Pongamos:

$$\omega = \frac{\mu\beta_1}{\sqrt{A}} - \frac{\sqrt{A}}{\beta_1} q_1 \quad \therefore \quad d\omega = -\frac{\sqrt{A}}{\beta_1} dq_1 \quad \therefore \quad \frac{\sqrt{A}}{\beta_1} q_1 = \frac{\mu\beta_1}{\sqrt{A}} - \omega \quad \therefore \quad dq_1 = -\frac{\beta_1}{\sqrt{A}} d\omega$$

$$q_1 dq = \left(-\mu + \frac{\beta_1}{\sqrt{A}}\omega\right) d\omega = \left(\frac{\beta_1}{\sqrt{A}}\omega - \mu\right) d\omega \quad \therefore \quad \alpha^2 = \frac{\mu^2\beta_1^2}{A} - \beta_2^2$$

De donde:

$$\gamma_1 = \int_{q_{0\cdot 1}}^{q_1} \frac{\frac{A}{\beta_1^3}\left(\frac{A}{\sqrt{A}}\omega - \mu\right) d\omega}{\sqrt{\frac{\mu^2\beta_1^2}{A} - \beta_2^2 - \omega^2}} = \int_{q_{0\cdot 1}}^{q_1} \frac{\frac{1}{\beta_1}\left(\frac{\sqrt{A}}{\beta_1}\omega - \frac{\mu A}{\beta_1^3}\right) d\omega}{\sqrt{\alpha^2 - \omega^2}} = \frac{\sqrt{A}}{\beta_1^2}\int_{q_{0\cdot 1}}^{q_1} \frac{\omega d\omega}{\sqrt{\alpha^2 - \omega^2}} - \frac{\mu A}{\beta_1^3}\int_{q_{0\cdot 1}}^{q_1} \frac{d\omega}{\sqrt{\alpha^2 - \omega^2}} =$$

$$= \frac{\sqrt{A}}{\beta_1^2}\left(\sqrt{\alpha^2 - \omega^2{}_0} - \sqrt{\alpha^2 - \omega^2}\right) - \frac{\mu A}{\beta_1^3} arc.\, sen \frac{\omega}{\alpha}.$$

Pongamos $\varphi = arc.\, sen \frac{\omega}{\alpha}$ y tengamos:

$$\frac{\omega}{\alpha} = sen\,\varphi = \frac{\mu\beta_1}{\alpha\sqrt{A}} - \frac{\sqrt{A}}{\alpha\beta_1} q_1. \quad \text{De donde} \quad q_1 = \frac{\mu\beta_1^2}{A} - \frac{\beta_1}{\sqrt{A}}\sqrt{\frac{\mu^2\beta_1^2}{A} - \beta_2^2}.\, sen\,\varphi = \frac{\mu\beta_1^2}{A}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{A\beta_2^2}{\mu^2\beta_1^2}}.sen\,\varphi\right)$$

Mejor aún, y para estar de acuerdo con las fórmulas ordinarias, pondremos:

$$\frac{\omega}{\alpha} = sen\,\varphi = sen\left(\frac{\pi}{2} \mp u\right) = cos \pm u.$$

De donde $q_1 = \frac{\mu\beta_1^2}{A} - \frac{\beta_1}{\sqrt{A}}\sqrt{\frac{\mu^2\beta_1^2}{A} - \beta_2^2}\,.\, cos\, u = \frac{\mu\beta_1^2}{A}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{A\beta_2^2}{\mu^2\beta_1^2}}\,.\, cos\, u\right).$

Así u es igual a la anomalía excéntrica. Además, para $\omega_o = \alpha$ se tendrá: $u = o \pm 2k\pi$ Por tanto:

$$q_{0\cdot 1} = \frac{\mu\beta_1^2}{A} - \frac{\beta_1}{\sqrt{A}}\sqrt{\frac{\mu^2\beta_1^2}{A} - \beta_2^2} = \frac{\mu\beta_1^2}{A} - \frac{\beta_1\alpha}{\sqrt{A}} = \frac{\mu\beta_1^2}{A}\left(1 - \frac{\alpha\sqrt{A}}{\mu\beta_1}\right). \quad \text{Así} \quad a = \frac{\mu\beta_1^2}{A} \qquad e = \frac{\alpha\sqrt{A}}{\mu\beta_1} = \sqrt{1 - \frac{A\beta_2^2}{\mu^2\beta_1^2}}$$

