□ 원 저 □

늑막저류액 pH의 진단적 가치

한림대학교 의과대학 내과학교실

홍 정 곤 · 손 희 철 · 박 재 찬
김 자 천 · 남 송 현 · 김 예 원

The Diagnostic Value of Pleural Fluid pH

Jung Kon Hong, M.D., Hie Chull Son, M.D., Jae Chan Park, M.D., Ja Cheon Kim, M.D.
Song Hyun Nam, M.D. and Yae Won Kim, M.D.

Department of Internal Medicine, Hangang Sacred Heart Hospital, Hallym College

The pH of pleural fluids were measured in 53 patients with pleural effusion.

The results were as follows:

1) Of the 53 effusions, 12 were classified as transudates, of which 5 patients were diagnosed as chronic renal failure 4 patients of congestive heart failure and 3 patients of liver cirrhosis. All transudates had pleural pH over .30.

2) 41 cases were classified as exudates, of which 20 patients were diagnosed as tuberculosis, 7 patients of malignancy, 7 of parapneumonic effusion, 5 empyema, 1 of hemothorax, 1 of pancreatitis. Exudative effusions had a wide range of pH values depending on the cause of fluid accumulation.

3) All empyema cases had $pH < (7.20 \pm 0.06, \text{mean} \pm \text{SEM})$ and chest tube was inserted. All parapneumonic effusions in this study group had $pH > 7.30 (7.35 \pm 0.04, \text{mean} \pm \text{SEM})$ and chest tube was not inserted.

4) The mean pH of tuberculosis was 7.27 ± 0.14 and that of malignancy was 7.28 ± 0.15 . Each mean pH of these two groups was not significantly different ($p > 0.05$). Malignant effusion with huge, mediastinal shift and longstanding malignant effusion over 6 months had a pH less than 7.30. But mean pH of malignant effusion without mediastinal shift and malignant effusion less than 6 months was 7.38 ± 0.02 . Therefore further studies to differentiate these two groups will have to be undertaken.

서 론

늑막저류액은 임상에서 빈번하게 접하게 되나 그 원인질환에 대한 감별진단이 어려운 경우가 많다. 여출액의 원인질환은 임상적으로 쉽게 구별할 수 있으나, 삼출액의 원인질환은 보통 혈구세포수^{1~6)}, 단백치, LDH 치^{2,9)}, 세포진 검사와 늑막생검^{2,10~12)}, 당질치 등을 측정시도 약 20%에서는 원인규명이 되지 않는 것으로 보고되어 있다⁴⁾. 이외에 늑막저류액의 pH가 원

인질환의 감별진단과 예후판정에 유용하다는 문헌들이 있다^{7,20,21)}. 특히 결핵과 악성질환의 늑막삼출액 pH 사이에 유의한 차이가 있어 감별진단을 좁힐 수 있고^{20,21)}, 부폐렴성 저류액에서 흉부삼관술의 필요성 여부를 알 수 있으며^{19,21,32)}, 늑막삼출액의 산증과 당질치 사이에 직접적인 연관이 있다는 보고들이 있다^{18,19,22,23)}.

본 저자들은 임상적으로 널리 용이하게 사용되고 있는 동맥혈가스 분석기를 이용하여 늑막저류액 pH를 측정함과 동시에 늑막저류액의 특성을 검사하여 다음

과 같은 결과를 얻었기에 문헌고찰과 함께 보고하는 바이다.

대상 및 방법

1984년 2월부터 7월까지 한림대학부속 한강성심병원에 입원한 늑막저류액을 동반한 환자 53예를 대상으로 늑막저류액의 pH, 백혈구수, 당질치, 단백치, LDH치의 측정 및 세균배양을 하였고, 동시에 혈중 pH, 단백치, 당질치 및 LDH치도 측정하였다.

늑막저류액은 단백치와 LDH치에 따라 구분하였다. 단백치는 3.0 g/dl 이상^{9~10)}, LDH치는 200 IU/dl 이상을 삼출액으로 판정하였으며²⁾, 동시에 혈청과 늑막저류액의 단백치비와 LDH 비를 측정하여 각각 0.5 및 0.6 이상을 삼출액으로 판정하였다²⁾.

