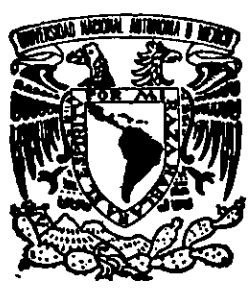


24
2ej.

11205



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE MEDICINA

**DIVISION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO
DIVISION DE CARDIOLOGIA Y ANGIOLOGIA
DEL HOSPITAL DE ESPECIALIDADES
CENTRO MEDICO NACIONAL "LA RAZA"
INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL**

**CUANTIFICACION DE LA INSUFICIENCIA MITRAL
CON EL METODO DE PISA POR ECO DOPPLER
COLOR EN PACIENTES CON INSUFICIENCIA
MITRAL**

TESIS DE POSTGRADO

**PARA OBTENER EL TITULO DE:
ESPECIALISTA EN:
CARDIOLOGIA
PRESENTA**



Maria del **GARMEN SUMMERSON LAMAS**



IMSS

**DIRECCION DE EDUCACION
MEDICA**

**ASESORES
ELIAS BADUI
ROBERTO ENCISO**

**TITULAR DEL CURSO:
ELIAS BADUI**

E. B.

MEXICO, D. F.

262315

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

1998



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

*CUANTIFICACION DE LA INSUFICIENCIA MITRAL CON
EL METODO DE PISA POR ECO DOPPLER COLOR EN
PACIENTES CON INSUFICIENCIA MITRAL:*

CARMEN SUMMERSON

ROBERTO ENCISO

ELIAS BADUI

*División de Cardiología y Angiología del Hospital de Especialidades. Centro
Médico Nacional "La Raza". IMSS. México. D.F:*

*....LO QUE BRILLA CON LUZ PROPIA NADIE
LO PUEDE APAGAR SU BRILLO PUEDE
ALCANZAR LA OSCURIDAD DE OTRAS
COSAS....*

DEDICATORIA.

*por que has estado siempre en mi corazón, y se que en
cualquier lugar del cielo estaras orgullosa de mí....
a mi mamá.*

tu hija que te quiere.

AGRADECIMIENTOS.

a mi padre.

sr. KENNETH L. SUMMERSON.

a JULIO A. AGUILAR LINARES.

a mi familia y amigos.

a mis maestros.

INDICE

| | pag. |
|--------------------------|------|
| RESUMEN | 1 |
| INTRODUCCION | 3 |
| ANTECEDENTES CIENTIFICOS | 8 |
| JUSTIFICACION | 15 |
| OBJETIVOS | 16 |
| HIPOTESIS | 17 |
| MATERIAL Y METODOS | 18 |
| RESULTADOS | 24 |
| DISCUSION | 29 |
| CONCLUSION | 33 |
| BIBLIOGRAFIA | 34 |

RESUMEN

En este estudio se evalúa en forma prospectiva un nuevo método por eco Doppler-color para cuantificar el grado de severidad de la insuficiencia mitral, basado en identificar el aliasing o interfase rojo-azul proximal al orificio regurgitante, que corresponde al área de superficie de isovelocidad proximal (PISA). Este método puede ser usado para calcular el volúmen regurgitante aplicando la ley de la continuidad.

Método: Se estudiaron a 24 pacientes con diagnóstico de insuficiencia mitral, se cálculo el volúmen latido regurgitante, el volúmen de flujo regurgitante y la fracción regurgitante con eco Doppler, mediante el método bidimensional-Doppler pulsado (2D-PW), y se comparó con los valores obtenidos con el método de PISA, aplicando la fórmula:

$$Q_1 (cm^3) = 2\pi r^2 \times VN;$$

donde "r" es el radio del PISA el cual es medido desde área valvular al primer aliasing de color (interfase rojo-azul); VN es la velocidad Nyquits a nivel de PISA.

Resultados: 17 (71 %) fueron del sexo femenino y 7 (29 %) del masculino. La edad varió entre 26 y 70 años (media= 44.2 años). Quince (62.5 %) se encontraban en ritmo sinusal y 9 (37.5 %) en fibrilación auricular, la frecuencia cardíaca se presentó en un rango de 90 ± 106 latidos por minuto. Doce (50 %) pacientes tuvieron cardiopatía reumática inactiva, 5 (21 %) prolapso de la valva anterior de la mitral, 4 (17 %) cardiomiopatía dilatada y 3 (12 %) enfermedad

valvular degenerativa. El volúmen latido regurgitante por PISA correlacionó bien con el 2D-PW con un coeficiente de correlación de $r = 0.91$ ($y = 0.92 x + 0.52$, $p < 0.0001$). El volúmen de flujo regurgitante calculado por ambos métodos mostró un coeficiente de correlación de $r = 0.91$ ($y = 0.93 x + 50$, $p < 0.0001$). La fracción regurgitante calculada por ambos métodos mostró un coeficiente de correlación de $r = 0.90$ ($y = 0.98 x + 0.6$, $p < 0.0001$).

Conclusiones: El método de PISA es una técnica prometedora para estimar de manera cuantitativa la severidad de la insuficiencia mitral. El nuevo método muestra ventajas sobre técnicas convencionales al no ser modificado por factores físicos, mecánicos ni de instrumentación ecocardiográfica.

INTRODUCCION

La insuficiencia mitral provoca un incremento en la carga de trabajo del ventrículo izquierdo que va hacer proporcional al grado de la misma, conllevando a la presencia de sintomatología y falla cardíaca de acuerdo a su severidad ¹, por lo que es importante cuantificar y valorar adecuadamente el grado de la insuficiencia valvular y así poder tomar decisiones clínicas dependiendo del pronóstico de la entidad ².

Existen métodos invasivos y no invasivos para realizar estimaciones del grado de severidad de la insuficiencia mitral ³⁻⁷. El método invasivo para cuantificar la insuficiencia mitral es la ventriculografía contrastada, en la cual, la severidad de la misma es determinada de acuerdo a la opacificación de la aurícula izquierda producida por el medio de contraste radiológico inyectado dentro del ventrículo izquierdo ⁸. Sin embargo este es un método semicuantitativo expuesto a limitaciones ^{9,10}.

De los métodos no invasivos, el mapéo por ecocardiografía Doppler codificado en color de la aurícula izquierda, proporciona en forma fácil y rápida estimaciones semicuantitativas del grado de insuficiencia ^{11,12}, sin embargo, dicho método presenta múltiples variables relacionadas a factores de la dinámica de fluidos, instrumentación, estado clínico del paciente y habilidad del operador ¹³⁻¹⁸; por lo que ha provado ser un método cuestionable. El valor diagnóstico de la