Se tendrá, pues,

$$\gamma_1 = \frac{\sqrt{A}}{\beta_1^2}\left(\sqrt{\alpha^2 - \omega^2{}_0} - \sqrt{\alpha^2 - \omega^2}\right) - \frac{\mu A}{\beta_1^3} arc.\, cos\frac{\omega}{\alpha} = -\frac{\alpha\sqrt{A}}{\beta_1^2} sen\, u \mp \frac{\mu A}{\beta_1^2}.\, u = \frac{\mu A}{\beta_1^3}\left(u - \frac{\alpha\beta_1}{\mu\sqrt{A}}.\, sen\, u\right)$$

en donde hemos elegido el signo +. Así $\gamma_1 = \frac{\mu A}{\beta_1^3}\left(u - \frac{\alpha\beta_1}{\mu\sqrt{A}}.\, sen\, u\right).$

Pero $\gamma_1 = \frac{\partial S}{\partial\beta_1} = \frac{\mu A}{\beta_1^3}\left(u - \frac{\alpha\beta_1}{\mu\sqrt{A}}.\, sen\, u\right) \quad \therefore \quad \frac{\partial\gamma_1}{\partial t} = \frac{\partial F}{\partial\beta_1} = \frac{2A}{\beta_1^3} \quad \therefore \quad \gamma_1 = \frac{2A}{\beta_1^3}(t - E)$

O bien: $\frac{2A}{\beta_1^3}(t - E) = \frac{\mu A}{\beta_1^3}\left(u - \frac{\alpha\beta_1}{\mu\sqrt{A}}.\, sen\, u\right).$

Tenemos: $\gamma_2 = \varphi - arc.\, cos\, \frac{\frac{\beta_2}{q_1} - \frac{\mu}{\beta_2}}{\sqrt{\frac{\mu^2}{\beta_2^2} - \frac{A}{\beta_1^2}}}$

Sea	$A = o$	Parábola	Siendo
„	$A > o$	Elipse	$sen\,\varphi = \frac{sen\,\lambda}{sen\, i}$
„	$A < o.$	Hipérbola	$\varphi_0 = \Omega - \theta_0$

$\gamma_2 = \varphi - \theta$

ACCION DE LA TEMPERATURA SOBRE LA CONTRACTIBILIDAD INTESTINAL

PROF. ALFONSO ESGUERRA GOMEZ
LUIS M. BORRERO H.
GONZALO MONTES
(Laboratorio de Fisiología de la Facultad de Medicina)

La costumbre y quizá la facilidad para aplicar frío o calor sobre la pared abdominal, han consagrado el uso de bolsas calientes, fomentos o bolsas de hielo en el tratamiento de muchas afecciones gastrointestinales y, aún más, en muchos casos se hacen estas aplicaciones sin tener un diagnóstico cierto. Además, con fines semejantes se administran bebidas calientes o heladas. En los servicios quirúrgicos existe la impresión clínica de que el calor aplicado a la pared abdominal estimula el peristaltismo, y por esto lo usan en casos de ileus paralíticos. En cambio, en los servicios médicos se ha observado que la aplicación de bolsas calientes a veces alivia a los pacientes de cólico intestinal, lo cual sugiere que tales aplicaciones tengan efecto sedante sobre los espasmos del intestino. Orr (1) da una idea del estado de la cuestión cuando, refiriéndose a la aplicación de calor en la obstrucción intestinal, afirma que "como no se ha observado que haga daño, se puede recomendar su uso".

