เอกสารประกอบการสอน

รายวิชา114201

หัวข้อ

- มหกายวิภาคศาสตร์ระบบไหลเวียนโลหิตและระบบน้ำเหลือง
- การวัดชีพจร ความดันโลหิต เสียงของหัวใจ และเฮมาโตคริต
- มหกายวิภาคศาสตร์ระบบหายใจและการทดสอบการทำงานของปอด

จัดทำโดย

ผศ.ดร.วารี วิดจายา

เอกสารนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการหนึ่งอาจารย์หนึ่งผลงาน

ประจำปี 2550

บทปฏิบัติการที่ 1
มหกายวิภาคศาสตร์
ระบบไหลเวียนโลหิต และระบบน้ำเหลือง
(Gross Anatomy of Cardiovascular and Lymphatic Systems)

วารี วิดจายา

ระบบไหลเวียนโลหิตประกอบด้วยหัวใจ เลือด และ หลอดเลือด หัวใจจะทำหน้าที่สูบฉีดเลือดผ่านตามหลอดเลือด arteries, capillaries และ vein โดยที่เลือดจะนำออกซิเจนไปให้กับเนื้อเยื่อ ส่วนคาร์บอน-ไดออกไซด์ก็จะถูกขับออกจากปอดแล้วออกนอกร่างกาย นอกจากนี้ก็ยังช่วยควบคุมอุณหภูมิ เมตาบอลิซึม และความสมดุลย์ของน้ำในร่างกายให้คงที่ และของเสียที่เกิดขึ้นก็จะถูกขับออกทางไต และปอด

ระบบน้ำเหลืองประกอบด้วยน้ำเหลือง หลอดน้ำเหลือง และต่อมน้ำเหลืองรวมทั้งอวัยวะที่เกี่ยวข้องกับต่อมน้ำเหลืองคือ ม้าม ต่อมทอนซิล และต่อมไทมัส หน้าที่ของระบบน้ำเหลืองคือ ช่วยขจัดสิ่งแปลกปลอม สารที่มีพิษรวมทั้งสร้างภูมิคุ้มกันให้กับร่างกาย

วัตถุประสงค์

1. นักศึกษาสามารถอธิบายโครงสร้างของระบบไหลเวียนโลหิตและระบบน้ำเหลืองตามลักษณะทางกายวิภาคได้
2. นักศึกษาสามารถอธิบายหน้าที่ของอวัยวะต่างๆที่อยู่ในระบบไหลเวียนโลหิตและระบบน้ำเหลืองได้
3. นักศึกษาสามารถนำไปใช้ประยุกต์กับวิชาอื่น ๆ ได้
4. นักศึกษาเข้าใจถึงพยาธิสภาพของโรคบางอย่างที่เกิดขึ้นได้

วัสดุอุปกรณ์

หุ่นจำลองของระบบไหลเวียนโลหิต และระบบน้ำเหลืองซึ่งมีขนาดและรูปร่างเทียบได้ใกล้เคียงกับของจริงในมนุษย์

วิธีการศึกษา

ให้นักศึกษาทำการศึกษาโครงสร้างและหน้าที่ของระบบไหลเวียนโลหิต และระบบน้ำเหลืองพร้อมกับบันทึกผลลงในแผ่นภาพของแต่ละกิจกรรม

ระบบไหลเวียนโลหิต

(Cardiovascular system)

หัวใจ (Heart) เป็นอวัยวะที่ตั้งอยู่ภายในช่องอกระหว่างปอดทั้ง 2 ข้างเหนือกระบังลม เมื่อมีการปฏิสนธิเกิดขึ้นหัวใจของตัวอ่อนจะเริ่มเต้นได้ระหว่างอาทิตย์ที่ 4 ของระยะตั้งครรภ์และจะเต้นต่อไปเรื่อย ๆ จนชั่วอายุขัยของคนคนนั้น โดยปกติแล้วหัวใจจะเต้นประมาณ 70-75 ครั้งต่อนาที หรือประมาณ 100,000 ครั้งต่อวัน

หัวใจจะบีบเลือดให้ไหลไปตามแขนงต่าง ๆ ของหลอดเลือดแดง (artery) ผ่านไปตามหลอดเลือดแดงที่เล็กลง (arterioles) จนไปถึงหลอดเลือดฝอย (capillaries) และส่งผ่านไปถึงเนื้อเยื่อ (tissue)

กิจกรรมที่ 1. ศึกษาตำแหน่งของหัวใจและกายวิภาคภายนอกและภายในของหัวใจ

หัวใจเป็นอวัยวะที่มีรูปร่างเหมือนกรวยสั้น (cone shape) และตั้งอยู่ตรงกลางของทรวงอก ส่วนยอด (apex) ของหัวใจจะอยู่ทางด้านล่างค่อนไปทางซ้ายและอยู่ระหว่างซี่โครงซี่ที่ 5 และที่ 6 ส่วนฐาน (base จะอยู่ทางข้างบนค่อนไปทางข้างขวาในระดับต่ำกว่าซี่โครงซี่ที่ 2

หัวใจจะวางอยู่ภายในช่องว่างที่เรียกว่า pericardial cavity และ ถูกหุ้มด้วยเยื่อหุ้มหัวใจ (pericardium) ที่เป็นชนิด serous membrane (ซึ่งจะเป็นผนัง 2 ชั้น คือ parietal และ visceral layers) ด้านนอกของ pericardial cavity จะเป็น parietal pericardium ซึ่งจะติดกับหัวใจในส่วนของ mediastinum ส่วนด้านในจะเป็น visceral pericardium หรือ epicardium ซึ่งอยู่ที่ผิวของหัวใจ

ผนังของหัวใจ แบ่งเป็น 3 ชั้น คือ

1. epicardium คือส่วน visceral pericardium นั่นเองอยู่ด้านนอก
2. myocardium เป็นชั้นกลางจะมีส่วนประกอบของ cardiac muscle fiber สานกันจนแน่นและในหนึ่งเซลล์ (cardiocyte) จะมี nucleus เพียงหนึ่งอันเรียก uninucleated และส่วนของ cardiocyte จะติดกับแขนงของ intercalated discs. ทำหน้าที่ในการสูบฉีดเลือด
3. endocardium เป็นชั้นในสุดที่มี simple squamous epithelial tissue บุติดต่อกับเยื่อบุผิวภายในหลอดเลือด

หัวใจแบ่งเป็น 4 ห้องคือ ห้องบน 2 ห้อง เรียกว่า atrium (right and left atrium) และ ห้องล่าง 2 ห้อง เรียกว่า ventricle (right and left ventricle) กล้ามเนื้อที่อยู่ด้านในของหัวใจห้องบนขวาเรียกว่า pectinate muscle และจะมีผนังกั้นตรงกลางเพื่อแบ่งหัวใจออกเป็นซีกซ้ายและซีกขวา เราเรียกผนังที่กั้นกลางนี้ว่า cardiac septum และ septum ที่กั้นระหว่าง right และ left atrium เรียกว่า interatrial septum ส่วนที่กั้นระหว่าง right และ left ventricle เรียกว่า interventricular septum การพับตัวของกล้ามเนื้อด้านในของหัวใจห้องล่าง

เรียก trabeculae carnae และส่วนที่เป็นร่องลึก (deep groove) ซึ่งกั้นระหว่าง atium กับ ventricle เรียกว่า coronary sulcus และใน sulcus นี้จะมี coronary arteries และ coronary veins พาดผ่านซึ่งหลอดเลือดเหล่านี้จะนำอาหารและขับพวกของเสียที่ผลิตขึ้นมา หัวใจทางซีกขวาจะรับเลือดดจากส่วนต่าง ๆ ของร่างกายเพื่อนำไปฟอกที่ปอด ส่วนหัวใจทางซีกซ้ายจะรับเลือดแดงที่มีออกซิเจนมาจากปอดเพื่อจะส่งไปเลี้ยงทั่วร่างกาย

หัวใจห้องบนขวาจะเป็นตำแหน่งของหลอดเลือดดำใหญ่ 2 เส้นมาเปิดคือ superior vena cava ซึ่งจะนำเลือดดำจากส่วนบนของร่างกาย (ศีรษะคอ หน้าอกและแขนทั้ง 2 ข้าง) มาเขาเข้า right artium ส่วนอีกเส้นหนึ่งคือ inferior vena cava ซึ่งจะนำเลือดดำจากส่วนล่างของร่างกาย (ลำตัว ขาทั้ง 2 ข้าง) มาเทเข้า right atrium เช่นกัน จาก right atriuim เลือดจะไหลเข้าไปยัง right ventricles แล้วสูบฉีดเข้าไปยัง pulmonary trunk ซึ่งจะมีแขนงของเส้นเลือดแดงใหญ่ คือ right และ left pulmonary คอยรับเลือดดำ (เลือดที่ขาดออกซิเจน) ส่งไปยังปอด แล้วปอดจะทำการฟอกเลือดดำให้เป็นเลือดแดง (เลือดที่มีออกซิเจน) แล้วจะส่งเลือดแดงไปทาง right และ left pulmonary veins อย่างละ 2 เส้น เพื่อส่งต่อไปยัง left atrium เลือดที่ไหลผ่านจาก left atrium ไปยัง left vertricle เราเรียกเป็น systemic circuit ต่อจากนั้นเลือดจาก left atrium ก็จะส่งต่อไปยัง left ventricle เพื่อสูบฉีดเข้า aorta ซึ่งเป็นหลอดเลือดแดงใหญ่แล้วส่งต่อไปยังเนื้อเยื่อ
ต่าง ๆ ทั่วร่างกาย

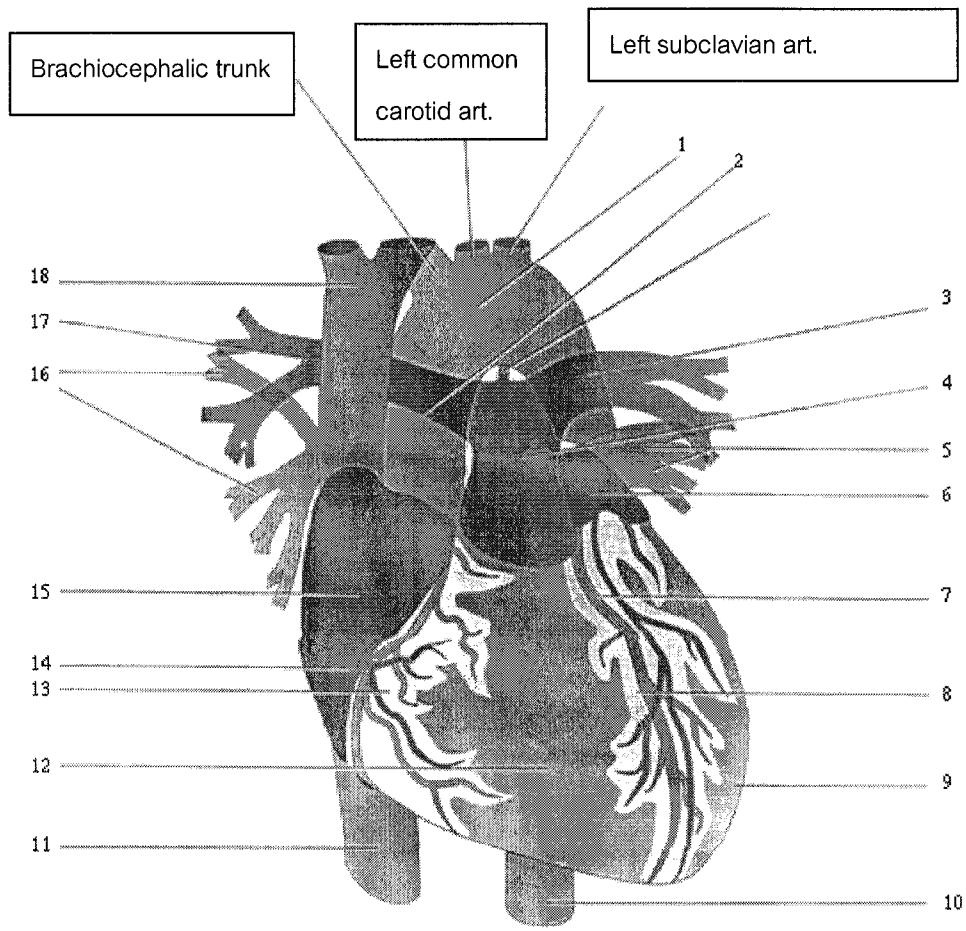
หัวใจจะทำหน้าที่สูบฉีดเลือดให้ไปเลี้ยงทั่วร่างกายอยู่ตลอดเวลาโดยไม่มีการพัก ดังนั้น หัวใจจะมี right และ left coronary arteries ซึ่งแตกแขนงมาจากส่วนของ aorta จะไปเลี้ยงในส่วนของ myocardium และผนังด้านนอกของหัวใจ

ลิ้นของหัวใจ มีดังนี้

1. Atrioventricular (AV) valves จะอยู่ระหว่าง atria และ ventricle ของหัวใจแต่ละซีก ซึ่งจะทำหน้าที่ป้องกันการไหลย้อนกลับของเลือดจาก ventricle เข้าไปใน atria อีกซึ่ง AV-valve จะแบ่งเป็น tricuspid valve (มี 3 แฉก) จะอยู่ระหว่าง right atrium และ right ventricle โคนของแฉกนี้ประกอบกันเป็น membrane เป็นวงยึดติดต่อกันและมีปลายยื่นเข้าไปใน ventricle ไปยึดกับ tendon เรียกว่า chordae tendinae ซึ่งจะยึดติดกับ papi llary muscle (กล้ามเนื้อของหัวใจที่ยื่นเป็นปุ่มขึ้นมาใน cavity) ส่วน valve อีกอันคือ bicuspid valve (มี 2 แฉก) or mitral valve จะอยู่ระหว่าง left atrium และ left ventricle และจะมี chordae tendinae ยึดติด papillary muscle เช่นเดียวกับ tricuspid valve แต่จะหนาและแข็งแรงกว่า
2. Semilunar valve จะมีรูปร่างคล้ายดวงจันทร์ครึ่งดวงทำหน้าที่ป้องกันการไหลย้อนกลับของเลือดจาก pulmonary artery และ aorta เข้าไปใน ventricle อีก semilunar valve นี้แบ่งออกเป็น aortic semilunar vlave จะกั้นอยู่ระหว่าง aorta กับ left ventricle และ pulmonary semilunar valve จะกั้นอยู่ระหว่าง pulmonary artery กับ right ventricle

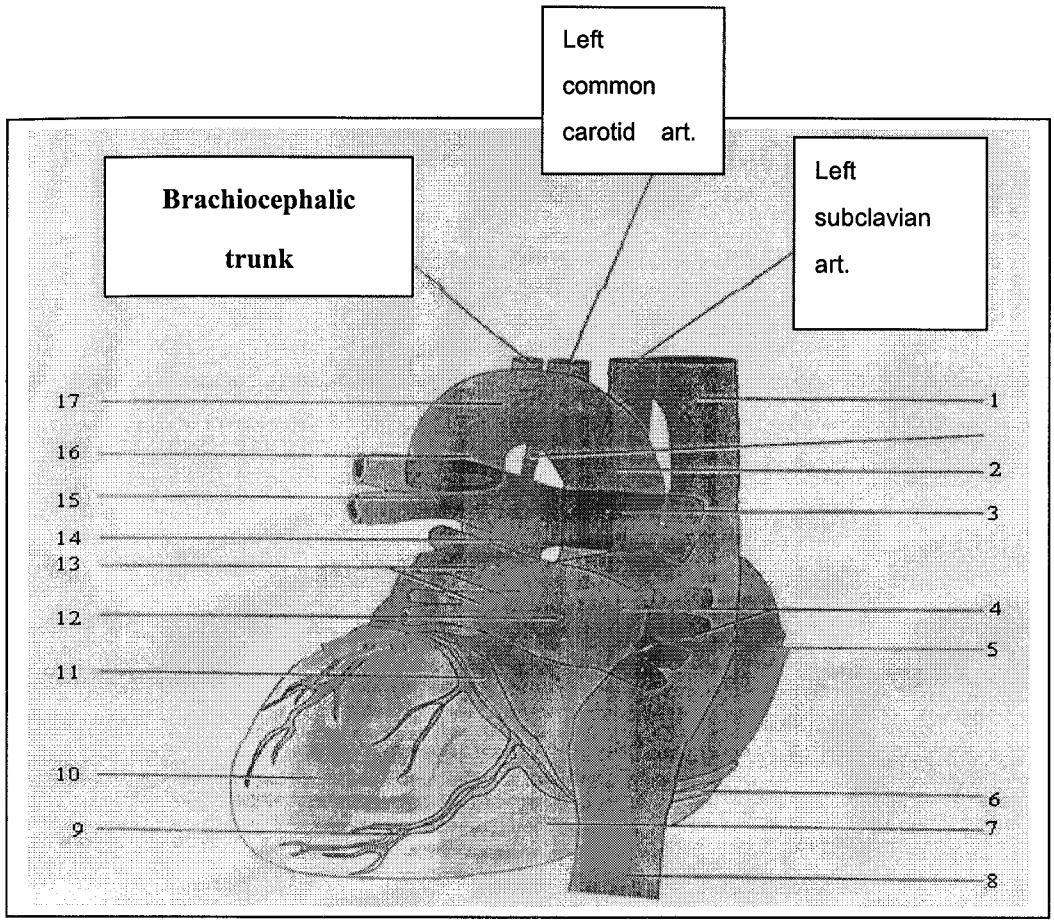
กิจกรรมที่ 1

1. ให้นักศึกษาทำการศึกษาโดยใช้ heart model เพื่อที่จะดูตำแหน่งต่าง ๆ พร้อมกับส่วนต่างๆของหัวใจ ในภาพที่กำหนดให้ในผลการทดลองและทบทวนโครงสร้างของหัวใจ
2. ให้นักศึกษาศึกษาลิ้นของหัวใจและสามารถบอกตำแหน่งได้ถูกต้องและลงชื่อส่วนต่าง ๆ ของลิ้นหัวใจในภาพที่กำหนดให้ในผลการทดลอง



