

講座

スワン・ガンツカテーテルを利用した
BOPA の臨床的有用性

相馬一亥* 劔物修**

緒言

急性呼吸不全では肺血管の閉塞をはじめ種々の血管障害がその原因、あるいは合併症として重要であるといわれている^{1)~5)}。近年、スワン・ガンツカテーテルがショックや重症疾患の呼吸・循環管理に活用されており、種々の原因による急性呼吸不全における肺動脈圧の上昇や肺血管抵抗の増大などの肺循環動態が観察されている^{2),6)}。多くの臨床的、剖検的検討から、急性呼吸不全における血管閉塞が形態学的にも認められている。Hill らは急性呼吸不全で開胸肺生検による病理組織学的検討の結果、64%に肺微小血管の著しい血栓・血栓を認めたと報告している¹⁾。この血管閉塞の原因には、血管内の因子として血液凝固系の活性化、DIC の関与^{7),8)}、血管外の因子として間質圧の上昇、血管外の浮腫、出血、膠原線維の増生、血管の偏位、細胞増生・流腫、あるいは血管作働性物質の関与などが考えられている^{9)~13)}。このような急性呼吸不全における肺血管の障害を臨床的、形態学的、しかも定量的に把握することができれば、臨床的に極めて有用である。従来から肺血管系の臨床形態学のアプローチとして連続肺血管造影が用いられているが、重症の呼吸不全、心機能障害、あるいは著明な肺高血圧などの症例では連続肺血管造影は禁忌とされ、急性呼吸不全では必ずしも実用的ではない。また、肺血管造影による肺塞栓・血栓の判定規準も不十分であり、統一したものはない現状である。厳密な判定条件では肺塞栓・血栓の診断率は70%に低下するとい

われており、原因としては肺血流速度不均等による造影不十分、造影血管陰影の混在などがあげられている¹⁴⁾。これまでの肺血管造影では肺末梢血管系の形態学的把握が極めて困難であることも事実である。

一方、肺塞栓・血栓症の診断には肺血流スキャンが手技的に容易であり、臨床的にも多用されている。しかしながら、この成績は種々の因子によって影響されることが知られている^{15),16)}。例えば、基礎疾患びにまん性肺疾患、とくに慢性閉塞性肺疾患がある場合には多発性陰影欠損がしばしば認められ、その意義づけが困難であることが多い。肺塞栓・血栓症の信頼性のある診断方法としては換気・血流スキャンがあるが^{17),18)}、これも人工呼吸器による呼吸管理中の患者や重症患者ではその施行が困難となる。

このように種々の急性呼吸不全での肺微小血管の閉塞を従来の方法で診断することは、きわめて困難である。これらの欠点を補足する方法としてスワン・ガンツカテーテルを利用した balloon occlusion pulmonary angiography (BOPA) が実験的・臨床的に応用されてきた^{19),20)}。本稿では BOPA の臨床的応用と急性呼吸不全での BOPA の有用性について、自験例の検討結果を含めて記述する^{21),22)}。

1. BOPA の利点

BOPA の利点としては①区域肺動脈末梢の形態学的把握が容易である、②スポット・フィルムではあるが動脈相から静脈相までとらえられ、肺微小血管の形態がきわめて鮮明に把握しうる、③造影血管の混在が、従来の連続肺血管造影に比較してほとんどない、④バルーンにより確実にカテ

*北里大学医学部内科

北里大学病院救命救急センター

**東邦大学医学部麻酔科学教室

ーテルの血管内固定ができる, ⑤BOPA は心肺機能障害症例や多臓器失調の症例にも安全に, 頻回に行いうる, ⑥ベッドサイドで比較的容易に施行できることなどがあげられる.

2. BOPA の方法

ショックや重症疾患, ARDS をはじめとする非心原性, さらに心原性肺水腫の呼吸・循環管理のために挿入されているスワン・ガンツカテーテルをそのまま利用するものである. スワン・ガンツカテーテルによって各パラメーター測定後, バルーンによる肺動脈楔入圧波形を確認し, 65%アンギオグラフィン®10 ml と血管攣縮予防の目的で2%キシロカイン®2 ml の混合液を PA-distal 側より用手的に急速に注入し, 9 ml 注入時にX線撮影を行う(図1). 患者が間歇的, あるいは持