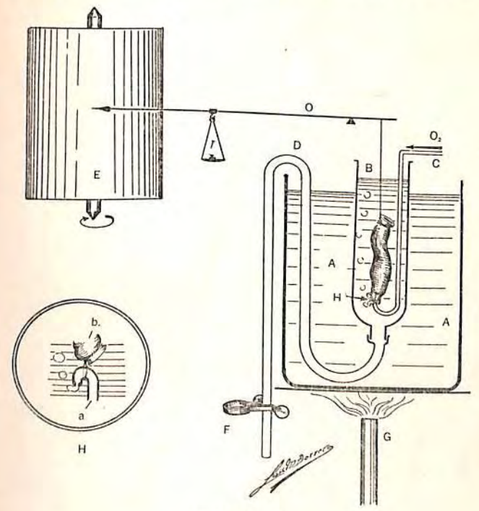


FIGURA 1

En la literatura médica existen algunos trabajos experimentales sobre la aplicación de calor o frío en el abdomen de pacientes con fístulas intestinales, a quienes se introducían baloncitos conectados a tambores de Marey para el registro de los movimientos del intestino; también se han publicado experiencias practicadas en forma semejante en individuos normales, mediante la introducción oral de tubos de Müller-Abbot con un baloncito en su extremidad, el cual se hacía llegar hasta el intestino. Sin embargo, los resultados obtenidos por los diferentes autores son contradictorios (1, 2, 3, 4, 5).

En los Servicios de Maternidad del Hospital de San Juan de Dios de Bogotá, se aplica hielo sobre el abdomen de las madres en los primeros días del puerperio, y con gran frecuencia se observa constipación en estas pacientes. ¿No tendrá esto algo qué ver con el enfriamiento del abdomen?

Estas divergencias no deben sorprendernos puesto que normalmente la movilidad gastro-intestinal varía mucho de minuto a minuto, al propio tiempo que es muy sensible a influencias tales como las emociones, reflejos condicionados, vista, gusto, olfato, sueño, fatiga, hambre o ingestión de alimentos.

El objeto de nuestro estudio ha sido examinar experimentalmente la validez de los conceptos emitidos hasta hoy a este respecto. Lo dividimos en dos partes: 1º Influencia de la temperatura sobre la fibra lisa intestinal, en el órgano aislado, y 2º Influencia de la temperatura sobre el intestino de perros normales, es decir, sometido a las influencias extrínsecas reflejas que puedan afectarlo.

INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA SOBRE EL INTESTINO AISLADO DEL CONEJO.

Método: Se colocaba un fragmento de intestino, de unos tres centímetros de longitud, en baño de solución "Tirode" y éste, a su vez, se sumergía en un depósito de agua cuya temperatura se podía variar a voluntad. El intestino quedaba fijo por una extremidad al fondo del baño, y por la otra se conectaba a una palanca inscriptora para el registro de las contracciones. La solución de "Tirode" se oxigenaba haciendo burbujear a través de ella una corriente de oxígeno. El diagrama de la Figura 1ª muestra este dispositivo. En la palanca inscriptora era necesario colocar un contrapeso adecuado. Variábase lentamente el calor y sólo se registraban las contracciones cuando se había alcanzado el grado de temperatura que se deseaba.

Se utilizaron fragmentos de intestino de diez conejos diferentes y todos los resultados fueron uniformes.

RESULTADOS:

I. Se comprobó la observación de Walter Alvarez, de la Clínica Mayo, sobre la disminución progresiva de la actividad del intestino a medida que éste se aproxima a la válvula ileocecal. En esta serie de experiencias la frecuencia de contracción a 37°C. oscilaba entre 13 y 15 por minuto para el duodeno, y entre 8 y 10 por minuto para la porción terminal del íleon.

II. Los cambios funcionales producidos por las variaciones de temperatura eran del mismo tipo en los diferentes segmentos intestinales colocados en las mismas circunstancias. Cuando había disminución del tono en los fragmentos de duodeno, la había en los del íleon; lo mismo sucedía con la frecuencia, amplitud y potencia.

III. El tono intestinal alcanzaba sus valores más altos entre 35° y 37°C. (Gráfica Nº 1) La elevación progresiva de la temperatura por encima de 37°C. producía pérdida del tono más acentuada que cuando se bajaba de 35°C. en la misma forma.

