

Nuevas consideraciones sobre el trabajo del corazón en Bogotá

Por el Profesor FRANCISCO GNECO MOZO.

Señor Presidente de la Academia, señores académicos:

Han pasado ya 10 años desde cuando presenté a la consideración de esta Academia, sin ser entonces como hoy su miembro de número, un estudio sobre El Trabajo del Corazón en Bogotá que mereció un año después, en 1936, la adjudicación, por la misma Academia, del premio Forero en Medicina. A aquel estudio, a pesar de haberle dedicado más de año y medio de esfuerzo personal, no le ha dado más mérito que el de haber sido el primero que se opuso resueltamente al viejo prejuicio médico de que el corazón humano en Bogotá trabaja más que a nivel del mar, prejuicio en que no se tenía en cuenta el proceso de aclimatación a que yo aludo en aquel trabajo. Y si me atrevo ahora a volver a hablar de él ante esta corporación, lo hago exclusivamente por la invitación que a ello me ha hecho el profesor Jorge Bejarano, actual Presidente de la Academia, quien ha considerado interesante que lo haga. Bien saben los honorables académicos que hace bastante no distraigo su atención con trabajos originales míos, en primer lugar porque nunca los considero de suficiente trascendencia, y no quiero aprovecharme de que tengo derecho a voz y voto como miembro de esta corporación, para ocupar mucho del tiempo de sus sesiones; así, pues, señores académicos, dado mi ningún interés personal en exponer mis puntos de vista, que no han variado en nada en el transcurso de 10 años con respecto al problema del Trabajo del Corazón en Bogotá, y no estando seguro de que la mayoría de la Academia tenga interés en oírme, antes de entrar en materia me permito rogar al señor Presidente que someta a votación el punto. (El Presidente de la Academia, Profesor Jorge Bejarano, manifiesta que hay interés unánime en oír la exposición.) No hay duda ninguna, señores académicos, de que aquel trabajo ha tenido suerte. A raíz de su publicación se hizo notorio que provocó discusiones ardorosas, y contra sus conclusiones se

alzaron los más curiosos argumentos. Había herido un prejuicio popular y fueron los profanos en Medicina, por curiosa paradoja, los que con mayor autoridad se sintieron para discutirlo. Desde los cronistas y las cronistas de la prensa diaria, hasta las amas de casa, todo el público grueso, se consideró con suficiente preparación fisiológica y médica para opinar, y no era extraño el caso de que en una visita una muy peripuesta señora me dijera con la mayor sangre fría: —Doctor: pero ¿cómo se atreve usted a decir que el trabajo del corazón en Bogotá, después de la aclimatación, es igual al de París, si cuando yo subo en mi automóvil de Girardot a Bogotá el motor pierde fuerza? Y tenía yo entonces que contestarle, forzando la paciencia: —Señora: ¿y por qué los aviones, que se elevan a mayor altura, no la pierden? Argumentos infantiles como éste surgían a cada paso, y ante ellos cómo se me iba grabando más y más una irónica frase del nunca bien lamentado profesor Federico Lleras Acosta. Cuando este hombre, atormentado en su modestia por la excesiva popularidad que adquiriera su reacción Lleras, me encontró un día en el hospital de San Juan de Dios, me dijo, muy filosóficamente: —Ñeco: ¿por qué nos dio a los dos la chilladura de meternos a sabios? De la experiencia de estos 10 años, señores académicos, puedo concluir que la causa principal, la raíz del prejuicio de que el corazón en Bogotá trabaja más que a nivel del mar, se debe a la confusión muy corriente entre el mal de las alturas, afección aguda, y la vida aclimatada a la altura de Bogotá. Y es debido a esta convicción por lo que tengo que pedir perdón a los señores académicos si me tomo algún tiempo para recordar en qué consiste y por que se produce el mal de las alturas, que yo nunca he dejado de reconocer como hecho evidente, y que menciono y diferencio en el estudio sobre el trabajo del corazón en Bogotá a que ya he aludido, y que escribiera hace 10 años.

EL MAL DE LAS ALTURAS

Hace casi un siglo, y han transcurrido precisamente 83 años, desde cuando el meteorólogo Glaisher y su ayudante Cowell ascendieron en un globo a cerca de 10.000 metros sobre el nivel del mar y en *The Lancet*, 1862, 2, 559-560, publicó el primero de ellos sus "Notas sobre los efectos experimentados durante recientes ascensos en globo". Poco después, en 1871, el mismo Glaisher publicaba en Londres sus "Viajes en el aire", en donde narra los efectos que en sí mismo experimentara al ascender a la atmósfera, efectos que describía el denominado aereo-

nauta principalmente como de origen nervioso, ya que en la última parte de la ascensión le era difícil fijar la atención sobre los instrumentos, y notó por último que tanto sus manos como sus pies se habían paralizado. Si no hubiera sido porque su compañero fue capaz de abrir con los dientes la válvula de gas para detener el ascenso y permitir que el globo volviera a tierra, la suerte de aquellos precursores habría sido la misma que la de esos dos mártires de la ciencia que se llamaron Grove Spinelli y Sivel, quienes murieron en un globo que subió un poco menos que el de Glaisher en compañía de Tissandier, quien, a pesar de haber perdido el conocimiento, logró revivir. En estos dos históricos experimentos se puede apreciar ya que el efecto del enrarecimiento del aire no es el mismo para todos los hombres a la misma altura, y que la rapidez de ascenso, así como el gasto de energía física que en él se efectúa, son factores muy importantes en la aparición y en la gravedad del mal de las alturas. Tissandier, por ejemplo, atribuía el haberse salvado a su "temperamento hemático". Pero en lo que respecta al funcionamiento del corazón, ya desde entonces se sabe que el pulso aumenta de frecuencia en la ascensión, ya que el de Glaisher, que era de 76 en tierra, aumentó a 90 a 10.000 pies; era de 100 a los 20.000 pies, y llegó hasta 110 a mayor altura. Sabemos, pues, desde 1871, que el trabajo del corazón aumenta evidentemente al subir en la atmósfera, y sobre ello no hay discusión. Pero en las investigaciones referentes a este fenómeno, dos nombres brillan con mayor fulgor que todos los otros en los anales médicos, y éstos son los de Paul Bert, autor de *La presión barométrica*, libro publicado en París en 1868 y que dedicó a Jourdamet, quien fue en verdad el autor de la teoría de la anoxia que Bert comprobó experimentalmente, y Angel Mosso, el célebre fisiólogo italiano que a la altura del monte Rosa estableció el primer laboratorio destinado al estudio de los efectos de la altura sobre el organismo, y quien ya pudo comprobar que a grandes alturas la respiración pulmonar se modifica. Decía el primero, basado en sus experiencias, que los efectos del enrarecimiento del aire atmosférico, que a altos niveles podía ocasionar la muerte, se debía no a la acción mecánica de la baja presión atmosférica, sino a la disminución de la presión parcial del oxígeno del aire inspirado, y decía Mosso que el mal de altura era debido a la disminución del anhídrido carbónico en la sangre. De aquellos dos sabios que afirmaron el basamento de estas investigaciones, surgieron las teorías de la anoxia y de la acapnia, y las investigaciones posteriores no han hecho sino aclarar y adornar con detalles la sorprendente preci-

sión de aquel fundamento, porque si bien es cierto que los efectos principales del mal de las alturas se deben a la disminución de la presión parcial del oxígeno, no lo es menos, según lo ha probado Henderson, que las modificaciones del anhídrido carbónico sanguíneo que se producen en las grandes alturas tiene también influencia muy notable en el medio interior de los hombres a ellas expuestos. Esto de que en 1915 haya investigadores que gasten tiempo en subir a Monserrate para probar que en la ascensión rápida a las alturas se aumenta la ventilación pulmonar, el número de pulsaciones, la tensión arterial, es verdaderamente anaacrónico. El aumento del trabajo del corazón en la ascensión a grandes alturas está probado hace más de 80 años y confirmado hasta la saciedad por Zuntz, Haldane, Henderson y Schneider, y presentar con apariencia de novedad la repetición incompleta de aquellos experimentos es apenas llover sobre mojado. Han sido las necesidades de las guerras modernas las que trajeron consigo nuevos estudios sobre el mal de las alturas, y éstos han estado dirigidos muy principalmente a la influencia de la rapidez del ascenso en su aparición, a las variaciones individuales y a factores distintos de la menor presión parcial del oxígeno en el aire atmosférico, como la fuerza centrífuga en los cambios de rumbo de los acroplanos, los efectos de la "picada" etc. La Medicina de aviación es hoy una rama médica de grande importancia en los países más avanzados que el nuestro, y el impulso que esta última hecatombe mundial le ha dado a ese estudio ha agotado prácticamente la discriminación de los detalles, pero no ha modificado en sustancia los fundamentos establecidos por Paul Bert y Mosso. Hoy sabemos con precisión que cuando se asciende en un aeroplano comercial, al llegar a la zona en que la presión parcial del oxígeno es de un 14% con relación a la del nivel del mar, es decir, 2.000 y 3.000 metros de altura, se estimula la respiración y el corazón se acelera. Hasta entonces, sin embargo, las modificaciones respiratorias y circulatorias son tan leves que los pasajeros del avión no experimentan ninguna sensación subjetiva. Sólo cuando se llega por encima de esta zona, cuando la tensión parcial del oxígeno es apenas de un 12% respecto de la tensión del nivel del mar, de 3.300 metros a 4.600 metros de altura, es cuando el pasajero del avión se da cuenta de que su corazón tiene contracciones más frecuentes, las respiraciones se han vuelto más profundas y una cianosis muy marcada puede teñirle el rostro. Los investigadores que han estudiado de cerca el mal de las alturas en los pasajeros de los acroplanos modernos, anotan, sin embargo, que aun a 5.000 metros sobre el nivel

