

# ASPECTOS OFTALMOLOGICOS DEL HABITANTE DE LOS ALTIPLANOS ANDINOS

JORGE VALDEAVELLANO

La existencia de núcleos poblados en altitudes de 2,000 a 5,000 metros y su constante permanencia en ellas, dió lugar, con el transcurso de los siglos, a la formación de sujetos aclimatados, provistos de características biológicas especiales que les permitieron enfrentarse a las desfavorables condiciones ambientales reinantes en esas alturas. Tales individuos han llegado a constituir una verdadera variedad climato-fisiológica de raza humana.

La menor presión de oxígeno atmosférico ha hecho que el andino se vea en la necesidad de adaptar sus mecanismos homeostáticos en forma tal que pueda aprovechar de todo el oxígeno posible de la atmósfera, ahorrándolo al máximo y guardando para sí apreciable cantidad de anhídrido carbónico. He ahí porque los sujetos que viven en las grandes alturas presentan peculiaridades fisiológicas y funcionales que los distinguen del sujeto normal que vive al nivel del mar, abstracción hecha de consideraciones raciales.

La Escuela Médica Peruana considerando "que el organismo es un todo con su ambiente y como tal no puede ser dividido ni puede ser considerado fuera de éste" ha sentido con Monge la necesidad de estudiar la Biología Andina y sostiene que su personalidad biológica debe medirse con índices distintos del hombre del llano, refutando al mismo tiempo afirmaciones erróneas sobre su capacidad física o mental (Barcrof, Jourdanet).

El error que se ha venido cometiendo hasta que dichos estudios se hicieron, ha consistido en confundir al hombre adaptado (el recién llegado) con el aclimatado que es producto de un proceso milenario.

A la aclimatación se llega por un proceso adaptativo durante el cual el organismo vence la agresión climática de la altura. Este proceso se manifiesta por: El Soroche Agudo o Mal de Montañas que se siente y se ve y en particular por el Soroche Sub-agudo visible y

perceptible por el clínico más que por el paciente, cuya descripción y enjuiciamiento se debe a nuestra Escuela. Su curación consiste precisamente en la Aclimatación (Monge).

Entre las principales características físicas del andino se encuentran los siguientes interesantes aspectos:

*Aparato respiratorio:* amplio torax de tipo enfisematoso con aumento de la capacidad pulmonar a expensas del aire complementario y del aire residual. La curva de disociación de la hemoglobina se desvía hacia la acidosis.

*Sangre:* policitemia de 6 o 7 millones de eritrocitos por mm.<sup>3</sup>; saturación arterial de 84%; grs. 20 de hemoglobina por 100 cc. de sangre; volumen de sangre igual a 120 cc. por kilo de peso con una ligera reducción del plasma; reticulocitosis más o menos pronunciada y aumento de la viscosidad de la sangre, (Morococha a 4,580 metros), en relación estos índices con la altitud.

*Respiración tisular:* otra de las observaciones interesantes es el aumento de la miohemoglobina, especialmente en los músculos de actividad permanente como el diafragma y el miocardio (Hurtado).

Como consecuencia de la supercapacidad adquirida por hiperfuncionamiento, el corazón del andino se hipertrofia, por efecto de la anoxia anóxica a predominio derecho y por el exceso de trabajo debido a las alteraciones anatómicas y funcionales del pulmón. El corazón en las grandes alturas trabaja próximo a su máxima capacidad (Rotta).

Las características circulatorias son: bradicardia, índice cardiaco ligeramente elevado, baja presión sistólica, presión diastólica normal y una disminución de la presión diferencial. Presión venosa aumentada con respecto a la hallada a nivel del mar y la circulación brazo lengua y brazo pulmón retardada (Rotta).

Temperamento francamente vagotónico (Aste).

A estas conclusiones muy interesantes no solamente desde el punto de vista científico sino también industrial, hemos querido agregar nosotros un pequeño aporte, estudiando las características de la función visual del andino. Con este objeto hemos hecho observaciones en lugares a los que se puede llamar habitables y en otros que las necesidades de la industria y el comercio mantienen habitados. Ellos son: Huancayo a 3,317 metros de altura, lugar habitable con abundante vegetación y condiciones normales de vida, La Oroya a 3,712 metros y Morococha a 4,580 metros, lugares simplemente habitados y desprovistos de vegetación.

Advertimos que el presente trabajo ha sido efectuado con un crite-

rio simplemente clínico. Los exámenes realizados son los siguientes: agudeza visual, campo visual, visión coloreada, post-imágenes, tensión intraocular, músculos extra-oculares, acomodación, convergencia, examen ocular externo, fondo de ojo y sensibilidad luminosa.

Son muchos los investigadores que se han ocupado del estudio de las alteraciones de la función visual debidas a la anoxia, pero todos ellos han sido efectuados en sujetos con anoxia aguda. No se han hecho exámenes de la función visual de sujetos aclimatados que vivan en alturas por encima de los 3,000 metros.

Los primeros estudios sistemáticos a ese respecto fueron hechos por Wilmer y Berens (1918), examinando la aptitud de los pilotos para vuelos a gran altura, durante la primera guerra mundial. Se hicieron pruebas standard a un gran número de sujetos, normales y defectuosos, en cámaras de baja presión y durante privación de oxígeno mediante aparatos de respiración controlada. Los hallazgos han sido publicados en el "Air Service Medical Manual" y en revistas médicas (Wilmer 1919, Berens 1923, Sauer 1924 y Penichet (1922)). Los encontrados por nosotros no discrepan mayormente de los hallados por esos investigadores, pese, como decíamos más arriba a que nuestras observaciones han sido hechas con los aparatos que corrientemente usamos en las Clínicas Oftalmológicas y a que nuestros sujetos difieren fisiológicamente de aquellos de los autores mencionados, pues repetimos se han practicado sobre el aclimatado, no sobre el adaptado temporalmente o tempranamente al medio ambiente.

Para control de los exámenes hechos en la altura hemos efectuado los mismos en Lima (113 metros), en la misma estación y a sujetos aproximadamente de las mismas características.