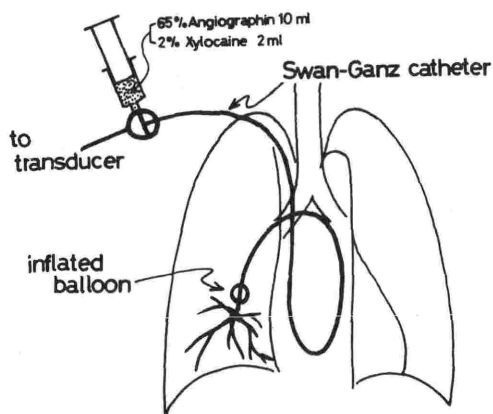


図1 BOPA の方法

続的陽圧呼吸 (IPPV or CPPV) による呼吸管理中の場合には, BOPA 施行およびX線撮影は呼吸管理を継続しながら行う. 図2にこのようにしてえられた BOPA の正常例を示す. 注入は最後までそのまま行い, 終了後直ちにカテーテルのバルーン注入空気を除去し, 生食ば水等にてカテーテル内腔を洗滌する. 施行時一過性に咳嗽, 嘔気嘔吐の認められることがあるが, これまでの自験例, 内外の報告例でも特に問題となった副作用は認められていない. また, スワン・ガンツカテーテル留置に伴う血栓が BOPA の造影所見に与える影響も考慮しなければならないが, これまでの実験的検討からは問題ないとされている^{23), 24)}.

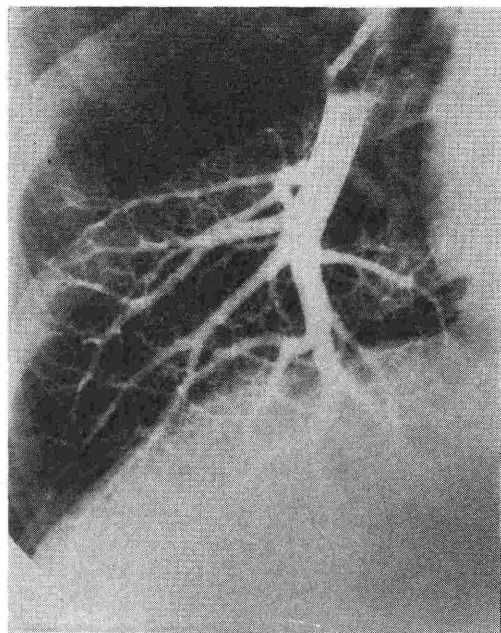


図2 BOPA の正常像

3. BOPA の異常所見

肺微小血管の閉塞を BOPA により形態学的にとらえるためには, まずその造影所見の解釈が重要な問題となる. このためにわれわれは肺血流スキャン, 連続肺血管造影, 下肢静脈造影, あるいは剖検により多発性肺塞栓・血栓症と確定診断した8症例の BOPA 所見を先に示した図1の BOPA 正常例と比較検討し, 肺塞栓・血栓による直接的な造影所見に, 2次的に加味されると予想された造影所見を加えて, 6項目の BOPA 異常所見を選定した(図3). 図4は多発性肺塞栓・血栓症の1例の BOPA である. 本症例は外傷後長期間人工呼吸器による呼吸管理が施行されていたが, 突然重篤な呼吸不全を呈し, 肺血流スキャン, 連続肺血管造影により多発性肺塞栓・血栓症と診断した症例である. 図3に示した BOPA 異常所見6項目の中, 分枝欠如, 蛇行, 部分的之血, 中断像の4項目が明らかに認められた.

4. 種々の原因による急性呼吸不全の BOPA 異常所見

多発性肺塞栓・血栓症8例と, その他の原因による急性呼吸不全38例の BOPA 所見についての検討結果を示す. 多発性肺塞栓・血栓症では一般に BOPA に異常所見を呈する例が多く, 8例中

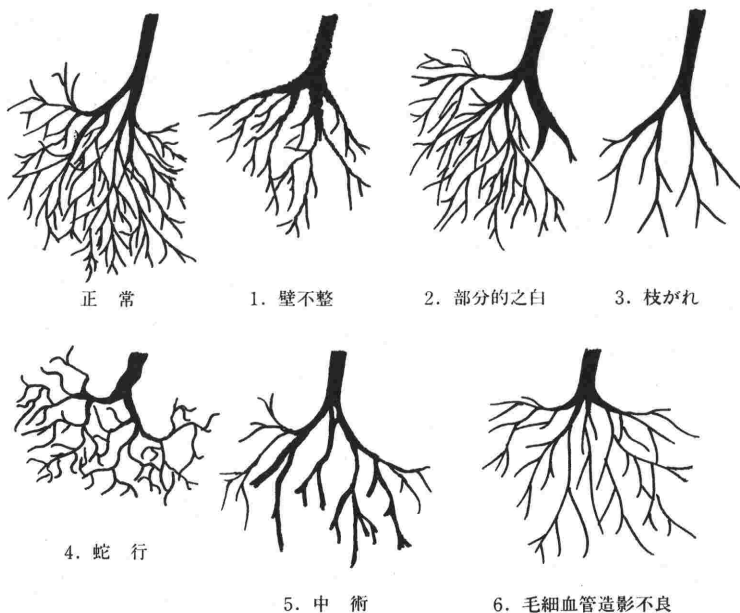


図3 BOPA の種々の造影所見 (6項目)



図4 外傷後の多発性肺塞栓血栓症例のBOPA.