del mar, cuando ya se ha aumentado funcionalmente el trabajo del corazón, los individuos observadores pueden sentirse eufóricos. Si la ascensión sigue, o si se permanece a esta altura suficiente tiempo, la respiración se hace aún más profunda, así como la aceleración cardíaca, y se completa al fin el cuadro del mal de las alturas con su fuerte cefalea, sus náuseas y sus vómitos. A este estado, el profesor Wiggers, director del departamento de Fisiología de la Escuela de Medicina Wester Reserv University, lo ha llamado hipoxia aguda, para diferenciarlo de los de anoxia y anoxhemia, términos que se confunden desgraciadamente con mucha frecuencia. Si la ascensión es a mayor altura de 5,000 metros sobre el nivel del mar, aparecen fenómenos graves, especialmente nerviosos, que se han comparado a los de la intoxicación alcohólica. La mente a estas alturas ya no funciona lo mismo; la agudeza mental pierde su filo, hay cierto grado de ataxia; la escritura se torna ilegible por el temblor de las manos, y por fin éstas y las piernas se paralizan en un síndrome muy parecido a la parálisis ascendente aguda de Landry. A estas alturas incompatibles con la vida humana, el dolor, compañero inseparable de los hombres, también ha desaparecido; una anestesia muy semejante a la que ocasiona el alcohol permite recibir pinchazos fuertes en la piel sin acusar mortificación. Todas las facultades sensoriales se embotan y sólo el oído conserva su agudeza hasta lo último. La muerte llega pronto si no se usa oxígeno.

No quiero cansar la atención de los señores académicos con la repetición de los efectos psicológicos, neuromusculares y sensoriales que produce el mal de las alturas. Las investigaciones al respecto han sido muy numerosas en los últimos tiempos, y datan desde cuando en la ascensión del globo "Zenith", hasta 8,600 metros, Tissandier escribiera en su libreta muchas veces frases repetidas, como aquella de "Sivel arroja el lastre. Sivel arroja el lastre". . . Y para quien desee enterarse más en detalle de tales fenómenos, es apenas necesario que yo cite aquí los trabajos de Macfarland, Van Lieve, Haldane, Armstrong, Schneider, Struhol, etc., que son algunos de entre los muchos que han verificado estudios completos sobre el problema del mal de las alturas. Acerca de la repercusión del mal de las alturas sobre el corazón y el sistema circulatorio, que es el problema que aquí nos interesa, no me tomaré el trabajo de verificar experimentos al respecto, y me limito por tanto a traducir lo que sobre ello dice el profesor Wiggers en su texto de *Fisiología en la Salud y en la Enfermedad*, edición de 1944, página 469: "Las reacciones del sistema cardiovascular a la disminución progresiva del

oxígeno han sido descritas repetidas veces. Aun cuando hay variaciones considerables, dependientes de la sensibilidad individual, rapidez en el desarrollo de la anoxemia, etc., las siguientes son las reacciones medias. El número de pulsaciones y el volumen minuto aumenta, la presión sistólica sube ligeramente, la diastólica permanece inalterada o cambia levemente, bien subiendo o bajando. En los perros, en los cuales cambios similares se anotan, aumenta la resistencia periférica ligeramente. Tales datos indican que mientras la anoxia progresa, la disminución de la capacidad de la sangre en oxígeno es compensada no solamente por un incremento de la ventilación sino por el corazón y la circulación también."

Durante la hipoxia progresiva (equivalente a la reducción del oxígeno a un 12% en relación con el del nivel del mar, o a un aumento en la altura a cerca de 14.000 pies) (4.600 metros sobre el nivel del mar), el aumento del volumen *cardíaco se debe principalmente a la aceleración del corazón*. Esto asegura probablemente más que un normal flujo sanguíneo a través de los pulmones y de las vísceras abdominales. El flujo sanguíneo está modificado además regionalmente; se aumenta en el cerebro y en los vasos coronarios, por vasodilatación y decrece en la piel por vasoconstricción. La vasoconstricción de los vasos esplénicos hace que el bazo se contraiga por retracción elástica, lo que resulta en una autotransfusión que aumenta el número de glóbulos de la sangre circulante y el retorno venoso.

Durante la anoxia progresiva (reducción del oxígeno a menos de 12% en relación con el del nivel del mar, o aumento en la altura por encima de 14.000 pies) (4.600 metros) la sangre está saturada en un 80% menos de oxígeno. Esta cifra es aproximadamente un nivel crítico en el cual empiezan a aparecer mecanismos cardíacos compensadores adicionales. Los ventrículos son estimulados y descargan mayor volumen de sangre por contracción, a pesar de la continuada aceleración y de la abreviación de la sístole. La expulsión de la sangre ocurre con mayor velocidad y con mayor economía del esfuerzo miocárdico. La continua dilatación de los vasos coronarios parece ser un providencial mecanismo que compensa la disminución del volumen de oxígeno cargado por cada centímetro cúbico de sangre. Cuando se llega al límite de este mecanismo compensador, la onda T del electrocardiograma tiende a invertirse y el segmento ST se eleva (White). Sin embargo, no ocurre ningún daño permanente del miocardio, a menos que una enfermedad coronaria o valvular existiera con anterioridad.

Cuando el volumen del oxígeno en el aire inspirado se reduce a 6 ó 7% en relación con el del nivel del mar (equivalente a alturas de 25.000 pies), ocurre una crisis respiratoria-circulatoria. Las condiciones individuales determinan cuál de los centros falla primero. En un grupo, la respiración disminuye rápidamente en amplitud y frecuencia y la asfixia resultante va seguida por el colapso cardíaco. En otro grupo, sobreviene una disminución de las pulsaciones de origen vagal, así como una disminución en la descarga sistólica, mientras la presión venosa sube. Cuando la tensión cae, el flujo coronario se trastorna rápidamente. Se desarrollan varios disturbios de la iniciación del impulso y de la conducción, y el paro del corazón sobreviene pronto. La sospecha de que la reducción en total de la resistencia periférica debida a la falla del centro vasomotor o a una causa desconocida, puede constituir un tercer mecanismo el colapso circulatorio, requiere mayor prueba crítica."

Y he aquí lo que dice Armstrong, respecto del mal de las alturas producido por ascensos en avión con respecto a la respiración y al sistema cardiovascular:

"RESPIRACIÓN.—Durante el ascenso a grandes alturas hay un punto en el cual la respiración se altera. Esto varía en los diferentes individuos, pero ha sido notado tan bajo como a 4.000 pies. Primero, sólo la profundidad de la respiración se incrementa, que es una manera efectiva de aumentar el oxígeno en los pulmones, va que en la respiración superficial muy poco aire fresco o nuevo pasa los espacios muertos. A cerca de 12.000 pies de altura (es decir, a 4.000 metros) el incremento en la profundidad de la respiración llega a producir un 20 a 100% de aumento en la ventilación de los pulmones. Con mayor ascenso hay un mayor aumento en la profundidad de la respiración y alrededor de 20.000 pies cada inspiración puede llegar hasta 600 y aun a 1.200 centímetros cúbicos de aire." (El número de respiraciones, por el contrario, cambia muy poco en cualquier altura, y esto lo subrayo yo, porque frecuentemente se ha dicho que al subir del centro de Bogotá a Monserrate se anota un aumento en el número de respiraciones por minuto, y se han practicado experimentos para tratar de probarlo. Repito, pues, como dice Armstrong, que el número de respiraciones cambia muy poco a cualquier altura y aun en condiciones extremas el aumento de número de respiraciones es apenas de unas 5 por minuto.

