

15
15レクチャー
シリーズ

Lecture

リハビリテーションテキスト

画像評価学

総編集 石川 朗 神戸大学生命・医学系保健学域
責任編集 東本有司 近畿大学医学部リハビリテーション医学教室
 玉木 彰 兵庫医科大学リハビリテーション学部理学療法学科

総編集	石川 朗	神戸大学生命・医学系保健学域
編集委員（五十音順）	木村 雅彦 小林 麻衣 仙石 泰仁 玉木 彰	杏林大学保健学部リハビリテーション学科理学療法学専攻 晴陵リハビリテーション学院理学療法学科 札幌医科大学保健医療学部作業療法学科 兵庫医科大学リハビリテーション学部理学療法学科
責任編集	東本 有司 玉木 彰	近畿大学医学部リハビリテーション医学教室 兵庫医科大学リハビリテーション学部理学療法学科
執筆（五十音順）	池上 博司 池田 光正 石井 一成 糸数 万紀 上田 昌美 大谷 和裕 大洞 佳代子 奥田 武司 甲斐 冴 小塚 健倫 小林 孝光 竹山 宜典 田中 宏和 辻 潔 中川 晃一 西村 俊司 馬場谷 成 東本 有司 平野 豊 藤田 和利 村瀬 貴昭 安松 隆治 山岸 孝太郎	近畿大学医学部 近畿大学医学部整形外科学教室 近畿大学医学部放射線医学教室放射線診断学部門 近畿大学医学部リハビリテーション医学教室 近畿大学医学部リハビリテーション医学教室 近畿大学医学部整形外科・運動器外傷センター 公益財団法人田附興風会医学研究所北野病院リハビリテーション科 近畿大学医学部脳神経外科学教室 近畿大学医学部産科婦人科学教室 関西医科大学放射線科学講座 信州大学医学部耳鼻咽喉科頭頸部外科学教室 大阪暁明館病院外科 近畿大学医学部内科学教室血液・膠原病内科部門 近畿大学医学部脳神経外科学教室 近畿大学医学部整形外科学教室 近畿大学医学部整形外科学教室 近畿大学医学部内科学教室内分泌・代謝・糖尿病内科部門 近畿大学医学部リハビリテーション医学教室 近畿大学医学部医学教育センター 近畿大学医学部泌尿器科学教室 近畿大学医学部外科学教室肝胆膵部門 近畿大学医学部耳鼻咽喉・頭頸部外科学教室 近畿大学医学部整形外科学教室

刊行のことば

本 15 レクチャーシリーズは、医療専門職を目指す学生と、その学生に教授する教員に向けて企画された教科書である。

理学療法士、作業療法士、言語聴覚士、看護師などの医療専門職となるための教育システムには、養成期間として4年制と3年制課程、養成形態として大学、短期大学、専門学校が存在しており、混合型となっている。どのような教育システムにおいても、卒業時に一定水準の知識と技術を修得していることは不可欠であるが、それを実現するための環境や条件は必ずしも十分に整備されているとはいえない。

これらの現状をふまえて 15 レクチャーシリーズでは、医療専門職を目指す学生が授業で使用する本を、医学書ではなく教科書として明確に位置づけた。

学生諸君に対しては、各教科の基礎的な知識が、後に教授される応用的な知識へどのように関わっているのか理解しやすいよう、また臨床実習や医療専門職に就いた暁には、それらの知識と技術を活用し、さらに発展させていくことができるよう内容・構成を吟味した。一方、教員に対しては、オムニバスによる講義でも重複と漏れがないよう、さらに専門外の講義を担当する場合においても、一定水準以上の内容を教授できるように工夫を重ねた。

具体的に本書の特徴として、以下の点をあげる。

- 各教科の冒頭に、「学習主題」「学習目標」「学習項目」を明記したシラバスを掲載する。
- 1科目を90分15コマと想定し、90分の授業で効率的に質の高い学習ができるよう1コマの情報量を吟味する。
- 各レクチャーの冒頭に、「到達目標」「講義を理解するためのチェック項目とポイント」「講義終了後の確認事項」を記載する。
- 各教科の最後には定期試験にも応用できる、模擬試験問題を掲載する。試験問題は応用力も確認できる内容としている。

15 レクチャーシリーズが、医療専門職を目指す学生とその学生たちに教授する教員に活用され、わが国におけるリハビリテーションの一層の発展にわずかながらでも寄与することができたら、このうえない喜びである。

2010年9月

総編集 石川 朗

序 文

以前は、レントゲン（X線）検査をはじめとした画像診断学は、医師のみが活用するものと考えられていましたが、現在は理学療法士、作業療法士をはじめとしたリハビリテーションスタッフにも、一定の知識が求められています。しかし、実際の教育にあっている教員も、画像診断学に必ずしも精通していないのが現状です。ある程度の知識は、インターネットで検索をすれば得られますが、間違った記載も散見され、正しい知識を習得する必要があります。

このような背景をもとに、本書「画像評価学」では、リハビリテーションに関連した領域における画像読影法の基礎と臨床における活用方法を解説し、おさえておきたい代表的な疾患や病態の画像評価について15回の講義で網羅しています。各領域においては、臨床の第一線で活躍中の医師23名に執筆を依頼しました。特に総論にあたるLecture 1と2は、放射線医学の専門医師に画像評価学の基礎をわかりやすく解説してもらいました。また、講義ごとの到達目標を明確にし、予習・復習がしやすいように工夫しました。わかりにくい用語については、その都度、サイドノートの注釈にて解説を加え、初めて勉強する学生にも十分理解できるようにしています。疾患別リハビリテーションの対象となる「脳神経系」「整形外科系」「循環器・心大血管」「呼吸器」については、代表的な疾患を取り上げ、より詳しく解説しました。一方で、疾患別リハビリテーションの対象外ではありますが、臨床で遭遇することが多い消化器科、泌尿器科、代謝・内分泌科、婦人科、血液内科、耳鼻咽喉科領域についても、主な疾患についてまとめました。最後の講義（Lecture 15）では、高齢化が進む中で一層ニーズが高まっている嚥下機能の評価方法について、初学者でもわかるように解説しています。

画像評価学は、この数十年で大幅に進歩してきました。私が医学部を卒業した1980年代には、レントゲン（X線）検査に加えて、ようやくCT検査が一般に出回ってきましたが、画像の質が悪く、詳細な検査も実施できていませんでした。また、MRI検査などは、まだ実用段階ではありませんでした。しかし、今では診療所でもCTやMRI検査装置が設置されており、画像の質は各段に向上しています。また、超音波検査機器も進歩し小型化したことで病室や自宅での評価も可能となり、リハビリテーション現場での活用も期待されています。

このテキストが理学療法士、作業療法士、言語聴覚士のみならず、看護師や放射線技師、臨床検査技師など、多職種の方々にも活用されることを願っております。

2024年6月

責任編集を代表して 東本有司

15レクチャーシリーズ
リハビリテーションテキスト／画像評価学
目次

執筆者一覧 ii
刊行のことば iii
序文 v



総論 (1)

X線, CT, 超音波検査

小塚健倫 1

1. 画像評価の種類とさまざまな撮影技術	2
1) 静止画と動画	2
2) 造影剤	2
3) 生体検査への応用	2
4) アーチファクト	2
5) 画像情報のデジタル化	3
6) 検診と健康保険	3
2. レントゲン検査 (X線写真)	3
1) 放射線の定義と種類	3
2) 胸部：4つの透過性とシルエットサイン	5
3) 骨・関節	6
4) 乳腺 (マンモグラフィ)	7
5) 顎骨・歯牙 (パノラマ)	7
3. X線 CT 検査	7
1) X線写真との違い	7
2) 造影剤	8
3) 読影法と新技術	8
4. 超音波 (エコー) 検査	9
1) 検査の原理	9
2) 検査の特徴と適応	9
3) 読影法と超音波検査の応用	9
Step up 1. 大腸 CT (CT コロノグラフィー, 仮想大腸内視鏡)	11
2. Dual-Energy CT	11
3. CT ガイド下肺生検	12
4. 気管支鏡ガイド下肺腫瘍生検	12
5. X線ガイド下生検	12



総論 (2)

MRI, 核医学, 血管造影, その他の検査

石井一成 13

1. MRI 検査	14
1) 検査の原理	14
2) T1 強調画像と T2 強調画像	14
3) MRI 撮像方法	14
T1 強調画像 / T2 強調画像 / FLAIR 像 / 拡散強調画像 (DWI) / T2* 強調画像, 磁化率強調画像 (SWI)	
4) MRA	16
2. 核医学検査	16
1) 核医学とは	16
2) 撮像原理	16
一般核医学 / PET	
3) 使用される放射線	16
4) 核医学検査の種類	17
中枢神経系 / 呼吸器系 / 循環器系 / 内分泌系 / 消化器系 / 腎, 泌尿器系 / 骨 / 腫瘍, 炎症	
3. 血管造影検査	22
1) 血管造影検査とは	22
2) 血管造影検査の種類と読影法	23
4. その他: 嚥下造影検査 (VF), 内視鏡検査 (VE, 気管支, 消化器)	23
1) 嚥下造影検査	23
2) 内視鏡検査	23
嚥下内視鏡検査 / 内視鏡検査	
Step up	
1. 拡散テンソル画像 (DTI)	24
2. MRI 灌流画像	24
1) DSC 法	24
2) ASL 法	24
3) 造影 MRI の留意事項	24
3. 機能的 MRI (fMRI)	24