5例は BOPA 異常所見 6項目の中 4項目を認めた。これに反して、その他の原因による急性呼吸不全症例では38例中26例 (68%) は BOPA 異常所見は 2項目以下であり、BOPA に多くの異常所見を呈する例は比較的少なかった(図5)。しかし、多発性肺塞栓・血栓症以外の急性呼吸不全例で BOPA に多くの異常を示す例には呼吸不全が直接的原因で死亡する例が多く、BOPA 異常所見が 4項目以上の例では 7例中 6例 (86%)、BOPA が 3項目の異常所見を示す症例では 5例

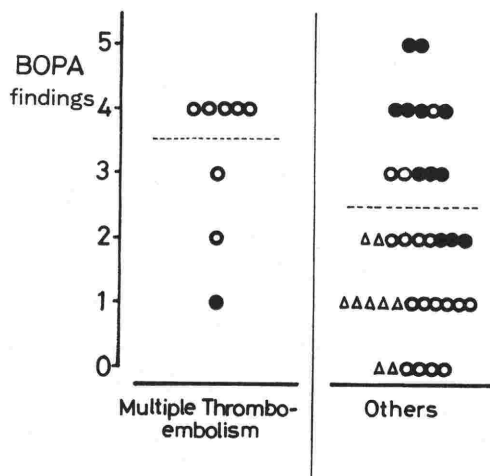


図5 多発性肺塞栓血栓症 8例(左)と他の種々の原因による急性呼吸不全36症例(右)の BOPA 異常出現項目数 (BOPA findings). (●呼吸不全による死亡例, ▲呼吸不全以外の原因による死亡例, ○生存例)

中 3例 (60%) が呼吸不全のために死亡している (図5)。ARDS 症例の BOPA の 1例を図6に示した。BOPA 異常所見が 3項目以上の例ではもちろん基礎疾患の差異もあろうが、極めて重篤な病態が肺に存在することが示唆された。

多発性肺塞栓・血栓症とその他の原因による急性呼吸不全循環諸量における肺動脈圧の検討で

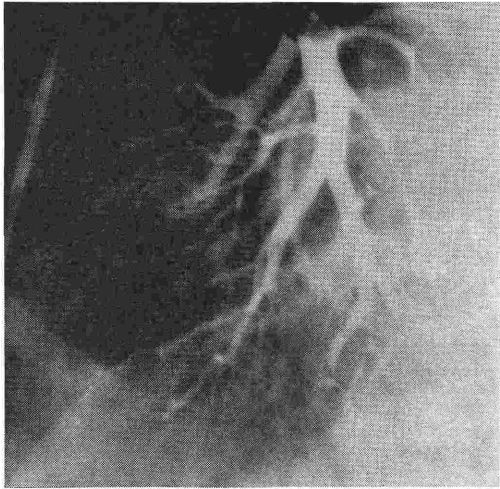


図6 ARPS 症例の BOPA.

は、多発性肺塞栓・血栓症群の肺動脈収縮期圧、拡張期圧、平均圧はそれぞれ 35.1 ± 7.7 , 20.4 ± 7.4 , 26.7 ± 6.4 mmHg (平均±標準偏差) であり、その他の急性呼吸不全群では 35.3 ± 11.7 , 17.4 ± 5.6 , 25.5 ± 7.9 mmHg と両群間に有意な差は認められなかった。また、肺血管抵抗については多発性肺塞栓・血栓症群の平均は 3.46 mmHg・min/l、その他の急性呼吸不全群では平均 2.0 mmHg・min/l と多発性肺塞栓・血栓症群の方が高値を示した。多発性肺塞栓・血栓症以外の急性呼吸不全群をさらに BOPA 異常所見項目数により2群に分け、肺血管抵抗について比較検討したところ、BOPA 異常所見項目数が3項目以上の群における肺血管抵抗は 2.35 ± 0.92 mmHg・min/l、2項目以下の群では 1.82 ± 1.49 mmHg・min/l であり、BOPA 異常所見項目数が3項目以上の群で肺血管抵抗がやや高い傾向を示したが、有意な差ではなかった。

さらに多発性肺塞栓・血栓症以外の急性呼吸不全群中 BOPA 異常所見項目数が3項目以上の例で、胸部X線およびまん性陰影を示した9症例のうち、開胸肺生検を施行した4症例の病理組織学的所見では、間質性肺炎像が中等度～高度に認められ、II型肺胞上皮の増生、肺胞腔内への浸出性変化、虚脱、さらに膠原線維の増生などが4症例とほぼ共通して認められた。肺血管系では筋性肺動脈の末梢において内皮細胞の増生が著明であり、また器質性血栓も認められた。肺毛細血管レベルでは間質性肺炎による2次的な虚脱が多数認