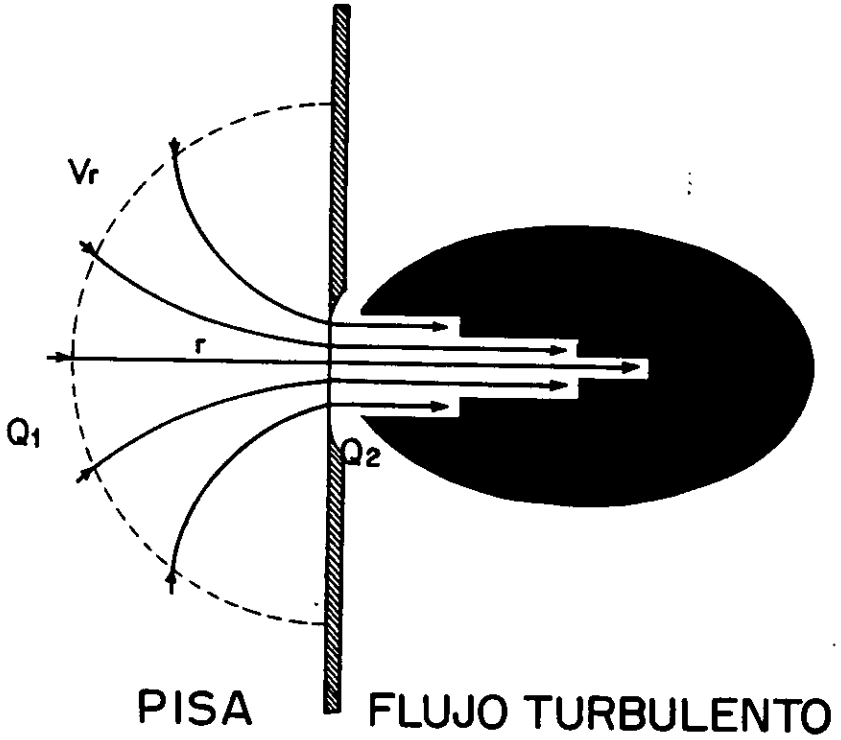
ecocardiografía se ha incrementado en proporción a sus aplicaciones cuantitativas y a la precisión de su utilidad clínica. Sahn y cols.¹⁹ demostró que se puede cuantificar con ecocardiografía Doppler-color la región de flujo convergente, que se acelera proximalmente a orificios restrictivos in vitro, siendo posible cuantificar el volúmen de flujo regurgitante y la fracción regurgitante en casos de insuficiencia mitral²⁰. Estos resultados han sido demostrados in vitro con modelos de fluidos fijos y pulsátiles, así como en vivo, en un inicio en animales y actualmente en humanos²¹⁻²⁴. Dicha región convergente proximal al orificio restrictivo, corresponde a un flujo laminar, constituido por líneas radiales convergentes hacia el orificio asociadas con superficies de isovelocidad hemisféricas (PISA), que decremantan en área pero que exponencialmente incrementan su velocidad conforme se aproximan al orificio restrictivo²⁵ (Fig 1). De acuerdo al principio de continuidad, el volúmen de flujo es constante en todas las superficies de isovelocidad (Q_1) e igual al flujo a través del orificio restrictivo (Q_2). Q_1 se obtiene de la ecuación:

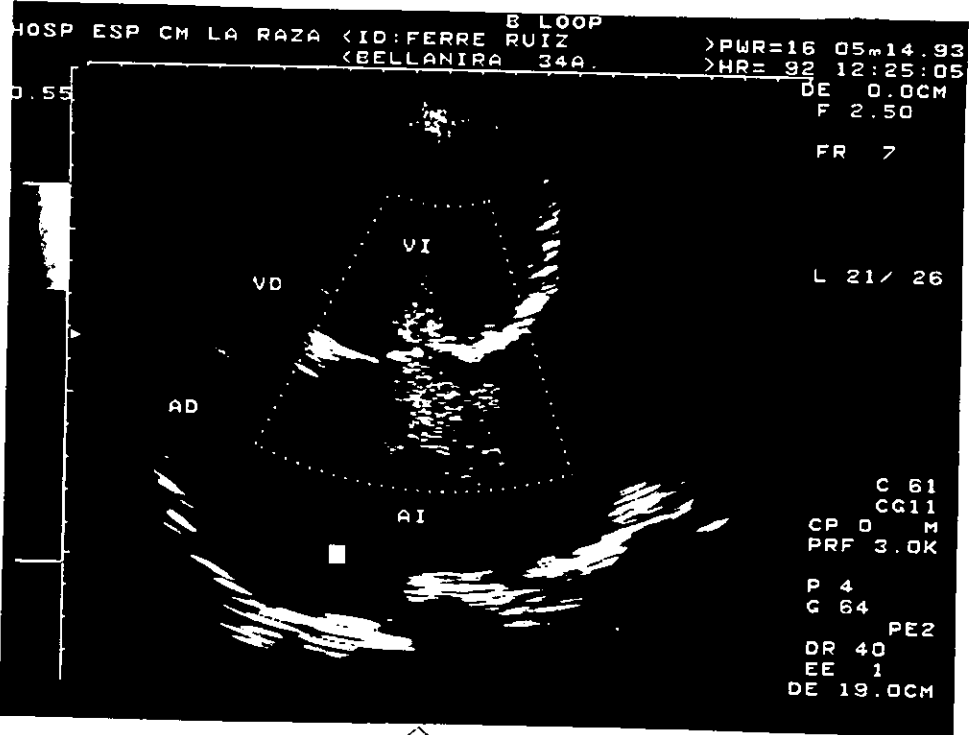
$$Q_1 = 2\pi r^2 \times VN;$$

donde "r" es la distancia del área de superficie de isovelocidad proximal al orificio restrictivo y VN corresponde a la velocidad de "r"²¹. En el mapéo Doppler-color del estudio ecocardiográfico de pacientes con insuficiencia mitral, el flujo convergente proximal o PISA está representado por un patrón de flujo homogéneo azul (flujo que se aleja del transductor) del lado ventricular de la válvula mitral, con una zona central de aliasing (color rojo-amarillo) inmediatamente proximal al orificio²¹⁻²² (Fig 2).

La propuesta de este estudio es el de aplicar el método de PISA para cuantificar la severidad de las lesiones de insuficiencia mitral en situación clínica. El volumen latido regurgitante, el volumen de flujo regurgitante y la fracción regurgitante fueron calculados con este nuevo método comparándose con los valores obtenidos por el método de ecocardiográfico bidimensional (2D) y Doppler pulsado (PW), para determinar la precisión y confiabilidad del nuevo método.

Figura 1.





0.55 mm ← velocidad Nyquits

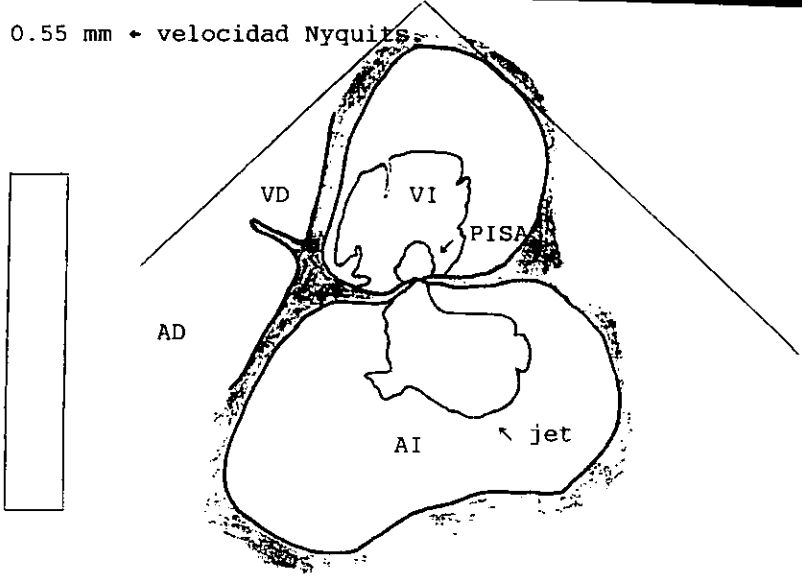


Figura 2.

ANTECEDENTES CIENTIFICOS.

El funcionamiento adecuado de la válvula mitral depende de la integridad funcional de sus componentes anatómicos: valvas cuerdas tendinosas, músculos papilares, anillo mitral y pared libre del ventrículo izquierdo y aurícula izquierda . Esta integridad permite la "competencia" valvular, lo que en otras palabras significa el mantenimiento del flujo sanguíneo en una dirección única.

Este complejo aparato valvular puede estar alterado por una multiplicidad de causas adquiridas o congénitas, que al provocar anomalías anatómicas y/ o funcionales en cualquiera de estas estructuras, pueden conducir a la aparición de disfunción valvular y a la existencia de insuficiencia mitral. La insuficiencia mitral crónica no aislada, ocurre frecuentemente como resultado de la afectación reumática valvular y como entidad acompañante a la estenosis mitral, siendo en nuestro medio una de las causas etiológicas más frecuentes. La insuficiencia mitral pura surge por distintos motivos etiológicos, entre los que destacan por su frecuencia e importancia clínica, el prolapso mitral, la rotura de cuerdas tendinosas, la disfunción de músculos papilares, la dilatación y/o calcificación del anillo, la miocardiopatía hipertrófica y ciertas formas de cardiopatía congénita. Por último, una etiología que ha aumentado en los últimos años es la iatrogénica, secundaria a valvulotomía mitral o disfunción protésica.

