

温泉治療の血液 pH, P_{CO_2} 並びに P_{O_2} に及ぼす影響に関する研究

第 II 編. 生理的及び病的諸因子と血液 pH, P_{CO_2} 並びに P_{O_2} との関係

八 幡 隆 昭

岡山大学温泉研究所 温泉医学部門
(指導 森 永 寛 教授)

目 次

I 緒言

II 方法

A 検査対象

B 実験方法

1. 前処置及び採血時間
2. ヘモグロビン量 (Hb)
3. 赤血球沈降速度 (ESR)
4. 室温 (RT)
5. 体温 (BT)
6. 呼吸数 (RR)
7. 脈搏数 (PR)

III 成績

- A 年令別変動
- B 日内変動
- C 季節変動
- D 疾患別変動

IV 考按

V 結論

文 献

I. 緒 言

静脈血の pH, P_{CO_2} 並びに P_{O_2} は動脈血のそれらと異なり、採取部位による静脈血の間でも差がある他に、同一静脈血においても測定の日時によって、必ずしも一定とは限らない。さらに動脈血には影響を及ぼさない様な環境の変化、生理的活動ないし病的状態によっても容易に変動することが知られている一方、静脈血のこれら3種のパラメーターはその静脈血の由来する灌流組織の血行及び代謝動態の一指標となりうることも事実である (PETERS and VAN SLYKE, 1931)。

そこで著者は組織の血行ないし代謝動態に影響すると考えられる諸因子のうち、ヘモグロビン量、赤血球沈降

速度、室温、体温、呼吸数及び脈拍数の6項目について静脈血 pH, P_{CO_2} 並びに P_{O_2} の間の関係をみるとともに、年令群及び疾患群別の差による影響をもあわせ検討し、さらにこれらパラメーターの日内変動ないし季節変動を知ることで静脈血の有用性とその限界を確かめる一助とした。

II. 方 法

A. 検査対象

昭和42年4月から43年9月までの間に当内科で入院加療を受けた各種疾患患者 65名 (男: 23名, 女: 42名) を対象とした。表1は系統別疾患分類及びその性別頻度を示している。慢性関節リウマチ (RA) が24名 (男: 3名, 女: 21名) で最も多く、次いで RA 以外の運動器系疾患 (MSS) が12名 (男: 3名, 女: 9名)、以下循環器系疾患 (CVS) の11名 (男: 7名, 女: 4名)、代謝性疾患 (MD) の10名 (男: 8名, 女: 2名)、中枢神経系疾患 (CNS) は8名 (男: 2名, 女: 6名) で最も少ない。

B. 実験方法

1) 前処置及び採血時間

検査当日は実験終了まで入浴、泥湿布、泥浴等の水治療は中止させたが、内服や午前中の点滴ないし注射による薬物投与とけんいん等の物理療法とは平常通り許し、食事も自由に与えた。採血は食後2時間を経過せしめ、直前少くも30分間以上の安静臥床を命じ、原則として午後3時から開始した。1日の実験対象患者数は3~5名に限定した。なお、日内変動をみるためには同一患者で午前7時と午後3時の測定値を比較検討した。試料保存及び測定は第I編に述べた方法に準じたが、採血後60分以内に測定を終了できる様に万全を期した。

2) ヘモグロビン量 (Hb)

自動血球計算器 (エリマツト) により、オキシヘモグロビン法で測定した。原則として実験当日に実施したが

1 週間以内の数値はデーターとして採用したものもある。

3) 赤血球沈降速度 (ESR)

WESTERGREN 法による 1 時間値で実験日はさむ 2 回の測定値の平均値を採用した。

4) 室温 (RT)

温度計は各部屋に常設のものを用い、採血時の温度を記録した。

5) 体温 (BT)

市販の体温計を用い、口腔内で検温した午後 3 時の温度を採用した。

3 群の間の関係を検討した。

1) pH: 40~59 才群が 7.419 ± 0.035 で最高値を示し、60~79 才群の 7.399 ± 0.042 は最低値で、10~39 才群は両群の中間にあり 7.404 ± 0.029 である。各年齢群の間には有意差は認められない。

2) P_{CO_2} : 40~59 才群が 44.6 ± 7.0 mmHg で高値をとり、次いで 60~79 才群の 43.6 ± 8.7 mmHg、10~39 才群は 42.1 ± 3.9 mmHg で最低値であるが、各測定値間には有意差が認められない。

3) P_{O_2} : 10~39 才群及び 40~59 才群はほぼ同値で、そ

Table 1. Classification of the diseases in the experimental patients and sex incidence

	Sex		Subtotal	Total
	Male	Female		
Rheumatoid Arthritis (RA)				24
Classical RA	3	21	24	
Cardiovascular System (CVS)				11
Hypertension, Arteriosclerosis	3	1	4	
Apoplexia, Hemiplegia	4	1	5	
Heart Lesions	0	2	2	
Central Nervous System (CNS)				8
SMON	2	6	8	
Musculoskeletal System (MSS)				12
Degenerative Arthropathy	1	6	7	
Sarcoidosis	1	0	1	
Behçet's disease	1	0	1	
Others	0	3	3	
Metabolic Diseases (MD)				10
Gout	7	0	7	
Diabetes mellitus	1	2	3	
	23	42		65

6) 呼吸数 (RR)

採血直前に 1 分間数え、記録した。

7) 脈拍数 (PR)

前項と同じ。

れぞれ 40.3 ± 4.3 及び 39.5 ± 18.8 mmHg をとり、60~79 才群はやや低値 (36.3 ± 12.4 mmHg) の傾向にあるが、前 2 群との間に有意差はみられない。

III. 成績

A. 年齢別変動 (表 2, 図 1)

患者数 25 名をその年齢別に 3 群に区分した。即ち 10~39 才群 7 名 (女: 7 名), 40~59 才群 10 名 (男: 7 名, 女: 3 名) 及び 60~79 才群 8 名 (男: 5 名, 女: 3 名) で、各々の平均年齢はそれぞれ 26.4, 51.2 及び 66.5 才である。

血液 pH 並びにガス分圧の午後 3 時の測定値とこれら

B. 日内変動 (表 2, 図 1)

年齢別変動をみたのと同じ患者群について午前 7 時及び午後 3 時の測定値を比較検討した。

1) pH: 60~79 才群を除いて 10~39 才群及び 40~59 才群は両測定値がほぼ同じである。即ち 60~79 才群では午前値が 7.431 ± 0.054 であるのに、午後値は 7.399 ± 0.043 と減少の傾向がみられる。10~39 才群にも午後値が午前値に比し低下の傾向を示すが、たかだか 0.04 程度の変動であり測定誤差の範囲と解される。また、40~59 才群

の午後値 7.419 ± 0.035 は午前値 7.412 ± 0.037 より高値ではあるが測定誤差の範囲と考えられ、各年令群の変動は有意でない。

2) P_{CO_2} : 10~39才群, 60~79才群の2群での午後値 42.1 ± 3.9 及び 43.6 ± 8.7 mmHg は午前値に比し、それぞれ 0.3 ± 0.98 及び 2.7 ± 3.83 mmHg だけ高値を示すが、40~59才群では逆に午後値 44.6 ± 7.0 mmHg は午前値より

2.0 ± 4.78 mmHg の減少がみられる。いずれの変動にも有意差は認められない。

3) P_{O_2} : 10~39才群, 40~59才群の午後値はそれぞれ 40.3 ± 4.3 及び 39.5 ± 18.8 mmHg で、午前値はそれぞれ 3.1 ± 8.35 及び 8.55 ± 9.36 mmHg だけうまわっているが、60~79才群では午後値 36.3 ± 12.4 mmHg は午前値より 3.9 ± 7.03 mmHg だけ低値を示している。いずれの