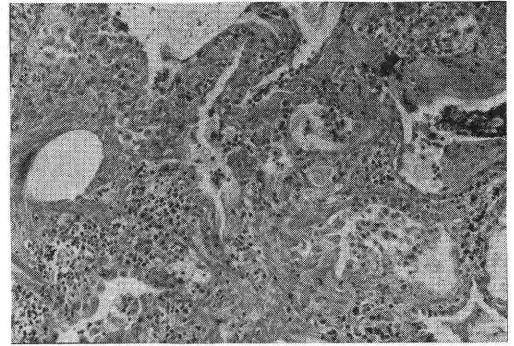


図7 著明な間質性肺炎像を呈し、毛細血管の虚脱が著しい。

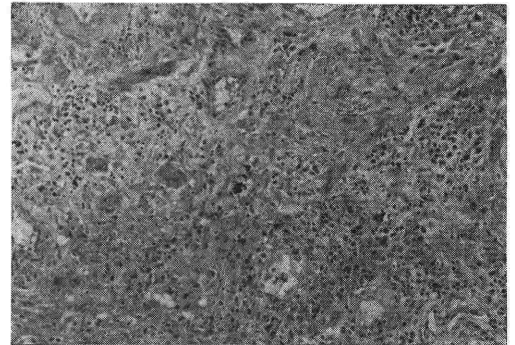


図8 著明な肺毛細血管の白栓像と高度の間質性肺炎像

められた(図7, 8)。

以上から、種々の急性呼吸不全例での BOPA は、肺末梢血管の形態学的アプローチのひとつとして非常に有用性があるとともに、その予後推定にも大いに役立つと考えられる。

Greene らは²⁵⁾、PEEP 5 cmH₂O 以上、FiO₂ 0.4 以上により呼吸管理した急性呼吸不全25症例について BOPA の検討を行っている。この中では BOPA 所見として造影血管内陰影欠損 (intraluminal filling defects) を肺血栓・塞栓の判定基準とし、また毛細血管造影像が得られた群と、得られなかった群について DIC の有無等について検討し、BOPA により肺毛細血管造影像が得られなかった群では有意に DIC の合併が多いと報告している。彼らは²⁶⁾さらに急性呼吸不全と重症度から3群に分類し、BOPA 上血管内陰影欠損の存在と種々の指標について検討するとともに、剖検肺については肺血管造影を施行してその造影所見と病理組織学的所見を BOPA と比較対比し、次のように結論している。BOPA における血管内陰影欠損像は呼吸不全の重症度が著しい程多く

認められたこと、DIC の合併、肺血管抵抗増大、予後不良例が血管内陰影欠損が BOPA で証明された群で有意に認められた、というものである。

BOPA 所見については未だ確定的なものがなく、今後さらに検討を加える必要がある。さらに解決されなければならない問題として BOPA による血管造影不良が器質的な原因にもとづくものか、または低酸素性肺血管収縮 (hypoxic pulmonary vasoconstriction) といわれる機能的なものかの鑑別がある。

5. その他の臨床的応用

1) スワン・ガンツカテーテルによる合併症の診断のための BOPA: スワン・ガンツカテーテルによる合併症としては、感染、不整脈、脚ブロック、血栓症、三尖弁裂傷、心腔内でのカテーテル結び目形成、バルーン破裂、肺梗塞などが報告されている^{27)~30)}。致死合併症である肺動脈破裂の報告³¹⁾は欧米でも30例に満たず、本邦では先におかれわれが本誌に報告したものが初めてと思われる³²⁾。スワン・ガンツカテーテルによる肺動脈破裂の機序としては、①カテーテル先端による肺動脈損傷、②バルーンの変形に伴うカテーテル先端の偏位による損傷、③カテーテルのバルーンによる肺動脈破裂などが考えられている。報告例は少ないもののきわめて重篤な合併症であり、その診断は重要である。われわれは、BOPA により肺動脈破裂を確定診断し、一時小康状態はえたものの死亡し、剖検にて確認しえた貴重な一例を改めてここに紹介する。症例は91才の女性で、著明な呼吸困難を主訴として入院。現在、心電図、検査成績より急性前壁心筋梗塞と診断した。胸部X線写真では右側胸水貯留と肺うっ血像が認められた。呼吸不全状態に対して CPPV (PEEP 5 cm H₂O) を開始し、また循環系モニタリングのために心電図装着、観血的動脈圧測定、ついでスワン・ガンツカテーテルの挿入を行った。肺動脈圧は 20/10 mmHg であった。しかし、肺動脈楔入圧波形が容易にえられず、肺動脈内でバルーンを膨らませたり萎ませたり数回くり返したところ、直後から著しい咳嗽発作に続いて気管内チューブより約 30 ml の血痰の排出が認められた。胸部X線写真では右中肺野にカテーテル先端に一致して扇状の浸潤陰影が認められた。肺梗塞、あるいは肺動

