

人体呼吸死腔に関する研究

その 1

日本人の呼吸死腔に就いて

岡山大学医学部第一生理学教室（主任：林 香苗教授）

専攻生 守 屋 武 夫

〔昭和 34 年 3 月 16 日受稿〕

第 1 章 緒 論

人体が毎呼吸に際して、吸気の初めの部分は吸気の際、拡つた肺胞内に入り、血液と速かなガス交換に関与するが、後の部分は気管支枝、気管支、気管、喉頭、鼻腔、口腔を満たすだけで、血液とのガス交換に関与しない。そのため、ガス交換の意味から、Zuntz²²⁾によつて「呼吸死腔」、又 Enghoff⁸⁾により“Volumen inefficax”の概念が導入された。この容積については、平常の呼吸量 500 ml の欧米人にて、大体 150 ml で、1 回呼吸量の約 3 割と記載されていて、日本の生理学教科書にもこの 150 ml の値がそのまま用いられている現状である。欧米人に比較して体格が小さく、呼吸量も亦少ない日本人では、事実果して、どうであろうか。この呼吸死腔（以下 VD と略記す）の大きさは平常時、又疾病時に行われる呼吸ガス交換の能率上、重要な意義を持っているので、私は先づ日本人の性別、年齢別の VD を測定したいと考えた。

第 2 章 測定方法

わたしは Bohr の公式にもとづく測定法を採用した。本法によれば、呼気は死腔ガスと肺胞ガスの 2 つのものから成りたち、死腔ガス、肺胞ガスは各個有の組成を持ち、つぎの Bohr の公式が成立する。

$$VT \times C_{VT} = VD \times C_{VD} + (VT - VD) \times C_{AL}$$

VT: 1 回呼吸量, VD: 呼吸死腔容積,

C_{VT}: 呼気のガス濃度, C_{VD}: 死腔気体のガス濃度,

C_{AL}: 肺胞気体のガス濃度.

本研究においては、被検者に普通の室内空気を呼吸せしめて、1 回呼吸量及び呼気、吸気、肺胞気中の炭酸ガス濃度を測し、Bohr の公式によつて VD を求めた。その実施に当つては

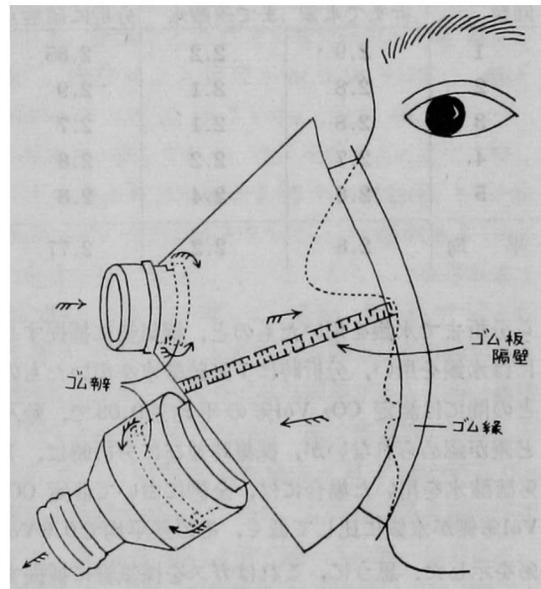
1) 被検者の状態と姿勢

常に安静、椅座位とする。

2) 呼気の採集

次述するマスクを通して、呼気をダグラス袋に 3 分間採集し、併せて呼吸数をも計る。そして得た呼気の極く僅かな部分が採気管中に水銀置換により、取り入れられて、その中の炭酸ガス濃度測定に用いられ、呼気の全容量は湿式ガス計にて、BTPS で測定された。使つたマスクは略図（図 1）に示すよ

第 1 図 マスク構造略図



うに、特にゴム板によつて、鼻腔側と口腔側とに完全に分離され、弁膜装置により、吸気は鼻腔から吸入し、呼気は口腔を通じて呼出される様に設らえた。これにより、マスクの使用により、その気腔だけ VD が増大すると、計測せんとする気道腔の拡がりが増大するとの報告²⁾があるためである。この追加死腔の検討は次編に記述する。