Table 2. Age changes and diurnal variations of blood pH, P_{CO_2} and P_{O_2}

10~39 years										
Case No.	Name	Sex	Age	Clin. Diag.	pH		P_{CO_2}		P_{O_2}	
					Morning	Afternoon	Morning	Afternoon	Morning	Afternoon
1	Y. N.	♀	16	CNS	7.370	7.395	48	45.5	27	22
2	K. H.	〃	18	RA	7.395	7.370	41.0	40.5	45	47
3	K. H.	〃	18	CNS	7.410	7.410	42.5	37	41.5	63.5
4	T. Y.	〃	24	RA	7.410	7.435	42.0	47.0	28.5	29.5
5	K. H.	〃	34	CNS	7.375	7.365	42.5	45.0	36.0	37.0
6	K. T.	〃	37	RA	7.445	7.405	40.5	43	46.0	42
7	H. T.	〃	38	〃	7.450	7.450	36	36.5	36	41
M. V.					7.408	7.404	41.8	42.1	37.1	40.3
S. D.					± 0.029	± 0.029	± 3.3	± 3.9	± 7.0	± 4.3
40~59 years										
1	Y. S.	♂	40	RA	7.400	7.450	45.5	35.5	32	56
2	T. Y.	♀	44	〃	7.455	7.475	36.5	35.5	73	82
3	N. N.	♂	45	MD	7.420	7.375	43	47.5	36	33
4	T. M.	〃	48	RA	7.450	7.430	40	43.0	40.5	35
5	K. M.	〃	51	MD	7.360	7.380	58	57	19.5	19
6	T. K.	〃	55	CVS	7.410	7.405	44.5	44	31	30
7	K. H.	♀	55	RA	7.435	7.445	41.5	38.5	39	59
8	Y. Y.	♂	57	CVS	7.450	7.455	51.5	51	25	28
9	Y. K.	♀	58	RA	7.400	7.380	50	50	25	23
10	E. O.	♂	59	CVS	7.340	7.395	55.5	44	24.5	30
M. V.					7.412	7.419	46.6	44.6	34.6	39.5
S. D.					± 0.037	± 0.035	± 6.6	± 7.0	± 14.4	± 18.8
60~79 years										
1	S. K.	♂	57	MSS	7.390	7.370	45.5	47.5	27	33.5
2	N. O.	〃	60	〃	7.470	7.410	46.5	53.5	55.5	41.5
3	T. H.	〃	61	MD	7.405	7.345	43	47.5	35	28
4	R. I.	〃	62	〃	7.340	7.365	30.5	29.5	27	28
5	K. H.	〃	68	〃	7.455	7.430	38.3	34	53	40.5
6	Y. H.	♀	69	CVS	7.445	7.380	46.5	56.5	27	19
7	T. M.	〃	77	〃	7.530	7.490	38	41	68	64
8	U. M.	〃	78	MSS	7.415	7.400	38.5	39.5	29	36
M. V.					7.431	7.399	40.9	43.6	40.2	36.3
S. D.					± 0.054	± 0.042	± 5.2	± 8.7	± 14.9	± 12.4

M. V. : Mean Value
S. D. : Standard Deviation

変動にも有意差はみられない。

10～59才の年齢層にある慢性関節リウマチ患者9名(男:1名, 女:8名), 平均年齢40.2才及び同年令層の非リウマチ疾患患者8名(男:5名, 女3名), 平均年齢41.9才の血液 pH 並びにガス分圧の日内変動を別に検討した結果を表3, 図2に示す。pH は両群ともに午前値及び午後値との差がないかあってもわずかで誤差の範囲と考えられる。 P_{CO_2} 値はリウマチ群では両測定値間に殆んど変動がみられず, 非リウマチ群の午後値が午前値に比し 1.8 ± 4.3 mmHg だけ減少しているが有意といえない。 P_{O_2} は両群ともに午後値が増加の傾向を示し, リウマチ群でやや程度が大であるが午前値と午後値の間に有意差はみられない。

示し3～5月群及び9～11月群との間に5%の危険率で有意差が証明される。

2) P_{CO_2} : 12～2月群が 43.9 ± 7.0 mmHg と最高値をとり, 以下6～8月群 41.7 ± 4.9 mmHg, 3～5月群 40.1 ± 4.3 mmHg とつづき, 9～11月群は 39.4 ± 4.6 mmHg で最低である。いずれの群の間にも有意差は認められない。

3) P_{O_2} : pH, P_{CO_2} に比べ各群での変動の大きいが目立つ。即ち測定値の存在範囲は $51.5 \sim 35.2$ mmHg の間にあり9～11月群が 51.5 ± 12.4 mmHg で最高値を示し, 3～5月群 42.7 ± 14.4 mmHg, 6～8月群 39.7 ± 11.0 mmHg と減少し, 12～2月群 35.2 ± 12.2 mmHg で最低値となる。9～11月群は3～5月群を除く他の群に

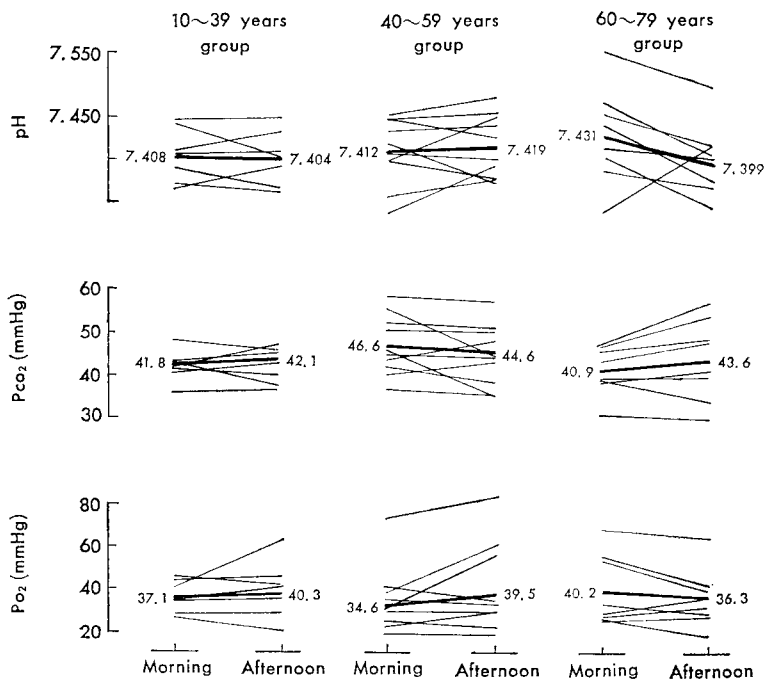


Fig. 1. Age changes and diurnal variations of blood pH, P_{CO_2} and P_{O_2}

C. 季節変動 (表4, 図3)

患者57名の血液 pH, P_{CO_2} 並びに P_{O_2} を測定月別に4群に区分した。即ち3～5月群15名(男:6名, 女:9名), 6～8月群16名(男:3名, 女:13名), 9～11月群10名(男:6名, 女:4名)及び12～2月群16名(男:8名, 女:8名)で, 各々の平均年齢はそれぞれ 54.8, 52.2, 43.6 及び 51.4才である。

1) pH: 3～5月群, 9～11月群は 7.434 及び 7.433 と殆んど同値で他の群より高値である。次いで6～8月群が 7.418 ± 0.021 , 12～2月群は 7.402 ± 0.033 で最低値を

比し有意に高値である。

D. 疾患別変動 (表5, 図4)

患者61名を疾患別に5群に区分した。慢性関節リウマチ (RA) 20名(男:3名, 女:17名), 中枢神経疾患 (CNS) 8名(男:2名, 女:6名)はすべて“いわゆる非特異性脊髄炎”; 循環器系疾患 (CVS) 11名のうち高血圧症ないし動脈硬化症4名(男:3名, 女:1名), 脳卒中後遺症5名(男:4名, 女:1名)及び心疾患女2名, RA 以外の運動器系疾患 (MSS) 12名のうち変形性関節症7名