El diagnóstico clínico de insuficiencia mitral aislada es sencillo y asienta normalmente en el hallazgo de un soplo apical pansistólico con irradiación axilar. Cuando las características auscultatorias habituales no están presentes, la lesión no es significativa, o cuando acompaña a otra valvulopatía, cardiopatía congénita, isquémica o prótesis valvular, el diagnóstico puede ser difícil o imposible.

Entre las técnicas no invasivas, la ecocardiografía en modo M y bidimensional, es el procedimiento más útil en el análisis etiológico de la regurgitación, pero el diagnóstico positivo de la misma se establece únicamente con el análisis de hallazgos indirectos poco sensibles y específicos.

En la actualidad la angiografía ventricular se considera todavía el patrón estándar de diagnóstico y valoración de la regurgitación, pero tiene sus limitaciones, como el ser un método invasivo, no exento de riesgos y que no puede ni debe usarse repetidamente ni de una forma indiscriminada.

Por todas estas razones, un método no invasivo, capaz de objetivizar el diagnóstico y proporcionar información precisa, cualitativa y cuantitativamente, evitaría cateterismos innecesarios y sería muy útil en el seguimiento de la enfermedad.

Por este motivo el diagnóstico mediante el efecto Doppler adquiere un valor muy importante, pues siendo una técnica no invasiva, que trabaja directamente con los flujos intracardiácos, analizando su

patrón, dirección y velocidad, es el único procedimiento incruento que establece el diagnóstico directo de insuficiencia mitral y que valora, de una forma muy aproximada, la gravedad de la enfermedad.

La insuficiencia mitral se diagnóstica por medio de Doppler pulsado al colocar el volumen muestra en la aurícula izquierda exactamente por debajo de la válvula mitral y buscar la señal de "aliasing" en la sístole, que es característica del chorro de alta velocidad. El operador puede utilizar múltiples ventanas ecocardiográficas para buscar la regurgitación, pero por lo común las mejores son aquellas en la cual el haz Doppler es relativamente paralelo a la dirección del flujo mitral. La sensibilidad y especificidad globales del Doppler pulsado para detectar insuficiencia mitral han sido reportados de 90 y 93 %, respectivamente, en comparación con la angiografía ventricular como "norma estándar".

La insuficiencia mitral se diagnóstica por Doppler-color al detectar un chorro de alta velocidad en la aurícula izquierda, que nace de la válvula mitral durante la sístole. La sensibilidad y especificidad global del Doppler-color para el diagnóstico de insuficiencia mitral, en cuatro series publicadas que comprendieron un total de 245 pacientes a quienes se les practicó angiografía ventricular, fue de 93 y 99 %, respectivamente. De manera global el Doppler de color y el de pulsos al parecer poseen sensibilidad similar para el diagnóstico de insuficiencia mitral. El Doppler de color puede ser un poco más eficaz para detectar chorros pequeños y de situación excéntrica, pero también pueden ser identificados por el Doppler pulsado si se hace en

forma cuidadosa y meticulosa. Es poco común no detectar insuficiencia mitral importante por una y otra técnicas, excepto en casos de un estudio mal hecho porque la ventana ecocardiográfica sea inadecuada o haya una prótesis mitral. La sensibilidad del Doppler pulsado y color disminuye significativamente en presencia de una prótesis mitral por la poca penetración del haz de ultrasonido en sentido distal a ella.

La técnica transesofágica mejora notablemente la visualización de todos los flujos auriculares izquierdos, en comparación con la ventana transtorácica, por la proximidad del transductor a la aurícula izquierda y es especialmente eficaz para valorar la insuficiencia de la prótesis mitral porque no se interpone tal artefacto entre el haz Doppler y la aurícula izquierda. El Doppler transesofágico en color puede estar indicado en individuos escogidos con válvulas mitrales nativas, en quienes se sospeche sobre bases clínicas insuficiencia severa en ellas, pero que es imposible valorar adecuadamente por la ventana transtorácica, debido a las imágenes insatisfactorias que se logran.

Cuantificación Doppler de la regurgitación mitral. La cuantificación de la insuficiencia mitral por ecocardiografía Doppler ha sido mucho más difícil que su diagnóstico. Se han propuesto varios métodos para la cuantificación ecocardiográfica de tal entidad patológica:

1. Mapeo de la extensión o magnitud del jet regurgitante en la aurícula izquierda, utilizando Doppler pulsado o de color.

2. Cálculo de la fracción regurgitante al restar el flujo que pasa por una válvula suficiente, del que lo hace por la válvula mitral, usando para ello la combinación de Doppler pulsado y ecocardiografía bidimensional para así valorar los flujos transvalvulares.

Mapeo del jet regurgitante en la aurícula izquierda mediante Doppler-color. El mapeo del área del jet regurgitante en la cámara receptora constituyó una de las aplicaciones más tempranas del Doppler para cuantificar la regurgitación valvular y a pesar de dudas acerca de su validez teórica, sigue siendo un método muy utilizado para semicuantificar la insuficiencia de todas las válvulas cardíacas. El mapeo del área del jet regurgitante se utiliza como una forma de cuantificar la insuficiencia valvular. Estudios previos advierten una correlación relativamente pequeña ($r = 0.71$) cuando se comparó el área máxima del jet regurgitante por eco Doppler-color con los grados angiográficos. Existen factores que quizá contribuyen a la diferencia entre el Doppler de color y la angiografía, como son: la imposibilidad de la primera técnica para delinear con precisión la magnitud del jet regurgitante en la aurícula izquierda. Múltiples factores pueden alterar la capacidad de la técnica Doppler-color para detectar un jet regurgitante y con ello afectar el calibre aparente del mismo. Los factores técnicos influyen en la medición del calibre mencionado incluyen ajuste de los controles para "ganancia", filtros, frecuencia de repetición de pulsos, profundidad del flujo por rastrear y otras características del paciente, en particular las que alteran la penetración por el haz de ultrasonido. La importancia de la profundidad y del acoplamiento acústico lo destaca la observación de

que todos los jets regurgitantes de la válvula mitral detectados mediante ecocardiografía transesofágica, son siempre mayores que cuando se evalúan por ecocardiografía transtorácica. La profundidad y la calidad de la ventana varían de una persona a otra y es probable que el tamaño o magnitud del jet regurgitante semejante varíe también entre uno y otro enfermo.

Cálculo de la fracción regurgitante por medio de ecocardiografía Doppler pulsado-bidimensional. Estudios previos han calculado la fracción regurgitante o el volúmen sistólico en sujetos con insuficiencia mitral aislada, partiendo de la diferencia entre el volúmen total y el sistólico anterógrado, método análogo al usado en el laboratorio de cateterismo. En el procedimiento, se calcula el volúmen sistólico anterógrado total por medio de una combinación de métodos ecocardiográficos Doppler para medir el flujo anterógrado mitral, en tanto que se ha precisado el volúmen sistólico anterógrado neto por empleo del mismo método, que el usado para calcular el flujo anterógrado aórtico. los volúmenes sistólicos mitral y aórtico se calculan con base en la ecuación siguiente:

$$VS = ATV \times VTI \times FC$$

en que VS es el volúmen sistólico, ATV es el área transversal valvular, VTI es la integral de tiempo-velocidad y FC es frecuencia cardíaca. La cuantificación en estos casos exige que la válvula aórtica sea suficiente. El enfoque global ha guardado una correlación bastante precisa con la fracción regurgitante por angiografía ($r = 0.91$). A pesar de estos resultados prometedores, algunas limitaciones notables en el método mencionado han impedido su

utilización clínica rutinaria, en los que se encuentra el tiempo que consume, haciendolo un método lento.