정확한 원인진단을 위해서 늑막삼출액의 경우 모두 세포진 검사와 늑막침생검을 실시하였으며, 급성 폐장염이 있는 경우에는 혈중 및 늑막삼출액의 amylase치를 측정하였다. 본 연구는 임상증상, 이학적 소견 X선소견, 검사실소견, 세포진검사 및 조직검사등으로 확진된 53예를 대상으로 하였으며, 특히 결핵과 악성질환은 늑막저류액의 세포진검사와 늑막침생검으로 확진되지 않는 예는 모두 제외시켰다.

pH 측정은 0.1cc 헤파린이 들어있는 주사기로 늑막저류액을 최소한 10 cc 이상 혐기적으로 채취한 후, 곧 검사실로 보내어, 168 pH/BLOOD GAS ANALYZER (CORNING)기기로 pH를 측정하였다. 각 자료는 student t-test를 이용하여 검정하였다

결 과

대상환자 53예의 연령 및 성별분포는 Table 1과 같다. 원인질환별로는 여출액이 12예로 22.6%이었고 삼출액은 41예로 77.4%이었다. 여출액의 원인질환은 3종류로 분류되었으며, 만성 신부전이 5예, 울혈성 심부전이 4예, 그리고 간경변증이 3예이었다. 삼출액중에는 결핵이 가장 많아 20예로 37.7%이었으며, 악성질환 7예(13.2%), 부폐렴성 삼출액 7예(13.2%), 농흉 5예(9.4%), 혈흉 및 폐장염이 각각 1예(1.9%)이었다 (Table 2).

여출액의 pH는 7.43 ± 0.02 (SE)이었고, 삼출액의 pH는 7.25 ± 0.02 (SE)로 두 평균값사이에 통계학적으로 유의한 차이가 있었다($p < 0.001$).

모든 여출액의 pH는 7.30이상이었으며 (Fig. 1), 만

Table 1. Age and Sex Distribution

Age	Sex		Total(%)
	Male(%)	Female(%)	
17~19	2(6.5)	2(9.1)	4(7.5)
20~29	5(16.0)	8(36.4)	13(24.5)
30~39	2(6.5)	1(4.5)	3(5.7)
40~49	9(29.0)	0	9(17.0)
50~59	4(12.9)	4(18.2)	8(15.1)
60~69	6(19.4)	4(18.2)	10(18.9)
70~79	3(9.7)	3(13.6)	6(11.3)
Total	31(100.0)	22(100.0)	53(100.0)

Table 2. Causes of the Pleural Effusion

Diseases	No. of Cases	%
Transudates	12	22.6
1. Chronic Renal Failure	5	9.4
2. Congestive Heart Failure	4	7.6
3. Cirrhosis	3	5.7
Exudates	41	77.4
1. Tuberculosis	20	37.7
2. Malignancy	7	13.2
3. Parapneumonic Effusion	7	13.2
4. Empyema	5	9.4
5. Hemothorax	1	1.9
6. Pancreatitis	1	1.9
Total	53	100.0

성 신부전의 pH는 7.46 ± 0.01 , 울혈성 심부전은 7.42 ± 0.02 , 그리고 간경변증은 7.42 ± 0.05 이었다. 삼출액의 원인질환중에 결핵의 pH값은 7.27 ± 0.03 , 악성질환은 7.28 ± 0.06 , 부폐렴성 폐염 7.35 ± 0.02 , 농흉 7.02 ± 0.03 , 혈흉 7.15, 그리고 폐장염은 7.20이었다.

결핵의 늑막삼출액 pH는 6.98에서 7.45범위에 있었으며, 악성질환중에 pH가 7.00이하인 예는 없었다. 두 질환을 비교할 경우 평균값사이에 통계학적으로 유의한 차이는 없었다($p > 0.05$) (Fig. 2).

