

LA DINAMICA VASCULAR DEL FUNCIONAMIENTO INTESTINAL*

ALFRED HALPERN

SAUL S. SAMUELS

PAUL H. KUHN

HERBERT E. SHAFTEL

New York

(Estados Unidos)

INTRODUCCIÓN

El esfuerzo a que se somete el organismo en el acto de defecar causa serios trastornos circulatorios cardíacos, pulmonares y periféricos, con resultado en no pocas ocasiones mortal (1). El esfuerzo de evacuar, al elevar la presión intratorácica, puede precipitar el síndrome anginoso (2 a 4). Además, los cambios de la presión sanguínea, funcionalismo cardíaco y tono vasomotor, durante y después del esfuerzo orgánico evacuador, han sido invocados como causa (5) de infarto de miocardio y de embolia pulmonar. Los vasos de la pelvis y de las extremidades inferiores son fuente del 95 al 98 por ciento de los trombos que al liberarse ocasionan embolias pulmonares (6). Aunque el mecanismo exacto de la movilización de estos trombos es desconocido, es posible que ciertos cambios extremados del ca libre vascular periférico, de igual modo que las modificaciones de la presión arterial y venosa, desempeñen un importante papel en el proceso de liberación.

Este trabajo persigue describir las alteraciones que se producen en el sistema circulatorio humano durante el acto de la defecación, así como asesorar la significación de estos fenómenos.

Este asesoramiento se basa en lo observado por nosotros durante investigaciones encaminadas a determinar la dinámica cardiovascular del funcionalismo intestinal (19), estudiada mediante análisis de la intensidad y duración de las presiones intratorácicas y de los efectos de estos esfuerzos sobre las presiones sanguínea, arterial y cardíaca, y la dinámica vascular periférica del funcionalismo intestinal (20), estudiada mediante análisis de los cambios en la presión venosa periférica, el caudal sanguíneo o arterial segmentario y digital y la resistencia vascular periférica, con objeto de determinar sus posibles influencias sobre la movilización del trombo.

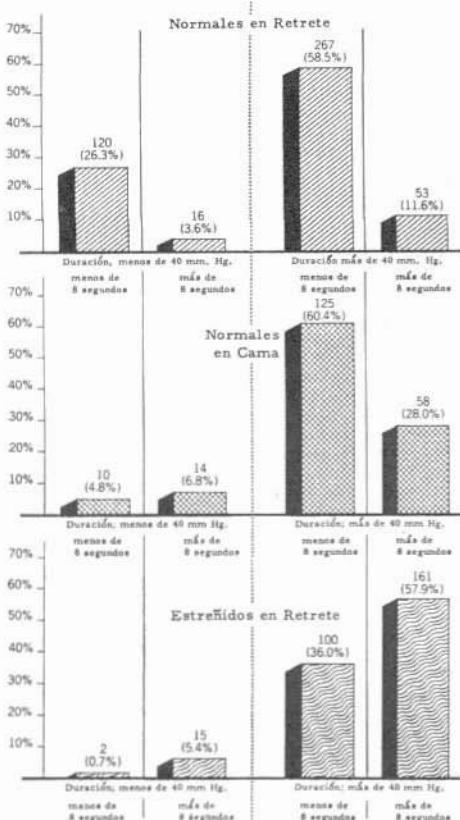
* Contribución de «The Angiology Research Foundation», New York, U.S.A.
Original recibido en español.

OBSERVACIONES EXPERIMENTALES

Presión intratorácica del esfuerzo evacuador.

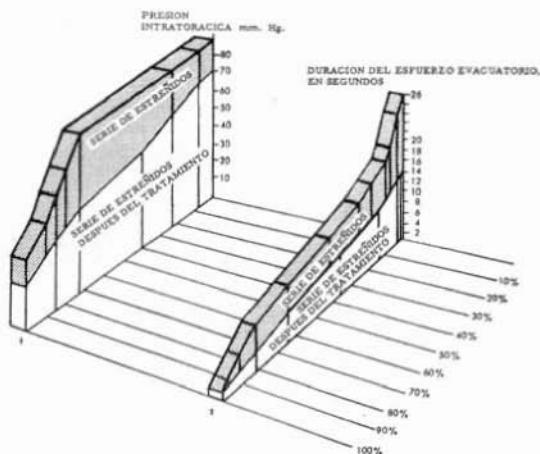
Durante el esfuerzo, los individuos que defecan en el W.C. o en el orinal de cama («chata» o «pato») y los estreñidos que lo hacen en el W.C. experimentan la maniobra de Valsalva (espiración forzada y sostenida contra una glotis cerrada u otro obstáculo externo al libre paso del aire). Comparado con el funcionamiento normal del intestino en el W.C. o retrete, tanto el estreñimiento como la defecación en el orinal de cama aumentan la frecuencia, duración e intensidad de los esfuerzos, desencadenando las condiciones experimentales de la maniobra de Valsalva (presión intratorácica elevada, de 40 mm. Hg. o más, mantenida durante 8 segundos como mínimo). Se ha determinado (Grabado 1) que la maniobra de Valsalva se realiza en aproximadamente el 12 por ciento de los esfuerzos que el individuo normal efectúa al defecar en el W.C. La frecuencia sobrepasa el doble, 28 por ciento, cuando el W.C. se sustituye por la «chata»; y aumenta alrededor de unas cinco veces, 57,9 por ciento, con el estreñimiento. Un correctivo del estreñimiento reduce el número de aquellos esfuerzos que exceden de 40 mm. Hg. y los que duran más de 8 segundos (Grabado 2).

GRABADO 1. Distribución de los episodios de esfuerzo evacuatorio, de acuerdo con las normas de la maniobra de Valsalva.



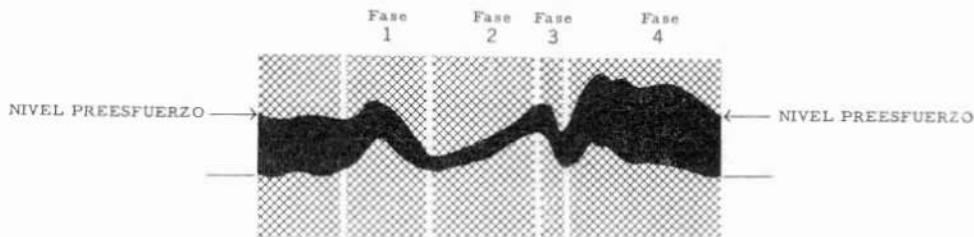
La respuesta de la circulación a la maniobra de Valsalva se expresa por lo general mediante los cambios de la presión sanguínea y de la frecuencia cardíaca. Los cambios de la presión se presentan en cuatro fases (7 a 9) (Grabado 3). La fase I comienza con el inicio del esfuerzo y consiste en una breve elevación de las presiones sistólica y diastólica, a lo que sigue inmediatamente una rápida caída. La fase II comienza en este punto más bajo y continúa hasta el cese del esfuerzo. Durante la fase II la presión arterial empieza a elevarse, si bien la del pulso decae. Al cesar el esfuerzo (fase III) la presión sanguínea general desciende en forma aguda, y en la fase IV a este descenso

GRABADO 2. Efecto de la Corrección del Estreñimiento sobre la magnitud y Duración del Esfuerzo Evacuatorio del Paciente de Estreñimiento.



sucede una marcada elevación de las presiones sistólica y diastólica superior a los valores de control. Durante el exceso de la fase IV, antes del retorno de la presión sanguínea a la normalidad se produce un descenso de las pulsaciones y un aumento de la presión del pulso.

