

連 載

日常診療と画像診断(2) 呼吸器疾患の診断とX線画像(2)

佐久間 貞行

愁訴、症状、理学的所見、臨床検査などから疾病を想定して、鑑別のため或いは診断確定のためX線検査が選ばれたとき、X線画像の読影でどのような所見が得られ、鑑別診断されるか、日常診療で先ず撮影されるであろう単純撮影と、さらに精査のためには必須となったX線CTについて診断のプロセスについて考える。

読影の基礎

読影力と撮影技術が先ず問われる。読影力で求められるのは、X線画像からどこまで病態を抽出できるか(Sensitivity)、そしてどこまで疾病の実体に迫ることができるか(Specificity)、さらに正確な診断をどこまで下すことができるか(Accuracy)である。それは生体構造、生体物性、疾病をどこまで熟知しているかによって左右される。とはいえ、生体構造のバリエーション(解剖学的破格)の幅は広く、生体物性にいたってはその知識は未だに浅薄である。疾病についても同一疾患必ずしも同一症状、同一病態を示さず、同一症状、同一病態必ずしも同一疾患でない。診断には幅がある。正しい診断決定に至るには、個人レベルでは広い知識と十分な経験、それを合わせて推論する力と、決断力が必要である。社会的レベルでは、個人の判断の資料とすることができる合意形成(ガイドライン)と情報提供が必要である(1,2)。

撮影技術で求められるのは、得られたX線写真が読影に適した画像になっているかどうかである。目的とした部位(体位と方向)を描出しているか、観察に適した空間分解能(解像度)とコントラスト分解能(対比度)を持った画質であるかなどである。これらは撮影機器の性能と撮影技術に負うところが多い。最近のデジタル化技術の進歩によって画質や線量に対する感覚が従前とは変わってきている。それはセンサーの感度が良くなってきている分、従来に比べ患者の被曝線量が低減できるとする考えや、画像処理技術が向上したので線量の多い方が失敗が少ないし、コントラスト分解能が上がるという考えである。読

影に適して、そしてその中でもっとも少ない線量で撮影し、被曝総線量も低減するよう考えるべきであろう。何れにしてもすぐれた読影力に対応できる撮影技術力が必要である。

胸部X線画像のパターン

胸部単純撮影で描出される画像は、胸部全体の正常構造と病態の重複した画像である。病態像を抽出して読影するには、正常構造との関わりを読むと同時に正常構造を病態像から外して読むことが必要である。胸部は胸郭（皮膚、筋、鎖骨、胸骨、肋骨、胸椎）、胸膜、気管支・肺、縦隔、心・血管、網内系、食道などから成っている。いずれも撮影系の解像力以上の大きさであれば画像になり得る。目的とする組織や病変が画像として表現されるためには、他と識別できるコントラストが得られることが必要である。しかし人体は単一構造ではない。多くの組織、器官から構成されている。読影にあたっては各組織、器官の生体物性論とともに、X線画像上組織、器官の重複に伴って生ずる診断を妨げる効果も明確にしておく必要がある。かつて高橋は、拡大撮影の利点と欠点を示すために幾つかの読影上の効果を挙げた(3,4)。これは断層撮影やX線CTには必ずしも当てはまらないが、単純撮影の読影では当てはまることである。

開隙効果(High resolution effect)：これは拡大撮影の利点である。これには直接拡大効果と間接拡大効果がある。直接拡大効果は、撮影用のX線が焦点から放散して線錐をなすことから、被写体と受像系の距離を離すことで受像系に拡大投影されて微細なものが解像することを称したものである。焦点をより小さくすることで拡大率を大きくすることが可能で、空間分解能を上げることができる。間接拡大効果は、増感紙などを用いずに解像度の高いX線画像を得て、これを光学的に引き伸ばして観察するものである。デジタル画像では画素数に従って電子的に拡大画像を得ることができる。

脱迷妄効果(Background dispersion effect)：均質な被写体は拡大撮影しても均質であるが、微細なものが一般撮影では均質に見えても拡大撮影では開隙効果により解像して構造が見えてくる。一般撮影では背景に埋没した微細構造が、拡大撮影によって見えてくることを言う。