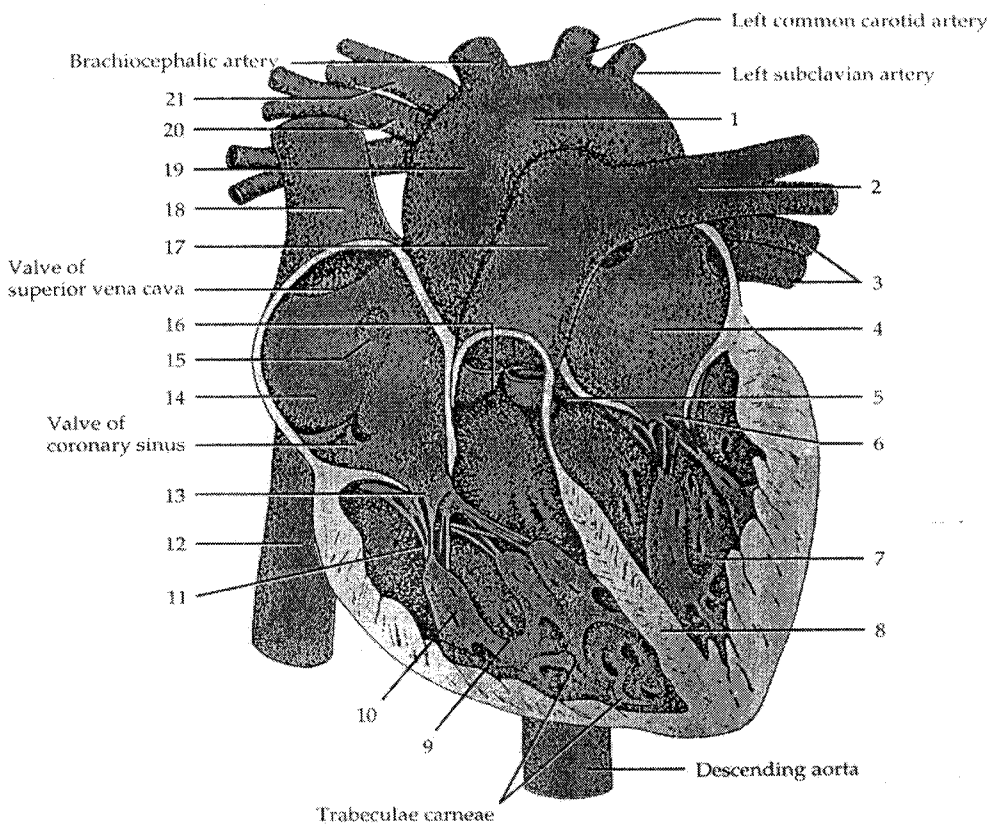
___ Anterior interventricular sulcus
___ Arch of aorta
___ Ascending aorta
___ Coronary sulcus
___ Descending aorta
___ Inferior vena cava
___ Left atrium
___ Left coronary artery
___ Left pulmonary artery
___ Left pulmonary veins
___ Left ventricle
___ Pulmonary trunk
___ Right atrium
___ Right coronary artery
___ Right pulmonary artery
___ Right pulmonary veins
___ Right ventricle
___ Superior vena cave

รูปที่ 1: โครงสร้างภายนอก (ด้านหน้า) ของหัวใจ



___ Ascending aorta
___ Arch of aorta
___ Coronary sinus
___ Descending aorta
___ Inferior vena cava
___ Left atrium
___ Left pulmonary artery
___ Left pulmonary veins
___ Left ventricle
___ Posterior interventricular sulcus
___ Pulmonary trunk
___ Right atrium
___ Right coronary artery
___ Right pulmonary artery
___ Right pulmonary veins
___ Right ventricle
___ Superior vena cava

รูปที่ 2: โครงสร้างภายนอก (ด้านหลัง) ของหัวใจ



(a) Diagram of internal structure in anterior view

_____ Arch of aorta
_____ Aortic semilunar valve
_____ Ascending aorta
_____ Bicuspid valve
_____ Chordae tendineae
_____ Fossa ovalis
_____ Inferior vena cava
_____ Interventricular septum
_____ Left atrium
_____ Left pulmonary artery
_____ Left pulmonary veins
_____ Left ventricle
_____ Papillary muscle
_____ Pulmonary semilunar valve
_____ Pulmonary trunk
_____ Right atrium
_____ Right pulmonary artery
_____ Right pulmonary vein
_____ Right ventricle
_____ Superior vena cava
_____ Tricuspid valve

รูปที่ 3: โครงสร้างภายใน ของหัวใจ

กิจกรรมที่ 2. การศึกษาระบบของหลอดเลือด

2.1 เส้นเลือดแดงที่ไปเลี้ยงในส่วนของร่างกาย

aorta เป็นเลือดแดงใหญ่ที่จะนำเลือดจาก ventricle ไปสู่ส่วนต่าง ๆ ของร่างกายส่วนโค้งของ aorta เรียกว่า aortic arch แล้วทอดลงมาตามกระดูกสันหลัง (vertebral column) ทะลุ diaphragm ลงไปเรียก thoracic aorta แล้วไปสุดที่ lumbra vertebra ท่อนที่ 4 แล้วจึงแยกออกเป็น right และ left common iliac arteries เพื่อไปเลี้ยงในส่วนของ ขา

aorta แบ่งเป็น 3 ส่วน คือ

1. ascending aorta จะแตกแขนงเป็น right และ left coronary artery
2. arch of aorta ตั้งต้นจาก ascending aorta ไปจนถึง body ของ thoracic vertebra ท่อนที่ 4 ซึ่งจะแตกแขนงออกเป็น
   2.1 brachiocephalic or innominate arteries จะแตกแขนงออกเป็น right common carotid artery ไปเลี้ยงที่ส่วนคอและศีรษะและ right subclavian artery ไปเลี้ยงส่วนของแขนด้านขวา
   2.2 left common carotid artery ไปเลี้ยงส่วนศีรษะและคอด้านซ้าย
   2.3 left subclavian artery ไปเลี้ยงส่วนของแขนด้านซ้าย
3. descending aorta แบ่งออกเป็น
   3.1 thoracic aorta จะตั้งต้นจาก thoracic vertebra ท่อนที่ 4 จนถึง thoracic vertebra ท่อนที่ 12
   3.2 abdominal aorta ตั้งต้นจาก thoracic vertebra ที่ 12 จนถึง lunbar vertebra ท่อนที่ 4 (บริเวณที่อยู่ข้างซ้ายของสะดือและใต้ลงมาเล็กน้อย) แล้วแตกแขนงเป็น right และ left common iliac arteries ไปสู่อวัยวะต่าง ๆ ภายในช่องท้อง

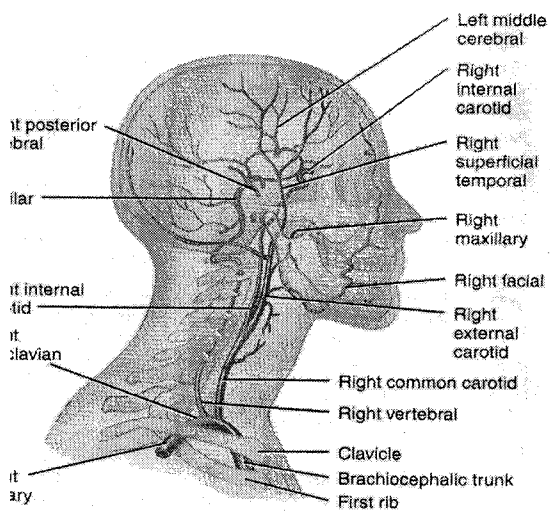
2.2 เส้นเลือดแดงที่ไปเลี้ยงในส่วนของศีรษะ คอ และแขน

2.2.1 external carotid artery แยกออกมาจาก common carotid artery จะแตกแขนงออกเป็น ascending pharyngeal , superior thyroid lingual , sterno cleidomastoid, occipital , posterior auricular และ maxillary arteries ชื่อของแขนงต่าง ๆ เหล่านี้แสดงถึงตำแหน่งที่หลอดเลือดเหล่านี้ไปสิ้นสุด ลง maxillary artery จะแยกมาจาก external carotid artery เพื่อไปสู่ฟัน และให้แขนงไปสู่กล้ามเนื้อของการเคี้ยวบดอาหาร

2.2.2 internal carotid artery แยกมาจาก common carotid artery ให้แขนงที่สำคัญ คือ anterior meningeal, ophthalmic , posterior communicating และ anterior cerebral arteries ไปเลี้ยงส่วนต่าง ๆ ของศีรษะทางหน้า ตา จมูก บางส่วนของสมองและเยื่อหุ้มสมอง circle of willis เลือดที่ไปเลี้ยงสมอง

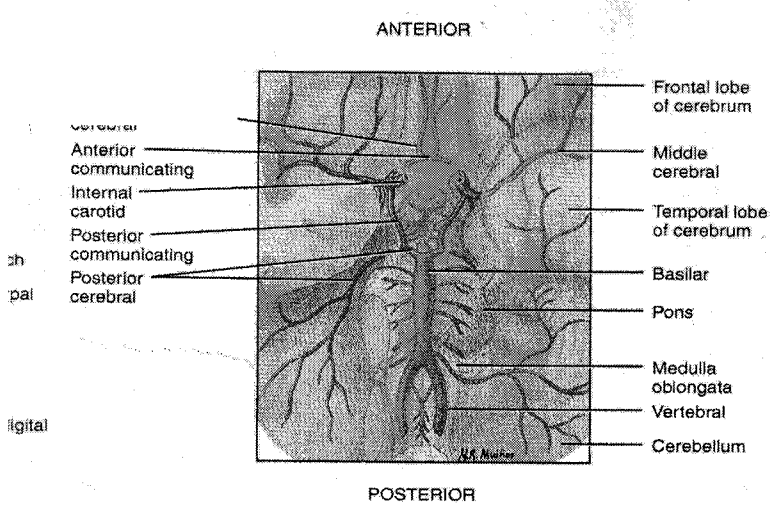
เป็นการรวมของแขนงที่ติดต่อระหว่าง anterior communicating , anterior cerebral , posterior communicating และ posterior cerebral

vertebral artery แยกมาจาก subclavian และผ่านไปยังกระดูกต้นคอ (cervical vertebrae) ทั้ง 7 ท่อน ซึ่งอยู่ทางด้านข้าง ๆ ทั้ง 2 ข้างของกระดูกสันหลังชั้นข้างบนผ่าน foramen magnum ไปบรรจบกันที่ฐานของสมองรวมกันเป็น basilar artery แล้วแบ่งออกเป็น posterior cerebral arteries 2 ข้างขวาซ้ายซึ่งจะมี posterior cerebral artery แต่ละข้างไปบรรจบกับ internal carotid โดย posterior communicating arteries และด้านหน้าจะมี anterior cerebral arteries ไปบรรจบกับ anterior communicating arteries



(b) Right lateral view of branches of brachiocephalic trunk in neck and head

Circle of Willi



รูปที่ 4 : ภาพแสดงเส้นเลือดที่ไปเลี้ยงส่วนของสมอง (แหล่งที่มา : Tortora G.J., and Grabowski S.R. Principles of Anatomy and Physiology, 9th ed. 2000)

เส้นเลือดที่มาเลี้ยงที่ส่วนแขนจะแตกแขนงมาจาก subclavian artery โดยจะพาดผ่านส่วนรักแร้เรียกว่า axillary artery แล้วทอดจากริมนอกของซี่โครงซี่ที่หนึ่งจนถึงริมล่างของกล้ามเนื้อ teres major จะเป็น brachial artery ซึ่งเป็นตำแหน่งที่เราใช้วัดความดันโลหิต ต่อจากนั้น brachial artery ก็จะแตกแขนงเป็น radial artery จะอยู่ทางด้านนอกของปลายแขนไปจนถึงฝ่ามือ (ทางด้านนิ้วหัวแม่มือ) และ ulnar artery จะอยู่ทางด้านในของแขนแล้วลงมาที่ฝ่ามือ (ทางด้านนิ้วก้อย)

2.3 เส้นเลือดแดงที่เลี้ยงที่ส่วนของท้องและขา

เส้นเลือดที่มาเลี้ยงส่วนของท้องและขาจะแตกแขนงมาจาก abdominal

2.3.1 celiac trunk ซึ่งจะแตกแขนงเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนแรก คือ common hepatic artery ซึ่งจะเป็นเลือดที่ไปเลี้ยงในส่วนของ ตับ ถุงน้ำดี และบางส่วนของกระเพาะอาหาร ส่วนที่ 2 คือ left gastric artery จะเป็นเลือดที่ไปเลี้ยงส่วนของกระเพาะอาหารและส่วนที่ 3 คือ splenic artery จะไปเลี้ยงในส่วนของม้าม กระเพาะอาหารบางส่วนและตับอ่อน

2.3.2 mesenteric arteries จะมี 2 แขนง คือ superior mesenteric artery จะหล่อเลี้ยงในส่วนของลำไส้ใหญ่ บางส่วนของลำไส้เล็ก เป็นต้น อีกแขนงหนึ่งคือ inferior mesenteric artery จะเข้าไปในส่วนของ pelvic cavity และขา เพราะฉะนั้นจะหล่อเลี้ยงในส่วนของลำไส้ใหญ่เป็นบางส่วนและทวารหนัก

2.3.3 renal artery จะไปเลี้ยงส่วนของไตซ้ายและขวา

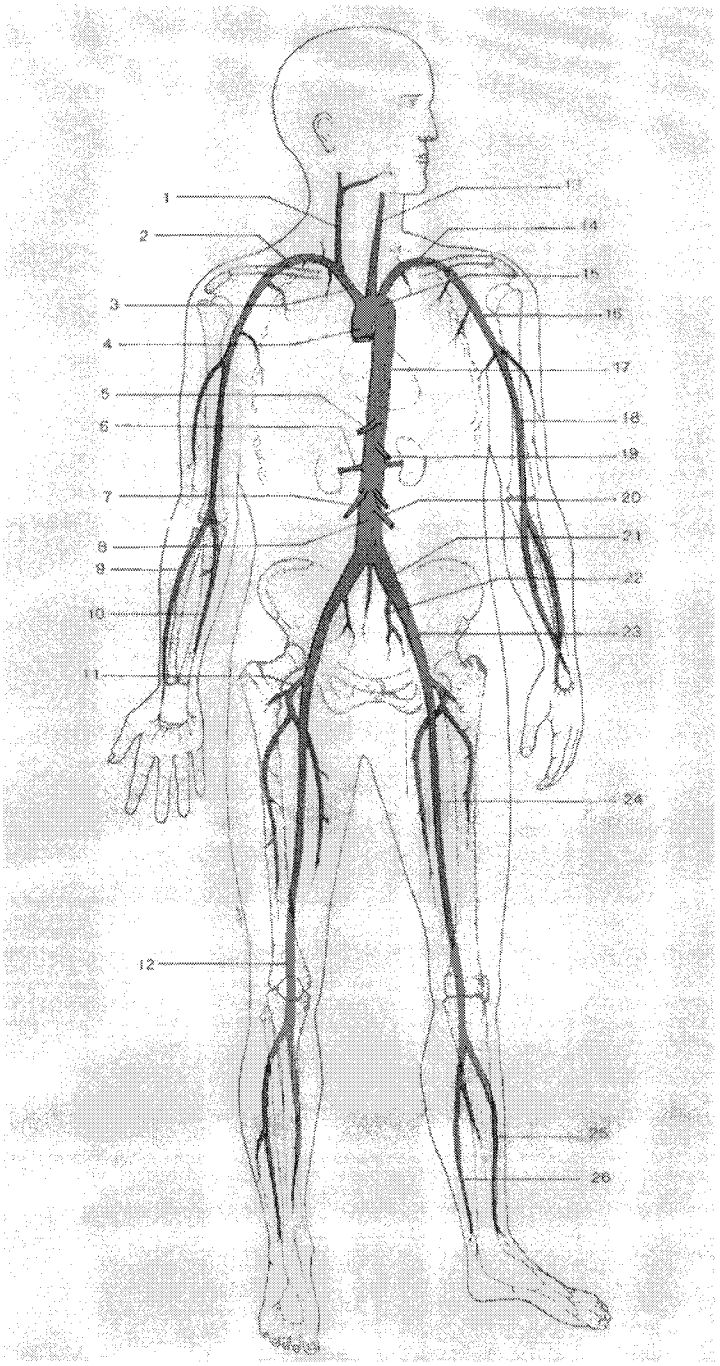
2.3.4 gonadal arteries จะอยู่ใกล้ inferior mesenteric artery จะนำเลือดไปเลี้ยงอวัยวะสืบพันธ์ทั้งในเพศชายและเพศหญิง

2.3.5 lumbar artery จะนำเลือดไปเลี้ยงทางผนังของช่องท้อง lumbar vertebra และ spinal cord ที่ระดับของสะโพก abdominal aorta จะแตกแขนงเป็น right และ left common iliac artery และทอดผ่าน pelvic cavity และแตกแขนงเป็น external iliac artery ซึ่งจะไปเลี้ยงที่ขา โดยที่ขณะที่พาดผ่านผนังของหน้าท้องก็จะเปลี่ยนชื่อเป็น femoral artery ของหน้าขาแล้วทอดผ่านไปที่เข่าก็จะเป็น popliteal artery และแตกแขนงเป็น posterior tibial artery และ anterior tibial artery ซึ่งจะนำเลือดมาเลี้ยงที่ขาส่วนล่าง ส่วน internal iliac artery จะไปเลี้ยงอวัยวะที่อยู่ภายใน pelvic cavity

กิจกรรมที่ 2

2.1 ให้นักศึกษาทำการศึกษาถึงกลไกการไหลเวียนของเส้นเลือดแดง และเส้นเลือดดำแล้วและเปรียบเทียบว่า มีความแตกต่างกันอย่างไร

2.2 ให้นักศึกษาลงชื่อ (label) เส้นเลือดแดงในภาพที่ กำหนดให้ในผลการทดลอง



1. Abdominal Aorta
2. Anterior Tibial
3. Aortic Arch
4. Ascending Aorta
5. Axillary
6. Brachial
7. Brachiocephalic
8. Celiac Trunk
9. Common Iliac
10. Deep Femoral
11. Descending (Thoracic) Aorta
12. External Iliac
13. Femoral
14. Inferior Mesenteric
15. Internal Iliac
16. Left Common Carotid
17. Left Subclavian
18. Popliteal
19. Posterior Tibial
20. Radial
21. Renal
22. Right Common Carotid
23. Right Gonadal
24. Right Subclavian
25. Superior Mesenteric
26. Ulnar

รูปที่ 5: การไหลเวียนของระบบหลอดเลือดแดง

2.4 เส้นเลือดดำที่เลี้ยงในส่วนของศีรษะ คอและแขน

Veins คือ หลอดเลือดดำที่นำเลือดจากส่วนต่าง ๆ ของร่างกายกลับเข้าสู่หัวใจ venules เป็นเส้นเลือดดำที่มีขนาดเล็กแล้วค่อย ๆ โตขึ้นจนเป็น vein ทำให้ vein มีขนาดใหญ่กว่าและมีจำนวนมากกว่า artery ผนังของ vein ก็จะบางกว่าและมีลิ้น veins แบ่งออกเป็น 2 พวก คือ