GRABADO 3 Respuesta de la Presión Sanguínea Arterial a la Maniobra de Valsalva.



Efecto del esfuerzo sobre el corazón.

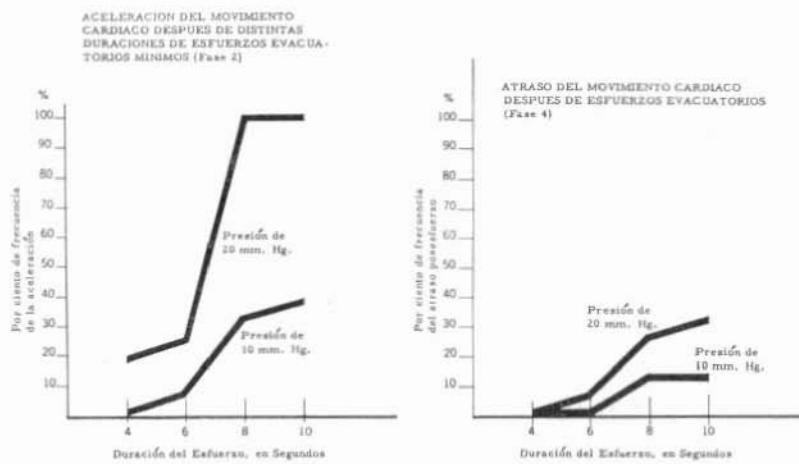
Efecto sobre la frecuencia cardíaca: En individuos normales, todos los esfuerzos evacuadores efectuados soplando a presión de 20 mm. Hg. durante períodos de 8 a 10 segundos dan como resultado un aumento promedio de la frecuencia cardíaca durante la fase II. Cuando la presión del esfuerzo disminuye a menos de 8 segundos, el número de sujetos que responden con aumento de la frecuencia cardíaca desciende (Grabado 4).

Reduciendo la presión de soplo a 10 mm Hg. se registra un descenso total aún más acentuado en la frecuencia de aceleración de la frecuencia cardíaca durante la fase II. Sosteniendo la presión de esfuerzo a 10 mm.

Hg. durante períodos menores de 8 segundos, el número de sujetos que responden todavía disminuye más.

Durante el exceso del posesfuerzo sistólico (fase IV) se produce una bradicardia relativa en casi todos los sujetos. Pero cuando se mantienen

GRABADO 4 Efecto del Esfuerzo Evacuatorio sobre la velocidad de los movimientos cardíacos.



presiones mínimas de 10 a 20 mm. Hg. durante períodos de 4 a 10 segundos, su frecuencia disminuye de modo acentuado. La bradicardia posesfuerzo es característica de la fase IV de la maniobra de Valsalva (7 a 10). Es interesante observar que se producen alteraciones en los promedios de la frecuencia cardíaca cuando las condiciones no se adaptan a las normas de Valsalva, lo cual sugiere que los esfuerzos mínimos tal vez estimulan centros sensitivos de la presión (V. G., los senos carotídeos) capaces de influenciar independientemente el número de latidos del corazón.

Efecto sobre el tiempo de circulación: La maniobra de Valsalva retarda el tiempo de circulación por un periodo aproximadamente igual al del esfuerzo (11, 12). Este retardo se aproxima mucho a la duración del esfuerzo sólo dentro del amplio marco de las normas de Valsalva (Tabla 1). La prolongación del tiempo de circulación observada en períodos más cortos de esfuerzo puede atribuirse al efecto de sostener la respiración (10).

Respecto al retardo del tiempo de circulación, la duración del esfuerzo parece tener más importancia que la presión ejercida. La similitud entre la duración del esfuerzo y el retardo del tiempo de circulación no es tan precisa en esfuerzos menores de 6 segundos, sea cual fuere la magnitud de la presión ejercida. Además, poco o nulo es el efecto de acumulación que ejercen sobre el período circulatorio los esfuerzos de una duración de 2 segundos cada uno.

Efecto sobre el electrocardiograma: Dado que durante la maniobra de Valsalva se produce una disminución del flujo sanguíneo coronario, el

esfuerzo de la defecación puede afectar el miocardio. En cerca de 122 de los sujetos que efectuaron dicha maniobra el electrocardiograma reveló cuatro grandes grupos de variaciones: depresión de ST de 0,5 como mínimo; aplanamiento de la onda T; arritmia posdesfuerzo; y reversión de la onda T, previamente anormal, a otra de aspecto entre aplanado y ver-

TABLA 1

Aumento de tiempo de la circulación con esfuerzos evacuatorios de distinta intensidad y duración.*

Presión Intratorácica mm Hg.	Duración del Esfuerzo					Efecto Acumulativo del Esfuerzo Evacuatorio durante 2 seg. †
	15 Seg.	10 Seg.	8 Seg.	6 Seg.	4 Seg.	
60	13.6	9.6	7.8	6.1	3.2	—
40	14.8	10.4	8.1	5.8	2.2	4.3
30	14.3	9.3	8.2	5.6	2.4	2.6
20	12.2	8.4	7.4	4.7	1.1	1.2
10	6.1	4.3	4.2	3.1	‡	1.4

* Los valores indicados representan el promedio de aumentos de tiempo de la circulación, en segundos, sobre el nivel de control.

† Se sostuvo cada esfuerzo al nivel indicado de 2 segundos repitiéndose cinco veces a intervalos de 2 segundos.

‡ Menos de 1 segundo y probablemente dentro de los límites del error experimental.