Los resultados que hemos obtenido son los siguientes:

*En Morococha (4,580 metros).*

Se han examinado 116 sujetos: hombres 112, mujeres 4. Se descomponen según edades en la siguiente forma:

|                 |    |
|-----------------|----|
| de 10 a 19 años | 18 |
| " 20 " 29 "     | 50 |
| " 30 " 39 "     | 29 |
| " 40 " 49 "     | 16 |
| " 50 " 59 "     | 3  |

*Agudeza visual.*—La medida de la agudeza visual, o sea del poder de discriminación del ojo debe hacerse en relación con la iluminación.

Uthoff (1886 y 1890), fué quien hizo la primera investigación cuidadosa de este problema sobre un amplio margen de iluminación empleando luces blancas y coloreadas; pocos años más tarde Koenig (1897) realizó observaciones tan comprensibles que sus datos se han hecho clásicos; pero fué recientemente Schlaer (1937-1938) quien con su aparato construido especialmente para evitar ciertas causas de errores que permanecían incontroladas, ha hecho las medidas más adecuadas. El marcó el logaritmo de la agudeza visual (en el eje de las ordenadas) en relación con el logaritmo de la iluminación retinal (eje de las abscisas) formando así al igual que Koenig, la curva característica de la agudeza visual en relación con la iluminación.

Esta relación entre la agudeza visual e iluminación bajo condiciones de tensión reducida de oxígeno, fué estudiada por McFarland y Halperin en 1940 en 11 sujetos a los que sometió a diferentes alturas simuladas.

Curvas similares no han podido ser hechas por nosotros. Hemos medido simplemente la agudeza visual a 5 metros con un cartel de optotipos de Snellen, iluminado con una lámpara de 100 w y encontramos:

|                                |              |
|--------------------------------|--------------|
| Agudeza visual igual a 1 ..... | 72 o sea 62% |
| "    "    "    "    2/3 .....  | 10 " " 8.6%  |

con vicio de refracción diagnosticado por skiascopia:

|  |   |
|--|---|
| Astigmatismo (Obs. N° 4, 47, 50, 51, 114) .. | 5 |
| Miopía (Obs. 22, 57, 83, 84) .....           | 4 |

---

9 o sea 7.8%

Con visión inferior a 2/3, ninguno de los cuales tenía cifra inferior a 1/10 .....24, o sea 20%.

Visión muy disminuida por afección ocular 1 (catarata complicada).

Aunque se han encontrado en un 20% visiones inferiores a 2/3 sin encontrar lesiones anatómicas que la expliquen, desde el punto de vista práctico para el rendimiento en su trabajo, ninguno de ellos declaró tener mayores molestias por su menor capacidad visual, estando algunos de ellos sorprendidos de este hallazgo, pues se juzgaban en capacidad visual igual a sus compañeros. Es posible también que un examen más exhaustivo hubiera podido mostrar la existencia de un vicio de refracción.

*Campo visual.*—Los efectos de la anoxia aguda sobre la extensión del campo visual fueron estudiados por primera vez por Wilmer y Berens (1918), en cámaras a baja presión, quienes encontraron a las altitudes simuladas de 1,500 a 3,000 metros un pequeño ensanchamiento tanto para la forma como para el color. Cuando la altura llegaba a 4,500 metros aquel se convertía en un pequeño estrechamiento, el que se acentuaba a los 6,000 metros, sobre todo en el sector inferior. Goldmann y Schubert (1933) que hicieron observaciones similares, encontraron sobre todo retracción del campo hacia el lado nasal, que explicaron como debido a deficiencias de irrigación sanguínea de la retina. Furuya (1937) encontró contracciones del campo visual a partir de los 6,000 metros, Kyrieleis y Siegert (1935) no observaron cambios en los campos, fuera de los condicionados por defectos en el examen, ni aun en alturas de 8,000 metros.

El campo visual central ha sido estudiado por Evans, McFarland (1938) quienes encontraron un ensanchamiento progresivo del angioescotoma a partir de los 4,000 metros, ensanchamiento que aumentaba a medida que aumentó la "elevación". La administración de oxígeno produjo la vuelta a lo normal.

Seiz y Rosenthal (1938) encontraron idénticos resultados y controlaron el ensanchamiento del angioescotoma con la administración de estricnina.

Nuestras observaciones fueron hechas con un perímetro de Ferre y Rand y no hemos encontrado sino una reducción concéntrica de 20° en 2 sujetos, o sea 1.8%. Aunque no hemos hecho angioescotometría, podemos decir con muy justas razones, que los angioescotomas de nuestros andinos deben mostrar cierto ensanchamiento ya que todos o casi todos los sujetos examinados (aclimatados) presentaban marcada dilatación de los vasos retinianos, notándose sobre todo en los jóvenes que esta dilatación era más marcada en la arteria, la que en muchos llegaba a tener el mismo calibre que el de la vena.

*Visión coloreada.*—Todos los autores que se han ocupado de estos asuntos convienen en suponer que desde que la visión coloreada incumbe a los conos, cuya concentración máxima se halla en el área macular, la cual es a la vez la que tiene mayor agudeza visual, si ésta sufre con la anoxia, la visión coloreada debe desmejorar con ella.

Wilmer y Berens (1918) que efectuaron exámenes de la visión coloreada con tablas isocromáticas, no encontraron alteraciones en las grandes alturas.

Otros investigadores con el Anomaloscopio de Nagel (Velhagen 1935-36, Schmidt 1937) han llegado a conclusiones diferentes usando diversos procedimientos de exploración.

Velhagen describió lo que él llama "Ceguera a los colores hipoxémica un disturbio latente del sentido del color", afirmando que muchas personas que tienen visión coloreada normal a la presión atmosférica normal sufren un disturbio durante la privación de oxígeno semejante al tricomatismo anómalo congénito. Según él, las anomalías discretas se hacen ostensibles; y aún más, a baja tensión de oxígeno, una anomalía congénita puede convertirse en otra. Este fenómeno era demostrable a partir de los 3,000 metros y desaparece con la administración de oxígeno. Schmidt admite que sólo hay un aumento de las anomalías cuando éstas existen.

