



กายวิภาคของ กระดูกมนุษย์

Anatomy of the Human Bones



รศ.ดร.พญ.นวพร เตชะท้าววรรณ
พิมพ์ครั้งที่ 2 (แก้ไขปรับปรุง)



กายวิภาคของกระดูกมนุษย์

Anatomy of the Human Bones

รศ.ดร.พญ.นวพร เตชาทวิวรรณ
พิมพ์ครั้งที่ 2 (แก้ไขปรับปรุง)

กายวิภาคของกระดูกมนุษย์

Anatomy of the Human Bones

ผู้พิมพ์: รศ.ดร.พญ.นพร เตชาทวีวรรณ

พิมพ์ครั้งที่ 1 พุทธศักราช 2563 จำนวน 200 เล่ม

พิมพ์ครั้งที่ 2 (แก้ไขปรับปรุง) มีนาคม 2565 จัดทำเป็น E-book

สงวนลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติการพิมพ์ พ.ศ. 2550

รายการบรรณานุกรมสำเร็จรูป (CIP) ของห้องสมุดคณะแพทยศาสตร์ มข.

นพร เตชาทวีวรรณ

กายวิภาคศาสตร์ของกระดูกมนุษย์ Anatomy of the Human Bones / นพร เตชาทวีวรรณ.

พิมพ์ครั้งที่ 1. ขอนแก่น: ภาควิชากายวิภาคศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2563

พิมพ์ครั้งที่ 2. ขอนแก่น: ภาควิชากายวิภาคศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2565

214 หน้า: ภาพประกอบ

ISBN 978-616-438-524-5

1.กระดูก - - กายวิภาค. 2 . กระดูก. (1). มหาวิทยาลัยขอนแก่น คณะแพทยศาสตร์ ภาควิชา
กายวิภาคศาสตร์. (2). ชื่อเรื่อง. [WE202 ร297 2563]

ราคา 450 บาท

จัดทำโดย: รศ.ดร.พญ.นพร เตชาทวีวรรณ ภาควิชากายวิภาคศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์

มหาวิทยาลัยขอนแก่น ต.ในเมือง อ.เมือง จ.ขอนแก่น 40002 โทร. 043-202426

E-mail: nawtec@kku.ac.th



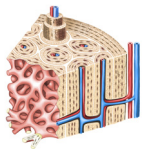
**แต่...พระคุณมารดา บิดา
ครู อาจารย์ และคุณงามความดี**





สิ่งที่มีความหมาย
ของมนุษย์
ก็คือ คุณธรรม
คุณธรรม นั่นคือ
ความดี





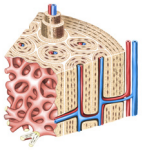
คำนิยม

กระดูกทุกชิ้นในร่างกายมนุษย์มีความสำคัญโดยประกอบเป็นโครงร่างที่กำหนดรูปลักษณ์ ปกป้องอวัยวะภายใน และทำงานประสานกับกล้ามเนื้อเพื่อการเคลื่อนไหว รวมทั้งเป็นแหล่งเก็บสะสมแร่ธาตุต่างๆ และสร้างเม็ดเลือดให้กับร่างกาย

หนังสือเรื่อง กายวิภาคของกระดูกมนุษย์ (Anatomy of the Human Bones) ของ ดร.พญ.นภาพร เตชาทวิวรรณ เล่มนี้เรียบเรียงขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อประมวลองค์ความรู้พื้นฐานที่ทันสมัย มีเนื้อหาสาระที่ครอบคลุมเกี่ยวกับจุลกายวิภาคและมหากายวิภาคของกระดูก ผนวกกับการใช้ประโยชน์จากจุดกำหนดของกระดูกเป็นตำแหน่งอ้างอิงในการหาโครงสร้างสำคัญอื่นๆ ที่มีความสัมพันธ์กัน สามารถนำไปสู่การประยุกต์ใช้ในทางคลินิกได้ ซึ่งเป็นจุดเด่นของหนังสือเล่มนี้ จึงถือได้ว่าเป็นหนังสือที่มีคุณภาพ เป็นประโยชน์ต่อทั้งนักศึกษาสาขาวิทยาศาสตร์สุขภาพและบุคลากรผู้สนใจได้ศึกษา

ในนามคณะแพทยศาสตร์ ขอชื่นชมยินดีเป็นอย่างยิ่งที่ ดร.พญ.นภาพร เตชาทวิวรรณ ได้มุ่งมั่น ตั้งใจ ในการสร้างผลงานทางวิชาการ เป็นหนังสือที่มีคุณค่ายิ่งเล่มนี้

รองศาสตราจารย์ นายแพทย์อภิชาติ จิระวุฒิพงศ์
คณบดีคณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น



คำนิยม

เนื้อหาในหนังสือเรื่อง กายวิภาคของกระดูกมนุษย์ (Anatomy of the Human Bones) ซึ่งเรียบเรียงโดย รศ.ดร.พญ.นพพร เตชาทวิวรรณ เล่มนี้นับเป็นหนังสือที่มีเนื้อหาสมบูรณ์ ครอบคลุมองค์ความรู้ และสอดคล้องกับความมุ่งหมายของหลักสูตรที่นักศึกษาสาขาวิทยาศาสตร์สุขภาพจึงจะได้รับ และใช้เป็นพื้นฐานในการศึกษาของนักศึกษาและผู้สนใจทั่วไปได้

รศ.ดร.พญ.นพพร เตชาทวิวรรณ ได้มีประสบการณ์ในการสอนวิชากายวิภาคศาสตร์แก่นักศึกษา สาขาวิทยาศาสตร์สุขภาพเป็นเวลากว่า 28 ปี และเป็นผู้ที่มีผลงานวิจัยที่ตีพิมพ์ระดับนานาชาติเกี่ยวกับ กระดูกของมนุษย์ นับว่าเป็นผู้มีความรู้ความเชี่ยวชาญในศาสตร์ด้านนี้เป็นอย่างยิ่ง

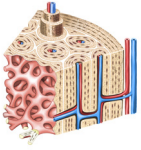
การเขียนหนังสือเพื่อให้นักศึกษาได้ใช้เป็นเอกสารอ้างอิงในการศึกษานั้น จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีความตั้งใจอย่างแน่วแน่ กอปรกับมีความอดทนในการค้นคว้ารวบรวมข้อมูลที่เป็นองค์ความรู้จากแหล่งต่างๆ ที่เป็นปัจจุบันมาเรียบเรียงให้เป็นระเบียบ มีประโยชน์หรือถ้อยคำในการอธิบายที่กระชับ ตรงกับความเป็นจริงขององค์ความรู้ตามเอกสารอ้างอิงที่มีความทันสมัย ต้องยอมรับว่าองค์ความรู้ในเอกสารอ้างอิงทั้งหมดเป็นภาษาอังกฤษ การเรียบเรียงเป็นภาษาไทยด้วยภาษาที่กระชับ ง่ายต่อความเข้าใจ จึงต้องอาศัยทั้งความรู้และประสบการณ์จริงของผู้นิพนธ์เป็นสำคัญ หนังสือเล่มนี้จึงทรงคุณค่าและน่าอ่านเป็นอย่างยิ่ง

