

胸腹部領域における画像支援

—慢性血栓塞栓性肺高血圧症に対するバルーン肺動脈形成術時の画像支援—

東北大学病院 診療技術部放射線部門 ○中田 充(Nakada Mitsuru)

【はじめに】

肺高血圧症のニース分類Group.4に属する慢性血栓塞栓性肺高血圧症 (CTEPH) は器質化した血栓により肺動脈が閉塞または狭窄することで、肺高血圧症になる疾患であり、厚生労働省の指定難病に指定されている。病因については不明な点が多いが、急性肺血栓塞栓症例の生存例の0.1-9.1%が慢性化したと報告されている。そのCTEPHの診断においてCT pulmonary angiography (CTPA) は①mural defects (壁在血栓による造影欠損)、②webs and bands (篩状の欠損、線状の欠損)、③intimal irregularities (血管壁の不整)、④abrupt narrowing (急激な先細り)、⑤complete obstruction (完全閉塞) 等の所見により診断され、手術適応の判断においても有用な低侵襲検査である。

CTEPHの治療としては、外科的治療である肺動脈血栓内膜摘除術 (pulmonary endarterectomy: PEA)、透視・撮影下にて行われるバルーン肺動脈拡張術 (balloon pulmonary angioplasty: BPA)、薬剤による内科的治療に分類される。

BPAは、バルーンカテーテルを用いて肺動脈の狭窄や閉塞を物理的に解除する治療であり、2001年、米国のFeinsteinらの初期報告では、周術期死亡率は11.1%、術後肺障害発生率は61%とかなり危険性の高い手術であった。2000年半ばより日本でも外科手術適応外であるCTEPH (inoperable CTEPH) に対して、複数回で行うBPAが実施されるようになり、大きく安全性と有効性が改善した。そのため、治療を完結するためには1症例あたり複数回 (通算4~6回) の施行を要する (Fig.1)。

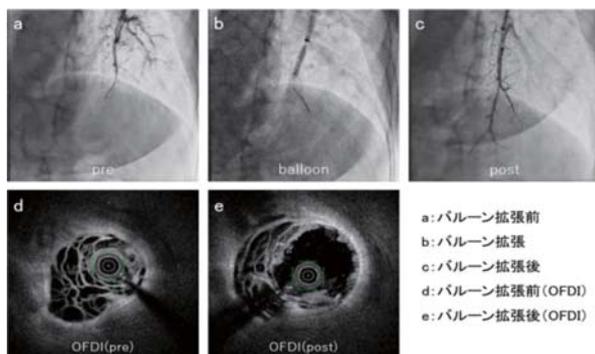


Fig.1 BPA概要

【BPAの特徴】

BPAの対象血管は分岐が3次元的に複雑な肺動脈であり、血管が閉塞している場合は肺動脈造影では描出はできない。また、ヨード造影剤を使用するためヨードアレルギー症例や、治療が完結していない段階で発症したヨードアレルギー症例の対応も必要である。そして複数回にわたって治療を行うため、回数を重ねるごとに治療した血管、未治療の血管の把握が困難となる。

【BPAに対する支援画像とその利点】

当院ではBPAの支援画像として、高精細CTにて撮影されたCTPAにて作成したVolume Rendering (VR) を使用している。VR作成にあたり、胸膜付近の末梢血管までマスク選択することにより、血管造影と同等の3次元画像をリファレンス画像として用いることが可能となる (Fig.2)。

ガイディングカテーテルを挿入する際は、複数のボリュームを色分けしたうえで加算表示することにより、対象血管にエンゲージしやすい参照画像となる。また、ワイヤリングの際は細かな血管まで描出することにより、ワイヤが側枝に迷入した際も

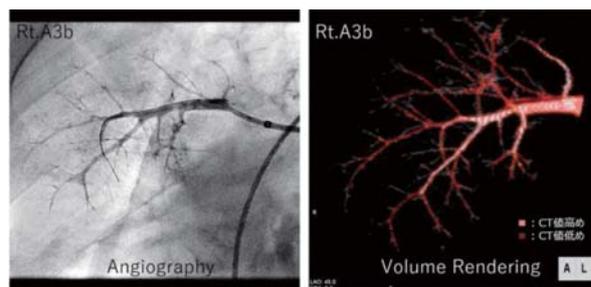


Fig.2 BPAにおける支援画像

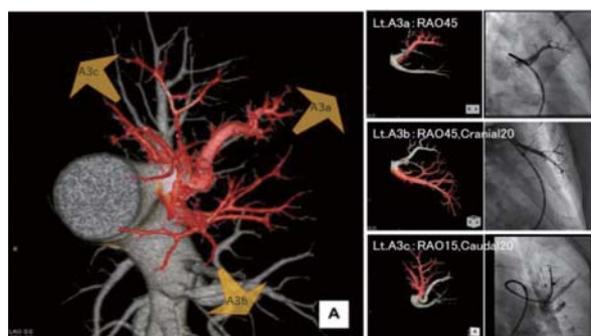


Fig.3 ワーキングアングルの選択

造影することなく、側枝に迷入したことが認識可能である。

前述のとおり肺動脈は3次元的に分岐しており、VR画像をその場で回転させて血管同士の重なりが少ないワーキングアングルを事前を選択することは、無駄な造影や被ばくを抑えることにつながる。特にA3やA6の様に多方向に分岐する血管では、それぞれの亜区域血管ごとにワーキングアングルの変更が必要な場合もある (Fig.3)。