3) 肺胞気の採集

呼気採集時と同じ安静、椅坐位の状態で、Haldane-Priestleyの方法¹⁴⁾(以下H-P法と略記す)に従い、正常呼気あるいは吸気の終末に、最大の強く急速な呼気をなし、バルブを通して、内径約2 cm、長さ約1 mの内壁平滑な直線状管の中へ呼気を吹きこむ。呼気終了後直ちにバルブを閉じた上、バルブに接した管の側面に先端を挿し込んである採気管内へ直管内のガスを水銀と置換し、採集した。

4) 炭酸ガス濃度の測定

採気管に捕捉された呼気及び肺胞気について、労研式ガス分析器(10 ml 分析用)により、その炭酸ガス濃度(Vol%)が測定された。

第3章 基礎実験

1) ガス採集及び分析時に使用される水銀とその代品としての1%硫酸水の比較。

呼気、肺胞気を採集し、又分析器にかけるとき、ガスの置換材として水銀と1%硫酸水の炭酸ガスに対する態度を検討した。第1表に示す通り、採集か

第1表 1%硫酸水の呼気 CO₂ 濃度 (Vol%) 測定

方法回数	採気から分析まで水銀	採気から分析まで硫酸水	採気を水銀、分析に硫酸水
1	2.9	2.2	2.85
2	2.8	2.1	2.9
3	2.8	2.1	2.7
4	2.7	2.2	2.6
5	2.8	2.4	2.8
平均	2.8	2.2	2.77

ら分析まで水銀を用いたものと、採気管に捕捉するには水銀を用い、分析時に1%硫酸水を用いたものとの間には測定 CO₂ Vol%の平均差0.03で、殆んど差が認められないが、採集時並びに分析時に、1%硫酸水を用いた場合には、全例において測定 CO₂ Vol%側が水銀に比して低く、その差平均で0.6 Vol%を示した。思うに、これはガスを採気管に捕捉する時、ガスが硫酸水と充分にふれて、物理的に炭酸ガスが硫酸水に拡散吸収されるため、以上の実験から本研究には硫酸水は水銀の代品として耐えないことが解つた。

2) 肺胞 CO₂ 濃度の検討

a) 呼気終末及び吸気終末肺胞 CO₂ 濃度の比較
わたしの行つたような方法で、肺胞ガスの組成は、

肺換気の周期的性質のため、時間と共にどの程度変化するかと考へて、本実験を行つた。結果は第2表

第2表 H-P法の肺胞 CO₂ 濃度

例	肺胞ガス	肺胞 CO ₂ 濃度 (Vol%)	
		呼気終末	吸気終末
A		5.5	5.1
B		6.2	5.9
C		5.1	4.9
D		6.0	5.7
E		5.9	5.6
平均		5.74	5.44

に示す通り、5例の比較実験成績の全てに於て、呼気終末の方が高く、その CO₂ 濃度差は約 0.30 Vol%であつて、統計学上も有意の差を認めた。そして、この呼吸期的変動は当然呼気の組成に反映して、影響しているものと推測されるので Bohr 式に適用する肺胞 CO₂ 濃度としては両者の平均値を用いた。

b) 肺胞 CO₂ 濃度の復元性

H-P法にもとづく採気は、正常安静呼吸の型を中断するから、一樣の状態に復するまでに時間がかかるので、短時間内に呼気終末並びに吸気終末の肺胞ガスを採集して、どの程度に復元性のある試料が得られるについて検討した。第3表は充分に安静呼

第3表 肺胞 CO₂ 濃度 (Vol%) の復元性

回数	例	A	B
1		5.1	5.2
2		5.0	5.3
3		5.0	5.1
4		5.2	5.1
5		5.0	5.2
平均		5.06 ±0.089	5.18 ±0.083

吸に復した状態で頻回に採集した肺胞 CO₂ 濃度の復元性を示したものである。兩人各々5回平均5.06 ± 0.089 Vol, 5.18 ± 0.083 Vol%を示し、大体平均値の1.7~1.6%の動揺である。

c) 体位との関係

肺胞 CO₂ 濃度に及ぼす体位の影響に就いて実験した。第4表は背臥位と椅坐位とにおける安静呼吸での比較である。背臥位が全例において、CO₂ 濃度高く、平均0.18 Vol%高くなつてゐる。それ故、肺

