

特集

肺水腫の診断

丸川 征四郎*

要旨

典型的な症例は別として、肺水腫の診断は困難な場合が少なくない。診断を行うにあたって是非とも必要な情報は、病歴や臨床経過である。理学的所見は間質性肺水腫の診断には無効である。胸部レ線所見は診断の中心であり、間質性肺水腫や肺泡性肺水腫のパターンを十分に理解することが重要で、判読に耐える写真を撮影することも大切である。これらの診断法や肺水腫の定義は、定性的であるが、近年臨床応用が可能になった肺内血管外水分量 (EVTV) 測定により、肺水腫は定量的評価が行えるようになった。EVTV は胸部レ線所見と一致した変化でないことが多く、今後検討が必要であるが、10ml/kg 以上でレ線上に肺水腫所見が明らかになるようである。

肺水腫では hydrostatics, permeability いずれの異常によるかを鑑別することも、治療方針を決定するうえで大切である。

はじめに

肺水腫は ICU に従事するわれわれにとって、日常的に経験する病態であるが、確定診断が困難な場合も少なくない。肺水腫の診断はガス交換を障害する因子の鑑別や、随伴所見として原疾患の重症度の判定にも必要である。また、治療方針を決定するために肺水腫の原因が、hydrostatics, permeability のいずれの異常によるものかを鑑

別することも重要である。いずれの場合にも、臨床経過や病歴、理学的所見は不可欠であり、胸部レ線所見の詳細な判読がキーポイントである。そして、循環や膠質浸透圧など関連するパラメータも加味し、総合的に診断すべきである。

本文では、これら基本的な診断に加え、近年臨床に導入された二重指示薬希釈法による肺血管外水分量の診断的評価についても言及した。

1. 肺水腫の診断法

今日行われている臨床的な診断方法は、1974年 Staub の総説¹⁾ にすべて含まれており (表 1)、新しい方法は導入されていない。

表 1. Detection of pulmonary edema

Indirect method (or nondestructive)

1. Qualitative
 - 1) Survival time
 - 2) Clinical signs
 - 3) Roentgenography
 - 4) Lung function test
 - a. General
 - b. Closing volume
2. Quantitative
 - 1) Electrical impedance
 - 2) Radiation
 - a. Emission
 - b. Absorption
3. Indicator-dilution

Lung function test は補助的手段として現在も用いられているが、かつて衆目を集めた Closing volume²⁾ は、間質性肺水腫の初期に増加する

*兵庫医科大学集中治療部

ので診断的価値はあるが、肺水腫の進展に伴って逆に低下するため有効な方法ではない。さらに、測定には患者の呼出努力が必要なため、重症患者や人工換気下では利用できない。Electrical impedance法は非侵襲的、連続的測定が行えるため検討された³⁾が、胸郭内インピーダンスは肺内水分量だけでなく、肺気量、皮膚伝導度、胸水の量と伝導度、などの影響を強く受けるため⁴⁾、絶対値は信頼性が低く、現在ほとんど用いられていない。その他の測定法も臨床応用に問題があり、理学的所見、胸部レ線写真および二重指示薬希釈法以外は姿を消した。

これら三者は、診断精度、非侵襲性、手軽さあるいは迅速性のいずれかに優れ、今日の診断法の中心となっている。

さて、理学的所見は診断の重要な手段ではあるが、呼吸困難、チアノーゼ、冷汗、咳、泡沫性痰、湿性ラ音など⁵⁾は、いずれも肺胞性肺水腫のものであり、間質性肺水腫の診断には無効である。