Otro método prometedor que se basa en los principios de la dinámica de fluidos, dando ha conocer el volúmen de flujo regurgitante instantaneo a partir de la medición de superficies de isovelocidad en el ventrículo izquierdo. El flujo a gran presión a través de un orificio, que pasa a una cámara a baja presión producirá una aceleración de líquido en la primera cámara hacia el orificio ("convergencia de flujo"). Si se mide la velocidad hacia el orificio en muchos puntos en la cámara de alta presión es posible determinar las superficies de isovelocidad. La teoría de dinámica de fluidos señala que el flujo por cualquiera de estas superficies de isovelocidad es idéntico e igual a la velocidad multiplicada por el área de superficie. El método mencionado ha permitido la predicción precisa de flujos "dinamico" y regurgitante pulsátil en modelos in vitro. Es posible demostrar regiones de convergencia similares en el ventrículo izquierdo de sujetos con insuficiencia mitral y por tal razón, dicho método es prometedor como una forma de cuantificar la insuficiencia mitral y también otros tipos de regurgitación valvular.

JUSTIFICACION

La valoración de la intensidad y la importancia hemodinámica de la insuficiencia mitral sigue siendo un problema notable y difícil para el cardiólogo. La ecocardiografía ha surgido como el método más idoneo para la valoración extracorporal de la insuficiencia mitral y con ello se logran diagnósticos más precisos y específicos. Así como una evaluación semicuantitativa de su intensidad y detección de la causa de la insuficiencia válvular, además el de poder determinar la repercusión que tiene esta en el tamaño y función del ventrículo izquierdo. En la actualidad es posible únicamente la evaluación semicuantitativa de la intensidad del cuadro; tal dato es suficiente para casi todos los fines clínicos, pero la cuantificación más precisa sería útil para estudios longitudinales del efecto de las intervenciones médicas y facilitaría la predicción en cuanto a la progresión de la enfermedad. Por lo tanto el siguiente trabajo pretende evaluar la utilidad de un nuevo método de tipo cuantitativo, práctico y fácil para el estudio integral de la insuficiencia mitral.

OBJETIVOS

General.

Aplicar el método del área de superficie de isovelocidad proximal (PISA) por eco Doppler-color para cuantificar la severidad de la insuficiencia mitral en situación clínica.

Específicos.

Evaluar la utilidad del método de PISA para cuantificar de manera cuantitativa la severidad de la insuficiencia mitral.

Determinar si el nuevo método ecocardiográfico puede ser usado para determinar de manera confiable y precisa el grado de severidad de la insuficiencia mitral.

HIPOTESIS

El método del área de superficie de isovelocidad proximal (PISA) por eco Doppler-color es un método seguro y confiable para determinar el grado de severidad de la insuficiencia valvular mitral.

MATERIAL Y METODOS.

Se estudiaron en la División de Cardiología y Angiología del Hospital de Especialidades, Centro Médico Nacional "La Raza" IMSS, a 24 pacientes en forma prospectiva que cumplieron con los siguientes criterios de selección: (1) presencia de insuficiencia mitral en base al jet regurgitante por eco Doppler-color, (2) presencia de la región de flujo convergente proximal por eco Doppler-color, del lado ventricular de la válvula mitral y (3) obtención de imágenes de alta calidad en modo bidimensional y registro espectral Doppler pulsado del flujo mitral y aórtico. Los pacientes que presentaron estenosis mitral predominante, enfermedad valvular aórtica asociada o shunts intracardiacos fueron excluidos del estudio.

Estudio ecocardiográfico. A los pacientes seleccionados se les realizó estudio ecocardiográfico con un equipo Toshiba Sonolayer SSA-270A que cuenta con rastreo fásico, ángulo de 84° y profundidad de 20 cm. Se obtuvieron imágenes en modo bidimensional, en eje largo paraesternal izquierdo y en apical de 4 cámaras. Se midieron los diámetros de la raíz aórtica a nivel de los puntos de inserción de las valvas durante el inicio de la sistóle y de la válvula mitral a nivel de la inserción de ambas valvas durante la máxima apertura en diástole. Así mismo, se obtuvo el registro espectral del flujo anterogrado aórtico y mitral con Doppler pulsado y el flujo retrógrado mitral con Doppler continuo. El análisis ecocardiográfico Doppler codificado en color del flujo convergente proximal se obtuvo en proyección apical de

4 cámaras y en eje largo paraesternal izquierdo, con una frecuencia de repetición de pulsos entre 3.9 kHz a 4.8 kHz. La velocidad Nyquits varió de 0.47 cm/seg a 0.55 cm/seg, a una profundidad de 16 cm.

Cálculo del flujo regurgitante por el método eco 2D-PW. De acuerdo con el método descrito en estudios previos²⁶⁻²⁸, obtuvimos el flujo anterógrado mitral (VAM) calculando el producto del área del orificio mitral en diástole por la integral velocidad-tiempo (VTI) del registro espectral mitral y la frecuencia cardíaca (Fig 3). El flujo anterógrado aórtico (VAAo) se obtuvo del cálculo del producto del área del anillo aórtico en sístole por la integral velocidad-tiempo del registro espectral aórtico y la frecuencia cardíaca (Fig 4). El volumen latido regurgitante (VLR) (cm³) se determinó de la diferencia entre el flujo anterógrado mitral y el flujo anterógrado aórtico:

$$VLR (cm^3) = VAM - VAAo.$$

El volumen de flujo regurgitante (VFR) (cm³/min) se cálculo multiplicando el volumen latido regurgitante por la frecuencia cardíaca:

$$VFR (cm^3/min) = VLR \times FC.$$

La fracción regurgitante (%) se obtuvo de la división del volumen latido regurgitante entre el flujo anterógrado mitral:

$$FR (\%) = VLR / VAM.$$

Cálculo del flujo regurgitante por el método de PISA. Inicialmente se identificó la insuficiencia mitral, definida como un jet sistólico,

representado por mapéo de flujo Doppler-color como un mosaico de color dirigido de la válvula mitral a la aurícula izquierda. Cuando la insuficiencia se observó, se manipuló el transductor para visualizar el flujo convergente proximal. El cual está representado por un patrón de flujo azul homogéneo, indicando que se aleja del transductor e interrumpido por una interfase en rojo o amarillo (aliasing) del lado ventricular de la válvula mitral, con una zona central al orificio mitral regurgitante (Fig 2). Obtenido el registro, se calculó el área de superficie de isovelocidad proximal (PISA) con la siguiente ecuación:

$$PISA = 2\pi r^2;$$

donde "r" corresponde al radio del aliasing, medido del plano del orificio regurgitante a la interfase rojo-azul. El volúmen regurgitante instantáneo se cálculo aplicando la fórmula:

$$Q_1 (cm^3/seg) = PISA \times VN.$$

donde VN corresponde a la velocidad Nyquits, la cual se muestra sobre la escala de velocidad Doppler-color (Fig 2).

El volúmen latido regurgitante (cm^3) se obtuvo multiplicando el volúmen regurgitante instantáneo por la integral velocidad-tiempo del flujo regurgitante sobre la velocidad pico del flujo regurgitante ($V_{m\acute{a}x}$), obtenido por Doppler continuo:

$$VLR (cm^3) = Q_1 \times VTI / V_{m\acute{a}x}.$$

El volúmen de flujo regurgitante (cm^3/min) se obtiene multiplicando el volúmen latido regurgitante por la frecuencia cardíaca:

$$VFR (cm^3/min) = VLR \times FC.$$

La fracción regurgitante (%) se cálculo dividiendo el volúmen latido regurgitante entre el flujo anterogrado mitral, que se obtuvo por el método 2D-PW.

$$FR (\%) = VLR / VAM.$$

Para el cálculo del PISA, las imágenes fueron reproducidas cuadro por cuadro a través del sistema cine-loop o mediante cinta de video, hasta obtener la imagen por Doppler-color que mostrara la zona de máximo aliasing. En pacientes en ritmo sinusal, todas las mediciones fueron el resultado del promedio de tres ciclos cardíacos y en pacientes en fibrilación auricular, las mediciones se promediaron de cinco ciclos cardíacos. Comparándose posteriormente los valores obtenidos por ambos métodos.