第4表 体位及び運動による肺泡 CO₂ 濃度 (Vol %) の変動

例	姿勢		例	状態	
	坐位	背臥位		安静	運動
A	5.6	5.7	A	5.1	5.5
B	5.1	5.3	B	5.7	5.8
C	5.45	5.5	C	5.5	6.0
D	5.25	5.5	D	5.3	5.6
E	5.3	5.6	E	5.4	6.2
平均	5.34	5.52	平均	5.4	5.82

肺泡ガス濃度測定に於ては、体位は無視出来ないで、本研究においては椅坐位を一定の体位として決めた。尚、この体位差は統計学上有意を示した。

d) 運動との関係

全身の新陳代謝の亢進せるときの本法による肺泡 CO₂ 濃度の変化を知るため、本実験を行った。軽くブレーキをかけた自転車を4分間踏ませた後採気した肺泡気の CO₂ 濃度は第4表に示す様に、全例において、運動時に高く、安静時との差は5例平均 0.42 Vol%であつて、この測定差も統計学上有意を示した。そのため、椅坐位の正確な VD 測定に際しては、測定前充分なる休息を与える必要がある。

3) 呼吸死腔値の復元性

求めた VD 値の復元性を検討するために、同一人に就いて、安静椅坐位の VD を反覆測定した(第5表)。その結果、VD 測定値は最大 133 ml, 最小

第5表 VD の復元性

測定	回数					平均
	1	2	3	4	5	
呼吸数/分時	17	19	16	15	16	16.5±2.5
VT ml	388	381	404	378	396	389±11.3
呼気 CO ₂ (Vol %)	3.4	3.4	3.35	3.45	3.45	3.41±0.041
肺誌 CO ₂ (Vol %)	5.1	5.05	5.05	5.1	5.0	5.05±0.05
VD	128	122	133	121	124	125.5±6.7

121 ml, 平均 125±6.7 ml で、変動は約 5%である。この測定値から、同一人における VD と呼吸数、1回換気量、呼気 CO₂ Vol%, 肺泡 CO₂ Vol% との関係性を統計学的に検討すると、換気量との相関係数 $\gamma=0.99$, 呼気 CO₂ 濃度 $\gamma=-0.93$, 呼吸数、肺泡 CO₂ 濃度共に $\gamma=0$ で、換気量、呼気 CO₂ 濃度が VD 値と深い関係があることが伺われた。これらの相関性については、本実験の成績にて

詳しく検討する。

4) 基礎実験についての考察

本実験で VD の測定には、Bohr の公式に基づき、生理的呼吸ガスの炭酸ガス法を採用した。本法の正確な実施に当つては、被検者の理解と協力が必要であることは云うまでもない。更に又、肺泡ガスの採集は肺泡ガスの周期的換気による肺泡ガス組成の時間的变化と、特に H-P 法による肺泡気採集の際の呼吸中断の影響等が絡むため、復元性のある試料を得るにはある程度の熟練をつむことが必要である。本研究で基礎的検討を行ったところによると、まづ安静呼吸終末 CO₂ 濃度と吸気終末 CO₂ 濃度とでは平均約 0.30 Vol% の差があつて、前者が高い。Haldane¹³⁾ 及び Rahn¹⁹⁾ と略々一致した成績であつて、この差は肺換気の周期的変動によるもので、この変動は当然呼気の組成に反映している筈である。故に、本研究では両者の平均値をもつて、Bohr 式に適用する肺泡 CO₂ 濃度とした。尚同一被検者につき、この肺泡 CO₂ 濃度の復元性について検討してみると、変動は平均値の約 1.6%であつた。この程の測定値の動揺は免れ得ない実験誤差として許容されてよいのではないかと考える。次に肺泡 CO₂ 濃度に対する体位の影響を検討してみた。実験成績によると、椅坐位と臥位では常に臥位で CO₂ 濃度が高く、体位による差は平均 0.18 Vol% で、略々 Haldane⁶⁾ の立位 (5.7 Vol%), 臥位 (5.95 Vol%) の傾向と一致している。次に運動による変化に関しては、Krogh¹⁶⁾ は安静時 5.06 Vol, 運動時 5.1 Vol%, Haldane¹²⁾ は安静時 5.9 Vol%, 運動時 6.2 Vol% の成績を得て報告している。わたしの測定成績は Haldane と略々一致しているが、Krogh²⁴⁾ によれば H-P 法の肺泡ガス濃度は安静時は真の肺泡ガス濃度を示すが、運動時は真の肺泡ガスより高い濃度を示すと批判している。私は常識的に等張と云われている動脈血 CO₂ 張力と H-P 法の肺泡 CO₂ 張力とを比較検討してみた。この点は第2編に詳述する。尚 H-P 法によりて同一人の同一状態にて、反覆された VD 測定値の変動範囲は平均 125.5±6.7 ml であつた。この動揺は測定値の約 5%に当り、この種の実験として止むを得ない誤差と考えられる。以上の考察から本測定には充分な安静と一定の椅坐位において行われた。