II. 胸部レ線写真による診断

胸部レ線写真(以下 CXR)はもっとも重要な情報源であるが、その撮影には、肺野の読影に値する写真を得るために幾つかの注意すべき点がある。

まず、毎回の撮影にあたって患者体位を同じにすることである。可能な限り頭部を挙上し、でき

るだけ坐位に近づける。これが不可能な手術患者では、術前に仰臥位でのポータブル写真を撮影しておくのが望ましい。

CXRのコントラストが強すぎると、肺間質の陰影が消失する。適切なレ線の強さ(mAs, KV)、フィルムと管球の距離、レ線の投影角度は一定にすべきである。

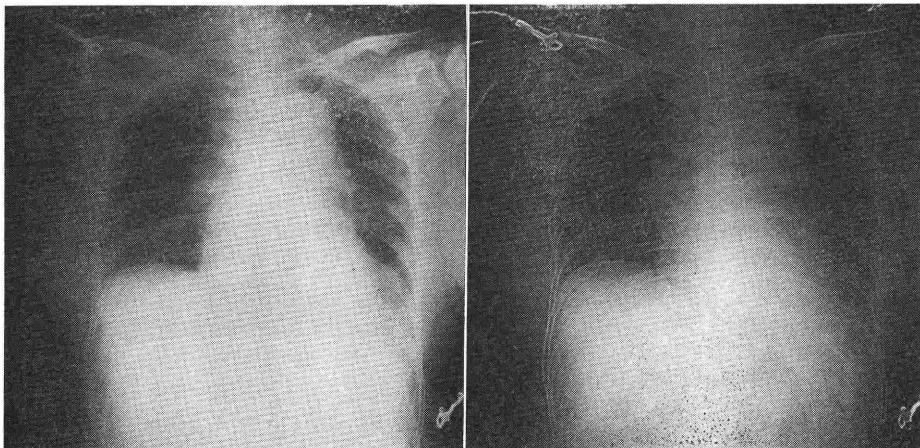
撮影時の肺気量も重要であり、頻呼吸、人工換気、持続陽圧呼吸では工夫がいる。このような注意を払っても、ポータブル撮影では不満足な結果に終わるのが普通である。

無気肺、肺炎と肺水腫は日常的に鑑別すべき所見である。時には軟らかい CRX や硬めのものも同時に撮影すると役立つことがある。イメージングプレートによる computed radiography⁶⁾は現在開発の途上であるが、広範な陰影に隠された気管や血管の走行の読影が可能であり、無気肺との鑑別に有用である(図 1)。

CXRの読影にあたっては、それまでの写真と比較することはきわめて重要なことで、経時的変化が診断の根拠になることが多い。

1. 間質性肺水腫の診断

肺水腫の診断でもっとも大切なのは間質性肺水腫の所見である。肺胞性肺水腫では、air bronchogram や air alveologram, 辺縁の不鮮明な blocky shadow など特徴的な所見に加え、早期の



FUJI PHOTO FILM (2) 100631 1984.02.

FUJI PHOTO FILM (2) 100631 1984.02.

図 1. Computed radiography

一枚のイメージングプレートから画像処理を行い、画質の違ったレ線写真を得ることができる。右側の写真は気管・血管を強調したもので、両側肺門および左下野の読影が容易である。左下野では血管の収束像から無気肺の存在が示唆される。

融合、出現・消退が早いなどの傾向があり⁷⁾、理学的所見を参考にすれば診断に迷うことは少ない。

そこで、以下には hydrostatics な原因による間質性肺水腫の所見をまとめた(表 2)。

表 2. Chest X-ray findings of pulmonary interstitial edema

1. Hila
 - a) enlargement
 - b) increased density
 - c) hilar haze
 - d) extensive perihilar haze (bat's wing, butterfly shadow)
2. Lobular and lobar septa
 - a) kerley's lines (A, B and C)
 - b) perilobular lines (rosette)
 - c) scissural effusion
 - d) subpleural effusion
3. Cuffing sign
 - a) peribronchial and perivascular cuffs
 - b) micronodular pattern
4. Generalized loss of translucency

(1) 肺門(Hila)の所見

肺門陰影の拡大や density の増加がしばしば特徴的であるが、必ずしも特異的な所見ではない。肺門陰影の境界が不鮮明になる (hilarhaze) ことが重要な所見で、一般に右肺動脈幹外縁は判読しやすい部位である。肺水腫が進行すればこの所見は著しく増強し、extensive perihilar haze と呼ばれ、よく発達したものは bats' wing あるいは butterfly shadow として有名である。

