

# Cálculo de la presión media intraventricular durante el tiempo de evacuación

POR EL DOCTOR

J. DUOMARCO

---

El nuevo impulso que Vaquez <sup>1</sup> y sus colaboradores han dado al concepto de la Presión Arterial Media debe enriquecerse considerablemente cuando se relacione este valor con otra clase de determinaciones.

En esta comunicación nos proponemos, tomando por base la *Presión Arterial Media* (Pa), el *Tiempo de Evacuación del Ventrículo Izquierdo* (T) y la *Frecuencia del Ritmo Cardíaco por minuto* (N), calcular la presión existente en el ventrículo durante el tiempo de evacuación de ese ventrículo, y puesto que esa presión no es constante durante todo ese tiempo, determinaremos lo que llamamos *Presión Media Intraventricular durante el Tiempo de Evacuación* o *Presión Media Intraventricular Sistólica* (Ps).

*Teoría.* — El *Impulso Mecánico* (J) que recibe cada punto material (sangre o pared arterial) del origen de la aorta durante el tiempo de evacuación del ventrículo, es igual al producto de la Ps. por el tiempo que esa presión actúa, es decir:

$$J = P_s \times T$$

Ese impulso, transformado en *cantidad de movimiento* (masa  $\times$  velocidad), se transmitirá íntegramente y en todo sentido por los puntos materiales vecinos hasta la pared aórtica de la proximidad, la cual sufrirá una deformación: pero esta pared, en virtud de su elasticidad, reaccionará sobre su contenido, devolviendo íntegramente el impulso J, en el tiempo D que dura la revolución cardíaca

(sístole + diástole). El régimen de devolución de ese impulso depende del coeficiente de elasticidad de la pared arterial: si la pared fuera muy dura, casi todo el impulso sería devuelto en el mismo tiempo en que es recibido, con lo cual la eficacia de la arteria como acumulador de energía sería pequeña; pero lo cierto es, que en un estado de equilibrio circulatorio, el impulso  $J$  es devuelto íntegramente en el espacio de tiempo  $D$ .

La pared aórtica y su contenido recibirán, pues, en el tiempo  $D$ , un impulso mecánico igual a  $2 J$ .

Pero si sabemos, por otra parte, que durante el tiempo  $D$  la misma pared aórtica y su contenido han estado sometidas a una presión variable, pero equivalente a una presión constante que llamamos presión arterial media ( $P_a$ ) tenemos

$$2 J = P_a \times D = 2 P_s \times T$$

Multiplicando los dos términos de la igualdad por la frecuencia ( $N$ ) y teniendo en cuenta que el producto  $D \times N$  vale 60 segundos, tenemos:

$$P_a \times 60 = 2 P_s \times T \times N$$

de donde

$$P_s = \frac{P_a \times 30}{T \times N}$$

Tenemos, pues, como la *presión intraventricular durante el tiempo de evacuación* se puede determinar en función de la *presión arterial media, de la duración de la fase de evacuación del ventrículo y de la frecuencia del ritmo.*