脳神経系 (1)

正常像と基礎知識

奥田武司 25

1. 頭部単純 X 線	26
1) 目的	26
2) 頭部単純 X 線でわかること	26
3) 画像の読み方と解剖学的位置関係	26
2. 頭部 CT	26
1) 目的	26
2) 頭部 CT でわかること	27
3) 画像の読み方と解剖学的位置関係	27
3. 頭部 MRI	28
1) 目的	28
2) 頭部 MRI でわかること	28
3) 画像の読み方と解剖学的位置関係	28

4. 脳血管造影	30
1) 目的	30
2) 脳血管造影でわかること	30
3) 画像の読み方と解剖学的位置関係	32
5. SPECT	32
1) 目的	32
2) SPECTでわかること	32
3) 画像の読み方と解剖学的位置関係	32
Step up 臨床における画像検査	33
1) MRI 精査	33
2) メチオニン PET と拡散テンソル画像	33
3) 機能的 MRI (fMRI)	34

4 LECTURE

脳神経系 (2) 疾患別の画像評価①

辻 潔 35

1. 脳梗塞	36
1) 心原性脳塞栓症	36
2) アテローム血栓性脳梗塞	37
3) ラクナ梗塞	37
2. 脳出血	38
3. もやもや病	38
4. 脳腫瘍	40
1) 髄膜腫	40
2) 膠芽腫	40
3) 転移性脳腫瘍	41
5. 頭部外傷	41
1) 頭蓋骨骨折	41
2) 急性硬膜下血腫	42
3) 慢性硬膜下血腫	42
4) 急性硬膜外血腫	42
5) びまん性軸索損傷	44
6. 正常圧水頭症	44
Step up 1. 血栓回収療法	45
症例提示	45
2. くも膜下出血	46

5 LECTURE

脳神経系 (3) 疾患別の画像評価②

上田昌美 47

1. 脳の変性疾患	48
1) パーキンソン病	48

2) 進行性核上性麻痺	48
3) 脊髄小脳変性症	49
4) アルツハイマー型認知症	50
5) Lewy 小体型認知症	50
6) 特発性正常圧水頭症	51
2. 中枢神経系炎症性脱髄疾患	52
1) 多発性硬化症	52
2) 視神経脊髄炎	53
Step up	
1. Lewy 小体型認知症の診断基準	55
2. 正常圧水頭症の CAPPAH sign	55
3. 多発性硬化症と視神経脊髄炎	55



整形外科系 (1) 正常像と基礎知識

糸数万紀 57

1. 脊椎・脊髄	58
1) 単純 X 線	58
頸椎／胸椎／腰椎	
2) CT・MRI	59
頸椎／胸椎／腰椎	
2. 肩関節	61
1) 単純 X 線	61
2) CT・MRI	61
3. 肘関節	62
1) 単純 X 線	62
2) CT・MRI	62
4. 手関節	64
1) 単純 X 線	64
2) CT・MRI	64
5. 手指	65
1) 単純 X 線	65
手／第 1 指	
2) CT・MRI	65
6. 股関節	66
1) 単純 X 線	66
2) CT・MRI	66
7. 膝関節	67
1) 単純 X 線	67
2) CT・MRI	67
8. 足関節	68
1) 単純 X 線	68
2) CT・MRI	68

9. 足	70
1) 単純X線	70
2) CT・MRI	70
Step up 1. 目的に応じた単純X線写真	71
1) 手根管撮影	71
2) ローゼンバーグ撮影	71
3) アントンセン撮影	72
2. 小児の単純X線写真	72

7

LECTURE

整形外科系 (2) 疾患別の画像評価① 73

1. 骨折・外傷における画像評価	大谷和裕	74
1) 骨折の画像評価に用いる検査	74	
単純X線/CT/MRI/血管造影		
2) 代表的な骨折	75	
上腕骨近位端骨折/橈骨遠位端骨折/鎖骨骨折/骨盤骨折/大腿骨近位部骨折/足関節周囲骨折		
2. 脊椎・脊髄における画像評価	池田光正	80
1) 脊椎・脊髄の画像評価に用いる検査	80	
単純X線/CT/MRI		
2) 代表的な疾患	80	
脊髄損傷/腰椎圧迫骨折/頸髄症/腰椎すべり症/腰椎椎間板ヘルニア/頸椎後縦靭帯骨化症/腰部脊柱管狭窄症		

Step up 骨折の治癒過程	86
大谷和裕	

8

LECTURE

整形外科系 (3) 疾患別の画像評価② 87

1. 関節疾患	山岸孝太郎	88
1) 変形性関節症	88	
変形性股関節症/変形性膝関節症		
2) 関節リウマチ	89	
2. スポーツ外傷・障害	中川晃一	90
1) 前十字靭帯損傷	90	
2) 半月板損傷	90	
3) アキレス腱断裂	91	
4) 野球肘	91	
5) 肩腱板断裂	92	
6) 肩関節脱臼	93	
3. 骨腫瘍	西村俊司	94
1) 良性骨腫瘍	94	
骨軟骨腫/内軟骨腫/類骨骨腫/骨巨細胞腫		
2) 悪性骨腫瘍	95	
骨肉腫/軟骨肉腫		
3) 転移性骨腫瘍	96	

Step up 西村俊司	1. 転移性骨腫瘍において病的骨折のリスクが高い部位	97
	2. がんリハビリテーションの有効性	98
	3. 骨肉腫の治療変遷	98



内科系 (1) 循環器・心臓大血管 正常像と基礎知識

平野 豊 99

1. X線 (胸部 X線)	100
1) 目的	100
2) 胸部 X線 でわかること	100
3) 画像の読み方と解剖学的位置関係	100
側面像 / 右前斜位像 / 左前斜位像	
2. CT	100
1) 目的	100
2) CT でわかること	100
3) 画像の読み方と解剖学的位置関係	101
3. 心臓 MRI	102
1) 目的	102
2) 心臓 MRI でわかること	102
シネ MRI / 遅延造影 MRI	
3) 画像の読み方と解剖学的位置関係	103
4. 心臓超音波 (心エコー)	104
1) 目的	104
2) 心エコー でわかること	106
3) 画像の読み方と解剖学的位置関係	106
5. 冠動脈造影 (CAG)	106
1) 目的	106
2) CAG でわかること	106
3) 画像の読み方と解剖学的位置関係	106
4) 冠動脈造影と治療	107
6. 心臓リハビリテーション	107
心不全療養指導士制度の導入	108
Step up	
1. 冠動脈 CT	109
1) MDCT でわかること	109
2) 画像の表示法と読み方	109
2. 経食道心エコー (TEE)	110
1) TEE でわかること	110
2) 画像の読み方と解剖学的位置関係	110

1. 虚血性心疾患	112
1) 急性心筋梗塞 112	
概念/原因/分類/臨床/画像所見/治療	
2) 労作性狭心症 113	
概念/分類/臨床/画像所見/治療	
2. 弁膜症	114
1) 僧帽弁狭窄症 (MS) 114	
概念/臨床/画像所見/治療	
2) 僧帽弁閉鎖不全症 (MR) 114	
概念/臨床/画像所見/治療	
3) 大動脈弁狭窄症 (AS) 115	
概念/臨床/画像所見/治療	
4) 大動脈弁閉鎖不全症 (AR) 116	
概念/臨床/画像所見/治療	
5) 三尖弁閉鎖不全症 (TR) 117	
概念/臨床/画像所見/治療	
3. 先天性心疾患	118
1) 心室中隔欠損症 118	
概念/臨床/画像所見/治療	
2) 心房中隔欠損症 118	
概念/臨床/画像所見/治療	
3) 動脈管開存症 119	
概念/臨床/画像所見/治療	
4. 心筋症	120
1) 肥大型心筋症 120	
概念/臨床/画像所見/治療	
2) 拡張型心筋症 121	
概念/臨床/画像所見/治療	
5. 心膜疾患	121
1) 急性心膜炎 121	
概念/臨床/画像所見/治療	
2) 慢性心膜炎 122	
概念/臨床/画像所見/治療	
Step up	
1. 心アミロイドーシス	123
1) 概念 123	
2) 臨床 123	
AL アミロイドーシス/変異型 ATTR アミロイドーシス/野生型 ATTR アミロイドーシス	
3) 画像所見 123	
4) 治療 123	
2. たこつぼ症候群 (たこつぼ心筋症)	123
1) 概念 123	
2) 臨床 123	
3) 画像所見 124	
4) 鑑別診断 124	
5) 治療 124	