Las observaciones practicadas en los habitantes de Morococha, sujetos perfectamente aclimatados a la altura, fueron hechas con las Tablas isocromáticas de Ishihara y no se encontró sino 6 discromatopsias sobre un total de 116 examinados, o sea 5.2%; porcentaje análogo al que hemos encontrado en Lima después de haber practicado miles de exámenes a los postulantes de los Institutos Armados, chauffeurs, etc.

*Post-imágenes.*—Douglas Gelhorn, Spiesman (1935), señalaron un retardo en la aparición de las post-imágenes negativas, sobre todo cuando la atmósfera no contiene sino un 9 a 11% de oxígeno, llegando en los casos muy pronunciados hasta a la no aparición de la post-imagen; al propio tiempo cuando ellas aparecían, el sujeto de examen suele acusar una disminución en su intensidad. McFarland en las alturas de Chile (1937) encontró aumento del período latente y tendencia de la post-imagen a persistir mayor tiempo. Semejantes resultados tuvieron McFarland, Hurvich y Halperin en cámaras a baja presión de oxígeno, señalando además que la recuperación consecutiva a la administración de oxígeno fué mucho más lenta que en los otros procesos estudiados.

Nuestra observación se hizo sobre 12 sujetos aclimatados a la altura con el resultado siguiente:

| N <sup>o</sup> | Tiempo<br>de<br>aparición | Desaparición | Duración<br>de la<br>post-imagen |
|----------------|---------------------------|--------------|----------------------------------|
| 1              | 7''                       | 30''         | 23''                             |
| 2              | 7                         | 35           | 28                               |
| 3              | 8                         | 15           | 7                                |
| 4              | 8                         | 18           | 10                               |
| 5              | 8                         | 26           | 18                               |
| 6              | 10                        | 20           | 10                               |
| 7              | 10                        | 25           | 15                               |
| 8              | 10                        | 25           | 15                               |
| 9              | 10                        | 25           | 15                               |
| 10             | 12                        | 25           | 13                               |
| 11             | 15                        | 22           | 7                                |
| 12             | 15                        | 25           | 10                               |

Como puede verse: 4 acusaron un tiempo normal en la aparición de la post-imagen, 5 un tiempo menor y 3 un retardo en la aparición.

Respecto a la duración: 7 de los 12, o sea un 59% tuvieron post-ímagenes de mayor duración, llegando en uno de ellos a tener 28''; el retardo en la desaparición marca a la vez un retardo en la aparición de la post-imagen negativa. Se nota también que aquellos que tuvieron una mayor duración de la post-imagen fueron justamente los que presentaron una aparición prematura. Sólo 2 tuvieron una menor duración de ellas.

*Tensión intraocular.*—Algunos investigadores (Wilmer y Berens 1918, Goldman y Schubert) no encontraron alteración en la presión intraocular, en cambio Furuya (1936) encontró aumento de presión intraocular en alturas simuladas por encima de 4,000 a 4,800 metros, este aumento era mayor en los sujetos simpaticotónicos que en los vagotónicos (el andino es vagotónico, Aste).

Buscalao (1938) señala que el aumento de la presión intraocular sufre cambios similares a los de la presión arterial: aumenta durante el simulado ascenso y luego disminuye hacia su valor original mientras dura el mantenimiento de la baja presión. No se produjo alteración notable durante el "descenso". El aumento de la presión intraocular es proporcional a la altura alcanzada y a la velocidad del ascenso.

Tratándose de alteraciones de la presión intraocular motivadas por los cambios ocasionados por la disminución más o menos rápida de la presión atmosférica era de esperarse que no encontraríamos en los nativos de los Andes (sujetos aclimatados) cambios en las cifras de la presión ocular: sobre todo si se quiere relacionar ésta a la presión arterial ya que hemos dicho anteriormente que el andino tiene baja presión sistólica y presión diastólica normal. Efectivamente así fué: tomamos 10 sujetos en los cuales se midió la presión con un Tonómetro de McLean. Las cifras registradas fueron: la menor 20 y la mayor 36; del resto 4 tuvieron 33 y los demás 27, 29 y 32. Estaban pues todos dentro de las cifras señaladas como normales para ese aparato.

*Musculatura extraocular.*—Los estudios hechos sobre sujetos con pequeñas eso o exoforias sometidos a bajas presiones por Velhagen (1936) con el Forómetro de Stock, mostraron que para la visión de lejos había un desplazamiento de la posición de reposo de los ojos hacia la heteroforia latente a partir de los 3,000 metros. Para la visión de cerca (25 centímetros) los resultados no eran tan constantes, pero demostraron cierta insuficiencia de convergencia (una tendencia a la exoforia).

McFarland publicó en 1937 sus observaciones en 10 sujetos aclimatados durante la expedición internacional a Chile: no encontró alteraciones del equilibrio muscular para lejos ni a la altura de 6,000 metros. En cambio para la visión cercana (40 centímetros) halló una tendencia general hacia un déficit de la convergencia, la que pudo medir ya a partir de los 2,800 metros. En experimentos realizados en cámaras a baja presión, encontró cambios similares; esas heteroforias eran marcadas a los 4,200 metros.

Weldon (1924) comentando un artículo de Sauer dice: la diplopía por baja presión de oxígeno se presenta sólo en los casos de heteroforias latentes, a partir de los 3,000 metros estando sobre todo más expuesto a ella los que tienen hiperforia.

Wilmer y Berens (1918) encontraron disminución de la abducción, adducción y sursunvergencia a los 6,000 metros.

