動脈血、冠静脈血・ガス分圧および pH による 人心筋代謝の研究

東京大学医学部美甘内科

竹内 順正

STUDIES ON MYOCARDIAL METABOLISM WITH SPECIAL REFERENCE TO INVESTIGATION OF pH, O₂ AND CO₂ TENSION IN ARTERIAL AND CORONARY VENOUS BLOOD

BY

Yukimasa Takeuchi

(Medical Clinic of Prof. Mikamo, The University of Tokyo, Faculty of Medicine)

1) By coronary sinus catheterization, oxygen and carbon dioxide tension of arterial and coronary venous blood were investigated in 8 normal subjects and 46 patients, including 15 patients with cardiac failure, 9 with coronary sclerosis, 4 with hypertension, 9 with hyperthyroidism, 7 with anemia and 2 with beri-beri, at resting stage, in the exercise test, in 10% oxygen hypoxia test, and after administration of drugs (digitalis preparations and theophylline-ethylendiamine).

2) The oxygen tension of the coronary venous blood seems to reflect exactly the myocardial oxygen tension. It is almost constant in normal subjects ranging from 20.0 mmHg to 24.0 mmHg, with an average 21.8 ± 0.9 mmHg, but it fell remarkably in the moderate or severe cardiac failure with an average 14.2 ± 5.9 mmHg, slightly in the mild cardiac failure with an average 18.2 ± 1.9 mmHg, and in some cases with coronary sclerosis and hyperthyroidism, it fell also below the normal range; suggesting the presence of myocardial hypoxia in these patients.

3) The coronary veno-arterial pressure gradient of carbon dioxide (ΔP_{CO_2}) may be also used to presume the state of coronary circulation. It averaged in normal subjects 10.7 ± 1.7 mmHg, while it decreased markedly in anemia with an average 7.7 ± 1.2 mmHg, and in hyperthyroidism with an average 6.1 ± 1.3 mmHg, which suggests the largely increased coronary blood flow.

4) The coronary arterio-venous difference of pH ranged in normal subjects from 0.02 to 0.04 with an average 0.030 ± 0.002 , but some of cases with severe cardiac failure and with coronary sclerosis show increased difference of pH.

5) The coronary arterio-venous buffer base difference was within the range of technical error both in normal subjects and patients.

6) In the exercise test, oxygen tension of coronary venous blood shows little or no

cdarge both in normals and in patients. ΔP_{CO_2} increased in normal subjects, but it decreased in a case with coronary sclerosis and a case with congestive heart failure, suggesting that in some cardiac patients the coronary blood flow may increase in the exercise more largely than in normal subjects.

7) In the 10% oxygen hypoxia test, oxygen tension of coronary venous blood fell below the normal range at rest, both in normals and in patients. ΔP_{CO_2} decreased in normals and the cases with anemia, but it increased in a case with coronary sclerosis, in which case ΔpH also increased largely.

8) On patients with cardiac failure, acetyl-digitoxin, lanatocid C, and theophyllin-ethylenediamine were administered. Of the effects of digitalis, we could not get definite results, but in all cases of theophyllin-ethylene diamine, there was a fall of oxygen tension of coronary venous blood.

緒 言

1949 年, R. J. Bing¹⁾ が冠静脈カテーテル法を發表して以来, 本法による心筋代謝の研究が若干の研究により行われている。

しかしながら, これらの研究は主として, 糖質乃至脂質代謝に重点を置くものが多く, 動・冠静脈血の酸塩基平衡, ならびにこれら血液のガス張力の変化に検討を加えたものは, 余らの発表²⁾ 以外にこれを見ない。

われわれは, 各種心疾患の心筋代謝を追究すべく, 1952 年以来, 本法による研究を行い, 症例は今日までにすでに 175 例におよぶ。著者はこの一連の共同研究の中で, 54 例の各種疾患の安静時, 並びに運動負荷, 低酸素負荷, 薬剤投与時の動脈血, 冠静脈血の pH, 血液酸素ガス張力 (P_{O_2}), 炭酸ガス張力 (P_{CO_2}) および緩衝塩基 (B_B^+)_b を測定し, いささかの所見を得たのでここに報告する。

実験方法

1) カテーテル挿入

一般の心臓カテーテル法と同様であり, カテーテルは 6~8F のものを用いた。カテーテルが冠静脈洞から大心臓静脈内に入つたことは, 種々の方法で判定するが詳細はすでに発表されたごとく³⁾ である。

2) pH 測定

流動パラフィンで空気と遮断した容器内に収めた血液を, 採血後, 可及的速かに室温下にてガラス電極により測定し, 37.0°C に換算して求めた。誤差の範囲は ± 0.01 以内であつた。

3) P_{O_2} 測定

Van Slyke-Neill の検圧法により, 血液 O_2 の容量, ならびに O_2 抱合能を求め, これにより得た O_2 飽和度と pH から, ヘモグロビン解離曲線を用いて, P_{O_2} を求めた。

4) P_{CO_2} , (B_B^+)_b 測定

Van Slyke-Neill の検圧法により血液 CO_2 含量, O_2 飽和度を求め, これらの値と pH, ヘマトクリットの値より, Singer の Nomogram⁴⁾ を用いて, P_{CO_2} および (B_B^+)_b を求めた。両者の誤差の範囲は 3% 以内である。ここに (B_B^+)_b とは血中重炭酸イオンおよび蛋白質陰イオンの和と平衡する緩衝陽イオンの意である。

5) 安静時諸成績は冠静脈にカテーテルが挿入されて後, 少なくとも 30 分は被験者を背臥位のまゝ安静に保たしめた後の成績である。但し重症心不全の一部症例には半臥位のまゝのものがある。冠静脈血の採血は冠静脈内にあるカテーテルを通じて行い, 同時に, 末梢動脈からも採血し, これを冠動脈血と等価と見做した。

6) 運動負荷

運動は背臥位で膝交互屈伸を毎分 60 回, 7 分間連続させるのを標準とし, その前および直後の状態を比較した。

7) 低酸素負荷

10%酸素を 20 分間吸入せしめ, その前および吸入終了直前の状態を比較した。

8) 薬剤負荷

ジギタリス剤は ラナトサイド C および アセチル・ジギトキシンを静脈内に使用した。前者の使用量は 0.6~0.8mg で 30 分乃至 60 分後の影響を観察し, 後者の使用量は 0.8mg で使用後約 2 時間の成績を求めた。いずれの症例もカテーテル施行前の相当期間はジギタリスの使用を中止していたか,あるいは全く未使用の症例である。