1. 胸部単純 X 線	126
1) 目的	126
2) 胸部 X 線でわかること	126
3) 画像の読み方と解剖学的位置関係	126
読影のポイント	
2. 胸部 CT	128
1) 目的	128
2) 胸部 CT でわかること	128
3) 画像の読み方と解剖学的位置関係	129
3. 気管支鏡検査	129
1) 目的	129
2) 気管支鏡検査でわかること	130
3) 検査の実際と検査画像	130
4. 超音波検査	130
1) 目的	130
2) 超音波による横隔膜の評価	131
Step up 肺野における種々の異常陰影	133
1) 気管支透亮像 (エアブロンコグラム)	133
2) 浸潤陰影 (コンソリデーション)	133
3) すりガラス様陰影 (GGO)	133
4) シルエットサイン	134

1. COPD (慢性閉塞性肺疾患)	136
2. 間質性肺炎	137
3. 気管支拡張症	138
4. びまん性汎細気管支炎	138
5. 塵肺	139
6. 肺結核後遺症	140
7. 肺炎	140
1) 急性肺炎	140
2) 誤嚥性肺炎	141
3) 新型コロナウイルス感染症 (COVID-19) 肺炎	142
8. 急性呼吸窮迫症候群 (ARDS)	142
9. 胸水	142

10. 肺水腫	144
11. 無気肺	144
12. 気胸	145
13. 肺癌	145
Step up	
1. ゴダードスコア	147
2. 非結核性抗酸菌症 (NTM 症)	147
3. 特発性胸膜肺実質線維弾性症 (iPPFE)	147

13

LECTURE

その他 (1) 消化器, 泌尿器, 代謝・内分泌 149

1. 消化器	村瀬貴昭, 竹山宜典	150
1) 腹部の画像検査の種類と特徴	150	
腹部単純 X 線 / 腹部超音波 / CT / MRI / EUS / ERCP		
2) 代表的な肝胆膵領域の疾患における画像評価	151	
肝硬変 / 肝癌 / 胆石症 (胆嚢結石症・総胆管結石) / 胆嚢癌・胆管癌 / 急性膵炎・慢性膵炎 / 膵癌		
2. 泌尿器	藤田和利	154
1) 正常像と解剖学的位置関係	154	
2) 代表的な泌尿器疾患における画像評価	154	
尿路結石症 / 副腎腫瘍 / 腎癌 / 尿路上皮癌 / 前立腺癌		
3. 代謝・内分泌	馬場谷成, 池上博司	158
1) 正常像と解剖学的位置関係	158	
下垂体 / 甲状腺・副甲状腺		
2) 代表的な代謝・内分泌疾患における画像評価	160	
下垂体 (下垂体腫瘍, 中枢性尿崩症) / 甲状腺・副甲状腺 (甲状腺機能異常症, 甲状腺腫瘍, 副甲状腺腺腫)		

Step up	
1. 腎臓の解剖と機能	162
藤田和利	
2. 前立腺癌の新しい診断法	162
1) ^{ハイラックス} PI-RADS	162
2) PSMA-PET	162

14

LECTURE

その他 (2) 婦人科, 血液内科, 耳鼻咽喉科 163

1. 婦人科	甲斐 冨	164
1) 子宮領域の画像検査の種類と特徴	164	
超音波 / CT / MRI		
2) 代表的な婦人科疾患における画像評価	165	
子宮筋腫 / 子宮腺筋症 / 子宮体癌 / 子宮頸癌 / 卵巣子宮内膜症性嚢胞 (卵巣チョコレート嚢胞) / 卵巣腫瘍		
2. 血液内科	田中宏和	168
1) 血液疾患診療における画像検査の役割	168	
2) 代表的な血液疾患と検査の特徴	169	
赤血球系疾患 / 白血球系疾患 / 出血・血栓性疾患		

3. 耳鼻咽喉科	小林孝光, 安松隆治	172
1) 耳領域	172	
正常像と解剖学的位置関係／代表的な疾患（真珠腫性中耳炎）の画像評価		
2) 副鼻腔領域	173	
正常像と解剖学的位置関係／代表的な疾患（慢性副鼻腔炎）の画像評価		
3) 咽頭領域	173	
正常像と解剖学的位置関係／代表的な疾患（下咽頭癌）の画像評価		

Step up	1. 血液学の基礎知識	175
田中宏和	1) 血液の構成成分とはたらき	175
	2) 造血系の成り立ち	175
	3) 血球の機能	175
	2. 血液疾患による症状	176

15

LECTURE

嚥下造影検査（VF）、嚥下内視鏡検査（VE）

大洞佳代子 177

1. 嚥下造影検査（VF）と嚥下内視鏡検査（VE）の特徴と違い	178
2. 嚥下造影検査（VF）と嚥下内視鏡検査（VE）の流れ	178
3. 嚥下のしくみと嚥下関連器官の動き	179
嚥下の5期	180
先行期／準備期（咀嚼期）／口腔期／咽頭期／食道期	
4. 嚥下造影検査（VF）	180
1) 目的	180
2) 検査の手順	181
3) 画像の読み方と解剖学的位置関係	181
4) 代表的な異常所見	183
5. 嚥下内視鏡検査（VE）	183
1) 目的	183
2) 検査の手順	184
3) 画像の読み方と解剖学的位置関係	184
上咽頭／中咽頭～下咽頭／喉頭	
4) 代表的な異常所見	185

Step up	代表的な嚥下障害—脳血管疾患	187
	1) 球麻痺（ワレンベルグ症候群）	187
	2) 偽性球麻痺	187

巻末資料 189

TEST

試験

東本有司, 玉木 彰 196

15 レクチャーシリーズ リハビリテーションテキスト

画像評価学

シラバス

一般 目標	<p>リハビリテーションを実施するうえで、画像所見から得られる情報は不可欠である。一般に画像評価とは、X線やCT、MRI、超音波、血管造影などを用いて、疾患による形態上の変化を画像化し評価することである。リハビリテーション領域では、中枢神経疾患、運動器疾患、神経筋疾患、循環器・呼吸器疾患などにおいて、障害の診断や介入方法の検討、治療効果の判定などに用いられる。</p> <p>本書では、最初に画像評価の基礎知識として、X線、CT、MRI、超音波などの原理、基本的な読影法を学ぶ。次に、脳神経系、整形外科系、内科系、その他と大別し、正常像と解剖学的位置関係を学習し、代表的な疾患における画像所見の読影法を習得する。</p>
----------	---

回数	学習主題	学習目標	学習項目
1	総論 (1) — X線, CT, 超音波検査	画像評価に必要な基礎知識を理解する X線, CT, 超音波の原理, 基本的な読影法を理解する	画像評価の種類, 診断機器の種類と特徴, X線写真・X線CT・超音波検査における原理, 読影の基礎
2	総論 (2) — MRI, 核医学, 血管造影, その他の検査	MRIの原理と読影法を理解する 核医学, 血管造影の原理と基本的な読影法を理解する	MRI (原理, 読影の基礎), 核医学 (シンチグラフィ, PET), 血管造影, その他
3	脳神経系 (1) — 正常像と基礎知識	脳神経系の正常像と解剖学的位置関係を理解する	頭部単純X線, 頭部CT, 頭部MRI, 脳血管造影, 脳血流SPECT検査の目的と読影法
4	脳神経系 (2) — 疾患別の画像評価①	代表的な疾患の病態および画像評価を理解する	脳梗塞, 脳出血, もやもや病, 脳腫瘍, 頭部外傷, 正常圧水頭症
5	脳神経系 (3) — 疾患別の画像評価②	代表的な疾患の病態および画像評価を理解する	変性疾患 (パーキンソン病, 進行性核上性麻痺, 脊髄小脳変性症, アルツハイマー型認知症ほか), 中枢神経系炎症性脱髄疾患
6	整形外科系 (1) — 正常像と基礎知識	整形外科系の各部位の正常像と解剖学的位置関係を理解する	脊椎・脊髄, 肩関節, 肘関節, 手関節, 手指, 股関節, 膝関節, 足関節, 足における単純X線・CT・MRIの目的と読影法
7	整形外科系 (2) — 疾患別の画像評価①	骨折・外傷における代表的な疾患の病態および画像評価を理解する	骨折で用いる画像検査の種類, 上腕骨近位端骨折, 橈骨遠位端骨折, 鎖骨骨折, 骨盤骨折, 大腿骨近位部骨折, 足関節部骨折
		脊椎・脊髄における代表的な疾患の病態および画像評価を理解する	脊椎・脊髄で用いる画像検査の種類, 脊髄損傷, 腰椎圧迫骨折, 頸髄症, 腰椎すべり症, 腰椎椎間板ヘルニア, 頸椎後縦靭帯骨化症, 腰部脊柱管狭窄症
8	整形外科系 (3) — 疾患別の画像評価②	関節における代表的な疾患の病態および画像評価を理解する	変形性関節症 (変形性股関節症, 変形性膝関節症), 関節リウマチ
		スポーツ外傷・障害における代表的な疾患の病態および画像評価を理解する	前十字靭帯損傷, 半月板損傷, アキレス腱断裂, 野球肘, 肩腱板断裂, 肩関節脱臼
		骨腫瘍の病態および画像評価を理解する	良性骨腫瘍 (骨軟骨腫, 内軟骨腫, 類骨腫, 骨巨細胞腫), 悪性骨腫瘍 (骨肉腫, 軟骨肉腫), 転移性骨腫瘍
9	内科系 (1) 循環器・心臓大血管 — 正常像と基礎知識	循環器系の正常像と解剖学的位置関係を理解する	胸部X線, CT, 心臓MRI, 心臓超音波, 冠動脈造影検査の目的と読影法, 心臓リハビリテーション
10	内科系 (2) 循環器・心臓大血管 — 疾患別の画像評価	代表的な疾患の病態および画像評価を理解する	虚血性心疾患, 弁膜症, 先天性心疾患, 心筋症, 心膜疾患
11	内科系 (3) 呼吸器 — 正常像と基礎知識	呼吸器系の正常像と解剖学的位置関係を理解する	胸部X線, CT, 気管支鏡検査, 超音波検査の目的と読影法
12	内科系 (4) 呼吸器 — 疾患別の画像評価	代表的な疾患の病態および画像評価を理解する	COPD, 間質性肺炎, 気管支拡張症, びまん性汎細気管支炎, 塵肺, 肺結核後遺症, 肺炎, 急性呼吸窮迫症候群, 胸水, 肺水腫, 無気肺, 気胸, 肺癌

