

# 肺結核患者における動脈血ガスについて

## 第 1 報 肺結核患者の病床分類と動脈血ガス含有量

名古屋大学医学部青山内科 (主任 青山進干教授)

国立岐阜療養所 (所長 大野道夫博士)

度 会 文 男

(受付 昭和 30 年 11 月 22 日)

本研究の要旨は第 6 回日本結核病学会東海地方総会において発表した。

### I 緒 言

人体について始めて動脈血のガス分析を実施したのは 1912 年 Hurter<sup>1)</sup> の業績を見ることが出来る。彼は橈骨動脈より採血し、数名の肺疾患につき分析し、重症肺結核患者における酸素飽和度の著名な減少および浸出性肋膜炎における動脈血酸素含有量の減少をのべている。その後 1922 年には Le Blanc<sup>2)</sup>、1928 年には Fritz Pomplum<sup>3)</sup> が血液ガスの変化について検討し、いずれも病症の増進と共に酸素含有量が減少することを報告している。ついで Van Slyke<sup>4)</sup> が血液中の予備アルカリ増減の標識として、血中総炭酸ガス量の測定を提唱して以来、これに関する研究が相ついで行われるようになった。我が国においては、1932 年海老名<sup>5)</sup> が肺結核患者について測定し、重症肺結核患者の動脈血酸素飽和度は減少する傾向にあることを述べている。1937 年には齋藤<sup>6)</sup> が Van Slyke の変法として齋藤式微量血液ガス分析装置を考案し、吉村<sup>7)</sup>、山内<sup>8)</sup>等はこれを用いて研究し、それぞれ病勢に並行して動脈血酸素含有量は減少し、炭酸ガス含有量には大差のないことを報告している。近時肺結核の手術的療法が盛んに行われているが、肺切除術、あるいは胸廓整形手術と血液ガスとの関係については桑原<sup>9)</sup>、鈴木<sup>10)</sup>、二之湯<sup>11)</sup>、中西<sup>12)</sup>等の業績がある。かやうに肺結核の外科的治療が発達するにつれ、肺結核患者の肺機能の問題は重大視されて来た。私も、肺結核患者について動脈血のガス分析を実施し、これと病症分類との関係について検討した。

### II 研究方法ならびに研究対象

動脈血ガス分析は、齋藤幸一郎氏考案になる齋藤式微量血液ガス分析装置を用いた。対象として選んだ健康者は、国立岐阜療養所に勤務する職員で、男 5 名、女 5 名、計 10 名にして、いずれも過去に著患を経過したことなく、かつ現在も何等疾病を有しないことを確認した者である。肺結核患者は国立岐阜療養所に入所加療中の者で

男 37 名、女 20 名、計 57 名である。いずれも結核以外の合併症なく、また近くに化学療法をうけていない。かつまた人工気胸術、人工気腹術、胸廓整形術、あるいは肺切除術の如き療法を実施していない患者を選択した。女子においては月経時はさけ、月経中間期に検索を行った。

### III 実験成績

#### 1) 健康者の動脈血ガス含有量

第 1 表は健康者の血液ガス含有量の平均値にして、文献に記載せる従来の値を抜粋してこれを第 2 表に示し、これと私の成績を比較して見ると、概ね同様の値であった。

#### 2) 肺結核患者の動脈血ガス含有量

##### i 病巣の広がりや動脈血ガス含有量

肺結核の如き肺臓の実質性疾患においてはガス交換が代償機能を考慮に入れても若干の障害を蒙ることは容易に考えられるところであり、かつ病巣の広狭に左右され

第 1 表

		O <sub>2</sub> vol %	CO <sub>2</sub> vol %
1	♂	20.1	53.6
2	♂	19.8	49.8
3	♂	18.9	48.6
4	♂	15.6	39.2
5	♂	22.0	53.0
6	♀	17.7	44.4
7	♀	16.3	46.2
8	♀	17.1	42.3
9	♀	16.8	45.4
10	♀	17.9	45.2
男平均		19.2	48.8
女平均		17.2	44.7
男女平均		18.2	46.7

第 2 表

著 者	O <sub>2</sub> vol %	CO <sub>2</sub> vol %
齊 藤	17.1—19.8	46.7—51.7
加 藤	18.0—18.5	45.0
正 路 合	19.0—21.0	40.0—60.0
♀	17.0—19.0	
Hurter	18.5	38.5—45.0
Le Blance	18.5	43.6
山 内	18.8	44.2
度 会 合	19.2	48.8
♀	17.2	44.7