脈損傷を疑い、カテーテルを 5 cm 引き抜き、さらに呼吸不全状態の増悪に対しては PEEP 10 cm H₂O にて管理した。全身状態の安定をまって、BOPA を肺梗塞の鑑別診断のために施行したところ、図9のようにカテーテル先端に動脈瘤様の

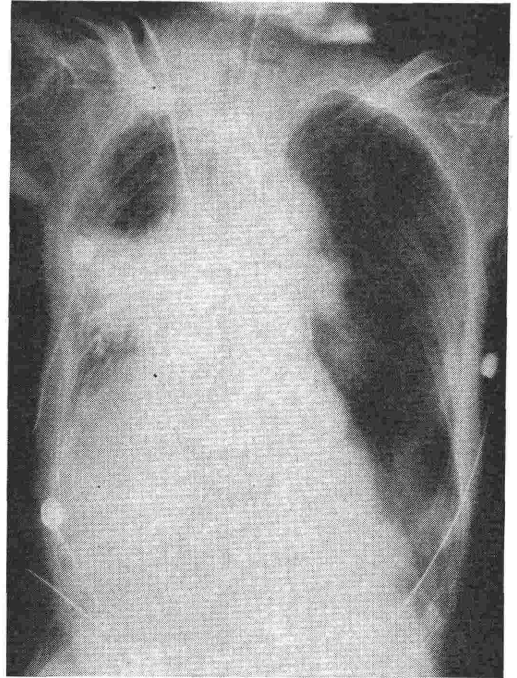


図9 スワン・ガンツカテーテルによる肺動脈破裂をきたした1例のBOPA。動脈瘤様の円形陰影が認められる。

円形陰影を認め、カテーテルによる肺動脈破裂と診断した。その後一時小康状態であったが、原疾患に基づくと判断される心不全、呼吸不全のため死亡した。剖検所見では右肺中央部に区域肺動脈と思われる動脈枝の破裂、その周囲の血腫と肺内出血が確認された。このように BOPA は種々の急性呼吸不全の肺微小血管の形態学的アプローチのみならず、本症例のような場合にも肺梗塞(図10)との鑑別診断のうえでも有用な手段である。

2) 腫瘍肺塞栓・癌性リンパ管症における BOPA: びまん性肺陰影を呈する疾患には ARDS をはじめ種々のものが知られているが、呼吸不全を呈するものの一つとして、癌性リンパ管症があげられる。癌性リンパ管の胸部X線上の特徴としては①両側肺門リンパ節の腫張、②肺門より末梢に放射状に分布するびまん性陰影、③“Kerley's B lines”である。これらは典型例であり、常にこ

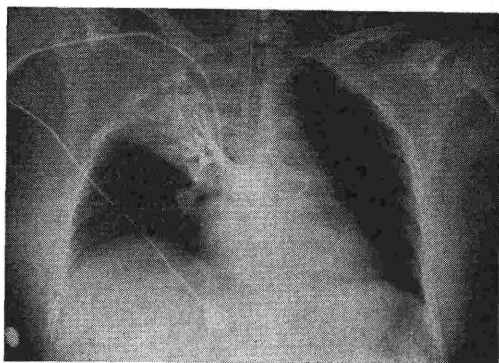


図10 スワン・ガンツカテーテル自体による肺梗塞の BOPA. A³ とと思われる部分の完全閉塞が認められる。

の様な像を呈するとは限らない。胸部X線上全肺野の間質性陰影のみの場合には、経気管支肺生検、開胸肺生検、時には剖検にてはじめて確定診断力がなされることもあり、その診断に苦慮することも少なくない。癌性リンパ管症の機序としては、原発巣の部位、臓器によらず一般に血行性に肺末梢動脈に腫瘍塞栓を生じ、これからリンパ管内に浸潤していくと考えられている。しかし、逆行性（肺門より末梢に向かって）の浸潤も否定されてはいない。悪性腫瘍の存在が明らかで、先にのべた典型的な胸部X線像を呈した場合にはその診断は比較的容易であるが、急性呼吸不全で発症したような場合には他疾患との鑑別は容易ではない。われわれはこれまでに急性呼吸不全で発症し、1例は開胸の生検、他例は剖検にて広範な腫瘍塞栓、癌性リンパ管症を認めた2例でのBOPAが比較的特異的な像を呈したので紹介する。はじめの症例は28才、女性で主訴は呼吸困難。昭和56年11月頃より労作性呼吸困難に気付き、徐々に増悪傾向となり、昭和57年5月本院受診。受診時呼吸促進状態で、胸部にて両下肺野で小水泡性ラ音 (fine crackles) を聴取した。動脈血ガス分析では空気吸入下にて pH 7.45, PaCO₂ 33 mmHg, PaO₂ 63 mmHg と著しい AaDO₂ の開大を認めた。胸部単純X線像ではびまん性小結節、線状陰影を呈していたが、明かな肺門リンパ節腫張、Kerley's B lines, 胸水などは認めなかった。肺血流スキャンでは亜区域レベルで多発性に陰影欠損を認めた。また、Ga スキャンでは左肺全域と、右上中肺野に集積像が認められた。種々の検査成績から感染症は考えにくく、診断目的のために経気管支