テオフィリン・エチレン・ジアミンは 250mg を静注し, その直前および 20 分~30 分後の成績を比較した。

症 例

54 例の被験者は次の 8 群に分類される。

1) 健常者 (8 例): 一般労務者中より希望者を募つて実験を行なつた。動脈血 O_2 含有量 15.0 Vol% 以下の場合, および収縮期血圧 150mmHg 以上または拡張期血圧 90mmHg 以上の場合には健常群から除外した。

2) 軽症心不全 (9 例): 僧帽弁膜症 8 例, 大動脈弁閉鎖不全症 1 例で, 臨床所見より軽症心不全を呈すると判定された症例である。

3) 中等乃至重症心不全 (6 例): 僧帽弁膜症 5 例および大動脈弁閉鎖不全症 1 例で臨床所見より中等症乃至重症と判定したものである。

4) 冠硬化症 (9 例): 臨床症状より診断し, かつ全例とも心電図上で, 肢誘導乃至胸部誘導の V_5, V_6 で S-T, T 波異常を呈す。内, 5 例は労作性狭心症を有する。この中には, 高血圧症を合併するもの 6 例を含む。

5) 高血圧症 (4 例): 高血圧を主症状とし, 心不全や冠硬化を認めない症例である。X 線写真上, 心肥大の明らかな例も明らかなでない例もある。

こゝで高血圧とは最低血圧 90mmHg 以上乃至最高血圧 150mmHg 以上の症例を指す。

6) バセドウ病 (9 例): 臨床的にバセドウ病の症候を具備せる例で B.M.R. は +45%~+113% であつた。

7) 貧血症 (7 例): すべて低血色素貧血の症例で, 動脈血 O_2 抱合能から換算せる血色素量は 3.7~10.2g/dl であつた。

8) 脚気 (2 例): 1 例 (Case 65) は定型的な脚気症状 (頻脈, 脈圧増大, 浮腫, 知覚異常, 下肢腱反射消失, 血中焦性ブドウ酸値上昇) を具備した症例であり, 他の 1 例もこれに準ずる。

実験成績

〔I〕 安静時諸成績 (第 1 表)

(1) 酸素分圧

先ず, 動脈血酸素分圧であるが, 概ね 90% 以上という高い酸素飽和度を示す動脈血で, 酸素分圧をヘモグロビン解離曲線を用いて求めることは誤差が大で甚だ危険であるので, こゝでは酸素飽和度に言及するにとどめる。健常者の場合は飽和度は 94~100% であり, 軽症心不全は, 83~99%, 中重症心不全は 85~99%, 冠硬化症は 95~99%, 高血圧症 92~99%, バセドウ病 91~97%, 貧血 93~100% であり, 疾患群の場合には飽和度の低下しているものがあるが, 冠静脈血酸素分圧値と動脈血酸素飽和度との間には相関関係を認めなかつた。

冠静脈血酸素分圧 (P_vO_2) は表 1 および図 1 に示すごとく, 健常者は 20.0~24.0mmHg, 平均 21.8 ± 0.9 mmHg と比較的一定の値をとる。これに対して心不全群では一般に低下し, 軽症心不全群では 15.0~23.0mmHg, 平均 18.2 ± 1.9 mmHg であり, 中重症心不全群では 6.0~19.0mmHg, 平均 14.2 ± 5.9 mmHg である。すなわち心不全群では重症になる程, 酸素分圧の低下しているものが多く, それらの平均値は健常者と比較してそれぞれ有意の差 ($P < 0.05$) を示した。他の疾患群では, それぞれの平均値を健常者と比較するに, 両者の間に有意の差を見出せなかつたが, 健常者

Table 1. Data on pH, buffer base, oxygen and carbon dioxide tension of the arterial and coronary venous blood at rest.

NORMAL												
CASE	SEX	AGE	P _s O ₂	P _H _a	P _H _s	Δ PH	P _a CO ₂	P _s CO ₂	Δ PCO ₂	(B _B ⁺) _a	(B _B ⁺) _s	Δ(B _B ⁺) _b
73	M	32	20.0	7.40	7.37	0.03	41.9	52.1	10.2	48.2	47.9	-0.3
74	M	20	21.5	7.38	7.34	0.02	34.8	48.5	13.7	42.3	45.2	+2.9
76	M	33	21.5	7.42	7.38	0.04	36.8	46.0	9.2	47.0	47.0	0.
83	M	22	23.0	7.41	7.37	0.04	38.4	51.8	13.4	47.4	49.5	+2.1
107	M	27	21.0	7.40	7.37	0.03	40.2	48.7	8.5	47.2	48.0	+0.8
108	M	25	22.5	7.38	7.35	0.03	39.0	49.0	10.0	46.0	47.0	+1.0
110	M	48	20.0	7.37	7.34	0.03	42.0	51.0	9.0	46.5	46.2	-0.3
113	M	21	24.0	7.35	7.32	0.03	47.0	58.6	11.6	49.0	50.8	+1.8
AVERAGE			21.8 ±0.9	7.39 ±0.02		0.030 ±0.002	40.0 ±3.1		10.7 ±1.7	48.7 ±1.6		+1.0 ±0.2

MILD CARDIAC FAILURE

CASE	SEX	AGE	PsO ₂	pHa	pHs	Δ PH	PaCO ₂	PscO ₂	Δ PCO ₂	(B _B ⁺) _a	(B _B ⁺) _s	Δ(B _B ⁺) _b
81	F	29	18.0	7.42	7.37	0.05	36.6	47.2	10.6	46.4	46.2	-0.2
82	M	26	15.0	7.41	7.38	0.03	35.0	44.6	9.6	45.0	46.0	+1.0
85	M	24	18.0	7.41	7.38	0.03	35.0	44.5	9.5	45.8	46.2	+0.4
92	M	54	16.0	7.47	7.43	0.04	31.8	42.3	10.5	47.4	48.5	+1.1
94	M	29	19.5	7.42	7.40	0.02	38.4	45.0	7.6	48.0	46.3	-0.3
95	F	25	17.5	7.40	7.36	0.04	32.9	43.0	10.1	42.0	43.9	+1.9
98	F	48	21.0	7.44	7.39	0.05	36.3	45.1	8.8	46.8	46.4	-0.5
99	F	40	16.5	7.46	7.40	0.06	33.3	44.1	10.8	47.8	47.3	-0.5
102	M	71	23.0	7.47	7.44	0.03	34.3	41.9	7.6	49.1	49.6	+0.5
AVERAGE			18.2 ±1.9	7.43 ±0.02		0.04 ±0.01	34.8 ±1.6		9.5 ±0.9	46.5 ±1.5		+0.5 ±0.2