(2) 葉間膜の異常所見

小葉間膜 (interlobar septa) が水腫で肥厚した像は Kerley's line として有名で、幅 2 mm 以下、長さ 3 cm 以下の線状陰影である。A line はやや彎曲し、肺門から放射されるものを、B line は右下野に多く、肋骨・横隔膜角部の末梢で水平に走るものを言い、C line は reticular pattern に類似した微細な線状陰影で、中・下野、とくに右横隔膜上方に認めることが多いとされる。A, C line は急性の新鮮な肺水腫に、B line は慢性の肺水腫に頻度が高いとされる。

Perilobular line は 10mm 前後の微細な線状陰影が作るリング状のもので、一個の小葉を囲む葉間膜が水分貯留で肥厚した像である。その形状か

ら flower-like cluster (または Rosette) とも呼ばれる。

Interlobar scissurae に水分貯留が生ずるとその肥厚した線状陰影が水分量に応じて、胸壁側から肺門へと伸びる。これを scissural effusion と呼び、解剖学的な scissurae の位置を知っておれば読影は容易である。しかし、subpleural effusion との鑑別はしばしば困難で、後者では density の増加した隣接肺実質と連続しているのが特徴である。

(3) 気管・血管での異常所見

Cuffing sign は間質性肺水腫にもっとも多く認められる。これは、血管とこれに伴走する気管の周囲の粗な結合組織に水分貯留が生じ、レ線上に、それらの壁の肥厚と辺縁がぼやけた像として認められる。左右の A³ 肺動脈内側枝と伴走する B³ 気管支の小輪状陰影 (正切像) で判読しやすい。また、肺門の近くを縦走する気管や血管にもよく認められる。

Micronodular pattern は中等大の血管断面像に認められる cuffing sign で、3 mm 以下の辺縁が不鮮明な小円形陰影である。辺縁の不明瞭な血管走行に重なって存在する。

(4) その他

肺の広範囲にわたって、間質に水分が貯留すると、肺野に広く境界不鮮明な結節状陰影が散在し、

表 3. Prevalence of Radiographic Signs of interstitial edema

Chest x-ray findings	Patients with acute myocardial infarction (132 radiographs in 45 patients)	
Hila Enlarged	99/132	75%
Increased density	104/132	79%
Blurred	105/132	80%
Kerley's A lines	27/132	20%
B lines	19/132	14%
C lines	23/132	17%
Micronoduli	36/132	27%
Widening of scissurae	69/132	52%
Peribronchial and perivascular cuffs	72/132	55%
Extensive perihilar haze	7/132	5%
Subpleural effusion	14/132	11%
Diffuse increase of density	39/132	30%
Perilobular lines and rosettes	4/132	3%

(文献8)から一部分を引用した)。

全体に density が増加する (generalized loss of translucency). 右下野にしばしば集合し, 心肺境界は不明瞭になり, 肺胞性肺水腫との鑑別が困難になる。

Pistolesi ら⁸⁾の急性心筋硬塞45例におけるこれら所見の出現頻度を表3に示した. Kerley's line, subpleural effusion, extensive perihilar haze, rosette の出現頻度が低い。

ポータブル写真では, 鮮明な像を得ることが困難で, interlobular line はほとんど認めることがない。

2. ARDS の胸部レ線所見

いわゆるARDS での肺水腫は permeability の異常に基づくとされている³⁰⁾. ARDS の原疾患は多種多様であり, それぞれに特徴的なレ線像と経過を示すものの, いずれの所見も特異的とは言えない. Hydrostatics な肺水腫や肺炎との鑑別には病歴や臨床データが必要で, CXR の経時的変化を読みとることがとくに大切である。

ARDS 発症後の一定期間は CXR に異常陰影を認めない. この期間は neulogenic pulmonary edema, aspiration pneumonia, re-expansion pulmonary edema では通常短く数時間以内である. 一方, Endotoxin shock, trauma, DIC では, 24時間から数日にも及ぶ. 異常陰影の基本的な像は, 間質性肺水腫, 肺胞浸潤 (consolidation), 無気肺で, これらがさまざまな程度に混在する³¹⁾.

