

放射能泉に関する研究 (XXX)

放射能泉入浴の酸化還元機轉に及ぼす影響 (II) 放射能泉入浴の血液グルタチオンに及ぼす影響

岡山大学温泉研究所 (所長 大島教授指導)

外 園 正 純

I 緒 言

ラドン泉入浴が生体の酸化還元機轉に如何なる影響を及ぼすかに就て、さきに森永博士¹⁾は血液カタラーゼにより、著者²⁾は同じく血清沃度酸値により、ラドン泉である三朝温泉入浴の影響を観察し、一般に之等の値が同温の淡水浴に比して浴後に増加する傾向にあることを認めた。

沃度酸値は血液中の還元物質の総和を現わすと云われ、その成分の一つとしてグルタチオンが關与することが知られているが、³⁾三朝温泉浴による沃度酸値の変動に際して、グルタチオンは如何なる態度を示すかに就て追究を試みた。

グルタチオンはビタミン C, チトクローム系、其他の生体の酸化還元系の一つとして組織呼吸に關与しており、⁴⁾⁵⁾温泉浴に依る影響をみた報告は⁶⁾⁷⁾⁸⁾2, 3 あるも入浴による増減に關しては夫々異つた成績が得られている。

II 実験方法並に実験材料

血液グルタチオンの測定は藤田、沼田法⁹⁾¹⁰⁾に従つて行い、還元型、酸化型並に総グルタチオンの値を求めた。更に還元型グルタチオンの測定にあつて、アスコルビン酸酸化酵素によつてビタミン C を除く操作を行わない場合の値に就ての変動をも検索した。

被験者は研究所附屬病院入院患者並に健康な職員を使用した。

温泉は三朝温泉¹¹⁾の中、含重曹食塩強ラドン泉 (200マツへ前後) 山田區共同湯並に弱ラドン泉 (20マツへ前後) 研究所泉を利用した。

実験日には早朝空腹時に採血し、之を浴前値とし、後靜に 5 分間入浴せしめ、浴后できるだけ安靜を保たせ、浴直后、1, 2, 3 時間に肘靜脈より採血し、之を測定に供した。

III 実験成績

(1) 43°~44°C 山田區共同湯浴

健康者 5 名の成績は第 1 表に示す如くである。(第 1 図)

5 例の平均値に就てみると、還元型グルタチオン (還元型と略す) は浴前値 28.3 mg/dl に対して、浴直后並に浴后 1 時間では共に 28.2 mg/dl となり、2 時間後は 28.8 mg/dl, 3 時間後は 27.2 mg/dl となり、5 例中 2 例は浴后減少の傾向をとり、他の 2 例は浴直后には増減不定なるも、1 時間後では減少、2~3 時間後では増加する傾向をとり、残りの 1 例は浴后全ての時間に於て増加した。

之等の浴後の各時期に於ける増減は推計學的に¹²⁾有意でなく、即ち還元型グルタチオンは山田區共同湯浴 (山田浴と略す) 后には一定の変動は示さぬ事を認めた。

酸化型グルタチオン（酸化型と略す）は同じく平均値に於ては、浴前6.1mg/dlに對し浴直後は10.1mg/dlに増加せるも、浴后1時間では逆に5.2mg/dlに減少した。2,3時間后では再び増加し、夫々11.7, 11.3mg/dlになつた。

即ち浴直后では5例中4例は増加したが、浴后1時間では増減不定にて、2時間后では全例増加し、浴前値に對する差の検定を行うと $F_0 = 9.21 > 7.71 = F_{\substack{n_1=1 \\ n_2=4}} \alpha = 0.05$ で有意にて、明に増加すると云える結果を得た。3時間后では5例中4例増加したが、検定するも尙有意とはいへぬ程度であつた。即ち酸化型は浴后1時間では稍減少する傾向あるも、他の時期では概して増加する傾向を認めた。