2.4.1 Pulmonary veins นำเลือดที่บริสุทธิ์จากปอดไปสู่ left atrium และจะไม่มี valves กั้น

2.4.2 Systemic veins จะนำเลือดจากส่วนต่าง ๆ ของร่างกายทั้งหมดมาสู่ right atrium

เลือดจากสมองที่ drain เข้าหลอดเลือดดำใหญ่เรียก venous sinuses หลอดเลือดดำที่นำเลือดจากศีรษะและใบหน้า มีอยู่ 2 แขนงคือ

1. external jugular vein จะรับเลือดจากกระโหลกศีรษะและจากส่วนลึกของหน้าเป็น superficial veins ของคอ ตั้งต้นจาก parotid gland ตรงมุมของกระดูก mandible ทอดลงมา 2 ข้าง ที่คอมารวมกันที่ subclavian vein
2. internal jugular vein จะรับเลือดจาก veins และ sinus ของ cranial cavity และจากส่วนตื้นๆ ของหน้า และจะอยู่ลึกในคอทั้ง 2 ข้าง ทอดไปคู่กับ common carotid artery ไปรวมกันที่ subclavian vein แล้วไปเทเข้าที่ innominate vein เพื่อจะไปเทรวมกันที่ superior vena cava ซึ่งจะนำเอาเลือดดำส่งต่อไปที่ right atrium แล้วส่งต่อไปยัง right ventricle เพื่อจะส่งไปฟอกที่ปอดต่อไป

   ส่วนเส้นเลือดดำที่แขนจะมี 2 แขนง คือ cephalic vein อยู่ด้านนอกของปลายแขนและต้นแขน ส่วน basilic vein จะอยู่ด้านในของปลายแขนและต้นแขน ส่วน median cubital vein จะรวมกับ basilic vein ที่ข้อศอก ซึ่ง median cubital vein นี้ มักจะใช้เป็นที่เจาะเก็บเลือด

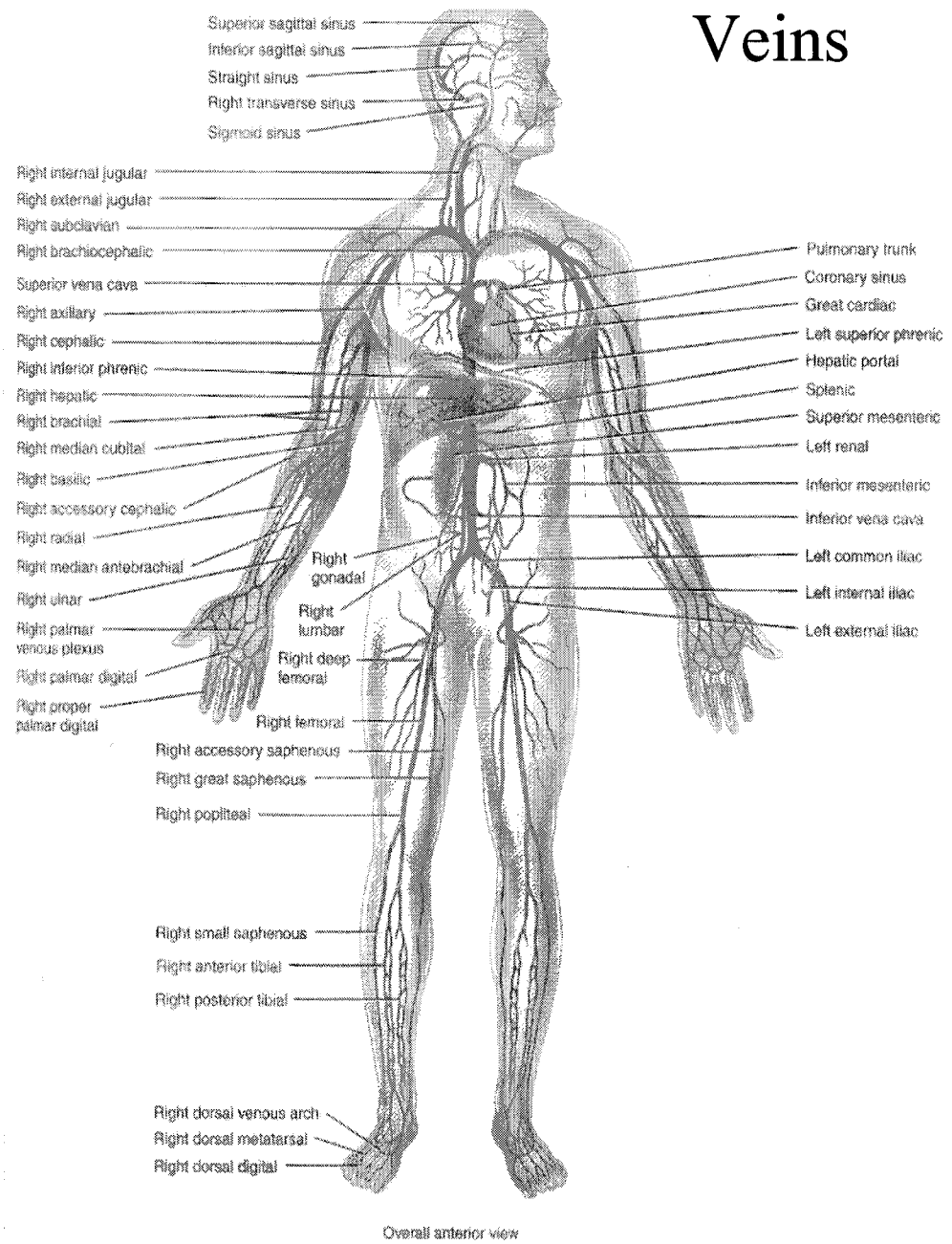
   radial และ ulnar vein จะเทเข้าสู่ brachial vein และ brachial กับ basilic vein จะพบกันตรงตำแหน่งของ axillary vein ซึ่งเชื่อมกับ cephalic vein ที่ subclavian vein และเส้นเลือดดำจาก subclavian vein และ vein อื่น ๆ จากคอและศีรษะจะเทเข้าไปใน innominate vein เพื่อเข้าไปรวมกับ superior vena cava แล้วจึงส่งต่อไปยัง right atrium

3.5 เส้นเลือดดำที่เลี้ยงในส่วนของช่องท้องและขา

เลือดดำจาก great saphenous vein ซึ่งตั้งต้นจากหลังเท้าแล้วทอดขึ้นมาตามด้านในของปลายขาและต้นขาเทเข้าใน femoral vein ที่อยู่ใต้ขาหนีบ ส่วน small saphenous vein ตั้งต้นจากหลังตาตุ่มด้านนอกแล้วทอดขึ้นมาข้างหลังของปลายขามารวมใน popliteal vein , femoral vein เป็น vein ที่ต่อจาก popliteal vein แล้วจะเทเข้า external iliac vein

ในช่องว่างระหว่างสะโพก (pelvic cavity external) และ internal iliac vein จะมารวมกันที่ common iliac vein แล้ว left และ right common iliac vein ก็จะมารวมกันที่ inferior vena cava ซึ่งตั้งต้นจาก lumbar vertebra ที่ 5 ทอดขึ้นมาข้างขวาของ aorta ทะลุกระบังลมขึ้นมาถึง right atrium

นอกจากนี้ยังมีแขนงเล็ก ๆ อีก เช่น lumbar vein, renal vein, hepatic vein , gonadal vein จะนำเลือดมาเทเข้าใน inferior vena cava โดยตรง

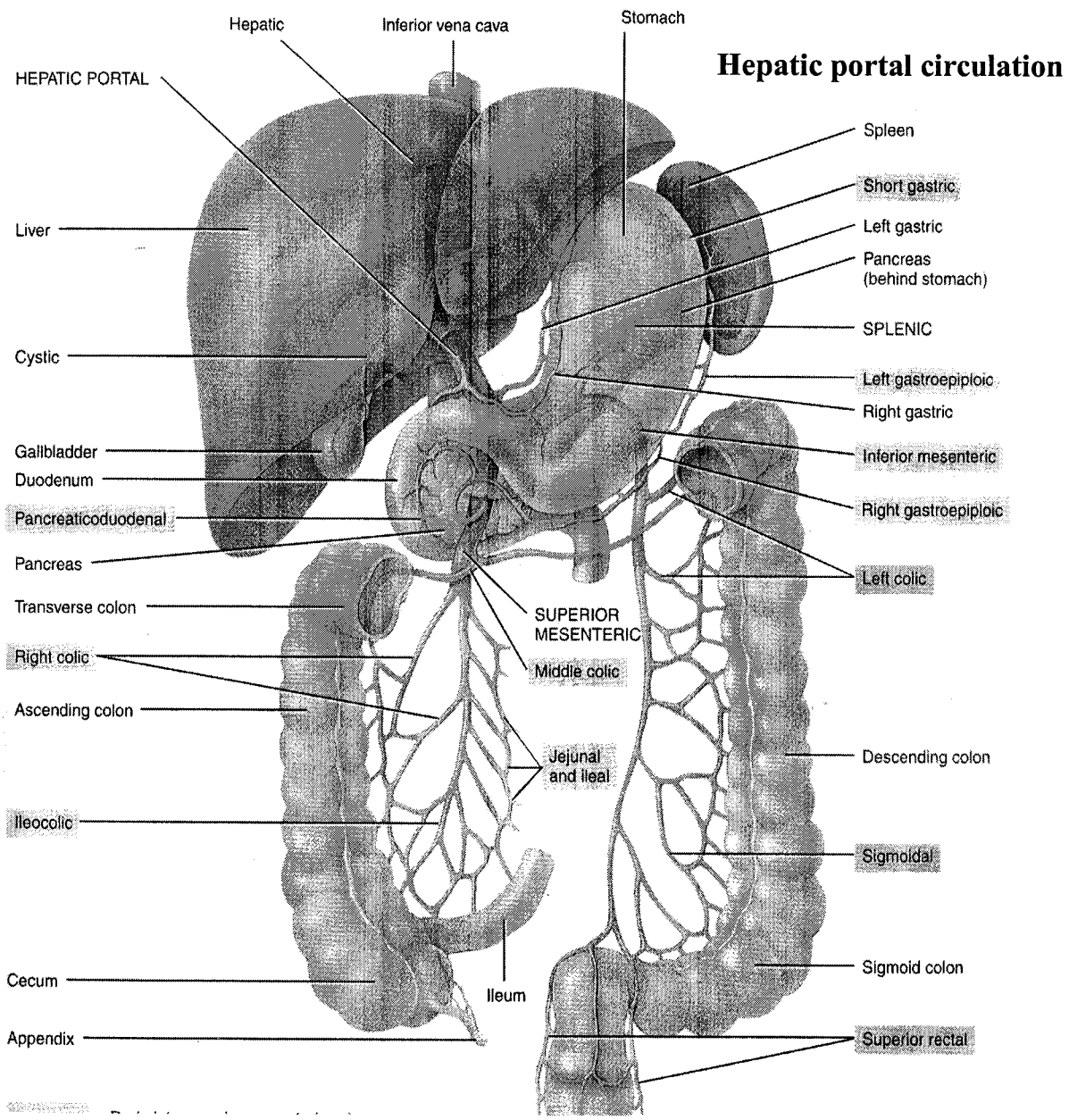


รูปที่ 6: ภาพแสดงการไหลเวียนโลหิตของระบบหลอดเลือดดำ (แหล่งที่มา : Tortora G.J., and Grabow-ski S.R. Principles of Anatomy and Physiology, 9th ed. 2000)

ระบบพอร์ตัล (portal system)

คือ vein ที่นำเลือดดำจากระบบทางเดินอาหารไปยังตับ เนื่องจากเลือดดำจากทางเดินอาหารมีอาหารที่ย่อยแล้ว และถูกดูดซึมมาอยู่ในกระแสเลือด เมื่อเลือดนี้ผ่านมาที่ตับ ตับก็จะเปลี่ยนแปลงสารต่าง ๆ เหล่านี้ให้เหมาะสมกับความต้องการของร่างกาย แล้วจึงผ่านจากตับทาง hepatic vein เข้าสู่ inferior vena cava ต่อไป

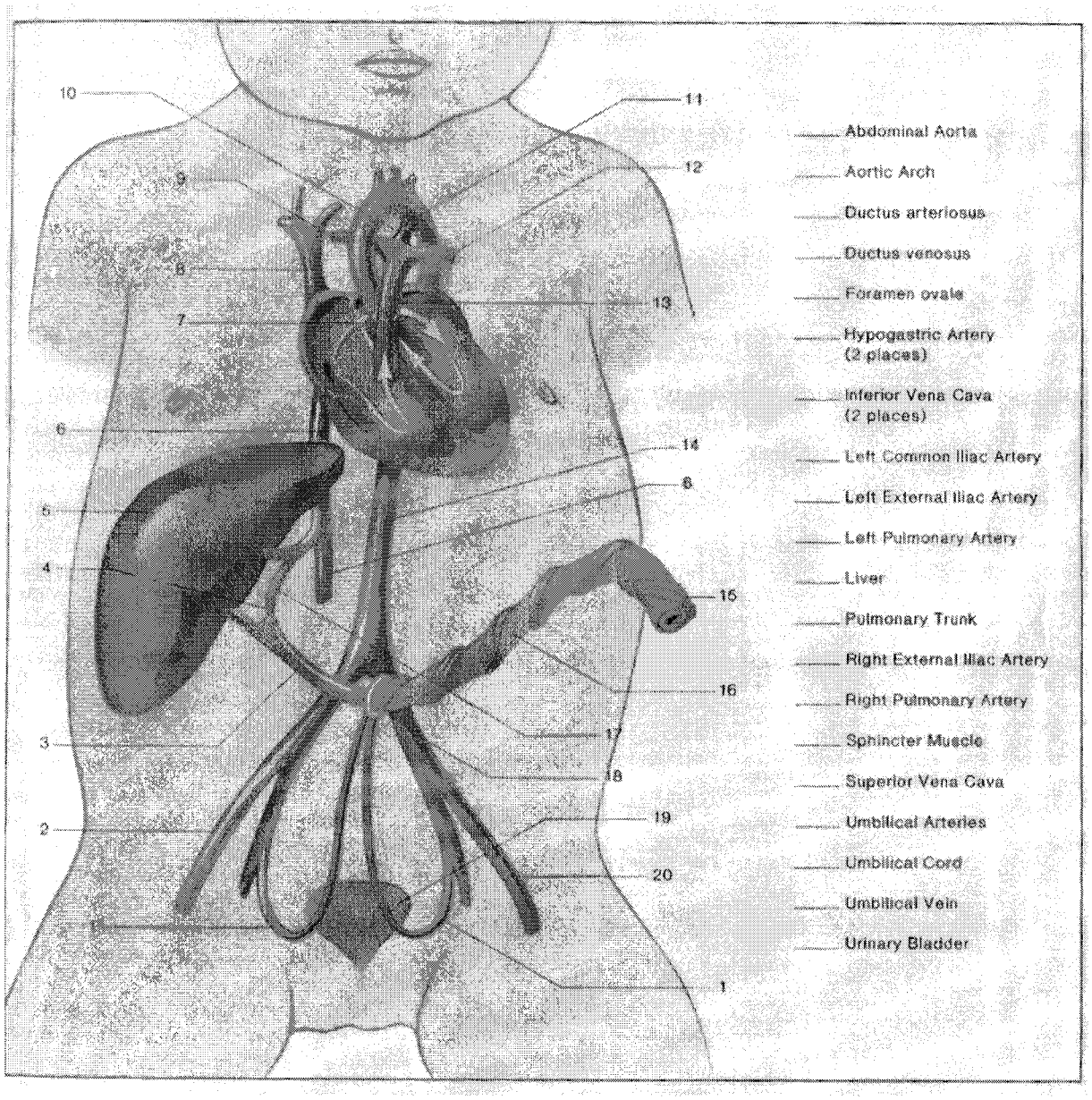
portal vein นี้ เป็นหลอดเลือดดำที่จะเข้าสู่ตับ เกิดจากการรวมตัวของ superior mesenteric vein (เลือดดำที่มาจากลำไส้เล็กและครึ่งขวาของลำไส้ใหญ่) และ splenic vein (เลือดดำที่มาจากม้ามตับอ่อน กระเพาะอาหารและลำไส้ใหญ่ส่วนที่เหลือ) และยังมี right และ left gastric veins มาเทเข้าด้วยกัน



รูปที่ 7 : ภาพแสดงการไหลเวียนโลหิตของระบบพอร์ตัลที่ตับ (แหล่งที่มา : Tortora G.J., and Grabowski S.R. Principles of Anatomy and Physiology, 9th ed. 2000)

กิจกรรมที่ 3 :- การศึกษาระบบของหลอดเลือดที่เปลี่ยนแปลงของทารกแรกเกิด

ให้นักศึกษาทำการศึกษาถึงการเปลี่ยนแปลงของระบบการไหลเวียนโลหิตและอวัยวะต่างๆของทารกแรกเกิดพร้อมกับบันทึกในแผ่นภาพการทดลอง



รูปที่ 8: ระบบการไหลเวียนของทารกแรกเกิด

กิจกรรมที่ 4 :- การศึกษาระบบน้ำเหลือง

ระบบน้ำเหลือง (Lymphatic system) ประกอบด้วย น้ำเหลือง (Lymph) หลอดน้ำเหลือง (Lymph vessels) และต่อมน้ำเหลือง (Lymph nodes) ทำหน้าที่เป็นหนทางช่วยกักกันเชื้อโรคพวกแบคทีเรีย ไวรัส จุลินทรีย์และสารเป็นพิษต่าง ๆ โดยการผลิต lymphocytes ซึ่งจะเก็บเอาไว้ในไขกระดูก (bone marrow) , thymus และ peripheral lymphatic tissues นอกจากนี้ระบบน้ำเหลืองยังควบคุมปริมาตรของเลือดในร่างกายให้อยู่ในภาวะสมดุลย์ เนื่องจากระบบน้ำเหลืองไม่มีอวัยวะสูบฉีดเหมือนเลือด ดังนั้นน้ำเหลืองจะไหลไปได้โดยการหดตัวของกล้ามเนื้อเรียบที่ผนังของหลอดน้ำเหลืองเอง หรือการหดตัวของกล้ามเนื้อใกล้เคียง และโดยแรงดูดเนื่องจาก negative pressure ภายในทรวงอก หลอดน้ำเหลืองจะมีลิ้น (valve) เป็นจำนวนมากเพื่อกันไม่ให้น้ำเหลืองไหลย้อนกลับ ระบบหลอดน้ำเหลืองนี้จะปรากฏทั่วร่างกายยกเว้นที่ระบบประสาทส่วนกลาง เยื่อหุ้มสมอง ลูกตา หูส่วนใน เล็บ และกระดูกอ่อน

