

# Trabajo del Instituto de Biología Andina

DIRECTOR Dr. CARLOS MONGE M.

## PROTEINEMIA EN EL HOMBRE DE LOS ANDES

POR

ARTURO SALAS B.

Tesis para optar el grado de Bachiller en Medicina

### INTRODUCCION

Los problemas derivados de la vida en las alturas preocupan a los investigadores nacionales a tal punto, que a despecho del silencio de otros investigadores extranjeros, los resultados obtenidos en sus pacientes trabajos son considerados entre los primeros y los que van descorriendo el velo de misterio que envuelve la fisiología andina.

Los más variados aspectos del problema van enfocándose paulatinamente y muy pronto se habrán echado las bases definitivas sobre el conocimiento biológico integral del hombre de los Andes.

El conocimiento del metabolismo de los prótidos, en las grandes alturas, ha sido escasamente investigado. Los resultados contradictorios obtenidos obedecen particularmente a dos hechos: 1.º, sólo los fisiólogos se ocuparon del problema en condiciones de anoxemia artificial, si se nos permite la expresión, ya que las expediciones a las grandes alturas hasta hace pocos años significaba excursiones a lugares inhospitales, sin condiciones de vida y, 2.º, que aún en la actualidad

los investigadores no discriminan lo que concierne a la vida en lugares rayanos con la imposibilidad de vivir y lo que ocurre en lugares donde plantas, animales y condiciones meteorológicas aseguran los elementos climáticos propicios.

Teniendo en consideración los anteriores hechos, ya que sus resultados si no falsos, constituían datos parciales del problema que en lugar de prestar luz contribuían a desorientar lo que verdaderamente sucede en las alturas, el Prof MONGE fué el primero en llamar la atención sobre este punto estableciendo la clasificación de localidades "habitadas y habitables".

LOEWY estableció que en la ascensión progresiva a las grandes alturas, a elevaciones moderadas, corresponde una etapa de economía de nitrógeno que se acusa por una disminución de ázoe eliminado, como si el organismo edificara nuevas proteínas para soportar la vida en la altitud; mientras que, a grandes alturas, había una eliminación considerable de sustancias nitrogenadas, como si la anoxemia en tales casos hubiera roto el balance constructivo, y fuera una noxa desintegradora de los prótidos.

De otro lado es indispensable el conocimiento de las proteínas del suero para estudiar el metabolismo del calcio y sobre todo por su papel importante que juega en la homeostasis. Regular el balance ácido-básico de la sangre es cuestión indispensable para asegurar la aclimatación (Monge). En fin, las proteínas intervienen en la sedimentación, en la modificación de la viscosidad y probablemente lubrican los lugares de paso de los corpúsculos a través de los capilares, (Peters and Van Slyke).

## METODOS DE ESTUDIOS

1.º—Procedimiento colorimétrico para la determinación protéica en el suero.

### Reactivos

- |                                     |       |              |
|-------------------------------------|-------|--------------|
| a).—Acido tricloroacético . . . . . | 20    | %            |
| b).—Hidróxido de sodio . . . . .    | 10    | %            |
| c).—Cloruro de sodio . . . . .      | 0.9   | %            |
| d).—Standard de tirosina . . . . .  | 0.020 | % (HCl N/10) |
| 100 mlgrs tirosina                  |       |              |
| Sol. N/10 HCl c.s.p. 500 cc.        |       |              |

2 cc. de esta solución tienen 0.4 mlgrs de tirosina.



P: 2 cc de St. tirosina.

Completar los 3 tubos con agua destilada hasta 5 cc y añadir 1 cc de reactivo Fenol + 3 cc de carbonato de sodio y completar a 10 cc con agua destilada.

Esperar 30 minutos y luego practicar la colorimetría.

### Cálculo

Para realizar el cálculo es necesario que tengamos presente:

1.º) Que en

A hay 0.1 cc de suero

B „ 0.2 „ „ „

P „ 0.4 mlgrs de tirosina; y

2.º) Que

1 mlgr. de tirosina equivale a 13 mlgrs. de proteínas totales.

1 mlgr. de tirosina equivale a 1.9 de serina.

En cuanto a la globulina la sacamos por diferencia, restando la cifra dada por la serina de la dada por las proteínas totales.

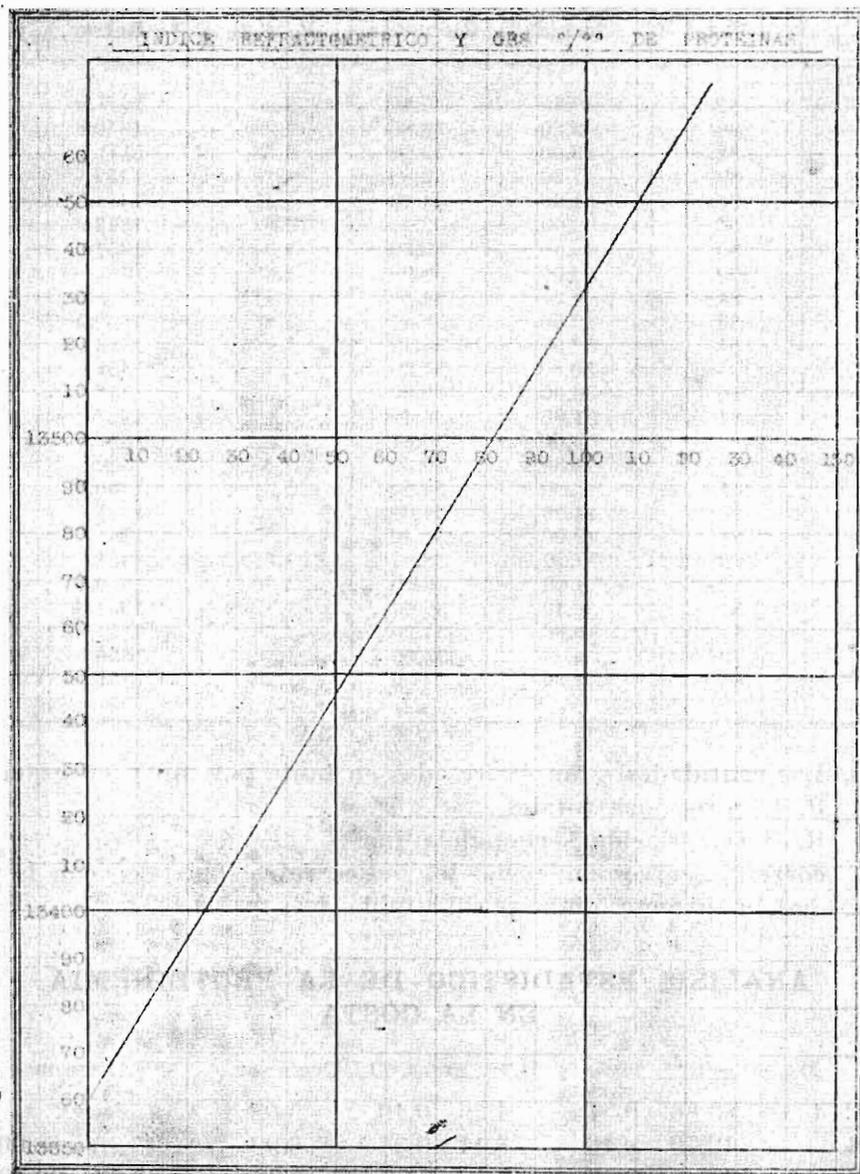
2.º—*Procedimiento Refractométrico* (Para proteínas totales solamente).