閉塞血管へのアプローチにおいては、CTPAにて多断面再構成法を用いて、気管支に並走している動脈をマスク像として抽出してVR画像にて描出することにより、血管造影上見えない血管の参照画像を提供することにより、閉塞血管へのアプローチが可能となる。また、ワイヤが閉塞部位通過後には、その先の血管の分岐の情報も与えることもできる (Fig.4)。

ヨードアレルギー症例ではヨード造影剤の使用ができないため、他の選択肢としては陽性造影としてガドリニウム (MRI造影剤)、陰性造影剤として炭酸ガス (CO₂) が用いられる。当院では炭酸ガスを用いてDSA撮影を行うが、末梢血管の描出は困難であるため、単純CTから作成したVR画像の情報が重要となるが、作成にはかなりの時間を要する (Fig.5)。

BPAは複数回施行される治療であるが、回数が多くなるにつれ、治療した血管の把握が困難となる。そこでワークステーション (WS) のVR画像上に、BPA施行日、使用バルーンサイズ、発生イベント等をそれぞれの施行部位にマーキングすることにより、次回以降の治療時の参考となる (Fig.6)。

【VR画像を支援画像に用いる際の問題点】

VR画像を支援画像に用いる際の問題点としては、施行医とは亜区域枝レベルで対象血管の認識を共有するため、事前に亜区域枝レベルまで血管の分離を行う必要があるが、分岐の破格等があるため気管支との位置関係を見比べて理解をする必要がある。

また、VR画像作成にかかる時間に関しては、従来使用しているWS (Ziostation2) では造影CTの場合、自動抽出機能では誤抽出が多く手動で修正するため2~3時間、単純CTでは8時間程かかっていたが、最近導入した新しいWS (REBORAS) では自動抽出機能が向上し、作成時間の短縮が可能となっている。

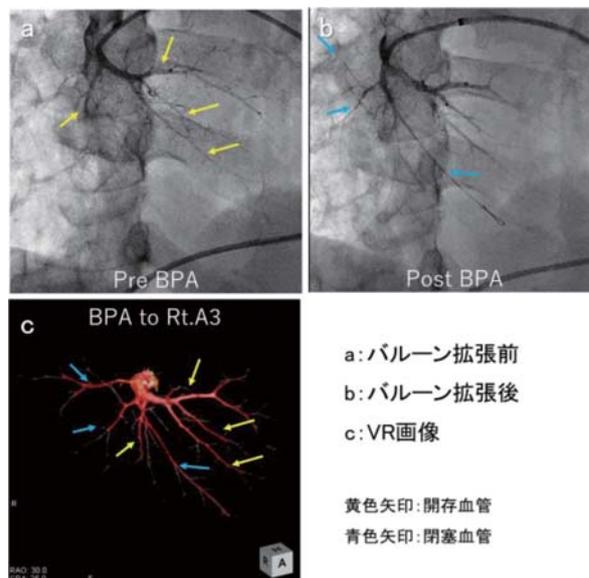


Fig.4 閉塞病変に対するBPA

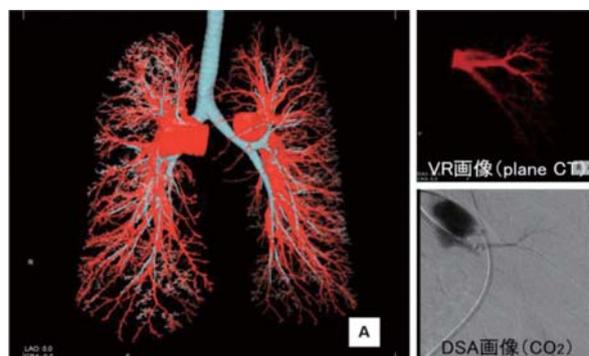


Fig.5 単純CTで作成した支援画像

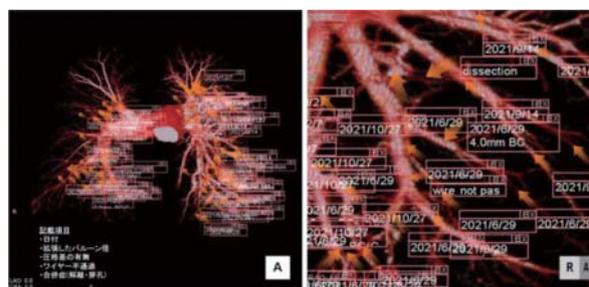


Fig.6 治療箇所の履歴

【まとめ】

CTEPHに対するBPAでは3DCTによるVR画像が画像支援として有用であり、治療計画・管理にも利用可能である。従来のWSでは画像作成に時間を要したが、最新のワークステーションの利用により作成時間を短縮することが可能であり、作成を行う診療放射線技師の業務の負担軽減に寄与している。