หลอดน้ำเหลืองจะประกอบด้วย

1. Thoracic duct ซึ่งเป็น terminal duct ที่จะรับน้ำเหลืองจากส่วนล่างของร่างกายและซีกซ้ายของศีรษะหน้า คอ ทรวงอก โดยจะเริ่มจากระดับกระดูกสันหลัง ส่วนเอวอันที่ 2 ไปถึง root of neck ตั้งต้นจาก cisterna chyli (เป็นถุงที่เก็บน้ำเหลืองอยู่ในระดับ L2 และใกล้กับ abdominal aorta) ทอดผ่านกระบังลมร่วมกับ aorta แล้วไปรวมกันที่ left subclavian vein กับ left internal jugular vein
2. Right lymphatic duct อยู่ใกล้ right clavicle จะรับน้ำเหลืองจากแขนขวา หน้าอก ทางด้านขวาและศีรษะ แล้วไปเทเข้า right subclavian vein

หลอดน้ำเหลืองที่สำคัญของร่างกาย

1. Lumbar trunk จะรับน้ำเหลืองจากขาทั้งหมด perineum อวัยวะสืบพันธุ์ภายนอก , อวัยวะภายใน pelvis , ไต ,ต่อมหมวกไต ผนังหน้าท้องส่วนล่างระดับต่ำกว่าสะดือ
2. Intestinal trunk รับน้ำเหลืองจากกระเพาะ ลำไส้ ตับอ่อน ม้าม และส่วนล่างของตับ
3. Jugular trunk รับน้ำเหลืองจากศีรษะและคอ
4. Subclavian trunk รับจากแขนและส่วนบนของทรวงอก
5. Bronchomediastinal trunk จะรับจากด้านข้างของทรวงอกปอด หัวใจ และส่วนบนของตับ

อวัยวะในระบบน้ำเหลือง (Organs of the lymphatic system)

อวัยวะในระบบน้ำเหลือง ได้แก่

1. ต่อมน้ำเหลือง (lymphatic node)
2. ต่อมทอนซิล (tonsils)
3. ต่อมไทมัส (thymus)
4. ม้าม (spleen)

ต่อมน้ำเหลือง (lymphatic node)

ต่อมน้ำเหลืองจะมีลักษณะคล้ายถั่วหรือเป็นรูปกลม (bean or oval shape) มีรอบเว้าเรียก hilum ซึ่งเป็นทางเข้าออกของหลอดเลือดที่มาเลี้ยงต่อมน้ำเหลือง และเป็นทางออกของน้ำเหลืองที่กรองแล้ว ต่อมน้ำเหลืองแต่ละต่อมจะมีเปลือกหุ้มชนิดผังยึดหนาแน่น (dense connective tissue) และมีส่วนยื่นเข้าไปในเนื่องต่อมเรียกว่า trabeculae ภายใน capsule จะถูกยึดด้วย retiaular fiber และ fibublast

เนื้อต่อม (parenchyma) แบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ

1. cortex จะอยู่ด้านนอกซึ่งจะมีพวก lymphatic follicle เรียงตัวกันอย่างหนาแน่น และด้านนอกของ follicle แต่ละอันจะมี T cells บรรจุอยู่ ส่วนตรงกลางของ follicle จะเป็น germinal center ซึ่งจะมี B-cell ที่เป็นตัวสร้าง autibody
2. medulla เรียงตัวเป็นแถวเรียก medullary cord ซึ่งจะมีพวก macrophages และ plasma cell บรรจุอยู่ด้วย

ตำแหน่งของ lymph node พบได้ทั่วไปในร่างกาย ได้แก่

1. Cervical lymph node จะอยู่ตรงไหปลาร้า (cervical region)
2. Axillary lymph node จะอยู่ตรงรักแร้ (axillary region)
3. Abdominal lymph node จะอยู่ใน abdominopelvic region
4. Inguinal lymph node จะอยู่ตรง femoral triangle ตรงขาหนีบ

หน้าที่ของต่อมน้ำเหลือง

1. ผลิต lymphocytes
2. ทำหน้าที่กรองน้ำเหลือง โดยการกำจัดสิ่งแปลกปลอมที่ปนมากับน้ำเหลือง โดยการทำงานของ macrophages
3. สร้างภูมิคุ้มกันให้กับร่างกาย

2. ต่อมทอนซิล (Tonsils)

ต่อมทอนซิลเป็นต่อมที่เกิดจากการรวมตัวกันของต่อมน้ำเหลืองขนาดใหญ่หลายอันมารวมตัวกันและฝังอยู่ใน mucous membrane โดยจะเรียงตัวกันเป็นวงล้อมรอบทางผ่านโดยเริ่มจากปาก จมูก และคอหอย ทำหน้าที่ป้องกันสิ่งแปลกปลอมที่เข้ามาโดยการสร้าง lymphocyte และ antibody

ต่อมทอนซิลประกอบด้วย

2.1 Palatine tonsil พบเป็นคู่อยู่ในแอ่งระหว่าง pharyngopalatine และ palatoglossal ซึ่งจะเป็นตำแหน่งของการตัดทอนซิลออก (tonsillectomy)

2.2 Lingual tonsil จะอยู่ตรงโคนลิ้น เป็นตำแหน่งของการตัดทอนซิลออกเช่นกัน

2.3 Pharynxgeal tonsit จะพบบริเวณด้านหลังของ nasopharynx

3. ต่อมไทมัส (Thymus gland)

ต่อมไทมัสจะอยู่ภายใน mediastinum ด้านหลังของกระดูก sternum และอยู่ระหว่างปอด ทำหน้าที่สร้างภูมิคุ้มกันโดยการสังเคราะห์ฮอร์โมน thymosin เพื่อช่วยในการผลิต T-cell เพื่อทำลายจุลินทรีย์

ต่อมไทมัสต่างจากต่อมน้ำเหลืองตรงที่ไม่มี lymphatic nodule แต่อาจพบโครงสร้างรูปกลมที่เกิดจาก reticular epithelial cells เรียกตัวเป็นวงเรียกว่า Hassall's corpuscles ได้

4. ม้าม (spleen)

ม้ามเป็นอวัยวะของระบบต่อมน้ำเหลืองที่ใหญ่ที่สุดในร่างกาย อยู่ใต้กระบังลมทางด้านซ้ายของร่างกาย

ถ้านำม้ามมาผ่าดูจะแบ่งเนื้อม้ามออกได้เป็น 2 ส่วน คือ

1. While pulp เห็นเป็นจุดสีขาวประกอบด้วยกลุ่มของ lymphatic tissue ที่อยู่รอบ ๆ หลอดเลือดแดง บริเวณ lymphatic nodule เรียก splenic nodules หรือ malpigian bodies
2. Red pulp มีสีแดงเข้มในสภาวะสด ประกอบด้วย เซลล์เม็ดเลือดแดง lymphocyte และ macrophage

หน้าที่ของม้าม

1. ช่วยทำลายเม็ดเลือดแดงที่หมดอายุ
2. ช่วยผลิตเลือดในขณะที่เป็นทารก โดยทำหน้าที่ผลิตเม็ดเลือดขาวชนิด granulocyte และเม็ดเลือดแดง
3. สร้าง lymphocyte เพื่อทำลายเชื้อโรคโดยตรงและสร้างภูมิคุ้มกันให้กับร่างกาย

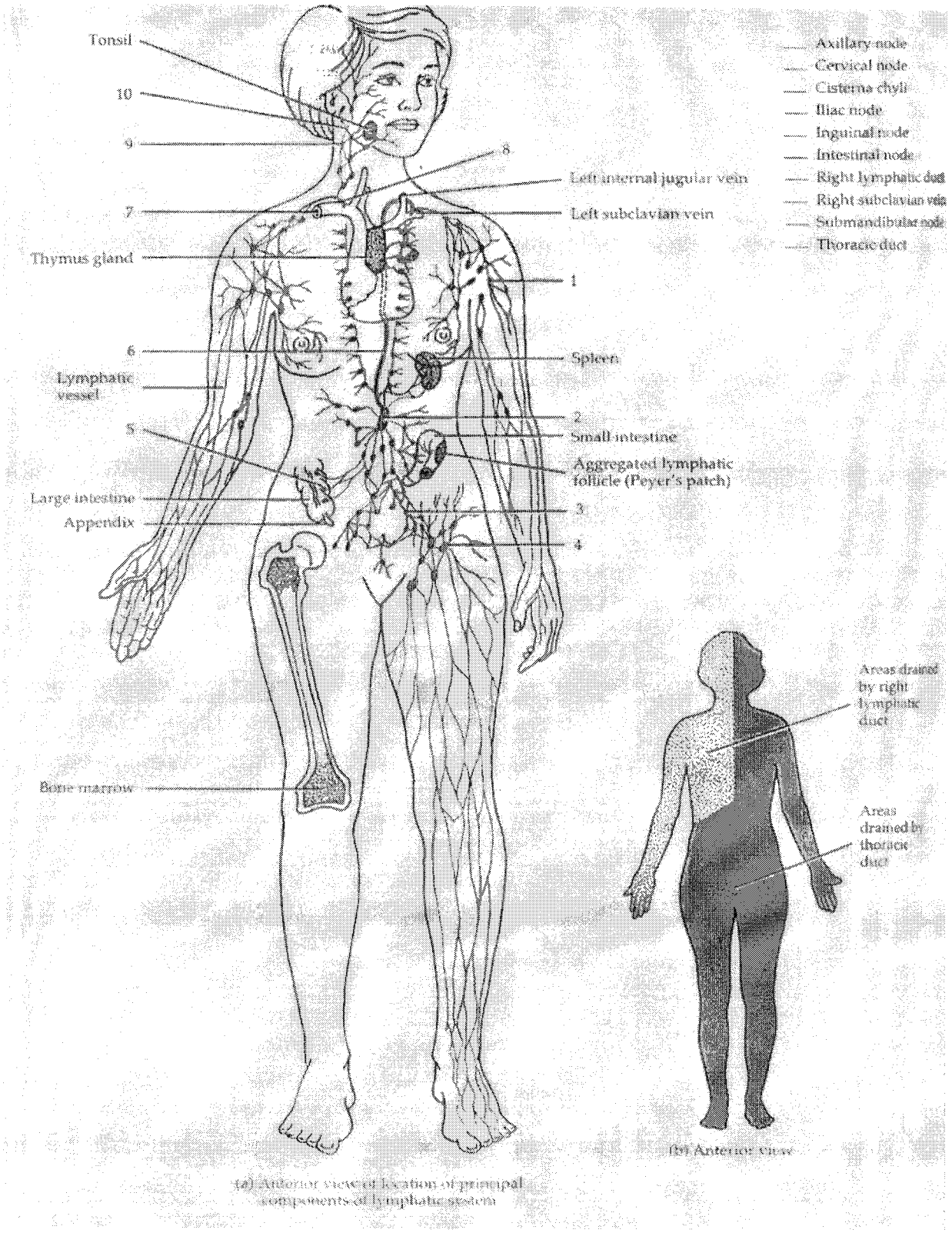
กิจกรรมที่ 4

1. ให้นักศึกษาศึกษาถึงการไหลเวียนของระบบน้ำเหลือง และอวัยวะที่เกี่ยวข้องกับระบบน้ำเหลือง
2. ให้นักศึกษาลงชื่อ (label) ตำแหน่งของระบบน้ำเหลืองในภาพที่กำหนดให้ในผลการทดลอง

<u>เอกสารอ้างอิง</u>

1. Pflanzer, R.G. (1999). Experimental and Applied Physiology. 6th ed. The McGraw-Hill Companies.
2. Wood, M.G. (1997). Essentials of Anatomy and Physiology. Prentice-Hall Inc.
3. Donnelly, P.I., Wistreich, G.A. (1993). Laboratory Manual for Anatomy and Physiology with Cat Dissections. 4th ed., HarperCollins College Publishers.
4. Tortora, G.J.,and Grabowski, S.R . (2000). Principles of Anatomy and Physiology. 9th ed. HarpesCollins College Publishers.
5. Benson, H.J., Gunstream, S.E., Talaro, A. and Talaro, K.P. (1999). Anatomy and Physiology Laboratory Textbook. 7th ed. WCB/McGraw-Hill.

กิจกรรมที่ 4 :- การศึกษาระบบน้ำเหลือง



รูปที่9: โครงสร้างของระบบน้ำเหลือง

บทปฏิบัติการที่ 2

การวัดชีพจร ความดันโลหิต เสียงของหัวใจ และเฮมาโตคริต

(Pulse rate, Blood pressure, Heart sound and Hematocrit)

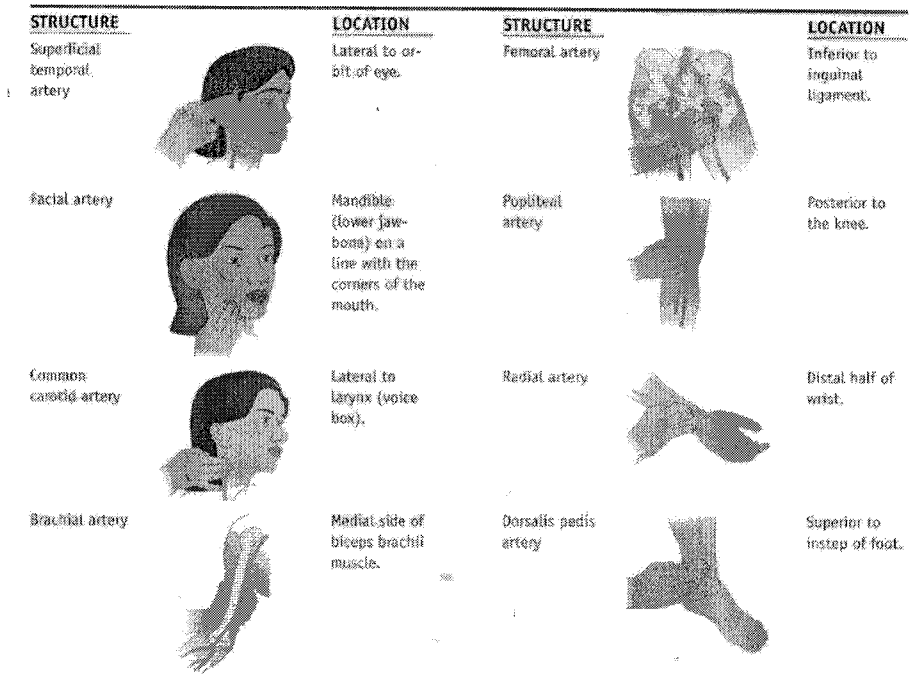
วารี วิดจายา

ระบบไหลเวียนเลือดทำหน้าที่เป็นระบบลำเลียงสารอาหารก๊าซต่างๆฮอร์โมนและของเสียจากขบวนการเมตาบอลิซึมของเซลล์ตลอดจนทำหน้าที่รักษาดุลยภาพ (homeostasis) และภูมิคุ้มกัน (immunity) ของร่างกายอีกด้วย การไหลเวียนของเลือดเกิดขึ้นได้ต้องอาศัยการทำงานร่วมกันของหัวใจ หลอดเลือดและเลือด โดยที่หัวใจจะทำหน้าที่บีบตัวและคลายตัวเพื่อขับเลือดและรับเลือดเข้าสู่หลอดเลือดแดงและจากหลอดเลือดดำตามลำดับ เลือดที่ออกจากหัวใจจะถูกลำเลียงไปทั่วร่างกายทางระบบหลอดเลือดแดง และถูกนำกลับเข้าหัวใจอีกครั้งทางระบบหลอดเลือดดำ

ในทางปฏิบัติเราสามารถตรวจวิเคราะห์การทำงานของระบบไหลเวียนเลือดได้จากการตรวจเสียงหัวใจ ชีพจร ความดันโลหิต และคลื่นไฟฟ้าหัวใจได้

ชีพจร (Pulse)

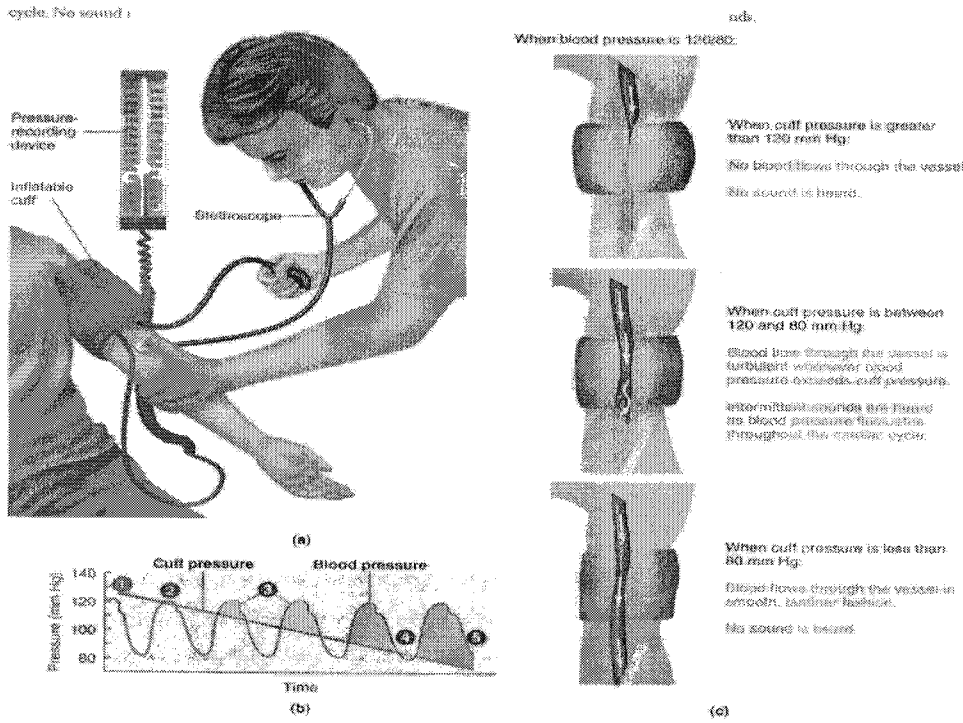
ชีพจรเป็นคลื่นที่เกิดจากการขยายตัวและหดตัวของหลอดเลือดแดงสลับกันตามจังหวะการบีบตัวและคลายตัวของหัวใจห้องล่าง ดังนั้นเราจึงสามารถใช้การจับชีพจรบอกอัตราการเต้นของหัวใจ (heart rate) ได้ ตำแหน่งที่สัมผัสชีพจรได้ คือ artery ที่อยู่ที่ผิว ๆ **เช่น radial, temporal, carotid, brachial,** และ **femoral arteries** เป็นต้น (ดังรูปที่ 1) นอกจากนี้เรายังสามารถจับชีพจรได้จากหลอดเลือดดำ เช่น jugular vein ได้เช่นกัน ซึ่งในคนปกติค่าชีพจรที่หลอดเลือดแดงจะเท่ากับค่าชีพจรที่หลอดเลือดดำ และเท่ากับอัตราการเต้นของหัวใจ โดยปกติค่าชีพจรขณะพักในผู้ชายจะประมาณ 60-65 ครั้งต่อนาที , ในผู้หญิงจะประมาณ 70-80 ครั้งต่อนาที