La muerte por el mal de las alturas en un organismo normal es probablemente debida a la falla, al colapso del centro respiratorio. Es

to puede ocurrir a diferentes alturas, dependiendo de la duración de la exposición. Se cree que un ascenso a cerca de 16.000 pies puede eventualmente ser fatal en algunos casos. Arriba de esta altura los periodos de exposición necesarios para producir la muerte se acortan progresivamente, de suerte que a 25.000 pies de altura y sobre ella, la muerte puede ocurrir entre 20 y 30 minutos de exposición.

En los animales de experimentación se ha encontrado que la muerte por mal de las alturas se debe siempre a una súbita falla del centro respiratorio y que el corazón continúa latiendo de 5 a 10 minutos después de que la respiración ha cesado. (Como siempre, aquí también el corazón es el *ultimum moriens*.) Es de interés particular a este respecto el hecho de que una vez que la respiración se para, es casi imposible restablecerla, aun cuando se apliquen remedios prontos. La respiración artificial por periodos de 30 minutos o más, la administración de oxígeno y medidas similares, son generalmente ineficaces, aun en el caso de que el corazón continúe funcionando. Esto ha hecho creer que ha ocurrido en estos casos un daño irreparable del centro respiratorio.

EL SISTEMA CARDIOVASCULAR.—La mayor parte de nuestros conocimientos que conciernen a la respuesta del sistema cardiovascular a la altura, se deben a las experiencias de Schneider y Lucz. Encontraron ellos que hay dos tipos de reacciones: la de los individuos que se desmayan y la de los que no se desmayan. De los observados, 46,7% estaban en la primera clasificación y un 53,3% en la última. Los que se desmayan son aquellos en los cuales los centros cerebrales que controlan el número de pulsaciones, el tono vascular, así como el volumen y número de respiraciones, sufren una parálisis, antes de que los más altos centros cerebrales psíquicos hayan sido afectados. En algunos cae primero la tensión arterial sistólica, en otros la diastólica es la primera en bajar; y en los restantes las dos tensiones bajan al mismo tiempo. Un segundo grupo muestra como aviso de que va a llegar el desmayo, una disminución en el número de pulsaciones. Esta es causada por la estimulación del centro cardio-inhibidor o por el efecto directo sobre el sistema de conducción del estímulo cardíaco. El tercer grupo sufre una parálisis del centro respiratorio y muestra una súbita disminución del volumen minuto de la respiración.

Es necesario que comente aun cuando sea brevemente lo que transcribo, porque ello demuestra a las claras que el aumento del número de pulsaciones producido por el mal de las alturas, así como la mayor

profundidad de la respiración, son debidas precisamente al mecanismo de defensa orgánica que pone en marcha el organismo en cuanto se siente afectado por el mal de las alturas. Cuando va a sobrevenir el colapso, el pulso en vez de subir, baja y la profundidad de las respiraciones sufre una súbita disminución. "El grupo de individuos que no se desmayan exhiben una falla de los centros psíquicos antes que los vasomotores cardíacos y respiratorios se afecten esencialmente. La mayoría de estos individuos estarán sentados muy erectos y los procesos fisiológicos continuarán funcionando normalmente por pocos momentos después de que la conciencia se ha perdido."

EL PULSO.—Durante el ascenso el pulso primero comienza a reaccionar a alturas muy diversas, pero en general de 4.000 a 14.000 pies. Desde el comienzo de la reacción, el pulso tiende a incrementar hasta cuando el límite de resistencia llega y en este punto la media de incremento para los que no se desmayan es de 28 pulsaciones de más y para los que se desmayan de 26 de más por minuto. Se han notado aceleraciones de 62 pulsaciones de aumento sobre de las del nivel del mar.

El efecto sobre el pulso de una estancia prolongada a gran altura depende de esta altura. A niveles por debajo de 12.000 pies (4.000 metros) el pulso tiende a volver a lo normal, es decir, al número de pulsaciones del nivel del mar hacia el fin de la primera hora. (A mayores alturas, mientras el pulso puede disminuir algo de su aumento, tiende sin embargo a estar elevado. El individuo que reacciona bien, puede mostrar un moderado incremento en el número de pulsaciones con el ascenso a la altura, mientras que el que reacciona mal, puede mostrar un marcadísimo aumento, una disminución o ningún cambio.)

"LA TENSIÓN ARTERIAL.—La tensión arterial, como el pulso y la respiración, pueden mostrar un aumento gradual de la tensión sistólica hasta el límite de su tolerancia. La tensión diastólica usualmente se eleva a alturas entre 8.000 y 12.000 pies, pero arriba de tal nivel hay una baja con incremento de la presión del pulso. En los individuos que se desmayan hay una súbita baja terminal de la tensión diastólica. En una altura sostenida de 8.000 a 16.000 pies, la tensión arterial tiende a volver a los valores normales."

(Estos datos, señores, prueban bien cómo la aclimatación del sistema cardiovascular por lo menos se intenta a una altura tan enorme como 16.000 pies, es decir, 5.333 metros sobre el nivel del mar, muy por encima del doble de la altura en que vivimos en esta altiplanicie.)

"LA SANGRE.—Schneider en 1918 encontró que cerca de 25% de los casos expuestos a bajas tensiones parciales de oxígeno equivalente a 18.000 pies de altura, es decir, 6.000 metros, mostraban un incremento en la hemoglobina después de una hora; muchos casos mostraban hasta un 6% de aumento y en un caso hubo un 9%. Encontró también que los glóbulos rojos estaban aumentados y en muchos casos llegaban hasta 9,6% y en un caso 14% más que a nivel del mar. Heim y yo mismo hemos encontrado recientemente que en cortas exposiciones a alturas a que se hacen vuelos prácticos sin oxígeno no muestran cambios que pueden referirse a la adaptación en la sangre, ni al número de glóbulos rojos, ni en lo que respecta a la hemoglobina. Nosotros encontramos, como se puede ver en la fig. 31, que éstos variaban considerablemente, pero que el individuo normal medio, mostraba en general una disminución tanto de la hemoglobina como en el número de glóbulos rojos, pero un aumento en los glóbulos blancos de la sangre durante 4 horas de exposición por 3 días consecutivos a 12.000 pies (4.000 metros) en la cámara de altura.

"El que sólo un mínimum tanto por ciento de sus casos responde o reacciona con un aumento en la hemoglobina, y el número de glóbulos rojos nos hace creer que si hubiera continuado sus observaciones un poco más, también hubiera encontrado Schneider luego una disminución de estos valores. Se deduce esto del hecho de que en nuestra serie ciertos individuos mostraron un ligero pero constante aumento en aquellos elementos, a pesar que el grupo en su mayoría mostró una disminución. En este mismo estudio también observamos la sangre por distintos aspectos y encontramos que ni la fórmula leucocitaria ni el cloruro de sodio, ni el azúcar ni la saturación de la sangre en N. P. N. mostraban cambio evidente."

"EL CORAZÓN.—El efecto de la altura no se debe, como muchas personas creen, a un aumento de la carga sino a la falta de suficiente oxígeno para suplir el músculo cardíaco. A pesar de que es verdad que el número de pulsaciones aumenta y que en algunos casos la presión de la sangre también, estos cambios no son mayores que los de un ejercicio muy ligero. El efecto de la anoxia sobre el músculo cardíaco es el mismo que el de cualquier otro tejido, y como se vio antes, el corazón continúa funcionando mucho después de que el centro respiratorio ya se ha paralizado. *La afirmación de que ocurre una frecuente dilatación del corazón con moderados grados de anoxia, hoy ya se ha comprobado que es absolutamente errónea.*"

Estos últimos datos son sobre todo muy importantes para quienes hayan creído alguna vez en una hipertrofia cardíaca debida a la altura de Bogotá, en la cual no podemos de ninguna manera considerarnos en un estado de anoxia permanente ni siquiera ligero. Si no existe hipertrofia del corazón ni a la altura de 4.000 metros, en donde sí hay por lo menos un grado de hipoxia, cómo se va a pretender que hubiera tal hipertrofia o dilatación a más de mil metros por debajo de tal nivel.