一般に初期には, 比較的広範囲かつ非区域性に, 微慢性の陰影, あるいは微細顆粒陰影が出現する. 肺門陰影の拡大と辺縁の不鮮明化という単純な間質性肺水腫を思わせる場合が多い. 時に肺門から肺下野に強く認められることもある. これらの所見は両側性であるが, re-expansion pulmonary edema では健側にも生ずる例があり, aspiration pneumonia では, 体位によっては片側性に出現する。

心拡大や静脈の拡張がないのも特徴であり, 部分的に無気肺像を認めることもある. 呼吸管理が必要となるARDS の中期以降には, 間質性肺水腫像は一層進展し, 肺胞浸潤像が現われ, 肺気量が著しく低下する. 肺門部より放射状に広がる比較的均質な陰影を背景に air bronchogram や alveologram がみられ, 斑状あるいは融合性陰影が点

在する. そして, 肺尖部は明るく, 肋骨・横隔膜角, 心・横隔膜角は鋭利である. 無気肺像も多くなる. 通常, Kerley's line や胸水貯留は認めない。

重症例では, いきなり肺胞浸潤像が現われることもある. 症状の悪化に伴って異常陰影は全肺野に広がる。

III. 肺内血管外水分量測定による診断

1. 二重指示薬希釈法

本法の歴史は古く, 1954年 Chinard ら¹⁰⁾にはじまるが, 本格的な臨床研究は, 1972年 Lung water computer (Edwards 社) が開発されてからである¹¹⁾. 今日, 指示薬は, 水分標識物質である diffusible indicator として熱が, nondiffusible indicator に色素または NaCl (電気伝導度) が用いられ, 測定値 (以下 EVTV) は重量法で直接測定された肺水分量とほぼ一致する¹¹⁻¹³⁾.

測定は侵襲的であるが熱希釈法で心拍出量を測定するのとほとんど変わらず, 比較的手軽であり, 容易である¹⁴⁾. 本法は, 胸部レ線写真に比べ, 肺水腫を定量的に評価することができるため, 肺水腫の研究, 治療に新しい展開が期待できる。

そこで以下には, おもに胸部レ線所見と EVTV の相関性について述べるが, その前に EVTV の正常値について触れておく。

ヒト正常肺での EVTV の正常値は測定が困難であり, 既に報告されている値は厳密には正常状態でないものが多い. 著者らの成績も全身麻酔, 人工換気下でのものである (表4)¹⁵⁾. これらの平均値は $5.9 \pm 0.6 \text{ ml/kg}$ である. 重量法による肺水分量は Gump や Staub の成績から $5.1 \sim 5.5 \text{ ml/kg}$ と推定され¹⁵⁾, EVTV はやや高値であるがよく近似している。

表4. Reported normal values of EVTV in human with normal lung

Investigator	EVTV (ml/kg)
Byrick (1977)	5.77 ± 0.24
(1978)	7.14 ± 0.58
	5.57 ± 0.25
Lewis (1979)	5.7 ± 1.2
Sivak (1981)	5.47 ± 1.67
Marukawa (1983)	6.3 ± 0.9
Sibbald (1983)	5.6 ± 1.8

肺水腫の定義には量的な概念は一切含まれておらず、本法を導入することでこの定義には新たな疑問が生ずる。たとえば、上に述べた正常値 5.9ml/kg を越えれば肺水腫と呼べるのか、あるいは、正常範囲上限の 6.5ml/kg 以上であるのか、あるいは、胸部レ線所見との対比で決定すべきであるのか、慢性と急性肺水腫は同じ水分量で定義してよいのかなど、種々の問題が残されている。

2. 肺酸素化能と EVTV

肺水腫の進展に伴って動脈血酸素レベルが低下すると一般に考えられている。そこで肺水腫によって、酸素化能が障害される時点をも「異常に水分が貯留したための病的状態」と仮定すると、

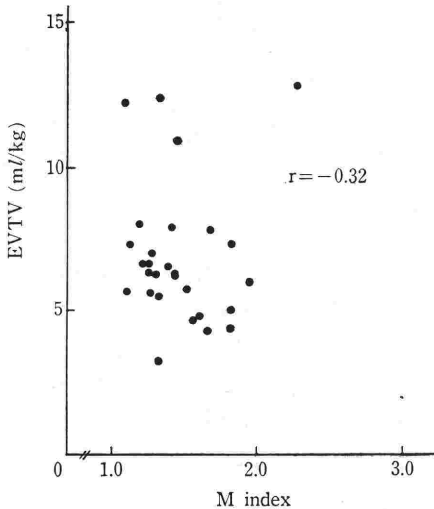


図 2. Effect of lung water on pulmonary oxygenation

EVTV から肺水腫にひとつの定義が可能である。

しかし、開心術後の7症例について検討した著者らの成績では、両者に全く相関関係は認められなかった(図2)。そればかりか、症例によっては、EVTVの増加に対し酸素化能の改善あるいはその逆の関係さえ認められた。同様の成績は、Sivakら¹⁶⁾も報告しており、肺内シャント率とEVTVにも相関関係はないと報告されている¹⁷⁾。