Análisis estadístico. Para la comparación de ambos métodos se realizo el análisis de regresión lineal y coeficiente de correlación. Se consideró de significancia estadística valores de $p < 0.05$.

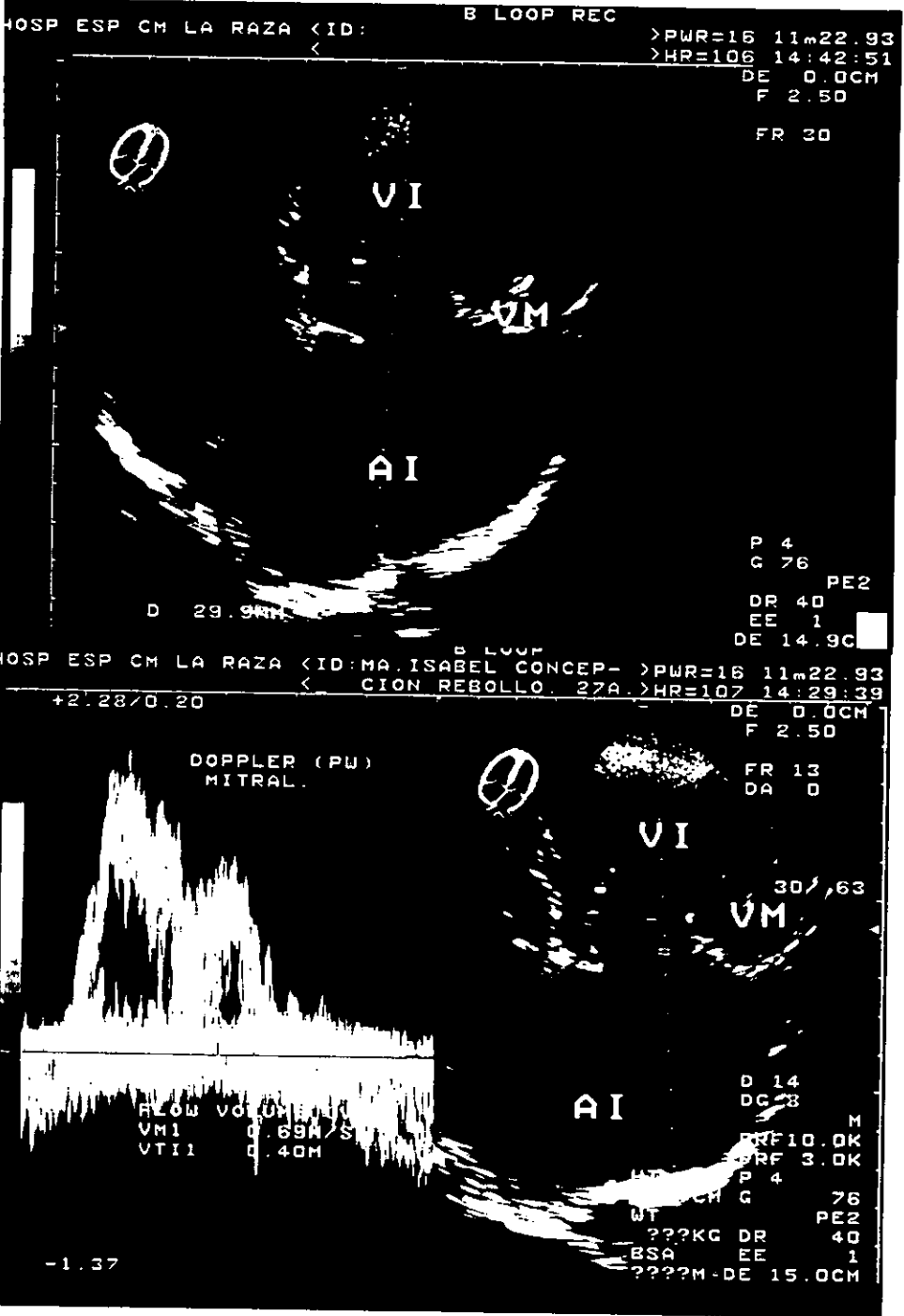
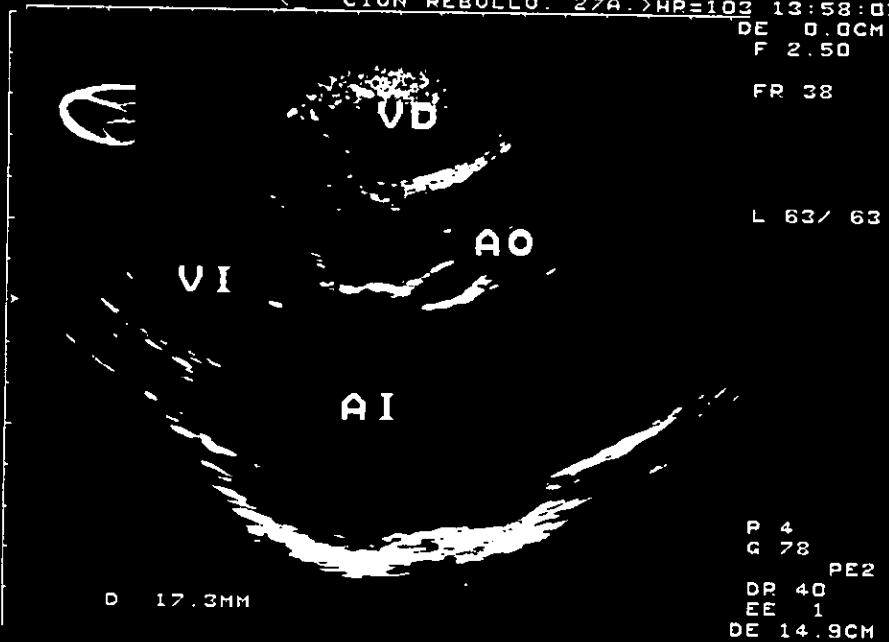


Figura 3.

HOSP ESP CM LA RAZA <ID:MA.ISABEL CONCEP- >PWR=16 11m22.93
 < CION REBOLLO. 27A.>HR=103 13:58:07



HOSP ESP CM LA RAZA <ID:MA.ISABEL CONCEP- >PWR=16 11m22.93
 < CION REBOLLO. 27A.>HR=106 14:05:58



Figura 4.

RESULTADOS

Fueron estudiados 24 pacientes con diagnóstico de insuficiencia mitral. Diecisiete de ellos fueron del sexo femenino y siete del sexo masculino. La edad varió entre 26 y 70 años (media de 44.2 años). Quince se encontraron en ritmo sinusal y nueve en fibrilación auricular al momento del estudio. La frecuencia cardíaca media fue de 90 ± 16 latidos por minuto. Las causas de enfermedad valvular mitral incluyeron cardiopatía reumática inactiva en doce pacientes, prolapso de la valva anterior de la mitral en cinco, cardiomiopatía dilatada en cuatro y enfermedad valvular degenerativa en tres.

Por mapéo Doppler-color el grado de insuficiencia mitral mostró; grado I en 5 casos, grado II en 8, grado III en 7 y grado IV en 4 casos. La morfología del jet regurgitante presentó; dirección central dentro de la aurícula izquierda en 15 pacientes, dirección excéntrica en 6 y la presencia de efecto "coanda" en 3 de ellos.