回数	学習主題	学習目標	学習項目
13	その他(1) — 消化器, 泌尿器, 代謝・内分泌	代表的な消化器疾患の病態および画像評価を理解する	各種検査の目的と読影法, 肝疾患(肝硬変, 肝癌), 胆臓疾患(胆石症, 胆嚢癌・胆管癌), 膵疾患(急性膵炎・慢性膵炎, 膵癌)
		代表的な泌尿器疾患の病態および画像評価を理解する	各種検査の目的と読影法, 尿路結石症, 副腎腫瘍, 腎癌, 尿路上皮癌, 前立腺癌, 副腎(副腎腫瘍)
		代表的な代謝・内分泌疾患の病態および画像評価を理解する	各種検査の目的と読影法, 下垂体(下垂体腫瘍, 中枢性尿崩症), 甲状腺・副甲状腺(甲状腺機能異常症, 甲状腺腫瘍, 副甲状腺腺腫)
14	その他(2) — 婦人科, 血液内科, 耳鼻咽喉科	代表的な婦人科疾患の病態および画像評価を理解する	各種検査の目的と読影法, 子宮筋腫, 子宮腺筋症, 子宮体癌, 子宮頸癌, 卵巣子宮内膜症性嚢胞, 卵巣腫瘍
		代表的な血液内科疾患における画像検査の種類と特徴および画像評価を理解する	画像検査の役割, 赤血球系疾患, 白血球系疾患(白血病, 悪性リンパ腫, 多発性骨髄腫), 出血・血栓性疾患
		代表的な耳鼻咽喉科疾患の病態および画像評価を理解する	各種検査の目的と読影法, 耳領域(真珠腫性中耳炎), 副鼻腔領域(慢性副鼻腔炎), 咽頭領域(下咽頭癌)
15	嚥下造影検査(VF), 嚥下内視鏡検査(VE)	VFとVEの特徴と違いを理解する 正常像と解剖学的位置関係を踏まえて, 代表的な異常所見を理解する	VFとVEの特徴, 検査の流れ, 嚥下のしくみ, 基本的な読影法, 代表的な異常所見

MEMO

頭蓋骨は外側から外板、板間層、内板の3層で構成されており、複数の骨が結合して頭蓋骨を形成している(15種類、23個)。成人の頭蓋腔容積は1,400~1,500 ccであり、出生後から脳の発達に伴い増大し、16歳頃には停止する。

MEMO

正面側面、タウン(Towne)撮影以外の撮影法として頭蓋底撮影(頭蓋底を観察)、ステンバース(Stenvers)撮影(錐体、内耳道を観察)、シューラー(Schüller)撮影(乳突部、外耳道を観察)、視束管撮影(視神経管を観察)、ウォーターズ(Waters)撮影(顔面骨、副鼻腔を観察)、フュージャー(Fueger)撮影(眼窩内側壁を観察)などが挙げられる。

MEMO

- 頭蓋縫合早期癒合症: 頭蓋縫合が早期に癒合することによって、頭蓋骨の変形が生じる疾患である。
- 頭蓋内圧亢進: 頭蓋内圧は脳実質、血液、髄液の3要素で構成されているが、さまざまな病態に伴い頭蓋内圧は変化する。大部分の疾患では頭蓋内圧は上昇(亢進)する方向に変化するが、小児例では脳が内側から外側に膨らむことによって頭蓋骨に指で押したような(波打つような)形態変化が生じる。これを指圧痕とよぶが、脳が急速に成長する小児例では正常でも認められる所見である。

CT (computed tomography ; コンピュータ断層撮影)

★ 気をつけよう!

CTによる医療被曝は特に小児例では注意が必要である。しかし、医療被曝を恐れるあまり必要な検査を回避することは、CT検査によって得られる利益も消失することになる。このため、小児の頭部打撲後のCT検査の必要性については、各学会でCT撮影基準が提唱されている。

1. 頭部単純X線

1) 目的

頭部単純X線は頭蓋骨全体を撮影する検査であり、骨成分の観察が主である。多種の画像検査機器が登場した近年では省略されることも多い。

2) 頭部単純X線でわかること

頭蓋骨骨折や顔面骨骨折などの外傷が主であり、その他に頭蓋骨腫瘍による骨融解像や骨肥厚/硬化像、下垂体腫瘍によるトルコ鞍底部の変化などが観察できる。あくまで骨性変化の確認であり、骨性変化を伴わない脳内の異常所見は描出できない。

3) 画像の読み方と解剖学的位置関係

撮影法は正面、側面の2方向が主であり、他に後頭骨の検出にすぐれたタウン撮影などが挙げられる(図1)。基本的には他部位の骨X線と同様の読影方法であるが、小児例では頭蓋縫合の観察も重要であり(頭蓋縫合早期癒合症の有無)、指圧痕(頭蓋内圧亢進の有無)を認める場合もある。その他に副鼻腔炎の検出にも用いられるが、いずれにしても専門性の高い読影能力が求められる。

2. 頭部CT

1) 目的

脳神経系は硬い頭蓋骨に覆われた、ある意味“ブラックボックス化”した部位である。このため、通常診療における視診、触診では確認できず、必然的に頭蓋骨の中を観察できる画像検査が重要となる。頭部単純X線検査も頭蓋骨の中を観察することは困難であり、頭部CT検査が必要となる。小児例では特に放射線被曝の問題もあるが、日本では検査機器の普及により国内のどこでもいつでも撮影可能であるため、最初に行う脳神経系検査として頻用されている。現状では頭痛から外傷までスクリーニング的に広く使用されている。

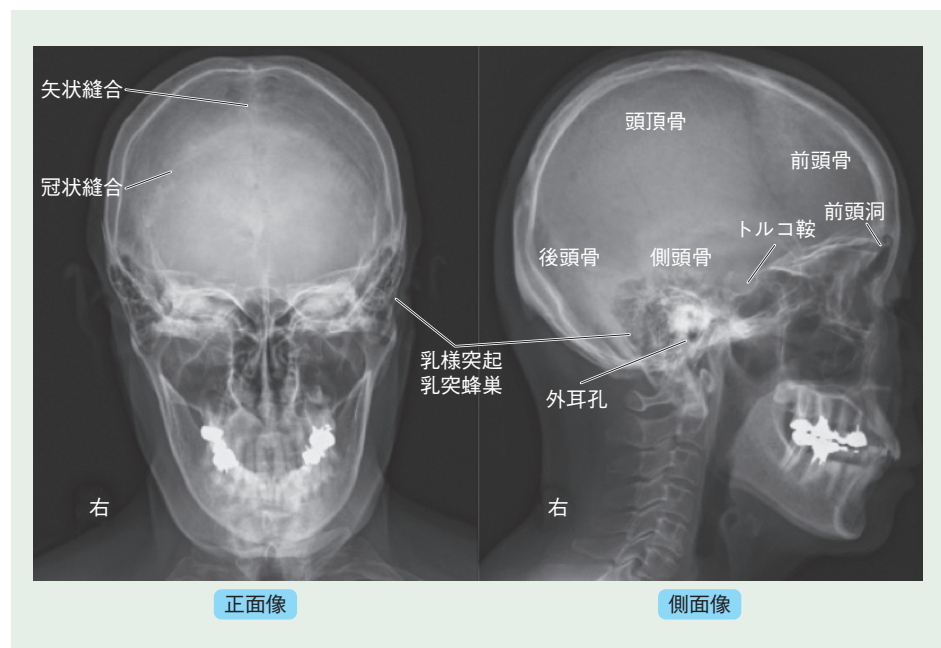


図1 頭部単純X線写真

2) 頭部 CT でわかること

頭部 CT は MRI と比較してわずか数分で撮影可能であり、禁忌事項も少ない。得られる画像情報は出血性病変、腫瘍性病変、外傷性病変（骨折を含む）などであり、造影剤の使用によって脳血管の詳細な画像評価や脳血流評価も行うことができる。また、骨性変化など石灰化病変の評価においても有用である。一方、1 cm 未満の小型の病巣や急性期脳梗塞に関しては描出困難である。

