช้งาน</b>					
3.1 สื่อการเรียนรู้นี้ใช้งานง่าย และน่าสนใจ					
3.2 เมื่อใช้งานแล้วมีความสนใจในด้านการแพทย์และสุขภาพมากขึ้น					
3.3 โดยรวมท่านคิดว่าการใช้เทคโนโลยีเพื่อใช้ส่งเสริมความรู้ด้านการแพทย์และสุขภาพมีประโยชน์มากน้อยเพียงใด					

#### ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะ

.....  
.....  
.....

ลงชื่อ.....

(.....)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล นางสาวเจนจิรา เอื้อสุขอารี  
วัน เดือน ปีเกิด 16 ตุลาคม 2537  
ที่อยู่ 118/121 ซ.10/4 ถ.ตลิ่งชัน-สุพรรณบุรี ต.บางรักพัฒนา อ.บางบัวทอง นนทบุรี 11110  
ประวัติการศึกษา 2559 วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีมีเดีย (เอกชีวการแพทย์) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าอนบุรี  
ประสบการณ์การทำงานและผลงานวิจัย  
พ.ศ.2559-2560 ผู้ช่วยวิจัยงานของโครงการร่วม ฯ สาขาเทคโนโลยีมีเดียเอกชีวการแพทย์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าอนบุรี  
พ.ศ.2560-2561 ผู้ช่วยวิจัยแลป molecular ตึกปี คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมชีวการแพทย์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ปัจจุบัน Medical Equipment Product Specialist บริษัท สหทรัพย์เซอร์จิคอล จำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้