Table 3. Diurnal variations of blood pH, P_{CO_2} and P_{O_2} in rheumatoid and non- rheumatoid arthritis

Rheumatoid Arthritis (10~59 years)

Case No.	Name	Sex	Age	Clin. Diag.	pH		P_{CO_2}		P_{O_2}	
					Morn.	Aftr.	Morn.	Aftr.	Morn.	Aftr.
1	K. H.	♀	18	R A	7.395	7.370	41	40.5	45	47
2	Y. T.	〃	24	〃	7.410	7.435	42	47	28.5	29.5
3	K. T.	〃	37	〃	7.445	7.405	40.5	43.5	46.5	42.0
4	H. T.	〃	38	〃	7.450	7.450	36	36.5	36	41
5	Y. S.	♂	40	〃	7.400	7.450	45.5	35.5	32	56
6	T. Y.	♀	44	〃	7.455	7.475	36.5	35.5	73	82
7	T. M.	〃	48	〃	7.450	7.430	40.0	43	40.5	35
8	K. H.	〃	55	〃	7.435	7.445	41.5	38.5	39	59
9	Y. K.	〃	58	〃	7.400	7.380	50	50	25	23
M. V.	40.2				7.427	7.427	41.5	41.1	40.6	46.1
S. D.					±0.024	±0.033	±3.9	±4.9	±13.3	±16.8

Non - Rheumatoid Arthritis (10~59 years)

1	Y. N.	♀	16	CNS	7.370	7.395	48	45.5	27	22
2	K. H.	〃	18	〃	7.410	7.410	42.5	37.0	41.5	63.5
3	K. H.	〃	34	〃	7.375	7.365	42.5	45.5	36	37
4	N. N.	♂	45	MD	7.420	7.375	43	47.5	36	33
5	K. M.	〃	51	〃	7.360	7.380	58.0	57.0	19.5	19
6	T. K.	〃	55	CVS	7.410	7.405	44.5	44	31	30
7	Y. Y.	〃	57	〃	7.450	7.455	51.5	51	25	28
8	E. O.	〃	59	〃	7.340	7.395	55.5	44	24.5	30
M. V.			41.9		7.392	7.398	48.2	46.4	30.1	32.8
S. D.					±0.034	±0.026	±18.3	±5.4	±21.7	±18.9

M. V. : Mean Value

S. D. : Standard Deviation

(男:1名, 女:6名), ザルコイドーシス1名(男), パーチュット病1名(男), 及びその他3名(女); 代謝性疾患(MD)10名のうち痛風7名(男), 糖尿病3名(男:1名, 女:2名). 各疾患群の平均年齢はそれぞれ44.6, 43.3, 61.5, 56.4及び54.3才である. これら疾患と血液pH並びにガス分圧との関係を検討した.

1) pH: CVS群が 7.438 ± 0.048 で最高値を示し, 次いでRA群の 7.428 ± 0.028 , 以下MSS群 7.409 ± 0.022 及びMD群 7.409 ± 0.032 がつづく. CNS群は 7.382 ± 0.025 で最低値となっており, CVS群及びRA群との間にそれぞれ5%の危険率で有意差が証明される.

2) P_{CO_2} : CNS群が 46.1 ± 4.7 mmHgで最高値をとり, CVS群 44.2 ± 5.3 mmHg, MSS群 43.5 ± 5.2 mmHgと順次低下し, RA群は 39.3 ± 4.2 mmHgで最下位にあり, MD群(39.6 ± 8.1 mmHg)を除く上位との間には有意差が証明される.

3) P_{O_2} : 各疾患群の平均値の範囲は $45.1 \sim 33.8$ mmHgの間で, RA群が最高値 45.1 ± 13.9 mmHgをしめ, 以下MD群 41.7 ± 17.0 mmHg, CVS群 41.2 ± 16.9 mmHg, MSS群 37.8 ± 7.4 mmHgとつづき, CNS群 33.8 ± 7.9 mmHgが最低値をとるが, いずれの間にも有意差はみられない.

E. 血行ないし代謝動態に関係すると考えられる諸因子の影響(表5, 図5)

ヘモグロビン量(Hb), 赤血球沈降速度(ESR), 室温(RT), 体温(BT), 呼吸数(RR)及び脈拍数と血液pH, P_{CO_2} 並びに P_{O_2} との関係を上記の疾患別に検討した.

1) ヘモグロビン量(Hb) 自動血球計算器によるオキシヘモグロビン法の正常値は男:14~18g/dl, 女:12~16g/dlであるが, 一応13g/dl以下のものを貧血と

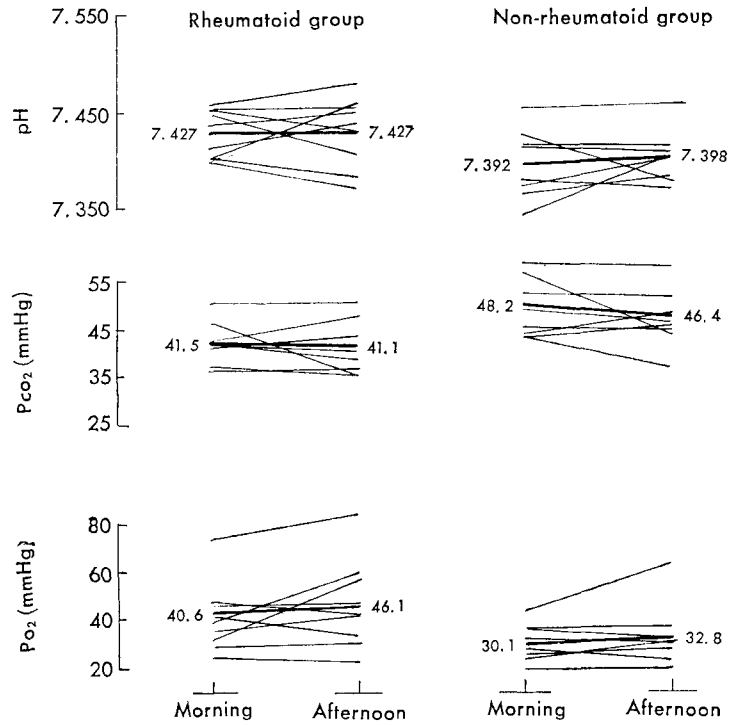


Fig. 2. Diurnal variations of blood pH, P_{CO_2} and P_{O_2} in rheumatoid and non-rheumatoid groups