3) 画像の読み方と解剖学的位置関係

最初に画像が OM line などの基準線に沿って正確に左右対称で撮影されているかどうかを確認する (図 2)。

正常では、脳内の構造物は左右対称であるため、読影の際にこの左右対称性は非常に重要なポイントとなる。また、CT は石灰化の描出にすぐれているため、正常範囲

OM line (orbitomeatal base line; 眼窩外耳道基準線)

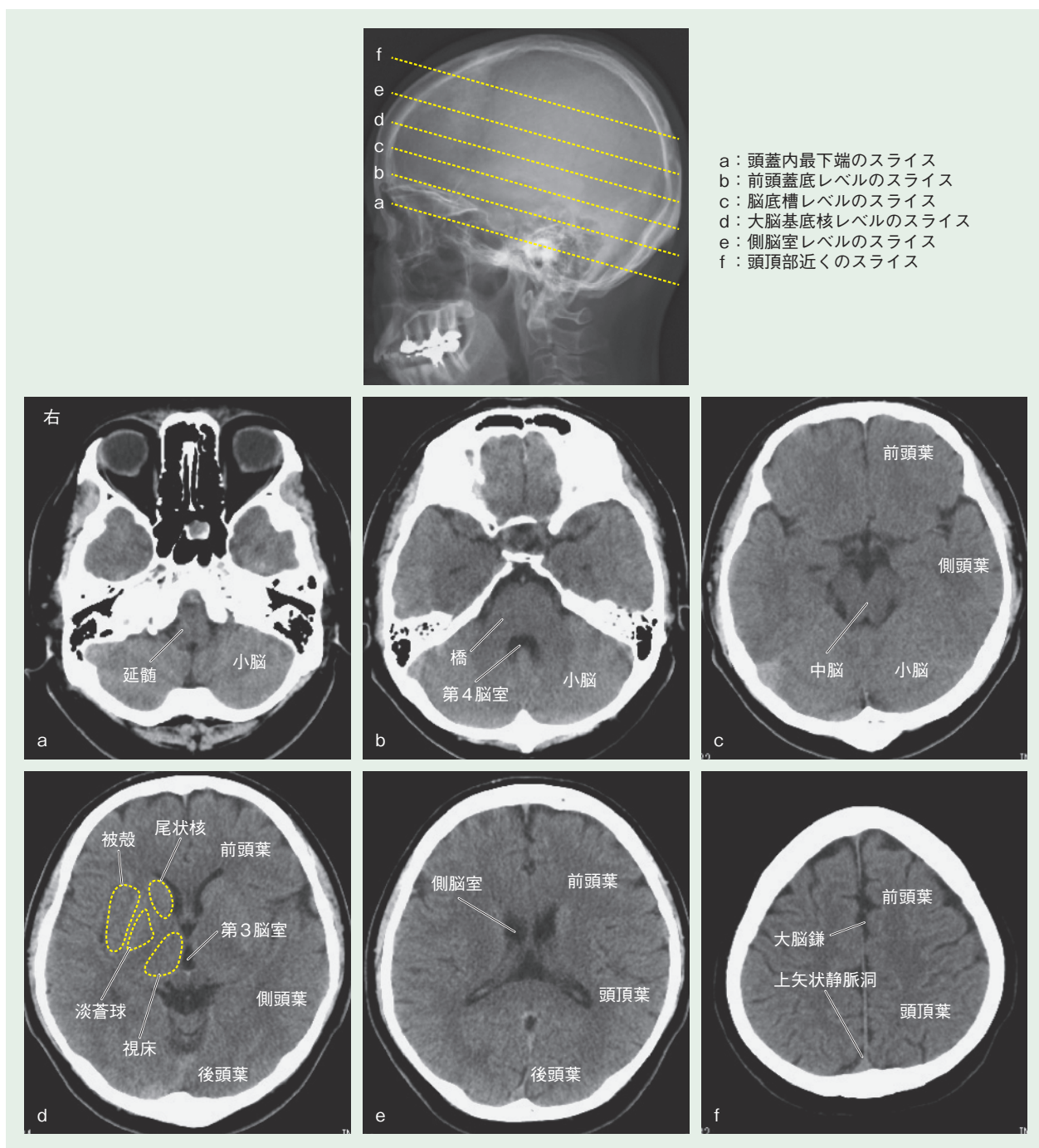


図 2 頭部 CT

3) 転移性脳腫瘍

癌の生存率向上により、近年、転移性脳腫瘍は増加傾向にある。画像所見は、膠芽腫と同様に、腫瘍周囲に強い脳浮腫を伴い、造影CT、MRIでリング状増強効果を示す(図14)。膠芽腫と鑑別が必要である。

原発巣、全身状態、転移の数などを考慮して、治療方針が決定される。

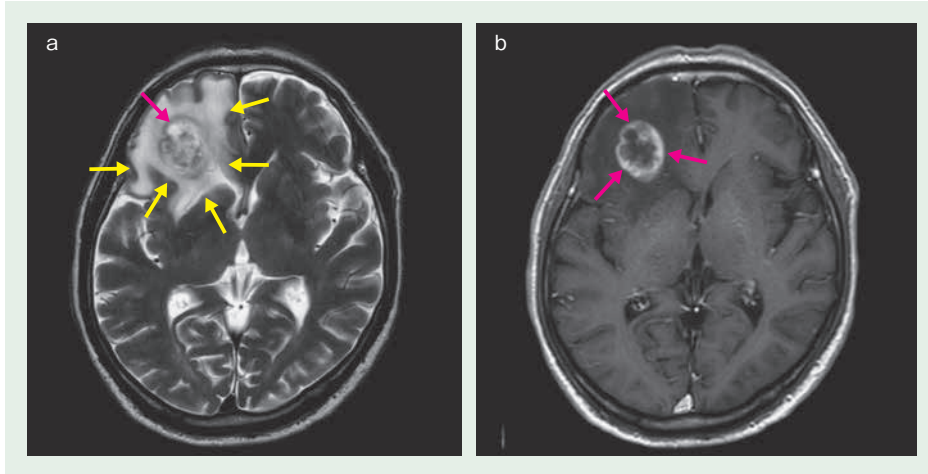


図14 転移性脳腫瘍のMRI

a: T2強調画像。右前頭葉に腫瘍性病変を認め(→)、周囲に強い脳浮腫を伴う(→)。
b: 造影T1強調画像。腫瘍はリング状増強効果を示す(→)。

転移性脳腫瘍
(metastatic brain tumor)

5. 頭部外傷

頭部外傷で最も注意すべきことは、受傷直後は意識があっても、その後、急速に意識レベルが低下することである。例えば、リハビリテーションを実施中に転倒し、頭部を強く打撲したとする。この場合、「意識清明であるから大丈夫だろう」と考えずに、医師に診察を依頼し、頭部CTを撮影するべきである。

1) 頭蓋骨骨折

頭蓋骨は一つの骨ではなく、いくつかの骨が縫合してできている。この縫合線を骨折線と見間違えないように注意する。骨縫合線はギザギザに写るが、骨折線は明瞭な一本の線として認められる(図15)。

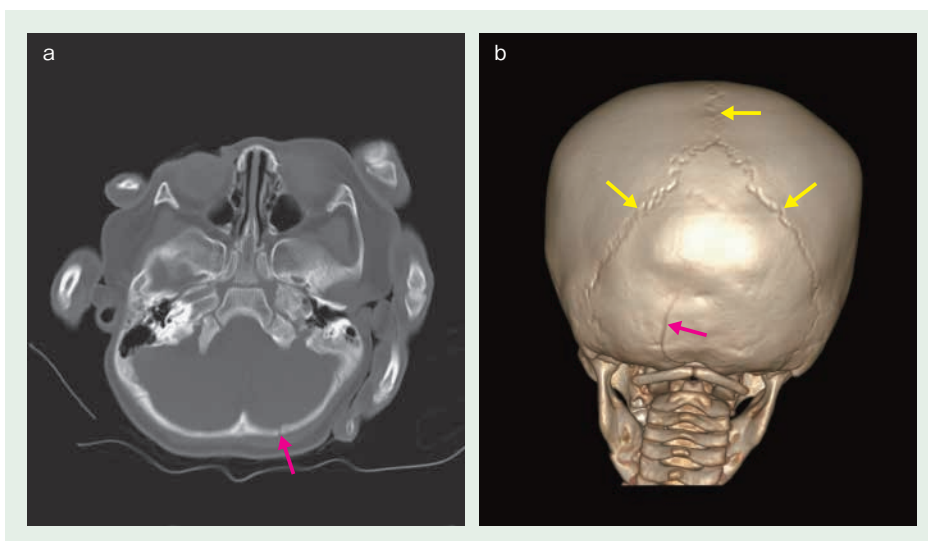


図15 頭蓋骨骨折のCT画像

a: CT画像(骨条件)。後頭骨に線状骨折を認める(→)。
b: 3D再構成画像。後頭骨に線状骨折を認める(→)。骨縫合線(→)との違いに注意する。

頭部外傷 (head injury)