Y aun cuando apenas indirectamente se relacione con esta exposición, tengo que anotar en este trabajo sobre el mal de las alturas, que en estas alturas tan elevadas, en sujetos observados en una cámara de una presión equivalente a 4.000 metros sobre el nivel del mar se encontró un aumento muy importante de la eliminación de orina, cuya causa no pudieron explicarse los investigadores Heim a Armstrong. Nadie ha demostrado tal aumento con relación al nivel del mar en Bogotá, pero si existiera, sería una de las explicaciones de por qué con tanta frecuencia se hinchan, se edematizan los pies y piernas de algunos individuos normales al bajar a La Esperanza o a Girardot. Tal fenómeno se observa sobre todo en las mujeres aún jóvenes, y los cardíacos también aumentan de peso por mayor retención de agua con mucha frecuencia al bajar de Bogotá al nivel del mar. Esta mayor eliminación urinaria que se observa a 4.000 metros y que en Bogotá espera su demostración, sería en mi modesta opinión la manera como el organismo lucharía contra el aumento de la volemia, o sea al aumento del agua del plasma sanguíneo, que se encuentra en algunas observaciones a grandes alturas.

Los resultados prácticos de estas investigaciones han sido principalmente la demarcación de la zona de altura sobre el nivel del mar hasta la cual se puede subir sin peligro, ya sea en viajes aéreos comerciales, en los cuales se sube a razón de unos 100 a 200 metros por minuto, y, lo más importante, para la aviación de guerra, en la que la rapidez de ascenso puede llegar al doble y hasta el cuádruplo de la de los aeroplanos comerciales. En el personal de aviación militar de los Estados Unidos el uso del oxígeno, de acuerdo con las numerosísimas investigaciones fundamentales, es obligatorio para los pilotos y la tripulación de los aviones en cuanto se llega a una altura de 4.000 metros sobre el nivel del mar.

Como se ve, señores académicos, la altura de Bogotá, de 2.640 metros sobre el nivel del mar, no es elevación a la cual se le guarde temor,

ni aun en lo tocante a la anoxemia es decir al mal de las alturas. Sólo a 1.400 metros por encima de esta alta meseta en que vivimos es necesario hacer uso de oxígeno cuando se asciende a una rapidez de 100 a 200 metros por minuto.

Este es, señores académicos, el mal de las alturas, y yo os pido perdones por haberos hecho oír tan larga transcripción, porque sé muy bien que todos conocéis el fenómeno. Lo he hecho para subrayar que no me es desconocido, y que no lo era cuando en 1933 y 34 subí varias veces por el perczoso ferrocarril de Girardot de entonces, como lo escribiera en el estudio *El trabajo del corazón en Bogotá*, publicado en 1936, tomando tensiones arteriales y observando la respiración y el pulso de complacientes amigos que a ello se prestaban. Pude comprobar entonces que las observaciones del doctor Miguel A. Escamilla, quien contraindicó el viaje directo de los cardíacos en subida de Girardot a Bogotá eran exactas en parte. Si las variaciones en la tensión arterial, sobre todo en la máxima, eran tan insignificantes que podían achacarse a la variación de la actitud postural, a la digestión, etc., era notorio en cambio el fenómeno de los "suspiros" que demostraban mayor profundidad no en todos los movimientos respiratorios, como pretenden demostrarlo algunos, sino de vez en cuando.

Esta observación, fácil de comprobar, se puede hacer entre los pasajeros del tren, ahora más rápido, que viene diariamente de Girardot hasta Bogotá: los movimientos respiratorios no acusan ninguna anomalía ni aumento de la expansión torácica durante la mayor parte del tiempo, pero de repente sobreviene una inspiración más profunda que las otras, como para compensar la menor presión parcial del oxígeno a medida que se sube. Este es el "suspiro" del doctor Escamilla, para quien reclamo el mérito del primer estudio sobre mal de alturas en Colombia. Este es el mal de las alturas, señores académicos, ésta es la hipoxia aguda en la que trabaja un corazón que no ha tenido tiempo de aclimatarse, y yo no discuto que en la subida de Girardot a Bogotá o en la de Bogotá a Monserrate haya un aumento, muy leve por cierto, del trabajo del corazón.

El primer estudio sobre el mal de las alturas en Colombia lo efectuó, pues, el doctor Miguel A. Escamilla, y su trabajo fue publicado en 1911. De él hablo en el estudio sobre el trabajo del corazón en su página 69 y acepto buena parte de su experiencia, que yo repetiera en viajes de La Esperanza a Bogotá pasando por el Chuscal, a 2.829 metros sobre el nivel del mar. Es curioso que desde 1911 el doctor Esca-

milla desaconsejara el viaje directo de Girardot a Bogotá en las cardiopatías, y sobre todo, decía él, en las hipertrofias cardíacas con hipertensión. Este viaje directo que yo personalmente no impediría a un cardio-valvular compensado con suficientes glóbulos rojos y sin el factor psicológico adverso del miedo de subir a Bogotá, era para él peligroso, pero el mismo hecho de que contraindicara el viaje directo está hablando de que no desaconsejaba el cansado viaje a Bogotá aun en el tren a los cardíacos, con tal de que le dieran reposo y tiempo de aclimatación al órgano enfermo, y es a esta aclimatación, fenómeno propio del organismo humano, y que no poseen las máquinas, a la que hemos de dedicar nuestra principal atención; es a ese fenómeno que tan voluntaria y fácilmente se olvida, al que principalmente quiero dedicar mi exposición esta tarde. Pero antes de tratar de ello quiero dejar establecido y bien claro qué es lo que entiendo yo, qué es lo que entendemos los médicos, cuando hablamos del trabajo del corazón.

EL TRABAJO DEL CORAZÓN EN FISIOLÓGIA

He aquí lo que dice Luis Aloise al respecto, en su tratado de Fisiología, publicado en Buenos Aires en 1942:

“EL TRABAJO DEL CORAZÓN.—El corazón, al expulsar una cierta masa de sangre a cierta distancia, funciona como un motor, ejecutando un trabajo, trabajo que en realidad se consume:

“Primero: En vencer la resistencia que le ofrece la columna sanguínea intraórtica e intrapulmonar (la presión arterial y la pared de los vasos arteriales y capilares (factor estático).

“Segundo: En dar velocidad a la masa sanguínea expulsada por el ventrículo (factor dinámico).

“Así como en la física podemos calcular el trabajo mecánico (T) multiplicando la intensidad de la fuerza (F) por el espacio recorrido (E) por el punto de aplicación de la fuerza,

$$T = F E$$

así también podemos calcular el trabajo (T) del corazón multiplicando el volumen (V) de sangre que expulsa el ventrículo por la resistencia (H) ofrecida por la presión arterial:

$V = V H$ (en vencer resistencia). (Esta H equivale a la P de presión arterial que usan otros.)

“Además, el ventrículo al efectuar este trabajo gasta una parte de

su energía en dar velocidad a la sangre expulsada, así: trabajo en dar velocidad igual a:

$$\frac{P \times v^2}{2g}$$

“Luego la fórmula:

$$T = \frac{P \cdot v^2}{2g}$$

nos permite conocer el trabajo verificado en cada contracción ventricular.

“Supongamos que el ventrículo izquierdo expulsa 100 gramos de sangre a 150 milímetros de presión de mercurio, mientras que el ventrículo derecho expulsa 100 gramos de sangre a 70 milímetros a presión de mercurio: si multiplicamos estas dos cantidades por la densidad del mercurio que es igual a 13,6, tendremos que para el ventrículo izquierdo el trabajo será igual a 100 ($0,15 \times 13,6$) lo que da 204 grámegos, y para el ventrículo derecho será igual a 100 ($0,07 \times 13,6$), o sean 81 grámegos, total del trabajo de los dos ventrículos: 285 grámegos, lo cual nos dice que el ventrículo izquierdo, para vencer la resistencia de la columna sanguínea, aórtica, las paredes de los vasos arteriales y capilares, necesita un trabajo equivalente a 204 grámegos y que el ventrículo derecho, para vencer la resistencia que ofrece la columna sanguínea de la arteria pulmonar y las paredes de los vasos arteriales y capilares, necesita efectuar un trabajo equivalente a 81 grámegos y que en cada latido los dos ventrículos deben vencer una resistencia equivalente a 285 grámegos.