MODERATE OR SEVERE CARDIAC FAILURE

CASE	SEX	AGE	PsO ₂	pHa	pHs	Δ PH	PaCO ₂	PscO ₂	Δ PCO ₂	(B _B ⁺) _a	(B _B ⁺) _s	Δ(B _B ⁺) _b
64	F	17	6.0	7.38	7.27	0.11	52.0	49.0	16.0	40.7	38.9	-1.8
88	F	26	13.5	7.43	7.39	0.04	28.7	38.6	9.9	43.3	43.6	+0.3
95	F	42	13.0	7.49	7.43	0.06	30.7	40.5	9.8	48.4	48.1	-0.3
97	F	59	19.0	7.37	7.32	0.05	38.3	49.3	11.0	43.9	43.7	-0.2
100	F	37	16.5	7.42	7.38	0.04	32.1	46.0	13.9	45.0	46.4	+1.4
115	F	42	16.0	7.41	7.38	0.03	31.7	40.6	8.9	42.0	42.2	+0.2
AVERAGE			14.2 ±3.9	7.42 ±0.04		0.05 ±0.04	32.3 ±3.4		12.0 ±2.9	43.9 ±3.1		0.0 ±0.1

CORONARY SCLEROSIS

CASE	SEX	AGE	B.P.	PsO ₂	pHa	pHs	Δ PH	PaCO ₂	PscO ₂	Δ PCO ₂	(B _B ⁺) _a	(B _B ⁺) _s	Δ(B _B ⁺) _b
66	M	52	220/110	20.5	7.36	7.34	0.02	43.0	52.0	9.0	46.0	46.9	+0.9
70	M	55	175/90	22.5	7.37	7.35	0.02	44.0	51.8	7.8	46.8	47.7	+0.9
84	M	56	178/80	22.5	7.42	7.34	0.08	37.0	51.7	14.7	47.0	46.3	-0.7
87	M	56	150/98	19.5	7.40	7.35	0.05	41.2	55.0	13.8	48.7	49.0	+0.3
89	M	62	118/56	21.0	7.36	7.33	0.03	40.2	49.9	9.7	44.6	45.0	+0.4
116	M	57	166/94	20.0	7.37	7.34	0.03	43.0	56.0	13.0	46.8	48.0	+1.2
120	F	48	126/114	18.0	7.37	7.33	0.04	47.1	57.0	9.9	48.3	50.1	+1.8
128	M	43	126/80	18.0	7.49	7.43	0.06	34.0	44.7	10.7	50.2	49.8	-0.4
132	M	49	130/76	18.5	7.42	7.39	0.03	34.4	43.6	9.2	46.0	46.4	+0.4
AVERAGE				19.4 ±1.9	7.40 ±0.03		0.04 ±0.02	40.4 ±3.4		10.5 ±1.9	47.9 ±1.5	47.9 ±1.5	+0.5 ±0.6

HYPERTENSION

CASE	SEX	AGE	B.P.	PsO ₂	pHa	pHs	Δ PH	PaCO ₂	PscO ₂	Δ PCO ₂	(B _B ⁺) _a	(B _B ⁺) _s	Δ(B _B ⁺) _b
79	M	43	215/110	23.5	7.40	7.38	0.02	47.2	54.0	6.8	51.0	50.0	-0.1
93	M	46	162/96	22.0	7.42	7.40	0.02	39.0	47.0	8.0	48.1	49.4	+1.3
122	F	68	198/92	20.0	7.46	7.43	0.03	34.6	43.0	8.4	46.8	48.9	+2.1
130	M	55	190/92	24.5	7.37	7.32	0.05	46.8	59.5	12.7	47.8	48.5	+0.7
AVERAGE				22.3 ±2.9	7.41 ±0.06		0.03 ±0.02	41.3 ±9.8		9.0 ±4.1	46.4 ±2.9		+1.0 ±1.5

PsO₂: Oxygen tension of coronary venous blood (mmHg)

pHa: pH of arterial blood

pHs: pH of coronary venous blood

ΔPH: Coronary arterio-venous pH difference

PaCO₂: Carbon dioxide tension of arterial blood (mmHg)PscO₂: Carbon dioxide tension of coronary venous bloodΔPCO₂: Coronary veno-Arterial pressure gradient of carbon dioxide(B_B⁺)_a: Buffer base in arterial blood (meq/L)(B_B⁺)_s: Buffer base in coronary venous blood (meq/L)Δ(B_B⁺): Coronary arterio-venous buffer base difference

Hb: Hemoglobin content (g/dl)

B.M.R.: Basal metabolic rate (+%)

Table 1. (Continued) ANEMIA

CASE	SEX	AGE	Hb	P _s O ₂	Pha	Phs	Δ PH	P _a CO ₂	P _s CO ₂	Δ PCO ₂	(B _B ⁺) _a	(B _B ⁺) _s	Δ(B _B ⁺) _b
71	F	24	6.7	21.0	7.35	7.31	0.04	37.2	45.3	8.1	40.3	40.9	+0.6
77	F	19	6.1	19.0	7.44	7.41	0.03	34.2	39.6	5.4	44.3	46.3	+2.0
90	F	23	3.7	21.5	7.42	7.39	0.03	34.6	38.8	4.2	41.8	41.4	-0.4
103	F	45	5.8	22.0	7.39	7.37	0.02	34.8	39.6	4.8	41.5	41.5	0.0
106	M	25	9.7	19.0	7.38	7.35	0.03	39.3	46.0	6.7	44.0	44.0	0.0
111	M	29	10.2	19.0	7.42	7.40	0.02	34.4	40.0	5.6	43.8	46.0	+1.2
112	M	34	10.1	22.5	7.37	7.34	0.03	38.5	48.1	9.6	43.4	43.7	+0.3
AVERAGE				20.6 ±1.5	7.40 ±0.03		0.03 ±0.01	38.1 ±2.0		6.1 ±1.3	42.9 ±1.4		+0.5 ±0.8

HYPERTHYROIDISM

CASE	SEX	AGE	BMR	P _s O ₂	Pha	Phs	Δ PH	P _a CO ₂	P _s CO ₂	Δ PCO ₂	(B _B ⁺) _a	(B _B ⁺) _s	Δ(B _B ⁺) _b
63	F	29	113	21.5	7.46	7.45	0.01	38.7	46.0	7.3	50.0	51.9	+1.9
68	F	45	107	20.5	7.44	7.42	0.02	35.8	42.0	6.2	48.0	47.2	-0.8
69	F	46	96	22.0	7.38	7.36	0.02	36.8	43.0	6.2	44.0	44.1	+0.1
72	F	27	65	24.0	7.35	7.31	0.04	41.2	50.8	9.6	44.2	44.1	-0.1
78	F	50	93	19.5	7.46	7.43	0.03	31.0	38.8	7.8	44.4	45.9	+1.5
114	F	25	55	22.5	7.37	7.34	0.03	43.0	53.2	10.2	46.6	47.0	+0.4
121	F	28		18.0	7.48	7.45	0.03	32.0	40.0	8.0	46.3	48.0	+1.7
123	M	47	45	17.0	7.41	7.39	0.02	37.0	45.1	8.0	45.8	46.3	+0.5
127	F	33		19.0	7.38	7.36	0.02	35.1	41.0	5.9	43.0	44.2	+1.2
AVERAGE				20.4 ±2.0	7.41 ±0.03		0.03 ±0.01	38.2 ±3.2		7.7 ±1.2	45.8 ±1.6		+0.7 ±0.7