ることは想像に難くない私は肺結核患者を、1950年アメリカにおいて発表され現在広く用いられている病巣の広がりによる分類、すなわち軽度 (minimal) 中等度 (moderately advanced) 高度 (Far advanced) によって分類し、それぞれの動脈血ガス含有量を測定し、第3表の如き結果を得た。

第 3 表

		男	女	男 女 平均値	
健 康 (10人)	O <sub>2</sub>	(5人) 19.2	(5人) 17.2	18.2	α=0.05
	Co <sub>2</sub>	48.8	44.7	46.7	
軽 度 (15人)	O <sub>2</sub>	(6人) 19.2	(9人) 14.7	16.5	F <sub>0</sub> =1.78<F=4.28
	Co <sub>2</sub>	49.7	43.5	46.0	F <sub>0</sub> =0.03<F=4.28
中 等 度 (25人)	O <sub>2</sub>	(19人) 15.8	(6人) 12.3	14.9	F <sub>0</sub> =5.06>F=4.15
	Co <sub>2</sub>	44.7	45.7	45.0	F <sub>0</sub> =0.84>F=4.15
高 度 (17人)	O <sub>2</sub>	(12人) 13.8	(5人) 12.2	13.3	F <sub>0</sub> =10.25>F=4.24
	Co <sub>2</sub>	50.3	42.1	47.9	F <sub>0</sub> =0.20<F=4.24

酸素含有量：男子においては軽度のものは 19.2vol% で、健康値に等しい値を示し、中等度のものでは 15.8 vol%，高度のものでは 13.8 vol% で、病巣の拡大に伴つて酸素含有量は著明な減少を示している。女子においては軽度 14.7 vol% で、病巣の狭小な者においてもすでに酸素含有量は健康値より減少傾向にある。中等度のものでは 12.3 vol%，高度のものでは 12.2 vol% を示し、著明なる減少の傾向を示している。さらに、男女平均値においては、軽度 16.5vol%，中等度 14.9vol%，高度 13.3 vol% と病巣の拡大に伴つて減少を示し、これを5%の危険率において推計学的に健康値と比較検討すると、軽度 F<sub>0</sub>=1.78<F=4.28, 中等度 F<sub>0</sub>=5.06>F=4.15, 高度 F<sub>0</sub>=10.25>F=4.24 となり中等度、高度において明かに有意の差を認める。すなわち、肺結核患者においては一般に酸素含有量は減少し、病巣の拡大

第 4 表

		男	女	男 女 平均値	
健 康 (10人)	O <sub>2</sub>	(5人) 19.2	(5人) 17.2	18.2	α=0.05
	Co <sub>2</sub>	48.8	44.7	46.7	
非活動 (13人)	O <sub>2</sub>	(6人) 19.5	(7人) 14.0	16.6	F <sub>0</sub> =1.32<F=4.32
	Co <sub>2</sub>	48.7	41.0	44.6	F <sub>0</sub> =0.86<F=4.32
停 止 (15人)	O <sub>2</sub>	(10人) 15.9	(5人) 13.2	15.1	F <sub>0</sub> =5.40>F=4.28
	Co <sub>2</sub>	44.6	48.1	45.8	F <sub>0</sub> =0.14<F=4.28
活 動 (20人)	O <sub>2</sub>	(21人) 14.5	(8人) 12.9	14.1	F <sub>0</sub> =13.07>F=4.11
	Co <sub>2</sub>	48.2	43.6	46.9	F <sub>0</sub> =0.039<F=4.11

と共にその減少度がさらに高度となることを知る。

炭酸ガス含有量：炭酸ガス含有量は男女共、軽度、中等度、高度のいずれにおいても、その値は健康値に近く、男女の平均値は、軽度 46.0vol%，中等度 45.0vol%，高度 47.9 vol% で推計学的には F<sub>0</sub>=0.03<F=4.28, F<sub>0</sub>=0.84<F=4.15, F<sub>0</sub>=0.20<F=4.24 を示し、いずれも有意の差が認められない。

ii 臨床分類と動脈血ガス含有量

臨床的分类、すなわち胸部X線所見、症候、試験室的検査成績等から次の如く分類し、それぞれの動脈血ガス含有量を比較した。すなわち非活動性 (inactive)、停止性 (arrested)、活動性 (active) の三つに分類して動脈血ガス含有量を測定し、第4表の如き結果を得た。