第4章 本 実 験

1) 検査対象

昭和32~33年,岡山市在住の健康なる日本人男子で,52~22才の事務職員15名,21~19才の学生10名,18~16才の高校生10名,15~14才の中学生10名,女子では36~21才の看護婦10名,19~

16才の看護婦見習生10名,15~14才の中学生10名,計男子45名,女子30名について検べた.

2) 測定成績

全検査75例を男女別,年令別に分かつて,健康な男女の1回換気量(VT),呼吸死腔値(VD)及びVD/VT比率を第6表に掲げた.即ち,男子につい

第 6 表 健康人の性別年令別の呼吸死腔値

性	例数	項目										
		年令	身長 (cm)	胸囲 (cm)	体重 (kg)	肺活量 (ml)	呼吸数 分	VT (ml)	呼気 CO ₂ (Vol%)	肺胞 CO ₂ (Vol%)	VD (ml)	VD/VT
男	15	35.8 ±10.8	161.4 ±4.60	84.4 ±5.31	56.8 ±8.91	3806 ±755	17.5 ±1.69	434 ±85	3.75 ±0.44	5.53 ±0.29	(177~112) 138±21	0.32 ±0.05
	10	20.1 ±0.87	161.8 ±6.61	80.5 ±4.35	54.8 ±6.6	3720 ±532	17.6 ±1.64	362 ±61	3.7 ±0.30	5.46 ±0.41	(145~90) 114±15	0.31 ±0.08
子	10	17.2 ±1.43	162.4 ±2.21	81.0 ±4.44	56.2 ±5.49	3685 ±377	17.3 ±2.94	377 ±47	3.48 ±0.29	5.13 ±0.30	(139~96) 119±12	0.32 ±0.08
	10	14.2 ±0.53	150.0 ±9.23	72.0 ±4.12	39.8 ±7.21	2350 ±555	17.3 ±1.88	347 ±65	4.17 ±0.22	5.65 ±0.35	(129~62) 91±19	0.26 ±0.06
女	10	29.0 ±6.12	152.5 ±3.74	83.2 ±4.96	51.4 ±2.80	2645 ±320	17.7 ±1.83	350 ±62	3.61 ±0.22	5.27 ±0.33	(136~92) 109±14	0.31 ±0.05
	10	17.4 ±1.07	152.7 ±4.79	79.4 ±4.32	49.3 ±5.71	2875 ±564	16.6 ±2.54	349 ±28	3.58 ±0.18	5.06 ±0.33	(115~92) 100±18	0.29 ±0.07
子	10	14.4 ±0.61	147.2 ±7.65	68.3 ±4.38	40.9 ±6.30	2190 ±266	18.0 ±1.4	317 ±32	3.48 ±0.16	4.83 ±0.29	(106~75) 89±10	0.28 ±0.03

ては,22~52才の成人15名では,1回換気量(VT)434±85 ml に対して,VD 138±21 ml, VD/VT 0.32±0.05,19~21才の学生10名では,VT 362±61 ml に対して,VD 114±15 ml, VD/VT 0.31±0.08,16~18才の高校生10名では,VT 377±47 ml に対して,VD 119±12 ml, VD/VT 0.32±0.08,14~15才の中学生10名では,VT 347±65 ml に対して,VD 91±19 ml, VD/VT 0.26±0.06,女子に就いては,21~36才の成人10名では,VT 350±62 ml に対して,VD 109±14 ml, VD/VT 0.31±0.05,17~19才の女子10名では,VT 349±28 ml に対して,VD 100±18 ml, VD/VT 0.29±0.07,14~15才の中学生10名では,VT 317±32 ml に対して,VD 89±10 ml, VD/VT 0.28±0.03 であつた.そこで,この測定成績から,性別,年令別,体格及び肺活量その他の呼吸要素とVD及びVD/VTとの間に相関性があるかどうかを検べるために,これ等の測定値が統計的に検討され,その結果を第7表に掲げた.