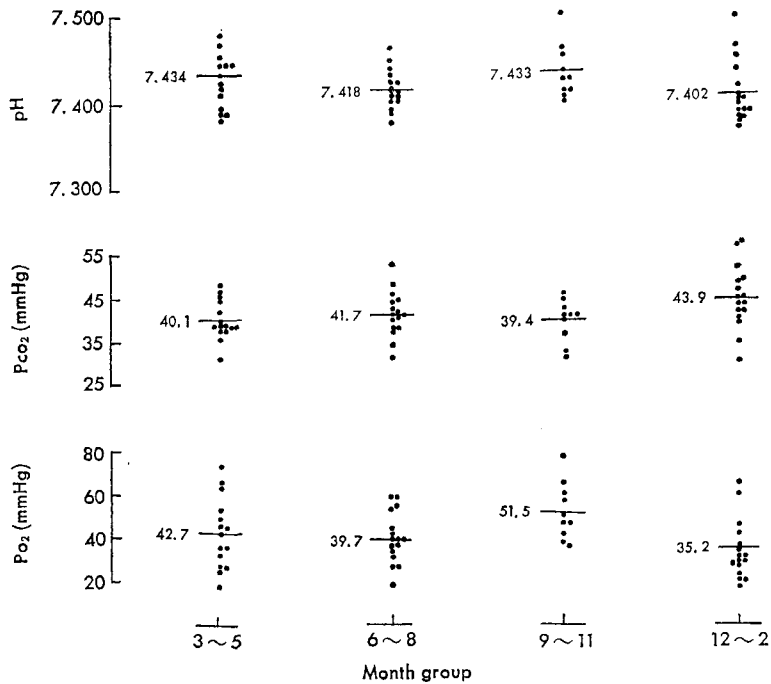


Fig. 3. Seasonal variations of blood pH, P_{CO_2} and P_{O_2}

Table 4. Seasonal variations of blood pH, P_{CO_2} and P_{O_2}

March~May							
Case No.	Name	Sex	Age	Clin. Diag.	pH	P_{CO_2}	P_{O_2}
1	J. A.	♀	28	RA	7.415	39	53
2	H. K.	〃	32	〃	7.395	38	27
3	Y. I.	♂	40	〃	7.480	31	73
4	S. D.	♀	68	〃	7.455	36	36
5	M. Y.	♂	65	〃	7.435	37.5	49
6	K. I.	♀	52	CVD	7.470	42	43
7	S. S.	〃	56	〃	7.445	39.5	66
8	K. K.	♂	57	〃	7.435	38.5	46
9	K. M.	〃	63	〃	7.540	38	64
10	N. M.	〃	64	〃	7.435	46.5	45.5
11	E. M.	〃	68	〃	7.390	45.5	18
12	H. G.	♀	60	MD	7.425	38.5	26.5
13	M. N.	〃	70	〃	7.385	45	25
14	F. K.	〃	38	MSS	7.420	38	36
15	H. U.	〃	61	〃	7.390	48	32
M. V.			54.8		7.434	40.1	42.7
S. D.					± 0.040	± 4.3	± 14.4
June~August							
1	Y. M.	♀	18	RA	7.405	44	58
2	T. K.	〃	37	〃	7.415	38.5	39.5
3	S. K.	〃	51	〃	7.425	41.5	34.5
4	J. K.	〃	54	〃	7.395	48.5	27.5
5	Y. Y.	〃	56	〃	7.415	38.5	27.5
6	S. M.	〃	52	〃	7.465	35	39
7	S. A.	♂	56	〃	7.425	37.5	51.5
8	S. M.	〃	62	〃	7.410	42	18
9	T. K.	〃	57	MD	7.410	40.5	54
10	M. M.	♀	30	MSS	7.390	46	36
11	H. S.	〃	26	〃	7.435	41	41
12	M. H.	〃	68	〃	7.380	53	39
13	H. M.	〃	68	〃	7.440	41.5	58
14	T. N.	〃	65	〃	7.450	32	43
15	V. A.	〃	76	〃	7.405	44.5	31
16	T. A.	〃	59	CNS	7.420	43	37
M. V.			52.2		7.418	41.7	39.7
S. D.					± 0.021	± 4.9	± 11.0
September~November							
1	K. T.	♀	37	RA	7.500	44.5	47
2	H. T.	〃	38	〃	7.435	36.5	47
3	I. N.	〃	55	〃	7.425	42.5	60
4	Y. S.	♂	40	〃	7.410	40.5	36.5
5	T. Y.	♀	29	〃	7.400	40.5	56.5
6	N. M.	♂	20	MD	7.460	32	65
7	G. T.	〃	52	〃	7.405	40.5	49
8	G. O.	〃	58	〃	7.455	31	76.5
9	N. O.	〃	60	MSS	7.425	45.5	41
01	M. K.	〃	47	〃	7.410	40.0	36
M. V.			43.6		7.433	39.4	51.5
S. D.					± 0.030	± 4.6	± 12.4

Table 4. (continued)

December~February

1	K. H.	♀	34	CNS	7.375	42.5	36
2	Y. N.	〃	16	〃	7.370	48	27
3	K. H.	〃	18	〃	7.410	42.5	41.5
4	T. M.	〃	77	CVS	7.490	41	64
5	T. K.	♂	55	〃	7.380	44	30
6	E. O.	〃	59	〃	7.395	44	30
7	Y. Y.	〃	57	〃	7.455	51	28
8	Y. H.	♀	69	〃	7.380	56.5	19
9	N. N.	♂	45	MD	7.375	47.5	33
10	K. M.	〃	51	〃	7.380	57	19
11	R. I.	〃	62	〃	7.365	29.5	28
12	K. H.	〃	68	〃	7.430	34	40.5
13	K. H.	♀	18	RA	7.395	41	45
14	K. H.	〃	55	〃	7.455	38.5	59
15	S. K.	♂	60	MSS	7.390	45.5	27
16	U. M.	♀	78	〃	7.400	39.5	36
M. V.			51.4		7.402	43.9	35.2
S. D.					±0.033	±7.0	±12.2

M.V. : Mean Value

S. D. : Standard Deviation

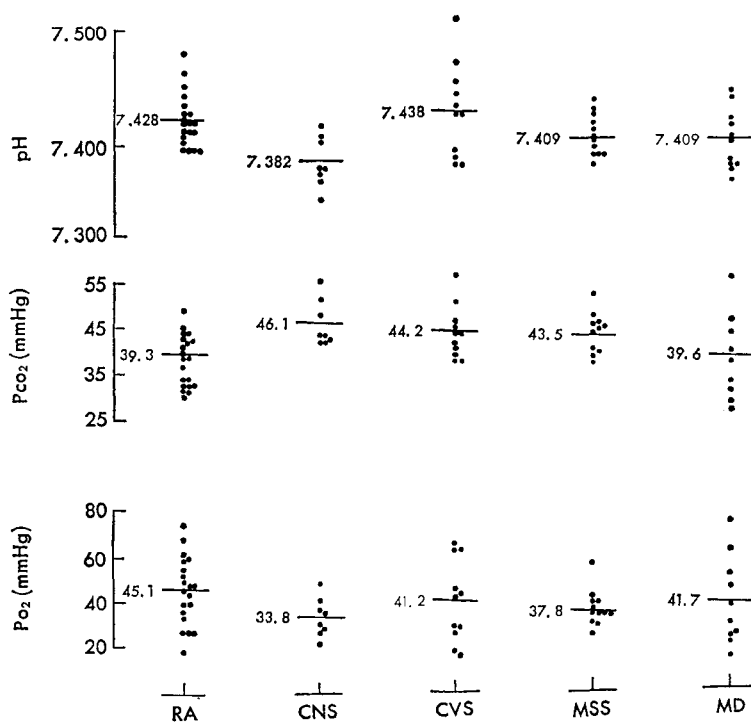


Fig. 4. Mean values and variations of blood pH, P_{CO_2} and P_{O_2} in rheumatoid (RA), central nervous (CNS), cardiovascular (CVS), musculoskeletal (MSS) and metabolic (MD) diseases

すると, CVS 群 14.3 ± 2.1 g/dl を除く各群に軽度ないし中等度の貧血がみられる. 中でも RA 群は 11.3 ± 1.4 g/dl で最低値を示しているが, これら Hb 量と血液 pH 並びにガス分圧との間には有意の相関関係はみられない.