酸素含有量：男女の平均値は非活動性 16.6vol%，停止性 15.1 vol%，活動性 14.1 vol% で、いずれも酸素含有量は減少傾向を示し、推計学的に検討すると、非活動性 F<sub>0</sub>=1.32<F=4.32, 停止性 F<sub>0</sub>=5.40>F=4.28, 活動性 F<sub>0</sub>=13.07>F=4.11 を示し、停止性、活動性において有意の差を認める。

炭酸ガス含有量：男女の平均値は非活動性 44.6vol%，停止性 45.8 vol%，活動性 46.9 vol% で、各々の間に若干の差異はあるが、これを推計学的に検討すると F<sub>0</sub>=0.86<F=4.32 F<sub>0</sub>=0.14<F=4.28, F<sub>0</sub>=0.04<F=4.11 となり、いずれも有意の差は認められない。

iii 排菌状態と動脈血ガス含有量

肺結核患者が結核菌を排出するや、否やは、その予後に重大な意義を有し、また治療上にも重要である。一方必ずしも排菌状態と病巣の広がりとは並行しないが、血液ガス含有量との間には如何なる関係があるかをみるため、排菌状態を塗抹集菌陽性、培養陽性、陰性に分類して動脈血ガス含有量との関係を検討し、第5表の如き結果を得た。

酸素含有量：男女の平均値は陰性者 16.2 vol%，培養陽性者 14.3 vol%，集菌塗抹陽性者 14.4 vol%

第 5 表

		男	女	男 女 平均値	
健康 (10人)	O <sub>2</sub>	(5人) 19.2	(5人) 17.2	18.2	$\alpha=0.05$
	Co <sub>2</sub>	48.8	44.7	46.7	
塗抹集 菌陽性 (27人)	O <sub>2</sub>	(20人) 15.1	(7人) 12.5	14.4	F <sub>0</sub> =10.91>F=4.11
	Co <sub>2</sub>	48.2	42.7	46.8	F <sub>0</sub> =0.018<F=4.11
培 養 陽 性 (14人)	O <sub>2</sub>	(10人) 14.2	(4人) 14.7	14.3	F <sub>0</sub> =10.26>F=4.30
	Co <sub>2</sub>	44.2	48.2	45.4	F <sub>0</sub> =0.26<F=4.30
陰 性 (16人)	O <sub>2</sub>	(8人) 19.3	(8人) 13.1	16.2	F <sub>0</sub> =1.73<F=4.26
	Co <sub>2</sub>	49.5	41.8	45.6	F <sub>0</sub> =0.25<F=4.26

で、結核菌陽性者に減少の傾向を示し、推計学的には陰性  $F_0=1.73<F=4.26$ 、培養陽性  $F_0=10.26>F=4.30$ 、集菌塗抹陽性  $F_0=10.91>F=4.11$  で、培養陽性、塗抹集菌陽性群に有意の差を認める。

炭酸ガス含有量：男女の平均値においては陰性 45.6 vol%，培養陽性 45.4 vol%，集菌塗抹陽性 46.8 vol% で、いずれも健康値に近く、推計学的にもそれぞれ、 $F_0=0.25<F=4.26$ 、 $F_0=0.26<F=4.30$ 、 $F_0=0.02<F=4.11$  で有意の差は認められない。

#### iv 空洞の有無と動脈血ガス含有量

肺結核患者における空洞は、肺組織の融解並に崩潰を意味し、空洞が認められるものではそれだけ呼吸面積も狭少し、血液ガス含有量にも変化を来すことは想像し得るところである。肺結核患者を空洞の有無によつて分類し、動脈血ガス含有量との関係を検討すると第6表の如き結果を得た。

酸素含有量：男女の平均値は空洞を有するもの 14.7 vol%，空洞無きもの 15.3 vol% で、何れも健康値より減少の傾向を認め、これを推計学的に検討すると、空洞を有するもの  $F_0=4.46>F=4.05$ 、空洞無きもの  $F_0=2.10<F=4.20$  で、空洞を有するものに有意の差を認める。

第 6 表

		男	女	男 女 平均値	
健康 (10人)	O <sub>2</sub>	(5人) 19.2	(5人) 17.2	18.2	$\alpha=0.05$
	Co <sub>2</sub>	48.8	44.7	46.7	
空洞有 (37人)	O <sub>2</sub>	(27人) 15.2	(10人) 13.2	14.7	F <sub>0</sub> =4.46>F=4.05
	Co <sub>2</sub>	47.5	43.9	46.5	F <sub>0</sub> =0.02<F=4.05
空洞無 (20人)	O <sub>2</sub>	(10人) 17.0	(10人) 13.5	15.3	F <sub>0</sub> =2.08<F=4.20
	Co <sub>2</sub>	46.9	43.8	45.4	F <sub>0</sub> =0.31<F=4.20