รูปที่ 1 : ตำแหน่งของการวัดชีพจร (แหล่งที่มา : Tortora G.J., and Grabowski S.R. Principles of Anatomy and Physiology, 9th ed. 2000)

ความดันโลหิต (Blood pressure)

ความดันโลหิต คือ ความดันของเลือดที่อยู่ในหลอดเลือด ค่าความดันโลหิตจะมีค่าสูงสุดในขณะที่หัวใจบีบตัวเรียกว่า **systolic pressure** มีค่าประมาณ 110-120 มิลลิเมตรปรอท และค่าต่ำสุดในขณะที่หัวใจ



รูปที่ 2 : ภาพแสดงวิธีการวัดความดันโลหิต (แหล่งที่มา : Tortora G.J., and Grabowski S.R. Principles of Anatomy and Physiology, 9th ed. 2000)

คลายตัวเรียกว่า **diastolic pressure** มีค่าประมาณ 70-80 มิลลิเมตรปรอท ผลต่างระหว่าง sytolic pressure และ diastolic pressure เรียกว่า **pulse pressure** , ค่าความดันโลหิตแดงเฉลี่ย **(mean arterial pressure)** จะมีค่าเท่ากับ **1/3 pulse pressure + diastolic pressure** เครื่องมือที่ใช้วัดความดันโลหิต เรียกว่า **Sphygmo-manometer** และมักนิยมวัดตรงบริเวณ **Brachial artery** (ดังรูปที่ 2)

การวัดความดันโลหิตทำได้ 2 วิธี คือ

1. **การวัดโดยทางตรง (Direct หรือ Invasive method)**
   เป็นการวัดโดยใส่สาย catheter เข้าไปในเส้นเลือดที่จะใช้วัดโดยตรง แล้วสายวัดนี้จะไปต่อเข้ากับทรานสดิวเซอร์ และเครื่องบันทึก เพื่อแปลผลออกมาเป็นค่าความดันโลหิต โดยปกติวิธีนี้นิยมใช้กับสัตว์ทดลอง + งานวิจัยต่าง ๆ แต่มักไม่นิยมใช้ในทางคลีนิค
2. **การวัดโดยทางอ้อม (Indirect หรือ Non-invasive method)** เป็นการวัดโดยใช้เครื่องมือที่เรียกว่าเครื่องวัดความดันแบบปรอท (sphygmomanometer) และหูฟัง (stethoscope) มีวิธีการวัด 2 วิธีคือ
   2.1 การวัดโดยวิธีการคลำชีพจร (Palpation method) วิธีนี้สามารถวัดได้เฉพาะค่าความดันโลหิตสูงสุด
   2.2 การวัดโดยวิธีใช้หูฟัง (Auscultatory method)
   วิธีนี้สามารถวัดได้ทั้งค่าความดันโลหิตสูงสุดและต่ำสุด

เสียงหัวใจ (Heart sound)

การบีบตัว (systole) และคลายตัว (diastole) ของหัวใจ การปิดเปิดของลิ้นหัวใจรวมทั้งการเปลี่ยนแปลงความเร็วการไหลของเลือดในหัวใจ ล้วนมีส่วนที่ก่อให้เกิดเสียงซึ่งจะส่งผ่านไปยังบริเวณทรวงอก ทำให้ฟังได้เมื่อใช้เครื่องขยายเสียงเรียก Stethoscope เสียงหัวใจปกติมี 4 เสียง ดังนี้คือ

เสียงที่ 1 (S_1) เกิดขึ้นระหว่างที่กล้ามเนื้อ ventricle บีบตัวทำให้ atrioventricular valves (mitral และ tricuspid valves) ปิด ความดันใน ventricles เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว semilunar valves จะเปิดและเลือดออกจาก ventricles ปกติจะมีเสียงดัง **"lub"**

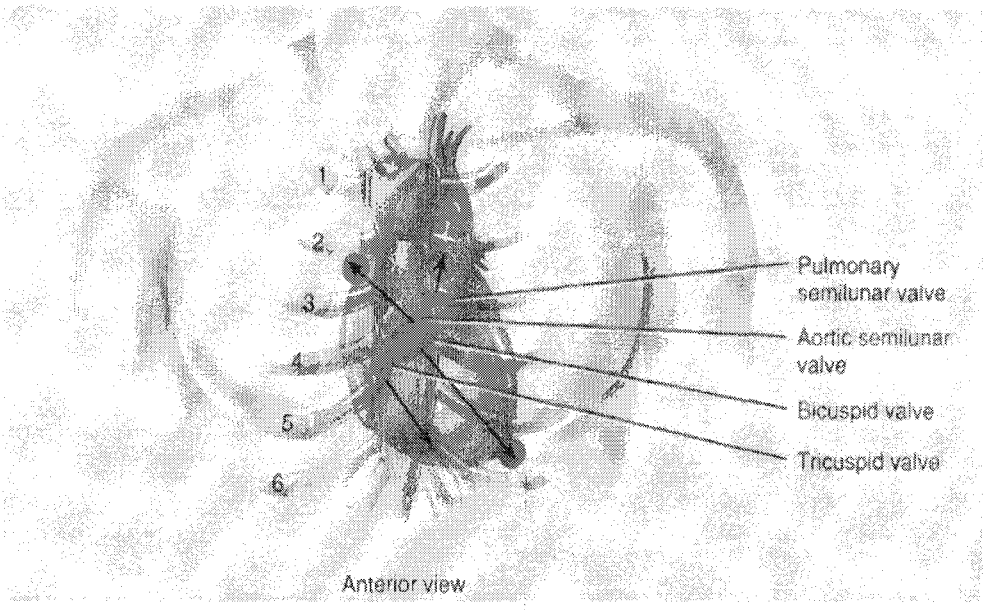
เสียงที่ 2 (S_2) เกิดขึ้นระหว่างกล้ามเนื้อ ventricle คลายตัว ทำให้มีการปิดของ semilunar valves ปกติจะได้ยินเสียง **"dub"**

เสียงที่ 3 (S_3) เกิดขึ้นจากการสั่นสะเทือนของผนังหัวใจห้องล่างในระยะ rapid ventricular filling ซึ่งมีผลทำให้ผนังของหัวใจห้องล่าง ขยายออกอย่างรวดเร็ว atrioventricular valves เปิด ปกติจะได้ยินเสียงที่ 3 ไม่ชัดเจนเนื่องจากเสียงนี้จะค่อยและมีความถี่ต่ำ แต่อาจได้ยินได้ดีในเด็กและวัยรุ่นมากกว่าคนสูงอายุ

เสียงที่ 4 (S_4) เกิดขึ้นในขณะที่ atria บีบตัวดันเลือดจาก atria สู่ ventricle ปกติจะได้ยินเสียงที่ 4 ไม่ชัดเจนหรืออาจไม่ได้ยินเลย

เสียงหัวใจจะได้ยินชัดเฉพาะเสียงที่ 1 และ 2 และจะได้ยินเสียงดัง "lub-dub" ส่วนเสียงที่ 3 และ 4 มักจะไม่ค่อยได้ยินต้องตั้งใจฟังอย่างมาก

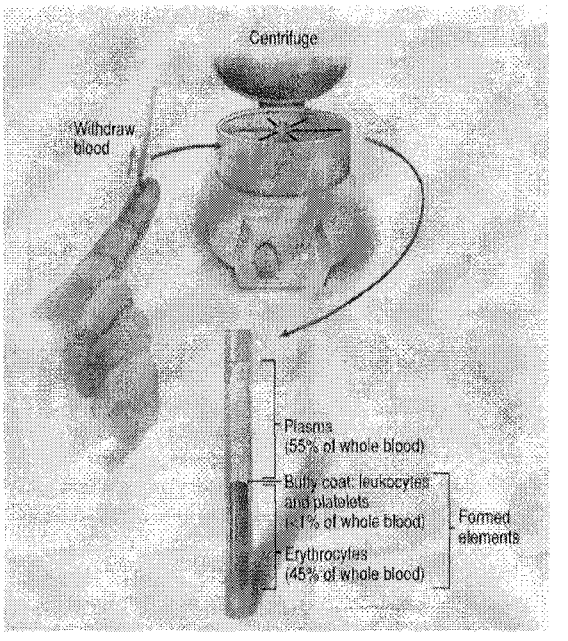
ความผิดปกติของเสียงหัวใจเรียก**murmurs** ซึ่งอาจมีสาเหตุจากความผิดปกติของลิ้นหัวใจ (Valvular insufficiency) หรือลิ้นหัวใจตีบ (Valvular stenosis) เป็นต้น



รูปที่ 3 : ภาพแสดงตำแหน่งของหัวใจ (แหล่งที่มา : Tortora G.J., and Grabowski S.R. Principles of Anatomy and Physiology, 9th ed. 2000)

เฮมาโตคริต (Hematocrit)

เฮมาโตคริตคือการวัดปริมาตรของเลือดซึ่งคิดเป็นจำนวนเปอร์เซ็นต์ ปกติในทางคลีนิคเราจะใช้ค่าเฮมาโตคริตเป็นตัวบ่งชี้ว่าบุคคลนั้นอยู่ในสภาวะปกติหรือไม่



รูปที่ 4 : ภาพแสดงการเจาะเลือดหาค่าเฮมาโตคริต (แหล่งที่มา : Tortora G.J., and Grabowski S.R. Principles of Anatomy and Physiology, 9th ed. 2000)

ปกติค่าเฮมาโตคริตในผู้ชายจะมีค่าประมาณ 40-45% ส่วนในผู้หญิงจะมีค่าประมาณ 38-47% ถ้าค่าเฮมาโตคริตน้อยกว่านี้เราจัดได้ว่าบุคคลนั้นเป็นโรคโลหิตจาง (anemia) (15%) ได้ หรือถ้ามากกว่า 65% เราจัดอยู่ในจำพวกเม็ดเลือดแดงมากกว่าปกติที่เรียกว่า polycythemia.

วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้นักศึกษาสามารถทราบเทคนิกในการตรวจวัดชีพจร, วัดความดันโลหิตโดยวิธีการต่าง ๆ, และตำแหน่งในการฟังเสียงหัวใจ ได้อย่างถูกต้อง
2. เพื่อให้นักศึกษาสามารถเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของชีพจรและความดันโลหิตในภาวะปกติและขณะออกกำลังกาย
3. เพื่อให้นักศึกษาสามารถคำณวณหาค่าเฮมาโตคริต

วัสดุอุปกรณ์

1. เครื่องวัดความดันโลหิตแบบปรอท (Sphygmomanometer)
2. หูฟัง (Stethoscope)
3. จักรยานออกกำลังกาย
4. นาฬิกาจับเวลา
5. Alcohol 70 %
6. สำลี
7. heparinized capillary tubes
8. เครื่องปั่นเหวี่ยง (micro centrifuge)
9. ดินน้ำมัน
10. สเกลอ่านค่าเฮมาโตคริต
11. ใบมีด
12. ใบเลื่อย

วิธีการทดลอง

กิจกรรมที่ 1 :- การวัดชีพจร

ให้นักศึกษาทุกคนตรวจวัดชีพจรของตนเองและของเพื่อน บริเวณข้อมือข้อพับแขน ใต้ขากรรไกร และบริเวณขมับ (ดังรูป) นับจำนวนชีพจรที่รู้สึกได้ด้วยการนับ 0,1,2,3... เป็นเวลา 1 นาที พร้อมกับบันทึกผลการตรวจนับชีพจรเป็นจำนวนครั้งต่อนาทีลงในตารางบันทึกผลการทดลองที่ 1

หมายเหตุ การนับชีพจรโดยเริ่มต้นการนับจาก 0 จะให้ค่าถูกต้องกว่านับชีพจรโดยเริ่มต้นที่ 1 เนื่องจากชีพจรแรกที่รู้สึกได้อาจไม่ใช่จุดเริ่มต้นของคลื่นชีพจรคลื่นใหม่ก็ได้

ตารางบันทึกผลการทดลองที่ 1 : การวัดชีพจร

ตำแหน่งการคลำชีพจร	การตรวจนับชีพจร (ครั้ง/นาที)					
	ของตนเอง			ของเพื่อน		
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ค่าเฉลี่ย	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ค่าเฉลี่ย
1. บริเวณข้อมือ						
2. บริเวณข้อพับแขน						
3. บริเวณใต้ขากรรไกร						
4. บริเวณขมับ						

กิจกรรมที่ 2 :- การวัดความดันโลหิต

ให้นักศึกษาวัดค่าความดันโลหิตของเพื่อนในท่าต่าง ๆ ดังนี้

2.1 การวัดความดันโลหิตทางอ้อมโดยวิธีการคลำชีพจร

ให้ผู้ถูกทดลองนั่งพักในท่าที่สบายเป็นเวลาอย่างน้อย 5 นาที ก่อนตรวจวัดค่าความดันโลหิต จากนั้นผู้ถูกทดลองวางแขนบนโต๊ะใช้ผ้าพับแขน (arm cuff) ของเครื่องวัดความดันโลหิตแบบปรอท พันรอบต้นแขนเหนือข้อศอกประมาณ 1 นิ้ว (อย่ารัดผ้าพันแขนแน่นหรือหลวมเกินไป) และให้สายที่วัดอยู่ในตำแหน่งที่ใกล้เคียงกับเส้นเลือด หลังจากนั้นคลำชีพจรที่บริเวณข้อมือให้ได้ก่อน แล้วจึงสูบลมเข้าผ้าพับแขนโดยการบีบลูกยาง (air bulb) จนกระทั่งคลำชีพจรบริเวณข้อมือไม่ได้ แล้วค่อย ๆ ปล่อยลมออกจากผ้าพับแขนโดยการคลายสกูรที่ลูกยาง ขณะที่ผู้คลำชีพจรเริ่มรู้สึกครั้งแรกว่ามีชีพจรเต้นเกิดขึ้น จุดนั้นจะเป็นค่าความดันโลหิตสูงสุด (systolic pressure) ทำการทดลอง 2 ครั้งเพื่อหาเป็นค่าเฉลี่ยของค่าความดันโลหิตพร้อมกับจดบันทึกผลลงในตารางที่ 2.1

2.2 การวัดความดันโลหิตทางอ้อมโดยวิธีใช้หูฟัง

เตรียมผู้ถูกทดลองเช่นเดียวกับการวัดความดันโลหิตทางอ้อมโดยวิธีคลำชีพจร เสร็จแล้วจับชีพจรตรงบริเวณที่พับแขน (brachial artery) แล้ววางหูฟัง (stethoscope) สูบลมเข้าผ้าพับแขนให้มีความดันสูงกว่า systolic pressure ที่วัดได้จากการคลำชีพจรประมาณ 20 มิลลิเมตรปรอท แล้วค่อย ๆ ปล่อยลมออกจากผ้าพันแขนช้า ๆ จะได้ยินเสียงคล้ายเสียงเคาะผ่านทางหูฟัง อันเกิดเนื่องจากการไหลของเลือดใน brachial artery เป็นแบบการไหลวน เสียงแรกที่ได้ยินคือ ค่า systolic pressure และเสียงสุดท้ายที่ได้ยินก่อนเสียงนั้นจะเงียบหายไป คือ ค่าdiastolic pressure หลังจากนั้นบันทึกผลลงในตารางการทดลองที่ 2.2 และทำซ้ำกัน 2 ครั้ง

ตารางบันทึกผลการทดลองที่ 2.1 และ 2.2 : การวัดความดันโลหิตโดยวิธีคลำชีพจรและใช้หูฟัง

ความดันโลหิต (มม.ปรอท)	การวัดโดยวิธีคลำชีพจร			การวัดโดยใช้หูฟัง		
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ค่าเฉลี่ย	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ค่าเฉลี่ย
1. Systolic pressure						
2. Diastolic pressure	-	-	-			
3. Pulse pressure	-	-	-			
4. Mean arterial blood pressure	-	-	-			

2.3ศึกษาผลของอิริยาบถ

และการออกกำลังกายต่อการเปลี่ยนแปลงของชีพจรและความดันโลหิตผลของอิริยาบถ

ให้ผู้ถูกทดลองนั่งพัก 5 นาที แล้วจึงวัดชีพจรและความดันโลหิตโดยใช้หูฟัง ต่อจากนั้นให้ผู้ถูกทดลองนอนราบบนโต๊ะนานประมาณ 10 นาที แล้วจึงวัดชีพจรและความดันโลหิตในช่วงเวลาที่ 0, 3, 5 และ 10 นาทีในระหว่างนอนราบ ต่อจากนั้นให้ผู้ถูกทดลองลุกยืนตรงขึ้นทันทีแล้ว วัดชีพจรและความดันโลหิตในช่วงเวลา 0, 3, 5 และ 10 นาที ระหว่างลุกขึ้น พร้อมบันทึกผลลงในตารางบันทึกผลการทดลองที่ 2.3

ตารางบันทึกผลการทดลองที่ 2.3 : การศึกษาอิริยาบถ (ท่านั่ง, นอนราบ และลุกยืน) ต่อการเปลี่ยนแปลงของชีพจรและความดันโลหิต

อิริยาบถ	การตรวจวัด	0 นาที	5 นาที
นั่ง	ชีพจร ความดันโลหิต		
นอนราบ	ชีพจร ความดันโลหิต		
ลุกยืน	ชีพจร ความดันโลหิต		

2.4 ผลของการออกกำลังกาย

ให้ผู้ถูกทดลองนั่งพักบนเก้าอี้แล้ววัดชีพจรและความดันโลหิต โดยจะเริ่มนับเป็นที่ 0 นาที ให้ผู้ถูกทดลองนั่งพัก 5 นาที ต่อจากนั้นให้ผู้ทดลองขี่จักรยานออกกำลังกายนาน 15 นาที โดยจะวัดชีพจรและความดันโลหิตในระหว่างการออกกำลังกายทุก ๆ 5 นาที และหลังจากออกกำลังกายเสร็จในนาทีที่ 1, 3, 5 และ 10 นาที ตามลำดับ พร้อมกับบันทึกผลการทดลองลงในตารางบันทึกผลการทดลองที่ 2.4