Las determinaciones refractométricas de las proteínas plasmáticas están sujetas a gruesos errores. El método refractométrico de Reiss señala alrededor de 1 gr. de proteína total por 100 cc de plasma más que los métodos que se confían de la evaluación del nitrógeno proteico. Neuhausen y Rioch demostraron que tal divergencia se debía a que Reiss utilizaba un índice refringente demasiado alto para su conversión proteica.

En los plasmas patológicos los resultados son todavía mucho más divergentes (20 %). Posiblemente el gran error que se advierte en dichos plasmas se debe al alto contenido en lípidos, los que aumentan el índice refringente. Tal lipemia es especialmente frecuente en condiciones donde hay déficit de proteínas plasmáticas y es en consecuencia la causa de error en la evaluación refractométrica de las proteínas, precisamente donde las determinaciones exactas son del más grande interés clínico.

En el presente trabajo y teniendo en cuenta estos antecedentes sólo lo hemos utilizado como métodos comparativos. Sus

cifras parciales no concuerdan de una manera perfecta con las dadas por el procedimiento colorimétrico que es el que tomamos como base en nuestras apreciaciones. Pero sus cifras medias estadísticas nos son útiles para establecer comparaciones y diferencias y robustecer en términos generales las cantidades encontradas con el procedimiento colorimétrico.



## PROTEINEMIA EN LA COSTA

Material: 25 sujetos, pertenecientes al Regimiento de Caballería "Escuela del Presidente", que no han subido a la sierra, con edades comprendidas dentro del Servicio Militar Obligatorio, con alimentación igual y régimen de vida el mismo: Lima: 160 mts. sobre el nivel del mar.

No.	P. t.	Serina	Globulina	R. S/G	I. Refrac.	y corresp.
1	89	49.60	39.40	1.25	1351.5	90
2	80	49.20	30.80	1.58	1350.8	86
3	82	50.00	32.00	1.56	1351.5	90
4	80	47.20	32.80	1.43	1352	93
5	86	51.60	34.40	1.47	1351.5	90
6	92	60.00	32.00	1.87	1352.2	94
7	85	48.80	36.20	1.34	1351	87
8	80	50.00	30.00	1.66	1351	87
9	84	49.20	34.80	1.41	1351.5	90
10	83	49.60	33.40	1.48	1350.5	84.50
11	87	51.60	35.40	1.45	1352	93
12	85	50.80	34.20	1.48	1351	87
13	86	50.00	36.00	1.38	1352	93
14	87	51.60	36.40	1.41	1352	93
15	90	53.60	36.40	1.47	1352.5	96
16	75	44.80	30.20	1.48	1350	82
17	78	43.20	34.80	1.24	1350.5	84.50
18	78	44.00	34.00	1.29	1351	87
19	81	49.60	31.40	1.57	1351	87
20	88	50.00	38.00	1.31	1351	87
21	80	50.00	30.00	1.66	1350.5	84.50
22	87	50.40	36.60	1.37	1351.3	89
23	81	46.80	34.20	1.36	1351	87
24	79	46.00	33.00	1.39	1350	82
25	85	48.00	37.00	1.29	1351	87

NOTA.—Las cantidades están expresadas en tanto por mil y en gramos.

P. t.: proteínas totales.

R. S/G: relación serina-globulina.

corresp.: correspondencia del índice refractométrico con la cantidad en gramos dada por la tabla respectiva.

### ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA PROTEINEMIA EN LA COSTA

	Media grs.	o/00	D. St. grs.	o/00	Coef. var. %	V. extremas
P. t.	83.86	0.57	4.26	0.40	5.08	75—92
S.	49.70	0.46	3.44	0.33	6.92	43.20—60.00
G.	34.07	0.33	2.48	0.23	7.29	30.00—39.40

	Media grs. o/00	D. St. grs. o/00	Coef. var. %	V. extremas
R. S/G	1.44 018	1.34 012	9.32	1.24—1.87
I. R.	1351.3 ...	.... ....	....	.....
P. t.	88.88 0.51	3.79 0.36	4.27	82—96

NOTAS.

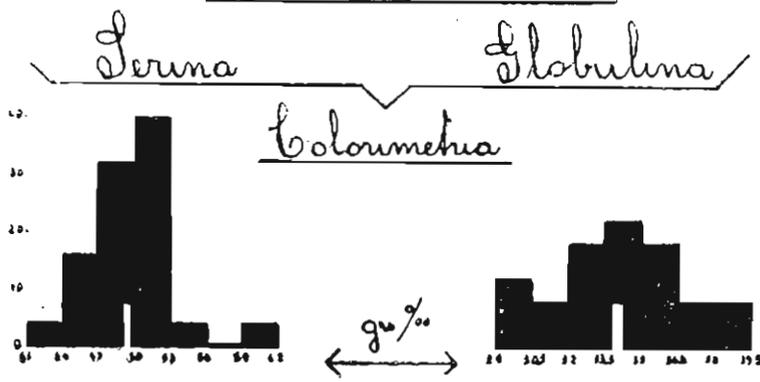
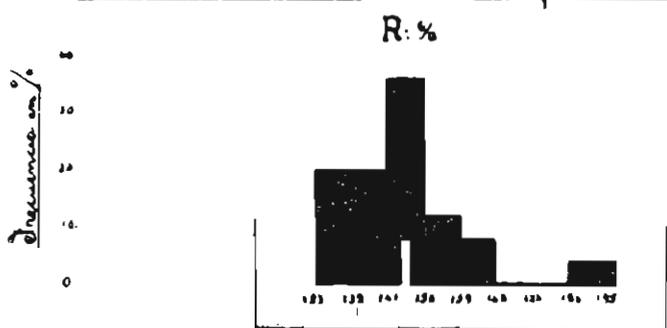
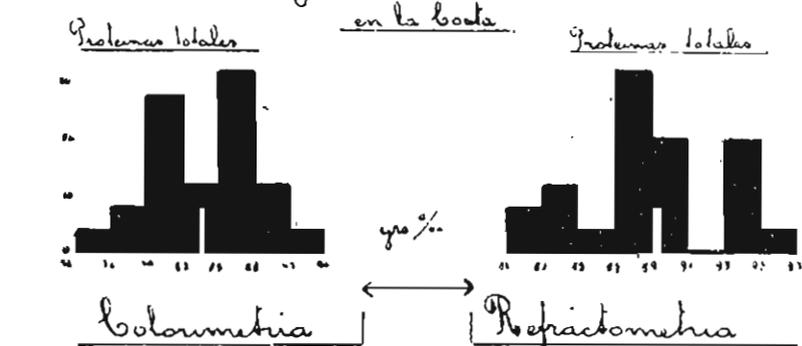
D. St : Desviación Standard.