肺生検を試みたが、呼吸困難のために施行できなかった。呼吸不全状態が急速に進行したので、CPPV による PaO₂ の維持をはかるとともに、スワン・ガンツカテーテルによる呼吸・循環動態のモニタリングを施行し、同時に BOPA を行った(図11)。治療方針決定はために開胸肺生検を施

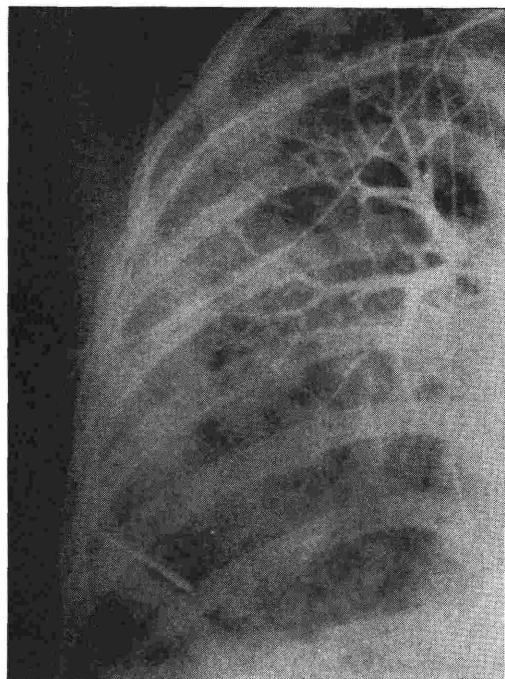


図11 腫瘍塞栓、癌性リンパ管症の BOPA. 造影血管の全体的狭窄が著しい。

行、病理組織学的には広範な肺微小血管腫瘍塞栓と癌性リンパ管症であった。BOPA では先にのべた種々の急性呼吸不全症例でみられた BOPA 異常像とは異なり、全体的に血管攣縮像 (spastic) であった。他の1例は59才、女性で、1年前に乳癌の診断で根治手術をうけたが、今回労作性呼吸困難にて入院した。現症では呼吸促進状態であったが、胸部X線では右 S⁸ の無気肺像のみで、他の肺野には何ら異常は認められなかった。既往歴、胸部X線所見より肺血管性病変を疑い、スワン・ガンツカテーテルによる肺循環動態の把握とともに BOPA を施行した(図12)。BOPA は先の症例ときわめて類似しており、同様に造影血管が“spastic”な像を呈していた。

6 BOPA の今後の問題点

最近、BOPA は本邦でも多くの施設で施行さ

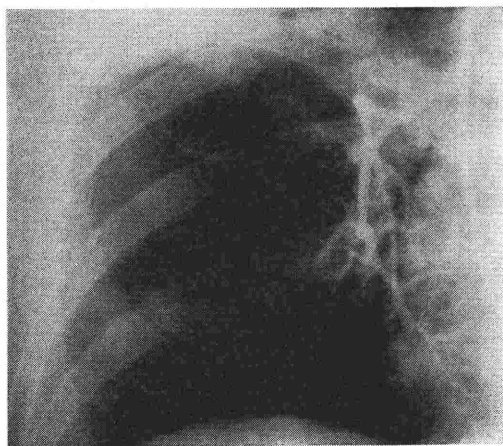


図12 腫瘍塞栓症例の BOPA



図13 ARDS 症例の BOPA. 左側は血管拡張薬投与前, 右側は投与中のものであるが, 造影血管部位は異なるが, 右側では毛細血管がよく造影されてきている。