El examen que hemos practicado en sujetos aclimatados se hizo con la bagueta de Maddox, haciéndose la corrección de la heteroforia encontrada con las prismas cuadrados. El dió para 6 metros:



|                                       |                |
|---------------------------------------|----------------|
| Ortoforias .....                      | 31 o sea 26.7% |
| Esoforias:                            |                |
| de 6º .....                           | 1              |
| " 4º .....                            | 1              |
| " 3º .....                            | 1              |
| " 2º.5 .....                          | 2              |
| " 2º .....                            | 10             |
| " 1º.5 .....                          | 7              |
| " 1º .....                            | 17             |
| " 0º.5 .....                          | 1              |
|                                       | 40 o sea 34.3% |
| Exofoforias:                          |                |
| de 5º .....                           | 1              |
| " 2º .....                            | 3              |
| " 1º .....                            | 13             |
| " 0º.5 .....                          | 1              |
|                                       | 18 o sea 15.5% |
| Hiperforias:                          |                |
| de 5º .....                           | 1              |
| " 4º .....                            | 1              |
| " 1º.5 .....                          | 4              |
| " 1º .....                            | 4              |
| " 0º.5 .....                          | 4              |
|                                       | 14 o sea 12%   |
| Esoforias combinadas con hiperforias: |                |
| 4º de eso con 1º de hiper .....       | 2              |
| 2º.5 " 1º " .....                     | 1              |
| 2º " 1º " .....                       | 1              |
| 1º.5 " 1º " .....                     | 1              |
| 1º " 2º " .....                       | 1              |
| 1º " 1º.5 " .....                     | 1              |
| 1º " 1º " .....                       | 3              |
| 0º.5 " 0º.5 " .....                   | 1              |
|                                       | 11 o sea 9.5%  |

Exoforias combinadas con hiperforias:

|   |       |   |
|---|-------|---|
| 8° de exo con 1° de hiper                   | ..... | 1 |
| 1°        "        1°        "        ..... |       | 1 |

---

2 o sea 1.7%

En nueva excursión a Morococha examinamos 11 sujetos en los cuales además de medir la heteroforia para 6 metros medimos la heteroforia en la visión de cerca encontrando los resultados siguientes:

| Obs. N° | 1 para lejos | ortoforia, | para cerca | exoforia de | 5"                 |
|---------|--------------|------------|------------|-------------|--------------------|
| 2       | "            | "          | "          | "           | 6" con hiper 0°.5  |
| 3       | "            | eso de     | 1°         | "           | 6"                 |
| 4       | "            | "          | 0°.5       | "           | 8"                 |
| 5       | "            | exo de     | 0°.5       | "           | 4"                 |
| 6       | "            | "          | 0°.5       | "           | 7"                 |
| 7       | "            | "          | 1°         | "           | 6"                 |
| 8       | "            | "          | 1°         | "           | 6" con hiper 0°.5  |
| 9       | "            | "          | 2°         | "           | 5"                 |
| 10      | "            | "          | 2°         | "           | 10" con hiper 0°.5 |
| 11      | "            | "          | 2° con H   | 0°.5        | 7"                 |

Se puede observar que sobre 11 examinados hay 7 que presentaron exoforia y que todos ellos en la visión cercana muestran marcada tendencia hacia la exoforia, la que en algunos pasa de 8°.

*Acomodación.*—Wilmer y Berens (1918) encontraron disminución de la amplitud de la acomodación y convergencia en más o menos el 50% de los sujetos que observaron. Furuya en 6 sujetos examinados encontró igualmente reducción de ella a partir de los 5,000 metros. La misma observación hemos podido hacer nosotros: a medida que ascendíamos en la Carretera Central que conduce a Morococha nuestra fatiga para la lectura aumentaba con la altura, siéndonos muy difícil en Morococha leer a la distancia habitual en que la hacíamos en Lima. Igual aconteció a nuestros dos colaboradores que nos acompañaron, quienes mostraron una fatiga de acomodación que no tenían en Lima. Esto en lo que concierne a sujetos adaptados, sin mayores trastornos producidos por la anoxia.

Los sujetos aclimatados están de acuerdo en declarar que tienen deficiencia de acomodación antes de los 40 años, pese a que la mayor parte de ellos no trabajan en labores que anticipen la presbicia, siendo de señalar que las condiciones de iluminación artificial son bastante buenas.

*Amplitud de fusión.*—Once sujetos fueron examinados con el Estereoscopio de Keystone para medirles la amplitud de fusión (los mismos a los que se les examinó sus heteroforias para cerca y lejos).

Aparte de 2 de ellos que no tienen visión binocular, todos mostraron buena amplitud de fusión; si bien ellos tuvieron una buena amplitud de fusión para la convergencia, es de notar que aquellos que eran naturales de lugares altos fueron los que mostraron mayor amplitud de fusión para la divergencia. Para mayor claridad en el cuadro adjunto colocamos al lado de la amplitud de fusión su lugar de procedencia así como el balance muscular encontrado tanto para cerca como para lejos:

| Nº | Proce-<br>dencia | Conver-<br>gencia            | Diver-<br>gencia | Heteroforia<br>lejos | Heteroforia<br>cerca |
|----|------------------|------------------------------|------------------|----------------------|----------------------|
| 1  | Sierra           | 25"                          | 22"              | Ortoforia            | Exofofia 5"          |
| 2  | Costa            | 40"                          | 15"              | ..                   | .. 6° H.0°.5         |
| 3  | Sierra           | 40"                          | 20"              | Esofofia 1°          | .. 6°                |
| 4  | Costa            | 42"                          | 12"              | .. 0°.5              | .. 8°                |
| 5  | Costa            | 50"                          | 12"              | Exofofia 6°.5        | .. 4°                |
| 6  | Costa            | 52"                          | 17"              | .. 0°.5              | .. 7°                |
| 7  | Sierra           | 20"                          | 22"              | .. 1°                | .. 6°                |
| 8  | Sierra           | 25"                          | 20"              | .. 1°                | .. 6°                |
| 9  | Costa            | No tiene visión<br>binocular |                  | .. 2°                | .. 5° H.0°.5         |
| 10 | Costa            | 50"                          | 10"              | .. 2°                | .. 10° H.0°.5        |
| 11 | Sierra           | No tiene visión<br>binocular |                  | .. 2°H.°.5           | .. 7°                |

*Examen ocular externo.*—Aunque no nos fué posible el examen con microscopio binocular, el que seguramente debe dar algunos detalles muy interesantes, con el simple examen nos fué dado constatar que 85 de los sujetos examinados (73.5%) tenían los vasos de la conjuntiva dilatados, fácilmente visibles con manifiesta congestión venosa, la que estaba acompañada frecuentemente de lagrimeo más o menos marcado a punto tal que muchos de ellos hacen uso frecuente de detergentes de la mucosa.