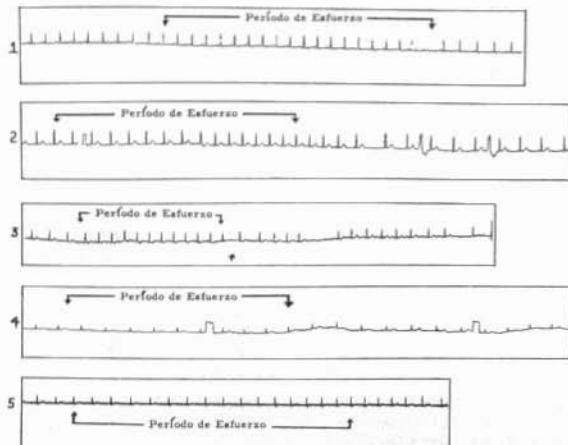
tical (Grabado 5). Estas anomalías van en general asociadas a insuficiencia miocárdica fisiológica. La duración máxima de la anormalidad en el ECG osciló por lo común entre 4 y 8 segundos pasado el inicio del esfuerzo.

Efecto del esfuerzo sobre la presión arterial: El 83 por ciento aproximadamente de los episodios de esfuerzo del grupo normal y el 95 por ciento del grupo de estreñidos (Tabla 2) determinaron una elevación inicial de la presión sanguínea superior a 20 mm. Hg. (fase I). La frecuencia de presiones con cúspide entre 60 y 20 mm. Hg. fue extraordinariamente similar en ambos grupos. No obstante, en los extremos la serie de estreñidos mostró alrededor del doble de respuestas con presión sistólica superior a 60 mm. Hg. que la de los normales, mientras éstos mostraron tres veces más unas máximas por debajo de 20 mm. Hg. que la de los constipados intestinales. Parece ser, pues, que existe una relación directa entre la cantidad de esfuerzos y la cúspide de la elevación inicial de la presión sistólica. Una demostración más impresionante de esto tiene lugar con esfuerzos a mayor presión.

La fase III de la respuesta circulatoria a la maniobra de Valsalva comienza con la interrupción del esfuerzo, y se caracteriza por una violenta caída de la presión. A esto sigue un exceso, o sea una marcada elevación (fase IV) que sobrepasa la del nivel preesfuerzo observada en los sujetos estreñidos (Grabado 6).

La elevación máxima de la presión arterial ocurre, cuando se presenta, dentro de los 7 a 10 segundos después de cesar el esfuerzo, y fluc-

GRABADO 5 Variaciones Electrocardiográficas Observadas Durante la Maniobra de Valsalva Asociada al Esfuerzo Evacuatorio de la Defecación.



1. Inversión de las ondas T durante el período de esfuerzo evacuatorio y retorno a la normalidad después del esfuerzo;
2. Depresión de los segmentos ST y taquicardia durante el período de esfuerzo con extrasistoles ventriculares intercaladas en el período pos'esfuerzo asociadas a bradicardia relativa, posterior al esfuerzo;
3. Depresión del segmento ST durante el esfuerzo y aparición del fenómeno de Wenckebach (block 2º) a continuación del esfuerzo;
- 4 y 5. Alisamiento y desaparición de las ondas T durante el esfuerzo evacuatorio.

túa entre 20 y 60 mm. Hg. sobre el nivel sistólico preefuerzo. No parece existir relación alguna entre el grado de esfuerzo inicial y la elevación de la presión sanguínea preefuerzo. Comparado con los sujetos normales,

TABLA 2

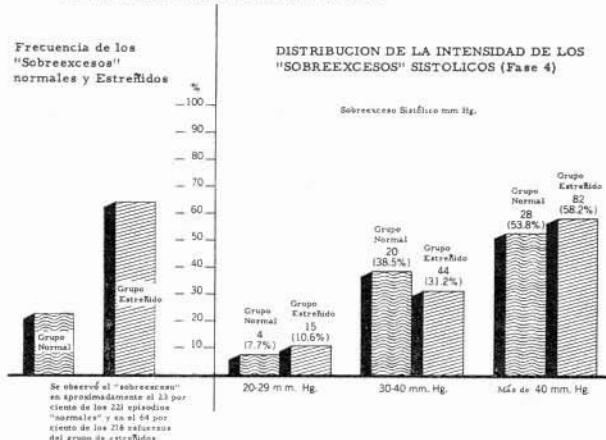
Distribución cualitativa de la subida inicial de la presión sistólica en el esfuerzo durante el funcionamiento intestinal.

Presión Sanguínea Sistólica mm Hg	Distribución de Frecuencias							
	Normales				Estremidos			
	No.	%	no. Cum.	Cum. %	No.	%	no. Cum.	Cum. %
Más de 60	16	7.2	16	7.2	31	14.2	31	14.2
50-59	45	20.4	61	27.6	51	23.4	82	37.6
40-49	68	30.8	129	58.4	46	21.1	128	58.7
30-39	36	16.3	165	74.7	42	19.3	170	78.0
20-29	19	8.6	184	83.3	36	16.5	206	94.5
Menos de 20	37	16.7	221	100.0	12	5.5	218	100.0

el aumento casi triple de su frecuencia entre el grupo de los constipados está en relación con la frecuencia relativa de los actos de esfuerzo que cumplen las condiciones de Valsalva. La presión sanguínea retorna al

nivel preesfuerzo en todos los casos a los 20 a 45 segundos de cesar el esfuerzo.

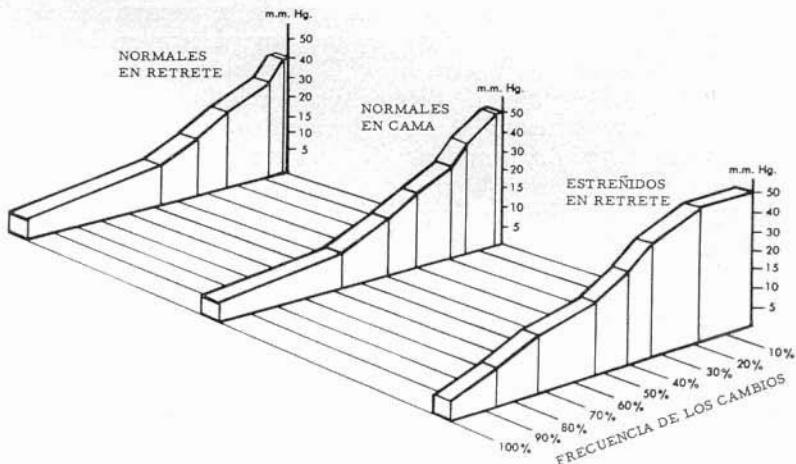
GRABADO 6 Frecuencia y distribución del "sobreexceso" sistólico observado durante la fase IV de la maniobra de Valsalva.



Efecto del esfuerzo sobre la presión venosa periférica.