ตารางบันทึกผลการทดลองที่ 2.4 : ผลของการออกกำลังกาย

การตรวจวัด	นั่ง	ขณะออกกำลังกาย	หลังจากออกกำลังกาย
ชีพจร ความดันโลหิต	0	5 นาที 10 นาที 15 นาที	1 นาที 10 นาที

กิจกรรมที่ 3 :- การฟังเสียงหัวใจ

ให้นักศึกษาทุกคนฟังเสียงหัวใจของตนเองและของเพื่อนพร้อมกับจดบันทึกผลอัตราการเต้นของหัวใจเป็นจำนวนครั้งต่อนาที ลงเป็นตารางบันทึกผลการทดลองที่ 3 และวางหูฟังบริเวณต่าง ๆ (ดังรูปที่5)

1.1 ช่องว่างระหว่างกระดูกซี่โครงที่ 5-6 ห่างจากแนวกลางของกระดูกไหปลาร้าประมาณ 3.5 นิ้ว ในตำแหน่ง M (Mitral valve) จะได้ยินเสียงหัวใจเสียงที่ 1 ซึ่งมีระดับเสียงต่ำและดังนาน

1.2 ช่องว่างระหว่างกระดูกซี่โครงที่ 5-6 ชิดกับกระดูกสันอก จะเป็นตำแหน่ง T (Tricuspid valve) จะได้ยินเสียงหัวใจเสียงที่ 1 เช่นกัน

1.3 ช่องว่างระหว่างกระดูกซี่โครงที่ 2-3 ด้านซ้ายชิดกระดูกสันอก ตำแหน่ง P (Pulmonary valve) จะได้ยินเสียงหัวใจเสียงที่ 2 ซึ่งมีระดับเสียงสูงและดังสั้น

1.4 ช่องว่างระหว่างกระดูกซี่โครงที่ 2-3 ด้านขวาชิดกระดูกสันอก ตำแหน่ง A (Aortic valve) จะได้ยินเสียงหัวใจเสียงที่ 2 เช่นกัน

หมายเหตุ ตำแหน่งที่วางหูฟังบางแห่งไม่ใช่ตำแหน่งของลิ้นหัวใจตรง ๆ เพราะอาจมีกระดูกซี่โครงหรือกระดูกสันอกบังอยู่ ดังนั้นอาจวางหูฟังตรงตำแหน่งใกล้เคียงที่ระบุไว้เพื่อให้ได้ยินเสียงหัวใจได้ชัดเจนที่สุด

ตารางบันทึกผลของการทดลองที่ 3 : การฟังเสียงหัวใจ

1. นักศึกษาได้ยินเสียงหัวใจเสียงที่ 1 ได้ชัดเจนที่สุด เมื่อวางหูฟังบริเวณ_____
2. นักศึกษาได้ยินเสียงหัวใจเสียงที่ 2 ได้ชัดเจนที่สุดเมื่อวางหูฟังบริเวณ_____
3. อัตราการเต้นของหัวใจ (ของตนเอง) = _____ครั้ง/นาที
   (วัดซ้ำ 2 ครั้ง แล้วหาค่าเฉลี่ย)
4. อัตราการเต้นของหัวใจ (ของเพื่อน) = _____ครั้ง/นาที
   (วัดซ้ำ 2 ครั้ง แล้วหาค่าเฉลี่ย)

กิจกรรมที่ 4 :- การวัดค่าเฮมาโตคริต

วิธีทำ

1. ให้นักศึกษาเจาะเลือดที่ปลายนิ้วโดยใช้ใบมีดที่จัดเตรียมให้ดังรูปที่ 6
2. ใช้ heparinized capillary tube ดูดเลือดให้ได้ประมาณ 2 ใน 3 ส่วนของ capillary tube แล้วปิด tube ด้วยดินน้ำมัน (ให้ทำ 2 หลอด)
3. นำไปปั่นเครื่อง microcentrifuge ด้วยความเร็ว 12,000 rpm เป็นเวลา 5 นาที
4. เสร็จแล้วอ่านค่าพร้อมกับบันทึกผลการทดลอง

ตารางบันทึกผลการทดลองที่ 4 : ค่าเฮมาโตคริต

	ค่าเฮมาโตคริต (%)
1. ของตนเอง	
2. ของเพื่อน	

คำถามท้ายบท

1. เสียงหัวใจ อัตราการเต้นของหัวใจ และชีพจรมีความสัมพันธ์กันหรือไม่ เพราะเหตุใด
2. ขณะนั่งพัก ขณะออกกำลังกาย และหลังจากออกกำลังกายเสร็จสิ้นแล้ว ชีพจรและความดันโลหิตจะแตกต่างกันหรือไม่ เพราะเหตุใด
3. ถ้านักศึกษานอนราบเป็นเวลา 10 นาที หลังจากนั้นลุกขึ้นยืนทันที ชีพจรและความดันโลหิตจะแตกต่างกันหรือไม่ เพราะเหตุใด

เอกสารอ้างอิง

1. Pflanzer, R.G. (1999). Experimental and Applied Physiology. 6th ed. The McGraw-Hill Companies,
2. Wood, M.G. (1997). Essentials of Anatomy and Physiology. Prentice-Hall Inc.
3. Donnelly, P.I., and Wistreich, G.A. (1993). Laboratory Manual for Anatomy and Physiology with Cat Dissections. 4th ed. HarperCollins College Publishers.
4. Tortora, G.J., and Grabowski, S.R. . (2000). Principles of Anatomy and Physiology. 9th ed. HarpesCollins College Publishers.

บทปฏิบัติการที่ 3

มหกายวิภาคศาสตร์ระบบหายใจ และการทดสอบการทำงานของปอด

(Gross Anatomy of Respiratory system and Lung Function test)

วารี วิดจายา

บทปฏิบัติการนี้แบ่งออกเป็น 2 ตอนคือ

1. การศึกษาถึงมหกายวิภาคศาสตร์ของระบบหายใจ
2. ศึกษาการทดสอบการทำงานของปอด

ตอนที่ 1: การศึกษาถึงมหกายวิภาคศาสตร์ของระบบหายใจ

วัตถุประสงค์

1. นักศึกษาสามารถอธิบายโครงสร้างของอวัยวะต่างๆของระบบหายใจได้
2. นักศึกษาสามารถอธิบายหน้าที่ของอวัยวะต่างๆที่อยู่ในระบบหายใจได้
3. นักศึกษาสามารถนำไปใช้ประยุกต์กับวิชาอื่น ๆ ได้
4. นักศึกษาเข้าใจถึงพยาธิสภาพของโรคบางอย่างที่เกิดขึ้นได้

วัสดุอุปกรณ์

หุ่นจำลองของระบบหายใจได้ซึ่งมีขนาดและรูปร่าง เทียบได้ใกล้เคียง กับของจริงในมนุษย์

วิธีการศึกษา

ให้นักศึกษาทำการศึกษาโครงสร้างและหน้าที่ของระบบหายใจพร้อม กับบันทึกผลลงในแผ่นภาพของแต่ละกิจกรรม

กิจกรรมที่ 1 : ศึกษาโครงสร้างของระบบหายใจ

ระบบหายใจ คือระบบที่ทำหน้าที่แลกเปลี่ยนก๊าซระหว่างเซลล์เลือด และอากาศโดยการรับออกซิเจนเข้าสู่กระแสโลหิตแล้วส่งต่อไปยังเซลล์และขับคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดจากขบวนการเมตาบอลิซึมออกจากร่างกาย อวัยวะที่เกี่ยวข้องกับการหายใจคือ จมูก (nose) คอหอย (pharynx) กล่องเสียง (larynx) หลอดลม (trachea) ปอด (lung) กระบังลม (diaphragm) และกล้ามเนื้อระหว่างซี่โครงด้านนอก (external intercostal muscle) เป็นต้น

โครงสร้างและหน้าที่ของระบบหายใจแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ

1. ส่วนที่เป็นท่อทางเดินอากาศ (Conducting portion) ซึ่งประกอบด้วย

1.1 จมูก (nose) เป็นส่วนต้นของท่อทางเดินอากาศ ประกอบด้วย

1.1.1 external nose ได้แก่

- รูจมูก (nostrils หรือ external nares)
- nasal bone เป็นสันแข็งอยู่บริเวณโคนจมูก
- กระดูกอ่อน (cartilage) ได้แก่ septal cartilage จะแบ่งจมูกออกเป็น 2 ช่อง และ lateral nasal cartilage อยู่ด้านข้างของสันจมูกมีลักษณะค่อนข้างนิ่ม และ alar cartilage อยู่ด้านข้างของรูจมูกที่โป่งตัวออกลักษณะอ่อนนิ่ม

1.1.2 nasal cavity (โพรงจมูก) ซึ่งจะมี 2 ช่อง กั้นด้วย septum

- median nasal septum ได้แก่ septal cartilage, perpendicular plate of ethmoid bone และ vomer bone
- lateral wall of nasal cavity เป็นผนังด้านข้างของโพรงจมูกผิวไม่เรียบ มีส่วนนูนออกมาเรียก concha โดยจะถูกแบ่งเป็น superior concha, middle concha และ inferior concha โดยช่องว่างบริเวณที่ concha คลุมอยู่เรียกว่า "Meatus" meatus มีรูเปิดของโพรงอากาศที่รอบ ๆ ได้แก่ sphenoidal , frontal, maxillary และ ethmoid sinuses ซึ่งจะให้เสียงกังวาน ซึ่งภายใน roof of nasal cavity ทำด้วยกระดูก ethmoid ภายในโพรงจมูกจะมี respiratory mucosa ซึ่งเป็น psendostratied ciliated columnar epithelium with globet cell ซึ่งจะสร้างมูก (mucus) เพื่อให้ผิวชื้นและ cilia ทำหน้าที่ดักฝุ่นหรือผงเล็ก ๆ นอกจากนี้ยังมี olfactory epithelium อยู่ในส่วนบนของ nasal cavity ซึ่งประกอบด้วยปลายประสาท
รับความรู้สึก ซึ่งต่อกับ olfactory nerve ทำให้เราเกิดการรับกลิ่นได้

ส่วนพื้นของ nasal cavity ได้แก่ hard palate จะเพิ่มความแข็งแรงให้กับกระดูก palatine และบางส่วนของ maxilla ถ้ากระดูกสองแผ่นนี้ไม่เชื่อมติดกันในช่วงเดือนที่ 3 ของการตั้งครรภ์จะทำให้เกิดความผิดปกติที่เรียกว่า เพดานปากโหว่ (cleft palate) ส่วนทางด้านหลังของ hard palate จะเป็น soft palate ซึ่งเวลาอากาศเข้าสู่คอหอย soft palate จะลดตัวลงมาข้างล่างแต่เวลากลืนอาหาร soft palate จะยกตัวขึ้นเพื่อป้องกันไม่ให้อาหารสำลักเข้าสู่ช่องจมูก

1.2 คอหอย (pharynx)

คอหอยเป็นหลอดที่มีความยาวประมาณ 13 ซม. และจะต่อจาก nasal cavity ตรง internal nares และติดต่อกับปากด้วย คอหอยจะทำหน้าที่เป็นทางผ่านของอากาศและอาหาร แบ่งออกเป็น 3 ส่วนคือ

1.2.1 Nasopharynx อยู่ข้างหลังช่องจมูกเหนือเพดานอ่อน ประกอบด้วย pseudostratified ciliated epithelium เพื่อทำความสะอาดอากาศที่หายใจเข้าไปและจะมีรูเปิด 4 รู คือ รูเปิดของ internal nares 2 รู และรูเปิดของ auditory (Eustachian) tube อีก 2 รู ซึ่งเป็นช่องติดต่อไปถึงหูตอนกลาง จึงเป็นตัวปรับความดันภายในหูชั้นกลาง ซึ่งปกติแล้วรูนี้จะเปิดตลอดมิฉะนั้นหูจะอื้อและปวดมาก

1.2.2 Oropharynx จากเพดานอ่อนถึงระดับของ hyoid bone เป็นส่วนที่เป็นทางผ่านของอากาศและอาหาร และจะมีส่วนของทอนซิล 2 คู่ , palatine และ lingual tonsils รวมอยู่ด้วย

1.2.3 Laryrgopharynx เริ่มที่ระดับของ hyoid bone ด้านหน้าจะเป็นกล่องเสียง (larynx) แล้วต่อกับหลอดอาหาร (esophayns) ตรงจุดนี้เป็นทางผ่านของอาหารและอากาศ เพราะฉะนั้นอากาศจะผ่านเข้ามาทางด้านหน้าคือเข้าสู่ larynx ส่วนอาหารจะผ่านไป

1.2.4 ทางด้านหลังเข้าสู่หลอดอาหาร (esophagus) โดยจะมีแผ่น epiglottis คอยปิดกล่องเสียงไว้ไม่ให้อาหารตกลงไป

1.3 กล่องเสียง (larynx)

กล่องเสียงเป็นอวัยวะพิเศษที่ทำหน้าที่เปล่งเสียงและเป็นทางผ่านของอากาศในเวลาหายใจได้

โครงสร้างของกล่องเสียงประกอบด้วยกระดูกอ่อน (cartilage) ประมาณ 9 ชั้น ที่เห็นชัดเจน คือ Thyroid cartilage (Adam's apple) ซึ่งมองเห็นชัดทางด้านหน้าของคอในผู้ชาย แต่ในผู้หญิงจะไม่ค่อยเห็นเด่นชัด

Epiglottisจะเป็นแผ่นกระดูกอ่อนที่มีลักษณะคล้ายใบไม้และจะลงมาปิดกล่องเสียงเวลากลืนอาหาร และจะยกขึ้นเมื่อกลืนอาหารเสร็จแล้ว

cricoid cartilage เป็นวงแหวนของ hyaline cartilage ซึ่งจะอยู่ทางด้านล่างของกล่องเสียง ในทางคลีนิคใช้เป็นตำแหน่งบ่งชี้ในการเจาะคอ (tracheostom) ผู้ป่วยที่จำเป็นต้องรีบให้อากาศเข้าไปช่วยในการหายใจ

1.4 หลอดลม (Trachea)

หลอดลมเป็นท่อที่มีความยาวประมาณ 10-12 ซม. และมีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 2.5 ซม. และทำด้วยกระดูกอ่อนตั้งอยู่ทางด้านหน้าของหลอดอาหาร (esophagus) โดยเริ่มจากส่วนปลายสุดของ larynx จนถึงจุดแยกเป็น bronchus ซ้ายขวา ภายในหลอดลมดาดด้วย mucous membrane ซึ่งมี ciliated epithelium และ mucous เหนียว ๆ คอยดักผงละอองและสิ่งต่าง ๆ ที่หายใจเข้าไปกับลมอากาศในเวลาหายใจเข้า

Bronchi มีอยู่ 2 ข้างขวาและซ้ายเป็นหลอดที่แยกมาจากหลอดลม Bronchus ด้านขวาสั้นและกว้างกว่าด้านซ้าย ส่วนด้านซ้ายจะแคบและยาวในส่วนของ bronchi จะไม่มีกระดูก

อ่อน คงจะมีแต่ชิ้นเนื้อกล้ามบาง ๆ และ elastic tissue ซึ่งดาดด้วย ciliated columnar epithelium อยู่เท่านั้น

1.5 ปอด (Lungs)

ปอดเป็นอวัยวะรูปกรวย (cone-shaped) มี 2 ข้าง ขวา-ซ้ายบรรจุอยู่ในช่องอก (thoracic cavity) และทำหน้าที่ในการหายใจ ปอดทั้ง 2 ข้างจะถูกแยกออกจากกันเนื่องจากมีหัวใจและโครงสร้างอื่น ๆ ใน mediastinum แทรกอยู่ ดังนั้น mediastinum (หัวใจ ต่อม thymus หลอดอาหาร หลอดลม หลอดเลือดและหลอดน้ำเหลือง) จะแยกช่องอกออกเป็น 2 ส่วน ตามลักษณะทางกายวิภาค ฉะนั้นถ้าปอดข้างใดข้างหนึ่งเกิดแฟบ อีกข้างหนึ่งก็ยังคงทำหน้าที่ได้

ปอดข้างหนึ่ง ๆ ด้านฐานจะหว่ำตั้งอยู่บนด้านนูนของกระบังลม ส่วนยอดของปอดอยู่เหนือระดับซี่โครงซี่ที่ 1 พื้นนอกโดยรอบของปอดจะนูนออกมาพอดีกับช่องอก ส่วนพื้นในเป็นแอ่งหว่ำเรียก Hilum ซึ่งจะมี bronchi, pulmonary blood vessels , lymphatic vessels และ nerves ทอดเข้าสู่ปอดได้ และข้างหน้าใต้ Hilum ของปอดข้างซ้ายจะมีรอยหว่ำลึก เรียก cardiac notch เพื่อให้หัวใจตั้งแทรกอยู่