“Ahora bien, para dar velocidad cada ventrículo necesita efectuar un trabajo y reemplazando por valores en la fórmula del trabajo para dar velocidad tenemos que P, o sea peso, es igual a 100 multiplicado por 0,50 (la velocidad por segundo de la sangre en la aorta), y esto se divide por 2 multiplicado por 9,8 que es la equivalente a la fuerza de la gravedad, y entonces tenemos: $T = 1,28$ grámegos para el ventrículo izquierdo, y 1,28 grámegos para el ventrículo derecho, lo que da una suma de 3,56 grámegos. Sumando tenemos para dar velocidad da una suma de 3,56 grámegos. Sumando para dar velocidad 3,56 grámegos más 285 grámegos encontrados para vencer la resistencia, nos da un total de 288,56 grámegos. Ahora, como esto es en cada pulsación cardíaca, multiplicando por 70 (número de latidos por minuto) y luego

por 60 minutos que tiene la hora y por 24 horas que tiene el día, tendremos $286,6 \times 70 \times 60 \times 24 = 29.030.040$ grámetros por día, o sean aproximadamente 30.000 kilográmetros por día. Como 425 kilográmetros son equivalentes a una gran caloría, el equivalente mecánico del calor, tendremos que el rendimiento del corazón como motor será de 30.000 dividido por 425, ó sea igual a 75 grandes calorías por día."

Ha usado, pues, Aloisc, para calcular el trabajo del corazón, la vieja fórmula adoptada por todos los fisiólogos, y que dejando de lado la velocidad de la sangre en la aorta, que es prácticamente despreciable y se convierte casi toda en calor, así como la frecuencia del pulso que sólo es necesario tener en cuenta cuando se trata no de una contracción cardíaca aislada sino de varias, queda convertida en la misma vieja fórmula de:

$$T = P \times V,$$

es decir, trabajo igual a presión de la sangre (presión media) multiplicada por el volumen de la onda sanguínea expulsada.

Esta fórmula sencilla, tomada de la Fisiología de Gley, fue la que sirvió de base a Vaquez, Gley y Gómez para calcular el trabajo del corazón, y considerando el volumen de la onda como constante, encontraron en las variaciones de la tensión media dinámica (distinta de la tensión media matemática) la manera de determinarlo. (Véase monografía "El Trabajo del Corazón en Bogotá." Ed. Cromos, 1936.)

Es claro que si se desea mayor precisión que la que necesitamos los médicos, habría que echar mano de fórmulas más exactas para la evaluación del trabajo del corazón, pero desgraciadamente las propuestas son impracticables, porque hay factores que no se pueden obtener ni siquiera en los animales de experimentación. Como algunas de estas fórmulas se han empleado a veces sin explicar su procedencia, es bueno recordarlas:

La primera de ellas, que empleara Aloisc, según ya vimos, y aceptada en fisiología como de mayor sencillez, fue publicada en el *Journal of Physiol* (52,6) en 1918, y es de Evans:

$$W = \frac{Q \times R + M v^2}{2}$$

W trabajo para cada ventrículo; Q igual volumen de la descarga sistólica. R igual presión o tensión arterial. M igual masa de la sangre expulsada y V igual a la velocidad.

La aplicación de esta fórmula para el ventrículo izquierdo es bastante apropiada, pero no así en lo tocante al ventrículo derecho, porque no se ha podido determinar la presión de la arteria pulmonar en el hombre.

Fuera de esto, Frank le atribuye un error de 10 a 20%, porque la sangre no es expulsada del corazón a presión constante, sino ligeramente variable. Por esta razón sugirió que el factor de energía de la fórmula de Evans, es decir, QR , debe ser cambiado por la integral:

$$T = \int_{T_1}^{T_0} P d$$

En la que P es la presión en el orificio de las válvulas semilunares o pulmonares (esta última no se puede evaluar) desde el momento en que se abren que es T_0 (t subcero), hasta cuando se cierran (t subuno), según el incremento de volumen (Pd).

Mediante esta fórmula y otras, se han logrado evaluaciones aproximadas en animales, mediante la preparación experimental pulmón-corazón de Starling, y aún Frank logró algunas gráficas de volumen (diagramas del trabajo cardíaco), de gran valor teórico, pero sólo teórico, porque no se pueden obtener diagramas de los dos ventrículos simultáneamente en el mismo animal.

Los mismos matemáticos critican mucho estas fórmulas y Katz, por ejemplo, ha demostrado, según Wiggers, que el uso de los valores medios para presión y velocidad introduce un error variable que tiende a disminuir los valores de las dos formas de energía, y especialmente de la energía quinética. La dificultad de medir o de inscribir la onda sanguínea en la aorta hace que los matemáticos se le "presenten en la imaginación", y hasta se han ido a las arterias superficiales tratando de estimar el valor del trabajo del pulso de lo cual dice White en su libro sobre "Enfermedades del Corazón" página 240 "El cálculo del trabajo del pulso determinado por ejemplo por medio de la esfigmologometría (Sahli) o de la energometría (Christen) o de cualquier otra manera, ha probado ser muy complicado y no tener valor práctico". Si esto dice de estos métodos el célebre cardiólogo, qué no dirá de la simple medición del área de una onda imaginaria.

Fuera de todas estas complicaciones, últimamente se ha pensado que la energía mecánica del corazón debe considerarse con dos compo-

nentes, uno estático y otro dinámico. Wiggers, precisamente emplea al respecto un símil muy gráfico: "Supongamos, dice, que un individuo desee tirar el contenido de una pala con alguna fuerza sobre una pared alta. Tal acto requerirá un gasto de energía inicial y sostenido que se emplea en levantar la pala hacia el nivel de la pared y en sostenerlo a esta altura (es lo que se llama esfuerzo estático) y además, una energía adicional requerida para vaciar el contenido por sobre la pared (es lo que se llama esfuerzo dinámico). Análogamente, el corazón gasta cierta energía estática para sostener la sangre al nivel de presión diastólica de la aorta y en sostener esta presión durante la expulsión. La energía desarrollada por sobre esta presión estática, o trabajo estático del corazón durante la expulsión de la sangre, se utiliza primero para vencer la resistencia y se convierte luego en energía de flujo sanguíneo durante la diástole y representa este último esfuerzo del corazón la energía dinámica o el esfuerzo dinámico. De allí ha surgido la relación entre el esfuerzo dinámico y el estático del corazón en varios estados circulatorios que ha servido para el trabajo que publicaron Wright, Hallam, Wiggers, en el *American Journ of Physiol* 126,89 1939 (cita de Wiggers).

De suerte señores académicos, que según todos estos datos, los intentos de medir con precisión el trabajo del corazón por medio de exquisitas matemáticas, han sido hasta ahora inútiles, y nadie en el mundo y menos que nadie los matemáticos pueden ufanarse de haber medido con exactitud el trabajo del corazón humano.

Al hablar pues, señores académicos, del trabajo del corazón, lo hago refiriéndome a la fórmula sencilla, a la fórmula de fisiólogos como Gley, de cardiólogos como Vaquez, que no aspiraban a una exactitud matemática de valor teórico que no hace más que complicar el problema sin resolverlo.

Que esta burda aplicación hidrodinámica a la Fisiología para dar idea del trabajo del corazón no tenga precisión absoluta es más que cierto, pero la Fisiología no ha perseguido jamás una pseudo exactitud numérica absoluta, ni la necesita.

Cuando los médicos decimos que el número de pulsaciones por minuto es normalmente de 70, esto no quiere decir en absoluto que no haya individuos normales que tengan 95 ó 100 o al contrario que no los haya hasta de 50 pulsaciones por minuto. Lo que los médicos entendemos por normalidad no es una línea ni un punto, sino una zona con amplias variaciones individuales y sin estricta evaluación cuantitativa.

Decimos que un hombre está sano o que sus órganos funcionan normalmente, cuando no hay síntomas ni signos aparentes de modificaciones orgánicas o funcionales de las que podamos apreciar con nuestros sentidos o de que las estimamos con los medios laboratorísticos. La fórmula:

$$T = P V$$

no tiene la pseudo exactitud que pretenden algunos matemáticos, pero aplicada a la Fisiología, a esa gran zona de normalidad que los médicos conocemos, es capaz de servir suficientemente, con la elástica exactitud de la Biología, como fundamento de conclusiones en el campo médico práctico.

Si las ciencias que dependen estrictamente de las matemáticas se fundan a veces en inexactitudes claras, cómo pretender tal rigurosidad de precisión a la evaluación cuantitativa del esfuerzo del corazón humano? Ni el viejo astrolabio ni el más moderno sextante, tan imprescindibles en cálculos de ángulos, tienen círculos exactamente divididos en 360° ; al mirarlos bajo un microscopio se observan grandes diferencias entre las rayas que marcan unos y otros grados. ¿Y qué ha importado en realidad tal inexactitud en el progreso de la astronomía y de la agrimensura?

Y ¿acaso no se basan en un círculo de tan desiguales divisiones los más abstrusos cálculos trigonométricos?