総グルタチオンは5例平均値は浴前34.4mg/dlに對して、浴直後は38.3mg/dlに増加せ

るも、1時間后は33.4mg/dlに減少し、2,3時間后は夫々40.5, 33.6mg/dlに増加した。

浴直後は5例中4例は増加、浴后1時間では減少の傾向をとれるもの3例、1例は浴前値と同じであつた。2時間后では4例は増加し、1例は浴前と同値であつたが、3時間后では3例増加、2例減少した。即ち総グルタチオンは酸化型と略同様の傾向をたどり、浴后1時間では稍減少せるも、他の時期では増加する傾向をとつたが、浴后各時期の變動は推計学的に有意とはいへぬ結果を得た。

(2) 43°~44°C 研究所泉浴

山田浴と同温の条件にて健康者5例の成績は第2表に示す如くである。(第2図)

5例平均値に就てみるに、還元型は浴前24.7mg/dlに對して、浴直后25.4mg/dl、浴后1, 2, 3時間では夫々27.8, 29.0, 29.6mg/dl

となり増加の傾向をとつた。即ち浴后各時期に於て5例中3例は増加の傾向は明かであつたが、2例はむしろ全体として減少の傾向をとり、之等の浴前値に對する變動はなお推計学的に有意とはいへぬ程度であつた。只浴后2, 3時間に於て稍増加の傾向を認めたのみである。

酸化型は浴前値5.3mg/dlに對し、浴直后、1, 2, 3時間では夫々6.1, 10.8, 11.1, 10.5mg/dlとなり漸次増加の傾向をたど

第 1 表

放射能泉入浴と血液グルタチオン(健康者)
43°~44°C 山田区共同湯(5分間浴) mg/dl

No.	症例	泉温	グルタチオン	入浴前	浴直后	浴后1時間	同2	同3
1	石○ ♀ 26	43°C	還元型	23.7	28.4	33.0	26.1	26.8
			酸化型	7.0	3.8	3.8	16.9	11.5
			総グ.	30.7	32.2	36.8	43.0	38.3
2	外○ ♂ 26	43°C	還元型	22.0	19.9	21.4	23.0	24.5
			酸化型	11.7	12.3	6.2	12.3	7.7
			総グ.	33.7	32.2	27.6	35.3	32.2
3	渡○ ♀ 19	43°C	還元型	32.2	33.3	29.4	38.3	32.7
			酸化型	5.2	12.7	4.4	10.8	11.8
			総グ.	37.4	46.0	33.8	49.1	44.5
4	川○ ♂ 26	44°C	還元型	30.7	27.6	26.8	26.1	24.7
			酸化型	3.1	9.2	7.0	12.3	4.4
			総グ.	33.8	36.8	33.8	38.4	29.1
5	松○ ♀ 20	44°C	還元型	33.0	31.8	30.6	30.6	27.6
			酸化型	3.8	12.7	4.6	6.2	21.5
			総グ.	36.8	44.5	35.2	36.8	49.1
5例 平均値	還元型グルタチオン		28.3	28.2	28.2	28.8	27.2	
	酸化型グルタチオン		6.1	10.1	5.2	11.7	11.3	
	総グルタチオン		34.4	38.3	33.4	40.5	38.6	

り、各例は浴后略増加の傾向をとつたが、特に2, 3時間後の増加は推計学的に有意であつた。即ち浴后2時間では $F_0 = 16.55 > 7.71 = F$, 3時間では $F_0 = 7.78 > 7.71 = F$ ($\frac{n_1=1}{n_2=4} \alpha = 0.05$)にて、酸化型は浴后2, 3時間では増加すると云える結果を得た。

総グルタチオンは浴前30.1mg/dlに対し、浴直后31.6mg/dl, 浴后1, 2, 3時間は夫々38.6, 40.1, 40.2mg/dlになり漸次増加する傾向を認め、浴直后, 1, 2時間後では5例中4例, 3時間では全例増加し、酸化型と略同じ傾向を示しつつ増加した。推計学的には浴后1時間は $F_0 = 10.03 > 7.71 = F$, 2時間では $F_0 = 8.82 > 7.71 = F$, 3時間では $F_0 = 16.24 > 7.71 = F$ ($\frac{n_1=1}{n_2=4} \alpha = 0.05$)となり、総グルタチオンは研究所泉浴后1~3時間に亘つて増加することが明かになつた。