Coef. var : Coeficiente de variación.

V. extremas : Variaciones extremas.

La última P. t. : proteínas totales en correspondencia con el índice refractométrico.

Histogramas de la Proteínuma



### PROTEINEMIA EN LA ALTURA

Material: 100 sujetos pertenecientes al Batallón de Infantería No. 3, que no han bajado a la costa, con edades comprendidas dentro del Servicio Militar Obligatorio, con alimentación igual y régimen de vida el mismo: Huancayo: 3.200 mts. s. e. n. m.

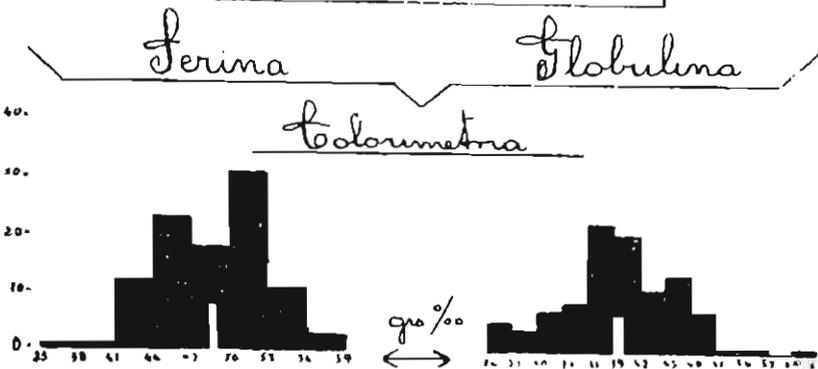
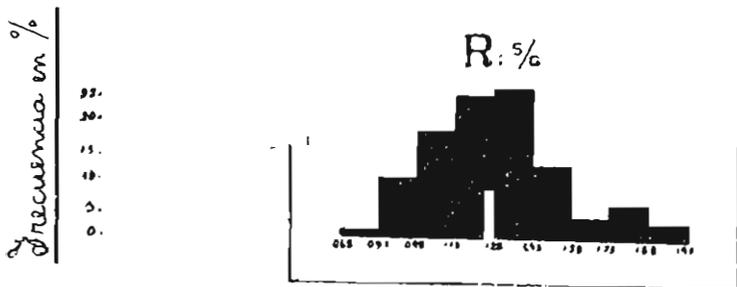
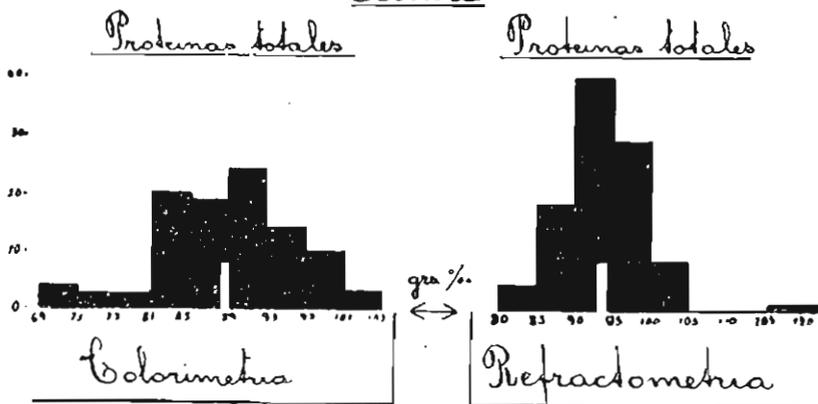
No.	P. t.	Serina	Globulina	R. S/G	I. Refrac.	y corresp.
1	100	56.80	43.20	1.31	1353.5	102
2	98	53.20	44.80	1.18	1353	99
3	100	53.60	46.40	1.15	1352	93
4	93	51.20	41.80	1.22	1352.5	96
5	92	56.40	35.60	1.58	1351.8	92
6	93	47.60	45.40	1.04	1353	99
7	84	51.20	32.80	1.56	1352	93
8	71	46.00	25.00	1.84	1351	87
9	86	45.60	40.40	1.12	1351	87
10	84	43.20	40.80	1.12	1351	87
11	76	42.40	33.60	1.26	1349.9	81
12	95	49.20	45.80	1.07	1351.8	92
13	99	50.00	49.00	1.02	1353	99
14	102	55.60	46.40	1.19	1354	104.50
15	96	46.00	50.00	0.92	1352	93
16	97	50.00	47.00	1.06	1353	99
17	93	50.00	43.00	1.16	1352	93
18	84	46.40	37.60	1.23	1351	87
19	95	51.20	43.80	1.16	1353	99
20	96	52.00	44.00	1.18	1352.5	96
21	87	48.00	39.00	1.23	1351.8	92
22	88	51.60	36.40	1.41	1352	93
23	90	52.80	37.20	1.41	1352	93
24	93	52.80	40.20	1.31	1352	93
25	88	51.60	36.40	1.41	1351.8	92
26	89	52.00	37.00	1.40	1351.5	90
27	90	53.60	36.40	1.47	1352.5	96
28	91	50.80	40.20	1.26	1352.5	96
29	100	56.40	43.60	1.29	1356	116
30	85	47.20	37.80	1.24	1351.5	90
31	89	47.20	41.80	1.12	1352.8	98
32	86	46.40	39.60	1.17	1351.5	90
33	78	44.40	36.60	1.32	1351	87
34	86	48.80	37.20	1.31	1353	99
35	92	52.80	39.20	1.34	1354	104.50
36	84	51.60	32.40	1.59	1352	93
37	82	49.20	32.80	1.50	1351	87
38	84	44.80	39.20	1.14	1351.5	90
39	87	49.20	37.80	1.30	1352	93
40	85	47.60	37.40	1.27	1351.5	90
41	82	50.00	32.00	1.56	1351.5	90
42	88	45.40	42.60	1.06	1353	99
43	81	45.60	35.40	1.28	1352	93
44	89	50.00	39.00	1.28	1352.5	96