부폐렴성 삼출액과 농흉의 평균 pH값사이에 통계

Table 3. Pleural Fluid Characteristics in the 18 Patient with Low pH Effusion

Disease(n)	pH	Glucose (mg/100ml)	LDH (IU/ml)	LDH ratio (pleural fluid/serum)	Protein (gm/ml)	WBC (/cumm)	Polys (percent)
Tuberculosis (8)	7.27±05	86±16	356±112	1.7±4	5.5± 4	1693±1170	31±11
Empyema (5)	7.02±0.3	109±36	211±65	1.1±6	5.7± 4	4235±1392	68±12
Malignancy (3)	7.28±09	68±17	578±371	3.6	4.9±1.3	304±280	48±13
Hemothorax (1)	7.15	148	160	0.5	4.2	1150	65
Pancreatitis (1)	7.20	127	130	0.2	4.6	36	78

Fig. 1. pH Value of various transudate (bars indicate mean±SEM).

*CRF: Chronic Renal Failure

CHF: Congestive Heart Failure

Fig. 3. pH Value of parapneumonic effusion and empyema (bars indicate mean±SEM).

Fig. 2. pH Value of tuberculosis and malignancy (bars indicate mean±SEM).

제학적으로 유의한 차이가 있었으며 ($p < 0.001$), 부폐렴성삼출액에서는 늑막저류액의 배출을 위해 흉부삼관술 없이 늑막천자와 항생제만으로 치유하였고, 반대로 농흉은 모든 예에서 농 배출을 위해 흉부삼관술을 시행하

였다(Fig. 3).

Table 3은 pH가 7.30이하인 산성의 늑막삼출액을 각질환에 따라 분류하고 그 특성을 도시하였다. 이들 중 저류액의 pH는 당질치($r=0.13$), LDH치, 단백치와는 상관관계는 없었으나 백혈구수와는 음의 상관관계($r=-0.56$)가 있었다. 동맥혈 pH는 7.33~7.58범위이었다.

고 찰

산혈증이 없으면서 늑막저류액 pH가 7.30이하인 경우에는 임상으로 하여금 늑막에 염증과 침윤의 과정이 일어나고 있음을 환기시킨다. 정상인에게도 소량의 늑막저류액이 있는데 Good 등⁷⁾은 정상 토끼에서 검사한 결과 pH가 7.66이었다고 한다. 늑막저류액이 발생하면 그 pH는 대개 혈중 pH에 근접하게 된다^{20,24)}.

그러나 늑막강을 직접 침범하는 병태생리학적 과정이 생기면 늑막강내 수소이온이 축적된다⁷⁾.

늑막저류액 산증의 기전에 대해 아직 확실히 밝혀지

Fig. 4. The pH of 53 pleural effusion.

지는 않았지만 여러가지로 설명되고 있다.

Potts¹⁸⁾는 늑막저류액의 pH와 당질농도는 비례관계가 있고 lactate와 CO₂와는 역상관계가 있음을 관찰하였으며, 늑막강내 당대사의 최종산물인 lactate가 늑막저류액 산성화의 주요원인이 된다고 하였다. 그러나, 본 연구에서는 늑막삼출액의 pH가 7.30이하인 예에서 당질농도와 직접적인 상관관계는 없었으므로 당대사이외의 기전이 존재할지도 모른다.

Sahn²²⁾은 토끼 늑막강내에 Turpentine 주사후 늑막을 만들어 관찰한 결과에 의하면, 늑막표면세포의 당질대사에 의한 lactate 생성때문에 산성화가 발생한다고 하였으며, 늑막저류액 자체는 산을 생성하지 못한다고 하였다. Good 등²³⁾은 악성늑막삼출액에서 삼출액 저 pH와 저당질농도가 있음을 관찰하고, 저당질농도는 일차적으로 당질이 혈액에서 늑막강내로의 이동장애에 기인한 것이며, 저 pH는 CO₂와 lactate의 늑막강밖으로의 이동장애에 기인한 것이라고 하였다.