IV. La amplitud de las contracciones aumentaba en forma continua a medida que se elevaba la temperatura hasta alcanzar un grado crítico alrededor de 44°C. Y después se reducía rápidamente (Gráfica Nº 1). Debe hacerse notar que la mayor amplitud se debía a que el tono se perdía más rápidamente que la capacidad de contracción máxima, es decir, el aumento de la amplitud de contracción con la elevación de la temperatura se debía a que el intestino se relajaba cada vez más.

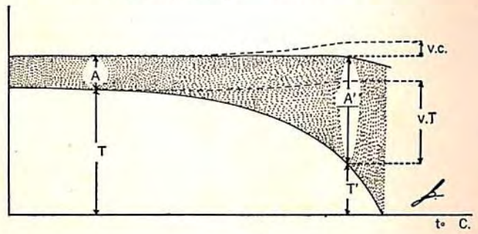


FIGURA 2

Explicación esquemática de las variaciones de amplitud de la contracción intestinal en función de la temperatura.

A—Amplitud de contracción a 37°C.; A'—Amplitud de contracción a una temperatura más elevada; T'—Tono a 37°C.; T'—Tono a una temperatura más elevada; VC—Variación del nivel de máxima contracción; VT—Variaciones del tono (máxima relajación a una temperatura dada).

V. Las contracciones más potentes se encontraron entre 35 y 37°C. cuando el contrapeso en la palanca inscriptora era suficiente para vencer el tono natural del intestino (Gráfica Nº 2).

VI. La frecuencia de las contracciones aumentaba continuamente con el aumento de temperatura hasta llegar a grados críticos, por encima de 44°C. capaces de lesionar la estructura.

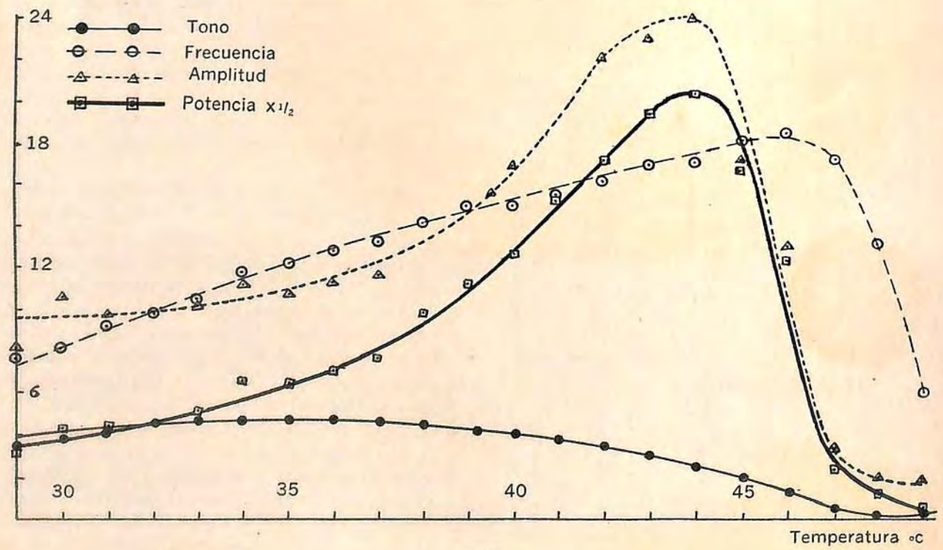
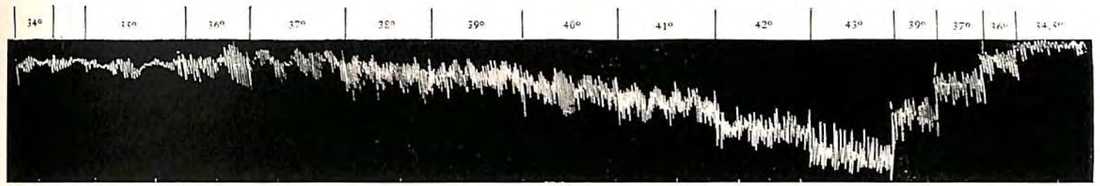