れ, その臨床的有用性も確立されつつあるが, 未だ未解決のいくつかの問題点がある. 第1には注入造影剤の量と注入速度である. これによって造影所見に差異が生じる可能性がある. 第2には写真撮影に関して拡大撮影が好ましいと考えられるが, その比較検討が必要であろう. また, 撮影のタイミングと撮影時の条件の関与についての検討である. 具体的には呼吸相について, 人工呼吸器を一時離脱して撮影するか, PEEP 効果についての検討である. 第3には造影所見の分類とその意義づけである. 従来の連続肺血管造影ではこれが比較的明確になっているが, この点 BOPA では未だ不十分である. 第4には造影血管像が不良の場合, 機械的因子によるものか, 器質的因子によるものか, あるいは血管外因子, 例えば間質圧の上昇時によるものかの鑑別が可能か否かである. 現在までのところ造影血管像が不良, あるいは陰影欠損が直ちに抗凝固療法の適応となるかについては問題がある. 病期によっても BOPA は十分に修飾されうる. われわれはこれまでに種々の急性呼吸不全で著しい肺高血圧を呈した症例に血管拡張薬を投与して, その下で BOPA をその前後で比較検討してきた(図13)のものもあるが, その解釈に困惑することが多いことも事実である. 肺高血圧症に対する血管拡張薬が換気・血流不均等を助長させることもいわれており, その使用に一定の見解がない現在, BOPA のみによる判断は困難といえよう. 第5に BOPA と同部位の開胸, あるいは剖検肺での病理組織学的比較検討はぜひとも必要なことと考えられる. このような問題点

の解決は今後 BOPA を臨床的により有用なものとし, 重症呼吸不全患者の診断及び治療にさらに貢献することが期待される. もちろん, スワン・ガンツカテーテルの利用による造影であるために, 長期間の継時的検査には不適であること, 観血的方法であることなどからその応用には限界があることも事実であろう.

結 語

ベットサイドで容易に, 繰り返し, しかも安全に肺微小血管の形態学的アプローチが可能な方法の一つとしてのスワン・ガンツカテーテルを利用した BOPA について自験例を中心として記述した. 今後, さらに症例を重ねて未解決の問題点の解明に努めたい.

文 献

- 1) Hill, J. D., Ratliff, J. L., Parrott, J. C. W., Lamy, M., Fallot, R. J., Koeniger, E., Yaeger, E. M. & Whitmer, G.: Pulmonary pathology in acute respiratory insufficiency: lung biopsy as a diagnostic tool. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* **71** : 64-72, 1976.
- 2) Zapol, W. M. & Snider, M. T.: Pulmonary hypertension in severe acute respiratory failure. *N. Engl. J. Med.* **296** : 475-480, 1977.
- 3) Blaisdell, F. W.: Pathophysiology of the respiratory distress syndrome. *Arch. Surg.* **108** : 44-49, 1974.
- 4) Eeles, G. H. & Sevitt, S.: Microthrombosis in injured and burned patients. *J. Pathol. Bacteriol.* **93** : 275-293, 1967.
- 5) Saldeen, T.: Trends in microvascular research; the microembolism syndrome. *Microvas. Res.* **11** : 227-259, 1976.