La posición del individuo sentado en el W.C. influye sobre el sistema venoso. La mayoría de las personas apoyan la parte superior del cuerpo

GRABADO 7 LA DISTRIBUCIÓN CUMULATIVA DE LA PRESIÓN VENOSA ANTECUBITAL AUMENTA DURANTE LA FUNCIÓN INTESTINAL

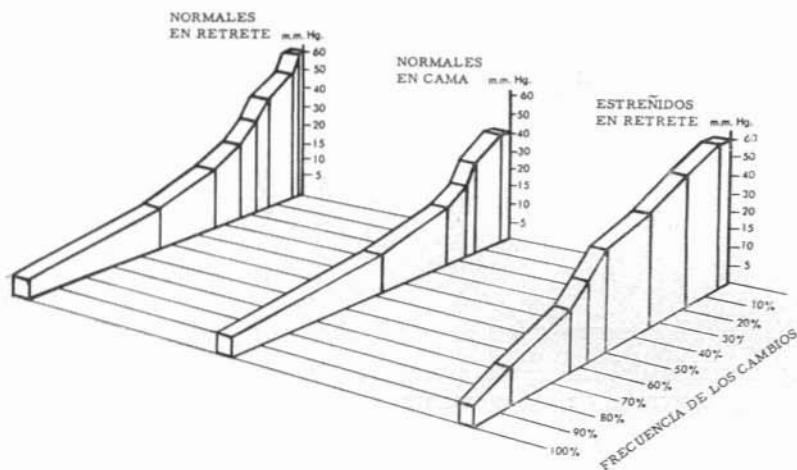


con ambos antebrazos descansando sobre las rodillas. La presión efectuada con esta posición, unida a la que ejerce el asiento, impide el libre retorno venoso. Esto puede tener evidentes consecuencias en el individuo

afecto de estreñimiento, quien necesita en general de un largo tiempo para defecar.

La mayor frecuencia de episodios de esfuerzo prolongado y más intenso del grupo de estreñidos se refleja en el mayor número de elevaciones de la presión venosa, comparado con el grupo normal que defeca en el W.C.

GRABADO 8 LA DISTRIBUCIÓN CUMULATIVA DE LA PRESIÓN SAFENOVENOSA AUMENTA DURANTE LA FUNCIÓN INTESTINAL



(7 y 8). Esta correlación se hace evidente cuando se compara el perfil completo de la presión venosa del grupo normal que defeca en la «chata» con el del grupo normal que defeca en el W.C. o retrete.

El grado de declividad del sistema venoso influye sobre la respuesta. En los vasos del brazo, menos declives, los aumentos de la presión son menores que en los de las extremidades inferiores.

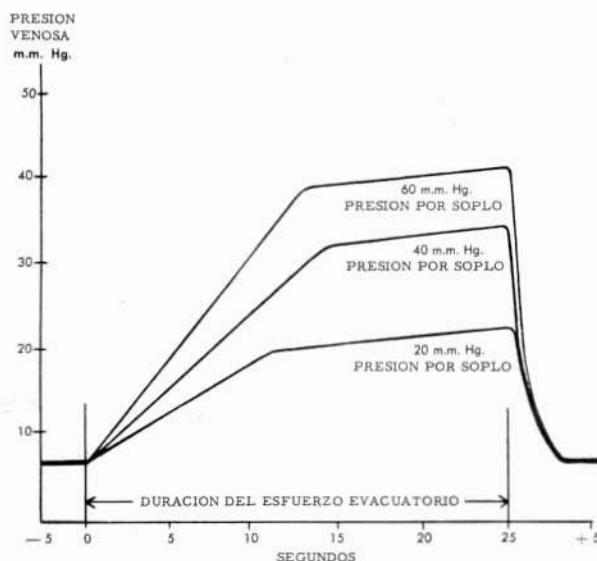
La duración del ascenso de las presiones individuales del grupo normal es relativamente corto. Los sujetos estreñidos, al hacer esfuerzos por períodos más largos, experimentan aumentos de la presión proporcionalmente mayores y de mayor duración. En todos los grupos los aumentos de presión venosa de las extremidades superiores e inferiores caen con brusquedad al cesar el esfuerzo.

La respuesta de la presión venosa al acto controlado del esfuerzo (Grabados 9 y 10) es más rápido en las extremidades inferiores que en las superiores, pero el aumento neto total de presión es similar en ambas. Los cambios más importantes tienen lugar dentro de los primeros 13 segundos en el brazo y en los primeros 9 segundos en la pierna. En el curso de cualquiera de los esfuerzos, según aumenta la presión venosa decae la proporción unitaria de los cambios. Cuanto mayor sea el esfuerzo, mayor es también el aumento de la presión venosa.

Efecto del esfuerzo sobre el flujo sanguíneo segmentario periférico y digital.

Solamente algunos de los esfuerzos de evacuar modifican el caudal sanguíneo segmentario, en contraste con el efecto casi universal de los esfuerzos individuales sobre la presión venosa.

GRABADO 9 EFECTO DEL ESFUERZO CONTROLADO SOBRE LA PRESIÓN VENOSA ANTECUBITAL.

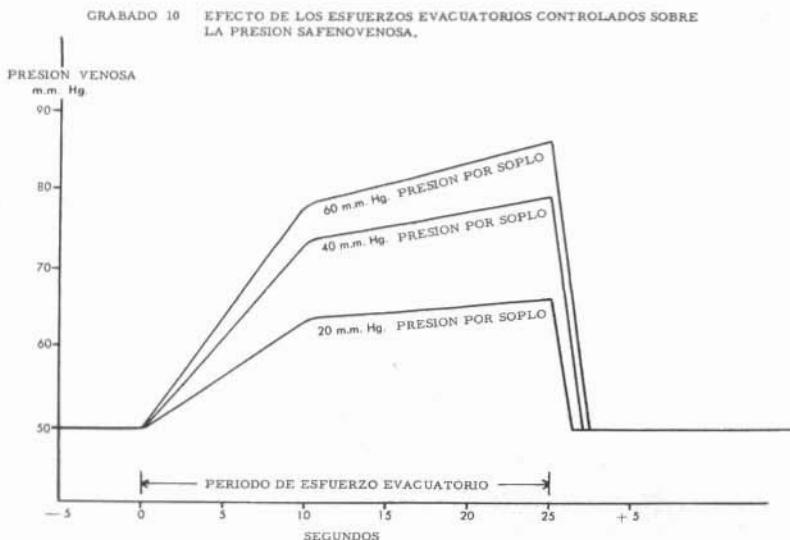


El flujo sanguíneo periférico disminuye con brusquedad en las extremidades superiores e inferiores casi inmediatamente al comienzo de ciertos tipos de esfuerzo evacuador (Grabado 11). La magnitud del descenso del flujo sanguíneo durante un episodio solo aproximadamente es la misma en el antebrazo que en la pantorrilla (con mayor frecuencia la pantorrilla sufre un mayor descenso que el antebrazo).