頭蓋骨骨折 (skull fracture)

Step up

1. 血栓回収療法

内頸動脈または中大脳動脈閉塞による急性期脳梗塞に対して、rt-PA 静注療法のみを行った群と、rt-PA 静注療法 + 血栓回収療法を行った群のランダム化比較試験 (randomized controlled trial : RCT) の結果が、2015 年に相次いで報告された。その結果、rt-PA 静注療法 + 血栓回収療法群は、rt-PA 静注療法単独群に比べ、機能予後を有意に改善することが示された。この結果を受け、発症 6 時間以内の内頸動脈または中大脳動脈閉塞による急性期脳梗塞に対して、血栓回収療法が行われるようになった。

血栓回収療法の具体的な方法について概説する。通常、経大腿動脈でアプローチする。太いガイドリングカテーテルを頸動脈に誘導した後、細いマイクロカテーテルを頭蓋内の閉塞血管にまで誘導する。閉塞部位でステントレトリバーを展開し、血栓をステントの網目に引っかけて回収する。これにより、約 80% で有効な再開通が得られる。ステントレトリバーの代わりに、吸引カテーテルを血栓の直近まで誘導し、血栓を吸引する方法や、ステントレトリバーと吸引カテーテルを併用して血栓を回収する方法もある。

症例提示

80 歳、女性。心房細動を指摘されていたが、抗凝固薬を内服していなかった。意識障害と右片麻痺を主訴に、発症から 2 時間で救急搬送された。MRI 拡散強調画像で、左側頭葉から左頭頂葉にかけて急性期脳梗塞を認め (図 1a, b)、MRA で左中大脳動脈閉塞を認めた (図 1c)。発症から 4.5 時間以内であったため、rt-PA 静注療法を開始し、引き続き、血栓回収療法を行った。ステントレトリバーで血栓を回収し (図 2)、左中大脳動脈の完全再開通を得ることができた (図 3)。

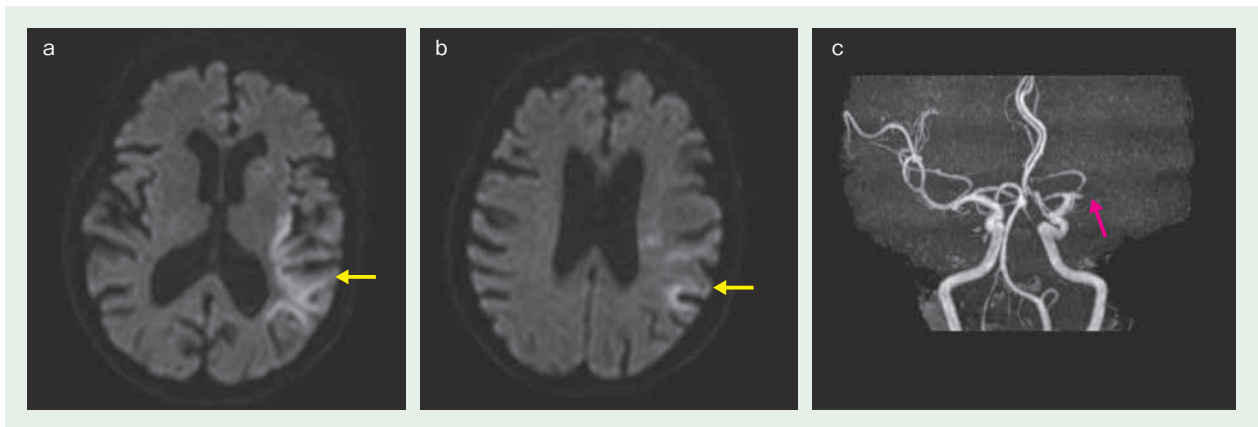


図 1 MRI 拡散強調画像 (a, b) と頭部 MRA 画像 (c)
a, b: 左側頭葉から左頭頂葉にかけて急性期脳梗塞を呈する (⇒)。
c: MRA で左中大脳動脈の閉塞を認める (⇒)。



図 2 ステントレトリバーで、実際に回収された血栓

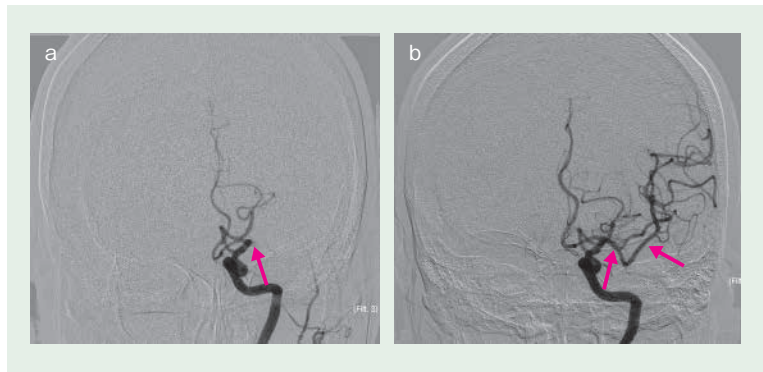


図 3 左内頸動脈撮影正面像
a: 血栓回収療法前。左中大脳動脈が閉塞している (⇒)。
b: 血栓回収療法後。左中大脳動脈の完全再開通を認める (⇒)。

CT (computed tomography ;
コンピュータ断層撮影)
MRI (magnetic resonance
imaging ; 磁気共鳴画像)

MEMO

骨梁
骨は外表面の緻密で硬い骨皮質と内部の網目状の構造をもつ海綿骨から成る。骨梁は海綿骨により形成されている構造である。海綿骨は粗な構造ではあるが3次元的に配置された骨梁により力学的な負荷に耐えうる構造となっている。

気をつけよう!

小児の場合は成長軟骨板があり骨端線が閉鎖していないため、骨折と見誤らないようにする。また、小児に特徴的な骨端線損傷に注意が必要である。

MEMO

骨端線損傷
小児の場合、成長軟骨が骨端部に存在する。成長軟骨の存在する部分が骨端線である。成長とともに骨端線は閉鎖し骨の成長は停止する。小児では力学的に強度が弱い骨端線の損傷をきたすことが多い。

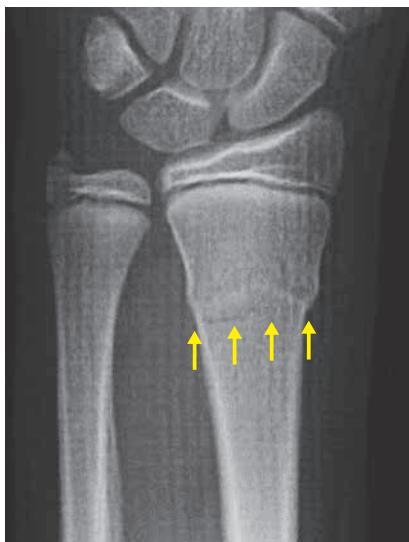


図1 左橈骨若木骨折のX線写真
骨梁の途絶と骨皮質の連続性の乱れを認める(⇒)。

1. 骨折・外傷における画像評価

1) 骨折の画像評価に用いる検査

一般的に画像検査には単純X線、CT、MRI、血管造影、超音波、骨シンチグラフィなどがある。骨や関節外傷は、迅速に診断し治療を開始する。そのため、救急外来や診察室での骨の異常の評価には、侵襲が少なく、短時間で撮影が可能な単純X線検査、CT検査が主に用いられる。血管造影やMRI検査の優先度は低い。

(1) 単純X線

初診時にルーティンで撮影することが多い。正確な診断を行うためには、最低2方向撮影(正面像と側面像)を行い、可能であれば左右両側を撮影する。正面像の撮影だけでは骨折が判明しない場合や前後方向の転位の程度は判断できない場合がある。不全骨折や小児の骨折では、左右両側の画像を見比べることが重要である。

画像診断のポイントは、骨梁の乱れや皮質骨の連続性の途絶がないか、軟部組織陰影の腫脹がないかなどを確認することである。図1の不全骨折では、骨折部の転位は認めないが、骨皮質の連続性の乱れと骨梁の途絶を認める。図2では、右肘関節には一見異常はないようにみえるが、左右を比較すると右上腕骨内側上顆の骨端線の離開があることがわかる。

(2) CT

近年、CTの画像解析の進歩により得られる情報が増えている。水平断像だけでなく矢状断像、冠状断像や3D画像も構築できるようになった。単純X線では平面的な画像しか得られないため、決まった方向からの情報しか得られない。一方、CTでは3D化することにより多方向から観察することができる。そのため、CTは診断や手術計画を立てるうえで不可欠な画像検査になっている(図3)。