En los pacientes en estudio, el volúmen latido regurgitante calculado por el método de PISA correlacionó bien con los valores obtenidos por el método 2D-PW, con un coeficiente de correlación de $r = 0.91$ ($y = 0.92x + 0.52$, $p < 0.0001$) (Fig 5). La diferencia del volúmen latido regurgitante entre ambos métodos fue de $0.3 \pm 4.0 \text{ cm}^3$. El volúmen de flujo regurgitante (cm^3/min) calculado por ambos métodos mostró un coeficiente de correlación de $r = 0.91$ ($y = 0.93x$

+ 50, $p < 0.0001$) (Fig 6). La diferencia calculada del volúmen de flujo regurgitante entre ambos métodos fue de $33 \pm 280 \text{ cm}^3/\text{min}$.

En los casos de pacientes en ritmo sinusal, el volúmen latido regurgitante y el volúmen de flujo regurgitante por ambos métodos mostró un coeficiente de correlación de $r = 0.92$ ($y = 0.94 x + 0.73$) y $r = 0.91$ ($y = 0.92 x + 0.88$), respectivamente. La diferencia en el cálculo del volúmen latido regurgitante y el volúmen de flujo regurgitante entre ambos métodos fue de $0.03 \pm 4.0 \text{ cm}^3$ y $9 \pm 288 \text{ cm}^3/\text{min}$, respectivamente.

Para el grupo de pacientes con fibrilación auricular, el coeficiente de correlación para el volúmen latido regurgitante y el volúmen de flujo regurgitante fue de $r = 0.91$ ($y = 0.72 x + 1.7$) y $r = 0.90$ ($y = 0.72 x + 140$), respectivamente. La diferencia del volúmen de flujo regurgitante fue de $1.5 \pm 3.6 \text{ cm}^3$ y $133 \pm 240 \text{ cm}^3/\text{min}$, respectivamente.

La fracción regurgitante calculada por ambos métodos mostró un coeficiente de correlación de $r = 0.90$ ($y = 0.98 x + 0.006$, $p < 0.0001$) (Fig 7).

VOLUMEN LATIDO REGURGITANTE (cm3)

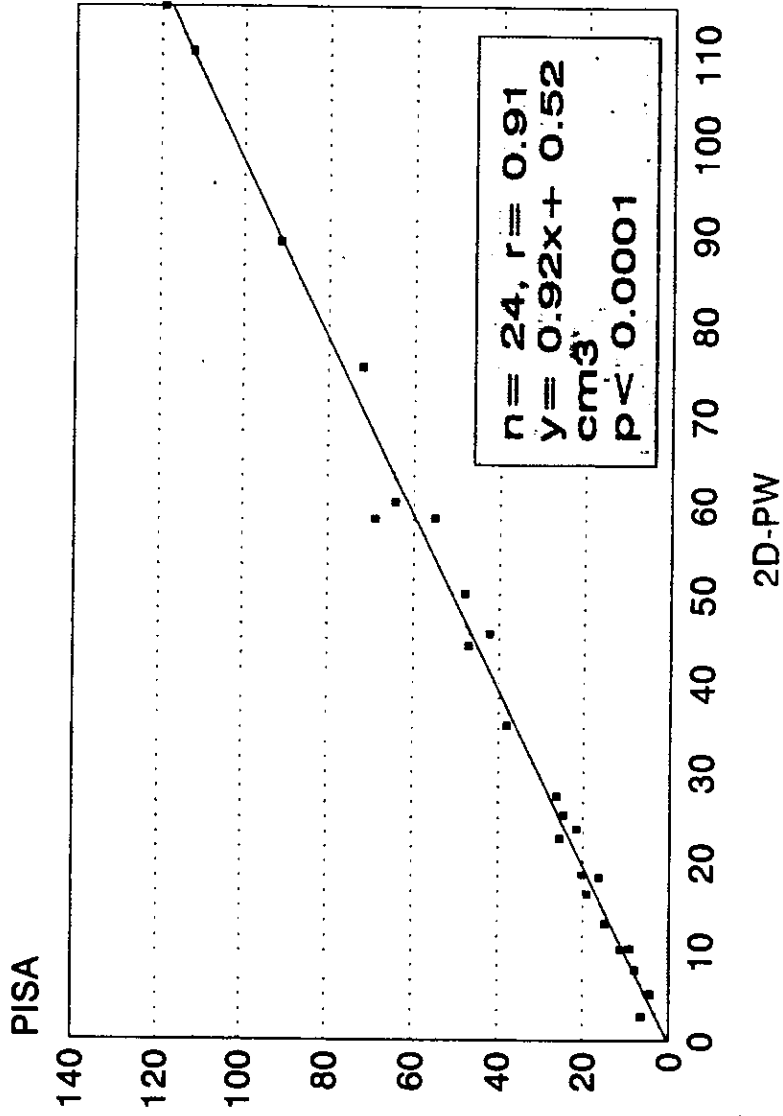


Figura 5.

VOLUMEN DE FLUJO REGURGITANTE Cm3/min)

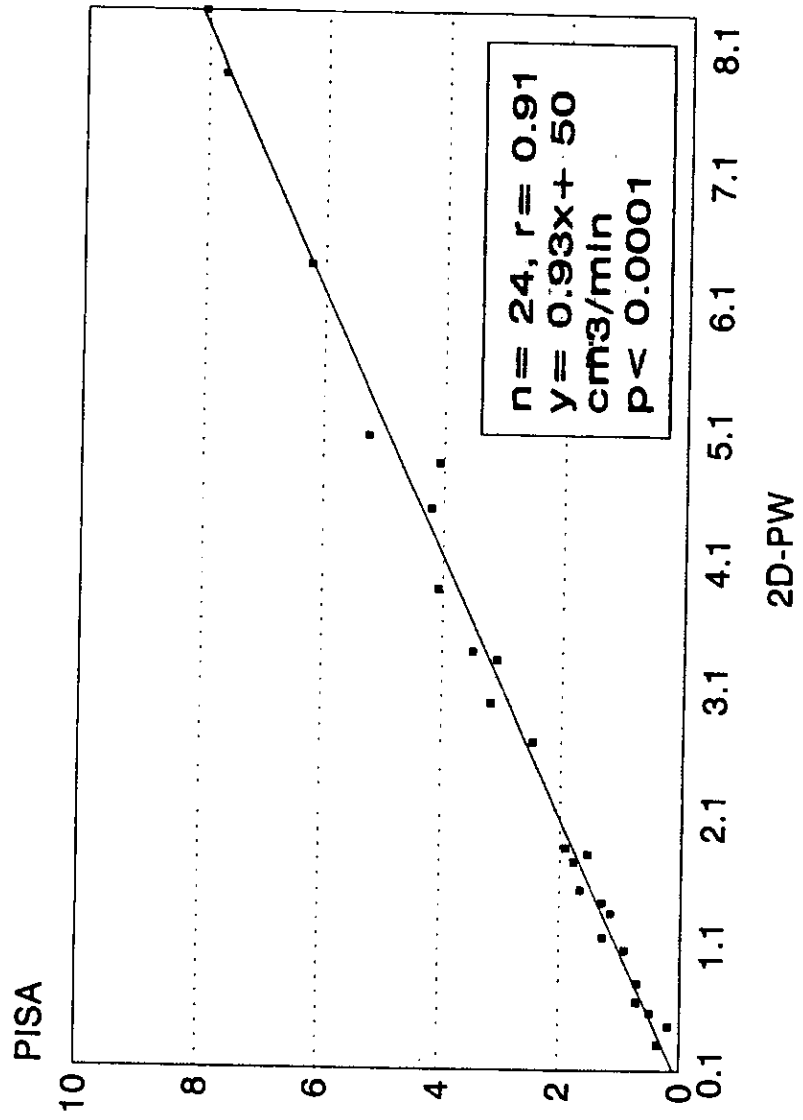


Figura 6.