La magnitud de la reducción del volumen del flujo parece estar en relación con la intensidad del esfuerzo. El grupo de estreñidos, cuya frecuencia de esfuerzos es más alta, presenta también una mayor frecuencia de episodios de disminución del flujo sanguíneo mayor del 70 por ciento del nivel preesfuerzo. El grupo normal, con esfuerzos evacuadores de menor intensidad, presenta una cifra menor de episodios de disminución del flujo sanguíneo si defeca en el W.C.; pero si evacúa en el orinal de cama, aumenta la frecuencia de episodios de disminución del flujo sanguíneo, promedio que se aproxima al de la serie de estreñidos.

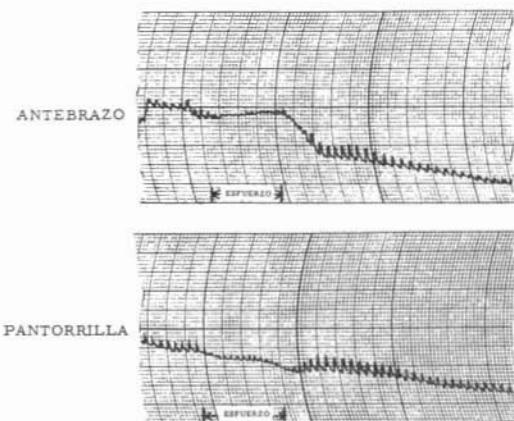
Inmediatamente al cese del esfuerzo sucede un aumento de la vasoconstricción, cuya intensidad está en proporción a la respuesta del flujo sanguíneo al esfuerzo. Cuanto mayor sea la disminución del flujo durante

el período de esfuerzo, mayor es también la magnitud de la disminución del flujo posesfuerzo. La duración del período de vasoconstricción no tiene,



aparentemente, relación con la intensidad de esta disminución posesfuerzo ni con la disminución del flujo que la precede durante el esfuerzo.

GRABADO 11
PLETISMO- GRAFIAS SEGMENTARIAS DE LA FUNCION INTESTINAL

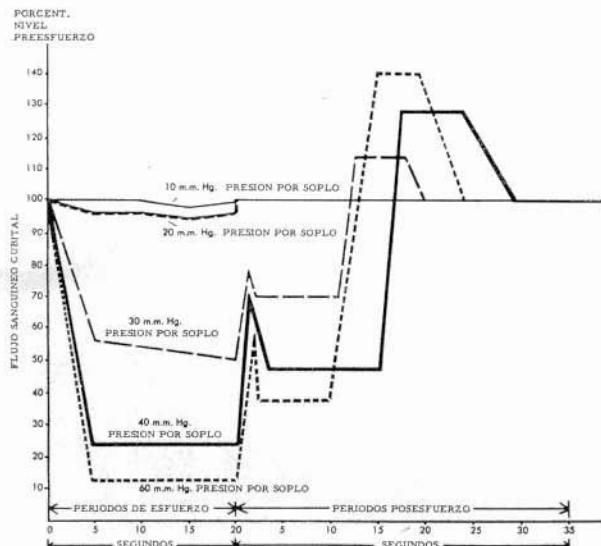


Los esfuerzos evacuadores capaces de desencadenar la maniobra de Valsalva son los principales responsables de la variación del flujo sanguíneo segmentario (Grabado 12). Los esfuerzos de menor intensidad (10 a 20 mm.

Hg.) causan solamente una mínima e insignificante disminución del flujo sanguíneo. Sin embargo, en los esfuerzos que exceden los 30 mm. Hg. se presenta una rápida y aguda caída del volumen del flujo. Cuanto mayor sea el esfuerzo, mayor es la respuesta disminuyendo el flujo. Al cesar el esfuerzo se presenta un rápido retorno al nivel preefuerzo. A la vasoconstricción sigue una vasodilatación acentuada, retornando por último el flujo sanguíneo a su nivel previo al esfuerzo evacuador.

Aunque la intensidad de la respuesta al esfuerzo es casi igual en todas las extremidades, la sangre que fluye por la pantorrilla es en general del 5 al 11 por ciento menor que por el antebrazo. La intensidad del período

GRABADO 12 EFECTO DEL ESFUERZO CONTROLADO Sobre EL FLUJO SANGUÍNEO DEL ANTEBRAZO



vasoconstrictor del posesfuerzo es también aproximadamente igual en todas las extremidades y, de nuevo, la mayor respuesta tiene lugar en las extremidades inferiores.

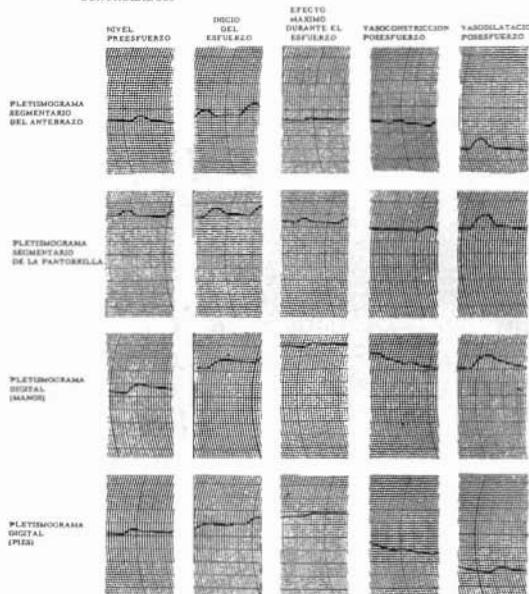
Con el inicio de esfuerzos controlados se presenta un agudo descenso del flujo sanguíneo y del volumen pulsátil de la circulación digital, cuyos niveles se mantienen durante todo el período del esfuerzo. Las mayores disminuciones se presentan después de los esfuerzos más intensos. La caída máxima del flujo digital se observa dentro de uno a cuatro segundos y, en límites de fluctuaciones menores, se mantiene así durante todo el período del esfuerzo cualquiera que sea la duración de éste. En los dedos de los pies la disminución del caudal es mayor que en los de la mano.

La amplitud pulsátil se afecta de igual modo con los esfuerzos de evacuar (Grabado 13). En los dedos de los pies y de las manos tiene lugar un descenso del volumen pulsátil, produciéndose los mayores descensos a

continuación de los esfuerzos más intensos. La reducción de la amplitud pulsátil es mayor en los dedos de la mano.