ขอยกย่องและชื่นชมในความมานะพยายามเพื่อยังประโยชน์ให้กับวงการการศึกษากายวิภาคศาสตร์ของมนุษย์ นับเป็นวิทยาทานที่ยิ่งใหญ่ที่ รศ. ดร.พญ.นพพร เตชาทวิวรรณ ได้มอบให้แก่สังคมไทย

รองศาสตราจารย์วรวุฒิ วรพุทธพร

อดีตอาจารย์ประจำภาควิชากายวิภาคศาสตร์

คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

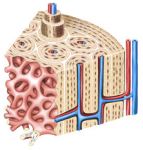


คำนำในการพิมพ์ครั้งที่ 2

ในการพิมพ์หนังสือเรื่อง กายวิภาคของกระดูกมนุษย์ (Anatomy of the Human Bones) ครั้งที่ 2 นี้ ได้จัดทำเป็นหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (E-Book) ซึ่งยังคงเนื้อหาส่วนใหญ่ดังเดิม ปรับปรุงแก้ไขคำผิด เพิ่มเติมเนื้อหาบางส่วน โดยรูปประกอบของหนังสือเล่มนี้ทั้งหมดวาดขึ้นโดยการดัดแปลงจากเอกสารอ้างอิงที่ระบุไว้และปรับแต่งเป็นรูปสี มีความสวยงามและทันสมัย

ขอขอบคุณ นางสาวอรรณ สีนาค ที่ช่วยจัดรูปเล่ม วาดและปรับแต่งรูปทั้งหมดของหนังสือเล่มนี้ ผู้นิพนธ์หวังเป็นอย่างยิ่งว่าหนังสือเล่มนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้อ่านทุกท่าน หากมีข้อผิดพลาดประการใด ผู้นิพนธ์ขออภัยและขอน้อมรับคำติชมไว้ ณ ที่นี้

นวพร เตชาทวิวรรณ



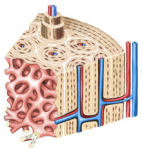
คำนำ

หนังสือเรื่อง กายวิภาคของกระดูกมนุษย์ (Anatomy of the Human Bones) เล่มนี้เขียนขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อใช้ประกอบการเรียนวิชากายวิภาคศาสตร์ของนักศึกษาสาขาวิทยาศาสตร์สุขภาพและผู้สนใจสามารถศึกษาเพิ่มเติมเพื่อให้เกิดความรู้ ความเข้าใจโครงสร้างกระดูกของมนุษย์ซึ่งเป็นโครงสร้างของร่างกายที่แข็งแรงที่สุด

เนื้อหาของหนังสือเล่มนี้เรียบเรียงขึ้นโดยใช้ความรู้ความสามารถ ประสบการณ์และความเชี่ยวชาญในสาขาวิชาของผู้นิพนธ์มากกว่า 28 ปี โดยได้แบ่งเนื้อหาออกเป็น 7 บท แต่ละบทเริ่มต้นด้วย บทนำเข้าสู่เนื้อหา รายละเอียดของเนื้อหา มีบทสรุปและคำถามท้ายบทเพื่อให้นักศึกษาและผู้สนใจ เก็บสาระสำคัญได้อย่างมีประสิทธิภาพ จากบทแรกที่กล่าวถึงภาพรวมของกระดูกมนุษย์ บทที่ 2 อธิบายจุลกายวิภาคของกระดูกอ่อนและกระดูก บทที่ 3 กล่าวถึงการสร้าง การเจริญเติบโต การปรับแต่งและการซ่อมแซมกระดูก บทที่ 4 และบทที่ 5 อธิบายมหากายวิภาคของกระดูกแกนและกระดูกยางค์ ตามลำดับ บทที่ 6 กล่าวถึงข้อต่อชนิดต่างๆ และบทสุดท้ายอธิบายจุดกำหนดกระดูกของร่างกาย แทรกด้วยการประยุกต์ความรู้ไปใช้ประโยชน์ทางการแพทย์ ผู้นิพนธ์ได้ค้นคว้ารวบรวมข้อมูลจากหนังสือ และวารสารทั้งในและต่างประเทศมาประกอบ มุ่งเน้นให้ครอบคลุมทั้งเนื้อหาสาระสำคัญ มีความถูกต้องและทันสมัย เป็นไปตามมาตรฐานทางวิชาการของหนังสือที่พึงมี การเขียนศัพท์และศัพท์บัญญัติ ภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ผู้นิพนธ์ได้พยายามตรวจสอบให้ถูกต้องตามศัพท์แพทยศาสตร์ ฉบับราชบัณฑิตยสถาน พุทธศักราช 2547 และพจนานุกรมศัพท์แพทย์ สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย พุทธศักราช 2555 อนึ่งมีคำศัพท์ทางการแพทย์จำนวนหนึ่งที่ใช้ทับศัพท์จากภาษาอังกฤษ เพื่อให้เข้าใจง่ายไม่เกิดความสับสนโดยถือตามหลักสากลนิยม และรูปประกอบของหนังสือเล่มนี้ทั้งหมดวาดขึ้นโดยการดัดแปลงจากเอกสารอ้างอิงที่ระบุไว้

ผู้นิพนธ์หวังเป็นอย่างยิ่งว่าหนังสือเล่มนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้อ่านทุกท่าน

นวพร เตชาทวิวรรณ



กิตติกรรมประกาศ

หนังสือเล่มนี้แล้วเสร็จโดยสมบูรณ์ได้ด้วยการสนับสนุนจากผู้มีพระคุณหลายท่าน ผู้นิพนธ์ขอกราบขอบพระคุณมารดา บิดา ที่เคารพยิ่งที่วางรากฐานและส่งเสริมให้ผู้นิพนธ์ประสบผลสำเร็จสูงสุดในด้านการศึกษา

ขอกราบขอบพระคุณ Associate Professor Nancy Tayles แห่งมหาวิทยาลัย Otago ประเทศนิวซีแลนด์ ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทความรู้ทางด้านกายวิภาคของกระดูกมนุษย์และจุดประกายให้ผู้นิพนธ์มีความสนใจในการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับกระดูกมนุษย์ รวมทั้งร่วมผลิตผลงานวิจัยและตีพิมพ์ เผยแพร่ในวารสารต่างประเทศจำนวนหลายเรื่อง

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ นายแพทย์อภิชาติ จิระวุฒิพงศ์ คณบดีคณะแพทยศาสตร์ และรองศาสตราจารย์วรวิทย์ วรพุทธพร อดีตอาจารย์ประจำภาควิชากายวิภาคศาสตร์ ที่สนับสนุน และกรุณาเขียนคำนิยม รวมทั้งขอขอบพระคุณ ศาสตราจารย์วิจิตร ทัศนียกุล รองศาสตราจารย์วรวิทย์ วรพุทธพร และผู้ช่วยศาสตราจารย์ยรรยง ทุมแสน ที่ได้ให้คำแนะนำที่มีคุณค่า ตรวจทานต้นฉบับและพิสูจน์อักษรในหนังสือเล่มนี้ให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ ศาสตราจารย์โสพิสวงศ์คำ และรองศาสตราจารย์ นายแพทย์ชวลิต ไพโรจน์กุล ที่ได้สละเวลาเพื่อให้คำปรึกษา อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการเขียนหนังสือ

ขอขอบพระคุณพี่ๆ และขอขอบคุณน้องๆ ทุกคนในครอบครัวสำหรับกำลังใจที่เต็มเต็มให้อย่างต่อเนื่อง เป็นพลังที่สำคัญยิ่งให้กับผู้นิพนธ์

ขอขอบคุณ นางสาวอรรณ สีนาค นักศึกษาปริญญาโท สาขากายวิภาคศาสตร์ ที่ช่วยวาดรูปประกอบเพื่อให้ผู้อ่านเข้าใจเนื้อหาได้ง่ายขึ้น

ขอขอบคุณครูใหญ่ผู้พิทักษ์ร่างกายเป็นวิทยาทานทุกท่าน

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณคณาจารย์ ภาควิชากายวิภาคศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น และผู้มีพระคุณทุกท่านที่มีได้เอ่ยนาม ณ ที่นี้ ซึ่งเป็นแรงผลักดันให้เขียนหนังสือเล่มนี้สำเร็จตามที่มุ่งหวังไว้



ประวัติผู้นิพนธ์



รศ.ดร.พญ.นวพร เตชาทวีวรรณ

ภาควิชากายวิภาคศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ประวัติการศึกษา

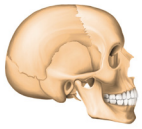
ปริญญาตรี	แพทยศาสตรบัณฑิต (เกียรตินิยม) คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ปริญญาโท	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (กายวิภาคศาสตร์)
ปริญญาเอก	Doctor of Philosophy (Medical Sciences) University of Otago, New Zealand

การฝึกอบรม

Visiting Scholar, The Ohio State University, Columbus, Ohio, USA
Forensic Anthropology Certificate, University of Hawaii at Manoa, Honolulu,
Hawaii, USA

ตำแหน่งปัจจุบัน

รองศาสตราจารย์ ภาควิชากายวิภาคศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น



สารบัญ

บทที่ 1 ระบบโครงกระดูกของมนุษย์

(The human skeletal system)	1
บทนำ	1
หน้าที่ของระบบโครงกระดูก	1
การจำแนกชนิดของกระดูก	2
โครงสร้างทางมหกายวิภาคของกระดูก	9
ลักษณะโครงสร้างของผิวกระดูก	12
สรุป	14
คำถามท้ายบท	15
เอกสารอ้างอิง	16

บทที่ 2 จุลกายวิภาคของกระดูกอ่อนและกระดูก

(Histology of cartilage and bone)	17
บทนำ	17
จุลกายวิภาคของกระดูกอ่อน	17
ชนิดของกระดูกอ่อน	19
การเจริญเติบโตของกระดูกอ่อน	23
การซ่อมแซมกระดูกอ่อน	23
หน้าที่ของกระดูกอ่อน	24
จุลกายวิภาคของกระดูก	24
กระดูกเนื้อแน่นและกระดูกฟองน้ำ	27
สรุป	29
คำถามท้ายบท	30
เอกสารอ้างอิง	31

บทที่ 3 การสร้าง การเจริญเติบโต การปรับแต่งและการซ่อมแซมกระดูก

(The formation, growth, remodeling and repair of bone)	33
บทนำ	33
การสร้างกระดูก	33
การเจริญเติบโตของกระดูก	38
การปรับแต่งกระดูก	40
หลอดเลือดและเส้นประสาทที่มาเลี้ยงกระดูก	42
ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของกระดูก	43
กระดูกในวัยสูงอายุ	44
กระดูกหัก	44
การซ่อมแซมกระดูกหัก	45
สรุป	46
คำถามท้ายบท	47
เอกสารอ้างอิง	48

บทที่ 4 กระดูกแกน

(Axial skeleton)	49
บทนำ	49
กระดูกกะโหลกศีรษะ	51
กระดูกหุ้มสมอง	53
กระดูกใบหน้า	68
โพรงอากาศข้างจมูก	74
รอยประสาน	75
ขม่อม หรือกระหม่อม	78
ลักษณะที่แตกต่างของกระดูกกะโหลกศีรษะระหว่างเพศหญิงและเพศชาย	80
กระดูกที่เกี่ยวข้องกับกระดูกกะโหลกศีรษะ	81
กระดูกหู	81
กระดูกโคนลิ้น	84



ลำกระดูกสันหลัง	84
โครงสร้างกระดูกสันหลัง	85
การจำแนกกระดูกสันหลัง	87
หมอนกระดูกสันหลัง	95
ความโค้งลำกระดูกสันหลัง	95
กระดูกล้อมรอบทรวงอก	97
กระดูกอก	99
กระดูกซี่โครง	99
สรุป	100
คำถามท้ายบท	101
เอกสารอ้างอิง	103

บทที่ 5 กระดูกยางค์

(Appendicular skeleton)	105
บทนำ	105
กระดูกโอบอก	106
กระดูกไหปลาร้า	106
กระดูกสะบัก	107
กระดูกยางค์บน	109
กระดูกต้นแขน	109
กระดูกปลายแขนท่อนนอก	111
กระดูกปลายแขนท่อนใน	112
กระดูกข้อมือ	113
กระดูกฝ่ามือ	115
กระดูกนิ้วมือ	116
กระดูกโอบเชิงกราน	116
กระดูกสะโพก	117
เชิงกรานส่วนบนและเชิงกรานส่วนล่าง	120
ลักษณะที่แตกต่างของกระดูกเชิงกรานระหว่างเพศหญิงและเพศชาย	122

กระดูกกรยางค์ล่าง	123
กระดูกต้นขา	123
กระดูกสะบ้า	125
กระดูกแข้ง	126
กระดูกน่อง	127
กระดูกข้อเท้า	128
กระดูกฝ่าเท้า	130
กระดูกนิ้วเท้า	131
ส่วนโค้งของฝ่าเท้า	131
สรุป	133
คำถามท้ายบท	134
เอกสารอ้างอิง	136

บทที่ 6 ข้อต่อ

(Joints หรือ articulations)	139
บทนำ	139
ชนิดของข้อต่อ	139
จำแนกตามลักษณะโครงสร้าง	139
จำแนกตามหน้าที่	146
ชนิดของการเคลื่อนไหวของข้อต่อ	147
ข้อต่อในร่างกาย	153
ข้อต่อของกระดูกแกน	153
ข้อต่อของกระดูกโอบอกและข้อต่อของรยางค์บน	158
ข้อต่อของกระดูกโอบเชิงกรานและข้อต่อของรยางค์ล่าง	166
สรุป	174
คำถามท้ายบท	175
เอกสารอ้างอิง	177



บทที่ 7 จุดกำหนดกระดูกของร่างกาย

(Bony landmarks of the body)	179
บทนำ	179
การหาตำแหน่งโพรงสมองและแอ่งเลือดดำของสมองจากจุดกำหนดกระดูก	179
การหาตำแหน่งหลอดเลือดจากจุดกำหนดกระดูก	182
การหาตำแหน่งเส้นประสาทจากจุดกำหนดกระดูก	193
สรุป	197
คำถามท้ายบท	198
เอกสารอ้างอิง	200
คำเฉลยคำถามท้ายบท	202
ดัชนี	203
Index	208