식도파열시 늑막저류액의 pH는 아주 낮으며, 산성화가 생기는 기전은, Dodson²⁵⁾에 의하면 위산이 늑막강내로 유입하기 때문이라고 하였다. Dye²⁶⁾는 늑막저류액의 pH가 6.0이하면 식도파열을 의심할 수 있고, 종격동염과 농흉등의 감염이 산성화의 주요기전이라고 보고하였다. 본 연구에서는 식도파열의 예가 없어 비교할 수 없었다.

Light²⁰⁾는 늑막저류액의 산성화와 CO₂증가는 늑막표면 자체가 CO₂생성을 하고, 소량의 혈류와 상대적인 비투과성 때문에 늑막강내로부터 CO₂유출이 차단되기 때문이라고 설명하였다.

늑막삼출액의 산성화는 급성 폐장염에서도 볼 수 있

는데, Funahashi²¹⁾는 폐장위낭포에서 늑막삼출액의 pH가 7.30이하임을 처음으로 보고하였다. 이때 늑막삼출액의 amylase가 Goldman²⁷⁾이 보고한 예에서처럼 증가하게 되는데, 고농도의 amylase가 늑막에 손상을 주어 당질대사를 증가시키고 수소이온의 유출을 차단시킨다고 하였다²⁸⁾. 본 예의 취장염에서도 pH는 7.20으로 산성화를 보였다.

혈흉에서도 늑막저류액의 산성화가 일어날 수 있는데, Light²⁰⁾는 외상 10시간 후에 늑막저류액의 pH는 7.17이라고 하였으며, 폐경색에 의해 이차적으로 생긴 혈성저류액은 7.29라고 하였다. Good²⁹⁾는 이 경우 적혈구용적이 증가하여 적혈구대사에 의한 산의 생성이 증가되고 또 늑막에 손상을 주어 수소이온의 유출이 차단되어 산성화가 생긴다고 하였다. 저자들의 경우에는 총대상 증 한 예에서 pH가 7.15로 산성화를 보였다.

여출액은 늑막표면을 침범하지 않고, 혈장교질 삼투압이나 전신 및 폐정맥의 압력이 증가해서 생기므로³⁰⁾, 늑막내 산성화를 일으키지 않으며, 저자들의 경우에도 여출액 12예 모두에서 pH가 7.30이상으로 늑막산성화는 보이지 않았다.

농흉의 경우에 늑막내 산성화가 일어나는 기전은 Sahn^{19,22,31)}에 의하면, 백혈구와 세균에 의해서 HMP shunt를 통해 당이 가수분해되어 CO₂와 lactate 생성증가가 늑막삼출액 산성화의 주요원인이 된다고 하였으며, 다량의 늑막삼출액 및 늑막염증과 섬유화 때문에 CO₂와 lactate의 늑막강밖으로의 이동장애로 인한 농도증가도 하나의 원인이 된다고 하였다. 저자들의 경우에도 농흉을 동반한 늑막삼출액의 pH는 7.10(Mean=7.02±0.06)이하로 가장

심한 근육내 산성화를 나타내었다.

결핵성 근육삼출액과 폐렴에 수반된 근육저류액이 생기는 기전은 Black⁸⁾에 의하면, 염증에 의한 폐막 모세관의 투과력이 증가되므로, 근육강내로 단백질의 유출이 증가되고 근육에 섬유소가 침착되며, 또한 이 때문에 수분 및 단백질의 흡수가 저하되어 삼출액이 생긴다고 하였다. 이 경우 근육삼출액의 산성화 기전은 백혈구에 의한 산 생성증가 및 수소이온의 유출차단 때문이라고 하였다¹⁹⁾. sbarra²⁸⁾는 세균수가 매우 적어서 Gram 염색에서 증명이 되지 않아도, 근육강내에서 백혈구가 세균 혹은 세균의 생성물을 식작용하므로써 pH를 낮출 수 있다고 하였다.