a) 性別とVD及びVD/VT

各年代別に男女差を検べると,VDの大きさに就

いて,各年令において,男子が女子に優るが,然し,後述の如く,体格の各計測値とVDとの間に相当の相関性がみられるので,本測定値の男女差は,男女の体格差にもとづくものと考えられる.VD/VTには全く男女差がみられなかつた.即ち男女の間に換気効率の点で優劣差がないものと考えられる.

b) 年令とVD及びVD/VT

年令差については,VDに関して,第7表に示す通り,男女共に順の相関関係が認められる.即ち男女共に成長に伴い大となる.然し,20才以上では年令的差異を認めない.又VD/VT(換気不効商)も順の相関関係が幾分みられる.即ち成人より青少年の方において,換気効率が良いわけである.

c) 各身体計測値との相関

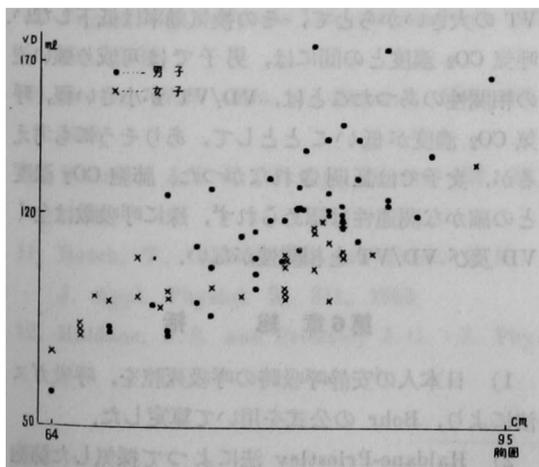
被検査75名の身長,体重,胸囲,坐高,体表面積,肺活量,1回換気量,呼吸数,呼気CO₂Vol%,肺胞CO₂Vol%等の身体計測値とVD及びVD/VTとの間の関係を相関係数(第7表)及び相関図表(2,3,4,5,6)により,統計的に吟味すると,まづVDの大きさは身長,体重,胸囲,体表面積(沼尼氏算式にて身長,体重より算出)に強い順の相関異

第7表 各身体計測値とVDの相関性

		相関係数		Studentのt	
		♂	♀	♂	♀
年令	VD	0.66	0.57	5.76	3.66
	VD/VT	0.42	0.43	3.01	2.46
坐高	VD	0.56	0.22	4.35	1.18
	VD/VT	0.24	0.30	1.56	1.62
身長	VD	0.57	0.72	4.48	5.24
	VD/VT	0.28	0.33	1.89	1.83
胸囲	VL	0.64	0.78	5.46	6.28
	VD/VT	0.34	0.5	2.35	3.03
体重	VD	0.65	0.83	5.56	7.86
	VD/VT	0.28	0.56	1.89	3.66
体表面積	VD	0.73	0.72	6.55	5.24
	VD/VT	0.35	0.54	2.42	3.34
肺活量	VD	0.59	0.77	4.77	6.28
	VD/VT	0.34	0.28	2.35	1.51
呼吸数	VD	0.008	0.04	0.05	0.008
	VD/VT	0.43	0.04	3.07	0.008
呼吸量	VD	0.74	0.70	7.20	5.23
	VD/VT	0.21	0.10	1.37	0.52
呼気CO ₂	VD	-0.36	0.13	2.48	0.73
	VD/VT	-0.73	0.17	6.55	0.94
肺胞CO ₂	VD	-0.14	0.55	0.85	3.45
	VD/VT	-0.29	0.42	1.96	2.41