BERI-BERI

CASE	SEX	AGE		P _s O ₂	Pha	Phs	Δ PH	P _a CO ₂	P _s CO ₂	Δ PCO ₂	(B _B ⁺) _a	(B _B ⁺) _s	Δ(B _B ⁺) _b
65	M	15		18.5	7.37	7.31	0.06	35.0	51.0	16.8	42.6	44.0	+1.4
131	M	16		20.5	7.38	7.36	0.02	40.4	49.8	9.5	46.0	47.4	+1.4

Fig. 1. Oxygen tension of coronary venous blood

の棄却限界 (21.8±2.8mmHg) 以下の値を示す症例が、冠硬化症9例中3例、バセドウ病9例中2例および脚気2例中1例に認められた。しかし、貧血群の場合には、高度の貧血例を含むにも拘わらず、その P_sO₂ は全例とも健常者の範囲内にあ

つた。なお本報告における高血圧症例は正常の範囲にあつた。

つぎに各疾患群の冠静脈血 P_{O₂} と動・冠静脈血 O₂ 較差の関係をみると、(図2) 健常、貧血、バセドウ病、高血圧症ではその冠静脈血 P_{O₂} は O₂ 較差に関係なく略一定の値をとるのに反して、冠硬化および軽症・中重症心不全では O₂ 較差が 10 Vol% を超えるものは、その増大に応じて冠静脈血 P_{O₂} が急激に低下する。

(2) 炭酸ガス分圧

動脈血炭酸ガス分圧 (P_aCO₂)

の健常人の値は 34.8~47.0mmHg、平均 40.0±3.1mmHg であつた。これに対して、心不全群、バセドウ病群および貧血群のそれは低下し、軽症心不全群は 31.8~38.4mmHg、平均 34.8±1.6mmHg、中・重症心不全群は 28.7~38.3mmHg、平均

Fig. 2. The relationship between oxygen tension of coronary venous blood and arterialcoronary venous oxygen difference

Fig. 3. The relationship between arterial blood carbon dioxide tension and coronary venous blood carbon dioxide tension

32.3±3.4mmHg, バセドウ病群は 31.0~43.0mmHg, 平均 35.2±3.2mmHg, 貧血群は 34.2~39.3mmHg, 平均 36.1±2.0mmHg であり、いずれの

平均値も健常人との間に有意の差を示す。冠硬化症, 高血圧症はそれぞれ 34.0~47.1mmHg, 平均 40.4±3.4mmHg, および 34.6~47.2mmHg, 平均 41.3±9.8mmHg であり, 健常人のそれと大差のない値を示した。

冠静脈血炭酸ガス分圧 ($P_s CO_2$) は健常人では 46.0~58.6mmHg, 平均 50.7±3.2mmHg であり, 動脈血炭酸ガス分圧の値を反映してほぼこれと平行して変動する (図3)。病心の場合も冠動静脈血 P_{CO_2} 較差によって多少の差はあるが, ほぼ健康人に準じた動きを示す。

冠動静脈血 P_{CO_2} 較差 ($P_s CO_2 - P_a CO_2$) (図4) は健常人では 8.5~13.7mmHg, 平均 10.7±1.7mmHg であり, 軽症心不全のそれは 7.6~10.8mmHg, 平均 9.5±0.9mmHg, 中・重症心不全は 8.9~16.0mmHg, 平均 12.0±2.9mmHg, 冠硬化症は 7.8~14.7mmHg, 平均 10.5±1.9mmHg, 高血圧症は 6.8~12.7mmHg, 平均 9.0±4.1mmHg であり, いずれも健常人との間に有意の差を認めない。

しかるに, バセドウ病群および貧血群の ΔP_{CO_2} は減少し, それぞれ 5.9~10.2mmHg, 平均 7.7±1.2mmHg, 4.2~8.1mmHg, 平均 6.1±1.3mmHg であり, その平均値は健常人のそれとの間に有意の

Fig. 4. Carbon dioxide pressure gradient between coronary venous blood and arterial blood

Fig. 5. The relationship between arterial blood pH and coronary venous blood pH

差を認める。

(3) pH

動脈血 pH は、われわれの症例では、心不全群をも含めて 7.35~7.49 の間に分布しており、各疾患群の間に有意の差は認められない。

冠静脈血 pH は当然先ず動脈血 pH により規定され、これとほぼ平行して変動する (図 5)。

つぎに動静脈血 pH 較差は、健常者は 0.02~0.04, 平均 0.03 ± 0.002 であり、軽症心不全は 0.02~0.06, 平均 0.04 ± 0.01 , 中・重症心不全は 0.03~0.11, 平均 0.05 ± 0.04 であり、心不全群も重症になる程 pH 較差の大なるものが多くなり、軽症心不全 9 例中 3 例, 中・重症心不全 6 例中 3 例が健常者 pH 較差の棄却限界 0.03 ± 0.02 を超えている。其の他に冠硬化症 9 例中 3 例, および高血圧症, 脚気心のそれぞれ 1 例が 0.05 以上の pH 較差を示したが、バセドウ病, 貧血の症例群ではいずれも健常者の範囲内にあつた。

4) 緩衝塩基 (B_B^+)_b

動脈血 (B_B^+)_b は健常者では $42.3 \sim 49.0 \text{ mEq/L}$, 平均 $46.7 \pm 1.6 \text{ mEq/L}$ であつたが、中・重症心不全の場合には減少の傾向を示し、 $40.7 \sim 48.4 \text{ mEq/L}$, 平均 $43.9 \pm 3.1 \text{ mEq/L}$ であり、その平均値は健常者との間に有意の差を示した。貧血を除くその他の疾患群ではいずれも健常者と大差ない値であつた。

つぎに冠動静脈血 (B_B^+)_b

較差は健心・病心の大部分の症例で 2 mEq/L 以内で誤差の範囲の変動にとどまつた。ただし、健病心とも大部分の症例で静脈血 (B_B^+)_b が、動脈血 (B_B^+)_b よりも高い値を示した。