(3) MRI

骨折の診断能力はCTに比べて劣るが、骨折に伴う靭帯や筋肉の損傷がある患者への徒手検査は疼痛が生じるため、これらの診断にMRIは有用である。また、X線写真やCTで判別できない不全骨折、骨挫傷の診断に有用である。

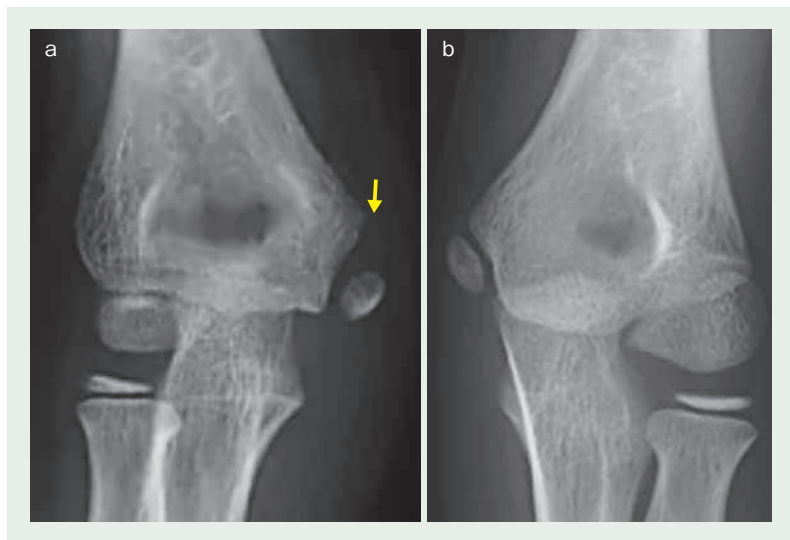


図2 右上腕骨内側上顆骨端線損傷のX線写真
健側(b)と比較し、患側(a)では内側上顆(⇒)の転位を認める。

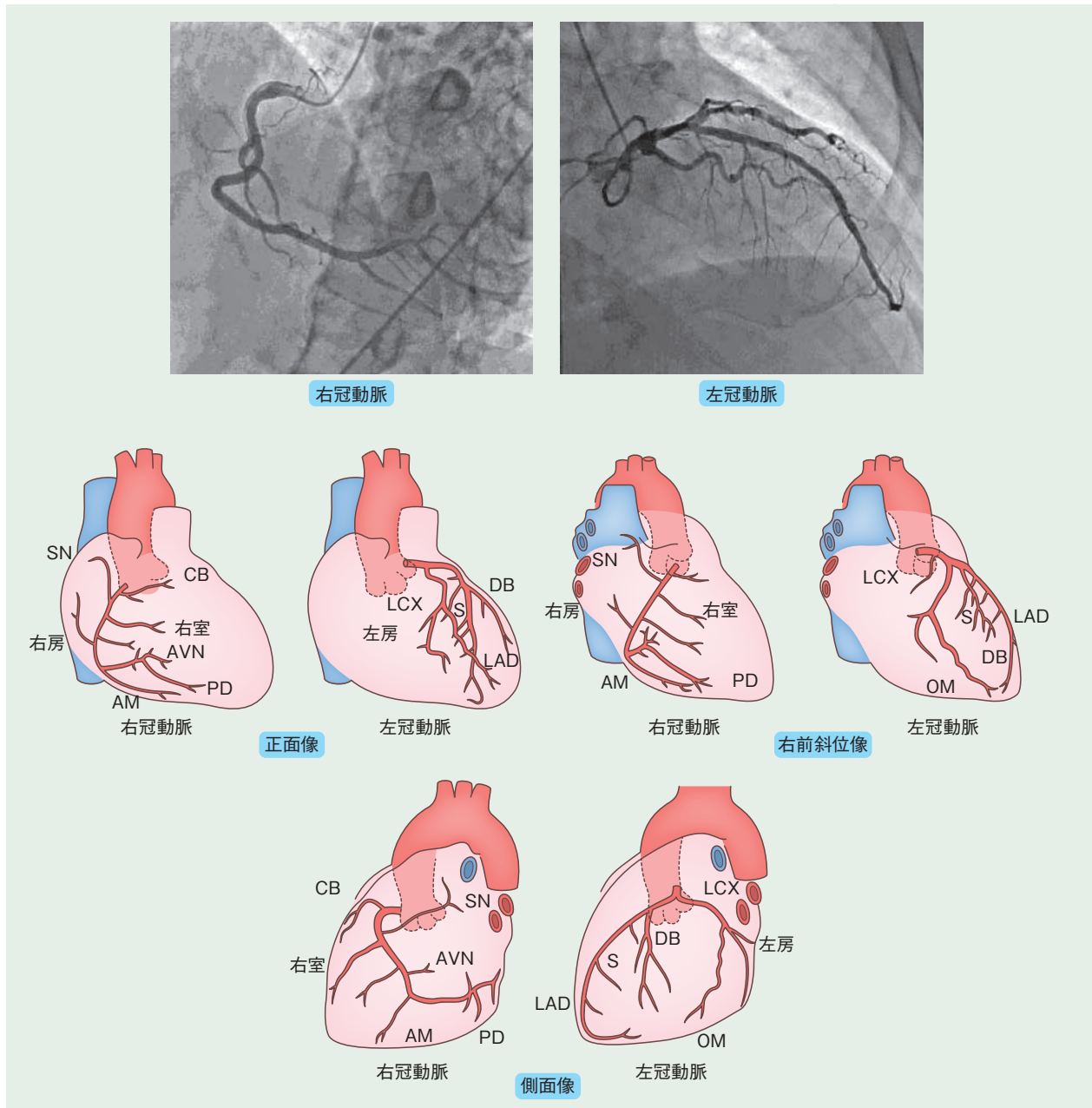


図 10 冠動脈造影

AM: 鋭角枝, AVN: 房室結節枝, CB: 円錐枝, DB: 対角枝, LAD: 左前下行枝, LCX: 左回旋枝, OM: 鈍縁(角)枝, PD: 後下行枝, S: 中隔枝, SN: 洞結節枝.

と左室の間の前心室間溝を下行する。左回旋枝は冠状溝を左へ進み、心臓後面に達する。後室下行枝を供給する動脈は優勢動脈とよばれ、90%が右冠動脈が優勢とされる。冠静脈は集まって大心臓静脈となり冠静脈洞から右房へ注ぐ。

冠動脈部位の表記法にはAHA分類がある(表1)¹⁾。右冠動脈がsegment(#)1~4, 左主幹部が#5, 左前下行枝が#6~10, 左回旋枝が#11~15に分類される。

4) 冠動脈造影と治療

冠動脈造影で病変があれば、冠動脈内ステント挿入術などの治療が行われる。

6. 心臓リハビリテーション

心不全は急性増悪と寛解を繰り返し、一度増悪すると元のレベルまで戻らない症候群である。心臓リハビリテーションは、心臓病の患者が体力を回復して自信を取り戻

AM (acute marginal branch)
 AVN (atrioventricular node branch)
 CB (conus branch)
 DB (diagonal branch)
 LCX (left circumflex artery)
 OM (obtuse marginal branch)
 PD (posterior descending branch)
 S (septal branch)
 SN (sinus node branch)

AHA (American Heart Association; 米国心臓協会)

X線の原理と読影の基礎

▶ Lecture 1 参照。

MEMO

直接撮影と間接撮影

人体を透過したX線は、吸収の度合いに応じて増感紙(蛍光体がX線を吸収すると緑色や青色を発する)を発光させ、増感紙に挟み込まれたフィルムにX線像が写される。蛍光体とフィルムが密着しているため直接撮影といわれる。フィルムには実物大のX線像が写る。

間接撮影では、人体を透過したX線は吸収の度合いに応じて、蛍光板に可視光としてX線像を結像させる。これを離れた位置からカメラで撮影する。蛍光体とフィルムが離れているので、間接撮影といわれる。フィルムには縮小された像が写るので、拡大レンズの付いた間接フィルム用観察器で読影する。

MEMO

「P (posterior) → A (anterior)」とはX線が背中側から出され、フィルムが前方(胸側)に置いてある場合で、「A → P」とはX線が前方から出され、フィルムが後方(背中側)に置いてある場合である。

1. 胸部単純X線

1) 目的

胸部単純X線を撮影する機会が最も多いのは健康診断である。集団検診では、間接撮影となる場合もあり、間接撮影はカメラのフィルムのようなものに撮影されるため、読影には特殊な機械が必要になる。

一方、医療施設で実施する健康診断は直接撮影であるため、デジタルデータとして診療用コンピュータで読影する。なんらかの症状があって、病院や診療所を受診した場合で、医師が必要と判断すれば、胸部単純X線を撮影する。また、治療や検査のために入院する場合にも胸部単純X線を撮影しておくことが多い。これは、全身状態を把握するためと、結核などの感染症を病院内に広めないための感染対策として実施される。

2) 胸部X線でわかること

正面像では、心臓の大きさがわかるため、心臓が大きければ心不全などを疑う。肺野では、肺炎や肺癌などの異常陰影がないかが確認できる。肋骨、鎖骨、胸椎、肩甲骨、上腕骨の一部などの骨も写るので、骨折などの異常も把握できる。また、大動脈の陰影から、動脈瘤などの血管の異常も確認できる。