Los matemáticos que se quejan de la "inexactitud" de las ciencias biológicas, se olvidan de que al decir ellos, por ejemplo: "la línea AB es igual a la CD, están hablando fuera de la precisión de que se vanaglorian, ya que con sus instrumentos no son capaces jamás de trazar dos líneas exactamente iguales.

La Medicina no tiene la pretensión de llamarse ciencia exacta, pero he aquí lo que dice acerca de la Física y de la Astronomía un matemático de fama mundial: "Calificar de ciencias exactas la Física y la Astronomía, dice Lancelot Hogben, es un puro error de adjetivación. La popularidad de tal calificativo se debe a quienes pretenden menospreciar la ciencia biológica, que sabe de las imperfecciones de sus propios cerebros"...

EL TRABAJO DEL CORAZÓN EN BOGOTÁ.—DESPUÉS DE LA ACLIMATACIÓN

Haciendo uso de la fórmula:

$$T = P \times V$$

que es matemáticamente imprecisa, pero fisiológicamente suficiente, y siguiendo al glorioso cardiólogo Vaquez, y sus colaboradores Gómez y Gley, quienes consideran a V (volumen de la onda sanguínea expulsada por el corazón) como constante, y por tanto a P (presión media fisiológica) como la expresión del trabajo del corazón, nos dimos a medir tensiones medias en los bogotanos, y en los individuos de otras localidades aclimatados a esta altura. Este fue el objeto principal de la monografía publicada en 1936 y presentada a la Academia en 1935 en la que concluía que el trabajo del corazón en Bogotá era igual al del nivel del mar en París, después de la aclimatación, ya que la tensión arterial media obtenida en más de 300 individuos normales era igual en las dos localidades.

Como lo decía en aquella monografía, yo fui el primero en sorprenderme de que la tensión arterial media dinámica fuera igual en Bogotá y en París o sea al nivel del mar, y tuve que hacer revisión de toda la literatura científica respectiva para tratar de estimar el valor de los argumentos hasta entonces tenidos como suficientes para aceptar que el corazón humano en Bogotá, después de la aclimatación, seguía funcionando con un mayor esfuerzo, como lo hace a la subida a esta altura, por el fenómeno de hipoxia aguda de que ya tan extensamente hemos hablado. No quiero hacer aquí una transcripción completa de la monografía sobre El Trabajo del Corazón en Bogotá de que ya he hablado, porque me llevaría mucho tiempo, de suerte que me limito a explicar que antes que todo me encontré con la muy notable tesis del profesor Juan N. Corpas, nuestro nunca bien lamentado compañero en esta Academia, y tengo el orgullo de decir que en aquella monografía que escribí hace 10 años le rendí homenaje en vida al ilustre amigo, gran médico y gran caballero que aceptó de buen grado, con esa acrisolada honradez suya, que no había en Bogotá aumento del número de pulsaciones, ni aumento de la tensión arterial máxima, ya que él para comparar los valores del nivel del mar y de Bogotá se había servido de un aparato hoy en desuso: el aparato de Potain, y de cifras rígidas del pulso y no de tablas de acuerdo con el sexo y con la edad, que se publicaron extensamente después de 1910 cuando ya él había escrito su tesis para graduarse. Y éste era el único obstáculo serio señores académicos, porque si se aceptaba que en Bogotá había un aumento del número de pulsaciones, no habría para qué discutir que existiera evidentemente un aumento del trabajo del corazón. Afortunadamente las investigaciones del profesor de Fisiología de la Facultad de Medicina

profesor Alfonso Esguerra Gómez, vinieron a comprobar luego recientemente, con mayor exactitud y con más amplia casuística, que es verdaderamente cierto que la tensión arterial media es igual en Bogotá y a nivel del mar de París.

FACTOR DE LA VELOCIDAD DE LA SANGRE

Pero... podría argumentarse: ese factor de velocidad de la sangre en la aorta que se desprecia por insignificante podría ser de mucha importancia desde el punto de vista comparativo... Y he aquí que viene en mi ayuda el trabajo del profesor A. M. Barriga Villalba, "Velocidad de la Sangre", publicado en el Anuario de la Academia: 1938-1940, para decir que no, ya que según sus cálculos para medir la velocidad de la sangre, basado en los trabajos de Branwell, Hill y Mc Swerney, quienes utilizaron por primera vez el sistema de los dos brazaletes para medir la velocidad de la sangre desde 1922 a 1924, método que por lo demás tiene algunos defectos que me propongo indicar algún día, encontró en dos observaciones, que la velocidad de la sangre en Bogotá varía de 0,40 a 0,60 centímetros por minuto, es decir, que la media de esta velocidad es igual a la de 0,50 centímetros que dan para la de la aorta los fisiólogos del nivel del mar. Poco antes de que yo terminara aquella monografía se graduaba en Bogotá el doctor Benigno Jiménez Peñuela, mi condiscípulo y amigo, y él me suministró el álbum original de los ortodiagramas que había verificado para determinar las dimensiones del corazón en Bogotá. Alcancé, pues, a citar su trabajo en aquella monografía de hace 10 años, y he aquí parte de la cita que entonces hice en la página 65: El autor se limita a medir los diámetros obtenidos con el ortodiagrama, y según confesión personal que nos hiciera (esto no ha tenido rectificación) "no se atrevió a extraer de su trabajo conclusiones absolutas". En efecto, el método ortodiagnóstico lleva consigo la natural deficiencia de una causa de error manifiesta que puede variar en varios milímetros, dependiente de la medida de los contornos de un órgano en movimiento. El doctor Jiménez Peñuela encontró en unos diámetros unos milímetros de más y en otros de menos, lo que en total le da un área del corazón en Bogotá de 50 a 105 centímetros cuadrados siendo según Moritz de 80 a 124 centímetros cuadrados a nivel del mar, es decir, evidentemente mayor que en Bogotá. El doctor Jiménez Peñuela no se atrevió a extraer conclusiones absolutas de su trabajo, y demostró con ello una loable honradez científica. Y es que aun cuando el área cardíaca obtenida por el doctor

Jiménez Peñuela hubiera sido mayor y hubiera demostrado una hipertrofia, el material humano que usó era inapropiado para establecer una norma fisiológica. Todas sus observaciones fueron verificadas en soldados, y de todos los médicos es conocido el llamado "corazón de atleta" o "corazón militar", que acusa algunas veces cierto grado de hipertrofia. Tan evidente es que el ejercicio físico continuo aumenta el tamaño cardíaco, que es de fácil comprobación que los perros de carrera, atendiendo a la misma talla y al mismo peso, tienen un corazón mayor que los perros que no están sometidos a ejercicios continuamente violentos. Lo mismo sucede entre los caballos de carreras y los que teniendo el mismo peso, talla y edad, se dedican a una vida de menor violencia física. Experimentos numerosísimos han comprobado que si a un animal se le obliga a efectuar ejercicios violentos todos los días, se le hipertrofia el corazón; y el doctor Jiménez Peñuela comprendiéndolo así, no se atrevió a concluir jamás que el corazón en Bogotá, determinando sus diámetros con el ortodiagrama, acusara a una hipertrofia. El método ortodiagnóstico está abandonado ya en Norte América, y para medir el área cardíaca se le ha reemplazado por la teleradiografía, hasta tal punto que los aparatos norteamericanos no traen aditamentos para verificar ortodiagramas sino teleradiografía, y yo quisiera que la Academia oyera aquí a radiólogos que hacen teleradiografías casi todos los días, como el doctor Forero Nougues o como el doctor Trujillo Vanegas o como el profesor Esguerra Gómez para que nos dijeran su impresión de si cuando van a medir un corazón tienen en mente una hipertrofia fisiológica del corazón en Bogotá o si se siguen por las cifras que como normales anotan los investigadores del nivel del mar para las medidas del corazón. No está demás recordar la transcripción que hiciera antes, del libro "La Medicina de Aviación" de Armstrong, cuando dice que aún en los "ligeros grados de anoxia es erróneo creer que hay hipertrofia cardíaca". Los trabajos más recientes de Keys, Paul, Stapp y Violante, del Laboratorio de Higiene Fisiológica de la Universidad de Minnessota, niegan también la hipertrofia del corazón humano aun a alturas de 6.000 metros en hipoxia aguda. Entre nosotros el profesor Hernando Ordóñez, notable fisiólogo, en un buen número de electrocardiogramas normales, no sólo concluye que no hay indicio de hipertrofia en los complejos ventriculares, sino que

no hay tampoco señales de anoxia del músculo (Revista de la Facultad de Medicina, septiembre de 1942). (1).