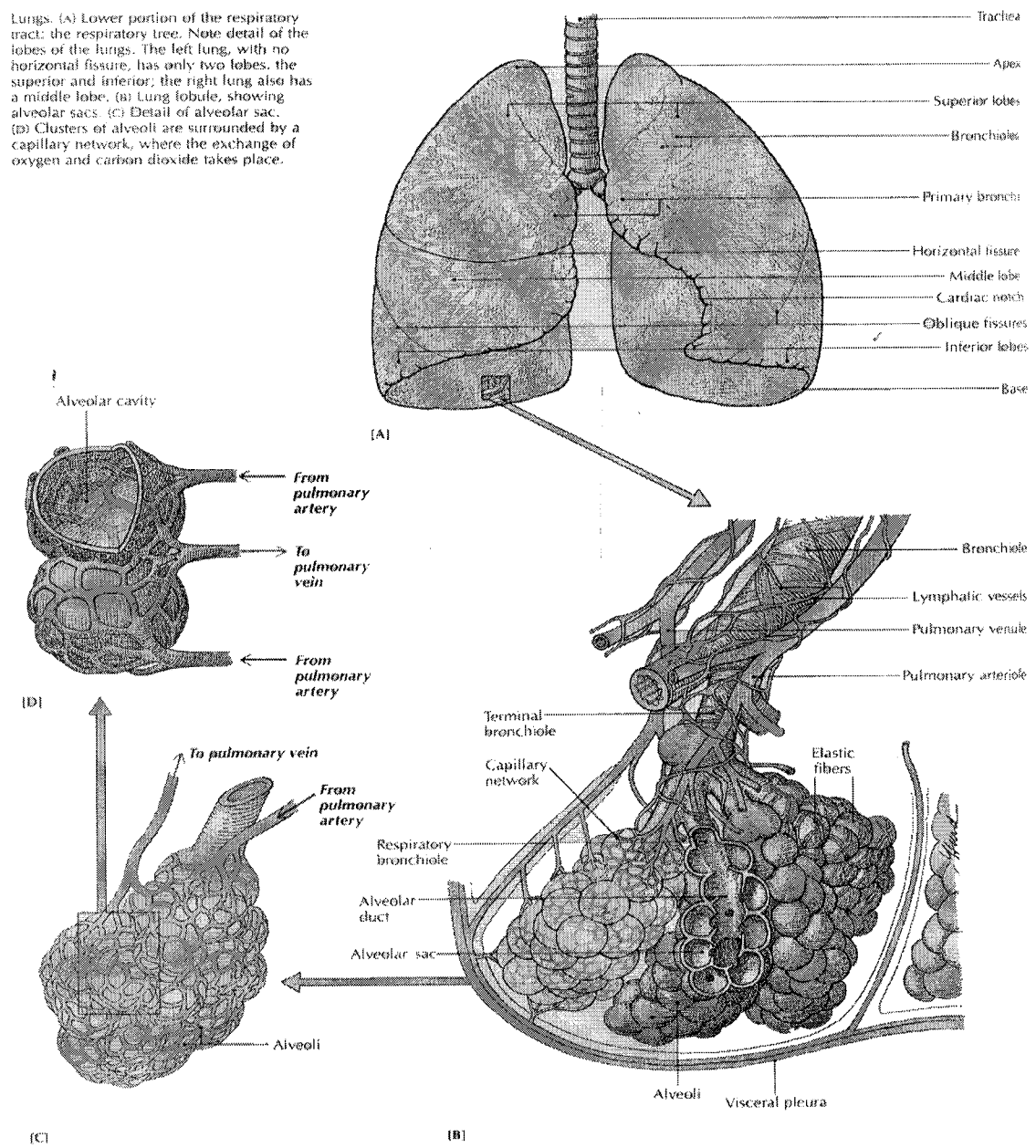
ปอดข้างขวาจะใหญ่กว่า หนักกว่า กว้างกว่าและสั้นกว่าข้างซ้าย เพราะว่ามีกระบังลมนูนซึ่งขึ้นมามากเนื่องจากตับ หนุนอยู่ข้างใต้กระบังลมอีกที่หนึ่ง ปอดข้างขวาจะมี 3 กลีบ (lobes) ได้แก่ กลีบบน (superior lobe) กลีบกลาง (middle lobe) และกลีบล่าง (inferior lobe) โดยมี horizontal และ oblique fissure เป็นตัวแยกปอดขวา horizontal fissure จะแยกกลีบบนและกลีบกลาง ส่วน oblique fissure จะแยกกลีบกลางและกลีบล่าง

ปอดข้างซ้ายจะเล็กกว่า แคบกว่า และยาวกว่าปอดขวา เพราะว่ามีหัวใจแทรกอยู่ ปอดข้างซ้ายจะมี 2 กลีบ คือ กลีบบน และกลีบล่างเท่านั้น ไม่มีกลีบกลาง ดังนี้จึงมี oblique fissure เป็นตัวแยกกลีบบนและกลีบล่าง

ปอดถูกหุ้มด้วยเยื่อหุ้มปอด (pleura) ซึ่งมี 2 ชั้น คือ visceral pleura จะบุติดกับเนื้อปอด และ parietal pleura จะบุติดกับผนังทรวงอกช่องระหว่าง pleura ทั้ง 2 ชั้น เรียกว่า pleural cavity ซึ่งจะมีสารหล่อลื่นอยู่ในช่องว่างนี้ ทั้งนี้เพื่อช่วยลดแรงตึงผิวขณะที่ปอดยืดขยาย

เนื้อของปอดจะมีลักษณะโปร่ง และยืดหยุ่นคล้ายฟองน้ำ ลอยน้ำได้ ในปอดแต่ละกลีบจะถูกแบ่งเป็นส่วน ๆ เรียก bronchopulmonary segment ซึ่งจะประกอบด้วยกลีบเล็ก ๆ จำนวนมาก เรียก lobules ในแต่ละกลีบเล็ก ๆ (lobule) นี้ จะถูกหุ้มด้วย elastic connective tissue และจะมีพวกหลอดน้ำเหลืองเส้นเลือดแดงฝอย และเส้นเลือดดำ และ branch ของ terminal bronchiole บรรจุอยู่ ในส่วนของ terminal bronchioles แบ่งเป็น respiratory bronchioles ซึ่งจะแบ่งเป็น alveolar ducts จำนวนมาก และรอบ ๆ alveolar duct จะมี alveoli และ alveolar sacs ซึ่ง alveoli นี้จะจะรูปร่างคล้ายถ้วยเป็นกระเปาะแล้วถูกหุ้มด้วย thin

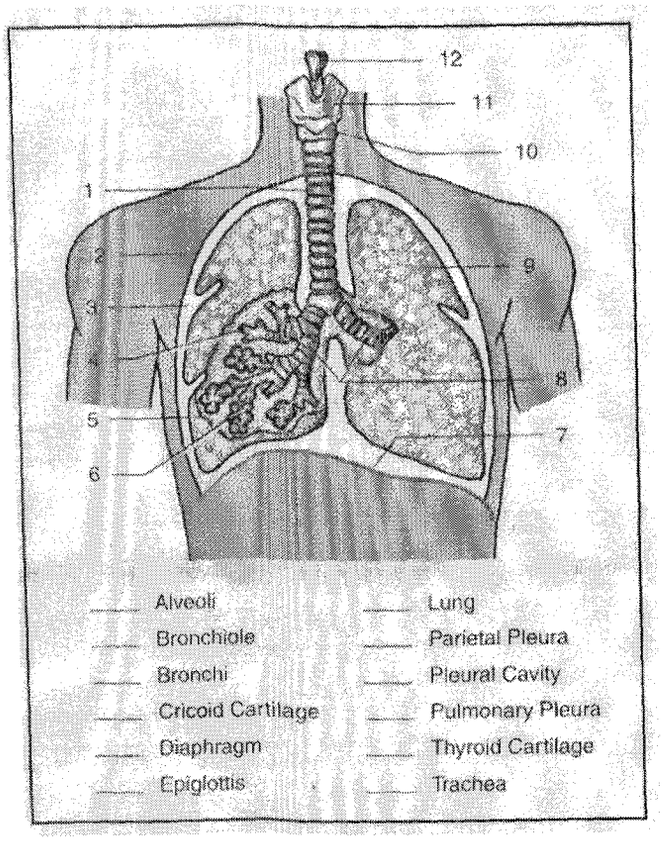
elastic basement membrane และ alveolar sacs อาจจะมีจำนวน alveoli ตั้งแต่ 2 หรือมากกว่าก็ได้โดยจะมีการ share กันในตำแหน่งของการเปิดเพื่อใช้ในการแลกเปลี่ยนก๊าซ



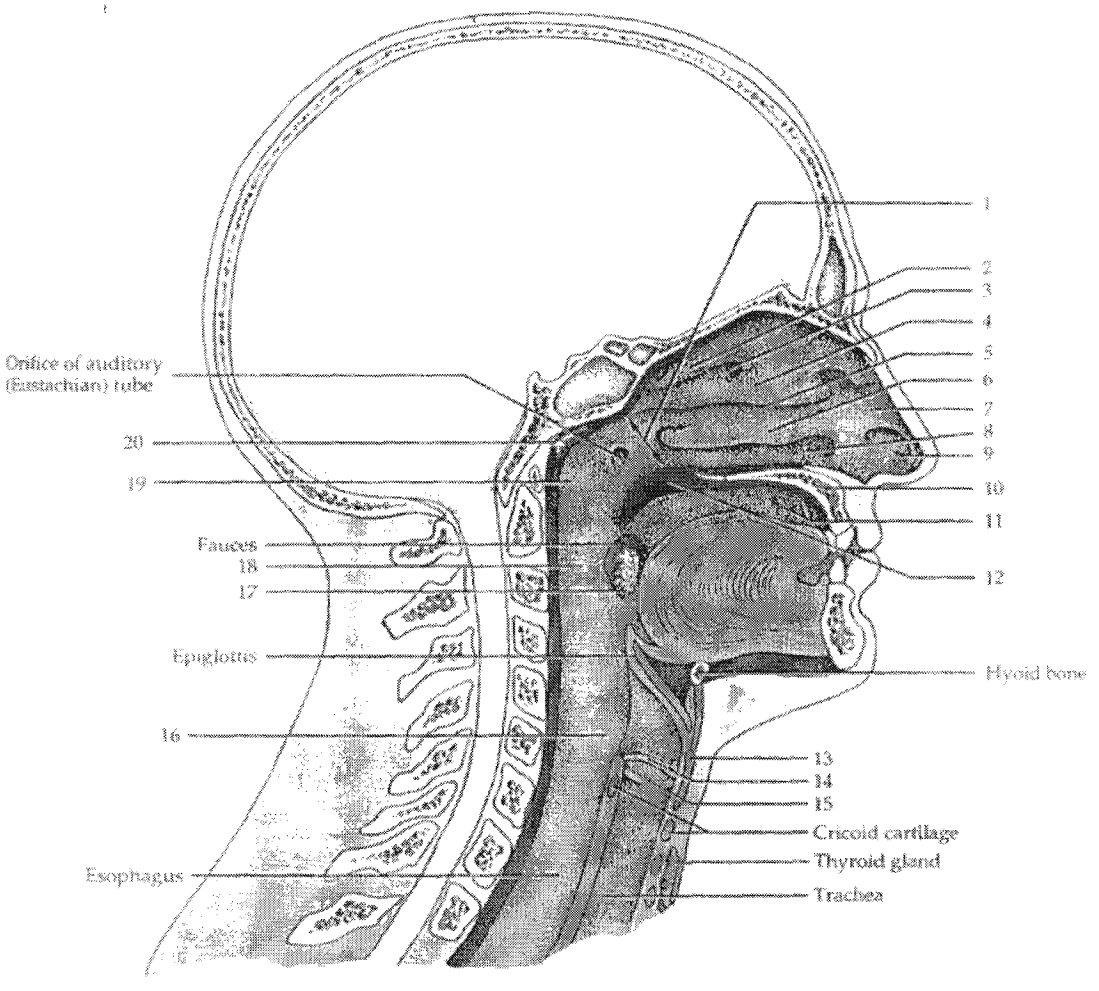
รูปที่ 1 : ภาพแสดงโครงสร้างของปอด (แหล่งที่มา : Tortora G.J., and Grabowski S.R. Principles of Anatomy and Physiology, 9th ed. 2000)

กิจกรรมที่ 1 : ศึกษาโครงสร้างและหน้าที่ของระบบหายใจ

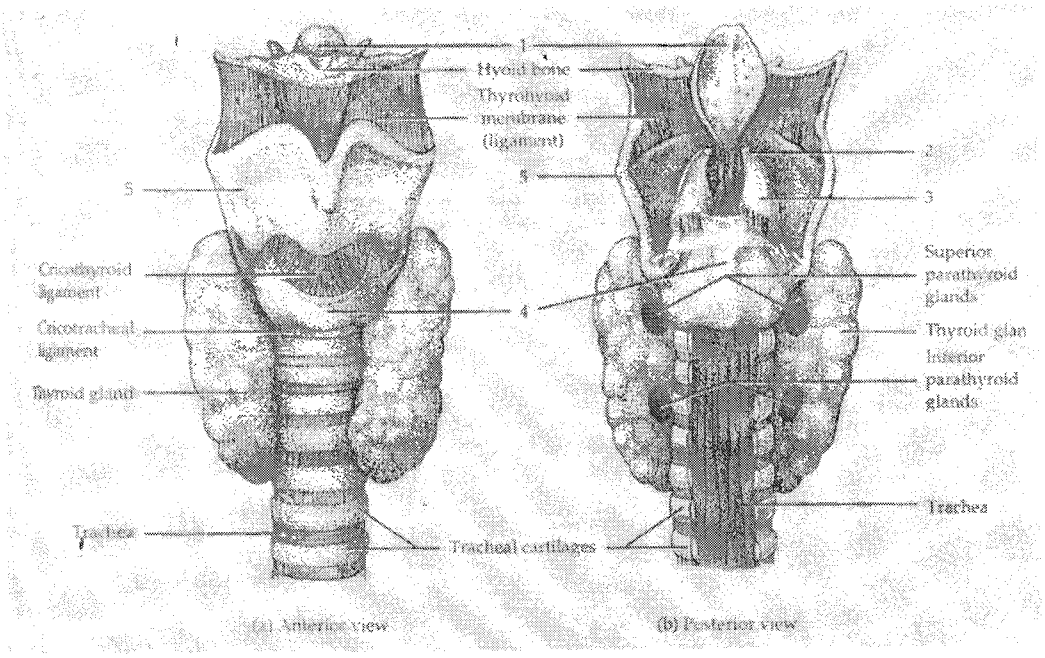
ให้นักศึกษาศึกษาถึงโครงสร้างของระบบหายใจ พร้อมกับลงชื่อ (label) ส่วนต่างๆ ลงในภาพที่ไว้ในผลการทดลอง



รูปที่ 2 : โครงสร้างของระบบการหายใจ



รูปที่ 3 : โครงสร้างภายในของระบบการหายใจ



___ Arytenoid cartilage
___ Corniculate cartilage
___ Cricoid cartilage
___ Epiglottis
___ Thyroid cartilage (Adam's apple)

รูปที่ 4 : ภาพแสดงโครงสร้างของกล่องเสียง

ตอนที่ 2 : ศึกษาการทดสอบการทำงานของปอด

วัตถุประสงค์

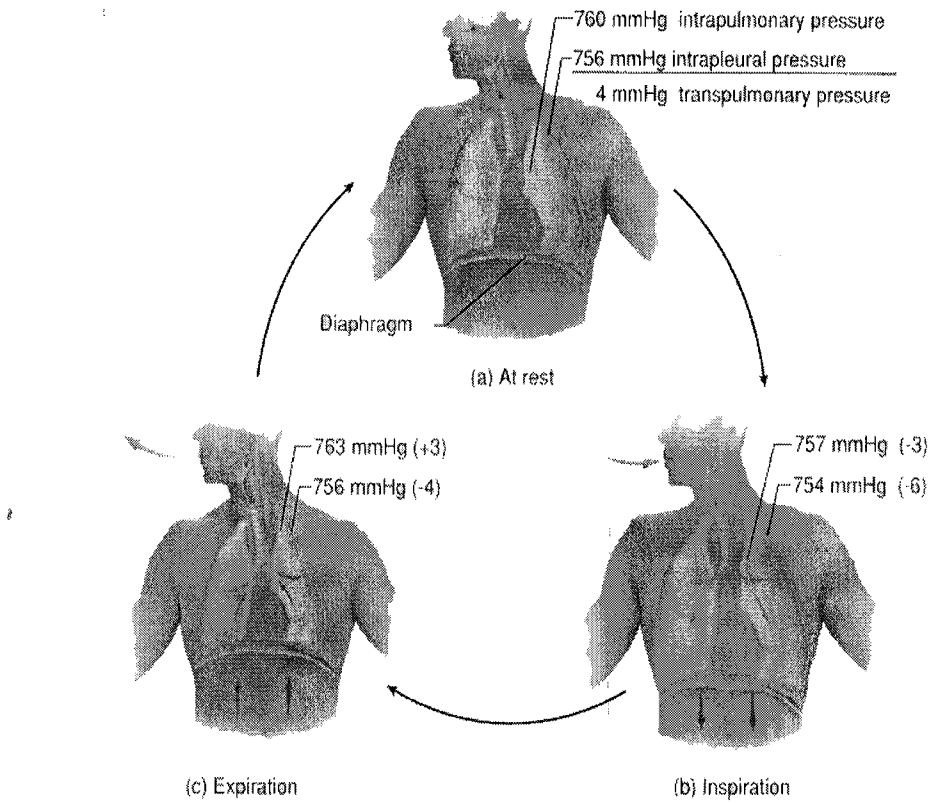
1. ให้นักศึกษาได้รู้วิธีการทดสอบการทำงานของปอด
2. ให้นักศึกษาได้รู้วิธีในการประเมินผลจากการทดสอบ
3. ให้นักศึกษาสามารถเปรียบเทียบความจุของปอดในภาวะปกติและผิดปกติได้

วัสดุอุปกรณ์

1. เครื่อง Mac-lab และ Macintosh computer ใช้เป็นเครื่องบันทึกทางสรีรวิทยา
2. นิวโมเทรส (Pneumotrace) สำหรับวัดรอบช่วงอกและวัดการเคลื่อนไหวของช่วงอก
3. เครื่องแปลงสัญญาณการเปลี่ยนแปลงปริมาตรให้เป็นกระแสไฟฟ้า (Volume displacement transducer)
4. สไปโรมิเตอร์ (Spirometer) และ flow head ที่มีแผ่นตะแกรงอยู่ตรงกลางเป็นทางให้ลมจากการหายใจผ่านโดยมี connecting tube เชื่อม flow head เข้ากับ Mac-lab
5. ท่อหายใจทางปาก (Mouth piece)
6. อุปกรณ์สำหรับบีบจมูก (Nose clips)
7. ท่อพลาสติกเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.5 นิ้วยาว 4 ฟุต
8. สำลี
9. กระดาษเช็ดมือ
10. แอลกอฮอล์

กลไกในการหายใจปกติมี 2 อย่างดังนี้คือ

1. **การหายใจเข้า** คือ ขบวนการที่มีการถ่ายเทอากาศจากบรรยากาศภายนอกเข้าสู่ปอด โดยอาศัยการหดตัวของกล้ามเนื้อช่วยหายใจเข้า ได้แก่กระบังลม (diaphragm) และกล้ามเนื้อระหว่างช่องซี่โครงด้านนอก (external intercostal muscle) ทำให้ทรวงอกขยายออกปริมาตรภายในทรวงอกและปอดจึงเพิ่มขึ้นซึ่งมีผลทำให้ความดันลดลง อากาศจากบรรยากาศภายนอกจึงถ่ายเทเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจ
2. **การหายใจออก** คือ ขบวนการถ่ายเทอากาศออกจากปอด โดยกระบังลมจะเคลื่อนขึ้น กล้ามเนื้อระหว่างช่องซี่โครงด้านนอกจะคลายตัว ทำให้ทรวงอกหดตัว ปริมาตรภายในทรวงอกจะลดลงทำให้ความดันเพิ่มขึ้น อากาศภายในปอดจึงถูกขับออกสู่บรรยากาศจนกระทั่งความดันอากาศภายในถุงลมปอดเท่ากับความดันในบรรยากาศ อากาศจึงหยุดถ่ายเทออกเป็นอันสิ้นสุด