肺水腫で動脈血酸素レベルが低下することはよく経験されるが、少なくとも、間質的水分量は肺の酸素化能にほとんど影響しないと推定される。また、酸素化能からEVTVを推定することもできないようである。

3. 胸部レ線所見と EVTV

EVTVと胸部レ線上の肺水腫所見が一致すれば、EVTVは信頼できる診断法と言え、同時にEVTVから肺水腫を定義づけ診断できる。

これに関する研究はdiffusible indicatorに熱ではなく分子性物質が使われていた当時から行われており、幾つかの成績が報告されている。

両者が相関しない^{18,19)}という成績もあるが、相関するとするもの^{8,20~23)}が多い。しかし、相関するが直線関係でない⁸⁾、あるいはばらつきが大きい²³⁾など一致した結論は得られていない。

Baudendistelら²³⁾は熱と色素を指示薬として、12例の重症外傷患者で検討した成績を報告している。胸部レ線の肺水腫像を、0: normal, 1:vascular redistribution, 2:interstitial fluid, 3:patchy consolidation, 4:extensive consolidation,

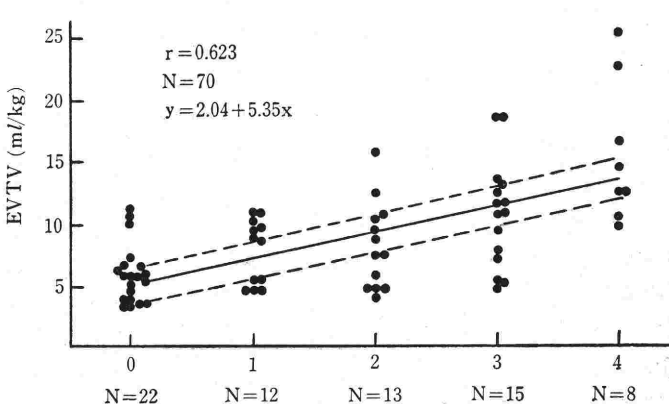


図 3. EVTV compared to raddiographic density grade in patients²³⁾

の5段階に評価し、両者の間に図3に示す直線関係(相関係数0.623)を得た。しかし、grade 4でEVTV 10ml/kg以上の例を除けば、各gradeともEVTVのばらつきが非常に大きく、95%信頼限界に含まれるのは70例中23例の約33%に過ぎず、さらに、EVTVとレ線上のdensityが全く逆方向に変化する例が19%にも認められたとしている。この原因にはEVTVの信頼性やEVTVと胸部レ線像の変化に時間差がある可能性など種々考えられるが、胸部レ線所見からは肺内水分量を正確には推定できないと結論できる。

しかし、一方で、肺水腫が単純に増悪または軽減減少する場合、胸部レ線所見とEVTVはよく一致し、両者に時間差はほとんどないとしており、今後の検討が必要である。

さて、彼らの成績では胸部レ線で間質性肺水腫が認められるのは、EVTVが平均 8.1 ± 3.6 ml/kg (grade 2)であり、patchy consolidation (grade 3)の出現は 10.7 ± 4.2 ml/kgである。

一方、Sibbaldら²⁴⁾は救急患者で同様の検討を行い、心原性肺水腫ではEVTVが 10.2 ± 3.1 ml/kgで間質性肺水腫像が出現し、非心原性症例では 15.8 ± 4.6 ml/kgであると示した。