*Fondo de ojo.*—Desde hace muchos años hemos señalado como característico el aspecto del fondo de ojo del habitante de la altura. Se nota en todos ellos una marcada congestión venosa con un color francamente más oscuro de las venas retinianas y cuyo tono marcha al igual que la poliglobulia y el tenor de hemoglobina de la sangre (co-

no puede verse en los extractos de las historias clínicas que adjuntamos).

En los individuos jóvenes, es muy sugestivo notar, que la relación de calibre entre arteria y vena, se rompe a favor de la arteria, la que llega a tener en gran número de ellos el mismo grosor que el de vena. En otros se acentúan las ondulaciones de los vasos, siendo marcada en algunos las tortuosidades de ellos.

Esta vasodilatación ha sido observada por Cusik (1940), quien la señala como compensadora de la anoxia. Pensando en ella tuvimos el cuidado de hacer el examen de fondo de ojo a medida que ascendíamos o descendíamos de la altura y nos fué posible observar la congestión venosa de nuestras retinas a medida que hacíamos el camino.

El aspecto congestionado del fondo de ojo que tienen los aclimatados se acentúa en los individuos descompensados, con Enfermedad de Monge, aspecto que ha sido señalado repetidas veces por Dammert (1926) y que puede llegar hasta el edema franco de la papila con gran número de pequeñas hemorragias peripapilares y marcado éxtasis venoso (caso estudiado por Arellano y examinado por nosotros, 1939 y Obs. N° 3, Oroya).

*Sensibilidad luminosa y adaptación a la oscuridad.*—La adaptación a la oscuridad en atmósferas pobres en oxígeno ha sido estudiada extensamente en diversos países dada la importancia que tiene, sobre todo en aviación. Todos están de acuerdo en señalar que a partir de los 3,000 metros de altitud hay en un gran porcentaje un crecimiento del umbral luminoso, aumento que no ha sido perfectamente estudiado en sus diferentes factores como el de adaptación anterior, umbral absoluto, curva de recuperación, etc.; pero sí se ha demostrado que aquel puede ser controlado por la administración de oxígeno.

Bunge (1936) estudiando la adaptación a la oscuridad con el aparato de Engelking-Hartung en atmósfera pobres de oxígeno a sujetos adaptados a la oscuridad, al encontrar disminución de la sensibilidad luminosa juzgó: que difícilmente podía deberse aquella a la destrucción del pigmento visual o demora en su regeneración, dado que la administración de oxígeno producía un aumento de la sensibilidad retiniana en un promedio mayor del que podía producir la regeneración del púrpura retiniano. Vishnevsky y Tsyrlin (1935) encontraron que una menor presión atmosférica produce no sólo disminución de la sensibilidad luminosa sino también de la excitación eléctrica del ojo y juzgando que desde que ésta no compromete el sistema fotoquímico,

dedujeron que la anoxia debe ejercer su efecto sobre el elemento neural. Claman (1938) estudiando 3 casos en los cuales los umbrales monoculares estaban afectados diferentemente que los umbrales binoculares, juzgó que aquello debe ser ocasionado como consecuencia de un proceso extraretinal.

McFarland y Evans en un extenso estudio en 20 sujetos en altitudes simuladas entre los 2,200 y 4,600 metros encontraron que a 2,200 metros la media de elevación del umbral fué de 0.1 (unidad logarítmica) lo que corresponde a una luz de prueba aumentada en intensidad 1.25 veces más que bajo condiciones normales para que el sujeto pudiera verla. A 4,500 metros el umbral se levantó a 0.4 (unidad logarítmica) es decir hubo necesidad de luz 2.5 más brillante. La administración de oxígeno produjo recuperación completa de la sensibilidad retiniana en pocos minutos.

McDonald y Adler (1939) encontraron cambios similares con el Adaptómetro de Hecht. Observaron que la anoxia causa igual elevación del umbral tanto para los conos como para los bastoncitos, mientras que la deficiencia de vitamina A produce alteración en el umbral de sólo los bastones.

McFarland y Forbes (1940) con el Adaptómetro de Hecht, encontraron que la privación de oxígeno y la hipoglicemia producen efectos similares y aditivos en la adaptación a la oscuridad y más aun: que la administración de un exceso de oxígeno o de dextrosa disminuye o compensa la deficiencia de oxígeno mejorando las condiciones de adaptación a la oscuridad y rebajando el aumento obtenido en el umbral luminoso. Sus experiencias muy demostrativas confirman lo que desde Warburg se sabe: que la retina consume gran cantidad de azúcar que ella transforma en ácido láctico, ácido carbónico y agua a la vez de que ningún tejido nervioso tiene igual poder glicolítico que ella.

El efectuarse el aumento del umbral tanto para los conos como para los bastones, el continuar éste aumentando aún en el ojo adaptado a la oscuridad y la rápida recuperación mediante la administración de oxígeno, los llevaron a juzgar que aquel se debía a la anoxia ya que la recuperación era mucho más rápida que la obtenida mediante vitamina A y al igual que la observada en funciones corticales como la memoria.

Nosotros hemos hecho nuestros exámenes usando el Adaptómetro de Feldman, con el que a los 5' se debe comenzar a ver la luz piloto cuando existe una normal recuperación de la sensibilidad retiniana. Es de advertir que este tiempo es el señalado por las instrucciones del

catálogo y el juzgado como normal para nuestro medio por De la Flor, quien ha hecho un estudio sobre avitaminosis y adaptación a la oscuridad en cientos de escolares con y sin avitaminosis. Además nosotros en Lima también hemos examinado sujetos de parecidas características y hemos encontrado para ellos 6' como tiempo normal en la recuperación.

De nuestros 12 sujetos examinados (aclimatados), uno dió un umbral de 5', dos de 6' 30'', tres de 7', tres de 9', dos de 10' y uno de 11' 30''. Hay pues en 11 un aumento del umbral luminoso, o por lo menos en 9 el aumento es mayor de 1'. Siendo todos ellos sujetos con una alimentación perfectamente balanceada (eran ingenieros o empleados de administración y el que presentó el umbral más bajo fué el cocinero), cabe imputar ese crecimiento a la anoxia y no a deficiencia vitamínica; algo más aceptando lo sugerido por McFarland y Forbes de que la menor sensibilidad retiniana en la anoxia no se debe a deficiencia en la recuperación de la sustancia fotoquímica de la retina sino a deficiencia de oxigenación de los elementos nerviosos y a la posibilidad de compensar la falta de oxígeno por dextrosa, inyectamos 40 cc. de suero glucosado al 33% (aproximadamente grs. 12 de glucosa) a 2 de los que tuvieron el umbral más alto. Después de 5' obtuvimos en el que tenía 9' por umbral, una reducción a 6', es decir un 33% y en el que tenía 11' 30'' después de algo más de 10', una reducción a 9' 30''.