สารบัญรูป

บทที่ 1

รูปที่ 1.1	กายวิภาคของกระดูกเนื้อแน่นและกระดูกฟองน้ำของกระดูกเตี๊ยก และกระดูกผู้ใหญ่ สังเกต Haversian system ในกระดูกเนื้อแน่น และ trabeculae ในกระดูกฟองน้ำ	3
รูปที่ 1.2	ภาพตัดระนาบ sagittal กระดูกแบน แสดงกระดูกเนื้อแน่นและกระดูกฟองน้ำ	4
รูปที่ 1.3	กระดูกจำแนกตามรูปร่าง	5
รูปที่ 1.4	กระดูกแกนและกระดูกยางค์ของมนุษย์	7
รูปที่ 1.5	กระดูกต้นแขน ตัดระนาบ coronal ครึ่งท่อนบนของกระดูกยาว สังเกต epiphyseal line ที่ส่วน metaphysis	10
รูปที่ 1.6	จุลกายวิภาคของเยื่อหุ้มกระดูกและเยื่อบุโพรงไขกระดูก	11
รูปที่ 1.7	ลักษณะโครงสร้างบนผิวกระดูก	12

บทที่ 2

รูปที่ 2.1	จุลกายวิภาคของกระดูกอ่อน สังเกตเซลล์ chondrocytes วางตัวอยู่ใน lacunae ล้อมรอบด้วยสารพื้นนอกเซลล์	18
รูปที่ 2.2	จุลกายวิภาคของ hyaline cartilage เซลล์ chondrocytes เรียงตัวเป็นเซลล์เดี่ยวและเป็นกลุ่มเล็กๆ ภาพล่างเป็นภาพขยายของภาพบน ที่สารพื้นนอกเซลล์ สังเกต territorial matrix ติดสีเข้ม และ interterritorial matrix ติดสีจาง	20
รูปที่ 2.3	จุลกายวิภาคของ elastic cartilage เซลล์ chondrocytes เรียงตัวเป็นกลุ่มเล็กๆ สังเกตเส้นใยยืดหยุ่นที่สารพื้นนอกเซลล์	21
รูปที่ 2.4	จุลกายวิภาคของ fibrocartilage เซลล์ chondrocytes อยู่เดี่ยวๆ เรียงตัวเป็นแถว และสารพื้นนอกเซลล์มีเส้นใยคอลลาเจนเรียงตัวเป็นระเบียบ	22
รูปที่ 2.5	ตำแหน่งที่พบและจุลกายวิภาคของกระดูกอ่อนทั้ง 3 ชนิด ได้แก่ hyaline cartilage, fibrocartilage และ elastic cartilage	23
รูปที่ 2.6	แสดงจุลกายวิภาคของเซลล์กระดูก 4 ชนิด	25
รูปที่ 2.7	จุลกายวิภาคของกระดูกเนื้อแน่นและกระดูกฟองน้ำ สังเกต Haversian systems ในกระดูกเนื้อแน่นและ trabeculae ในกระดูกฟองน้ำ	28



บทที่ 3

รูปที่ 3.1	กระบวนการสร้างกระดูกในแผ่นเยื่อ	34
รูปที่ 3.2	กระบวนการสร้างกระดูกในกระดูกอ่อน	36
รูปที่ 3.3	จุลกายวิภาคของแผ่นศูนย์การเจริญของกระดูก เซลล์กระดูกอ่อนจัดเรียงตัว อย่างเป็นระเบียบ แบ่งเป็น 4 เขต (zone) เริ่มจากเขตที่อยู่ชิดกับส่วน epiphysis ได้แก่ 1) RH: reserve zone 2) PZ: proliferative zone 3) HZ: hypertrophic zone และ 4) CZ: calcification zone; M: metaphysis	38
รูปที่ 3.4	กระบวนการเพิ่มความหนาของกระดูก	40
รูปที่ 3.5	วงจรกระบวนการปรับแต่งกระดูก	41
รูปที่ 3.6	ภาพตัดระนาบ coronal กระดูกแข็ง (บางส่วน) แสดงแขนงหลอดเลือด ที่มาเลี้ยงกระดูกยาว	42
รูปที่ 3.7	กระบวนการซ่อมแซมกระดูกหัก	46

บทที่ 4

รูปที่ 4.1	กระดูกแกน ได้แก่ กระดูกกะโหลกศีรษะ ลำกระดูกสันหลัง กระดูกล้อมรอบทรวงอก และกระดูกโคนลิ้น ในภาพไม่ได้แสดงกระดูกหู.....	51
รูปที่ 4.2	ภาพตัดระนาบ coronal กระดูกกะโหลกศีรษะ แสดงโพรงต่างๆ ที่อยู่ภายใน	52
รูปที่ 4.3	กระดูกกะโหลกศีรษะ	54
รูปที่ 4.4	ภาพตัดระนาบ horizontal กระดูกกะโหลกศีรษะแสดง cranial fossae	55
รูปที่ 4.5	กระดูกหน้าผาก	56
รูปที่ 4.6	กระดูกข้างจมูกข้างขวา	57
รูปที่ 4.7	กระดูกขมับข้างขวา	59
รูปที่ 4.8	กระดูกท้ายทอย	60
รูปที่ 4.9	กระดูก sphenoid	62
รูปที่ 4.10	กระดูก ethmoid	64
รูปที่ 4.11	กระดูกกะโหลกศีรษะทางด้านหน้าและฐานกะโหลกศีรษะ แสดงรูและช่องของกระดูกกะโหลกศีรษะ	66
รูปที่ 4.12	กระดูกกะโหลกศีรษะทางด้านล่าง แสดงรูและช่องของกระดูกกะโหลกศีรษะ	67
รูปที่ 4.13	กระดูกหุ้มสมองทางด้านข้างและด้านใน แสดงรูและช่องของกระดูกกะโหลกศีรษะ	68
รูปที่ 4.14	ส่วน orbital surface ของกระดูกขากรรไกรบนข้างขวา	69

รูปที่ 4.15	กระดูกขากรรไกรบนข้างขวา	70
รูปที่ 4.16	กระดูกเพดานปาก	71
รูปที่ 4.17	กระดูกขากรรไกรล่าง	73
รูปที่ 4.18	โพรงอากาศข้างจมูกภายในกระดูกหน้าผาก กระดูก sphenoid กระดูก ethmoid และกระดูกขากรรไกรบน	75
รูปที่ 4.19	รอยประสาน กระดูกกะโหลกศีรษะทางด้านบนและด้านหลัง	76
รูปที่ 4.20	รอยประสาน กระดูกกะโหลกศีรษะทางด้านข้างและด้านใน	77
รูปที่ 4.21	ขม่อม	79
รูปที่ 4.22	ลักษณะความแตกต่างของกระดูกกะโหลกศีรษะระหว่างเพศหญิงและเพศชาย	81
รูปที่ 4.23	กระดูกหู	83
รูปที่ 4.24	กระดูกโคนลิ้น	84
รูปที่ 4.25	โครงสร้างกระดูกสันหลัง	86
รูปที่ 4.26	กระดูกสันหลังส่วนคอ	87
รูปที่ 4.27	กระดูกสันหลังส่วนคอชั้นที่ 1 และชั้นที่ 2	88
รูปที่ 4.28	กระดูกสันหลังส่วนอก	90
รูปที่ 4.29	กระดูกสันหลังส่วนเอว	91
รูปที่ 4.30	กระดูกสันหลังส่วนคอ ส่วนอกและส่วนเอว	92
รูปที่ 4.31	กระดูกใต้กระเบนเหน็บ	94
รูปที่ 4.32	หมอนกระดูกสันหลัง	95
รูปที่ 4.33	ลำกระดูกสันหลัง	96
รูปที่ 4.34	ความโค้งลำกระดูกสันหลัง	97
รูปที่ 4.35	กระดูกล้อมรอบทรวงอก	98