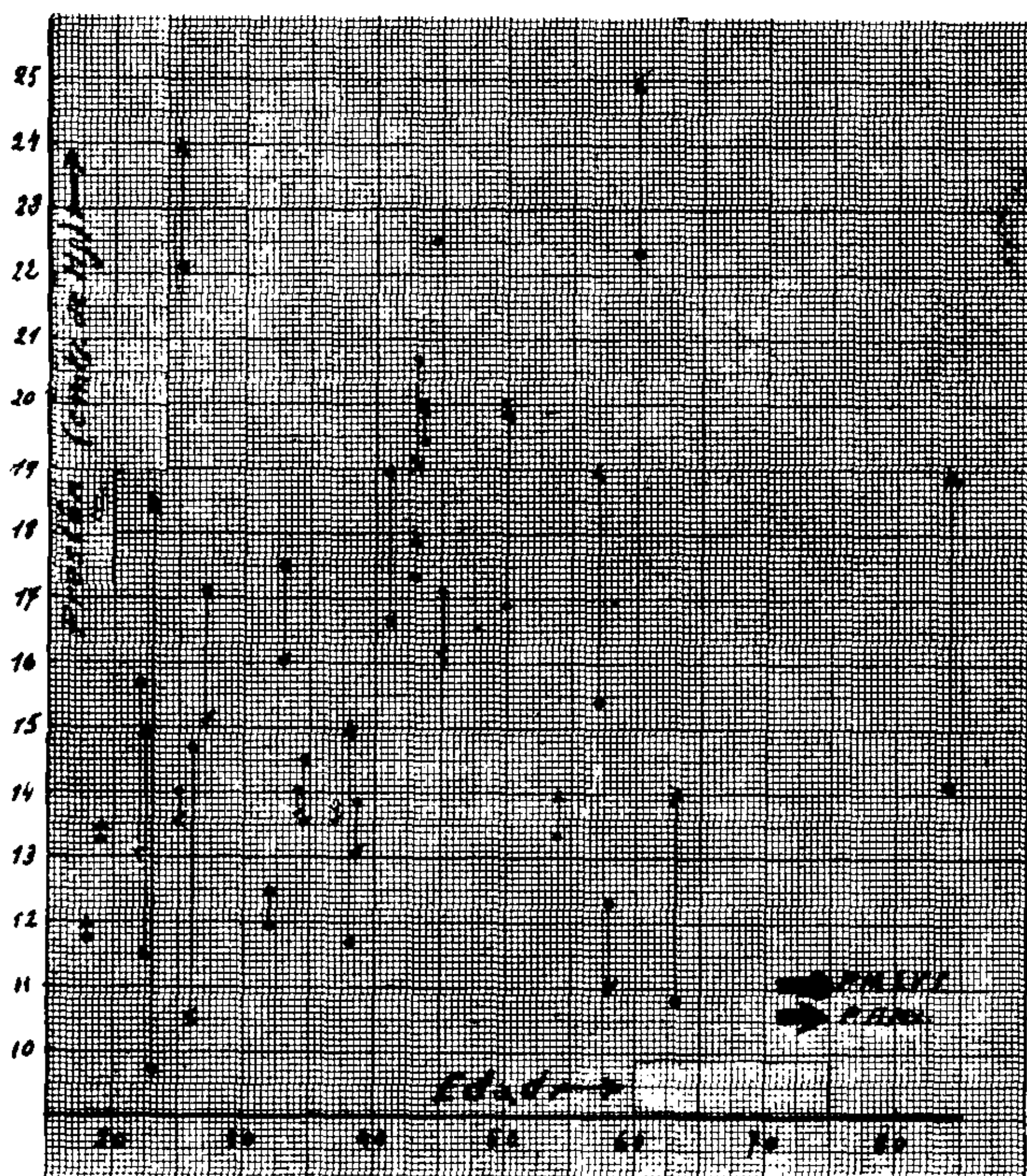
*Técnica.* — La presión media reinante en la aorta es prácticamente igual a la presión media de la humeral; la determinación por el método oscilométrico con el aparato de Pachon (en una comunicación a la Soc. de Biol. de Montevideo. Con Oliver <sup>2</sup> hemos demostrado cómo las determinaciones oscilométricas no se separan <sup>1</sup>/<sub>10</sub> cm. de Hg. de los valores reales determinados directamente por punción arterial en el hombre).

La determinación de los valores del tiempo de evacuación así como la frecuencia de las contracciones cardiacas, las determinamos por medio del electrocardiograma efectuado en el mismo momento en que se realiza la toma de la presión. Como expresión del tiempo de evacuación del ventrículo, tomamos el espacio S T (desde el punto  $\phi$  la onda S hasta la terminación de la onda T). Los diversos autores que se han ocupado de las relaciones del E. C. G. con las

## CÁLCULO DE LA PRESIÓN MEDIA INTRAVENTRICULAR

diversas fases de la revolución cardíaca (Kahn, Piper, Garten, Einthoven y Lint, Hoffman y Salenin, Weitz, Trendelenburg) <sup>3</sup>, están de acuerdo en que el espacio S-T corresponde a la fase de evacuación del ventrículo con pequeñas divergencias sobre los puntos precisos en que esta fase empieza o termina. Teniendo en cuenta los diversos criterios, el error que se comete es despreciable.

En 28 sujetos sanos o enfermos (casi todos cardíacos compensados), hemos calculado el valor de  $P_s$  y lo hemos comparado con



la presión arterial máxima oscilométrica obtenida en la misma sesión. En la gráfica adjunta hemos dispuesto los diversos casos en un sistema de coordenadas donde las abcisas representan las edades y las ordenadas las presiones; los valores de  $P_s$  están representados por puntos, y los valores de  $P_{Máx.}$  por puntas de flecha; el trazo que une los valores correspondientes representa la diferencia que existe entre ellos.