第 2 表

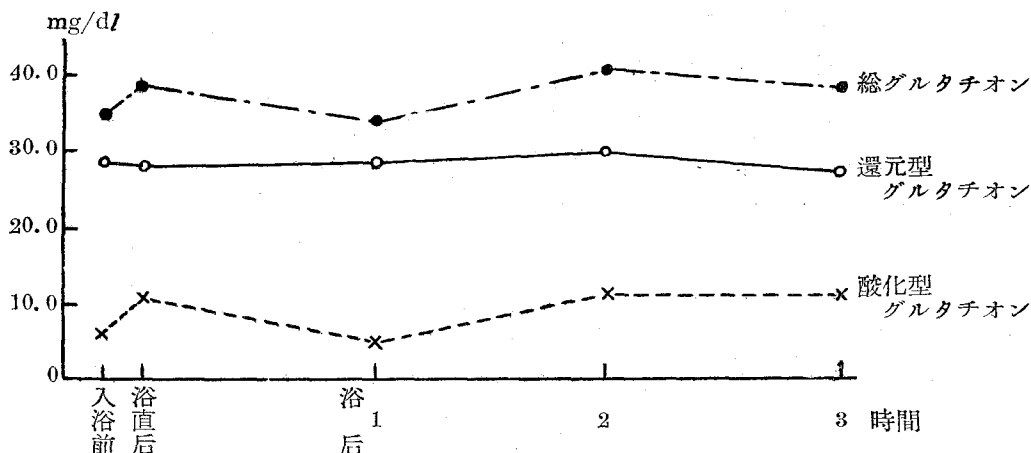
放射能泉入浴と血液グルタチオン (健康者)
43°C~44°C 研究所泉 (5分間浴) mg/dl

N.o	症 例	泉 温	グルタチオン	入浴前	浴直后	浴后 1時間	同 2	同 3
1	外○ ♂ 26	43°C	還元型	24.8	25.3	25.6	26.8	25.6
			酸化型	3.1	5.4	9.7	10.6	8.1
			総 グ.	27.9	30.7	35.3	37.4	33.7
2	松○ ♀ 20	43°C	還元型	29.1	25.6	28.4	30.6	28.4
			酸化型	7.7	9.7	19.2	13.9	19.2
			総 グ.	36.8	35.3	47.6	44.5	47.6
3	西○ ♀ 20	43°C	還元型	25.3	28.4	24.8	28.0	24.5
			酸化型	6.9	6.9	5.9	7.7	10.8
			総 グ.	32.2	35.3	30.7	30.7	35.3
4	石○ ♀ 26	44°C	還元型	26.8	27.6	36.8	44.5	41.4
			酸化型	2.3	3.1	12.3	11.5	7.7
			総 グ.	29.1	30.7	49.1	56.0	49.1
5	河○ ♀ 22	44°C	還元型	17.6	20.2	23.6	20.2	28.4
			酸化型	6.9	5.8	7.1	12.0	6.9
			総 グ.	24.5	26.0	30.7	32.2	35.3
5 例 平均値			還元型グルタチオン	24.7	25.4	27.8	29.0	29.6
			酸化型グルタチオン	5.3	6.1	10.8	11.1	10.5
			総グルタチオン	30.1	31.6	38.6	40.1	40.2