第 7 表

		男	女	男 女 平均値	
健康 (10人)	O <sub>2</sub>	(5人) 19.2	(5人) 17.2	18.2	$\alpha=0.05$
	Co <sub>2</sub>	48.8	44.7	46.7	
30m.m. 以上 (15人)	O <sub>2</sub>	(11人) 12.6	(4人) 13.0	12.7	F <sub>0</sub> =24.99>F=4.28
	Co <sub>2</sub>	49.4	42.3	47.5	F <sub>0</sub> =0.34<F=4.28
30mm   10mm (16人)	O <sub>2</sub>	(11人) 16.6	(5人) 11.8	15.2	F <sub>0</sub> =4.13<F=4.22
	Co <sub>2</sub>	48.2	44.3	47.0	F <sub>0</sub> =0.19<F=4.22
10mm 以下 (25人)	O <sub>2</sub>	(16人) 16.8	(9人) 14.6	16.0	F <sub>0</sub> =3.80<F=4.13
	Co <sub>2</sub>	44.9	43.8	44.5	F <sub>0</sub> =1.01<F=4.13

炭酸ガス含有量：男女の平均値は空洞を有するもの 46.5 vol%，空洞無きもの 45.4 vol% で、推計学的にも  $F_0=0.01<F=4.05$ 、 $F_0=0.31<F=4.20$  を示し、有意の差はない。

#### v 赤血球沈降速度と動脈血ガス含有量

肺結核患者の赤血球沈降速度が、大略病状の重症度、或は病勢と並行関係にあることはすでに知られているところである。これを中等値にて、10mm 以下、11mm—30mm、31mm 以上の三群に分類し、各々の動脈血ガス含有量を比較検討するに、第7表の如き結果を得た。

酸素含有量：男女の平均値は 10mm 以下 16.0 vol%，11mm—30mm 15.2 vol%，31mm 以上 12.7 vol% で、促進の度に並行して酸素含有量も減少する傾向を示し、推計学的にも 10mm 以下  $F_0=3.80<F=4.13$ 、11mm—30mm  $F_0=4.13<F=4.22$ 、31mm 以上  $F_0=24.99>F=4.28$  となり、有意の差を認め、促進の強い程酸素含有量は減少する。

炭酸ガス含有量：男女の平均値では 10mm 以下 44.5 vol%，11mm—30mm 47.0 vol%，31mm 以上 47.5 vol% で、促進の度に応じやゝ増加する傾向にあるが、推計学的には、 $F_0=0.34<F=4.28$ 、 $F_0=0.19<F=4.22$ 、 $F_0=1.01<F=4.13$  でそれぞれの間有意の差は認められない。

## IV 総括ならびに考案

病変の広がり、及び臨床的諸症候から肺結核患者を分類し、その動脈血ガス含有量の変動を検討したが、病変の広がりにおいては範囲の広いほど、排菌状態にては陰性者より陽性者に、空洞の有無にては空洞を有する者に赤血球沈降速度においては促進しているものに、夫々酸素含有量の減少を認め、病状の増悪に伴い Anoxemia の状態にあることが窺われる。これは Hurter<sup>1)</sup> を始めとし、Le. Blance<sup>2)</sup>、Fritz Pomplum<sup>3)</sup> 近くは吉村<sup>7)</sup>、山内<sup>8)</sup> 等の成績と同様である。山内<sup>8)</sup> は動脈血ガス含有量