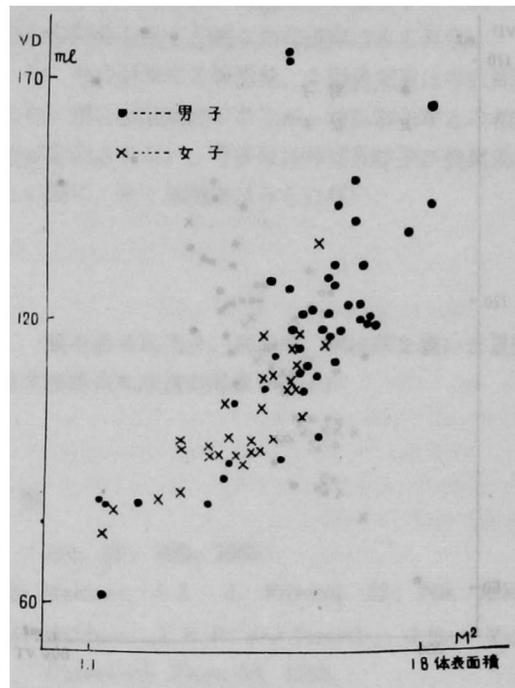
註：自由度 ♂43 ♀28

第2図 胸囲とVD

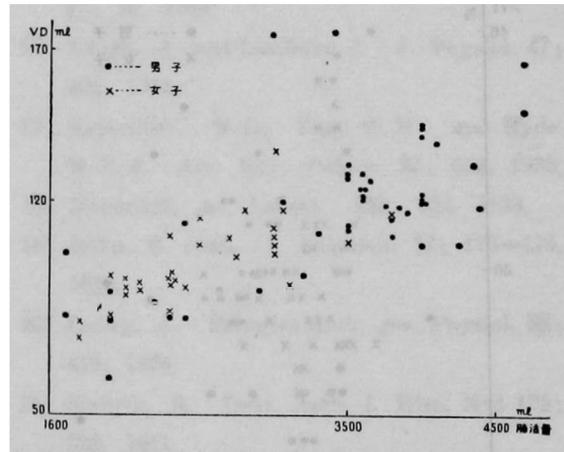


係を示し、体格の大なるもの程、呼吸死腔も大きい。呼吸機能の面からは、肺活量、1回換気量とも強い

第3図 体表面積とVD

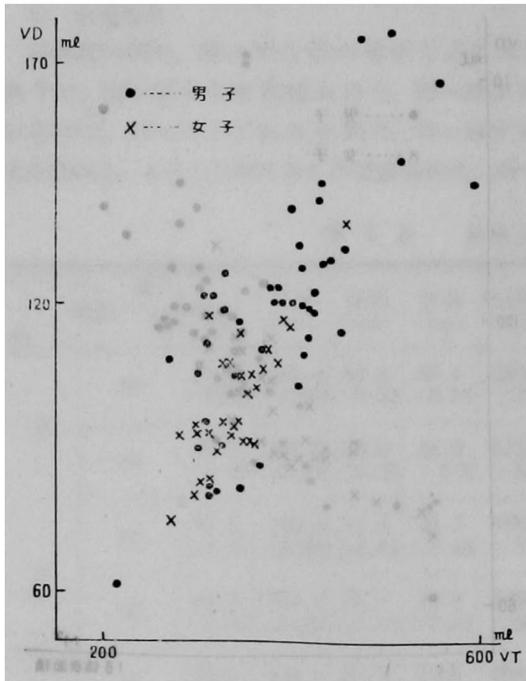


第4図 肺活量とVD

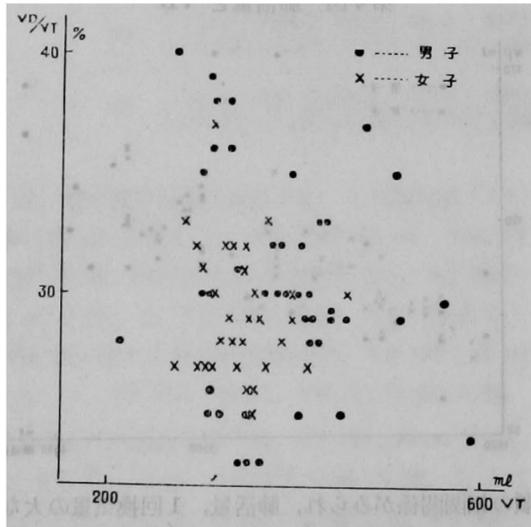


順の相関関係がみられ、肺活量、1回換気量の大なるもの程、呼吸死腔も大きい。これに反して、呼吸数とは全く関係が認められない。肺胞CO₂ Vol%及び呼気CO₂ Vol%は男女の何れか一方にのみ、順あるいは逆の相関関係がみられた。次にVD/VTについては、男女共に相関関係がみられたのは、胸囲及び体表面積のみで、体重、身長、乃至肺活量等VDとは可成り順の相関性の認められる体格と換気効率との間の相関性は微かである。更に肺胞CO₂量、呼吸量、呼吸数との間に相関関係零に近いが、呼気CO₂濃度に関しては、男子において著明な逆の相関性が証明された。