2) 赤血球沈降速度 (ESR) WESTERGREN 法による 1

時間値の正常範囲は男: 1~10mm, 女: 2~15mm である. 一応 20mm 以上のものを異常とすると CNS 群の正常値を除いて 21.4~50.6 mm の範囲の亢進がみられる. RA 群で最も亢進しており, MSS 群が最も軽度である. 血液 pH 並びにガス分圧との間には CVS 群の P_{O_2}

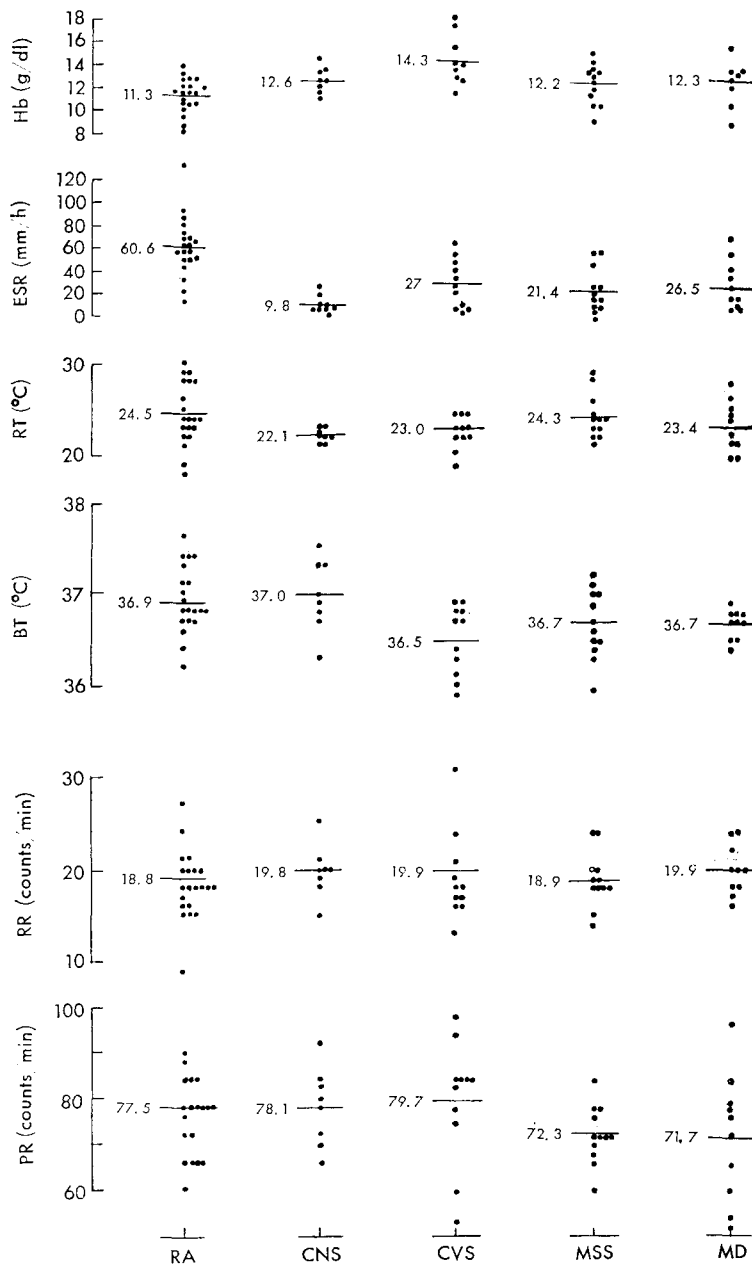


Fig. 5. Mean values and variations of hemoglobin content (Hb), erythrocyte sedimentation rate (ESR), body temperature (BT), room temperature (RT), respiration rate (RR) and pulse rate (PR) in rheumatoid (RA), central nervous (CNS), cardiovascular (CVS), musculoskeletal (MSS) and metabolic diseases (MD)

Table 5. Changes of blood pH, P_{CO_2} and P_{O_2} due to the type of disease, hemoglobin content (g/dl), erythrocyte sedimentation rate (mm/h), room temperature ($^{\circ}C$), body temperature ($^{\circ}C$), respiration rate (count/min) and pulse rate (count/min).

Rheumatoid Arthritis (RA)												
Case No.	Name	Sex	Age	Hb	ESR	RT	BT	RR	PR	pH	P_{CO_2}	P_{O_2}
1	Y.M.	♀	18	8.9	57.5	24	36.4	15	84	7.405	44	58
2	K.H.	♀	18	10.5	60.5	22	36.8	21	84	7.395	41	45
3	T.Y.	♀	29	10.1	73.5	28	37.3	18	88	7.430	32	66.5
4	J.A.	♀	28	11.7	32	21	37.1	16	76	7.415	39	53
5	K.T.	♀	37	12.2	134.5	24	37.6	27	108	7.500	44.5	47
6	H.T.	♀	38	12.0	80	24	36.7	20	84	7.435	36.5	47
7	H.K.	♀	32	8.5	94	22	36.8	18	66	7.395	38	27
8	T.K.	♀	37	12.0	47.5	25	36.7	16	72	7.415	38.5	39.5
9	Y.I.	♂	40	12.5	67	18	37.4	20	78	7.480	31	73
10	Y.S.	♂	40	11.5	61	26	36.6	15	60	7.395	43.5	44
11	I.N.	♀	55	11.5	21.5	23	36.8	18	66	7.425	42.5	60
12	K.H.	♀	55	13.2	48.0	19	37.1	18	78	7.445	38.5	59
13	S.K.	♀	51	11.6	14	23	37.4	20	72	7.425	41.5	34.5
14	J.K.	♀	54	10.9	85	29	36.9	15	66	7.395	48.5	27.5
15	Y.Y.	♀	56	10.4	68.5	28	37.4	24	78	7.415	38.5	27.5
16	S.M.	♀	52	10.2	59	28	36.2	18	78	7.465	35	39
17	M.D.	♀	68	9.2	41.5	29	37.0	20	78	7.455	36	36
18	S.A.	♂	56	12.5	49	23	36.7	21	66	7.425	37.5	51.5
19	M.Y.	♀	65	11.8	63	24	36.8	18	78	7.435	37.5	49
20	S.M.	♂	62	13.8	54	30	36.8	17	90	7.410	42	18
M.V.			44.6	11.3	60.6	24.5	36.9	18.8	78.5	7.428	39.3	45.1
S.D.				± 1.4	± 25.8	± 3.2	± 0.4	± 3.0		± 0.028	± 4.2	± 13.9
Central Nervous System (CNS)												
1	Y.H.	♀	16	12.5	5.5	21	36.7	18	78	7.370	48.0	27
2	K.H.	♀	18	13.1	8.5	22	37.5	25	84	7.410	42.5	41.5
3	E.M.	♀	38	11.5	4	22	37.3	21	83	7.365	42.5	22
4	K.T.	♂	56	13.5	22	22	36.9	19	70	7.340	55.5	29
5	Y.U.	♀	67	14.5	18.5	23	37.0	15	92	7.375	51.5	30
6	T.A.	♀	59	12.5	5	22.5	36.8	20	80	7.420	43.0	37
7	K.H.	♀	34	12	9	21	37.3	20	66	7.375	42.5	36
8	H.T.	♀	58	11	6	23	36.3	20	72	7.405	43	48
M.V.			43.3	12.6	9.8	22.1	37.0	19.9	78.1	7.382	46.1	33.8
S.D.				± 1.1	± 6.3	± 0.7	± 0.4	± 2.6	± 7.9	± 0.025	± 4.7	± 7.9
Cardio-Vascular System (CVS)												
1	T.K.	♂	55	11.5	6	22	36.9	18	84	7.380	44	30
2	E.O.	♀	59	13.6	8	22	36.4	16	60	7.395	44	30
3	T.M.	♀	77		38	23	36.8	24	98	7.490	41	64
4	K.I.	♀	52	12.9	60.5	29	36.9	19	78	7.470	42	43
5	S.S.	♀	56	17.4	46	24.5	36.8	18	53	7.445	39.5	66
6	K.K.	♂	57	17.9	4.5	24.5	36.0	13	75	7.435	38.5	46
7	K.M.	♀	63		53	20.5	35.9	40	94	7.540	38	64
8	Y.Y.	♀	57	15.4	20	19	36.7	16	84	7.455	51	28
9	Y.H.	♀	69	14	4	22	36.3	17	84	7.380	56.5	19
10	N.M.	♂	64	12.4	24.5	23	36.1	17	84	7.435	46.5	45.5
11	E.M.	♀	68	13.7	33	23	36.7	21	83	7.390	45.5	18
M.V.			61.5	14.3	27	23	36.5	19.9	79.7	7.438	44.2	41.2
S.D.				± 2.1	± 19.6	± 2.4	± 0.4	± 6.9	± 12.6	± 0.048	± 5.3	± 16.9