폐렴에 수반된 근육저류액의 임상경과를 판정하는데 있어 Light²⁰⁾는 근육저류액의 pH가 폐렴에 수반된 저류액의 임상경과에 예견적 가치가 있다고 하였으며, pH가 7.20이상인 경우에는 흉부삽관술이 없이 항생제만으로 저류액은 소실되었고, pH가 7.20이하인 경우는 항생제와 근육천자만으로 저류액이 효과적으로 흡수되지 않는다고 보고하였다. 또한 Raout²⁹⁾도 동일한 결과를 보고하였으며, Vianna³⁰⁾는 비결핵성 농흉에서 근육삼출액의 백혈구수가 15,000/cu mm 이상이고 단백질치가 3.0 g/dl 이상인 경우에 흉부삽관술에 의한 배농을 권장하였다. Sahn 등¹⁹⁾은 근육저류액의 산성화는 세균오염의 초기 지표이며, 산성의 폐렴에 수반된 근육저류액은 배출하기가 어렵고, 유착이나 소방형성 및 제한성 호흡장애가 자주 발생함을 실험적으로 밝혔다. 최근에 이르러 Light 등³²⁾은 폐렴에 수반된 근육저류에서 흉부삽관술의 필요성 유무에 대해서, 근육저류이 아래까지 특징증 (1) pH가 7.00이하 (2) 육안적으로 농인 경우 (3) 당질치가 40 mg/dl 이하 (4) Gram 염색상 세균이 보이는 경우 하나만 있으면 즉시 흉부삽관술을 시행하여야 한다고 하였다. 그리고 근육저류액의 pH가 7.20이상이고 LDH 치가 1000 mg/dl 이하인 경우에는 더 이상의 진단적 혹은 치료적인 근육천자는 필요없다고 하였다. 그러나 근육저류액의 pH가 7.00과 7.20사이이거나 LDH 치가 1,000 mg/dl 이상이면, 흉부삽관술의 필요성 유무는 환자에 따라 각각 다르다고 하였다. 아주 많은 양의 저류액이 있고 pH가 7.00에 가까우면 대개는 흉부삽관술을 시행하나 일부에서는 연속적인 근육천자를 할 수도 있다고 하였다. 근육저류액의 pH와 당질치가 상승하고 LDH 치는 감소하는 경향이 있는 경우에는 근육천자만으로 배액이 가능하지만, pH와 당질치가 감소하고 LDH 치는 증가하는 경향이 있으면 흉부삽관술로 반드시 대처하여야 한다

고 하였다. 위의 기준은 폐렴에 수반된 근육저류액에만 적용이 되고, 낮은 근육삼출액 pH가 생길 수 있는 또 다른 질환, 즉 결핵성, 류마티스양 및 악성 근육삼출액에서의 흉부삽관술의 시행은 근육삼출액의 pH와 무관하다고 하였다. 저자들의 경우에는 Light³²⁾의 기준에 따라 폐렴에 수반된 근육저류액 7예 모두가 pH는 7.20이상으로 흉부삽관술을 시행하지 않았으며 pH가 7.20이하인 농흉에서는 흉부삽관술을 즉시 시행하였다.

악성질환에서 근육저류액의 신성화 기전은 Good^{7,23)}는 근육강으로부터 CO₂와 lactate의 유출차단과 악성 세포에 의한 산의 생성이 증가하기 때문이라고 하였다.