FRACCION REGURGITANTE (%)

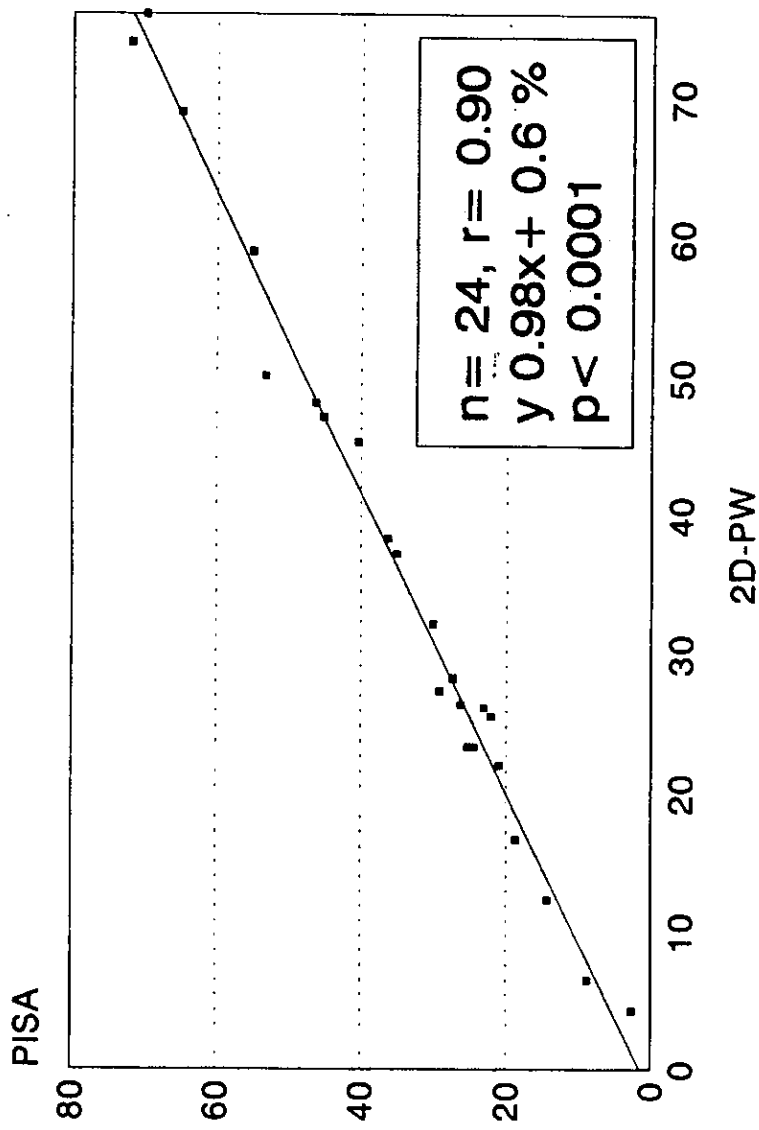


Figura 7.

**ESTA TESIS NO DEBE
DISCUSION SALIR DE LA BIBLIOTECA**

La cuantificación de la insuficiencia mitral continúa siendo una tarea difícil dentro de la cardiología clínica. Con los métodos convencionales utilizados, invasivos o no invasivos, la cuantificación de la insuficiencia mitral por lo general se realiza de manera semicuantitativa y sujeta a un gran número de variables. Así, por medio del cateterismo cardíaco, la ventriculografía nos proporciona información que depende del tamaño del ventrículo izquierdo, de lesiones valvulares asociadas, presiones de llenado y de vaciamiento, posición del catéter, cantidad y velocidad del medio de contraste radiográfico empleado, penetración radiológica y trastornos del ritmo cardíaco^{9,10}. Aún así, este método invasivo continúa utilizándose y se considera como una referencia estándar en ausencia de otro método confiable de cuantificación.

El empleo del mapeo mediante ecocardiografía Doppler-color del jet regurgitante dentro de la aurícula izquierda y la relación que guardan entre sí, se ha considerado un método fácil y confiable para la valoración semicuantitativa de la insuficiencia mitral⁶. Sin embargo, ya se ha demostrado y confirmado que no existe relación lineal entre la extensión del área del jet regurgitante dentro de la aurícula izquierda y el grado de flujo regurgitante presente. En estudios previos^{16,17} se ha demostrado que la extensión del jet regurgitante, no sólo depende del grado de flujo presente sino también del gradiente de presión entre las cavidades auricular y ventricular

izquierdas, además, es importante señalar que mínimas variaciones en las presiones con un mismo volúmen regurgitante afectan significativamente el área de extensión del jet regurgitante y esta área depende de manera importante de factores técnicos y mecánicos como son las ganancias, la frecuencia de repetición de pulsos y los filtros de velocidad ¹³.

Con el método ecocardiográfico 2D-PW, es posible cuantificar el grado de severidad de la insuficiencia mitral con gran sensibilidad; se pueden realizar determinaciones cuantitativas del volúmen regurgitante a través del cálculo del volúmen anterógrado de válvulas suficientes ó regurgitantes ²⁶⁻²⁸. Sin embargo esta valoración requiere de condiciones clínicas específicas y consume bastante tiempo. Por lo que debido a la complejidad en las metodologías hasta el momento disponibles, la cuantificación del flujo y volumen regurgitante en la aplicación clínica no es práctica y generalmente su uso se ve limitado.

Recientemente el análisis del flujo convergente proximal empleando eco Doppler-color, ha sido propuesto como un método alternativo para la cuantificación de flujos y volúmenes regurgitantes ²⁰⁻²². Este nuevo método parece atractivo debido a que el flujo convergente proximal se comporta de manera predecible en comparación a un flujo turbulento de insuficiencia valvular, que además, tiene la ventaja de ser independiente de factores físicos, mecánicos y de instrumentación ecocardiográfica ²⁹. El flujo convergente proximal se basa en el principio de conservación de la masa, el cual predice que

un fluido que converge en un orificio en una superficie plana, lo hace por un lado através de una serie de capas con áreas de superficies decrecientes y por otro, con incremento exponencial de su velocidad, asumiendo así, que estas áreas presentan una forma hemisférica, siendo ésta la descripción inicial de Recusani y cols ²¹. Esto resulta cierto en situaciones ideales, sin embargo, Utsunomiya y cols ²⁵ refiere que el flujo convergente proximal describe una forma más bien hemielíptica. Recientemente sin embargo Rodríguez y cols. ³⁰ realizó estudios in vitro que reconcilia ambas teorías.

En el estudio, investigamos bajo una situación clínica el potencial práctico del método de PISA para cuantificar el grado de severidad de la insuficiencia mitral, comparandolo con el método eco bidimensional-Doppler pulsado. Estudios clínicos previos reportan la visualización del flujo convergente proximal en el 86 % de casos con insuficiencia mitral leve y en el 100 % en los casos de insuficiencia mitral de grado moderado a severo ^{23,24}. En nuestra serie visualizamos el flujo convergente proximal en el 100 % de los casos independientemente del grado de severidad de la insuficiencia mitral. Esta diferencia es probablemente debida al uso de equipos ecocardiográficos con diferente grado de resolución.

En la figura 5 se muestran los valores obtenidos del volumen latido regurgitante (cm^3) por los métodos de PISA y Doppler pulsado, reportándose una fuerte correlación entre ambos métodos, con un coeficiente de correlación de $r = 0.91$. y una diferencia calculada por ambos métodos de $0.3 \pm 4.0 \text{ cm}^3$. La figura 6, muestra los valores

obtenidos del volumen de flujo regurgitante (cm^3/min) por ambos métodos, con un coeficiente de correlación de $r = 0.91$. y una diferencia calculada de $33 \pm 280 \text{ cm}^3/\text{min}$. La figura 7, muestra los valores de la fracción de regurgitación (%) obtenida, reportándose un coeficiente de correlación de 0.90.

Los resultados del presente estudio, indican que la cuantificación de la insuficiencia mitral por el método de PISA es un método no invasivo y cuantitativo que puede ser aplicado en la práctica clínica rutinaria para la valoración del grado de severidad e historia natural de la insuficiencia mitral.