われわれは、hydrostatic pulmonary edemaが発現しやすい開心術と肝切除術後症例について、EVTVと胸部レ線所見のほか、膠質浸透圧、循環パラメータなどの関係を検討した¹⁵⁾。その結果、EVTVの増加は8ml/kgまでは臨床的に許容され得る範囲であり、10ml/kg以上でポータブル写真に明らかな間質性肺水腫像が確認され、8ml~10ml/kgでは肺うっ血像を認めるのみであった。

以上の成績から8ml~10ml/kgの範囲で胸部レ線に肺水腫が現われると推定できるが、ポータブル写真による診断では10ml/kg以上で肺水腫が確認されることが多いと考えられる。

動物実験において、重量法で肺水分量を測定し、同様の検討を行ったSnashallら²⁵⁾は正常値から35%増加すれば、レ線上に肺水腫像を認めるとしており、かなり低いレベルである。

いずれにしても、胸部レ線上の肺水腫の程度とEVTVをそのまま比較するには問題があり、肺水腫の原因、進展速度や持続期間などについても考慮し検討する必要があるとそうである。

IV. 鑑別診断

肺水腫の原因がhydrostaticかpermeabilityの異常によるものかは臨床経過や胸部レ線所見からある程度は推定できるが、確定することは容易でない。両者の鑑別に近年、気管分泌物(Edema fluid:EF)と血清のタンパク量や膠質浸透圧の比(EF/P)が好んで用いられている²⁶⁾。

タンパク量のEF/P比が0.7以上であればpermeabilityの異常による肺水腫で、0.5以下であればhydrostaticsによるとされる。本法により、septic, DIC, aspiration pneumoniaをはじめ、ほとんどすべてのARDSが、permeabilityの異常によって肺水腫をきたすことが確認されている。

しかし、これらタンパク量のEF/P比は経時的に変化したり、明らかなhydrostatic pulmonary edemaでも0.5以上である場合もみられる。

Sprungら³⁰⁾は、このような場合でもグロブリン量のEF/P比を測定すれば、両者の鑑別ができるとしている。

ところで、気管・気管支で得られるEFは本来肺リンパ液の代用である。これが肺胞へ漏出し気道でのmucus transportの途中で、希釈や濃縮を受けるため、測定誤差を生ずる可能性が考えられる。またEFが得られない大多数の肺水腫にはこの鑑別法は無効である。

Gravitational shift test

Hydrostatic pulmonary edemaでは肺のdependent areaに肺水腫像が強く現われることはしばしば経験される。これはこの部位に血流量が増加して毛細血管のhydrostatic pressureが上昇するためである。

Zimmerman³¹⁾は、この現象を鑑別診断に応用している。2時間の仰臥位と2~3時間の側臥位における胸部レ線を比較すると、側臥位のレ線では、純粋なhydrostatic pulmonary edemaでは19例中16例(84%)のdependent lungに肺水腫像が増強し、対側では改善が得られた。しかし、permeabilityの異常による肺水腫や肺炎では21%(14例中3例)に水分移動を認めたに過ぎないとしている。

気道分泌物が得られなくても、体位変換が可能である症例では試みてよい鑑別方法と考えられる。

ARDS の診断は近年著しい進歩をとげつつあり、肺血管抵抗の増加、肺血管閉塞をはじめ補体系の活性、アラキドン酸カスケードの賦活化などが注目され診断的価値が検討されている。また、アンギオテンシン変換酵素³³⁾は、とくに衆目を集めている。これらについては他の章に詳しいと思われるので割愛する。

ま と め

臨床的な手軽さのため胸部レ線写真は、肺水腫の診断に不可欠である。最近、開発された computed radiography は、血管や気管の走行を明らかにできるため、CT よりも肺水腫の鑑別診断には有用であると思われる期待できる。