근육삼출액의 원인으로 악성질환과 결핵이 의심될 때 근육삼출액 pH의 진단적 가치는, Light²⁰⁾는 7.40이상이면 결핵보다는 최근에 발생한 악성질환일 가능성이 높고, pH가 7.30이하면 악성질환보다 결핵일 가능성이 높다고 보고하였다. 그러나 3개월이상된 악성질환이나 종격동 이동이 동반된 다량의 악성 근육삼출액에서는 pH가 7.30이하인 예를 관찰할 수 있다고 하였다. 한편 Raoul²⁹⁾도 악성질환의 평균 pH가 결핵보다도 유의하게 높았다고 하였다. 본 경우에서는 결핵성 근육삼출액의 평균 pH는 7.27±0.14이었고 악성질환의 평균 pH는 7.28±0.15로써 두 평균값사이에 통계학적으로 유의한 차이는 없었으나 (p>0.05), 악성질환 7예중 4예는 폐암전이었고, 급성 골수성 백혈병, 악성 중피종과 전이성 선암이 각각 1예로써, 다량의 근육삼출액이 동반된 급성 골수성 백혈병의 근육저류액 pH는 7.27, 약 6개월정도된 전이성 폐암 2예에서 근육저류액 pH는 7.01과 7.16으로 7.30이하임을 관찰할 수 있었다. 또한 최근에 생긴 악성질환의 평균 pH는 7.38로써 7.40에 근접함을 관찰하였다. 그러므로 근육저류액의 pH 하나만으로는 결핵과 악성질환을 확연히 구별할 수 없으나, 최근에 생긴 악성질환의 pH는 7.38이었으므로 이러한 경우 결핵과의 감별이 가능한지는 지속적 관찰이 필요하리라고 생각된다.

결 론

1984년 2월부터 1984년 7월까지 한림대학부속 한강성심병원 내과에 입원하였던 근육저류액을 동반한 환자 53예를 대상으로 근육저류액의 pH를 측정하여 질환에 따른 차이를 관찰하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1) 여출액은 53예중 12예이었으며, 그 원인질환은

만성신부전, 울혈성 심부전 및 간경변증이었고, 이들은 모두 늑막저류액의 pH가 7.30이상이었다.

2) 삼출액은 53예중 41예이었으며, 그 원인질환은 결핵, 악성질환, 부폐렴성, 농흉, 혈흉 및 췌장염이었고 늑막삼출액의 pH는 원인에 따라 변동이 심하였다.

3) 농흉의 pH는 7.20이하(Mean pH=7.02±0.06)로 이들은 모두 흉부삽관술에 의한 배농을 하였고, 부폐렴성 늑막저류액의 pH는 7.30이상(Mean pH=7.35±0.04)으로 흉부삽관술에 의한 배출을 하지 않았음에도 불구하고 모두 치유가 되었다.

4) 결핵과 악성질환 두군의 늑막삼출액 pH를 비교할 경우에 결핵의 평균 pH는 7.27±0.14, 악성질환은 7.28±0.15로써 두군사이에 유의한 차이는 없었으나($p>0.05$), 악성질환에서 늑막삼출액의 양이 매우 많아 종격동이 밀려 있는 경우와 6개월이상 경과된 악성질환은 모두 늑막삼출액의 pH가 7.30이하이었다.

그러나 종격동이동이고 6개월이하인 악성질환의 경우 pH는 7.38로 높으므로, 이런 경우 결핵과 구별할 수 있을지는 더 많은 관찰이 필요하리라 생각된다.