Implicaciones clínicas. El método de PISA nos provee de una alternativa para cuantificar de manera precisa la lesión valvular. Presenta ventajas sobre todo en el paciente con jet regurgitante excéntrico dentro de la aurícula izquierda y en la valoración de disfunción de prótesis valvular mecánica por la presencia de fugas tanto valvulares como paravalvulares, en el cual el mapéo de color de la aurícula izquierda se ve limitado. El método de PISA resulta ser beneficioso tanto para la valoración del efecto de intervenciones médicas o quirúrgicas como para el seguimiento a largo plazo de estos pacientes.

CONCLUSIONES

El método de área de superficie de isovelocidad proximal (PISA) es una nueva técnica prometedora para cuantificar el grado de severidad de la insuficiencia mitral. En este estudio mostramos que el método es confiable y reproducible en pacientes con insuficiencia mitral.

Presenta ventajas sobre los métodos convencionales, ya que nos da una estimación cuantitativa de la insuficiencia mitral y no es modificado por factores físicos, mecánicos y de instrumentación ecocardiográfica. El método es simple y rápido por lo que parecer ser atractivo para ser incorporado a la práctica clínica rutinaria.

BIBLIOGRAFIA.

1. Eckber DL, Gault JH, Bouchard RL, Carliner JS, Ross J Jr: *Mechanics of left ventricular contraction in chronic severe mitral regurgitation.* Circulation 1973; 47: 1252-1259
2. Ross J Jr: *Left ventricular function an timing of surgical treatment in valvular heart disease.* Ann Intern Med 1981; 94: 498-504
3. Fifer MA, Grossman W: *Measurement of left ventricular volumes, ejection fraction, mass, an wall stress.* In Grossman W, Ed. Cardiac Catheterization angiography and intervention. 4th ed. Philadelphia. Lea & Fabiger. pp. 300-318, 1991
4. Omoto R, Yokote Y, Yakamoto S, Kyo S, Ueda K, Asano H, Namekawa K, Kasai C, Kondo Y, Koyano A: *The development of real-time two dimensional Doppler echocardiography and its clinical significance in acquired valvular disease.* Jpn Heart J 1984; 25: 325-340
5. Miyatake K, Izumi S, Okamoto M, Kinoshita N, Asonuma H, Nakagawa H: *Semiquantitative grading of severity of mitral regurgitation by real-time two-dimensional Doppler flow imaging technique.* J Am Coll Cardiol 1986; 7: 82-88
6. Helmcke F, Nanda NC, Hsiung MC, et al: *Color Doppler assessment of mitral regurgitation with orthagonal planes.* Circulation 1987; 75: 175-183
7. Quinones MA, Young JB, Waggoner AD, Ostojic MC, Ribeiro LTG, Miller RR: *Assessment of pulsed Doppler echocardiographic in detection and quantification of aortic and mitral regurgitation.* Br Heart J 1980; 44: 612-620

8. Nagle RE, Walker D, Grainger RG: *The angiographic assessment of mitral incompetence*. Clin Radiol 1968; 19: 154-160
9. Croft CH, Libscomb K, Mathis K, et al: *Limitations of qualitative angiographic grading in aortic or mitral regurgitation*. Am J Cardiol 1984; 53: 1593-1598
10. Carabello BA: *Whats exactly is 2 + to 3 + mitral regurgitation ?* J Am Coll Cardiol 1992; 19: 339-340
11. Czer LSC, Maurer G, Lin SL, et al: *Left ventricular afterload: An important determinant of mitral regurgitant jet size by color Doppler flow mapping*. Circulation 1987; 76: IV- 449
12. Bolger AF, Eigler NL, Pfaff JM, Resser KJ, Maurer G: *Computer analysis of Doppler color flow mapping images for quantitative assessment of in vitro fluid jets*. J Am Coll Cardiol 1988; 12: 450-457
13. Sahn DJ: *Instrumentation and physical factors related two visualization of stenotic and regurgitant jets by Doppler color flow imaging*. J Am Coll Cardiol 1988; 12: 1354-1365
14. Davidoff R, Wilkins GT, Thomas JD, Achorn DM, Weyman AE: *Regurgitant volumes by color flow over-estimate injected volumes in an in vitro model*. (abstrac) J Am Coll Cardiol 1987; 9: 110A.
15. Simpson JA, Valdes-Cruz LM, Sahn DJ, Murillo A, Tamura T, Chung KJ: *Doppler color flow mapping of simulates in vitro regurgitant jets: evaluation of the effects of orifice size and hemodynamic variables*. J Am Coll Cardiol 1989; 13: 1195-1207
16. Bertucci C, Valdes-Cruz LM, Recusani F: *Color flow Doppler study of the effects of afterload on spatial distribution of mitral regurgitant jets*. (abstrac) J Am Coll Cardiol 1987; 9: 67A.

17. Maciel B, Moises V, Shandas R, et al: *Effects of pressure and volume of the receiving chamber on the spatial distribution of regurgitant jets as imaged by color Doppler flow mapping. An in vitro study.* Circulation 1991; 83: 605-613
18. Cape EG, Yoganathan AP, Levin R: *Increased heart rate can cause underestimation of regurgitant jets size by color Doppler flow mapping.* J Am Coll Cardiol 1991; 17: 359A
19. Sahn DJ, Simpson IA, Murillo A, Valdes-Cruz LM: *Observations of acceleration proximal to restrictive orifices in congenital heart diseases: Important clues for the interpretation of Doppler color flow maps.* Circulation 1988; 78: II-649
20. Bargiggia GS, Recusani F, Yoganathan AP, Valdes-Cruz LM, Simpson IA: *Color flow Doppler quantitation of regurgitant flow rate using the flow convergence region proximal to the orifice of a regurgitant jet.* Circulation 1988; 78 (Suppl II): II-609
21. Recusani F, Bargiggia GS, Yoganathan AP et al: *A new method for quantification of regurgitant flow rate using color flow imaging of the flow convergence region proximal to a discrete orifice: an in vitro study.* Circulation 1991; 83: 594-604
22. Bargiggia GS, Tronconi L, Sahn DJ, et al: *A new method for quantification of mitral regurgitation based on color flow Doppler imaging of flow convergence proximal to regurgitant orifice.* Circulation 1991; 84: 1481-1489
23. Okamoto M, Tsubokura T, Nakagawa H et al: *The suction signal detected by color Doppler echocardiography in patients with mitral regurgitation: its clinical significance.* J Cardiol 1988; 18: 739-746

24. Chen C, Koschyk D, Brockhoff C, Heik S, Hamm C, Bleifeld W, Kupper W: *Noninvasive estimation of regurgitation by color imaging of acceleration flow field.* J Am Coll Cardiol 1993; 21: 374-383
25. Utsunomiya T, Ogawa T, Tang HA, et al: *Doppler color flow mapping of the proximal isovelocity surface area: a new method for measuring volume flow rate across a narrowed orifice.* J Am Soc Echo 1991; 4: 338-348
26. Ascah KJ, Stewart WJ, Jiang L, et al: *A Doppler two-dimensional echocardiographic method for quantification of mitral regurgitation.* Circulation 1985; 72: 377-385
27. Rokey R, Sterling LL, Zoghbi W: *Determination of the regurgitant fraction in isolated mitral or aortic regurgitation by pulsed Doppler two-dimensional echocardiography.* J Am Coll Cardiol 1986; 7: 1273-1278
28. Zhang Y, Ihlen H, Myhre E, Levorstad K, Hauge S: *Measurements of mitral regurgitation by Doppler echocardiography.* Br Heart J 1985; 54: 384-391
29. Utsunomiya T, Ogawa T, Doshi R, et al: *Doppler color flow "proximal isovelocity surface area" method for estimating volume flow rate effects of orifice shape and machine factors.* J Am Coll Cardiol 1991; 17: 1103-1111
30. Rodriguez L, Anconina J, Flaschskampf FA, Weyman EA, Levive RA, Thomas JD: *Impact of finite orifice size on proximal flow convergence. Implications for Doppler quantification of valvular regurgitation.* Circulation Research 1992; 70: 923-930