二重指示薬希釈法による肺水分量の測定は、間接法ではあるが肺水腫の評価を質的に変え得る可能性があり、今後の検討が必要である。

Permeability の異常による肺水腫はメカニズムや治療が明らかにされるに従い、hydrostatics な肺水腫との鑑別が重要性を増すものと考えられる。

文 献

- 1) Staub, N. C.: Pulmonary edema. *Physiol. Rev.* **54**: 678~811, 1974.
- 2) Lemen, R., Jones, J. G., Graf, P. D.: "Closing volume" changes in alloxan-induced pulmonary edema in anesthetized dogs. *J. Appl. Physiol.* **39**: 235~241, 1975.
- 3) Severinghaus, J. W., Caron, C., Noble, W.: A focusing electrode bridge for unilateral lung resistance. *J. Appl. Physiol.* **32**: 526~530, 1972.
- 4) 石部裕一: 肺血管外水分量の *in vivo* における測定法の研究。第2報 経胸郭電気インピーダンス法の検討。麻酔 **27**: 1559~1567, 1978.
- 5) 武内重五郎: 内科診断学, 南江堂, 1978, p. 199.
- 6) Sonoda, M., Takano, M., Miyahara, J., Kato, H.: Computed radiography utilizing scanning laser stimulated luminescence. *Radiology* **148**: 833~838, 1983.
- 7) Felson, B.: The pulmonary airway, Chest roentgenology. Philadelphia., W.B. Saunders Co., 1973, p. 265.
- 8) Pistolesi, M., Giuntini, C.: Assessment of extravascular lung water. *Rad. Clin. N. Amer.* **16**: 551~574, 1978.
- 9) Chait, A.: Interstitial pulmonary edema. *Circulation*. **45**: 1323~1330, 1972.
- 10) Chinard, F. P., Enns, T.: Transcapillary pulmonary exchange of water in the dog. *Am. J. Physiol.* **178**: 197~202, 1954.
- 11) Lewis, F. R., Elings, V. B.: Microprocessor determination of lung water using thermal-green dye double indicator dilution. *Surg. Forum* **29**: 182~184, 1978.
- 12) Mihm, F. G., Feeley, T. W., Rosenthal, M. H., Lewis, F.: Measurement of extravascular lung water in dogs using the thermal-green dye indicator dilution method. *Anesthesiology* **57**: 116~122, 1982.
- 13) Holcroft, J. W., Trunkey, D. D., Carpenter, M. A.: Excessive fluid administration in resuscitating baboons hemorrhagic shock, and an assessment of the thermodye technique for measuring extravascular lung water. *Am. J. Surg.* **138**: 412~416, 1978.
- 14) 丸川征四郎, 詹廖明義, 山口正伸, 石田博厚: 指示薬希釈法による肺間質水分量測定装置の臨床的検討。麻酔と蘇生 **18**: 191~196, 1982.
- 15) 丸川征四郎, 詹廖明義, 山口正伸, 石田博厚: 指示薬希釈法による肺内血管外水分量 (EVTV) の臨床的意義と解釈。麻酔 **32**: 1469~1473, 1983.
- 16) Sivak, E., Starr, N. J., Graves, J. W., Cosgrove, D. M., Borsh, j., Estafanous, G.: Extravascular lung water values in patients undergoing coronary artery bypass surgery. *Crit. Care Med.* **10**: 593~596, 1982.
- 17) Byrick, R. J., Kay, J. C., Noble, W. H.: Extravascular lung water accumulation in patients following coronary artery surgery. *Canad. Anaesth. Soc. J.* **24**: 332~344, 1977.
- 18) McCredie, R. M.: Measurement of pulmonary edema in valvular heart disease. *Circulation* **36**: 381~386, 1967.
- 19) Liebman, P. R., Philips, E., Weisel, R., Ali, J., Hechtman, H. B.: Diagnostic value of the portable chest X-ray technic in pulmonary edema. *Am. J. Surg.* **135**: 604~606, 1978.
- 20) Milne, E. N. C.: Correlation of physiologic findings and chest roentgenology. *Rad. Clin. N. Amer.* **11**: 17~48, 1973.
- 21) Biddle, T. L., Khanna, P. K., Yu, P. N., Hodges, M., Shah, P. M.: Lung water in patients with acute myocardial infarction. *Circulation* **49**: 115~123, 1974.
- 22) Luepker, R. V., Caralis, D. G., Voigt, G. C., Burns, R. F., Murphy, L. W., Warbasse, J. R.: Detection of pulmonary edema in acute myocardial infarction. *Am. J. Cardiol.* **39**: 146~152, 1977.
- 23) Baudendistel, L., Shields, J. B., Kaminski, D. L.: Comparison of double indicator thermodynamic dilution measurements of extravascular water (EVLW) with radiographic estimation of lung water in trauma patients. *J. Trauma* **22**: 983~988, 1982.