- 6) Sibbald, W. J., Paterson, N.A.M., Holliday, R. L. & Anderson, R. A.: Pulmonary hypertension in sepsis. Measurement by the pulmonary arterial-pulmonary wedge pressure gradient and the influence of passive and active factors. *Chest* 73 : 583-591, 1978.
- 7) Bone, R. C., Francis, P. B. & Pierce, A. K.: Intravascular coagulation associated with the adult respiratory distress syndrome. *Am. J. Med.* 61 : 585-589, 1976.
- 8) Orell, S. R.: Lung pathology in respiratory distress following shock in the adult. *Acta. Path. Microbiol. Scand. Section A* 79 : 65-71, 1971.
- 9) Fishman, A. P.: Hypoxia on the pulmonary circulation; how and where it acts. *Circ. Res.* 38 : 221-231, 1976.
- 10) Flores, J., Dibona, D. R., Beck, C. H. & Alexander, L.: The role of cells swelling in ischemic renal damage and the protective effect of hypertonic solute. *J. Clin. Invest.* 51 : 118-26, 1972.
- 11) Nash, G., Blennerhasset, J. B. & Pontopiddan, M.: Pulmonary lesions associated with oxygen therapy and artificial ventilation. *N. Engl. J. Med.* 226 : 368-374, 1967.
- 12) Thomas, L. R., Griffio, Z. J. & Roos, A.: Effect of negative pressure inflation of the lung on pulmonary vascular resistance. *J. Appl. Physiol.* 16 : 451-456, 1961.
- 13) West, J. B., Dolley, C. T. & Heard, B. E.: Increased pulmonary vascular resistance in the dependent zone of the isolated dog lung caused by perivascular edema. *Circ. Res.* 17:191-206, 1965.
- 14) Stein, P. D., O'Conner, J. F., Dalen, J. E., Pur-Shahriari, A. H., Hoppin, F. G. Jr., Hammond, D. T., Haynes, F. W., Fleischner, F. G. & Dexter, L.: The argiographic diagnosis of pulmonary embolism: evaluation of criteria. *Am. Heart J.* 73 : 730-741, 1967.
- 15) Fanta, C. H., Wright, T. C. & McFadden, E. R. Jr.: Differentiation of recurrent pulmonary emboli from COLD as a cause of cor pulmonale. *Chest* 79 : 92-95, 1981.
- 16) Lippman, M. & Fein, A.: Pulmonary embolism in the patient with COLD. *Chest* 79 : 39-42, 1981.
- 17) Anderson, P. O., Doppman, J. L., Diamond, S. S., Mendenhall, K. G., Barron, E. L. & Girton, M.: Ventilation-perfusion lung imaging and selective pulmonary angiography in dogs with experimental pulmonary embolism. *J. Nucl. Med.* 19 : 164-171, 1978.
- 18) Isawa, T., Hayes, M. & Taplin, G. V.: Radio-aerosol inhalation lung scanning: its role in suspected pulmonary embolism. *J. Nucl. Med.* 12 : 606-609, 1971.
- 19) Bell, A. L. L., Shimomura, S., Hempel, H. F., Fitzpatrick, M. F. & Begg, C. F.: Wedge pulmonary arteriography: its application in congenital and acquired heart disease. *Radiology* 73 : 566-574, 1959.
- 20) Nordenström, B.: Temporary unilateral occlusion of the pulmonary artery; a method of roentgen examination of the pulmonary vessels. *Acta Radiol. Suppl. Stockh.* 107 : 1-148, 1954.
- 21) 相馬一亥, 中山 真, 山田 順, 矢那瀬信雄, 榎窪 豊, 高橋唯郎, 大塚洋久, 冨田友幸, 田崎義昭: 多発性肺塞性・血栓例における Balloon occlusion pulmonary angiography (BOPA) の有用性に関する臨床的研究. *日胸疾会誌* 20 : 140, 1982.
- 22) 相馬一亥, 山田 順, 矢那瀬信雄, 榎窪 豊, 本多純, 高橋唯郎, 大塚洋久, 冨田友幸: 各種呼吸不全例の Balloon occlusion pulmonary angiography (BOPA) による形態学的検討. 厚生省「呼吸不全」調査研究班昭和55年度研究業績集, 128-132, 1980.
- 23) Chastre, J., Cornud, F., Bouchama, A., Viau, F., Benacerraf, R. & Gibert, C.: Thrombosis as a complication of pulmonary artery catheterization via the internal jugular vein: prospective evaluation by phlebography. *N. Engl. J. Med.* 306 : 278-281, 1982.
- 24) Hoar, P. F., Stone, J. G., Wicks, A. E., Edie, R. N. & Scholes, J. V.: Thrombogenesis associated with Swan-Ganz catheters. *Anesthesiology* 48 : 445-447, 1978.
- 25) Greene, R., Zapol, W. M., Snider, M. T., Reid, L., Novelline, R. A., Stark, P. & Isler, R. J.: Pulmonary macrovascular studies during acute respiratory failure with bedside segmental arterial occlusion angiography. *Am. Rev. Respir. Dis.* 119 : 120, 1979.
- 26) Greene, R., O'Connell, R. S., Snow, R., Snider, M., Zapol, W. & Reid, L.: Bedside balloon occlusion pulmonary angiography in acute respiratory failure: Correlation with magnification post mortem injections and pathologic findings. *Am. J. Respir. Dis.* 121 : 143, 1980.
- 27) Forrester, J. S., Diamond, G. A. & Swan, J. H. C.: Bedside diagnosis of latent cardiac complications in acutely ill patients. *J. A. M. A.* 222 : 59-63, 1972.
- 28) Katz, J. D., Cronan, L. H., Barash, P. G. & Mandel, S. D.: Pulmonary artery flow-guided catheters in the perioperative period: indications and complications. *J. A. M. A.* 237 : 2832-2834, 1977.
- 29) Mond, H. G., Clark, D. W., Nesbitt, S. J. & Schlant, R. C.: A technique for unknitting an intracardiac flow-directed balloon catheter. *Chest* 67 : 731-732, 1965.
- 30) Kelly, T. F., Morris, J. C., Crawford, S., Espada, R. & Howell, J. F.: Perforation of the pulmonary artery with Swan-Ganz catheters. *Ann. Surg.* 193 : 686-692, 1981.
- 31) Pape, L. A., Haffajee, C. I., Markis, J. E., Ockene, I. S., Paraskos, J. A., Dalen, J. E. & Alpert, J. S.: Fatal pulmonary hemorrhage after use of the flow-directed balloon-tipped catheter. *Ann. Intern. Med.* 90 : 344-347, 1979.
- 32) 永井一成, 劔物 修, 黒川信悟, 相馬一亥, 重広世紀子: Swan-Ganz カテーテルによる肺動脈破裂の1例—肺動脈造影で確認された症例. *循環制御* 4 : 347-350, 1983.