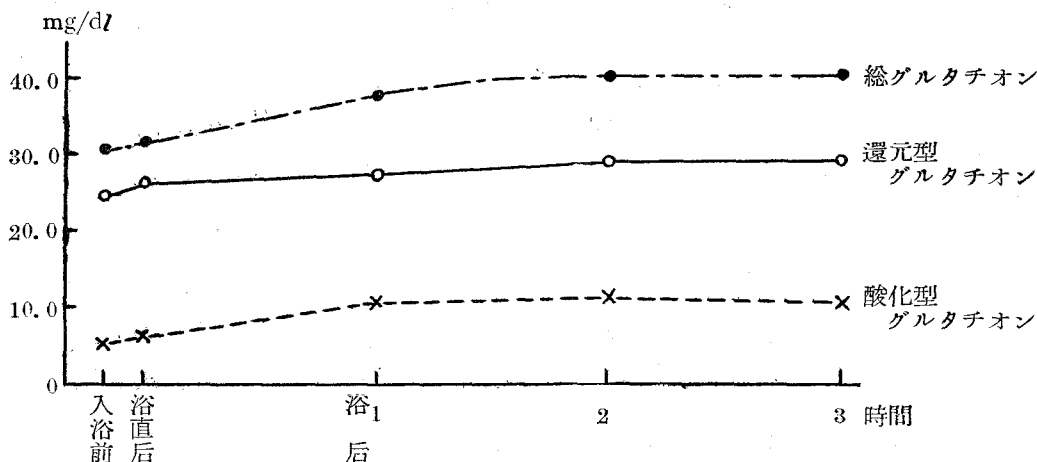
以上の同温の強弱2ラドン泉の浴後のグルタチオンの變動を概括比較するに、還元型は山田浴では殆んど變化しないが、研泉浴では僅に増加する傾向を認めた。酸化型は山田浴では浴后1時間では減少し、他の時期では大体増加する傾向を認めたに対して、研泉浴では浴后2~3時間にて明に増加した。総グルタチオンも略酸化型と同様の變動を示したが、山田浴では増加の傾向(浴后1時間では減少)を示せるに反して、研泉浴では浴后1~3時間に亘つて明に増加した。之等の變動を浴前値と浴后1時間値並に3時間値を使用して標本平均経過の差の検定法で調べると、還元型並に酸化型ではなお有意とは云えぬ程度であつたが、総グルタチオンでは $F_0 = 5.88 > 4.74 = F$ ($\frac{n_1=2}{n_2=7} \alpha = 0.05$)で有意であつた。

即ち山田浴では浴后1時間では浴前より減少するも、研究所泉浴では増加した事は、他の時期に於ては両泉共増加の傾向をたどつた事に対して一つの相違を示せるものである。

第1図 放射能泉入浴 (43°~45°C山田區共同湯) ト血液グルタチオン



第2図 放射能泉入浴 (43°~44°C研究所泉) ト血液グルタチオン



(3) 血液メタ磷酸除蛋白濾液の N/1000

KJO₃消費の放射能泉入浴による變動:

アスコルビン酸酸化酵素を作用せしめずに血液の2%メタ磷酸除蛋白濾液に就て直接N/1000KJO₃の消費量を測定するとその中には、真の還元グルタチオンの他に還元型ビタミンCによるKJO₃の消費も含まれることになる。即ちN/1000KJO₃による滴定値はグルタチオン、ビタミンC或は他の還元物質によるものであるから、仮に之を凡てグルタチオンとして計算し(滴定値×30.7mg/dl),

この値に就て放射能泉入浴による浴後の變動を観察した。

(イ) 44°~45°C山田區共同湯浴(健康者)

健康者5例の平均値は第3表の如く浴前45.9mg/dlに対し、浴直后、1、2、3時間后では夫々41.2、40.1、42.9、45.2mg/dlとなり浴后は減少する傾向を示した。即ち浴直后、1時間后は全て減少し、推計学的に検定すると、浴直后は $F_0 = 15.78 > 7.71 = F_{\substack{n_1=1 \\ n_2=2}} \alpha = 0.05$ 、1時間后は $F_0 = 9.18 > 7.71 = F$ (同前)にて明に減少することを認めたが、浴后2、3

時間ではなお有意の差は認め難く、3時間値は浴前値に戻る傾向がみられた。

(ロ) 44°~45°C研究所泉浴(健康者)

健康者5例の平均値は第3表の如く浴前43.3 mg/dlに対し、浴直后、1, 2, 3時間后では夫々40.1, 40.3, 38.5, 40.5mg/dlとなり浴后は減少する傾向を示し、2時間後に最も減少したが、検定を行うもなお有意とはいえない。

(ハ) 45°~46°C研究所泉浴(患者)

比較的高温の研究所泉に5名の患者を入浴させたところ、第4表の如く入浴前値の平均値36.8mg/dlに対して、1, 2時間后では36.3, 36.7mg/dlとなり稍減少せるも、3時間后では逆に41.9mg/dlに増加した。然しながら之等の變動は検定を行うも有意でなかつた。