El motivo de esta comparación de valores, está en el hecho de que la presión intraventricular sistólica tiene marcada tendencia a la formación de una meseta, como Chauveau y Marey <sup>4</sup> lo demostraron por primera vez, con lo cual el valor de esa presión tiende a aproximarse al valor imaginario Ps., mientras, por otra parte, esa misma presión intraventricular sistólica, en su punto máximo, difiere muy poco del valor de la P. Máx. Arterial, como lo ha demostrado de Jager <sup>5</sup>; tenemos aquí, por consiguiente, un primer método de comprobación experimental, poco preciso desde luego, pero que nos permitió orientarnos sobre la legitimidad de nuestro cálculo de Ps.

### RESULTADOS

1º El término medio de cada una de las determinaciones, en los 28 casos, da valores bastante próximos, dominando el valor de la P. Máx., a saber:

$$\begin{aligned} \text{Ps.} & 15,1 \text{ cm. Hg.} \\ \text{P.Máx.A.} & 15,9 \text{ cm. Hg.} \end{aligned}$$

2º En 9 de los casos (32 %) la diferencia entre los dos valores es inferior a 1 cm. Hg.; en el resto la diferencia puede ser de varios grados. Esa aproximación de los valores es más frecuente en los sujetos jóvenes.

3º En todas las edades cualquiera de los valores puede ser mayor que el otro (como lo indica el distinto sentido de las flechas).

4º La diferencia máxima obtenida corresponde a un sujeto de 23 años con una insuficiencia aórtica reumatisml, donde la Ps. es justamente la mitad (9,7) de la P. A. Máx. (18,5).

En sucesivas comunicaciones daremos cuenta de investigaciones

a que nos ha conducido la fórmula 
$$\text{Ps} = \frac{\text{Pa} \times 30}{\text{T} \times \text{N}}$$
 que dan, a su

vez, nuevas confirmaciones experimentales.

## CONCLUSIONES

1º Se demuestra cómo, teóricamente, se puede calcular la *presión media intraventricular sistólica* (presión reinante en el ventrículo durante el tiempo de evacuación del mismo) ( $P_s$ ), partiendo de los datos de *presión arterial media* ( $P_a$ ), *duración de la sístole* ( $T$ ), y *frecuencia del ritmo cardíaco* ( $N$ ), según la expresión

$$P_s = \frac{P_a \times 30}{T \times N}$$

2º Se da un primer método aproximado de comprobación experimental y los resultados obtenidos.

## BIBLIOGRAFIA

1. H. VAQUEZ, P. GLEY y D. M. GÓMEZ: *Presse Médicale*, 25 févr. 1931.
2. J. DUOMARCO y B. OLIVER: *C. R. S. Biol.*, 1932, CXI, 527.
3. Cit. par R. TIGERSTEDT: *Physiol. des Kreis.*, Berlín y Leipzig, 1921, II, 240.
4. CHAUVEAU y MAREY: *Mem. de l'Acad. de Méd.*, 1863, XXVI, 296.
5. DE JAGER: *Arch. f. d. ges. Phisiol.*, 1883 XXX, 503.

## RESUMÉ

On a démontré comment, on peut calculer théoriquement la pression intraventriculaire systolique moyenne (pression dans les ventricule pendant son évacuation) ( $P_s$ ) en partant des données de la pression arterielle moyenne ( $P_a$ ), duration de la systole ( $T$ ) et fréquence du coeur ( $N$ ) d'accord avec la formule

$$P_s = \frac{P_a \times 30}{T \times N}$$

On décrit une première méthode de comprobation expérimentale et les résultats obtenus.

## SUMMARY

From theoretical considerations the conclusion is reached that  $P_s$ , mean ventricular pressure during the eyection phase, may be expressed by the following equation:

$$P_s = \frac{30 P_a}{T N}$$

Pa being the mean arterial pressure, T, the duration of systole, and N, the heart rate.

Experimental results are given which support the validity of the equation.

### SCHLUSSFOLGERUNGEN

1. — Es wird der Beweis erbracht wie man theoretisch den *mittleren inner-ventrikulären systolischen Blutdruck* (Ps), (der Druck der in der Herzkammer während der Entleerungszeit derselben herrscht) errechnen kann, indem man von folgenden Angaben ausgeht: *durchschnittliche arterielle Spannung* (Pa), *Dauer der Systole* (T) und *Frequenz des Herzrythmus* (N), auf Grund folgen-

$$Pa \times 30$$

der Gleichung:  $Ps = \frac{Pa \times 30}{T \times N}$ .

2. — Es wird enie vorläufige ungefähre Methode zwecks experimenteller Feststellung und deren Resultate mitgeteilt.