Inmediatamente de cesar un esfuerzo evacuador se produce una elevación súbita de la amplitud pulsátil y del caudal digital, si bien ambos desciden en un período de uno a tres segundos en la vasoconstricción posesfuerzo. La variabilidad de la respuesta puede compararse a las distintas intensidades del esfuerzo. La constancia de los cambios durante el período posesfuerzo se refleja en la proporción de amplitud pulsátil y flujo

GRABADO 13
VARIACIONES DE AMPLITUD DE LAS PULSACIONES DEL PLETIMOGRAMA SEGMENTARIO Y DIGITAL DURANTE LOS ESFUERZOS EVACUATORIOS CONTROLADOS.



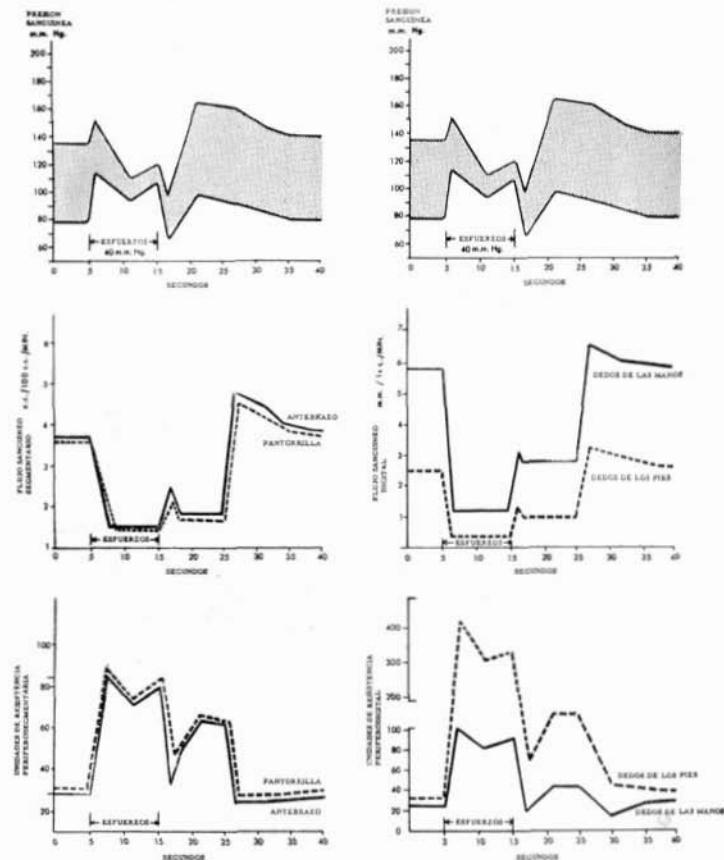
sanguíneo digital. Aunque existe cierta diversidad en la proporción durante el período de esfuerzo, no existe virtualmente ninguna durante el período posesfuerzo a distintos niveles de acción del esfuerzo. A continuación del retardo posesfuerzo del flujo se elevan la amplitud pulsátil y el caudal sanguíneo. El mismo orden de constancia existe en las proporciones de caudal sanguíneo digital (dedos de la mano a dedos de los pies) y en las de la intensidad de las pulsaciones digitales (mano a pie) durante el período de vasodilatación, comparándose con lo observado en estos índices durante la vasoconstricción posesfuerzo.

Efecto del esfuerzo evacuador sobre la resistencia vascular periférica.

La resistencia vascular periférica es función del promedio de presión y del caudal sanguíneo segmentario (o digital). Los efectos dinámicos de los esfuerzos sobre la resistencia periférica están en relación con los cambios progresivos de la presión arterial y del caudal sanguíneo (Grabado 14).

Al comienzo del esfuerzo (Valsalva, fase I) se presenta una elevación súbita de la presión sanguínea y, así, un aumento agudo igual de la resistencia periférica según disminuye de modo impresionante el flujo sanguíneo. Con esta disminución sostenida del flujo se reduce algo la resistencia periférica a la vez que disminuye la presión pulsátil y la cae la arterial.

GRABADO 14 Efecto del Esfuerzo Controlado sobre la Resistencia Vasculares Digital y Segmentaria



Durante la fase II se produce un segundo aumento de la resistencia periférica y, aunque el volumen del flujo se mantiene virtualmente inalterable, la presión sanguínea se eleva segú se estrecha la presión del pulso. Al cesar el esfuerzo (fase III), tanto la presión arterial como la resistencia periférica caen mientras el diminuto caudal sanguíneo aumenta.

La súbita caída de la presión sanguínea al cesar el esfuerzo da inicio a una vasoconstricción pos'esfuerzo que determina un aumento de la resistencia vascular, con la consiguiente disminución del caudal sanguíneo pe-

ráfico. Al exceso de presión sanguínea arterial, fase IV, sigue con rapidez un aumento del volumen del caudal, que se refleja en la reducción de la resistencia periférica durante el período de vasodilatación pos'esfuerzo. El retorno de la presión sanguínea al nivel preesfuerzo se refleja en la resistencia periférica y en el volumen del caudal, que asume sus niveles basales.

La dinámica de la circulación del antebrazo y de la pantorrilla tiene su paralelo en los dedos de la mano y del pie. Sin embargo, aunque la intensidad de los cambios vasculares es aproximadamente igual en las extremidades superiores e inferiores, en los dedos es extraordinariamente distinta, ya que la respuesta en los de los pies es mucho más pronunciada que en los de las manos. Por este motivo la resistencia periférica digital a nivel de la cima en el pie cuadriplica la de la mano.

DISCUSIÓN

El sistema cardiovascular está sometido a una presión o «stress» durante la maniobra de Valsalva. Hay que creer que la elevación de la presión arterial general al inicio del esfuerzo (fase I) está asociada a la hipoperfusión del ventrículo izquierdo producida por el forzamiento de la sangre dentro de él desde el circuito pulmonar.

La elevación sostenida de la presión intratorácica entra entonces en acción para evitar el retorno venoso desde la circulación pulmonar y desde las extremidades al corazón; en consecuencia baja la presión arterial sanguínea. Ello se refleja en elevaciones acentuadas, aunque graduales, de la presión venosa (13, 14), que se cree son traducción de la presión desarrollada en el tórax. Los retardos de la circulación que se producen con los esfuerzos adecuados a las condiciones de Valsalva confirman las observaciones respecto a la interferencia sobre el retorno venoso al corazón inducida por una elevada presión intratorácica.

Es de presumir que la aceleración de la frecuencia cardíaca durante la fase II y el retraso durante la fase IV (10, 13) son de origen reflejo, como compensación de los cambios de la presión sanguínea y del functionalismo cardíaco. La respuesta de la frecuencia cardíaca a los estímulos presores mínimos (aquellos que no cumplen las condiciones de Valsalva) apoya con hechos el concepto de que otros reflejos cardiorreguladores que se originan en los receptores del seno carotídeo y del arco aórtico, susceptibles a estímulos más débiles, desempeñan posiblemente un importante papel en el gobierno de la frecuencia cardíaca.