の減少に対して、三種の原因が考えられると述べている。すなわち、第一に血流の血色素量の減少、第二に血色素量の減少は来さないが酸素結合能(飽和度)の低下、第三として肺の血行の一部短絡を挙げている。近時 Anoxemia の結果として惹起される Anoxia (酸素欠乏症)の問題が論議されるようになったが、Barcroft<sup>13)</sup>、Peters & Vanslyke<sup>14)</sup> は、これを (i) 酸素不足性酸素欠乏症、(ii) 貧血性酸素欠乏症、(iii) 鬱血性酸素欠乏症に分け夫々の原因に論及し、吸気の酸素圧低下により肺胞内の酸素圧が低下する場合、肺胞のガス交換面の縮小、滲出物による肺胞面の被覆、あるいは肺上皮の肥厚、血流の一部短絡、貧血等を挙げている。私もこれらにつき考察すると、重症肺結核患者が貧血の状態にあることはよく知られている。ヘモグロビンと酸素との結合についてみるに、酸素は血液中に単純に溶解して存在する部分はきわめて僅かで、動脈血では 0.2 vol %、静脈血では 0.1 vol % にすぎず、ほとんど全部がヘモグロビンと結合している。肺結核患者のヘモグロビン量については、最近中島<sup>15)</sup>の研究において、軽症ではヘモグロビン量は正常値かあるいはやや低値を示し、中等症では約 $\frac{1}{2}$ が正常値、残りが低値、重症においては全例低値を示し、重症ほどヘモグロビン量は低値であることを述べている。これは私の研究における病症の増悪にしたがつて酸素含有量が減少の傾向にあるという成績と一致する。

肺結核のように、肺実質が崩潰する疾病においては、その病巣の範囲に応じ、また空洞の有無により、肺のガス交換面積は縮小し、また病巣部は肺血行短絡部となる。従つて、病変の広い場合は健康肺部の代償を考えても、なお動脈血の酸素含有量に影響のあることは想像し得る。肺結核患者の酸素飽和度に関して五島<sup>16)</sup>は、肺結核においては肺の形態的並に機能的变化の度にしたがつて Anoxia の存在が当然考慮され、重症群、癒着高度群では動脈血酸素飽和度の低下、すなわち Anoxemia の状態が推定されると述べ、また海老名<sup>5)</sup>も重症肺結核患者では動脈血酸素飽和度は低下すると述べている。この飽和度の低下も酸素含有量減少に原因するものと考えられる。以上、種々の要素につき考察したが、これらのものが種々の程度に相加つて肺結核患者においては病症の増悪と共に、酸素含有量は減少するものであると考えられる。肺結核患者の炭酸ガス含有量に関しては、私の研究においては、肺組織の浸潤、崩潰とあまり関係なく、各病状分類においてもほぼ正常域を示し、炭酸ガスの肺

内における拡散現象は敏速で、酸素拡散現象に比し大であるといわれているが、肺結核患者においても拡散速度は大きいことが想像される。

## V 結 論

健康者 10 名を対象として、肺結核患者 57 名につき動脈血酸素含有量、および炭酸ガス含有量を、齋藤式微量血液ガス分析装置によつて測定した結果は、次の如くである。

i) 健康者の動脈血ガス含有量の男女平均値は酸素 18.2 vol %, 炭酸ガス 46.7 vol % である。

ii) 病巣の広がり、臨床症状、喀痰中結核菌の有無、空洞の有無、および赤血球沈降速度等から肺結核患者を分類し、これらと動脈血ガス含有量との関係を求め、その成績を総合するに、酸素含有量は病症の増悪に伴つて減少の傾向を示し、推計学的にも有意の差を認めた。炭酸ガス含有量ではそれぞれの間に若干の差異は認められるが、いずれも生理的変動範囲内と考えられ、推計学的にもいづれの分類においても、特に有意の差は認められなかつた。

## 文 献

- 1) Hurter : Dtsch. Arch. f. Klin. Med 108.1(1912)
- 2) Le Blance : Beitr. z. klin. d. Tuberkul. 50. 21 (1922)
- 3) Fritz. Pomplum : Zeitschr. f. Tuberkul 50. 387 (1928)
- 4) Vanslyke & Neill : Jour. of Biol. Chem. 61 (1924)
- 5) 海老名 : Tohoku. J.L of. exp. Med 19 337 (1932)
- 6) K. Saito : J.L Biochemie 25. 79 (1937)
- 7) 吉村 : 結核 17, 723 (1939)
- 8) 山内 : 結核 17, 896 (1939)
- 9) 桑原 : 日本外科室函 20, 255 (1943)
- 10) 鈴木 : 日本外科学会雑誌 50回 2~4 156 (1949)
- 11) 二之湯 : 名市大医学会雑誌 2巻 1号 41 (1951)
- 12) 中西 : 脳と神経 5. 90 (1953)
- 13) Barcroft : Lancet 2 : 485 (1920)
- 14) Peters & Vanslyke : Quantative Clinical. Chemistry vol 1 Baltimore, Willias & Wilkin SCO, (1920)
- 15) 中島 : 医療 8, 212 (1945)
- 16) 五島 : 肺 VoL 1 No 4 445 (1954)