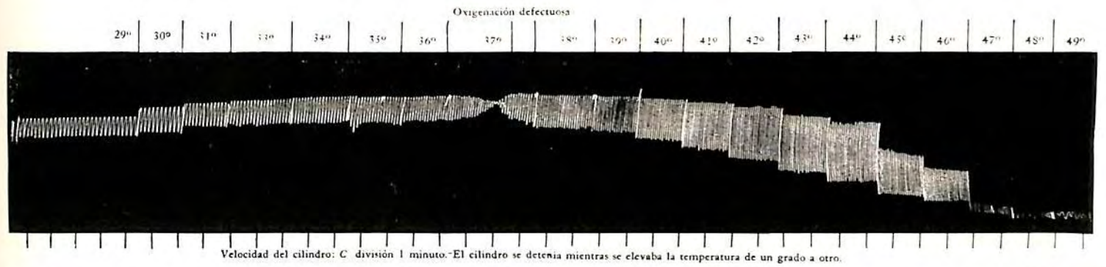
FIGURA 3

Experimento realizado en duodeno de conejo con contrapeso débil. La amplitud se ha medido en milímetros. La frecuencia en contracciones por minuto. El tono por la distancia de los puntos de máxima relajación a una línea de base. La potencia por el producto de la amplitud en centímetros por la frecuencia.



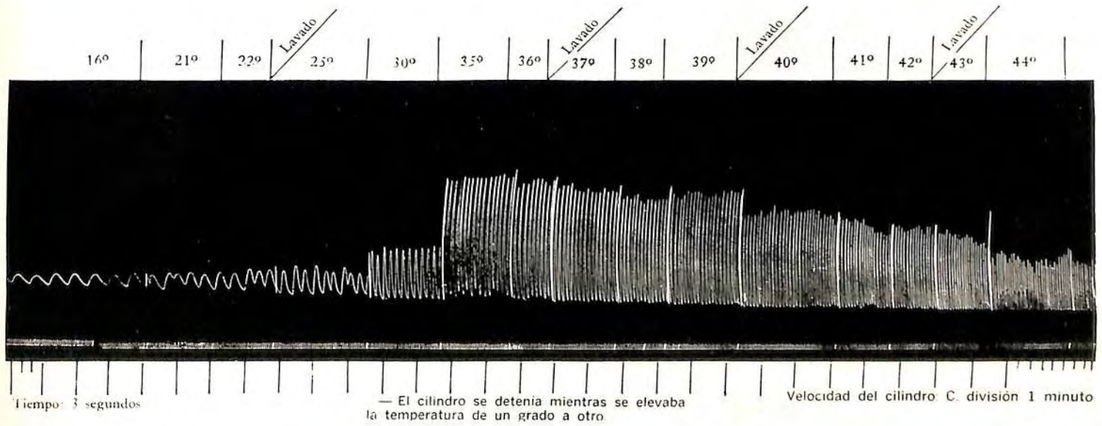
Velocidad del cilindro: C. división 1 minuto. Mientras se elevaba la temperatura de un grado a otro se mantenía quieto el tambor

Gráfica No. 1—Fragmento de duodeno aislado (conejo)—El contrapeso en la palanca inscriptora era muy ligero. Nótense: la menor actividad intestinal con las temperaturas bajas, y las variaciones periódicas del tono intestinal a cualquier temperatura dada, que forman "ciclos" semejantes a los descritos por Cole en el estómago.



Velocidad del cilindro: C división 1 minuto.-El cilindro se detenía mientras se elevaba la temperatura de un grado a otro.