La mengua en el retorno pulmonar al corazón afecta también la circulación coronaria por reducción de la presión aortodiastólica y del functionalismo ventricular izquierdo. El significado clínico de estas alteraciones de la dinámica cardiovascular cobra importancia especial al considerar los riesgos individuales. La merma en la circulación coronaria durante la maniobra de Valsalva y sus consiguientes efectos implica una amenaza específica para los pacientes predisponentes a trastornos coronarios.

La circulación periférica se somete a tensiones o «stress» durante el movimiento intestinal, que se exageran en el individuo afecto de estreñimiento. La respuesta de la presión venosa al esfuerzo es a veces más lenta en las extremidades superiores que en las inferiores. Esta diferencia en el tiempo de respuesta pudiera atribuirse al estado de declividad de los vasos de las extremidades inferiores en relación a las superiores. Las acentuadas elevaciones de la presión arterial pudiera constituir un serio problema para el individuo con vasos ateromatosos, no elásticos, difícilmente acomodables a estas repentina y extremas variaciones de la presión sanguínea.

Las alteraciones de la presión venosa parecen producirse con independencia de las fluctuaciones de la presión arterial presentes en la maniobra de Valsalva. Aunque la presión arterial se eleva y desciende alternativamente durante las distintas fases de dicha maniobra, la presión venosa se mantiene a un nivel elevado, persistente, durante todo el período del esfuerzo, retornando al nivel del estado de reposo en cuestión de segundos después de cesar el esfuerzo.

Esta respuesta aparentemente uniforme de la circulación venosa a elevaciones repentina de la presión intratorácica toma caracteres especialmente significativos en aquellos momentos en los cuales es preciso considerar a la vez los efectos del esfuerzo y del posesfuerzo de la evacuación sobre el caudal sanguíneo digital y segmentario. Puesto que la presencia de válvulas de funcionalismo normal evita en los vasos declives el reflujo venoso en las extremidades inferiores, la proporción de la elevación de la presión venosa depende de modo principal de la proporción en que transite la sangre por los capilares y los «shunts» arteriovenosos. La presión de la sangre en las venas dilatadas impide el flujo sanguíneo procedente de arterias y capilares, lo cual origina un bajo promedio de elevaciones de la presión venosa por la mayor distensión de las venas.

Otro factor que determina una restricción en las elevaciones de la presión venosa es la resistencia al flujo impuesto por la elevada presión intratorácica. Se ha observado (15) que el aumento de la presión venosa refleja el aumento de la presión intratorácica durante el esfuerzo, y que rara vez excede de las presiones intratorácicas (16). Así es, pues, que el caudal venoso podría abrirse paso cuando la presión venosa interior adquiriera suficiente elevación. El «escape» venoso se estabilizaría entonces a nivel de la presión intratorácica.

El flujo sanguíneo digital y segmentario, disminuidos durante e inmediatamente después del período de esfuerzo, lo mismo que la vasodilatación posesfuerzo son dominados en forma refleja. Es por ello que inmediatamente después de que los pocos primeros latidos ventriculares agotan la reserva pulmonar la presión arterial comienza a descender y una vasoconstricción refleja mantiene entonces la circulación periférica.

Esto da lugar, por último, al retorno de la presión sanguínea arterial (durante la fase II de la maniobra de Valsalva). Con la profunda caída de la presión consecutiva al período de cese del esfuerzo (fase III) los varorreceptores comparables responden produciendo una vasoconstricción. De manera similar, el exceso sistólico (fase IV) que sigue la repentina libera-

ción de la sangre venosa pulmonar estancada, que entonces retorna al corazón izquierdo, da por resultado la vasodilatación del posesfuerzo. Es así que tenemos un flujo y reflujo vasoreflejo como respuesta al esfuerzo evacuador de la defecación.

Las alteraciones del flujo sanguíneo arterial segmentario y digital son reflejos de la resistencia periférica y, en mayor grado, determinados por reflejos vasomotores. La extraordinaria diferencia en el grado de resistencia periférica entre los dedos de las manos y de los pies como respuesta al esfuerzo podría explicar la mayor frecuencia de alteraciones en los dedos de los pies sobre los de las manos.

Los sucesivos cambios de la dinámica circulatoria periférica, durante y después del esfuerzo evacuador de la defecación, pueden explicar la ocasional movilización de un fragmento de trombo blando. Incluso las más pequeñas alteraciones de velocidad de los componentes del torrente sanguíneo tienden a producir disturbios (o remolinos). Si la constricción de los vasos es capaz también de ocasionar una turbulencia suficiente como para movilizar un trombo, la fluctuación extremada en el calibre de las paredes de los vasos periféricos durante las fases de vasoconstricción y vasodilatación son, a su vez, capaces de contribuir al desprendimiento de trombos ligeramente adheridos.

Los efectos de la distensión venosa durante la maniobra de Valsalva, convirtiendo un trombo propagado en émbolo, han sido descritos de manera impresionante por DODD y COCKETT (18). Estos investigadores observaron que «es muy fácil imaginar que esta distensión por reflujo y el repentino cese de la distensión produzcan la fuerza justa necesaria para desprender un frágil trombo propagado ligeramente adherido».

Los riesgos que emanan del esfuerzo evacuador durante la defecación pueden evitarse en sumo grado mediante la disminución de la intensidad y duración de dicho esfuerzo. Esta es la manera más práctica de abordar el problema, evitando el desencadenamiento de fenómenos circulatorios nocivos. Mediante el empleo de un correctivo neuroperistáltico del estreñimiento puede obtenerse con una sencillez extraordinaria una reducción por entero satisfactoria de la intensidad y duración de los esfuerzos evacuadores. Al final de esta terapéutica, tanto la intensidad como la duración de los esfuerzos en los estreñidos crónicos se modifican favorablemente, reduciéndose a un nivel inferior al de los normales.

Si hay que evitar estos episodios de trágico fin, la corrección inmediata del estreñimiento se convierte en materia de especial importancia para los pacientes que sufren una afección cardiovascular y para aquellos que padecen trastornos predisponentes a una embolia.

RESUMEN

En un minucioso estudio de las alteraciones que se producen en el sistema circulatorio durante el acto de defecar (maniobra de Valsalva) se analiza la significación de estos fenómenos y se recomienda la terapéutica adecuada en los pacientes que sufren una afección cardiovascular o embolígena que suponga un peligro en tales alteraciones.