No.	P. t.	Serina	Globulina	R. S/G	I. Refrac.	y corresp.
45	81	48.40	32.60	1.47	1350.5	84.50
46	83	46.80	36.20	1.29	1351.5	90
47	88	50.00	38.00	1.31	1353	99
48	90	50.40	39.60	1.27	1352	93
49	82	49.60	32.40	1.53	1352.5	96
50	85	46.40	38.60	1.20	1352	93
51	82	47.60	34.40	1.33	1351.3	89
52	91	48.80	42.20	1.15	1352	93
53	81	37.20	43.80	0.85	1351	87
54	79	40.80	38.20	1.06	1351	87
55	82	42.80	39.20	1.09	1352.5	96
56	84	46.40	37.60	1.23	1352.5	96
57	84	51.20	32.80	1.56	1351.5	90
58	86	52.00	34.00	1.52	1352.5	96
59	90	54.20	35.80	1.51	1353	99
60	70	42.40	27.60	1.53	1350.5	84.50
61	86	50.00	36.00	1.38	1351.5	90
62	90	54.80	35.20	1.55	1352	93
63	91	41.60	49.40	0.84	1351.3	89
64	92	52.00	40.00	1.30	1352	93
65	93	48.00	45.00	1.06	1352.3	95
66	83	46.40	36.60	1.26	1350.8	86
67	82	63.40	28.60	1.86	1350.5	84.50
68	90	52.80	37.20	1.40	1352.3	95
69	85	43.80	41.20	1.08	1351	87
70	88	41.80	46.20	0.90	1352	93
71	90	41.60	48.40	0.85	1352.5	96
72	93	46.80	46.20	1.01	1351.9	92.50
73	71	45.80	25.20	1.81	1351.2	88.50
74	93	47.60	45.40	1.04	1352	93
75	91	45.60	45.40	1.00	1352.6	96.59
76	85	48.00	37.00	1.29	1351	87
77	92	46.00	46.00	1.00	1351	87
78	99	45.60	54.40	0.83	1352.5	96
79	93	44.49	48.60	0.90	1352.3	95
80	102	41.60	60.40	0.68	1353	99
81	90	54.00	36.00	1.50	1352	93
82	92	52.40	39.60	1.32	1354	104.50
83	91	50.00	41.00	1.21	1352.3	95
84	98	46.80	51.20	0.91	1354	104.50
85	93	44.40	48.60	0.91	1352	93
86	92	52.40	39.60	1.32	1353.5	102
87	71	46.40	24.60	1.88	1352	93
88	95	52.00	43.00	1.20	1353	99
89	100	54.40	45.60	1.19	1351	104.50
90	91	52.00	39.00	1.33	1351.5	90
91	102	54.80	47.20	1.16	1353.5	102
92	88	51.20	36.80	1.39	1352	93
93	85	41.60	43.40	0.95	1351.5	90
94	82	41.00	41.00	1.00	1351.3	89
95	91	53.20	37.80	1.41	1351.5	90
96	99	49.20	49.80	0.98	1352.5	96
97	76	48.00	28.00	1.71	1351	87
98	81	52.00	29.00	1.79	1352	93
99	73	46.40	26.60	1.74	1351	87
100	77	50.80	26.20	1.93	1351.3	89

### ANALISIS ESTADISTICO DE LA PROTEINEMIA EN LA ALTURA

	Media grs.	o/00	D. St. grs.	o/00	Coef. var. %	V. extremas
P. t.	88.72	0.47	7.09	0.33	7.90	70—102
S.	48.74	0.27	4.12	0.19	8.42	37.20—56.80
C.	39.72	0.45	6.75	0.32	17.00	24.60—60.40
R. S/G	1.27	0.16	0.24	0.11	19.20	0.68— 1.93
I. R.	1352.2	....	.....	.....	.....	1344.9— 1356
P. t.	93.70	0.34	5.14	0.24	5.49	81—116

### Histogramas de la Proteinemia en la Altura



## COMPORTAMIENTO DE LA PROTEINEMIA EN LA ASCENSION A LAS GRANDES ALTURAS

Material: 10 estudiantes de Medicina quienes gentilmente ofrecieron su concurso. Extracción de sangre y análisis respectivo el día anterior a la partida (Lima, 160 mts. sobre el nivel del mar). Después de un viaje de 4 y media horas y de haber sobrepasado una altura de 4.500 mts, (Morococha) se hizo nuevamente una punción venosa.

### Lima

Nombre	P.t.	S.	G.	R.S/G.	I. Refrac y	Corrésp.
V. Palti . . . . .	92	62.00	30.00	2.06	1352	93
M. San Martín . . . . .	88	56.80	31.20	1.82	1351	87
A. Salas . . . . .	92	60.00	32.00	1.87	1352	93
R. Gastelumendi . . . . .	76	53.60	22.40	2.39	1350.5	84.50
P. Summers . . . . .	83	56.80	26.20	2.16	1351	87
J. M. Solano (°) . . . . .	87	54.00	33.00	1.63	1351	87
R. Sáenz . . . . .	79	54.40	24.60	2.20	1350.5	84.50
E. Arnáez . . . . .	79	54.00	25.00	2.16	1350.5	84.50
B. Iglesias . . . . .	73	51.20	21.80	2.34	1350	82
P. Martínez . . . . .	75	54.40	20.60	2.64	1550	82

### Morococha

Nombre	P.t.	S.	G.	R.S/G.	I. Refrac y	Corrésp.
V. Palti . . . . .	98	48.80	49.20	0.99	1354.2	106
M. San Martín . . . . .	95	47.60	47.40	1.00	1353	99
A. Salas . . . . .	97	49.60	47.40	1.04	1353	99
R. Gastelumendi . . . . .	89	49.60	39.40	1.25	1353	99
P. Summers . . . . .	99	55.20	43.80	1.26	1353.5	102
J. M. Solano . . . . .	91	48.40	42.60	1.13	1354	105
R. Sáenz . . . . .	96	50.80	45.20	1.12	1354	105
E. Arnáez . . . . .	90	54.00	36.00	1.50	1353	99
B. Iglesias . . . . .	103	59.20	43.80	1.35	1354	105
P. Martínez . . . . .	.....	.....	.....	.....	.....	.....

(°).—Srta. Juana María Solano.

Las cantidades están expresadas en gramos y en 0/00.

**ANALISIS ESTADISTICO DE LA PROTEINEMIA EN LA  
ASCENSION A LAS GRANDES ALTURAS**

**Lima**

	Media	grs.	o/00	D. St.	grs.	o/00	Coef. var.	%	V. extremas
P. t.	82.40	1.25	5.86	0.93	7.11	73—92			
S.	55.72	0.65	3.07	0.48	5.51	51.20—62.00			
G.	26.68	0.92	4.31	0.68	16.17	20.60—33.00			
R. S/G	2.09	0.09	0.45	0.07	21.73	1.63—2.64			
I. R.	1350.8	....	....	....	....	1350—1352			
P. t.	86.50	0.77	3.61	0.57	4.17	82—93			

**Morococha**

	Media	grs.	o/00	D. St.	grs.	o/00	Coef. var.	%	V. extremas
P. t.	95.33	0.94	4.42	0.74	4.64	89—103			
S.	52.04	0.92	4.33	0.73	8.33	47.60—59.20			
G.	43.82	0.91	4.26	0.71	9.97	36.00—49.20			
R. S/G	1.18	0.03	0.17	0.02	15.00	0.99—1.50			
I. R.	1353.5	....	....	....	....	1354.2—1353			
P. t.	102.11	0.63	2.99	0.48	2.93	99—106			

**VALORES PROTEICOS SEÑALADOS POR  
AUTORES EXTRANJEROS**

**CONTENIDO PROTEICO DEL PLASMA Y GRAVEDAD  
ESPECIFICA EN INDIVIDUOS NORMALES**

Sujetos	Valores	P. t. %	S. %	G. %	R. S/G.	G. E.	F. %
16	Medio	7.00	4.44	2.58	1.72	1.027	0.3
hombres	Máximo	7.96	5.24	3.18	2.23	1.0254	0.2
normales	Mínimo	6.53	3.95	1.96	1.43	1.0288	0.4
16	Medio	7.02	4.35	2.68	1.62		
Mujeres	Máximo	7.96	4.80	3.55	2.00		
normales	Mínimo	6.34	3.77	2.18	1.38		

(Salvesen)

NOTA.—Tomado de "Quantitative Clinical Chemistry Interpretation".