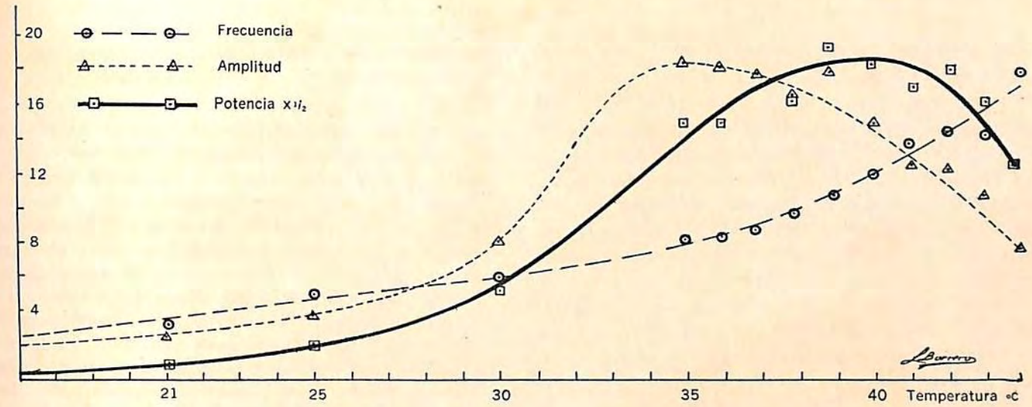
Gráfica No. 2—Fragmento de duodeno aislado (conejo)—El contrapeso en la palanca inscriptora era mayor que el de la experiencia de la gráfica No. 1. Nótese que en estas circunstancias los "ciclos" intestinales ya no son apreciables. A la temperatura de 37°c. se suspendió momentáneamente la oxigenación del baño, lo cual produjo reducción inmediata de la actividad intestinal.



Gráfica No. 3—Fragmento de duodeno aislado (conejo)—El contrapeso en la palanca inscriptora era relativamente muy grande por lo cual el intestino se relajaba al máximum después de cada contracción.

VII. La potencia del intestino, calculada midiendo el camino recorrido por la plumilla inscriptora (frecuencia por amplitud media) ya que la carga permanecía constante, aumentaba paralelamente al aumento de frecuencia. En el caso especial de oponer al intestino un contrapeso capaz de vencer su tono natural, la potencia llegaba a su máximo alrededor de 40°C., para luégo decaer rápidamente.

VIII. Cuando el contrapeso era ligero, podía observarse, además de los hechos ya anotados, que



b)

FIGURA 4

a cualquier temperatura dada había ondulaciones secundarias, es decir, en el conjunto de las contracciones registradas había aumento y disminución periódicos de la amplitud y del tono de lo cual resultaba ese aspecto ondulado de la gráfica Nº 3.

Estas ondulaciones nos han parecido semejantes en todo al aumento y disminución periódicos del tono gástrico que Cole describe con el nombre de "ciclo gástrico" (Physiological basis of Medical practice –Best & Taylor 2nd edition– p. 786) y, si esto fuere así, sería preciso admitir también la existencia de ciclos intestinales. En el caso descrito por Cole para el estómago humano se presentan de tres a cuatro ciclos por minuto; en el caso experimental nuestro del intestino de conejo hay solamente uno o dos ciclos por minuto.

Para terminar, queremos recalcar el hecho de que en el animal intacto la inervación extrínseca puede agregar factores reflejos capaces de variar el resultado final de la aplicación de calor o frío sobre el abdomen, lo cual será objeto de la segunda parte de nuestro estudio.

BIBLIOGRAFIA

(1) **Barr**—Modern Medical Therapy in General Practice. Orr, Tomo II. pág. 2329.

(2) **Bisgard & Matson.**—The Influence of hot and cold aplication upon Gastric and Intestinal Motor Activity. Jour. Am. Med. Ass. Vol. 118 p. 447 (1942).

Citas del Annual Review of Physiology:

(3) **Sleeth C. K.-Van Liere**—Amer. Jour. of Physiology Nº 118 p. 272 (1927).

(4) **Eberhard**—Rev. Gastroenterol. Vol. 7 p. 133 (1940).

(5) **Gershon & Cohen**—Amer. Jour. Roentgenol. Radiumtherapy. Vol. 43. p. 237 (1940).

(6) **Alvarez, Walter C.**—An Introduction to Gastroenterology. Paul B. Hoeber, Inc. 1941. New York.