บทที่ 5

รูปที่ 5.1	กระดูกรยางค์	106
รูปที่ 5.2	กระดูกไหปลาร้าข้างขวา	107
รูปที่ 5.3	กระดูกสะบักข้างขวา	108
รูปที่ 5.4	กระดูกต้นแขนข้างขวา	110
รูปที่ 5.5	กระดูกปลายแขนท่อนนอกและกระดูกปลายแขนท่อนใน	112
รูปที่ 5.6	กระดูกข้อมือ กระดูกฝ่ามือ และกระดูกนิ้วมือข้างขวา	114
รูปที่ 5.7	กระดูกเชิงกราน	117



รูปที่ 5.8	กระดูกสะโพกข้างขวา	118
รูปที่ 5.9	เชิงกรานส่วนบนและเชิงกรานส่วนล่าง	121
รูปที่ 5.10	กระดูกเชิงกรานเพศหญิงชายและเพศชาย	123
รูปที่ 5.11	กระดูกต้นขาข้างขวา	124
รูปที่ 5.12	กระดูกสะบ้า	126
รูปที่ 5.13	กระดูกแข้งและกระดูกน่องข้างขวา	127
รูปที่ 5.14	กระดูกข้อเท้า กระดูกฝ่าเท้า และกระดูกนิ้วเท้าข้างขวา ด้านข้างและด้านใน	128
รูปที่ 5.15	กระดูกข้อเท้า กระดูกฝ่าเท้า และกระดูกนิ้วเท้าข้างขวา ด้านบนและด้านล่าง	129
รูปที่ 5.16	ส่วนโค้งของฝ่าเท้าข้างขวา สังเกต medial longitudinal arch, lateral longitudinal arch และ transverse arch	132

บทที่ 6

รูปที่ 6.1	ข้อต่อที่มีเส้นใยคั่น	140
รูปที่ 6.2	ข้อต่อที่มีกระดูกอ่อนคั่น	141
รูปที่ 6.3	ข้อต่อที่มีไขข้อ	142
รูปที่ 6.4	แกนการเคลื่อนไหวข้อต่อ	143
รูปที่ 6.5	ชนิดต่างๆ ของข้อต่อที่มีไขข้อ	145
รูปที่ 6.6	ชนิดการเคลื่อนไหวที่ข้อต่อ	148
รูปที่ 6.7	การเคลื่อนไหวของข้อต่อ	150
รูปที่ 6.8	(ต่อ) การเคลื่อนไหวของข้อต่อ	152
รูปที่ 6.9	Temporomandibular joint ข้างขวา	153
รูปที่ 6.10	Temporomandibular joint ข้างขวา สังเกต articular disc	154
รูปที่ 6.11	ข้อต่อของลำกระดูกสันหลัง	156
รูปที่ 6.12	Sternoclavicular joint	158
รูปที่ 6.13	Acromioclavicular joint ข้างขวา	159
รูปที่ 6.14	ข้อไหล่ข้างขวา	160
รูปที่ 6.15	ข้อไหล่ข้างขวาทางด้านหน้า	161
รูปที่ 6.16	ข้อศอกข้างขวา ด้านหน้าและด้านข้าง	162
รูปที่ 6.17	ข้อศอกข้างขวาทางด้านใน	163
รูปที่ 6.18	ข้อมือข้างขวา	164
รูปที่ 6.19	ข้อสะโพกข้างขวา	167
รูปที่ 6.20	ข้อเข่าข้างขวา แสดง extracapsular ligaments	170

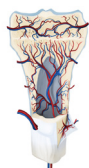
รูปที่ 6.21	ข้อเข้าข้างขวา แสดง intracapsular ligaments	171
รูปที่ 6.22	ข้อเท้าข้างขวา	172

บทที่ 7

รูปที่ 7.1	จุดกำหนดกระดูกที่สำคัญของกระดูกกะโหลกศีรษะ	180
รูปที่ 7.2	โพรงสมองและแอ่งเลือดดำของสมอง	181
รูปที่ 7.3	หลอดเลือดแดง middle meningeal	183
รูปที่ 7.4	หลอดเลือดแขนงสำคัญ (1) หลอดเลือดดำ internal jugular ข้างขวา (2) หลอดเลือดดำ internal jugular ข้างซ้าย (3) หลอดเลือดแดง common carotid ข้างขวา (4) หลอดเลือดแดง common carotid ข้างซ้าย (5) ท่อนม (6) หลอดเลือดแดง subclavian ข้างขวา (7) หลอดเลือดแดง subclavian ข้างซ้าย (8) หลอดเลือดดำ subclavian ข้างขวา (9) หลอดเลือดดำ subclavian ข้างซ้าย (10) หลอดเลือดดำ brachiocephalic ข้างขวา (11) หลอดเลือดดำ brachiocephalic ข้างซ้าย (12) หลอดเลือดดำ superior vena cava (13) หลอดเลือดแดง ascending aorta (14) หลอดเลือดแดง arch of aorta (15) หลอดเลือดแดง descending aorta	184
รูปที่ 7.5	หลอดเลือดแดงและเส้นประสาทที่มาเลี้ยงคอและใบหน้าด้านขวา (1) หลอดเลือดแดง common carotid (2) หลอดเลือดแดง internal carotid (3) หลอดเลือดแดง external carotid (4) หลอดเลือดแดง facial (5) หลอดเลือดแดง subclavian (6) เส้นประสาท facial (7) เส้นประสาท vagus	186
รูปที่ 7.6	หลอดเลือดแดงและเส้นประสาทที่มาเลี้ยงคอและต้นแขนขวา (1) หลอดเลือดแดง subclavian ข้างซ้าย (2) หลอดเลือดแดง brachiocephalic (3) หลอดเลือดแดง subclavian ข้างขวา (4) หลอดเลือดดำ subclavian ข้างขวา (5) หลอดเลือดแดง axillary ข้างขวา (6) หลอดเลือดดำ axillary ข้างขวา (7) หลอดเลือดแดง brachial ข้างขวา (8) หลอดเลือดดำ brachial ข้างขวา (9) เส้นประสาท axillary ข้างขวา (10) เส้นประสาท radial ข้างขวา (11) เส้นประสาท ulnar ข้างขวา (12) เส้นประสาท median ข้างขวา	187
รูปที่ 7.7	หลอดเลือดดำที่คอและใบหน้าด้านขวา (1) หลอดเลือดดำ facial (2) หลอดเลือดดำ external jugular (3) หลอดเลือดดำ internal jugular (4) หลอดเลือดดำ axillary (5) หลอดเลือดดำ subclavian (6) หลอดเลือดดำ brachiocephalic (7) กล้ามเนื้อ sternocleidomastoid	188