Peters and Van Slyke

**PROTEINAS EN EL PLASMA HUMANO**

Grs. % —valores medios

Proteínas totales . . . . .	7.1
Sero-globulina . . . . .	2.7
Fibrinógeno . . . . .	0.27
Sero-albúmina . . . . .	4.1
Relación de las 3 fracciones (aproximadamente) . . . . .	1.—10—5
„ S/G . . . . .	1.55

NOTA.—Tomado de “Physiological Basis of Medical Practice”.

Best and Taylor.

**DISCUSION GENERAL**

Si se detiene la atención en cada uno de los capítulos anteriores del presente trabajo, podrá advertirse diferencias sustanciales en lo que se refiere a cantidad y calidad de todos los valores que representan los elementos protéicos del plasma.

Estas diferencias de suyo apreciables en una misma localidad se hacen mucho más ostensibles cuando nos proponemos establecer comparaciones entre las encontradas casi al nivel del mar y las de las grandes alturas.

La diferencia llega a su máximun cuando en un lapso de tiempo demasiado corto trasladamos a un individuo desde el llano a la altura.

Examinando las cifras en conjunto fácilmente podremos advertir que desde la extrema inferior a la superior existe una serie de gradaciones que guardan entre sí correlación.

Si bien vamos a analizar, procurando ser claros y concisos, las variaciones sufridas en la proteinemia andina, nos abstendremos en lo posible de hacer consideraciones finales sobre el porqué de tales mutaciones ya que la naturaleza de este trabajo es meramente expositiva.

Para la mejor exposición y comprensión vamos a examinar cada uno de los valores encontrados en la altura, por separado, comparándolos con sus homólogos de la costa y los dados por autores extranjeros.

## PROTEINAS TOTALES

En 35 determinaciones pertenecientes a Lima—realizadas por método colorimétrico—la *cantidad media*, de proteínas totales en el suero oscila entre 83.86 grs o/oo y 82.40 grs o/oo.

Van Slyke señala como cantidad media de proteínas totales 7.00 % y como cantidad máxima 7.96 %. Best and Taylor por su parte lo hacen con 7.1. % y Stevens 7.5 %.

Como se ve, las cifras medias encontradas en la costa difieren en algunos gramos de las dadas por los autores extranjeros como cantidades máximas, pudiendo decirse desde ahora que en comparación con la proteinemia total de otros países existe un ligero aumento.

Aunque el método refractométrico es de apreciación imprecisa y hoy ha perdido gran parte de su valor, sin embargo, las cantidades encontradas con su procedimiento, previo descuento de su factor error (10 % de más sobre el colorimétrico), vienen a apoyar las cifras que hallamos en la costa con el método colorimétrico que es el que tomamos como base.

Así los índices refractométricos correspondientes a las 35 determinaciones aludidas nos dan como valores medios de 1350 a 1351.3 que traducidos según la tabla adjuntada en páginas anteriores, llegan respectivamente a 86.50 grs y 88.88 grs por litro de suero, siendo el índice refractométrico medio normal señalado por Reiss de 1349 y en correspondencia con 76 grs de proteínas totales de proteínas por litro de suero.

Una vez establecidas las cifras medias normales de la proteinemia total en el llano podemos realizar la tarea de compararlas con las que se obtuvieron en las 100 determinaciones provenientes de Huancayo que, como sabemos, se encuentra a 3.200 mts. sobre el nivel del mar.

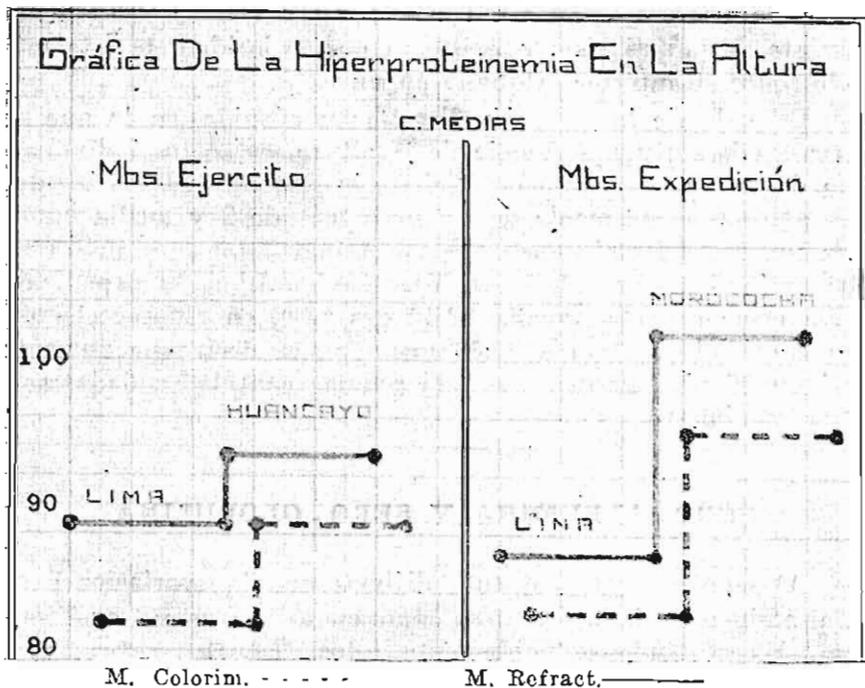
Que existen alteraciones cuantitativas en la proteinemia total de las alturas lo prueban los hechos buscados e intuídos por el Prof. Monge al hacer resaltar en su trabajo "Sobre Algunas Manifestaciones Congestivas de Orden Cerebral en las Eritemias de la Altura", la gran hipoproteinemia que acusaba uno de los pacientes al ser examinada su sangre al llegar a Lima (36 grs o/oo), y en otro—posiblemente por procedimiento refractométrico—al contrario, una gran hiperproteinemia (102.40 grs. o/oo).

En cuanto a los investigadores extranjeros, Toth señala el hecho de que tanto en el suero de algunos animales sometidos

dos a experimentación ad-hoc como en el de los hombres que viven algún tiempo en las grandes alturas el contenido protéico del suero está aumentado.

Loewy en "The Pathology of High Altitude Climate", también está de acuerdo en lo que respecta al aumento de las proteínas totales en el suero de las alturas. Estas investigaciones han sido llevadas a efecto en nativos de Davos cuyo nivel sobre el mar es sólo de 1.500 mts.