Table 5. (continued)
Musculo-Skeletal System (MSS)

1	M.M.	♀	30	13.7	7	26	37.0	14	72	7.390	46	36
2	H. S.	〃	26	13.5	3.5	23	36.9	19	72	7.435	41	41
3	M.H.	〃	68	10.2	54.5	22	36.6	20	76	7.380	53	39
4	H.K.	〃	38	12.8	5	23	37.1	24	66	7.420	38	36
5	U.M.	〃	78	11.2	12.5	22	36.5	15	72	7.400	39.5	36
6	H.M.	〃	68	12.5	10.5	24.5	36.3	18	72	7.440	41.5	58
7	T. N.	〃	65	9.0	24.5	29	37.2	20	84	7.450	32	43
8	H. U.	〃	61	14.9	17	28.5	36.2	24	70	7.390	48	32
9	U. A.	〃	76	13.5	24.5	24	36.5	19	68	7.405	44.5	31
10	N. O.	♂	60	12.0	45	24	37.0	18	60	7.435	45.5	41
11	M.K.	〃	47	10.2	51	24	36.4	18	78	7.410	40	36
12	S. K.	〃	60	14	2	21.5	36.7	18	78	7.390	45.5	27
M. V.			56.4	12.2	21.4	24.3	36.7	18.9	72.3	7.409	43.5	37.8
S. D.			±1.7	±18.1	±2.3	±0.3	±8.9	±6.0	±0.022	±5.2	±7.4	

Metabolic Diseases (MD)

1	N.M.	♂	20	12.4	56.5	24.5	36.8	24	96	7.460	32	65
2	N. N.	〃	45	13.4	5	20	36.8	17	52	7.375	47.5	33
3	K.M.	〃	51	13.2	6.5	24	36.5	20	66	7.380	57	19
4	G. T.	〃	52	15.3	40	25	36.5	18	60	7.405	40.5	49
5	H. G.	♀	60	10.5	67	22.5	36.8	20	76	7.425	38.5	26.5
6	R. I.	♂	62	8.7	21.5	21.5	36.7	20	84	7.365	29.5	28
7	K.M.	〃	68		12	20	36.9	18	79	7.430	34	40.5
8	G. O.	〃	58		8	28	36.7	24	54	7.455	31	76.5
9	M.N.	♀	70	13.2	33.5	21.5	36.7	22	78	7.385	45	25
10	T. K.	♂	57	12	15	26.5	36.4	16	72	7.410	40.5	54
M. V.			54.3	12.3	26.5	23.4	36.7	19.9	71.7	7.409	39.6	41.7
S. D.			±1.8	±20.8	±2.6	±0.2	±2.6	±13.1	±0.032	±8.1	±17.0	

M. V. : Mean Value
S. D. : Standard Deviation

値においてのみ5%の危険率で有意の相関が証明される(図6).

3) 室温(RT) 各疾患群の平均値の範囲は22.1~24.5°CでRA群で最も高温、CNS群で最低温を示す、血液pH並びにガス分圧との間にはRA群及びMD群の P_{O_2} 値にのみ有意の相関が証明される(図6, 7).

4) 体温(BT) 発熱の下限界を37°CとするとCNS群のみが微熱を呈しており、RA群も発熱側に傾いているが他は平熱とみなされる。いずれの群にも血液pH並びにガス分圧との間に有意の相関が認められない。

5) 呼吸数(RR) 各疾患群の呼吸数の平均値は18.8~19.9/分の範囲にあり、殆んど差がないとみなしうるがCNS群、CVS群及びMD群でやや多い傾向がみられる。血液pH並びにガス分圧との間にRA群及びCVS群のpHのみに有意の相関関係が証明される。

6) 脈拍数(PR) 各疾患群の平均値は71.7~79.7/分の間にあり、CVS群で最も多く、MD群で最も少ない。血液pH並びにガス分圧との間にはRA群のpHにのみ有意の相関関係が証明される。

IV. 考 按

血液pHの年齢による有意の差は証明されないが、高齢者は若年者に比し低値をとる傾向がみられる(Shock, 1957; 篠原, 1963; 村山ら, 1965)。安静時におけるこの変化は血液炭酸ガス分圧の微小な上昇と血清重炭酸塩の僅少な減少にもとづくことが推定される。加齢に伴う換気不全ないしは肺胞換気部分の不均一さの増加が、肺胞内炭酸ガス分圧及び血液のそれを上昇させると考えられる。一方Norris *et al.* (1956) は老年者における肺活量の減少及び残気量の増加はともに有意であるが血液炭酸ガス含量, pH, 炭酸ガス分圧及び血清重炭酸塩には年齢差がないと報告している。更らにMori (1934~1936) は安静時の肺胞炭酸ガス分圧の年齢による明らかな差は認められないという。

血液 P_{O_2} の加齢に伴う変化としては動脈血あるいは動静脈血両者における低下があげられる(大平, 1943; Ulmer, 1963; 村山ら, 1965)。この低下の原因として換気一血流の分布異常が考えられており、更に高齢者で

は拡散障害が関与しているといわれる (LOEW and THEUS, 1962; ULMER *et al.*, 1963).

著者の午後3時における成績は60~79才群の pH, P_{O_2} がともに低下の傾向を示しているが, P_{CO_2} は10~39才及び40~59才群の中間に位している。午前7時の値はむしろ60~79才群の pH 及び P_{O_2} は他の二群より高値をとり, P_{CO_2} は低値である。pH の日内変動に関する著者の成績は60才未満の若, 壮年者の午前値及び午後値の間の差が僅少であるのに反し, 老年者群では著明な低下を認める。これは運動負荷後に老年者では血液の酸性化が強く (MORI, 1934~1936), また酸ないしアルカリ負荷後に壮年者は, 8~10時間で酸-塩基平衡が回復するが, 老年者では更に遅延する事実 (SHOCK and YIENGST, 1948) と合致するものと思われる。老年者の肺胞気 P_{CO_2} は若年者に比し, 運動負荷後の増加が著しく (MORI, 1934~1936), 肺胞気及び動脈血 P_{CO_2} の比

が増大するといわれ (ULMER *et al.*, 1963), 体内における炭酸ガス産生及び血液から肺胞内への拡散が亢進しているためと解される。実際に著者の若, 壮年者群の血液 P_{CO_2} の午後値は午前値と比較して不変ないしやや減少の傾向を示すが, 老年者群は増加の傾向をみせている。

老年者の基礎代謝率は若年者のそれに比し低率である一方, 老年者 (60才以上) は同じ軽作業をするのに若年者よりも多くのエネルギー消費を必要とし, かつ仕事の効率が悪いといわれる (INOUE *et al.*, 1962)。著者の血液 P_{O_2} に関する成績は若, 壮年者群の午後値は午前値より高値であるが, 老年者群のそれは低下しており, pH 及び P_{CO_2} の変動を併せ考慮するとき, 代謝態度の相違にもとづきことが示唆される。