〔Ⅱ〕 運動負荷

健常者 3 例, 軽症心不全 4 例, 冠硬化症 6 例, バセドウ病 4 例, および貧血症 2 例, 計 19 例に運

動を负荷せしめた。その成績は第2表に示す。

まづ、冠動脈血 PO_2 については、健常者3例のうち2例がそれぞれ 2.5mmHg, 1.0mmHg の低下, 1例が 0.5mmHg, の上昇を示したが、それらの変動はいずれも健常者の安静時冠静脈血 PO_2 の分布範囲内で動揺であつた。軽症心不全の場合には、下降1例、不変3例であり、その動揺の範

囲は健常者安静時の PO_2 分布範囲より低い値であつた。冠静脈血 PO_2 の低下を予想された冠硬化症では、6例ともに不変乃至 1.0mmHg 以内の変動にとどまつた。貧血症における変動も軽微で、それぞれ 1.0mmHg 以内の動揺にとどまつた。

つぎに P_{CO_2} 軽差の変動をみるに、健常者の3例がいずれも 0.9~7.1mmHg 増加しているのに

反し、軽症心不全、冠硬化症のそれぞれ2例および貧血症の1例は逆に 0.8~5.8mmHg の減少を示した。

$(B_{H^+})_a$ は動脈血の値は、一部症例の不変乃至誤差の範囲内での上昇を除いて大多数の症例では低下している。これは運動负荷による動脈血乳酸レベルの上昇が関与する所大であると考えられるが、 $(B_{H^+})_a$ の動静脈血較差はいずれも誤差の範囲内での動きで一定の傾向をつかみ得なかつた。

pH 較差は冠硬化症の2例、バセドウ病の2例に 0.02 以上の増大をみたが、その他の症例ではいずれも 0.01 以内の動きにとどまつた。

〔Ⅲ〕 低酸素负荷

健常者4例、冠硬化症1例、および貧血症1例に低酸素を负荷してその影響を観察した。その成績は第3表に示す。

この際、動脈血酸素飽和度は、健常者の4例はそれぞれ 62~81%, 平均 72% に、また冠硬化症、貧血症はそれぞれ 70%, 54% に低下した。

冠静脈血 PO_2 の値をみるに、低酸素负荷前の値は、健・病心の全例で健常者 PO_2 の分布範囲内の値を示したが、低酸素负荷後は、健常者は 6.5~20.0mmHg, 平均 3.3mmHg の低下を来し、冠硬化症および貧血症はそれぞれ 4.5mmHg, 5.5mmHg

Table 2. The effects of the exercise on pH, buffer base, oxygen and carbon dioxide tension of the arterial and coronary venous blood

CASE		P_{O_2}	PRa	Δ PH	P_{aCO_2}	PCO_2	$(B_{H^+})_a$	$\Delta(B_{H^+})$
76. ■■■■	(before normal)	21.5	7.42	0.04	36.8	9.2	47.0	0
	(after)	19.0	7.42	0.04	35.7	12.3	47.2	+1.4
107. ■■■■	(before normal)	21.0	7.40	0.03	40.2	6.5	47.2	+0.6
	(after)	21.5	7.41	0.03	38.9	9.4	47.4	0
113. ■■■■	(before normal)	24.0	7.35	0.03	47.0	11.6	49.0	+1.8
	(after)	23.0	7.34	0.03	46.0	17.7	47.3	+1.4
81. ■■■■	(before M.C.F.)	18.0	7.42	0.05	36.6	10.6	46.4	-0.2
	(after)	15.5	7.46	0.04	30.8	14.2	45.5	-1.5
82. ■■■■	(before M.C.F.)	15.5	7.41	0.03	35.0	9.6	45.0	+1.0
	(after)	16.0	7.37	0.03	36.9	12.1	43.7	-1.9
65. ■■■■	(before M.C.F.)	18.0	7.41	0.03	35.0	9.5	45.8	+0.4
	(after)	18.0	7.47	0.03	29.3	8.7	47.0	+0.1
92. ■■■■	(before M.C.F.)	16.0	7.47	0.04	31.8	10.5	47.4	+1.1
	(after)	15.0	7.47	0.03	31.5	8.0	48.0	+0.2
66. ■■■■	(before Cor. Sol.)	20.5	7.36	0.02	43.0	9.0	46.0	+0.9
	(after)	19.0	7.39	0.04	35.2	11.8	44.5	+0.5
84. ■■■■	(before Cor. Sol.)	22.5	7.42	0.08	37.0	14.7	47.0	-0.7
	(after)	23.0	7.42	0.08	36.0	13.9	46.7	-0.4
87. ■■■■	(before Cor. Sol.)	19.5	7.40	0.05	41.2	13.8	48.7	+0.3
	(after)	20.0	7.42	0.05	39.6	8.0	49.3	-0.4
89. ■■■■	(before Cor. Sol.)	21.0	7.36	0.03	40.2	9.7	44.6	+0.4
	(after)	21.0	7.38	0.04	36.3	10.7	43.6	+1.0
128. ■■■■	(before Cor. Sol.)	16.0	7.49	0.06	34.0	10.7	50.2	-0.4
	(after)	14.0	7.45	0.06	33.4	15.9	47.0	+2.2
132. ■■■■	(before Cor. Sol.)	18.5	7.42	0.03	34.4	9.2	46.0	+0.4
	(after)	17.5	7.45	0.05	30.9	9.1	45.6	-0.2
68. ■■■■	(before Hyperthyr.)	20.5	7.44	0.02	35.8	6.2	48.0	-0.8
	(after)	21.0	7.48	0.05	27.6	9.0	45.6	-0.4
69. ■■■■	(before Hyperthyr.)	22.0	7.38	0.02	36.8	6.2	44.0	+0.1
	(after)	22.5	7.42	0.04	30.8	9.9	43.2	+1.1
123. ■■■■	(before Hyperthyr.)	17.0	7.41	0.02	37.0	8.0	45.8	+0.5
	(after)	17.0	7.42	0.02	33.8	8.8	44.6	+1.0
127. ■■■■	(before Hyperthyr.)	19.0	7.38	0.02	35.1	5.9	43.0	+1.2
	(after)	19.5	7.36	0.02	35.9	8.7	41.8	+0.5
71. ■■■■	(before Anemia)	21.0	7.35	0.04	37.2	8.1	40.3	+0.6
	(after)	20.0	7.37	0.04	32.6	9.4	37.8	+2.0
77. ■■■■	(before Anemia)	19.0	7.44	0.03	34.2	5.4	44.3	+2.0
	(after)	19.0	7.43	0.02	33.5	3.5	43.0	+0.6