Dill, Talbot y Consolazio en la Expedición Internacional que estudió el problema en Oyagüe (Antofagasta, Chile), no encuentran cambios apreciables a alturas progresivas que llegan a 6 Km de elevación,



De otro lado Mac Farland y Edwards aseguran que las proteínas del suero están aumentadas, estudiando la sangre durante vuelos transpacíficos hasta 11.000 pies de altura (7 grs. % a 7.52 grs %).

Veámos ahora el resultado de nuestras investigaciones: del examen detallado de cada una de las determinaciones practicadas en Huancayo uno saca la impresión de que las proteínas totales están bastante aumentadas. En efecto, la

cifra media normal obtenida por procedimiento estadístico nos lo demuestra bien claramente. Cerca de 89 gramos por mil cc. de suero es la cantidad de proteína total que hemos encontrado en nativos de la sierra central del Perú y que no han bajado a la costa. Los valores altos expresados en % son mucho más elevados que los pequeños que sólo alcanzan una frecuencia rayana en lo despreciable. (Véase histogramas). Coloriméricamente abundan cantidades que están por encima de 95 grs o/oo y no son tan raras las que llegan o pasan de 100 grs.

Paralelamente lo mismo podemos decir del procedimiento refractométrico cuyos índices y correspondencias están particularmente altos. Al igual que el colorimétrico nos brinda cifras bastante altas en comparación de las que se obtienen en la costa. Estadísticamente existe una superioridad de este método sobre el anterior evaluado en un 8 %.

Pero donde la variación llega a su cúspide, en lo que se refiere a la hiperproteïnemia de la altura, es en los individuos que de una manera, puede decirse, brusca escalan las montañas andinas escasamente en un poco más de 2 y media horas. Las nuevas determinaciones de proteínas totales es una confirmación de lo que decimos. Mientras en Lima la expedición tenía como cantidad media 82.40 grs o/oo, en Morococha dicha cantidad se eleva a 95.33 grs o/oo, es decir que aumenta casi un 16 %. Sucede lo propio con las cantidades dadas por el refractómetro.

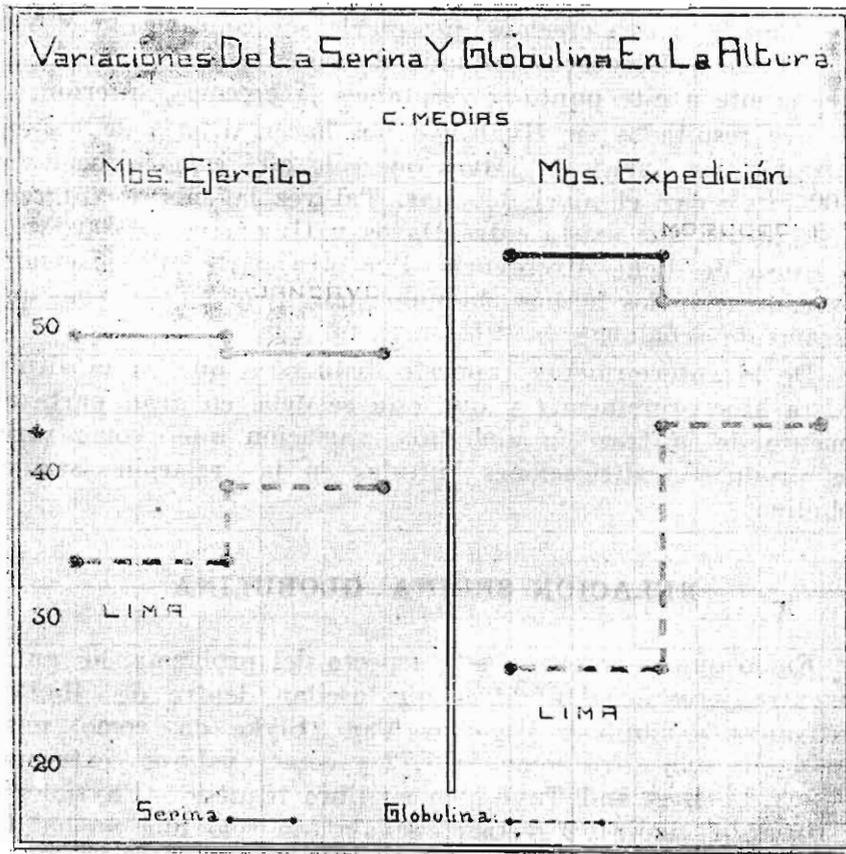
### SERO - ALBUMINA Y SERO - GLOBULINA

Al empezar este capítulo dijimos que las variaciones en la proteinemia de las alturas eran cuantitativas y cualitativas. Examinando detenidamente estos constituyentes proteínicos del plasma veremos que efectivamente así lo es.

En los individuos pertenecientes al Rgto. de Escolta, la serina es un poco más baja que la de los 10 estudiantes de Medicina pero siempre más alta que las cifras señadas por Van Slyke, Best and Taylor y Stevens. Haciendo el promedio de ambas tenemos un contenido plasmático de sero-albúmina como de 52.71 grs o/oo que encuadra perfectamente dentro del valor máximo que señala Van Slyke. Cosa contraria sucede con la globulina: los miembros de la expedición la tienen más baja que la de los soldados de dicho Rgto. No obs-

tante, el promedio de los 2 grupos arroja la cifra de 30.35 grs  $\text{o}/\text{o}$  que está en el límite máximo del mismo cuadro.

Si comparamos dichas cifras con las obtenidas en Huancaayo se advierte dos hechos: 1.º, la serina se mantiene dentro de los límites medios normales de la costa o *desciende ligeramente*; y 2.º, la globulina *aumenta* visiblemente, siendo tal vez la responsable en gran parte de la hiperproteinemia total señalada anteriormente.



Esta variación es mucho más marcada en los miembros de la expedición: de 26.68 grs  $\text{o}/\text{o}$  de globulina en Lima asciende a la cantidad de 43.82 grs  $\text{o}/\text{o}$ , valor que casi es igual al de la serina en la misma localidad.

Toth y Loewy afirman a este respecto que la hiperproteinemia en las alturas se debe al gran aumento de la serina estando en estas condiciones muy descendida la fracción globulina.

Sin embargo Toth dice que los cambios bruscos de presión atmosférica producen efectos contrarios en la fracción globulina, es decir, su aumento.

Izumiyama haciendo experimentos con exceso de presión de oxígeno encuentra una disminución de la hemoglobina, glóbulos rojos, azúcar sanguíneo, NaCl, sero-albúmina y sero-viscosidad, volviendo dichos valores a su nivel normal después de 30 minutos de restablecidas las condiciones atmosféricas normales.

Cambio brusco creemos que puede ser considerado el viaje de Lima a Morococha, estando de acuerdo perfectamente en lo referente a este punto si aceptamos la creencia anterior.

Los resultados en Huancayo nos hacen diferir de los encontrados por Loewy en Davos que sólo está como sabemos a 1.500 mts sobre el nivel del mar. Tal vez la enorme diferencia de altura que existe entre Davos y Huancayo (3.200 mts.) sea causa de dicha divergencia. Por otra parte no pretendemos contrariar los hechos obtenidos por dicho autor, sino que únicamente señalamos la diferencia tal cual.