第5図 呼吸量と VD



第6図 呼吸量と VD/VT



第5章 考 察

基礎実験により吟味した Haldane 法により、日本人男女75名につき、本研究にて得た成人の VD 値は男子 138 ± 21 ml, 女子 109 ± 14 ml である (第6表参照)。文献上に現われた欧米人の値をみると、呼吸ガス法によるもので、男子 177 ml¹⁷⁾, 160 ml⁶⁾, 141 ml⁵⁾, 256 ml¹⁷⁾, 女子青年 144 ml¹⁴⁾, 外来ガス稀釈法によるものは、 H_2 法により $109 \sim 181$ ml¹⁵⁾¹⁶⁾, 133 ml²¹⁾, 155 ml⁴⁾, iso-saturation 法により男子 130 ml¹¹⁾, N_2 の連続分析により青年男子 156 ml⁹⁾, そして CO_2 法と H_2 法の値は一致するとして、平

均 164 ml¹⁰⁾ の報告がある。かように文献上に現われた欧米人の VD 値は報告者により少なからず変動がみられるが、大体において日本人成人の VD はそれ等より低い。VD は本研究で明らかにした通り、体格と相関する故に、日本人の VD が欧米人より小さいのは体格差として首肯される。又日本人成人の VD/VT 即ち換気無効商が男女共に 0.31 であり、欧米人では CO_2 法で、 0.35 ¹²⁾, 0.30 ⁵⁾, $0.30 \sim 0.32$ ¹⁸⁾, N_2 法で $0.1 \sim 0.43$ ⁹⁾, 0.20 ²⁾, 0.27 ²³⁾ と報告されているので、およそ日本人のそれと大差ないものと考えられる。換言せば、日本人は欧米人比べ、呼吸気の中でガス交換にあづかる割合は彼等と差がなかりそうである。次に男女差は統計学的に有意性がみとめられなかつたが、VD は確かに女子が小さく、VD/VT には差がない (第6表)。体格差として妥当なところであろう。年齢の点では (第7表)、男女共に成人に近づく程、VD は大きくなり、VD/VT も VD 程でないが、増して来ることが統計学的に証明され、若年は成人に比して、呼吸能率の良好であることを示している。更に各身体計測値との関係を検討するとし (第7表)、VD は身長、体重、胸囲、体表面積と強い順の相関関係があり、一般に体格の大なるもの程、VD が大きくなる。然し、VD/VT に就いては、大体身長、体重、坐高などの大小に伴い、VD の増減と一緒に VT も増減する結果、それら体格要素と VD/VT とは相関性なく、体格の大小に順して、呼吸能率は変動しない。又 VD は肺活量や VT 等呼吸要素との間には強い順の相関性がみとめられ、肺活量、VT の大なるものは、その VD が大きい。然し、VD/VT は肺活量や VT との間に相関性をみとめにくく、必つしも肺活量や VT の大きいからとて、その換気効率を低下しない。呼気 CO_2 濃度との間には、男子では可成り強い逆の相関性のあつたことは、VD/VT が小さい程、呼気 CO_2 濃度が低いこととして、ありそうにも考えるが、女子では証明されなかつた。肺胞 CO_2 濃度との確かな関連性は認められず、殊に呼吸数は全く VD 及び VD/VT と相関性がない。

第6章 総 括

1) 日本人の安静呼吸時の呼吸死腔を、呼吸ガス法により、Bohr の公式を用いて算定した。

2) Haldane-Priestley 法によつて採気した肺胞ガス試料が呼吸周期の面から、又復元性の点、位位、運動等の立場から検討された。

3) 日本人の安静、椅坐位における呼吸死腔の大きさは、欧米人より小さく、成人男子で 138 ± 21 ml, 女子で 108 ± 14 mlであつた。その平均一回換気量は男女成人各々 434 ± 85 ml, 及び 350 ± 62 mlであつたから、呼吸死腔1回換気量即ち呼吸無効率に男子成人 0.32 ± 0.05 , 女子成人 0.31 ± 0.05 で、欧米人と大差ないと考える。