รูปที่ 7.8	หลอดเลือดและเส้นประสาทที่ข้อมือ (1) หลอดเลือดแดง brachial (2) หลอดเลือดแดง radial (3) หลอดเลือดแดง ulnar (4) หลอดเลือดแดง deep palmar arch (5) หลอดเลือดแดง superficial palmar arch (6) เส้นประสาท radial (7) เส้นประสาท ulnar (8) เส้นประสาท median	190
รูปที่ 7.9	หลอดเลือดและเส้นประสาทที่ข้อมือ (1) หลอดเลือดดำ femoral (2) หลอดเลือดแดง femoral (3) เส้นประสาท femoral	191
รูปที่ 7.10	หลอดเลือดแดงและเส้นประสาทที่ข้อมือด้านหน้าปลายขา (1) เส้นประสาท superficial peroneal (2) เส้นประสาท deep peroneal (3) หลอดเลือดแดง anterior tibial (4) หลอดเลือดแดง dorsalis pedis	192
รูปที่ 7.11	หลอดเลือดแดงและเส้นประสาทที่ข้อมือด้านหลังปลายขา (1) หลอดเลือดแดง popliteal (2) เส้นประสาท tibial (3) หลอดเลือดแดง anterior tibial (4) หลอดเลือดแดง posterior tibial (5) หลอดเลือดแดง peroneal (fibular)	193
รูปที่ 7.12	เส้นประสาทที่คอ (1) เส้นประสาท glossopharyngeal (2) เส้นประสาท hypoglossal (3) เส้นประสาท vagus (4) เส้นประสาท phrenic (5) เส้นประสาท accessory (6) กล้ามเนื้อ sternocleidomastoid (7) กล้ามเนื้อ trapezius	194
รูปที่ 7.13	เส้นประสาทที่ข้อมือบริเวณสะโพก (1) กล้ามเนื้อ piriformis (2) เส้นประสาท sciatic	196



สารบัญตาราง

บทที่ 1

ตารางที่ 1.1	การจำแนกกระดูกตามตำแหน่งโครงสร้างของร่างกาย	8
ตารางที่ 1.2	ศัพท์กายวิภาคที่ใช้เรียกลักษณะโครงสร้างต่างๆ บนผิวกระดูก	13

บทที่ 2

ตารางที่ 2.1	เปรียบเทียบคุณลักษณะที่สำคัญของกระดูกอ่อนแต่ละชนิด	22
ตารางที่ 2.2	เปรียบเทียบคุณลักษณะของเซลล์กระดูก	26
ตารางที่ 2.3	เปรียบเทียบคุณลักษณะของกระดูก	29

บทที่ 3

ตารางที่ 3.1	ช่วงอายุของการพัฒนาศูนย์กลางการสร้างกระดูก	37
ตารางที่ 3.2	ปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของกระดูก	43
ตารางที่ 3.3	ชนิดต่างๆ ของกระดูกหัก	45

บทที่ 4

ตารางที่ 4.1	กระดูกแกน	50
ตารางที่ 4.2	ลักษณะเฉพาะของกระดูกหุ้มสมองแต่ละชิ้น	65
ตารางที่ 4.3	ลักษณะเฉพาะของกระดูกใบหน้าแต่ละชิ้น	74
ตารางที่ 4.4	เปรียบเทียบลักษณะที่แตกต่างกันของกระดูกกะโหลกศีรษะ ระหว่างเพศหญิงและเพศชาย	80
ตารางที่ 4.5	เปรียบเทียบความแตกต่างของกระดูกสันหลังส่วนคอ ส่วนอกและส่วนเอว	92

บทที่ 5

ตารางที่ 5.1	กระดูกยางค์	105
ตารางที่ 5.2	เปรียบเทียบลักษณะที่แตกต่างกันของกระดูกเชิงกราน ระหว่างเพศหญิงและเพศชาย	122



บทที่ 6

ตารางที่ 6.1 ชนิดข้อต่อ	146
ตารางที่ 6.2 ชนิดต่างๆ ของข้อต่อของกระดูกแกน	156
ตารางที่ 6.3 ชนิดต่างๆ ของข้อต่อกระดูกโอบไหล่และข้อต่อของรยางค์บน	165
ตารางที่ 6.4 ชนิดต่างๆ ของข้อต่อกระดูกโอบเชิงกรานและข้อต่อของรยางค์ล่าง	173

“...หนังสือเป็นเสมือนคลังความที่รวบรวมเรื่องราว ความรู้ ความคิด วิทยาการทุกด้านทุกอย่าง ซึ่งมนุษย์ได้เรียนรู้ ได้คิดอ่าน และเพียรพยายามบันทึกภาษาไว้ด้วยลายลักษณ์อักษร หนังสือแพร่ไปถึงที่ใด ความรู้ ความคิด ก็แพร่ไปถึงที่นั่น หนังสือจึงเป็น สิ่งมีค่า และมีประโยชน์ที่จะประมาณมิได้ในแง่ที่เป็นบ่อเกิด การเรียนรู้ของมนุษย์...”



พระบรมราชาบาทของ

พระบาทสมเด็จพระบรมชนกาธิเบศร มหาภูมิพลอดุลยเดชมหาราช บรมนาถบพิตร



บทที่ 1

ระบบโครงกระดูกของมนุษย์ The human skeletal system

บทนำ¹⁻³

ระบบโครงกระดูก (skeletal system) เป็นระบบที่มีความสำคัญอย่างมากต่อร่างกาย ประกอบด้วย กระดูก กระดูกอ่อนและข้อต่อ กระดูกเป็นเนื้อเยื่อเกี่ยวพันที่มีคุณสมบัติพิเศษที่ทำหน้าที่เป็นโครงร่าง ค้ำยันร่างกายมนุษย์และเป็นโครงแข็งสำหรับป้องกันอวัยวะภายใน รวมทั้งมีไขกระดูกซึ่งเป็นแหล่งผลิตเม็ดเลือดชนิดต่างๆ นอกจากนี้กระดูกยังเป็นแหล่งเก็บสะสมแร่ธาตุที่สำคัญหลายชนิด กระดูกแต่ละชิ้นมีการประสานการทำงานร่วมกับกล้ามเนื้อและเอ็นที่มายึดเกาะเพื่อทำให้เกิดการเคลื่อนไหว อาทิเช่น การนั่ง การเดิน การวิ่ง และการหยิบสิ่งของ เป็นต้น

กระดูกเป็นคลังข้อมูลที่สำคัญของแต่ละบุคคล เนื่องจากกระดูกคงสภาพอยู่ได้นานกว่าเนื้อเยื่อชนิดอื่นๆ หลังจากเสียชีวิต จึงนิยมนำกระดูกมาใช้ในการประมาณอายุ ส่วนสูง เพศ และเชื้อชาติ ซึ่งความถูกต้องแม่นยำขึ้นอยู่กับชนิดของกระดูกและวิธีการที่ใช้⁴

1. หน้าที่ของระบบโครงกระดูก^{1,2,5}

ระบบโครงกระดูกทำหน้าที่ที่สำคัญต่อร่างกายดังนี้

1.1 การค้ำยันร่างกาย กระดูกทำหน้าที่เป็นโครงร่างที่ทำให้เกิดเป็นรูปทรงของร่างกาย เป็นโครงสร้างที่เป็นที่ยึดเกาะของเนื้อเยื่อ เอ็นและกล้ามเนื้อต่างๆ