(ニ) 39°~40°C研究所泉浴(患者)

同じく患者にて比較的低温の研究所泉浴を

行わせた場合には第4表の如く、5例の平均値では浴前44.8mg/dlに對して、浴后1, 2, 3時間では夫々41.1, 41.5, 42.3mg/dlとなり減少の傾向を認めたが、浴前との差は有意とはいえぬ程度であつた。

(ヘ) 44°~46°C研究所泉浴(貧血患者)

血球素量(ザリー値)25~71%の鉤虫貧血患者を入浴せしめた成績は第4表の如く5例中浴后増加せるもの3例、減少せるもの2例にて、その平均値は浴前38.9mg/dlに對して浴后1, 2, 3時間后は夫々38.5, 38.8, 38.3 mg/dlとなり平均値では殆んど變化は認められぬ程度で、僅に減少する傾向をみたが、推計学的に有意でない。即ち貧血患者では特別の變化は認められない。

第 3 表

放射能泉入浴とメタリン酸除蛋白血液濾液還元物質(健康者)

(イ) 44°~45°C山田区共同湯(5分間浴) mg/dl

N.o	症 例	泉 温	入浴前	浴直后	浴 后 1時間	同 2	同 3
1	松○	44°C	43.2	36.7	37.8	41.9	42.1
2	外○	45°C	51.4	44.7	44.1	44.5	46.2
3	佐○	45°C	50.1	43.4	48.4	52.0	48.5
4	渡○	45°C	42.9	40.1	42.5	35.6	48.3
5	西○	45°C	42.1	41.1	38.1	40.5	41.3
平 均 値			45.9	41.2	40.1	42.9	45.2

(ロ) 44°~45°C研究所泉(5分間浴)

1	角○	44°C	43.0	39.9	33.7	32.2	35.3
2	松○	44°C	30.8	35.3	36.9	36.6	33.3
3	外○	44°C	44.0	39.4	39.4	39.6	44.0
4	石○	45°C	55.0	45.3	50.9	49.9	49.9
5	山○	45°C	44.0	40.7	40.7	34.5	40.3
平 均 値			43.3	40.1	40.3	38.5	40.5

第 4 表

放射能泉入浴とメタリン酸除蛋白液濾液還元物質 (患者)

(ハ) 45°C~46°C 研究所泉 (5分間浴) mg/dl

N.o	症 例	病 名	泉 温	入浴前	浴 后 1時間	同 2	同 3
1	高 ○	小 脳 性 運 動 失 調 症	45°C	34.4	35.9	38.0	36.2
2	安 ○	十二指腸潰瘍	45°C	35.9	38.9	43.9	47.2
3	西 ○	蛔 虫 症	46°C	30.5	33.3	30.5	42.7
4	菊 ○	蛔 虫 症	46°C	43.7	37.9	33.0	41.9
5	本 ○	関節リウマチス	46°C	40.3	35.6	38.5	41.5
比較的高温浴: 平均値				36.8	36.3	36.7	41.9

(ニ) 39°C~40°C 研究所泉 (5分間浴)

1	井 ○	心臓神経症	39°C	43.3	38.2	39.4	41.5
2	松 ○	蛔 虫 症	39°C	50.9	46.0	47.7	46.0
3	佐 ○	鉤 虫 症	39°C	49.2	42.8	42.5	44.6
4	河 ○	鉤 虫 症	39°C	37.1	39.6	40.0	40.3
5	山 ○	膀胱炎	40°C	43.9	39.2	37.9	39.2
比較的低温浴: 平均値				44.8	41.1	41.5	42.3

(ホ) 44°C~46°C 研究所泉 (5分間浴) 貧血患者

		Hb パーセント	泉 温	入浴前	浴 后 1時間	同 2	同 3
1	吉 ○	25%	44°C	34.7	40.2	37.2	37.6
2	村 ○	48%	45°C	50.4	47.3	40.2	46.4
3	松 ○	55%	45°C	34.0	26.2	28.7	24.3
4	谷 ○	71%	46°C	39.3	41.8	47.6	43.3
5	田 ○	32%	46°C	36.1	36.8	40.2	39.8
貧 血 患 者 : 平 均 値				38.9	38.5	38.8	38.3