- 24) Sibbald, W. J., Warshawski, F. J., Short, A. K., Harris, J., Lefcoe, M. S., Holliday, R. L.: Clinical studies of measuring extravascular lung water by the thermal dye technique in critically ill patients. *Chest* 83 : 725~731, 1983.
- 25) Snashall, P. D., Keyes, S. J., Morgan, B. M., McAnulthy, R. J., Mitchell-heggs, P. F., McIvor, J. M., Howlett, K. A.: The radiographic detection of acute pulmonary oedema. A comparison of radiographic appearances, densitometry and lung water in dogs. *Brit. J. Radiol.* 54 : 277~288, 1981.
- 26) Carlson, R. W., Schaeffer, R. C. Jr., Michaels, S. G., Weil, M. H.: Pulmonary edema fluid; spectrum of features in 37 patients. *Circulation* 60 : 1161~1169, 1979.
- 27) Gelb, A. F., Klein, E.: Hemodynamic and alveolar protein studies in non-cardiac pulmonary edema. *Am. Rev. Respir. Dis.* 114 : 831~835, 1976.
- 28) Rackow, E. C., Fein, I. A.: Fulminant noncardiogenic pulmonary edema in the critically ill. *Crit. Care Med.* 6 : 360~363, 1978.
- 29) Fein, A., Grossman, R. F., Jones, J. G., Overland, E., Pitts, L., Murrar, J. F., Staub, N. C.: The value of edema fluid protein measurement in patients with pulmonary edema. *Am. J. Med.* 67 : 32~38, 1979.
- 30) Sprung, C. L., Rackow, E. C., Fein, I. A., Jacob, A. I., Ishikoff, S. K.: The spectrum of pulmonary edema: differentiation of cardiogenic, intermediate, and noncardiogenic forms of pulmonary edema. *Am. Rev. Respir. Dis.* 124 : 718~722, 1981.
- 31) Zimmerman, J. E., Goodman, L. R., Andre, A. C., Wyman, A. C.: Radiographic detection of mobilizable lung water; the gravitational shift test. *Am. J. Radiol.* 138 : 59~64, 1982.
- 32) Putman, C. E., Minagi, M., Blaisdell, F. W.: The roentgen appearance of disseminated intravascular coagulation (DIC). *Radiology* 109 : 13~18, 1973.
- 33) Fourier, F., Chopin, C., Wallaert, B., Wattre, P., Mangalabogi, J., Drocher, A., Dubois, D., Wattel, F.: Angiotensin-converting enzyme in human adult respiratory distress syndrome. *Chest* 83 : 593~597, 1983.

「循環制御」第4巻 第2号 (昭和58・9月)

特集

『誌上シンポジウム』 体外循環の現況

1. 成人の体外循環.....龍田憲和・中山正吾・千葉幸夫
畑埜義雄・藤永雅彦・福田和彦
2. 乳幼児の体外循環と超低体温法.....今井康晴・高梨吉則・副島健市・石原茂樹
高田勝美・椋榛由紀子・白井希明・藤田昌雄
3. 拍動流体体外循環の臨床的評価.....富野哲夫
4. 人工肺 (現在使用中の人工肺の review).....須磨幸蔵・小山雄次・成味 純・辻 隆之
5. 体外循環中の心筋保護.....川上敏晃
6. 体外循環中の末梢循環.....草川 實・大井 勉・那須通寛・新保秀人
7. 体外循環中の皮下組織ガス変化.....木下 修・青木 彰
8. 体外循環と内分泌機構.....白井希明・佐藤啓子・増田 浩
9. 体外循環における血液学的問題点.....野口輝彦・川田忠典・長田博昭・舟木茂樹
保尊正幸・稗方富蔵
10. 補助循環.....小柳 仁・西田 博・遠藤真弘
11. ECMO の呼吸不全の応用.....森岡 亨・寺崎秀則・野上俊光・津野恭司
山城健一・金子隆幸・香田英俊・大津哲郎・江崎公明
- 体外循環の現況 (討論).....司 会 藤田昌雄

¥1,700 (送料負担)