M.C.F.: Mild cardiac Failure

Cor. scl.: Coronary sclerosis

Hyperthyr.: Hyperthyroidism

Table 3. The effects of the hypoxia on pH, buffer base, oxygen and carbon dioxide tension of the arterial and coronary venous blood

CASE		P _a O ₂	P.H.a.	ΔP.H.	P _a CO ₂	ΔP _a CO ₂	(B _B) _a	Δ(B _B) _a
73. ■■■■	(before	20.0	7.40	0.03	41.9	10.2	48.2	-0.3
normal	(after	16.5	7.39	0.02	41.0	6.7	46.9	-1.0
74. ■■■■	(before	21.5	7.36	0.02	34.8	13.7	42.3	+2.9
normal	(after	18.5	7.38	0.02	39.0	7.2	44.4	+0.2
108. ■■■■	(before	22.5	7.38	0.03	39.0	10.0	46.0	+1.0
normal	(after	16.0	7.46	0.03	30.8	7.0	46.2	+1.1
110. ■■■■	(before	20.5	7.37	0.03	42.0	9.0	46.5	-0.3
normal	(after	18.5	7.42	0.03	35.8	8.6	46.0	+0.3
70. ■■■■	(before	22.5	7.37	0.02	44.0	7.8	46.6	+0.9
cor. scl.	(after	18.0	7.46	0.08	32.2	13.8	46.4	+0.3
112. ■■■■	(before	22.5	7.42	0.02	38.5	7.6	43.4	+0.3
anemia	(after	17.0	7.40	0.02	32.3	3.8	41.5	-0.1

Table 4. The effects of drugs on pH, buffer base, oxygen and carbon dioxide tension of the arterial and coronary venous blood

DRUG	DOSE	CASE	P _a O ₂	P.H.a.	ΔP.H.	P _a CO ₂	ΔP _a CO ₂	(B _B) _a	Δ(B _B) _a
Acetyl-digitoxin	0.8 mg	64. ■■■■ (before	6.0	7.38	0.11	32.0	16.0	40.7	-1.8
		S.C.F. (after	7.5	7.41	0.11	30.0	15.5	40.6	+0.1
Acetyl-digitoxin	0.8 mg	88. ■■■■ (before	13.5	7.43	0.04	28.7	9.9	43.3	+0.3
		S.C.F. (after	16.0	7.45	0.03	29.6	7.5	45.0	+1.4
Lanatoside C	0.8 mg	95. ■■■■ (before	13.0	7.49	0.06	30.7	9.8	48.4	-0.3
		S.C.F. (after	13.0	7.45	0.03	32.9	8.8	46.6	+0.8
Lanatoside C	0.76mg	99. ■■■■ (before	16.5	7.46	0.06	33.3	10.8	47.8	-0.2
		M.C.F. (after	14.5	7.43	0.03	33.4	10.0	47.1	+0.4
Lanatoside C	0.6 mg	100. ■■■■ before	16.5	7.42	0.04	32.1	13.9	45.0	+1.7
		S.C.F. (after	16.0	7.42	0.04	31.6	10.4	44.0	+1.1
Theophyllin-ethylene-diamine	250 mg	97. ■■■■ before	19.0	7.37	0.05	38.3	11.0	43.9	-0.2
		S.C.F. (after	17.0	7.38	0.05	36.0	10.0	43.8	-0.1
Theophyllin-ethylene-diamine	250 mg	98. ■■■■ before	21.0	7.44	0.05	36.3	6.8	46.9	-0.5
		M.C.F. (after	20.0	7.46	0.05	34.0	9.8	47.4	+0.1
Theophyllin-ethylene-diamine	250 mg	102. ■■■■ before	23.0	7.47	0.03	34.3	7.6	49.1	+0.5
		M.C.F. (after	20.5	7.48	0.03	27.0	10.1	45.2	+2.7

の低下を示して、健・病心の全例とも、安静時健常者の P_{O_2} の棄却限界以下の値となつた。

つぎに P_{CO_2} の動静脈較差についてみると、健常人は $6.5 \sim 0.4 \text{ mmHg}$ 、平均 3.4 mmHg の減少を来した、貧血症も 3.8 mmHg の減少を来したが、冠硬化症では、逆に 6.0 mmHg の増加を来した。

pH, $(B_B)^a$ の較差の変動は、健常人、貧血の場合はいずれも誤差の範囲であつたが、1例の冠硬化での pH 較差は 0.02 より 0.08 にと大きく開いた。

〔VI〕 薬剤の影響

1) ジギタリス配糖体

アセチルジギトキシンを2例の中・重症心不全

に用い、ラナトサイド C を1例の軽症心不全および2例の中・重症心不全に用いた (表4)。

冠静脈血 P_{O_2} は、ラナトサイド C を用いた3例は不変、若しくは 0.5 mmHg , 2.0 mmHg のそれぞれ低下を来したが、アセチルジギトキシシンを使用した2例はそれぞれ 1.5 mmHg , 2.5 mmHg の上昇を示した。

果してこれが両者の心筋への効果の差を意味するのか、或は同一効果発現への過程の上で単に時間的ズレに過ぎないのかは、例数も少なく、今後に残された問題である。

P_{CO_2} 較差は全例とも $3.5 \sim 0.6 \text{ mmHg}$ 、平均 1.7 mmHg の減少を示した。pH 較差は不変若しくは減少したが、 $(B_B)^a$ の較差の変動は誤差の範囲内での動きであり、一定の傾向をつかみ得なかつた。

2) テオフィリン・エチレンジアミン

軽症心不全2例、重症心不全

1例に使用した (表4)。

冠静脈血 P_{O_2} は全例とも $2.5 \sim 1.0 \text{ mmHg}$ 、平均 1.8 mmHg だけ低下したが、本剤使用前の P_{O_2} が正常値を示していた軽症心不全の2例は、使用後 P_{O_2} が低下せるも、なお正常の範囲にあつた。

P_{CO_2} 較差, $(B_B)^a$ 較差および pH 較差については、増減区々で一定の傾向を認めない。

考 案

冠静脈カテーテル法は、心機能探究に対する画期的な方法の一つであり、特に人体における心筋代謝を探究する殆ど唯一の方法であり、各種心疾患の心筋代謝の研究に多くの手がかりを与えて来た。しかし、この方法で求められる動脈血及び冠