(3) 項の成績を要約すると、44°C~45°C の山田浴と研泉浴との間で、健康者に就ては時間的経過に差を認めた。即ち浴直后、1時間后では何れも減少するも、山田浴では2、3時間后に於ては浴前値に戻るに対して、研泉浴では減少のままであつた。即ち浴前値と浴后2、3時間値を用い時間的経過の差の検定を行つて $F_0 = 5.51 > 4.74$ ($\frac{n_1=2}{n_2=7} \alpha = 0.05$) にて有意であつた。

次に研泉浴にて浴温 45°C 前後の場合に健康者と種々なる患者群の浴后の変動も、浴前値と浴后1、3時間値に就て同様に検定すると

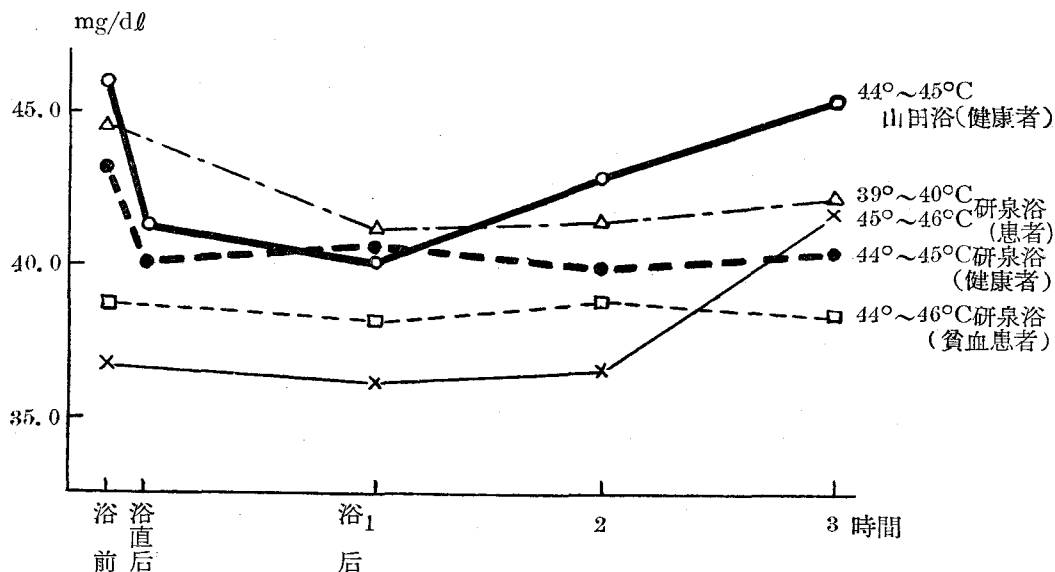
$F_0 = 7.50 > 4.74 = F(\frac{n_1=2}{n_2=7} \alpha = 0.05)$ にて有意であつた。即ち浴后1時間では何れも減少するも、3時間后では健康者は減少のままであつたが、患者ではむしろ浴前より増加した。

泉温による差を求めるために、研究所泉入浴患者にて、比較的高温浴 (45°C~46°C) と比較的低温浴 (39°C~40°C) の両者の間で、浴前値と浴后1時間、3時間値に就て比較するに、 $F_0 = 12.19 > 4.74 = F(\frac{n_1=2}{n_2=7} \alpha = 0.05)$ にて差は有意であつた。即ち浴后1、2時間に

於ける減少は同じであるが、3時間後に於て低温浴の場合にはなお減少のままであるが、高温浴の場合には浴前に比し増加する傾向を示した。

又44°~46°C 研究所泉入浴の健康者と貧血患者群との間には浴後の変動について時間的経過の差は認められなかつた。

第3図 放射能泉入浴ト除蛋白血液濾液還元物質



IV 総括並に考按

温浴の血液グルタチオンに及ぼす影響に關して Marchionini, Ottenstein⁶⁾ 等は電光浴を応用した発汗浴により血液還元型グルタチオンは減少すると述べている。本邦にては小花等⁷⁾ は弱酸性明礬綠攀泉須川温泉を利用した蒸氣浴に際して、健康者は浴后還元型、酸化型グルタチオン共何れも増加するも、消化器疾患、結核性呼吸器病患者では両者共に減少すると述べ、この増減に就ては蒸氣浴によりて刺戟された新陳代謝の増進に基いて前者は増加するが、後者は急激なる刺戟に順応されぬ為に身体の各臓器、組織の酸化還元現象の障碍を來して、その結果新陳代謝の沈滞を起す結果減少するものと推論している。又足澤教授等⁸⁾ は温泉浴後に血液の還元型、酸化