SUMMARY

A series of investigations utilizing several patients' observations were carried out to determine the effects of defecation on circulatory function in presumably normal individuals and persons with chronic constipation.

It appears that during bowel function of apparently normal individuals approximately 12 per cent of the straining episodes are of sufficient intensity and duration to satisfy the accepted criteria for the Valsalva maneuver, and that by substituting a bedpan for the commode, this incidence is more than doubled (28 per cent). Constipation, it may be noted, increases this frequency approximately fivefold (57.9 per cent). From the results of research presently underway, the use of a constipation corrective, favorably modifies the magnitude and duration of straining among constipated individuals.

The presence of either a tachycardia or a bradycardia occurring in connection with certain of the straining efforts of defecation was confirmed. These alterations of the rate are reflexes principally associated with the Valsalva phenomenon.

The delay in circulation time observed with strains satisfying the Valsalva criteria confirms the observations of interference with the venous return to the heart as induced by the elevated intrathoracic pressure. Circulation time, however, was not grossly delayed either (a) following multiple exertions for short periods of time or (b) after strains of less than 6 seconds' duration. With strains meeting the Valsalva criteria, the delay in circulation time paralleled closely the period of straining.

The Valsalva maneuver initiated electrocardiographic changes in approximately 122 of the subjects studied. These changes included (1) ST depression, (2) flattening if the T wave, (3) post-straining arrhythmia, and (4) the reversal of a previously abnormal T wave to one which became flat to upright. These abnormalities are generally associated with physiologic myocardial insufficiency.

The established sequential changes in blood pressure of the Valsalva maneuver were found to occur during defecation in response to those strains meeting this criteria. While the height of the initial blood pressure rise was roughly proportional to the intensity of the effort in both groups, the constipated group had twice as many peaks above 60 mm. Hg than did the normal group and conversely, the normals had three times as many peaks below 20 mm. Hg as did the constipated series. The peaks of the phase IV overshoot were not found to be related to the height of the original straining pressures exerted. The distribution of these was comparable in both groups, when they occurred.

The sustained elevation of the intrathoracic pressure then acts to prevent the venous return to the heart from the pulmonary circulation and the extremities, and consequently the arterial blood pressure falls. During the period of straining, the venous pressure becomes markedly elevated and is believed to reflect the pressures developed within the thorax.

It becomes apparent, therefore, that the physician must seriously consider the volatile effects and potential hazards of stool-straining in cardiovascular diseases. Our data indicates that physiologic changes following straining at stool may result in serious consequences, and if tragic episodes are to be avoided, the immediate correction of constipation becomes of special importance to the patient with cardiovascular disease.

B I B L I O G R A F I A

1. McGuire, J.; Green, R. S.; Courter, S.; Hauenstein, V.; Braunstein, J. R.; Plessinger, V.; Iglauder, A.; Noertker, J. — *Bed Pan Deaths*. "Tr. Am. Clin. & Climatol. A." 60:78:1949.
2. Master, A. M. y Jaffee, H. L. — *Factors in Onset of Coronary Occlusion and Coronary Insufficiency; Effort, Occupation, Trauma, and Emotion*. "J.A.M.A." 148:794:1952.
3. Moritz, A. P. — *Trauma, Stress and Coronary Thrombosis*. "J.A.M.A." 156: 1306:1954.
4. Sigler, L. H. — *Cardiac Disability and Death Caused by Strain*. "J.A.M.A." 154:294:1954.
5. *Bed Rest and Chair Rest in Cardiovascular Disease*. "The Heart Bulletin" 3: 97:1954.
6. Bauer, G. — *Diagnosis and Management of Peripheral Venous Disease*. "Am. J. Med." 23:713:1957.
7. Hamilton, W. F.; Woodbury, R. A.; Harper, H. T. — *Physiologic Relationships between Intrathoracic, Intrap spinal and Arterial Pressures*. "J.A.M.A." 107: 853:1936.
8. Corlin, R.; Knowles, J. H.; Storey, C. F. — *The Valsalva Maneuver as a Test of Cardiac Function*. "Am. J. Med." 22:197:1957.
9. Goldberg, H.; Elisberg, E. I.; Katz, L. N. — *The Effects of the Valsalva-like Maneuver upon the Circulation in Normal individuals and Patients with Mitral Stenosis*. "Circulation" 5:38:1952.
10. Elisberg, E.; Singian, E.; Miller, G.; Katz, L. N. — *The Effect of the Valsalva Maneuver on the Circulation*. "Circulation" 7:880:1953.
11. Mathes, K. — *Zur Physiologien der Buergerschen Pressdruckprobe*. "Klin. Wchnschr." 17:474:1938.
12. Buerger, M. — *Der Wert des Valsalvaschen Versuches als Kreislaufbelastungsprobe*. "Verhandl. deutsh. Gesellsch. inn Med." 37:282:1925.
— *Ueber die Bedeutung des Intrapulmonalen Druckes fur den Kollapses bei akuten Anstrengungen*. "Klin. Wchnschr." 5:777:1926.
13. Hamilton, W. F.; Woodbury, R. A.; Harper, H. T. Jr. — *Arterial Cerebrospinal and Venous Pressures in Man during Cough and Strain*. "Am. J. Physiol." 141:42:1944.
14. Price, H. L. y Conner, E. H. — *Certain Aspects of the Hemodynamic Response to the Valsalva Maneuver*. "J. Appl. Physiol." 5:449:1953.
15. Wilkins, R. N. y Eichna, L. W. — *Blood Flow to the Forearm and Calf. I. Vasoconstrictor Reactions: Role of the Sympathetic Nervous System*. "Bull. Johns Hopkins Hosp." 68:425:1941.

16. DORNHORST, A. C.; HOWARD, P.; LEATHART, G. L. — *Respiratory Variations in Blood Pressure.* "Circulation" 6:553:1952.
17. BAXTER, L. — En Cecil y Loeb, Textbook of Medicine, 9th Ed., Saunders. Philadelphia 1955, pág. 1258.
18. DODD, H. y COCKETT, F. B. — "The Pathology and Surgery of the Veins of the Lower Limbs." E. & S. Livingstone, Ltd., London, 1959, pág. 306.
19. HALPERN, A.; SELMAN, D.; SHAFTEL, N.; BIRCH, H. G. — *The Cardiovascular Dynamics of Bowel Function.* "Angiology" 9:99:1958.
20. HALPERN, A.; SELMAN, D.; SHAFTEL, N.; SAMUELS, S.; SHAFTEL, H. E.; KUHN, P. H.— *The Pehipheral Vascular Dynamics of Bowel Function.* "Am. J. Med. Sc." En Prensa.