濾過効果(Filter effect due to penumbra)：これは負の効果で、焦点の大きさと、受像系の鮮鋭度と、焦点-被写体-受像系の幾何学的関係で生ずる半影によって解像に限界があることをいう。デジタル画像ではどこまで画素数を増やせるかが解像の決め手になる。

細去効果(Filter effect due to contrast) : 拡大に伴ってコントラストが低下して、微細な組織、器官が像とならず視認できなくなる負の効果をいう。線質にも依存するところが大きい(Filter effect due to scattering)。デジタル画像では画像処理によりこの効果を可成り補正できる利点がある。

重複効果(Improvement of visibility due to superposition) : 生体構造上1方向からの撮影では、組織、器官の重複は避けられない。重複によって視認しにくくなるものも多い。しかし一つずつでは細去効果で見えない微細なものでも、重複することによってコントラストを得て、視認できるようになることがある。び慢性肺病変の画像所見ではこの効果がよく見られる。拡大撮影では特にこの効果が著しい。X線CTは画像構成では重複によっているが、画像としては重複を避けている。したがってび慢性病変の表現が単純撮影像とは異なる。

擬影効果(Higher density but also distortion in shape due to Superposition) : この効果は、重複のため一つ一つでは元来濾過効果のため見えないものが重複によって濃度が高くなり、見えるようになるが本来の形とは異なった像を示すことをいう。しかしこれをパターンとしてみるにより、診断につなげることができる。び慢性肺疾患のパターン認識による診断はこれによることが多い。X線CTではこの効果はないといつてよいが、三次元再構成画像ではアルゴリズムによってはあらわれることがある。

歪効果(Variability of magnification ratio) : 余程の遠距離撮影を行わない限り、被写体には厚みがあるので、線源側と受像系側では線錐に従って拡大率が異なる。したがって画像には歪を生ずる。拡大撮影ではこの歪が大きい。しかし立体撮影のように2方向からの撮影を行い歪を利用すれば、重複効果を減殺することができる。肺紋理の読影に立体撮影が役立つ所以でもある。

動揺効果(Blur due to motion) : 被写体が生体である以上、必ず動きがある。撮像時間が長ければ像は動揺によって暈ける。拡大撮影では暈けも拡大される。この効果は線量と受像系の感度、被写体の透過度に左右される。デジタル画像用の受像系は一般に感度が高く撮像時間を短くできるので、この効果を低減することができる。X線CTでも初期の装置ではしばしばみられた。最近のヘリカル装置では高速高分解能となり、一回の息止めで動揺の少ない薄層で多層の画像が得られるようになった。

このような単純写真の読影上有用なサインとして、これまで膾炙されたものにシルエット・サイン(Silhouette sign)がある(5)。正常ならば明瞭に見える筈の組織や器官の輪郭が、それに接して病変が存在するときには不明瞭になることを言うもので、二者の立体的位置関係の解釈に役立つ。

胸部単純画像で示されるパターン(6,7)

胸部のX線画像を読影するに当たって、そこに画像として表現されているもの全てを読むことが要求される。従って胸壁、縦隔、胸膜の変化を読み、肺野の読影へと移ることが多い。読影時の視線の移動を初心者と熟達者と比較すると、初心者は目立つ変化に視線が固定されがちなのに対して熟練者では隈無く視線を移動した後で見いだした病変部を注視するという実験報告がある。

胸部のX線像の読影にあたっては、病変に特徴的な画像パターンと(6,7)、疾病に結びつけるサインも幾つか挙げられている(8)。これらサインの名称は、日本語にストレートに翻訳すると味がなくなり、説明を付けなければ判らないものが多い。またその多くは妥当なものであるが、中には無理、無意味なものもある。

胸壁、胸膜の病変では、胸郭の病変か、胸郭内の病変かを分ける Incomplete border sign、Extrapleural sign、葉間胸膜の胸水貯留による Pseudotumor、Vanishing tumor、Thorn sign などがある。