El corazón de los bogotanos y el de los calentanos aclimatados a Bogotá como yo, no acusa una hipertrofia demostrable ni con la radioscopia ni con el ortodiagrama, ni con la telerradiografía; no hay aumento de la tensión arterial en Bogotá ni hay mayor número de pulsaciones en Bogotá con relación al nivel del mar, y así la fórmula T igual a V (volumen de la onda) por P (presión arterial media), no tiene variación en sus factores con respecto al nivel del mar.

EL VOLUMEN MINUTO DEL CORAZÓN

Para quienes como yo acatan la eximia autoridad de Vaquez, como cardiólogo de fama mundial y de sus colaboradores Gómez y Gley, de cuyos experimentos de que ampliamente hablo en la monografía sobre "El Trabajo del Corazón en Bogotá", se deduce que es la presión media, ésta que medimos en la clínica y que corresponde a la presión media de la aorta (muy distinta según sus mismos experimentos y según el consenso unánime de los fisiólogos de todo el mundo, de la tensión media matemática), es ello, digo, la traducción del trabajo del corazón humano, no había necesidad de medir el volumen minuto cardíaco en Bogotá para tratar de corregir la fórmula del trabajo del corazón, puesto que si la tensión media era igual aquí a la encontrada por los investigadores europeos en París, el volumen minuto había de ser igual, ya que es igual el número de pulsaciones por minuto, y es de elemental comprensión que si la descarga sistólica, es decir, el volumen de la onda sanguínea que expulsa al corazón estuviera aumentada, la tensión arterial, y también la tensión arterial media dinámica, habrían de estarlo. (Ver cuadro de Wiggers.)

CUADRO DE WIGGERS

		(P _s)	(P d)	(P _p)
	R _p	++	++	—
	F	+	+++	—
(Wiggers)	D _s	+++	+	+
	E	+	—	+++

(1) En una sesión posterior de la Academia de Medicina, el profesor Gonzalo Esquerro Gómez, el padre de la radiología en Colombia, presentó su trabajo sobre "El Tamaño del Corazón en Bogotá", medido por medio de la tele-radiografía, en el que queda definitivamente comprobado que en el corazón aclimatado a la altiplanicie de la sabana, no hay hipertrofia demostrable con aquel método.

Relación de diversos factores con la tensión arterial.

R_p = Resistencia periférica.— F = Frecuencia del pulso.

D_s = Descarga sistólica.— E = Elasticidad arterial.

P_s = Tensión máxima.— P_d = Tensión mínima.

P_p = Tensión diferencial.

Si la descarga sistólica, y por tanto el volumen minuto del corazón fueran mayores en Bogotá, se encontrarían aumentadas las tensiones máxima, media y mínima.

Fuera de esta consideración lógica que es inobjetable, los métodos de medida en el hombre del volumen minuto cardíaco han recibido críticas tan acerbas de todos los tratadistas de Fisiología, que sus resultados tienen apenas un valor relativo y teórico, y a ninguno de estos métodos se le puede acreditar de precisión absoluta.

He aquí, por ejemplo, lo que dice a propósito de ellos Roger en su tratado de Fisiología Normal y Patológica, tomo VI, de circulación, página 65 (cita del profesor A. M. Barriga Villalba) "son numerosas las técnicas que se han ideado para calcular y medir el gasto del corazón y la cantidad de sangre que vierte el ventrículo en cada sístole (onda sanguínea) pero ninguno, lo decimos, ha dado resultados absolutamente satisfactorios, lo cual nada de extraño tiene, debido a las dificultades de la medida directa, y a las aproximaciones forzosamente muy relativas de las indirectas". Y he ahí lo que dice el profesor Wiggers en su texto de Fisiología ya citado: "Aun cuando estos métodos son de mucho valor, ellos tienen ciertas limitaciones; y la precisión que con ellos se adquiere está probablemente superestimada. En primer lugar, la determinación del consumo de oxígeno y la absorción de los gases extraños no puede hacerse al mismo tiempo. Segundo: el procedimiento da solamente valores medios sobre un período de tiempo, y no es adaptable al estudio de los cambios rápidos, tales como ocurren durante el ejercicio, acción de las drogas, etc. En tercer lugar, el valor de procedimiento se funda (a) en obtener una mezcla homogénea de gases antes de tomar la primera muestra de ellos y (b) en completar la mezcla antes de que una cantidad apreciable de sangre una vez expuesta a los gases alveolares, pueda volver a los pulmones por segunda vez. Y por último, aun cuando se controle con mucho cuidado para que la circulación se demore aproximadamente 23 segundos, *esto ha de ser una verdad muy relativa*, ya que la desviación coronaria devuelve de 6 a 10% de cada descarga cardíaca en sólo 3 latidos del corazón. No se

necesitan muy altas matemáticas para predecir que durante 3 segundos después de respirar mezclas de acetileno (porque esta crítica del profesor Wiggers se refiere muy especialmente al método de Grollman del acetileno) *la sangre que atraviesa los pulmones consiste en 94% de sangre no expuesta y 6% de sangre que sí carga este gas.* Esta deducción está confirmada por el hecho de que los investigadores que han limitado el "rebreathing" a los 10 segundos, como Gladston, anota mayores volúmenes para la descarga cardíaca." Esta crítica del método de Grollman, que se extiende en parte a todos los otros métodos en que se usan gases extraños como el óxido de nitrógeno, el yoduro de etilo, es por sí sola suficiente para demostrar el muy poco valor de precisión que estos métodos tienen en la determinación del volumen cardíaco.

Las cifras dadas por los autores de la zona templada para el volumen cardíaco tienen una variación muy amplia según los procedimientos empleados, y no hay sino que ver el trabajo sobre velocidad de la sangre del profesor A. M. Barriga Villalba publicado en el Anuario de la Academia de Medicina de 1938 a 1940 en la página 466 para darse cuenta de que según los diferentes investigadores del nivel del mar, el volumen minuto en litros varía desde 2.8 hasta 10 por minuto. Según Roger, citado por el profesor Barriga Villalba, para Wolkmann, las variaciones van de 3 y medio a 6 litros por minuto, para Muller las variaciones irían desde 4 y medio hasta 5,5 para Beornstun, de 3 a 5 litros y para Krogh de 3 y medio a 6 litros.

Y el mismo profesor Barriga Villalba, usando una fórmula análoga a la de Frank, y que fue publicada y modificada en 1920 y 1930, en que se tiene en cuenta la velocidad de la sangre, y el diámetro de la aorta (diámetro de la aorta no medido en el mismo individuo sino una media de cadáveres) concluye, después de aplicar la fórmula, que las cifras por él obtenidas están muy de acuerdo con la de los investigadores a nivel del mar. Así dice al terminar su trabajo sobre velocidad de la sangre: "Estas cifras concuerdan con los datos que se han obtenido indirectamente por los investigadores que ya hemos citado." Según esto, o los cálculos matemáticos del profesor Barriga Villalba para medir el volumen minuto cardíaco en Bogotá están errados, o es evidente que según las matemáticas el volumen cardíaco en Bogotá es igual al del nivel del mar.

Grollman, el autor del método del acetileno que tantas críticas ha recibido de los fisiólogos, publicó en el American Journal of Physiology 93-19, un artículo que se titula "El Efecto de las Grandes Alturas en el

Gasto Cardíaco y Funciones Relativas": recuento de los experimentos conducidos en la cima de Peake's Pike, Colorado. Este pico tiene más de 4.000 metros de altura, es decir, más de 1.360 ms. que la de Bogotá, y sin embargo, Grollman, usando el método por él ideado, encontró un aumento del volumen minuto cardíaco en los primeros días de la llegada al monte, pero pocos días después, aquellas cifras altas habían bajado, y el volumen minuto cardíaco según él, era igual al del nivel del mar. Más clara demostración del fenómeno de aclimatación del corazón a la altura, no se necesitaría. Si el volumen minuto del corazón, que aumenta en la hipoxia aguda, al que se somete a subir a una altura de más de 4.000 metros sobre el nivel del mar, vuelve a ser a los pocos días el mismo que a este nivel, ¿cómo no hemos de concluir que lo mismo ha de suceder a una altura como la de Bogotá, menor que aquella en cerca de 1.700 metros, y en donde la tensión parcial del oxígeno es muy superior?