関節リウマチ及び非関節リウマチ疾患に特異な変動は認められない。

血液 pH, P_{CO_2} 並びに P_{O_2} と季節との関係は外気温の

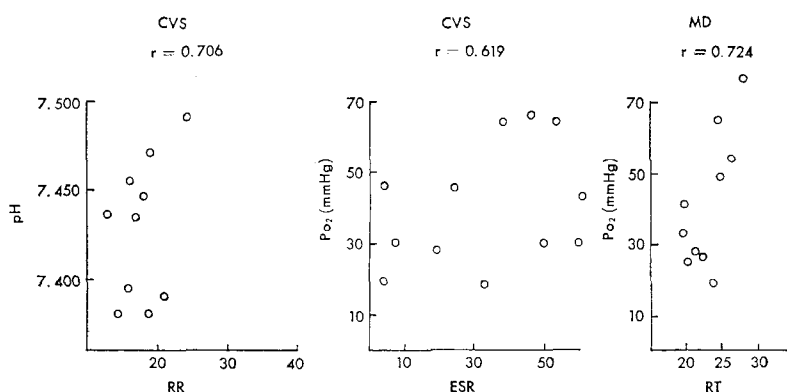


Fig. 6. Relationship between blood pH and P_{O_2} and respiration rate (RR), erythrocyte sedimentation rate (ESR), room temperature (RT) in cardiovascular (CVS) and metabolic (MD) diseases

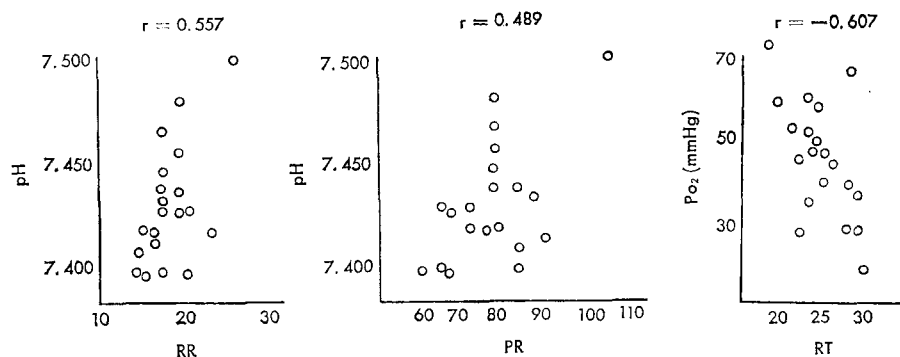


Fig. 7. Relationship between respiration rate (RR), pulse rate (PR) room temperature (RT) blood pH and P_{O_2} and in rheumatoid arthritis

上昇が換気の増加を介して血液炭酸ガス含量の減少を来すこと、大気圧の降下による血液アルカリ予備が低下すること (PETERS and VAN SLYKE, 1931) 及び基礎代謝に季節変動がみられることから予想されよう。

三朝温泉地の気温は的場ら (1966) の過去10年間に亘る観察によると7月下旬から8月上旬の間で最高温となり、しかもこの約1ヶ月間は 30°C を越えている。最低気温は1月下旬から2月にかけてみられ、 0°C 以下に下る。室温も6～8月にピーク (平均: 25.5°C) があり、次いで9～11月 (平均: 25.1°C)、3～5月 (平均: 23.7°C) でやはり12～2月は最低温 (平均: 21.4°C) である。鳥取県の日本海側の米子市及び鳥取市における海面大気圧の季節変動は類似しており、三朝温泉地はほぼ両市の間に位置しているので、その気圧変動を知る参考資料として充分役立ちうると考えられる。12～2月の大気圧が最大 (平均: 1020.6mb) で、6～8月は最小 (平均: 1006.9mb)、3～5月 (平均: 1015.9mb) 及び9～11月 (平均: 1017.0mb) は両者の中間の値を示している (鳥取県気象年報, 1967)。

基礎代謝率は冬期は夏期より約10%高く、外気温の日差の大きい地域では更に17%に及び (鈴木, 1967)、食質との間に必然的な関連が確認されるといわれる (佐々木, 1967)。著者の成績における12～2月群の血液 pH 及び P_{O_2} が低値で9～11月群との間に有意差が証明された理由は、前者の P_{CO_2} の高値なことと考えあわせて、基礎代謝率の季節的な差を反映した結果ともみなしうが、一方温度差にもとづく皮膚血流量の減少ないしは血流速度の遅滞による可能性もある。更には対象患者群の構成にも問題が残されており、明瞭な説明はしがたい。

血液 pH, P_{CO_2} 並びに P_{O_2} と疾患との関係はまず RA 及び CVS 群と CNS 群の pH についてみられる。RA 群の室温は CNS 群のそれより 2.4°C 高いので温度差による相違の可能性も否定できないが、呼吸数はむしろ CNS 群で多く、CVS 群の室温がわずかに 0.9°C 高温で CNS 群との pH の差は RA 群との差よりかえって大きいこと及び室温との間に有意の相関関係がみいだされないことから別の因子を考え併わせる必要がある。RA 及び CNS 群の差はヘモグロビン量、赤血球沈降速度にもみられる。血漿の炭酸ガス含量は赤血球のそれを約1.6倍うまわるので、ヘマトクリット値の減少する貧血では血液炭酸ガス含量は軽度増加し、pH 及び P_{CO_2} の動静脈較差が増大すると考えられる (PETERS and VAN SLYKE, 1931) が、RA 群、CNS 群を含め各疾患と貧血の程度との間には一定の関係は認められない。また赤血球沈降速度の亢進は RA 群では少なくとも疾患の活動性ないし炎症の強さに関係するとされ (ZIFF and BAUM, 1966)、かつ

血液粘度の上昇及び連鎖形成 (rouleau formation) により、微小血管内の血流速度を遅延させる原因となりうる (WELLS, 1964) が、RA 群の pH との間に有意の相関関係がみられず、RA と CNS 群間の pH の差を証明するのには不十分である。

CVS 群と CNS 群との年齢、ヘモグロビン量及び体温差のうち、前二者による pH の差の可能性はこれまで述べて来たところからほぼ除外されよう。CNS 群の体温は CVS 群のそれより 0.5°C だけ高温であり、殆んど同体温を示す RA 群との pH の差が著明である点、体温の高低が CVS 及び CNS 群の pH 差を生じたとするのは妥当でないと思われる。

RA 群の血液 P_{CO_2} は MD 群を除く他の三群との間に有意差が証明されるが、RA 群と CNS 群及び CVS 群のヘモグロビン量、赤血球沈降速度、室温、体温、呼吸数及び脈拍数の間にはこの有意性を説明しうる程の一定した変化は認められない。RA 群の pH は脈拍数との間に有意の相関関係が証明されているので RA と MSS 群間の脈拍数の差はある程度の影響を及ぼしているかも知れない。

各疾患群の血液 P_{O_2} 間には有意差が認められないが RA 群は室温との間に有意の負の相関関係が証明され、室温の上昇に伴って酸素摂取量が増大する事実を反映しているものと解される。一方、MD 群の P_{O_2} と室温との間には正の相関関係が成立しており、室温の上昇に伴う血流量の増加 (FORSTER *et al.*, 1946) に由来しているものと考えられるが、酸素摂取量の増大あるいは血流量の増加による血液 pH 並びにガス分圧の変化については更に詳しく第 III 編で述べる。

V. 結 論

著者は組織の血行ないし代謝動態に影響すると考えられる諸因子のうちヘモグロビン量、赤血球沈降速度、室温、体温、呼吸数及び脈拍数の6項目をえらび、それらの因子と血液 pH, P_{CO_2} 並びに P_{O_2} との関係を検討し、更に年齢別、疾患別による変動と併わせて、日内変動及び季節変動にも検討を加え、次の如き結果を得た。

1) 年齢別による pH の変動は40～59才群、10～39才群、60～79才群の順に、 P_{CO_2} では40～59才群、60～79才群、10～39才群の順に共に減少傾向が認められる。 P_{O_2} は60～79才群、40～59才群、10～39才群の順で増加の傾向にあるが、いずれも年齢別による有意差はみられない。