De lo anteriormente expuesto deducimos que en la altura existe hiperproteïnemia y que esta se debe en gran parte al aumento de la fracción globulina, variación que como veremos produce modificaciones nítidas en la relación serina-globulina.

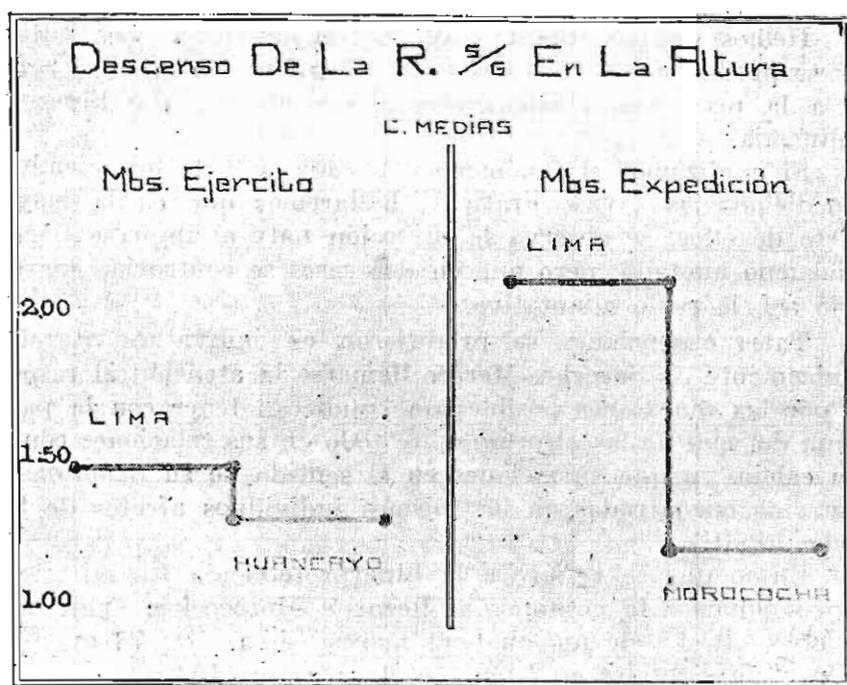
### RELACION SERINA - GLOBULINA

En lo que se refiere a este aspecto del problema, los autores extranjeros señalan cifras que oscilan dentro de límites relativamente amplios. Mientras Van Slyke dá como relación media una cifra como de 1.72 y como valores extremos 1.43 y 2.23, Best and Taylor en su libro titulado "Physiological Basis of Medical Practice" señala tan sólo una media de 1.55.

Por nuestra parte las relaciones que corresponden a las determinaciones practicadas en la costa—tanto de la expedición como la de los soldados del Regto. Escolta—difieren también ampliamente. Los primeros dan como media una relación serina-globulina de 2.09 y los segundos una de 1.44. Estas cifras encuadran dentro de los límites extremos del cuadro de Van Slyke y el promedio de ambas corresponde exactamente a la cifra media de dicho cuadro (1.72).

Sea como quiera y en virtud del aumento que experimenta la globulina en las grandes alturas, permaneciendo casi indiferente la serina, la relación serina-globulina de las determinaciones de Huancayo arroja una media de 1.27, cifra que como vemos es muy inferior a las señaladas como mínimas por todos los investigadores.

Lo mismo sucede, pero de una manera más marcada, en la relación serina-globulina de los miembros de la expedición. Así de una media de 2.09 en Lima desciende a la cifra de 1.18, la más baja de todas las medias de los cuatro grupos. Esto es comprensible si se tiene en cuenta el gran incremento que experimenta la fracción globulina en Morococha.



Si es verdad que existe una diferencia aritmética en la relación serina-globulina del hombre de los andes en comparación con la de los miembros expedicionarios, desde un punto de vista biológico podemos decir que tal diferencia es nula ya que el organismo en esfuerzo adaptativo, iguala la relación serina-globulina sea cual fuere su valor inicial, bajo el imperativo de las condiciones atmosféricas reinantes en la altura. (Véase gráfica No. 2).

Loewy y Toth—lógicamente—y como consecuencia de

haber encontrado en hombre y animales de la altura un aumento de la fracción serina con gran detrimento en lo que se refiere a la globulina indican que la relación serina-globulina está bastante elevada. Incluso Schemensky cree que la disminución de la viscosidad del suero de los miembros de las expediciones a las montañas es debida a la disminución de globulina, dato este último que está en discordancia con observaciones del Prof Monge, sobre todo en enfermos eritrémicos, en quienes la viscosidad estaba francamente aumentada.

## PROTEINEMIA Y SOROCHÉ

Hemos visto en páginas anteriores que dos hechos saltantes se producen al escalar grandes alturas en lo que se refiere a la proteinemia sanguínea: hiperproteinemia e hiperglobulinemia.