静脈血の成績は、心筋灌流液の成績と考えるべきであり、従つて各種血液成分の動静脈較差は、主として心筋自体の代謝物質の出納による血液成分の変化を表わすと考えられるが、また、血液の心筋灌流速度によつても影響される。また、われわれの成績では、その影響を明らかに認め得なかつたが、左右の冠動脈間の吻合⁵⁾の存在や動静脈吻合の可能性⁶⁾、などの冠動脈副側枝の存在も記載されているので、成績を考案する上に、これらの影響による変化も、一応は念頭に入れる要がある。

以上のことを考慮しつゝ、まず冠静脈血の PO_2 の成績に考察を加えてみよう。健常者で安静時の PO_2 が $20.0 \sim 24.5 \text{ mmHg}$ 、平均 $21.8 \pm 0.9 \text{ mmHg}$ とほぼ一定の値を示しているのは、冠静脈血 O_2 容量が、我々の症例では $5.13 \sim 8.14 \text{ Vol\%}$ と大きく変動しているのと比較して興味ある所見である。

また、健常者に運動を負荷せる場合にも、その PO_2 の変動は僅かであり、安静時の健常者の分布範囲内での動揺にとゞまり、低酸素を負荷した後に初めて健常者の PO_2 棄却限界以下の値を示した。

これらの事実は、心筋内 PO_2 が極めて一定のレベルにあるごとく調節されており、冠静脈血 PO_2 がよく心筋内 PO_2 を反映し、従つて冠静脈血 PO_2 は心筋の Hypoxia の存在の有無を示す指標となり得ることを示唆している。

一般に心筋の O_2 への需要の増大に対しては二つの機構が働くと考えられる。すなわち第1段階としては、冠血流量が増大し、第2段階としては、冠血流量の増大にも拘わらず、心筋が酸素不足を来し、従つて心筋内 PO_2 の低下を来し、(このことは必然的に冠静脈血 PO_2 の低下を来す。)冠動静脈血較差の増大という型式で O_2 供給が増加する。R.M. Berne etc.⁷⁾ は開胸犬での実験で、冠静脈血の O_2 容量が $5.5 \text{ Vol\%}$ 以下となると冠血管抵抗が減少し、冠血流量が増加するが、冠静脈血の O_2 容量が $5.5 \text{ Vol\%}$ 以上の場合には、冠

静脈血 O_2 容量の変化に拘わらず、冠血流量は一定であると述べている。

これから推せば、冠静脈血 PO_2 の値が健常人の限界 $21.8 \pm 2.8 \text{ mmHg}$ 以下となるごとき場合に、冠血流量が増大し始めるものと考えられる。この見地から病心の PO_2 の動きをみると、貧血群の冠静脈血 PO_2 安静時に健常者と同様の値を示しているのは、冠血流量の増加が O_2 供給を充分ならしめていると考えられ、貧血群の心筋は必要量の冠血流を維持するだけの能力を少なくとも安静時には備えているものとしなければならない。不全心の場合には冠血流量が健心に比して大であるにも拘わらず、 O_2 消費量も健心に比して大であるので⁸⁾、それに応ずる充分の冠血流を供給する余力が無く、既に安静時 O_2 較差が増大してをり、心筋 Hypoxia を示すものとして PO_2 の低下が見られるのであろう。同様のことは PO_2 の低下している冠硬化群の場合にもあてはまる。以上を要するに、人体の生理的範囲内では冠血流量を規定する第一の要素は、心筋の酸素消費量であり、冠静脈血 PO_2 を心筋 Hypoxia の指標と考えれば、 PO_2 を正常値、すなわち $21.8 \pm 2.8 \text{ mmHg}$ となるべく冠血流が規定されると言えよう。

冠硬化症の場合に、安静時に、冠静脈血 PO_2 の低下が必ずしも認められないが、図2に示すごとく、 PO_2 と O_2 含量較差との関係に関する限り心不全と同じ方向を示し、 O_2 較差が $10 \text{ Vol\%}$ を超えるものは、 PO_2 が著明に低下している。このことは、冠硬化症における心筋全体の広汎な病変に由来する変化が、安静時 PO_2 に関しては、心不全と類似の結果をもたらしたのかも知れない。

バセドウ病で、安静時に PO_2 の低下せる症例があつたのは、それらの症例で、心筋の O_2 需要増大が原因であろう。

運動負荷の際に、冠静脈血 PO_2 の変化は、健・病心とも比較的僅かで、心不全の1例が 2.5 mmHg の低下を示したのを除けば、いずれも 1.0 mmHg 以内の動きにとゞまつた。こゝで冠硬化症の全例が、労作狭心症を有する症例をも含めて、 1.0 mmHg

以内の動きにとどまつたのは意外である。局所的な Hypoxia は、その周辺における比較的健常部における血流増大の影響に覆われて、その変化がつかめないのかも知れない。あるいは、われわれの負荷した程度の運動は、冠静脈血に表われる程の心筋 PO_2 の変化をもたらし兼ねるのかも知れない。いずれにしても、冠硬化および心不全において、20分程度の運動では心筋 Hypoxia をはつきり証明し得なかつたことになる。

つぎに PsO_2 にたいするジギタリス剤の効果については、われわれは未だ結論を下し得ないが、テオフィリン・エチレン・ジアミンが PO_2 の低下を来たすことは注目に値しよう。本剤により臨床所見の改善を来たす症例のあることと思ひ合わせれば、恐らく、テオフィリン・エチレン・ジアミンの効果は一時的の心筋興奮作用であつて、その使用時には、心筋内 PO_2 の低下に伴う副作用について、充分注意する必要があると思われる。

つぎに、 pH , $(B_B^+)_b$, Pco_2 について検討してみる。動静脈血 pH 較差を決定するものは主として、心筋の有機酸出納および CO_2 出納である。ここに有機酸出納は $(B_B^+)_b$ の変動を目標として推定される。

通常、血液酸性度に大きな影響を与える有機酸として先づ乳酸があげられる。しかし、われわれの実験でも⁹⁾、乳酸の冠動静脈較差はせいぜい 0.5 mEq/L 程度であり、また焦性ブドウ酸のそれも 0.1mEq/L をこえることは稀であつた。従つて、われわれの成績で $(B_B^+)_b$ の冠動静脈較差が殆ど 2mEq/L 以内の誤差の範囲での動揺であつたのもうなづける。

事実、われわれの成績では、乳酸および焦性ブドウ酸の動静脈較差と、 $(B_B^+)_b$ のそれとは必ずしも平行していなかつた。ただし、全体としては、動脈血 $(B_B^+)_b$ のレベルが静脈血のそれより低い症例が多かつたのは、動脈血有機酸濃度が静脈血のそれより高い値を示していることから当然のことである。

つぎに、 Pco_2 の問題であるが、動脈血 Pco_2 は

30.7~47.1mmHg の間に分布し、その分布範囲は動静脈 Pco_2 較差が特殊な例を除いて大体 10.0 mmHg 前後の値を示すのに比較して、広い巾を持つ。このため静脈血 Pco_2 は大体動脈血のそれに平行して変動する。