型グルタチオン共に増加し、網内系の機能亢進を意味することを報告している。

環境氣温の変化特に加温に於て蛙の臓器の還元グルタチオンは増加するといひ¹³⁾ (竹内)、又家兎の血液還元グルタチオンは酸素吸入によりて一時的に増加するも、高度の呼吸障碍を起して酸素の攝取量を減少せしめた場合にも著しく増加し、血液カタラーゼと逆の關係を示すといひ¹⁴⁾ (武部等)。

周知の如くグルタチオンはその發見者 Hopkins⁴⁾ の指摘せる如く、水解酵素並に酸化酵素と關連して細胞の新陳代謝に關与し、組織呼吸の中間受容体として、その可逆性酸化還元性はビタミンC¹⁵⁾ と共に生体の組織呼吸に於ける機能亢進、減弱を推定する一つの示標となると云ふ。

入浴による生体の酸化還元機転をうかがう目的にて、さきに著者²⁾はこの機転の一つの示標である血清沃度酸値の測定を行つて、ラドン泉である三朝温泉浴後に一般に増加することを認めた。森永博士¹⁵⁾は同温泉に於て沃度酸値の一つの構成成分である尿酸の測定を行い尿並に血液では一定の変動は認めぬと報告している。又同氏¹⁾は血液カタラーゼ値が一般に温浴後は減少する傾向があるが、ラドン泉浴では浴後一たん低下後の上昇傾向が強いことを認めている。

酸化還元電位¹⁷⁾よりみると、グルタチオンは尿酸より高い位置にあり、ビタミンCはグルタチオンより更に高位にある。

放射能泉入浴後血清沃度酸値が上昇する所から、体内の酸化還元電位の低下が想像せられるが、上述の森永¹⁶⁾の所見よりみて低下は尿酸の高さには及んでないものの如くである。

併し著者の実験成績よりみるに、強ラドン泉入浴に際してはグルタチオン系に於て還元優勢の時期が一過性にではあるが認められるに至つてゐる。

即ち上述の実験成績を総括するに、強ラドン泉である山田区共同湯浴にては還元型グルタチオンは一定の変動は示さぬが、酸化型、総グルタチオンは浴後1時間では稍減少、浴直後並に2, 3時間後では概して増加した。

弱いラドン泉である研究所泉浴でも還元型に変動は認められぬが、酸化型、総グルタチオンには浴後3時間迄一般に増加する傾向を示した。

還元型、酸化型グルタチオンの相互間の変動を観察するために、両者の比率を求めて還元型比率(還元型:総グルタチオン)、還元

電位指数(酸化型:還元型)を計算し、浴前値に對する浴後の変動をみると、山田浴では還元型比率は浴直後は減少、1時間後では逆に稍増加し、再び2, 3時間では減少した。還元電位指数は之と全く逆の変動をした。しかるに研泉浴では還元型比率は浴後次第に減少し、還元電位指数は増加した。

還元型比率の減少と還元電位指数の増加はグルタチオン酸化の充進を意味するから、山田浴では浴後概してグルタチオン代謝は充進するも浴後、1時間に於ては還元型の増加が優位になることを示したが、研泉浴では斯ることはなく、浴後は次第に酸化は充進傾向を示した。

即ちラドンの強い山田区共同湯浴に於ては浴後一過性ではあるが還元電位指数が低下して還元型の優位を示せることは、ラドン泉浴後の血清沃度酸値上昇と一致する傾向であつて、ラドンの呼吸抑制¹⁸⁾並に温熱による酸化不全物質の蓄積を推定せしめ、別報に於て述べる如く、ビタミンC代謝¹⁹⁾に就ても類似の現象を認めた事と合せ考えると、興味ある所見である。