1.2 การปกป้องอวัยวะภายใน อวัยวะสำคัญในร่างกายต่างมีกระดูกเป็นโครงแข็งล้อมรอบไว้ อาทิเช่น กระดูกกะโหลกศีรษะโอบล้อมรอบสมอง กระดูกสันหลังโอบล้อมรอบไขสันหลัง กระดูกซี่โครงห่อหุ้มหัวใจและปอด เป็นต้น

1.3 การเป็นแกนของการเคลื่อนไหว กระดูกทำงานประสานกับกล้ามเนื้อที่ยึดเกาะเพื่อเคลื่อนไหวตามแรงดึงที่มาจากกล้ามเนื้อลาย

1.4 การเป็นแหล่งเก็บสะสมแร่ธาตุต่างๆ กระดูกมีปริมาณร้อยละ 18 ของน้ำหนักร่างกาย ซึ่งได้เก็บสะสมแร่ธาตุหลายชนิดที่จำเป็นต่อร่างกายโดยเฉพาะแคลเซียมและฟอสฟอรัส ปริมาณแคลเซียมร้อยละ 99 ของปริมาณทั้งหมดในร่างกายถูกเก็บไว้ที่กระดูกและจะถูกปล่อยออกมาจากกระดูกทั้งนี้เพื่อคงความสมดุลของแร่ธาตุภายในร่างกาย



1.5 การเป็นแหล่งสร้างเม็ดเลือดให้กับร่างกาย เม็ดเลือดแดง เม็ดเลือดขาวและเกล็ดเลือดถูกสร้างภายในไขกระดูกแดงที่อยู่ภายในโพรงไขกระดูก

2. การจำแนกชนิดของกระดูก^{1,5}

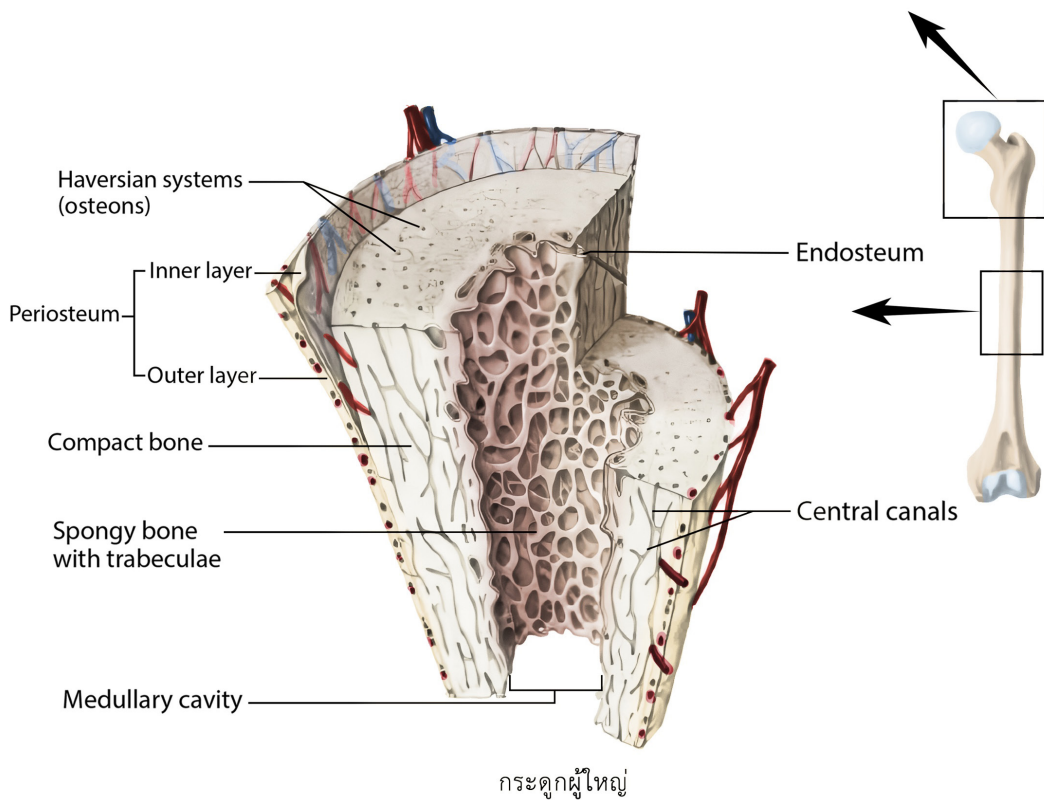
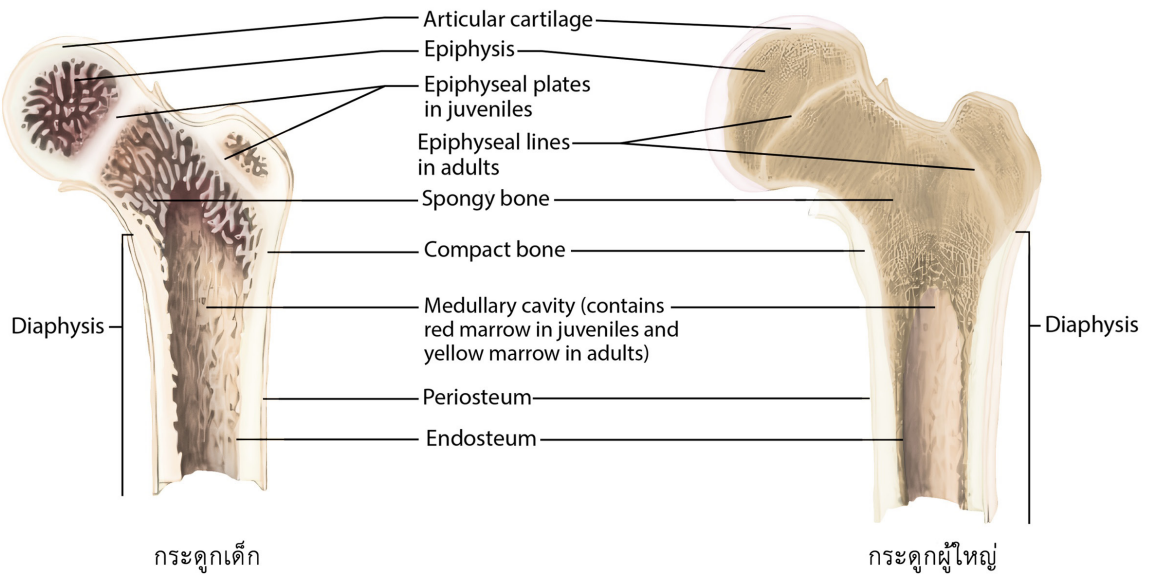
กระดูกในร่างกายมนุษย์ที่เจริญเติบโตเต็มที่มีจำนวน 206 ชิ้น กระดูกทั้งหมดนี้ถูกแบ่งออกเป็นชนิดต่างๆ ได้หลายชนิด โดยมีวิธีการจำแนกดังนี้