つぎに健常者の安静時 ΔPco_2 の平均は 10.7 ± 1.7 mmHg であるのにたいし、バセドウ病、貧血症ではそれぞれ平均 6.1 ± 1.3 mmHg, 7.7 ± 1.2 mmHg と明らかに低下している。こゝで、 ΔPco_2 に関連する主な因子は、心筋の CO_2 産出量とそれにたいする冠血流量である。また急激な動脈血 Pco_2 や pH の変化は、心筋 Pco_2 と、動脈血 Pco_2 とが再び平衡状態に達する迄の経過中に、 ΔPco_2 の値に影響を与えると思われる。安静時、貧血およびバセドウ病で ΔPco_2 が低下しているのは、冠血流量が CO_2 産出量に比して著明に増大していることを示していると考えられる。

また、低酸素負荷時に、健心4例、貧血症1例で PsO_2 と共に ΔPco_2 も低下した。1例ではあるが冠硬化 (Case 70) においては PsO_2 低下、 ΔPco_2 の上昇を示した。本例は同時に冠血流量も測定してあるが、その際に心筋 O_2 消費量が健常者とは逆に増大し且つ R.Q. も増大して1以上となつた症例である。

運動負荷により、 ΔPco_2 は健常者では増大するが、心不全、冠硬化のそれぞれ1例では 2.0 mmHg 以上の減少を来たした。運動という刺激により、一時的に冠血流が増大したためであろうか。

以上の成績において、安静時 PsO_2 が正常値を示す貧血群、バセドウ病群の ΔPco_2 が低く、逆に ΔPco_2 が正常値の心不全群、冠硬化群で冠静脈血 PsO_2 が低いという事実は、前者と後者に於ける冠血流の動態が多少異なることを思わせる。

ΔPco_2 の変化は、 O_2 供給の条件、R.Q. の値、更に血液 pH , CO_2 にたいする血液緩衝作用、更に動脈血 Pco_2 の動揺などの条件が重なり、甚だ複雑ではあるが、冠血流量の動態を推察する有力な因子であろう。

pH 較差は前述した如く、有機酸ならびに CO_2

出納で主として規定されるので、二次的なものである。冠静脈血 pH は冠動脈血 pH とほぼ平行して変動するが、このことは P_{CO_2} の場合と同じく動脈血 pH の個体差の変動にたいして、 ΔpH の個体差が小さいということで説明出来る。

なお、低酸素負荷時に、冠硬化症の 1 例のみは pH 較差が 0.02 より 0.08 に開いた。この症例は、同時に ΔP_{CO_2} も増加しているの、その影響が pH 較差に大きくひびいていること勿論であるが、安静時の心不全で ΔpH が増大している症例が多いこと、思い合せて、心不全、および低酸素負荷後の冠硬化症の本例での ΔpH の増大の原因の一部を心筋の酸素不足に帰することが出来よう。

すなわち、心筋の乳酸攝取量の減少、また極端な場合には心筋からの乳酸の遊出⁹⁾ などの病的代謝による影響が ΔpH の増大となつて示されているものであろう。

総括ならびに結論

1) 冠静脈血カテーテル法により、健常者 8 例を対照として、各種心疾患 46 例について安静時、運動負荷時、低酸素負荷時、および薬剤投与後の動・冠静脈血 P_{CO_2} , P_{O_2} , $(B_B^+)_b$, pH の値を測定した。

2) 冠静脈血 P_{O_2} の値は、心筋 P_{O_2} の値の変動を忠実に反映するものと思われる。安静時健常者の値は比較的一定であり、20.0~24.0mmHg、平均 21.8 ± 0.9 mmHg である。心不全の場合には明らかに低下し、健常群とは有意の差を示す。バセドウ病、冠硬化の若干例においても低下が認められ、いずれも心筋 Hypoxia を示唆する。

3) 動・冠静脈血 P_{CO_2} 較差も、冠血流量の動態を推察する上で有力な因子であると考えられる。 ΔP_{CO_2} の健常者の平均は 10.7 ± 1.7 mmHg であるのにたいし、貧血、バセドウ病のそれは低下し、健常群と有意の差を示し、著しく増大せる冠血流量を思わせる。

4) pH 較差は健常人の平均は 0.03 ± 0.002 であ

る。心不全、冠硬化症には増大している症例が多い。

5) $(B_B^+)_b$ 較差は健・病心ともに誤差の範囲の変動にとどまつた。

6) 健心・病心に運動を 負荷した冠静脈血 P_{O_2} は冠硬化症をも含めて、健病心とも安静時健常者分布範囲の値の中での動き、乃至極めて僅かの変動を示したに過ぎない。また ΔP_{CO_2} は健心はいずれも増大するのに反し、冠硬化症および心不全の 1 例は逆に 2.0mmHg の減少を示し、両者に於ける異常の冠血流の増大を暗示した。

7) 健・病心に 10% 低酸素を 負荷した。冠静脈血 P_{O_2} は健病の全例で、安静時の健常者棄却限界以下に低下した。 ΔP_{CO_2} は健常、貧血の全例で低下したが、冠硬化の 1 例では ΔP_{CO_2} の増大と共に ΔpH の増大を認めた。

8) 心不全にジギタリス、テオフィリン・エチレン・ジアミンを投与した。前者の効果については未だ結論を下し得ないが、後者の使用時に全例で冠静脈血 P_{O_2} が低下したのは注目される。

主要文献

- 1) Bing, R.J., Hammond, M.M., Handelsman, J. C., Powers, S.R., Spencers, F.C., Goodale, W.T., Hofkenschiel, J.H. and Kety, S.S.: Am. Heart J. 38: 1, 1949. —2) T. Kobayashi, Y. Ito, A. Nakamishi: Jap. Circulation J., 20: 6, 1956. —3) 小林, 伊藤, 村尾, 中西, 志場, 前沢, 露木, 池野, 白浜: 日本臨床, 11: 845, 1953. —4) Singer, R.B. and Hasting, A.B.: Medicine, 27: 2, 1948. —5) Gregg, D.E.: Coronary Circulation in Health and Disease, Philadelphia, Lea and Febiger, 1950. —6) Friedberg, C.K.: Diseases of the Heart. Philadelphia, W.B. Sanders, 1950. —7) Berne, R.M., Blackman, J.R., Gardner, T. H.: J. Clin. Invest., 36: 7, 1956. —8) 伊藤: 日内誌, 45: 9, 1956. —9) 露木: 日内誌, 46: 3, 1957.