Cabe pues con cierta razón afirmar con ellos, que debe existir una alteración del metabolismo celular del tejido neural por deficiencia de oxigenación, deficiencia que en cierto modo puede ser mejorada por el suministro de dextrosa.

\* \* \*

En la Oroya (3,712 metros).

Se examinaron 106 sujetos de los cuales: 10 mujeres y 96 hombres, de ellos según edades tenemos:

|                          |    |
|--------------------------|----|
| Menores de 20 años ..... | 8  |
| „ 20 a 30 años .....     | 52 |
| „ 31 „ 40 „ .....        | 33 |
| „ 41 „ 50 „ .....        | 9  |
| „ 51 „ 65 „ .....        | 4  |

*Agudeza visual.*

|   |                |
|---|----------------|
| igual a 1 .....                               | 85 o sea 80%   |
| menor que 1 por vicio de refracción .....     | 20 o sea 18.8% |
| (miopía 7, hipermetropía 4, astigmatismo 9)   |                |
| visión inferior a 1 por lesiones oculares ... | 1 o sea 0.9%   |

*Campo visual.*—Estrechamiento concéntrico en 8 o sea 7.6%;

ese estrechamiento era especialmente de:

|                           |                            |
|---------------------------|----------------------------|
| lado temporal (15°) ..... | 1 (Obs. N° 21)             |
| concéntrico (15°) .....   | 4 (Obs. N° 12, 40, 72, 74) |
| concéntrico (20°) .....   | 2 (Obs. N° 14, 102)        |

reducción muy acentuada, campo visual casi reducido al punto de fijación, tomado con índice de 5 mms., en 1 (Obs. N° 3).

*Visión coloreada.*—Discromatopsia en 4 o sea 3.7%. No se pudo tomar en uno por visión muy deficiente. Normales 101.

*Post-imágenes.*—No se hizo.

*Tensión intraocular.*—Se tomó en 30 con el Tonómetro de McLean; acusaron cifras entre 20 y 34 mm.

*Musculatura extraocular.*—El examen se hizo con la bagueta de Maddox y solamente a 6 mm.:

|                     |                |
|---------------------|----------------|
| No se hizo en ..... | 1              |
| Ortoforias .....    | 35 o sea 33%   |
| Esoforias:          |                |
| de 10° .....        | 1              |
| " 8° .....          | 2              |
| " 6° .....          | 6              |
| " 5° .....          | 4              |
| " 4° .....          | 4              |
| " 3° .....          | 6              |
| " 2° .....          | 8              |
| " 1° .....          | 1              |
|                     | 32 o sea 30.8% |

## Exofoorias:

|             |    |
|-------------|----|
| de 6° ..... | 1  |
| " 5° .....  | 2  |
| " 4° .....  | 1  |
| " 2° .....  | 10 |
| " 1° .....  | 4  |

18 o sea 16.9%

Hiperforias:

|        |       |   |
|--------|-------|---|
| de 3º  | ..... | 1 |
| „ 2º   | ..... | 3 |
| „ 1º   | ..... | 3 |
| „ 0º.5 | ..... | 1 |

---

8 o sea 7.5%

Esoforias combinadas con hiperforias:

|                           |       |   |
|---------------------------|-------|---|
| 4º de eso con 1º de hiper | ..... | 1 |
| 3º „ 1º „                 | ..... | 2 |
| 2º „ 1º „                 | ..... | 1 |
| 1º „ 1º „                 | ..... | 2 |

---

6 o sea 5.6%

Exofoforias combinadas con hiperforias:

|                           |       |   |
|---------------------------|-------|---|
| 5º de exo con 1º de hiper | ..... | 1 |
| 4º „ 1º „                 | ..... | 1 |
| 2º „ 1º „                 | ..... | 1 |
| 1º.5 „ 1º „               | ..... | 1 |
| 1º „ 1º „                 | ..... | 2 |

---

6 ó sea 5.6%

*Acomodación.*—Se observaron las mismas deficiencias prematuras de acomodación que en Morococha, siendo las condiciones de iluminación igualmente buenas.

*Amplitud de fusión.*—No se hizo.

*Examen ocular externo.*—Es menos marcada la congestión de las conjuntivas, pero acompañada de lagrimeo en mayor número de casos, ya que la altura se suma las condiciones irritativas de la atmósfera por los humos desprendidos de la fundición de La Oroya.

*Fondo de ojo.*—El mismo aspecto congestionado del fondo de ojo, semejante al que presentan los pobladores de Morococha, congestión que marcha paralela a la poliglobulia y cantidad de hemoglobina de la sangre.

\* \* \*

En Huancayo (3,317 m.).

Se han examinado 33 sujetos, de los cuales 2 eran señoras y 31 hombres. Su edad oscila entre los 15 y 58 años.



Agudeza visual: igual a 1 ..... 24 ó sea 78.8%  
 con visión inferior a 1 por vicio de refracción .... 7 ó sea 21.2%

*Campo visual.*—No se encontró alteración en la extensión del campo visual en ninguno de los examinados.

*Visión coloreada.*—No se encontró discromatopsias.