4) 呼吸死腔及び換気無効率は年齢と順の相関関係がみられ、年長と共に、呼吸死腔大きく、換気効率の不良化がうかがわれる。

5) 各身体計測値と呼吸死腔及び換気無効率との相関性が検討され、呼吸死腔は体格殊に身長、体重、胸囲、体表面積と強い順の相関関係がみられるが、

換気効率との間には、胸囲並体表面積との可成りの順の相関性を除くと明らかな関係はみられない。

6) 呼吸要素なる肺活量、1回換気量は呼吸死腔と強い順の相関関係があるが、換気無効率との相関性が証明されない。呼吸数は呼吸死腔及び換気効率との間に、全く相関性はみられない。

(稿を終るに当り、御指導、御校閲を戴いた恩師林香苗教授に深甚の謝意を表す)

文 献

- 1) Aitken, R. S. and Clark-Kennedy, A. E. . J. Physiol. IXV; 389, 1928.
- 2) Bouhuys, A. . Acta Physiol. Scandinav. 39; 1, 1957.
- 3) Bohr, C. : Skandinav. Arch. f. Physiol. 2; 236, 1891.
- 4) Bartel, J., Severinghaus, J. W. Forster, R. E. Briscoe W. A. and Bates. D. V. J. Clin. Invest. 41; 33, 1954.
- 5) Campbell, J. M. A. . J. Physiol. 48; 303, 1914.
- 6) Douglas, C. G. and Haldane. J. S., . J. Physiol 45; 235, 1912.
- 7) Dubois, A. B., Fowler, R. C., Soffer, A. and Fenn, W. O. . J. Appl. Physiol. 4; 526, 1952.
- 8) Enghoff, H. . Upsala Läkareforen Förh. 44; 191, 1938.
- 9) Fowler, W. S. . Am. J. Physiol. 154; 406, 1948.
- 10) Fishman, A. P. J. : J. Clin. Invest. 469; 33, 1954.
- 11) Hatch, T., Cook K. M. and Palm, P. E. . J. Appl. Physiol. 5; 341, 1953.
- 12) Haldane, J. S. and Priestley J. G. : J. Physiol. 32; 225, 1905.
- 13) Haldane, J. S. . J. Physiol. 32; 240, 1905.
- 14) Haldane, J. B. S., and Priestley, J. S., . Yale University Press 38, 1935.
- 15) Krogh, A. and Lindhard J. . J. Physiol. 47; 30, 1913.
- 16) Krogh, A. and Lindhard J. : J. Physiol. 47; 431, 1914.
- 17) Kaltreider, N. L., Fray W. W. and Hyde H. V. Z. . Am. Rev. Tuberc. 37; 662, 1938.
- 18) Moncrieff, A. : Lancet. 956; 224, 1933.
- 19) Rahn, H. et al. J. Aviation. 17; 173~179, 1646.
- 20) Loewy, A. : Pflugers Arch. ges. Physiol. 58; 416, 1894.
- 21) Siebeck, R. : Deut. Arch. f. Klin. Med. 102; 390, 1911.
- 22) Zuntz, N. : Handbuch der Physiol. Leipzig, Vogel 1882; Vol. 4.
- 23) Briscoe, W. A. Med. Research Council spec. 53; 203, 1920.
- 24) Krogh, A. and Lindhard J. . J. Physiol. 51; 59, 1517.

Studies of the Respiratory Dead Space

I: The respiratory dead space in Japanese healthy subjects

By

Takeo Moriya

Department of Physiology, Okayama University Medical School

(Director: Prof. Dr. K. Hayasi)

The respiratory dead space in Japanese healthy 45 males and 30 females were estimated by Bohr formula from the tidal volume and the CO₂ percentage of alveolar and expired air in sitting posture during rest. The relationship between the respiratory dead space and other physical or respiratory data were analysed statistically.

The mean value of the dead space was 138 ± 21 ml. for males and 109 ± 14 ml. for females. in Japan. And the ratio of dead space to tidal volume averaged 31 percentage for both males and females.

The respiratory dead space showed a definite correlation with individual vital capacity and tidal volume.