側面像は、正面像では心陰影に隠れていた陰影を確認できる。胸部単純X線写真だけでも、心疾患、肺疾患、骨の異常、胸部大動脈の異常など、さまざまな疾患をみつけることが可能である(図1~3)。

3) 画像の読み方と解剖学的位置関係

最初に、どういう条件でX線が撮影されたかを確認する。通常、胸部X線は、立位でフィルムを前胸部に当てて撮影する(P → A〈背腹〉像)。しかし、座位やベッドサイドでポータブル撮影装置を使って撮影する場合(A → P〈腹背〉像)は、フィルムを背部に挿入し、前胸部にある心臓から距離があるため、通常の撮影よりも心臓が大きく写る。

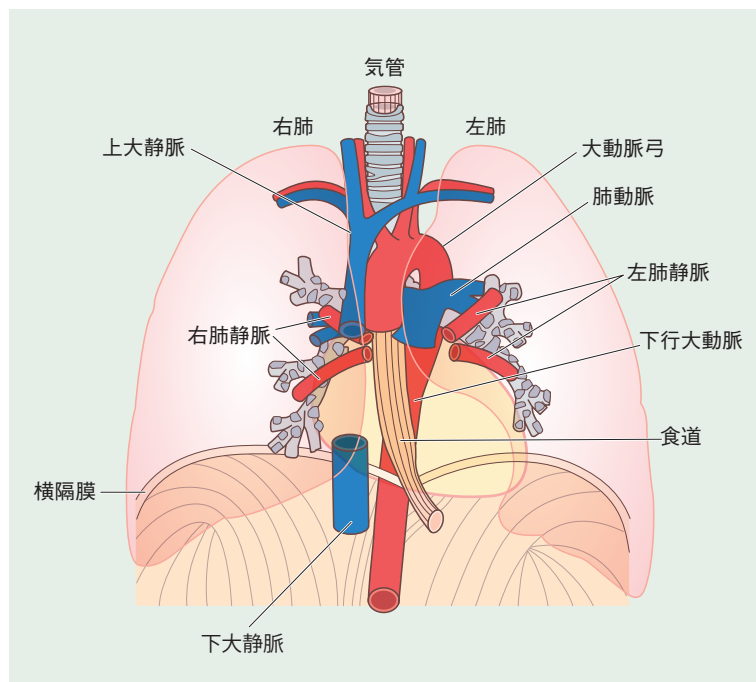


図1 胸部の解剖図

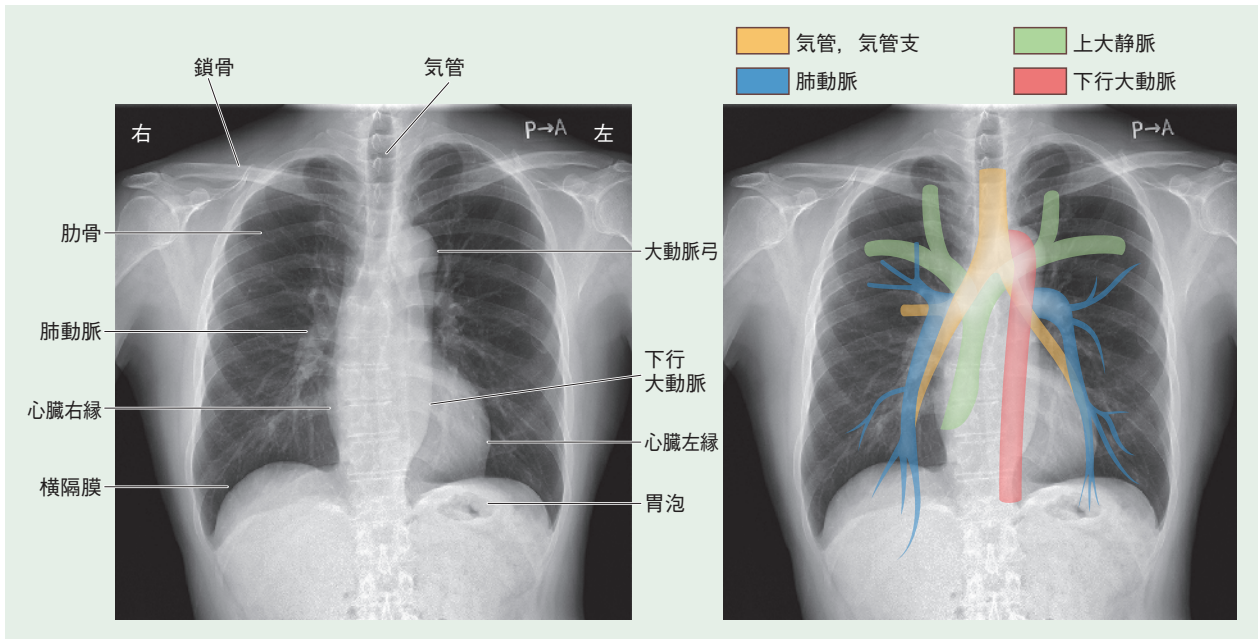


図2 正常胸部単純 X 線写真 (正面像) と解剖学的位置関係

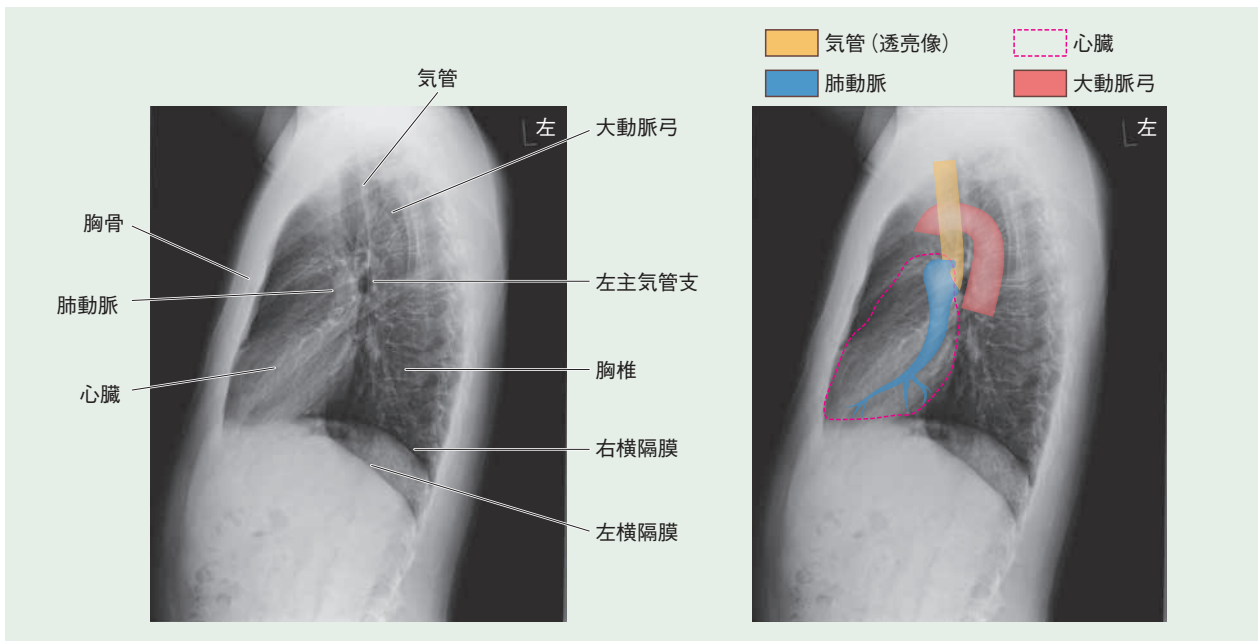


図3 正常胸部単純 X 線写真 (側面像) と解剖学的位置関係

読影のポイント

胸部 X 線の読影に決まった順番はないが、最初に左右全体を大きく見た後、左右の肋骨横隔膜角 (CP アングル) および横隔膜のラインを確認する。次に気管支や肺の血管陰影を確認したら、左右の肺野の陰影へと読影を進めるなど、見落としがないように自分で順番を決めておく (図 4)。以下、読影の一例を紹介する。

- ①左右の肺を比較して、肺野に異常がないか確認する。
- ②肋骨横隔膜角が、正常どおりシャープ (鋭角) かを確認する (図 5)。これが鈍角になっていれば、胸水貯留や胸膜癒着が疑われる。
- ③横隔膜の形状を確認する。横隔膜は正常ではドーム状となっている。
- ④心胸郭比 (CTR) を測定して、心拡大の有無を確認する (図 6)。心胸郭比は、成人

👁️ 覚えよう!

肋骨横隔膜角 (costophrenic angle; CP アングル)
胸水の貯留や胸膜炎などでは鈍角となる (図 5)。

👁️ 覚えよう!

心胸郭比 (cardiothoracic ratio : CTR)
心拡大 (CTR 50%以上) の有無が評価できる (図 6)。