2.1 การจำแนกกระดูกตามโครงสร้างของกระดูก^{1,2,5,6}

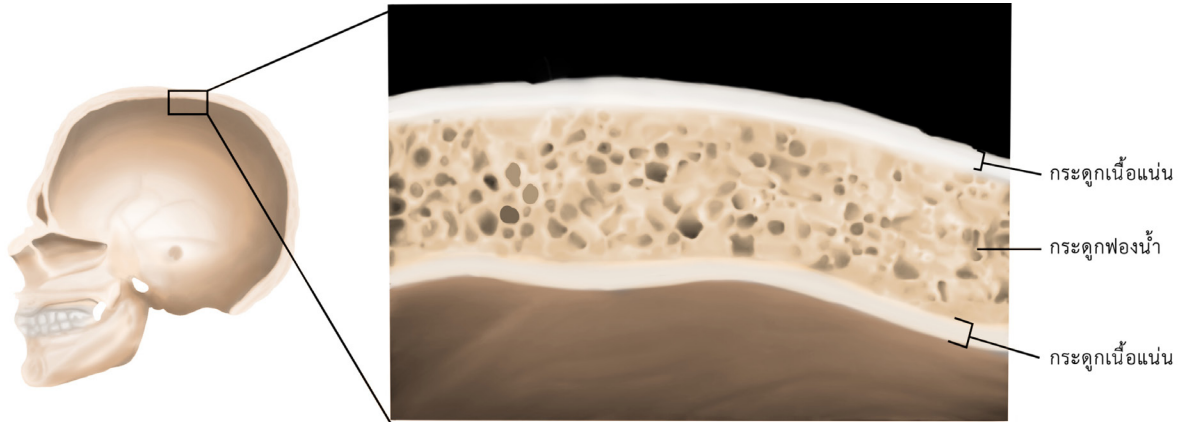
การจำแนกกระดูกโดยวิธีนี้แบ่งกระดูกออกเป็น 2 ชนิด คือ (รายละเอียดในบทที่ 2)

2.1.1 กระดูกเนื้อแน่น (compact bone หรือ cortical bone) กระดูกชนิดนี้มีเนื้อกระดูกแน่นจัดเรียงกันเป็นแผ่นทึบ เมื่อดูส่วนทึบนี้ด้วยกล้องจุลทรรศน์จะเห็นโครงสร้างที่เรียกว่า Haversian system (osteon) (รูปที่ 1.1) จัดตัวอย่างเป็นระเบียบ พบกระดูกที่มีลักษณะเช่นนี้ที่ส่วนลำตรงกลางของกระดูกยาวเรียกว่า diaphysis ส่วนแผ่นด้านนอก (outer table) และส่วนแผ่นด้านใน (inner table) ของกระดูกแบน (รูปที่ 1.2)

2.1.2 กระดูกฟองน้ำ (spongy bone หรือ trabecular bone หรือ cancellous bone) กระดูกชนิดนี้มีลักษณะเป็นรูพรุนคล้ายฟองน้ำ โดยเนื้อกระดูกมีลักษณะเป็นแท่งเล็กๆ คล้ายแฉงกระดูกเรียกว่า trabeculae สอดประสานกัน (รูปที่ 1.1) จึงเกิดช่องระหว่าง trabeculae ทำให้เห็นเป็นรูพรุนในกระดูกชนิดนี้ ภายในช่องมีไขกระดูก (bone marrow) บรรจุอยู่ พบกระดูกฟองน้ำที่บริเวณส่วนปลายทั้งสองของกระดูกยาวที่เรียกว่า epiphyses และที่แผ่นกลางของกระดูกแบน (รูปที่ 1.2)



รูปที่ 1.1 กายวิภาคของกระดูกเนื้อแน่นและกระดูกฟองน้ำของกระดูกเด็กและกระดูกผู้ใหญ่ สังเกต Haversian system ในกระดูกเนื้อแน่นและ trabeculae ในกระดูกฟองน้ำ (ดัดแปลงจากเอกสารอ้างอิงหมายเลข 2)



รูปที่ 1.2 ภาพตัดระนาบ sagittal กระดูกแบน แสดงกระดูกเนื้อแน่นและกระดูกฟองน้ำ (ดัดแปลงจากเอกสารอ้างอิง หมายเลข 6)

2.2 การจำแนกกระดูกตามกระบวนการสร้างกระดูก^{1,5}

เนื้อเยื่อกระดูกมีการเจริญพัฒนาดังแต่ในช่วงเอ็มบริโอ (embryo) โดย mesenchymal cells ถูกเซลล์กระดูกเจริญมาแทนที่ การเจริญพัฒนาเป็นกระดูกมี 2 วิธี คือ การสร้างกระดูกในแผ่นเยื่อ (intramembranous ossification หรือ dermal ossification) และการสร้างกระดูกในกระดูกอ่อน (intracartilaginous ossification หรือ endochondral ossification) (รายละเอียดในบทที่ 3)

2.3 การจำแนกกระดูกตามรูปร่างของกระดูก^{1,5}

กระดูกมีขนาดและรูปร่างที่หลากหลาย ด้วยการทำหน้าที่ที่แตกต่างกันจึงมีผลให้กระดูกแต่ละชิ้นมีรูปร่างที่ไม่เหมือนกัน อาศัยคุณสมบัตินี้สามารถจำแนกกระดูกได้เป็น 5 ชนิดดังนี้ (รูปที่ 1.3)

2.3.1 กระดูกยาว (long bone) เป็นกระดูกที่มีรูปร่างยาว มีความยาวมากกว่าความกว้าง มีความโค้งเล็กน้อย เนื้อกระดูกส่วนใหญ่เป็นกระดูกเนื้อแน่นโดยมีกระดูกฟองน้ำแทรกอยู่ภายใน กระดูกยาว ได้แก่ กระดูกต้นแขน (humerus) กระดูกปลายแขนท่อนนอก (radius) กระดูกปลายแขนท่อนใน (ulna) กระดูกต้นขา (femur) กระดูกแข้ง (tibia) กระดูกน่อง (fibula) กระดูกฝ่ามือ (metacarpal) กระดูกฝ่าเท้า (metatarsal) กระดูกนิ้วมือและกระดูกนิ้วเท้า (phalanges)

2.3.2 กระดูกสั้น (short bone) กระดูกชนิดนี้มีลักษณะสั้น มนกลม มีขนาดใกล้เคียงกันระหว่าง ความยาว ความกว้างและความลึก เนื้อกระดูกเป็นกระดูกฟองน้ำโดยมีกระดูกเนื้อแน่นห่อหุ้มอยู่รอบนอก กระดูกชนิดนี้ ได้แก่ กระดูกข้อมือ (carpal bones) และกระดูกข้อเท้า (tarsal bones)

2.3.3 กระดูกแบน (flat bone หรือ squamous bone) กระดูกชนิดนี้มีลักษณะแบนประกอบด้วยแผ่นกระดูกประกบกันเป็น 3 ชั้น โดยชั้นนอกและชั้นในมีลักษณะเป็นแผ่นกระดูกเนื้อแน่น ส่วนชั้นกลางเป็นแผ่นกระดูกฟองน้ำ กระดูกชนิดนี้ทำหน้าที่ปกป้องอวัยวะที่อยู่ภายใน กระดูกแบน ได้แก่ กระดูกกะโหลกศีรษะ (skull) ที่มีสมองบรรจุอยู่ภายใน กระดูกอก (sternum) และกระดูกซี่โครง (rib) ล้อมรอบอวัยวะที่อยู่ในทรวงอก กระดูกเชิงกราน (pelvic bone หรือ coxal bone) ป้องกันอันตรายให้กับอวัยวะใน