縦隔、横隔膜の病変では、上縦隔腫瘍の位置を示す Cervicothoracic sign、胸腺の腫大による Sail sign、Thymic wave sign や、気縦隔を示唆する Angel wing sign、Spinnaker sail sign、Continuous diaphragm sign、心嚢液貯留による Epicardiac fat pad sign、Differential density sign、中央陰影拡大をみたとき、縦隔か心臓か鑑別するのに Silhouette sign の応用である Hilum overlay sign などがある。

肺病変では肺の平均比重 0.3 というX線透過性故に肺の陰影(Pulmonary Opacities)と透過性亢進(Hyperlucent Abnormalities)に分ける。肺の異常影は、腫瘍影(Mass)、肺胞性融合影(Consolidative(alveolar)pattern)、肺間質影(Intersititial Pattern)、血管影(Vascular pattern)、気管支影(Bronchial pattern)それに結節影(Nodular Pattern)を加えて記載することが多い(2,9)。肺胞性パターンでは陰影の広がりから無気肺(Atelectasis)、肺葉性・区域性融合影(Alveolar Consolidative Pattern)、びまん性肺胞性陰影(Diffuse Airspace Disease)、間質性パターンでは線状影(Linear form)、微細網状影(Fine reticular opacities)、粗大網状影(Destructive form, Honeycomb lung)、多発性不鮮明陰影(Multiple ill-defined opacities)、結節性パターンでは孤立性結節影(Solitary pulmonary nodule)、多発性結節影(Multiple nodules)などのパターンがある。透過性亢進は、全肺野にわたる透過性亢進(Hyperlucent thorax)か、孤立性透亮影(Solitary lucent defect)、多発透亮影(Multiple lucent lesions)などのパターンがある。

肺病変の読影に有用とされているサインには、気管支に関わる Air bronchogram sign、Peribronchial cuffing sign、Mucoid impaction、肺胞に関わる Acinal rosette、Air alveologram、肺胞性肺浮腫を示唆する Butterfly sign、Bat wing sign、肺胞微石症にみられる Black pleura sign、肺内病変が2葉間におよぶことを示唆する Disrupted septum sign、肺動脈栓塞にみられる Hampton hump sign、Knuckle sign、Westermark sign、肺静脈還流異常を示唆する Scimitar sign、間質性病変を示唆する Honeycomb lung、Kerley line、肺門部腫瘤を示唆する Inverted S sign、Reverse S sign、主に真菌症による Meniscus sign、Crescent sign、敗血症性塞栓をしめす Target sign、過誤腫を示唆する Popcorn ball calcification、などがある。

X線CTの機器の進歩によって、より高速化し、一回の息止めで多層の薄層高分解能画像が得られるようになり、画像構成のアルゴリズムも進歩して微細な肺の構造や病変をより詳しく描出することができるようになった。そしてCT画像と病理像との比較検討がすすみ、画像上の特徴がサインとして示されるようになった。肺疾患の診断には必須のものとなっている。(つづく)

(名古屋大学名誉教授)

文献

- 1) 厚生省がん研究助成金 総合研究「画像診断のシステム化による深在性がんの診断精度の向上に関する研究」研究班：癌画像診断合意形成'90 1990
- 2) 日本医学放射線学会胸部疾患研究会編：びまん性肺疾患の画像診断指針 医学書院 1998
- 3) 高橋信次：X線拡大撮影法 最新医学 12/9:2044-2060,1957
- 4) Takahashi,S and Sakuma,S : Magnification Radiography. Springer-Verlag,1975
- 5) Felson,B : Chest Roentgenology.Saunders,1973
- 6) Reed,J C : CHEST RADIOLOGY Plain Film Patterns and Differential Diagnoses 4th Ed. Mosby,1997
- 7) Daenert,W : Radiology Review Manual 4th Ed. Williams & Wilkins,1999
- 8) 甲田英一、古寺研一、平松京一：画像診断のために知っておきたいサイン 医学書院 1983
- 9) Heitzman,ER : The Lung:radiologic-pathologic correlations 2nd Ed. Mosby,1984