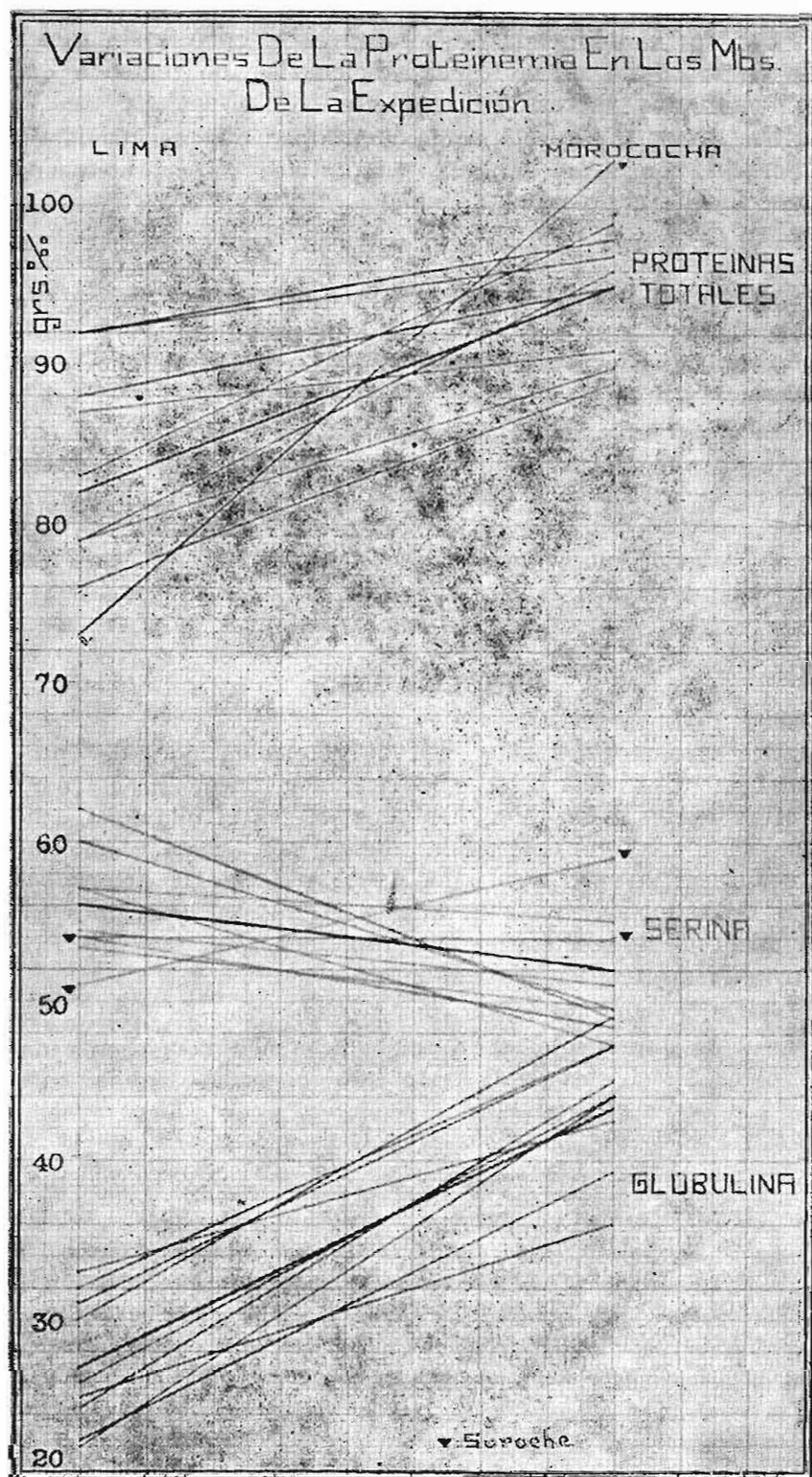
Si analizamos el fenómeno en cada uno de los miembros expedicionarios (véase gráfica), hallaremos que en la mayor parte de ellos, se observa la dirección natural impresa por el fenómeno anotado, pero que en dos casos se contraría, por decirlo así, la regla adaptativa.

Tales excepciones se produjeron en individuos atacados clínicamente de Soroche. Merece llamarse la atención al respecto por las conexiones posibles que pudieran tener con la patogenia del mal de las alturas, sobre todo en sus relaciones con el ión calcio, ya que variaciones en el sentido de su disminución han sido encontradas en los mismos individuos afectados de Soroche (Palti).

En lo que se refiere a la hiperproteinemia los miembros expedicionarios la cumplen al llegar a Morococha; pero uno de ellos (B. I.) de una manera marcadísima. De 73 grs 0/00 de proteínas totales en Lima, se eleva a los 103 grs 0/00 en Morococha. Este estudiante estuvo atacado de Soroche benigno.

De otro lado, la serinemia sufre el ligero descenso ya señalado, con excepción precisamente del anterior estudiante que rompiendo la regla aludida acusa un aumento relativamente considerable: hiperserinemia.

Otro estudiante (E. A.) atacado de Soroche severo, si es verdad que presenta hiperproteinemia, en cambio no demuestra la variación serínica adaptativa, permaneciendo su valor igual en Lima y Morococha: isoserinemia.



La hiperglobulinemia de las alturas se cumple sin excepción en todos los miembros expedicionarios, no teniendo que anotar ninguna alteración al respecto.

En suma, hiperproteínea con hiper o isoserinemia en el Soroche, contraría la regla adaptativa: hiperproteínea hiposerinemia e hiperglobulinemia.

NOTA.—La revisión de la literatura médica hasta la fecha sólo revela la existencia de hiperproteínea en casos de deshidratación considerable, Kal-Azar, Leishmaniosis y Mielosis Múltiple.

La hiperproteínea va asociada generalmente con hiperglobulinemia y predispone a los mielomatosos a trombosis. Tal vez de comprobarse debería tenerse presente en determinados casos de Enfermedad de Monge, acompañados de signos de infartos pulmonares, cuestión hipotética pero que merece ser investigada.

## CONCLUSIONES

Del examen practicado en 100 determinaciones de proteínas (métodos colorimétrico y refractométrico) en el suero de otros tantos individuos, oriundos de las altiplanicies centrales del Perú, que no han descendido a la costa y en comparación con la proteínea del llano; y de las 19 determinaciones de la misma índole llevadas a efecto en individuos en movimiento, esto es, trasladados rápidamente a las grandes alturas, se desprenden las siguientes conclusiones:

- I.—En los andinos existe una *hiperproteínea total*.
- II.—Esta hiperproteínea total es mucho más acentuada en los sujetos de la costa cuando escalan rápidamente grandes alturas.
- III.—La hiperproteínea en ambos grupos es debida en su mayor parte al *aumento de la fracción globulina*, modificándose ligeramente la serina en el sentido de su *disminución*.
- IV.—Esta variación es mucho más marcada en los individuos en movimiento, pudiendo decirse que existe hiperglobulinemia acentuada con hiposerinemia durante el ascenso.

- V.—Como consecuencia de las anteriores mutaciones la Relación Serina-Globulina está francamente *disminuida*.
- VI.—Tanto en los sujetos costeños en vías de adaptación como en los andinos, la relación S/G tiende a igualarse en las alturas.
- VII.—En los casos de Soroche hay hiperproteinemia con hiperserinemia o isoserinemia (2 casos).

## BIBLIOGRAFIA

- Peters and Van Slyke.—Quantitative Clinical Chemistry Interpretation.  
Best and Taylor.—Physiological Basis of Medical Practice.
- P. Rondoni.—Compendio de Bioquímica.
- J. Stevens Simmons.—Laboratory Methods of the United States Army.
- Carlos Monge.—Sobre Algunas Manifestaciones Congestivas de Orden Cerebral en las Eritemias de la Altura. Anales Fac. Méd. Lima. 1938.
- A. Loewy and E. Wittkower.—The Pathology of High Altitude Climate.
- Toth A.—Serum Studies in High Altitude by means of electro dialysis.
- Izumiyama, Kokichi.—Influence of Air Pressure Changes on the composition of the Blood. I. Respiration under excess of Oxygen pressure in man.
- Dill, Talbot y Consolazio.—Blood as a physicochemical system.
- Mac Farland y H. Edwards.—The effects of prolonged exposure to altitudes of 8.000 to 12.000 feet.
- Roche, Dorier et Samuel.—La precipitation des proteines du serum par le sulfate d'ammonium. L'homme normal. (Comptes Rendus des Séances S. Biologie, &.
- Woltz.—Remarques au sujet du dosage des albumines dans le serum sanguin (Bulletins de la Société de Pathologie Exotique.
- Graud.—Variations des proteines sériques au cours de la leishmaniose interne (Id.)
- Harold Jechhers.—Detection of hiperproteinemie. Journal of Clinical Investigation.
- E. M. and Pritchard.—Multiple Myeloma.—Arch Int Med. 60 : 1069 1937.
- L. Corona T.—Química Normal y Patológica de la sangre.