Yo he verificado experiencias respecto del volumen minuto cardíaco en Bogotá en 1943 y puedo afirmar que no es mayor que el del nivel del mar, pero como no soy químico, y en análisis de gases confieso que tengo poca experiencia, si alguno de los señores académicos lo desea, yo puedo hacer este reto: que el señor Presidente de la Academia designe una comisión de 3 químicos imparciales y competentes que efectúe la evaluación por cualquiera de los métodos de gases inertes, o por los 3, en una casuística respetable de unos 100 casos por lo menos, tanto en Bogotá como en Barranquilla. Yo tendré mucho gusto, así lo prometo ante esta honorable Academia, en hacer los gastos de esta investigación si ella comprobare un aumento del volumen minuto cardíaco para Bogotá, a condición de que el académico que acepte el reto pague los mismos gastos si la investigación no demuestra tal aumento del volumen minuto en el corazón de los bogotanos y en los de los venidos de tierras bajas y ya aclimatados en la altiplanicie.

No vale la pena, señores académicos, comentar en el seno de esta corporación de médicos, los más notables de Colombia, débiles argumentos de gentes que se asustan por ejemplo de que en México haya 30.000 cardíacos. Ni la altura de México, ni la de Bogotá pueden incriminarse jamás como causa de enfermedad del corazón. Yo estoy seguro de que no hay un solo cardíaco en México o en Bogotá que deba su enfermedad al simple factor de la menor presión parcial de oxígeno por la altura. Si alguien piensa lo contrario, ¿por qué no muestra ante

esta Academia un solo caso probatorio? Todos los médicos sabemos que las enfermedades del corazón y del sistema circulatorio son un verdadero flagelo universal, y las estadísticas de los Estados Unidos, por ejemplo, comprueban el altísimo tanto por ciento de cardíacos, que ha sido aún más sorprendente con motivo del reclutamiento para la guerra. De las estadísticas más recientes de aquel país, en que la inmensa mayoría de la población vive a nivel del mar, la de 1943 arroja 426.391 casos de muerte por enfermedades del corazón, cifra superior a todas las demás causas de muerte. De cáncer murieron en el mismo año 166.848 individuos, de hemorragia cerebral, 127.300, de nefritis, 99.267 y de neumonía e influenza, 90.115 (datos del "Census Bureau"). No insisto, pues, sobre este argumento que no puede tener fuerza en el ánimo de los médicos que me oyen.

Pero si la Academia así lo quiere, estoy en capacidad de traer estadísticas muy completas que prueban hasta la saciedad que la movilidad y la mortalidad por enfermedades cardíacas no son mayores en las alturas habitadas como México, o Bogotá, que a nivel del mar.

Y en cuanto a la clínica, señores académicos, ¿cuál de vosotros no sabe que no es necesario bajar a un cardíaco de Bogotá para que se mejore si es posible obtener en él una mejoría? No digo yo que un cardíaco reumático no se pueda bajar de Bogotá, aun cuando siempre hay que tener en cuenta que el viaje se haga de modo descansado, y hay que temer el cambio de temperatura de nuestro frío bogotano al tórrido calor de las zonas más bajas, puede tener efectos perjudiciales en muchos casos, pero sostengo hasta cuando no se me demuestre lo contrario, y de ello también tengo estadísticas de casos de gentes conocidas, que si es necesario exhibiré aquí, sostengo, repito, que por el solo hecho de buscar un menor de trabajo cardíaco, no tiene fundamento científico el bajar a un cardíaco de la ciudad de Bogotá.

Yo conservo, señores académicos, y perdonadme que aluda a un caso familiar, un triste recuerdo de este procedimiento. Mi padre tuvo una afección reumática en su juventud que le dejó una insuficiencia mitral, y a pesar de ello se vino a Bogotá y duró mucho tiempo, todo lo largo de 12 años sirviendo como Magistrado de la Corte Suprema de Justicia. Jadeaba a veces, ya en los últimos tiempos, al subir las escaleras del Capitolio Nacional, para llegar a su oficina; y es muy probable que se descompensara en ocasiones anteriores; pero un día, señores académicos, un día en que se provocó una junta médica, se le ordenó

abandonar el cargo que le permitía sostener a su familia e irse a la Costa Atlántica, dízque a "descansar el corazón". Pues bien, señores, aquel hombre de sólo 55 años de edad bajó a la Esperanza en el tren; estuvo allí 2 días empeorando, y al llegar al día siguiente a San Javier murió, a pesar de todos los tónicos cardíacos que le aplicara el practicante que lo acompañaba. Yo no digo que lo matara el viaje, no podría sostener aún que influyera en su afección cardíaca el cambio de temperatura brusco, pero sí sé que su pobre espíritu sufrió un choque tremendo al saber que la prescripción médica lo privaba de los medios de subsistencia: únicos con que contaba para su larga familia, y aquello no puede haber dejado de influir notablemente en agravar su estado. Y pudiera referir muchos más casos. El más reciente es el de uno de nuestros colegas, el doctor A. B., quien, habiendo tenido un infarto del miocardio hace muchos meses, y estando atendiendo al consultorio externo del Hospital de San José con asiduidad y competencia por todos reconocida, se bajó hace pocos domingos, no hace ni un mes, hasta el Colegio, y 10 minutos después de haber llegado, estando charlando tranquilamente en la terraza del hotel, se quedó muerto. ¿Por qué, señores académicos, si al bajar a los cardíacos se procura un descanso de su corazón: por qué, pregunto, se mueren a veces al bajarlos? Pero no soy yo solo, cuyo testimonio podía ser parcial, quien ha de hablar de ello. Aquí oiremos muy pronto al doctor Salcedo Salgar, cuya experiencia clínica en cardiología es suficiente autoridad en la materia. Y yo quiero que todos los clínicos hablen aquí y digan si hoy pensamos sobre este problema de la movilización de los cardíacos hacia tierras bajas, como pensaban los viejos clínicos.

Es curioso que un año después de haber presentado a la Academia la monografía sobre El Trabajo del Corazón en Bogotá, publicada en 1936, Schrump Pierron se ocupa de este problema clínico en su tratado sobre Terapéutica Cardiovascular, y se yergue contra el dogma imperante, hace unos 30 años que prohibía a los cardíacos una altura de más de 1.000 metros sobre el nivel del mar, y refiere cómo de 1910 a 1914 hizo experiencias en Saint Moriz, a 1850 metros de altura, que mostraron que aquella altura mayor de 1.000 metros no tenía peligros para los cardíacos. La mayoría de los cardíacos a aquella altura no sólo no empeoran sino que a menudo mejoran. Esta tesis fue confirmada luego por numerosos autores. Otro cambio fundamental de conceptos en cardiología es el que obtuvo el mismo autor Schrump Pierron al

combatir la tesis tradicional que prohíbe a todos los cardíacos conducir un automóvil.

Y por último, estudia el mismo autor la manera como toleran los cardíacos el viaje en avión. Hace una encuesta entre las compañías de navegación aérea europeas para averiguar qué casos de accidentes ha habido de cardíacos que viajan en avión. Las respuestas fueron comprobatorias del casi ningún peligro que existe del viaje de avión a las alturas a que se elevan los aviones comerciales corrientes. Entre aquellas compañías, la Línea Holandesa de las Indias que ha transportado muchos cardíacos por avión, no ha observado ningún caso de muerte. Slotboon cita un caso paradójico muy interesante: un pasajero que viajó de Singapur a Londres por avión sin haber experimentado ningún trastorno durante el viaje, se hizo examinar de un cardiólogo londinense y le encontró, comprobada con radiografía, un aneurisma por mioclerosis sífilítica. Pocas semanas después, aquel hombre que no había muerto en el viaje de avión, murió en un taxi en las calles de Londres, a nivel del mar. Después de muchas consideraciones clínicas al respecto, concluye Schrumpp Pierron "creo que puedo afirmar que por poco que un cardíaco sea en general capaz de viajar, es decir, que su estado no sea tan grave que se le deba prohibir todo desplazamiento, se le puede permitir servirse del avión y sobre todo de los grandes aviones modernos de transporte, aun para largos viajes".

(Continuará.)

Para el Estómago: guante de seda,



¡no manopla!

En los trastornos gástricos corrientes — el malestar, la flatulencia, la diarrea común — el paciente impulsivo atropella el estómago con laxantes drásticos, tan rudos en su acción, que se dejan sentir como golpes de manopla . . .

Doctor . . . Sugerimos a usted Pepto Bismol para los trastornos gástricos, y el estómago se sentirá tratado con guante de seda! Pepto Bismol no contiene álcalis — nada que altere aún más la digestión. El subsalicilato de bismuto, el salol, el fenolsulfonato de zinc, en una base emoliente, — todos ellos concilian el maltratado estómago, rebelde contra la neutralización.

Para niños y adultos en los trastornos digestivos:

¡PEPTO BISMOL!

THE NORWICH PHARMACAL COMPANY, NORWICH, NEW YORK

UN PRODUCTO

Norwich