*Post-imágenes.*—Colocando a los 33 examinados por orden de aparición de las post-imágenes positivas tenemos el siguiente cuadro:

| Obs. N <sup>o</sup> | Tiempo de aparición | Desaparición | Duración de la post-imagen positiva |
|---------------------|---------------------|--------------|-------------------------------------|
| 33                  | 8"                  | 20"          | 12"                                 |
| 5                   | 8                   | 28           | 20                                  |
| 11                  | 8                   | 30           | 22                                  |
| 32                  | 8                   | 33           | 25                                  |
| 2                   | 10                  | 18           | 8                                   |
| 25                  | 10                  | 18           | 8                                   |
| 29                  | 10                  | 18           | 8                                   |
| 6                   | 10                  | 20           | 10                                  |
| 18                  | 10                  | 20           | 10                                  |
| 4                   | 10                  | 23           | 13                                  |
| 12                  | 10                  | 25           | 15                                  |
| 19                  | 10                  | 30           | 20                                  |
| 21                  | 10                  | 30           | 20                                  |
| 30                  | 10                  | 30           | 20                                  |
| 14                  | 10                  | 80           | 70                                  |
| 3                   | 12                  | 16           | 4                                   |
| 28                  | 13                  | 40           | 27                                  |
| 22                  | 14                  | 35           | 21                                  |
| 24                  | 15                  | 30           | 15                                  |
| 15                  | 15                  | 35           | 20                                  |
| 20                  | 15                  | 38           | 23                                  |
| 13                  | 15                  | 45           | 30                                  |
| 8                   | 16                  | 34           | 18                                  |
| 7                   | 18                  | 30           | 12                                  |
| 31                  | 13                  | 30           | 12                                  |
| 10                  | 18                  | 33           | 15                                  |
| 1                   | 20                  | 30           | 10                                  |
| 26                  | 20                  | 35           | 15                                  |
| 23                  | 20                  | 38           | 18                                  |
| 16                  | 20                  | 40           | 20                                  |
| 27                  | 20                  | 45           | 25                                  |
| 9                   | 25                  | 44           | 19                                  |
| 17                  | 40                  | 80           | 40                                  |

El resultado nos muestra:

que en 4 aparecen a los 8 segundos para desaparecer desde los 20 hasta los 33 segundos;

que en 11 aparecen a los 10" y desaparecen desde los 18 hasta los 30"; y

que en 18 aparecen desde los 12" hasta los 40.

Hay un retardo en la aparición de las post-imágenes en 18 de los examinados o sea en el 54.5%; pero el retardo es mayor sobre todo en la desaparición de ellas, pues en 22 duran más de 10" o sea el 66.6%, habiendo durado en uno hasta 70". Esto significa a la vez un aumento en gran número de ellos del período de latencia de la post-imagen negativa.

Tensión intraocular.—Se tomó la tensión con el Tonómetro de Mc Lean en 8 sujetos, los que dieron cifras entre los 18 y 35 mm. De ellos 7 fueron clasificados como vagotónicos, según la respuesta al reflejo óculo-cardíaco y 1 como normotónico.

*Musculatura extraocular.*—El examen a 6 metros dió:

|                                      |         |        |
|--------------------------------------|---------|--------|
| Ortoforías .....                     | 7 ó sea | 21.2%  |
| Esoforías de menos de 2° .....       | 9 „ „   | 27.3 „ |
| Esoforías de más de 2° .....         | 2 „ „   | 6%     |
| Exofoforías .....                    | 6 „ „   | 18 „   |
| Hiperforías .....                    | 3 „ „   | 9 „    |
| Hiperforías combinadas con eso o exo | 6 „ „   | 18 „   |

En la visión de cerca se nota que las ortoforías exageran la exofoforía que habitualmente ellas dan (4 sobre 7 dan una exofoforía de 4 a 7°), las exofoforías que son 16 dan salvo 3 casos, exofoforías de más de 2°, llegando en 2 hasta los 8°.

Las exofoforías que fueron 7 se exageran llegando hasta los 14°. Igualmente las hiperforías dan exofoforías que llegan hasta los 8°.

En el cuadro adjunto hemos colocado las heteroforías encontradas por orden de acuerdo con el grado de ellas en la visión lejana; al lado de ella la heteroforía para la visión de cerca seguida de la amplitud de fusión.

| Nº | Heteroforías |           | Amplitud de fusión |                  |     |
|----|--------------|-----------|--------------------|------------------|-----|
|    | de lejos     | de cerca  | Conver-<br>gencia  | Diver-<br>gencia |     |
| 23 | Ortoforía    | Exofofía  | 2º                 | 18"              | 26º |
| 20 | "            | "         | 2º                 | 20"              | 14º |
| 4  | "            | "         | 3º                 | 12"              | 14º |
| 25 | "            | "         | 4 H.0º.5           | 22"              | 22º |
| 32 | "            | "         | 5º                 | 10"              | 16" |
| 2  | "            | "         | 5º                 | 20"              | 14" |
| 26 | "            | "         | 7º                 | 22"              | 22º |
| 24 | Esofofía     | "         | 2º                 | 30"              | 20" |
| 8  | "            | "         | 3º H.0º.5          | 20"              | 16" |
| 21 | "            | "         | 7"                 | 22"              | 18" |
| 7  | "            | "         | 4º                 | 18"              | 14" |
| 5  | "            | "         | 7º H.0º.5          | 10"              | 16" |
| 3  | "            | "         | 4º H.0º.5          | 10"              | 20" |
| 10 | "            | "         | 5º                 | 16"              | 18" |
| 18 | "            | "         | 6º                 | 12"              | 18" |
| 19 | "            | "         | 7º H.2º            | 40"              | 24" |
| 14 | "            | "         | 8º                 | 20"              | 16" |
| 22 | "            | "         | 4º                 | 18"              | 20" |
| 15 | "            | "         | 8º H.1º            | 14"              | 20" |
| 31 | "            | Hiperf.   | 0º.5               | 20"              | 20" |
| 20 | "            | Exofofía  | 2º H.1º            | 8"               | 22" |
| 30 | "            | Ortoforía |                    | 30"              | 18" |
| 6  | "            | Exofofía  | 5º H.0º.5          | 20"              | 12" |
| 1  | Exofofía     | "         | 5º                 | 10"              | 20" |
| 11 | "            | "         | 14º                | 8"               | 10" |
| 12 | "            | "         | 8º                 | 10"              | 20" |
| 33 | "            | "         | 8º                 | 10"              | 20" |
| 17 | "            | "         | 13º H.1º.5         | 32"              | 28" |
| 13 | "            | "         | 14º H.1º           | 10"              | 30" |
| 29 | "            | "         | 8º                 | 10"              | 20" |
| 27 | Hiperf.      | "         | 2º H.0º.5          | 12"              | 20" |
| 16 | "            | "         | 8º                 | 34"              | 24" |
| 9  | "            | "         | 8º H.2º            | 18"              | 20" |

De la observación del cuadro anterior se puede concluir que más que tendencia a la divergencia hay una falta de convergencia, dada la tendencia para exagerar o presentar exofofías para cerca.