รูปที่ 5 : ภาพแสดงขั้นตอนของการหายใจเข้าและออก (แหล่งที่มา : Tortora G.J., and Grabowski S.R. Principles of Anatomy and Physiology, 9th ed. 2000)

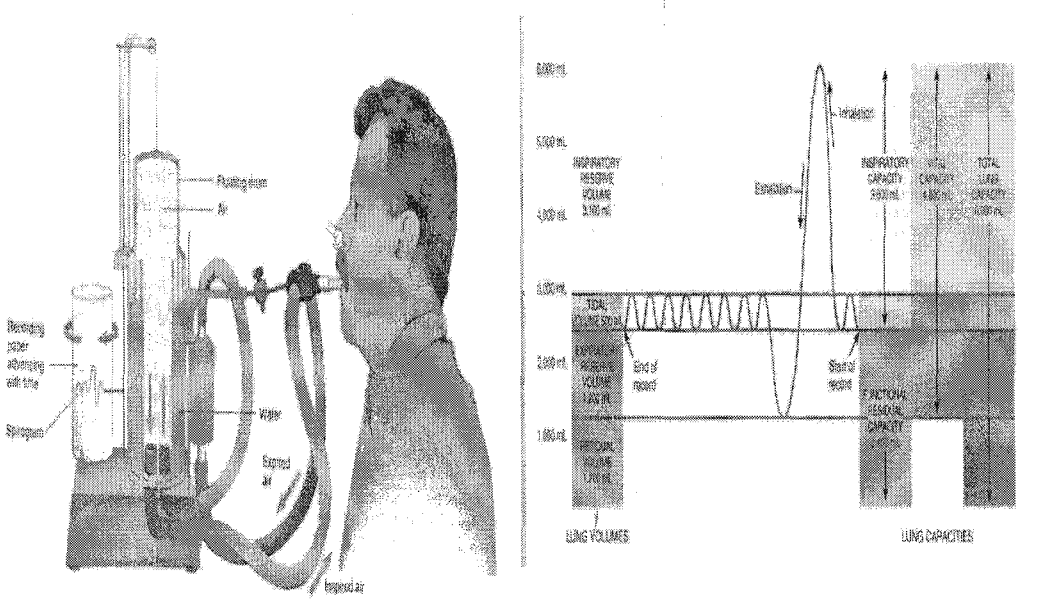
ปริมาตรปอด (Lung volumes)

ปริมาตรของอากาศภายในปอดในขณะหนึ่ง ๆ จะขึ้นอยู่กับผนังทรวงอกและการทำหน้าที่ของกล้ามเนื้อในการหายใจเข้าและหายใจออก ซึ่งปริมาตรของปอดสามารถเปลี่ยนแปลงได้ทั้งจากกระบวนการปกติต่าง ๆ ทางสรีรวิทยาของร่างกายและจากพยาธิ สภาพของปอด ขนาดของปอดจะขึ้นอยู่กับความสูงและน้ำหนักตัวหรือพื้นที่ผิวของร่างกาย ตลอดจนอายุและเพศ การวัดปริมาตรของปอดมีความจำเป็นในด้านคลีนิก เพื่อช่วยในการวินิจฉัยพยาธิสภาพของปอดและทางเดินหายใจ

ปริมาตรของปอด (ดังรูปที่ 6) ประกอบด้วย

1. Tidal volume (TV) เป็นปริมาตรของอากาศที่หายใจหรือหายใจออก 1 ครั้ง ในการหายใจปกติ มีค่าประมาณ 5600 มิลลิลิตร
2. Inspiratory reserve volume (IRV) เป็นปริมาตรอากาศที่สามารถหายใจเข้าได้อย่างเต็มที่ภายหลังการหายใจเข้าปกติ มีค่าประมาณ 2500 มิลลิลิตร
3. Inspiratory capacity (IC) เป็นปริมาตรอากาศที่มากที่สุดที่สามารถหายใจเข้าได้ภายหลังการหายใจออกปกติ มีค่าประมาณ 3000 มิลลิลิตร

4. Expiratory reserve volume (ERV) เป็นปริมาตรอากาศที่สามารถหายใจออกได้อย่างเต็มที่ภายหลังจากการหายใจออกปกติ มีค่าประมาณ 1500 มิลลิลิตร
5. Vital capacity (VC) เป็นปริมาตรอากาศที่มากที่สุดที่สามารถหายใจออกได้ภายหลังการหายใจเข้าเต็มที่ มีค่าประมาณ 4500 มิลลิลิตร
6. Residual volume (RV) เป็นปริมาตรอากาศที่เหลือในปอดภายหลังการหายใจออกอย่างเต็มที่ มีค่าประมาณ 1500 มิลลิลิตร
7. Functional residual capacity (FRC) เป็นปริมาตรอากาศที่เหลืออยู่ในปอดภายหลังการหายใจออกปกติ มีค่าประมาณ 3000 มิลลิลิตร
8. Total lung capacity (TLC) เป็นปริมาตรอากาศภายในปอดทั้งหมด ภายหลังจากการหายใจเข้าเต็มที่ มีค่าประมาณ 6000 มิลลิลิตร



รูปที่ 6 : ภาพแสดงปริมาตรและความจุของปอด (แหล่งที่มา : Tortora G.J., and Grabowski S.R. Principles of Anatomy and Physiology, 9th ed. 2000)

ในบทปฏิบัติการนี้นักศึกษาจะได้ศึกษาถึงสมรรถภาพการทำงานของปอดด้วยเครื่องมือสำหรับวัดและบันทึกผลการเปลี่ยนแปลงปริมาตรหรือความจุอากาศของปอดในระหว่างการหายใจ เรียกว่า สไปโรมิเตอร์ (Spirometer) ซึ่ง Spirometer นี้จะไม่สามารถวัดปริมาตรอากาศได้ทุกค่า โดยเฉพาะค่า RV FRC และ TLC แต่สามารถใช้วัดการเปลี่ยนแปลงปริมาตรและความจุอากาศของปอดเพื่อทดสอบสมรรถภาพการทำงานของปอดได้ ซึ่งสไปโรมิเตอร์นี้จะต่อเข้ากับเครื่อง Mac-lab และเครื่องคอมพิวเตอร์

กิจกรรมที่ 2 :- หาปริมาตรและความจุอากาศของปอดในระหว่างการหายใจเข้า – ออกปกติ และหายใจเข้า – ออกเต็มที่

วิธีการทดลอง

เลือกนักศึกษาในกลุ่ม 1 คน ที่มีสุขภาพดีไม่มีประวัติเกี่ยวกับความผิดปกติของระบบทางเดินหายใจเช่น โรคหอบหืด และไม่อ้วนจนเกินไป ให้นักศึกษานั่งบนเก้าอี้ที่มีพนักพิงอยู่ในท่าที่สบาย และหันหน้าไปทางที่ไม่สามารถมองเห็นการบันทึกผลการทดลองจากเครื่อง Mac-lab และติดนิวโมเทรสรอบอกให้พอดีไม่แน่นหรือหลวมเกินไป และให้นักศึกษาผู้ถูกทดลองบีบจมูกตัวเองหรือใช้คลิบบีบจมูก แล้วหายใจทางปากโดยหายใจผ่านท่อ (mouth piece) (ดังรูป)

2.1 การวัดหาปริมาตรของปอดขณะหายใจเข้า–ออกแต่ละครั้ง (Static lung volume) ให้ผู้ถูกทดลองหายใจทางปากผ่านสไปโรมิเตอร์ไปเรื่อยๆ ปริมาณ 2 – 3 นาที เพื่อบันทึกการหายใจเข้า–ออกปกติ จากนั้นให้ผู้ถูกทดลองหายใจเข้าลึกเต็มที่เพื่อบันทึกปริมาตร IRV (Inspiratory reserve volume) และ ERV (Expiranatory reserve volume) สำหรับ VC (Vital capacity) หาได้จากผลรวมของค่าปริมาตรทั้ง 3 ข้างต้น ดังนี้คือ

$$VC = TV + IRV + ERV$$

นักศึกษาที่สังเกตการณ์ควรอยู่ในความสงบและไม่ล้อเล่นกันในระหว่างทำการทดลอง

2.2 การวัดปริมาตรอากาศขณะหายใจ 1 นาที (Dynamic lung volume)
ปริมาตรอากาศที่มีการระบายเข้า – ออก จากทางเดินหายใจในช่วงเวลาหนึ่ง ได้แก่

2.2.1 Ventilatory rate (VE) เป็นการบันทึกปริมาตรของอากาศที่ระบายผ่านระบบทางเดินหายใจใน 1 นาที คำนวณได้จากผลคูณของปริมาตรไทดัล (tidal volume) กับอัตราการหายใจดังนี้คือ

$$VE = TV \times RR$$

2.2.2 Alveolar minute volume (VA) เป็นการคำนวณหาปริมาตรของอากาศที่ระบายสู่ถุงลมปอดใน 1 นาที โดยไม่คิดปริมาตรอากาศในส่วนที่เป็นปริมาตรสูญเปล่าทางกายวิภาค (Anatomical deed space) ซึ่งมีค่าประมาณ 150 มิลลิลิตร ดังนั้น

$$VA\ (TV - 150) \times RR$$

2.2.3 Maximum breathing capacity (MBC) เป็นการหาความจุอากาศที่ระบายผ่านระบบทางเดินหายใจอย่างรวดเร็วซึ่งในคนที่มี พยาธิสภาพของระบบทางเดินหายใจ เช่น โรคหอบหืด จะมีค่า MBC ต่ำกว่าปกติให้นักศึกษาผู้ถูกทดลองหายใจเข้า– ออกลึกและเร็วประมาณ 15 วินาที แล้วนำค่าปริมาตรที่วัดได้ทั้งหมดใน 15 วินาที คูณด้วย 4 จึงได้ค่า MBC ซึ่งมีหน่วยเป็น ลิตร/นาที

ให้นักศึกษาคำณวณหาค่าต่างๆลงในตารางผลการทดลองที่ 2

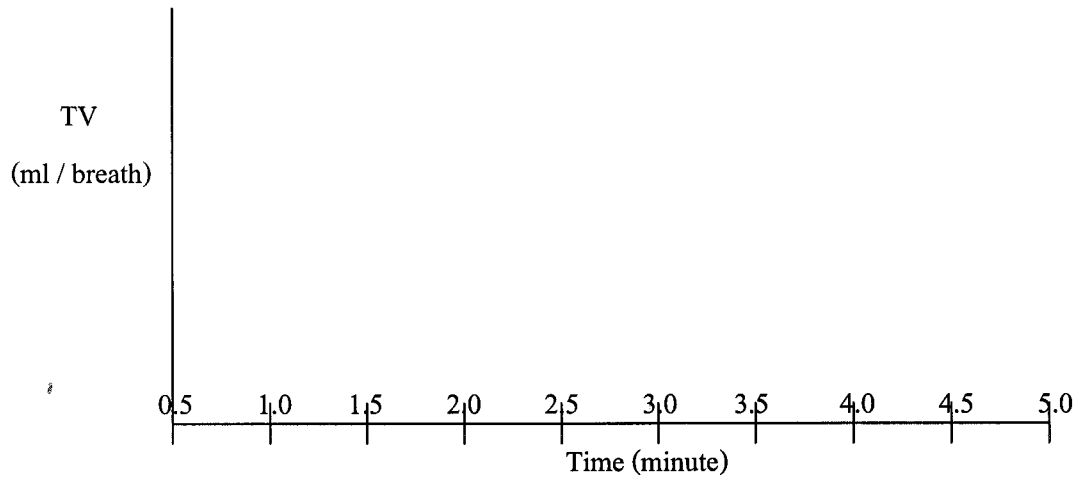
กิจกรรมที่ 2 :- หาปริมาตรและความจุอากาศของปอดในระหว่างการหายใจเข้า-ออกปกติ และการหายใจเข้า-ออกเต็มที่

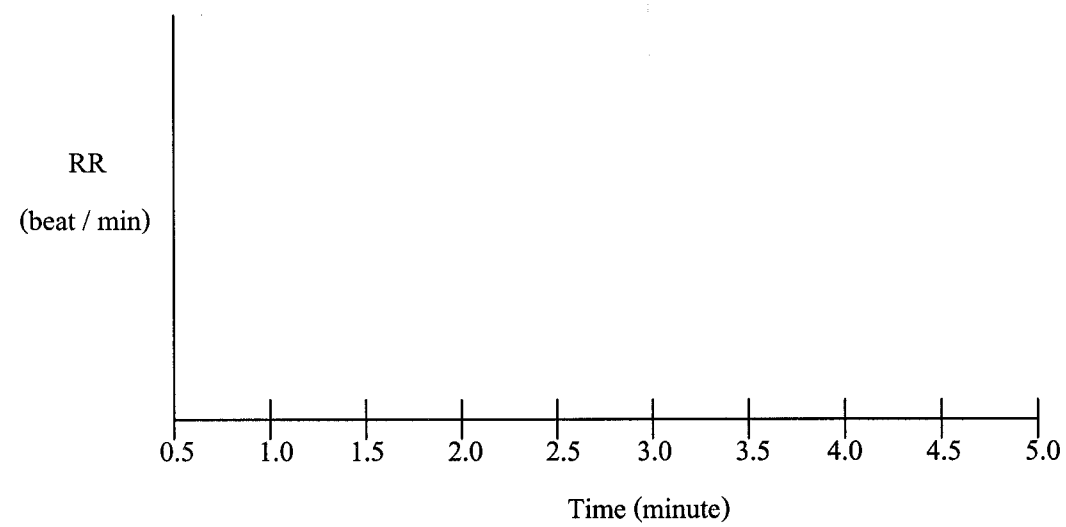
1. TV = _____ มิลลิลิตร
1. IRV = _____ มิลลิลิตร
2. ERV = _____ มิลลิลิตร
3. VC = _____ มิลลิลิตร
4. RR = _____ ครั้ง / นาที
5. VE = _____ ลิตร / นาที
6. VA = _____ ลิตร / นาที
7. MBC = _____ ลิตร / นาที

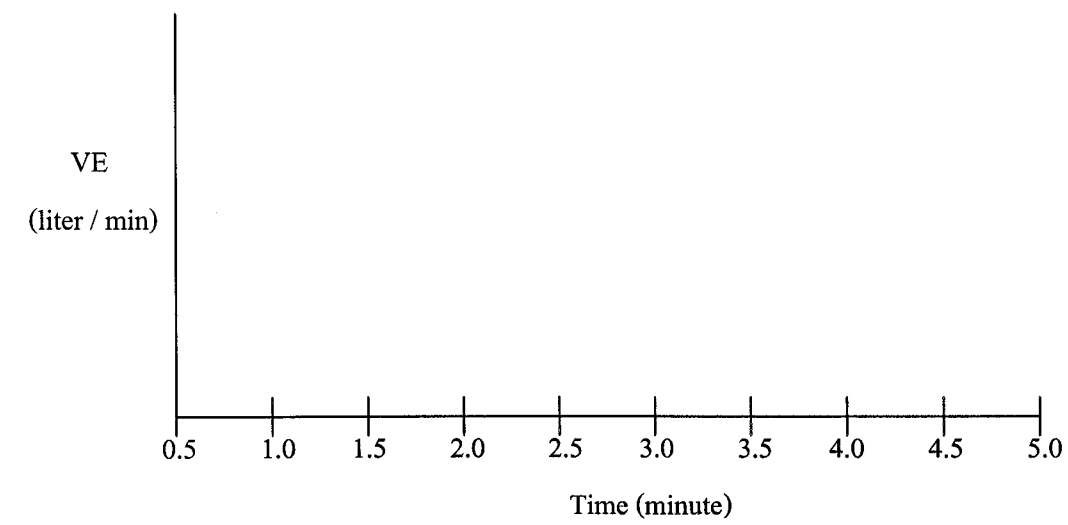
กิจกรรมที่ 3 :- การศึกษาผลของการหายใจเมื่อพื้นที่สูญเปล่าของการหายใจเพิ่มขึ้น

ห้นักศึกษาที่ถูกทำการทดลองหายใจผ่านท่อพลาสติกยาว 4 ฟุตที่ได้เตรียมไว้ วางปลายด้านหนึ่งของท่อแนบชิดกับขอบปากของผู้ถูกทดลองโดยระวังอย่าให้อากาศรั่วออกตามขอบท่อ ส่วนปลายอีกด้านหนึ่งของท่อยกสูงไว้พอควร จากนั้นปล่อยให้ผู้ถูกทดลองหายใจทางปากผ่านท่อพลาสติกดังกล่าวไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งผู้ถูกทดลองเริ่มรู้สึกอึดอัด จึงหยุดทำการทดลองจากนั้น**นำค่าการเปลี่ยนแปลงของ TV, RR, VE ในช่วงเวลาต่าง ๆ ไปเขียนกราฟเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างเวลาในแต่ละช่วง 0.5 นาที (แกน x) กับการเปลี่ยนแปลงของ TV, RR, VE (แกน y) โดยเปรียบเทียบการหายใจปกติกับการหายใจผ่านท่อพลาสติก**

กิจกรรมที่ 3 :- ศึกษาผลของการหายใจเมื่อพื้นที่สูญเปล่าของการหายใจเพิ่มขึ้น โดยเขียนกราฟหาความสัมพันธ์ระหว่างเวลาและการเปลี่ยนแปลงของ TV, RR, VE







คำถามท้ายบท

1. การหาปริมาตรของปอด แบบ Static และ Dynamic ในผู้ชายและผู้หญิง มีความแตกต่างกันหรือไม่ และคนสูงอายุกับคนหนุ่มสาว มีความแตกต่างกันหรือไม่
2. ปัจจัยที่มีผลต่อการหายใจออก มีอะไรบ้าง
3. ถ้าเรายิ่งเพิ่มพื้นที่สูญเปล่าในการหายใจ (Anatomical dead space) ลักษณะของการหายใจที่เกิดขึ้นจะเป็นอย่างไร

เอกสารอ้างอิง

1. Pflanzer, R.G. (1999). Experimental and Applied Physiology. 6th ed. The McGraw-Hill Companies.
2. Tortora, G.J., and Grabowski, S.R. . (2000). Principles of Anatomy and Physiology. 9th ed. HarpesCollins College Publishers.
3. Selkurt, E.E. (1984). Physiology. 5th ed. Little, Brown and Company Boston/Toronto. USA.
4. Department of Physiology. Faculty of Science, Mahidol University, Laboratory Experiments Medical Physiology. 1985.
5. Benson, H.J., Gunstream, S.E., Talaro, A., and Talaro, K.P. (1999). Anatomy and Physiology Laboratory Textbook. 7th ed. WCB/McGraw-Hill.