而して弱ラドン泉にあつては、前述の如く一般にグルタチオンの還元電位指数が増加した事は、今迄の報告者の述べる如く温浴の刺激による新陳代謝の充進に基くものである。

アスコルビン酸酸化酵素を作用させず2%メタ磷酸除蛋白濾液を直接N/1000 KJOsにて摘定した値をグルタチオンとして計算した値の浴後の変動は上述の如く一般に減少したこの値は既述せる如く眞の還元グルタチオンや還元型ビタミンCを含めた還元性物質であろうが、ラドンの強弱による泉種の差、弱

ラドン泉に於ける浴温の高低、健康人と諸種疾患患者との間に於ては夫々浴后ある時期では異つた増減の経過をしたが、併しその意味づけは血清沃度酸値と矛盾して困難である。

V 結 論

食塩並に重碳酸塩含有放射能泉である三朝温泉入浴の血液グルタチオンに及ぼす影響につき検索して次の結論を得た。

1) 健康人に於てはラドン200マツへ前後のラドン泉。山田区共同湯43°~44°C. 5分間后により、浴后還元グルタチオンに著しい變動はないが、酸化。総グルタチオンは浴后1時間に於て稍減少、浴直后、2, 3時間后では増

加の傾向を示した。

2) ラドン20マツへ前後の弱ラドン泉。研究所泉43°~44°C 5分間では浴后還元型グルタチオンに著しい變動はないが、酸化型、総グルタチオンは浴直后より3時間后迄次第に増加する傾向を示した。

即ち研究所泉浴と山田区共同湯浴との間には時間的経過に有意なる差が証明された。

擧筆するに当り御懇篤なる御指導と御校閲とを賜わつた恩師大島教授に衷心より感謝の意を表する。

(本論文の要旨は昭和25年6月24日第60回岡山医学会総会に於て発表した)

主 要 文 献

- 1) 森永寛：岡山大学放射能泉研究所報告，第2号，20，昭24。
- 2) 外園正純：同上，第3号，1，昭25。
- 3) 古武彌四郎：医海時報，1671，(西垣=ヨル)；兵庫医学，3(3)，171，昭12。
- 4) Hopkins and Morgan：Biochem. Journ. 15, 286, (1921)；30, 1446, (1936)；Hopkins and Dixon：J. Biolog. chem. (Am.) 54, 527, (1922)。
- 5) 北村：Mitt. med. Akad. Kyoto, 3A, 153, 167, 179, 188, (1929)。
- 6) Marchionini u. Ottenstein：Zschr. physik. Therap, 44, 241, (1933)。
- 7) 小花盛雄他5名：日本温泉気候学会誌，4(1)，34，昭13。
- 8) 足澤三之介，小原喜重郎：第15回日本温泉気候学会総会=於ケル演説ヨリ引用，昭25。
- 9) 藤田秋治，沼田勇：東京医事新誌，3092, 1, 昭18, 同誌3093, 1, 昭18。
- 10) 藤田秋治：ビタミンの化学的定量法，誠文堂，昭23；藤井暢三郎：生化学実験法，定量篇，南山堂，昭22。
- 11) 厚生省衛生試験所編著：日本鉱泉分析表，昭17。
- 12) 増山元三郎：少数例の纏め方と実験計画の立て方，河出書房，昭24。
- 13) 竹内稔雄：成医会雑誌 62(5, 6) 453, 昭18。
- 14) 武部元孝，小林修一：京都府立医科大学雑誌，34(4)，1230，昭17。
- 15) 東京大学医学部柿沼内科教室編；ビタミン，下巻，医学書院，昭26。
東京大学生物化学研究室編訳：マツカラム栄養新説，朝倉書店，昭23。
- 16) 森永寛：昭23，温泉科学会総会口演。
- 17) 坂口謹一郎，植村定治郎：酵素，199，修教社，昭22。
- 18) 井上数雄：日本放射線学会誌 6(1)，53，昭13。
- 19) 外園正純：本誌，7，昭27。