REFERENCES

- 1) Leuallen BC, Carr DT: Pleural effusion. A statistical study of 436 patients. N Engl J Med 252:79, 1955
- 2) Light RW, MacGregor ML, Luchsinger PC, Ball WC Jr: Pleural effusions: The diagnostic separation of transudates and exudates. Ann Int Med 77:507, 1972
- 3) Black LF: The pleural space and pleural fluid. Mayo Clin Proc 47:493-506, 1972
- 4) Storey DD, Dines DE, Coles DT: Pleural effusion: a diagnostic dilemma. JAMA 236: 2183, 1976
- 5) Light RW: Pleural effusions. Med Clin North Am 61:1339, 1977
- 6) 송현순, 송희승, 서순규: 늑막저류액의 여출액과 삼출액의 감별진단에 관한 연구. 대한내과학회잡지 20:243, 1977
- 7) Good JT, Taryle DA, Maulitz RM, Kaplan RI, Sahn SA: The diagnostic value of pleural fluid pH. Chest 78:55, 1980
- 8) Dines DE, Pierre RV, Franzen SJ: The value of cells in the pleural fluid in the differential diagnosis. Mayo Clin Proc 50:571, 1975
- 9) Carr DT, Power MH: Clinical value of measurements of concentration of protein in pleural fluid. N Engl J Med 259:926, 1958
- 10) Paddock FK: The diagnostic significance of serous fluids in disease. N Engl J Med 223: 1010, 1940
- 11) 김병천, 김관영, 최진학, 최완규, 임정순: LDH 활성도를 이용한 여출액의 여출과 삼출의 감별에 대하여. 대한내과학회잡지 18:729, 1975.
- 12) 이미혜, 이재동, 정기수, 이경원: 늑막저류액 감별진단에 대한 LDH 치의 의의. 대한내과학회잡지 26:631, 1983
- 13) Donohoe RF, Kata S, Matthews M: Pleural biopsy as an aid in the etiologic diagnosis of pleural effusion: Review of the Literature and report of 132 biopsies. Ann Intern Med 48:344, 1958
- 14) Scerbo J, Keltz HM, Stone DJ: A prospective study of closed pleural biopsies. JAMA 218: 377, 1971
- 15) 조영철, 김원호, 이상무, 이병기, 도사금: 늑막침 생검의 진단적 의의. 대한내과학회잡지 23:361, 1980
- 16) Glaubarth H, Macker B, Guest GM: Effect of acidosis on utilization of glucose in erythrocytes and leukocytes. Am J Phys 172:301, 1953
- 17) Berger HW, Maher G: Decreased glucose concentration in malignant pleural effusions. Am Rev Respir Dis 103:427, 1971
- 18) Potts DE, Wilcox ML, Good JT, Taryle DA, Sahn SA: The acidosis of low glucose pleural effusion. Am Rev Respir Dis 117:665, 1978
- 19) Sahn SA, Tarle DA, Good JT Jr: Experimental empyema: Time course and pathogenesis of pleural fluid acidosis and low pleural fluid glucose. Am Rev Respir Dis 120:355, 1979
- 20) Light RW, MacGregor MI, Ball WC Jr, Luchsinger PC: Diagnostic significance, of pleural fluid pH pCO₂. Chest 64:591 1973
- 21) Funahashi A, Sarkar TK, Korry RC: Measurement of respiratory gases and pH of pleural fluid. Am Rev Respir Dis 108:1266, 1973

- 22) Sahn SA, Potts DE: Turpentine pleurisy in rabbits: a model of pleural fluid acidosis and low pleural fluid glucose. *Am Rev Respir Dis* **118**:893, 1978
 - 23) Good JT Jr, Taryle DA, Kaplan RL, Maulitz PM, Sahn SA: Pathogenesis of low glucose-low pH malignant effusions. *Am Rev Respir Dis* **119**:119,
 - 24) Potts DE, Levin DC, Sahn SA: Pleural fluid pH in parapneumonic effusions. *Chest* **70**:328, 1976
 - 25) Dodson WH, Hollingsworth JW: Pleural effusion in rheumatoid arthritis: impaired transport of glucose. *N Engl J Med* **275**:1337, 1966
 - 26) Dye RA, Laforet EG: Esophageal rupture: diagnosis by pleural fluid pH. *Chest* **66**:454, 1974
 - 27) Goldman M, Goldman G, Fleischner FG: Pleural fluid amylase in acute pancreatitis. *N Engl J Med* **266**:715, 1962
 - 28) Sbarra AJ, Karnovsky ML: The biochemical basis of phagocytosis 1. Metabolic changes during the ingestion of particles by polymorphonuclear leukocytes. *J Biol Chem* **234**:1355-1362, 1959
 - 29) Raoul CV, Rene NV, Sergio NA: Pleural fluid pH, its diagnostic value. *Chest Diseases Dec.*: 39-43, 1982
 - 30) Vianna NJ: Nontuberculous bacterial empyema in patients with and without underlying JAMA **215**:69, 1971
 - 31) Sahn SA, Reller LB, Taryle DA, Antony VB, Good JT: The contribution of Leukocyte and Bacteria to low pH of Empyema Fluid. *Am Rev Respir Dis* **128**:811, 1983
 - 32) Light RW, Girard WM, Jenkinson SG, George RB: Parapneumonic Effusions. *Am J Med* **69**: 507-511, 1980
-