2) pH の日内変動は10～39才及び40～59才群のいずれも測定誤差の範囲内であるが、60～79才群の午後値は

午前値に比し減少の傾向にある。 P_{O_2} では10~39才及び40~59才群の午後値はやや高値をとる傾向があるが、60~79才群は逆に低値をとる傾向を示す。 P_{CO_2} の変動は各年齢群ともに測定誤差の範囲内でいずれにも有意差はみられない。

3) リウマチ患者群と非リウマチ患者群との間に疾患に伴う日内変動の差はみられない。

4) pHの季節変動は3~5月群, 9~11月群, 6~8月群, 12~2月群の順で低下しており, 12~2月群と3~5月及び9~11月群との間に有意差が証明される。 P_{CO_2} は12~2月群, 6~8月群, 3~5月群, 6~8月群, 12~2月群の順に減少傾向をとるが, 有意差は認められない。

5) 疾患によるpHの変動はCVS群, RA群, MSS群, MD群, CNS群の順で低下しており, CNS群とCVS及びRA群との間には有意差が証明される。 P_{CO_2} はCNS群, CVS群, MSS群, MD群, RA群と順次減少し, RA群はMD群を除く他の三群との間に有意差が証明される。 P_{O_2} はRA群, MD群, CVD群, MSS群, CNS群の順に減少傾向がみられるが, いずれの間にも有意差は認められない。

6) 赤血球沈降速度はCVS群の P_{O_2} においてのみ有意の相関関係が証明される。

7) 室温はRA及びMD群の P_{O_2} のみに相関関係が証明される。

8) 呼吸数はRA及びCVS群のpHとの間にのみ相関関係が証明される。

9) 脈拍数はRA群のpHとの間にのみ相関関係が証明される。

10) 測定当日の, 同一被験者における静脈血pH, P_{CO_2} 並びに P_{O_2} の測定値はその静脈の灌流組織の血行ないし代謝動態を忠実に反映するものとみなしえ, 比較的安定していた。

文 献

- FORSTER, R. E. II, FERRIS, B. G. JR. and DAY, R. (1946). The relationship between total heat exchange and blood flow in the hand at various ambient temperatures. *J. Physiol.*, **146**, 600-609.
- INOUE, T., SAKAKIDA, H. and KATSURA, E. (1962). Energy requirement in the aged. *Acta Med. Univ. Kioto*, **38**, 227-232.
- LOEW, P. G. and THEWS, G. (1962). Die Altersabhängigkeit des arteriellen Sauerstoffdruckes bei der berufstätigen Bevölkerung. *Klin. Wschr.*, **40**, 1093-1098.
- の場邦和, 八幡隆昭, 江沢英光, 井上妙子 (1966). 三朝温泉地の気候について一過去10年間の集計一. 岡大温研報, **36**, 31-36.
- MORI, J. (1934-1936). Age and muscular exercise. *Jap. J. Med. Sci.*, III. Biophysics. **3**, 309-365.
- 村山忍三, 佐藤章夫, 佐藤忍 (1965). 血液 P_{O_2} , P_{CO_2} , pHの年齢的变化. 産業医学, **7**, 475.
- NORRIS, A. H., SHOCK, N. W., LANDOWNE, M. and FALZONE, J. A. JR. (1956). Pulmonary function studies: Age differences in lung volumes and bellows function. *J. Geront.*, **11**, 379-387.
- 大平二郎 (1943). 老年者の血液ガス量について. 日本消化機会誌, **42**, 109-114.
- PETERS, J. P. and VAN SLYKE, D. D. (1931). Carbonic acid and acid-base balance. In: *Hemoglobin and Oxygen*. Reprinted from *Quantitative Clinical Chemistry*, Volume I. Williams & Wilkins, Baltimore. pp. 868-1018.
- 佐々木隆 (1967). 食物と気候馴化に対する発言. 第17回日本医学会会誌, pp. 237-238.
- 篠原恒樹 (1963). 老年者血液 pH 特に重症時血液 pH. 老年病, **7**, 715-720.
- SHOCK, N. W. (1957). Age changes in some physiologic processes. *Geriatrics*, **12**, 40-48.
- , and YIENGST, M. J. (1948). Experimental displacement of the acid-base equilibrium of the blood in aged males. *Federation Proc.*, **7**, 114.
- 鈴木慎次郎 (1967). 食物と気候馴化. 第17回日本医学会会誌 p. 237.
- 鳥取地方気象台 (1967). 鳥取県気象年報. pp. 5-6.
- ULMER, W. T. and REICHEL, G. (1963). Untersuchungen über die Altersabhängigkeit der alveolären und arteriellen Sauerstoff- und Kohlensäuredrucke. *Klin. Wschr.*, **41**, 1-6.
- WELLS, R. E. JR. (1964). Rheology of blood in the microvasculature. *New Eng. J. Med.*, **270**, 832-839.
- ZIFF, M. and BAUM, J. (1966). Laboratory findings in rheumatoid arthritis. In: *Arthritis and its Allied Conditions* edited by HOLLANDER, J. L., 7th ed., Lea & Febiger, Philadelphia. pp. 236-253.

STUDY ON EFFECTS OF BALNEOTHERAPY ON BLOOD pH, P_{CO_2} AND P_{O_2} **PART 2. RELATIONSHIPS BETWEEN THE PHYSIOPATHOLOGICAL FACTORS AND BLOOD pH, P_{CO_2} AND P_{O_2}**

by Takaaki YAHATA (Director : Prof Hiroshi MORINAGA), *Division of Internal Medicine, Institute for Thermal Spring Research, Okayama University*

Abstract. From the factors which are considered to make an effect on circulatory or metabolic states, hemoglobin content, erythrocyte sedimentation rate, room temperature, respiratory rate and pulse rate were chosen to be discussed their relationships between the pH, P_{CO_2} and P_{O_2} . Moreover, changes due to age and disease as well as diurnal and seasonal variations of blood pH, P_{CO_2} and P_{O_2} were evaluated.

1) Blood pH and P_{CO_2} showed the tendency of reduction in the order of 40~59, 10~39 and 60~79 years age group in the former and in the latter 40~59, 60~79 and 10~39 years age group. The P_{O_2} value in the afternoon decreased with ageing. However, no significance was demonstrated in any age group.

2) Diurnal changes of pH in 10~59 age group was very small. In the 60~79 age group, the afternoon value decreased than the morning one. The P_{O_2} value in the 10~59 age group increased in the afternoon contrasted to the decrease in the 60~79 age group. The P_{CO_2} variations in all age groups were within the errors due to the measurement.

3) Rheumatoid arthritics group showed no significant diurnal variation different from non-rheumatoid arthritics group.

4) Blood pH of December-February group showed the lowest seasonal value and significant difference between March - May and September - November group. No significant seasonal variation was observed in the blood P_{CO_2} and P_{O_2} .

5) The central nervous system group showed the significant lower blood pH than cardiovascular disease and rheumatoid arthritis group. The P_{CO_2} values of rheumatoid arthritis group were lower significantly than cardiovascular disease, central nervous system, and musculo-skeletal system patient groups. None of diseases showed significant P_{O_2} difference each other.

6) Significant relationship was demonstrated between erythrocyte sedimentation rate and P_{O_2} value only in cardiovascular disease patient group.

7) There were the significant relationships between room temperature and P_{O_2} in rheumatoid arthritis and metabolic disease groups.

8) Significant relationships were shown between respiratory rate and pH in rheumatoid arthritis and cardiovascular disease groups.

9) There was significant relationship between pulse rate and pH only in rheumatoid arthritis groups.

10) The combination of the blood pH, P_{CO_2} and P_{O_2} values was shown to reflect the circulatory or metabolic states of the tissues or organs and to remain stable on the experimental day.