*Acomodación.*—Hemos preguntado y examinado algunos de los naturales sobre su amplitud de acomodación; los datos recogidos nos permiten también señalar que a esta altura hay una cierta fatiga preima-

tura de acomodación, aunque en menor escala que en la Oroya y Morococha. Esto estaría también en relación con el déficit de convergencia.

Convergencia.—Examinando la amplitud de fusión con el esteroescopio de Keystone que usamos en Morococha hemos recogido los datos siguientes, ordenados según la amplitud de convergencia:

| <i>Convergencia</i> | <i>Divergencia</i> |
|---------------------|--------------------|
| 8°                  | 10°                |
| 8°                  | 12°                |
| 10°                 | 16°                |
| 10°                 | 16°                |
| 10°                 | 20°                |
| 10°                 | 20°                |
| 10°                 | 20°                |
| 10°                 | 24°                |
| 10°                 | 24°                |
| 10°                 | 30°                |
| 12°                 | 14°                |
| 12°                 | 18°                |
| 12°                 | 20°                |
| 14°                 | 20°                |
| 16°                 | 18°                |
| 18°                 | 14°                |
| 18°                 | 20°                |
| 18°                 | 20°                |
| 18°                 | 26°                |
| 20°                 | 12°                |
| 20°                 | 14°                |
| 20°                 | 14°                |
| 20°                 | 16°                |
| 20°                 | 16°                |
| 20°                 | 20°                |
| 22°                 | 18°                |
| 22°                 | 22°                |
| 22°                 | 22°                |
| 30°                 | 18°                |
| 30°                 | 20°                |
| 32°                 | 28°                |
| 34°                 | 14°                |
| 40°                 | 24°                |

Se puede observar que sólo 1 tiene 10° de amplitud de fusión en la divergencia, oscilando el resto entre los 12° y 13°, mientras que de los mismos 33, sólo presentan 13 más de 20° de amplitud de fusión en la convergencia, oscilando los 20 restantes entre los 8° (2) y 18° (4).

Estos datos concuerdan con los anteriores sobre las heteroforías, para permitimos afirmar que existe entre los habitantes de la altura una tendencia al déficit de convergencia.

*Examen ocular externo.*—No se encuentran modificaciones apreciables.

*Fondo de ojo.*—El aspecto del fondo de ojo a esta altura no cambia sensiblemente: se mantiene, sobre todo en los jóvenes, esa característica de casi igualdad de calibre entre vena y arteria retiniana.

*Sensibilidad luminosa.*—Fueron examinados otros 30 sujetos con el Adaptómetro de Feldman y dieron el resultado siguiente:

|   |          |     |                    |   |
|---|----------|-----|--------------------|---|
| 2 | tuvieron | 7'  | de umbral luminoso |   |
| 2 | "        | 8'  | " " "              | " |
| 6 | "        | 9'  | " " "              | " |
| 3 | "        | 10' | " " "              | " |
| 5 | "        | 11' | " " "              | " |
| 5 | "        | 12' | " " "              | " |
| 3 | "        | 13' | " " "              | " |
| 1 | " tuvo   | 14' | " " "              | " |
| 1 | "        | 15' | " " "              | " |
| 1 | "        | 17' | " " "              | " |
| 1 | "        | 20' | " " "              | " |

—  
30

En los sujetos en los que se encontró umbral más alto (de 14', 15' y 20') repetimos la experiencia de Forbes y Mc Farland con la glucosa pero por vía endovenosa (40 cc. de suero glucosado al 33%) y en ellos después de 5' obtuvimos una reducción del umbral a 10, 12 y 9' ó sea que se rebajó dicho umbral en 4', 3' y 11, rebaja que sería de 28.5, 20 y 55%, respectivamente. Esta nueva experiencia reforzaría lo anteriormente dicho en relación con la posibilidad de mejorar la sensibilidad luminosa cuando hay falta de oxígeno mediante una mejor nutrición del elemento nervioso por medio de la dextrosa.

Hay un hecho que llama la atención en estos últimos datos encontrados y es que a pesar de que los sujetos examinados en Huancayo son de un lugar más bajo que Morococha, es decir que deben sufrir una menor anoxia, su umbral luminoso fuera más alto. Esto quizás podría explicarse teniendo en cuenta el régimen de alimentación: los sujetos examinados en Morococha por su condición social y de vida tenían una

mejor alimentación; las personas examinadas en Huancayo, si bien tenían una alimentación bien balanceada (dato que recogimos con especial interés), aquella no era tan buena como la de los de Morococha: los examinados era en su mayoría alumnos de un Politécnico.

#### CONCLUSIONES

Las modificaciones que la altura imprime sobre la función visual se exageran a medida que ella aumenta, especialmente en:

*Sentido luminoso:* hay un aumento del umbral luminoso que puede ser rebajado por la ingestión de destroxa.

*Campo visual:* aunque sólo hemos apreciado reducciones en un escaso número de sujetos, el encontrar aumento del calibre vascular de los vasos retinianos, permite suponer un ensanchamiento de los angioescolomas.

*Post-imágenes:* hay un retardo en la aparición de las post-imágenes positivas y aumento en su duración; por lo tanto, hay también aumento del período de latencia de la post-imagen negativa.

*Fondo de ojo:* modificaciones en el color y calibre de los vasos de acuerdo con la poliglobulia y tenor de hemoglobina. En los individuos jóvenes hay frecuentemente casi igualdad del calibre entre la arteria y la vena.

*Músculos extraoculares:* hay una marcada frecuencia de heteroforías, especialmente exoforías, las que aumentan en la visión de cerca.

*Amplitud de fusión:* mayor amplitud en la divergencia que en la convergencia.

*Acomodación:* cierta deficiencia prematura de la acomodación.