



# BUAP

**“Benemérita Universidad Autónoma de Puebla”  
Facultad de Medicina**

**Hospital General de Puebla.  
“Dr. Eduardo Vázquez Navarro”**



**“CORRELACIÓN ENTRE LA VELOCIMETRÍA DOPPLER DE  
LA VENA PORTA Y LA ESCALA DE CHILD-PUGH EN  
PACIENTES CON CIRROSIS”**

Tesis para obtener el Diploma de  
Especialidades en: Imagenología diagnóstica y terapéutica

Presenta:

Dra. Adriana Monserrat Ramírez Díaz

Directores

Dra. Araceli Bolaños Bravo

Jefa del Departamento de Imagenología

Dr. Jorge Manuel Ramírez Sánchez

Coordinador de Investigación

**H. Puebla de Z. FEBRERO 2021**

# ÍNDICE

Página

<b>I.- Resumen</b> .....	1
<b>II.- Antecedentes</b> .....	3
A.- Antecedentes generales.....	3
B.- Antecedentes específicos.....	14
<b>III.- Justificación</b> .....	32
<b>IV.- Definición del problema</b> .....	33
A. Párrafo de presentación.....	33
B. Pregunta.....	33
<b>V.- Hipótesis</b> .....	34
<b>VI.- Objetivos</b> .....	35
A. Objetivo general.....	35
B. Objetivos particulares.....	35
<b>VII.- Material y métodos</b> .....	36
A. Diseño del estudio.....	36
B. Definición de unidades de observación.....	36
C. Estrategia de muestreo.....	37
D. Definición de variables y escalas de medición.....	37
E. Recolección de la información.....	39
<b>VIII.- Resultados</b> .....	41
A.- Presentación de los datos.....	41
B.- Pruebas estadísticas.....	54
<b>IX.- Discusión</b> .....	56
<b>X.- Conclusiones</b> .....	59
<b>XI.- Referencias biblio-hemerográficas</b> .....	61
<b>XII.- Anexos</b> .....	67
A.- Instrumento de recolección de información.....	67
B.- Definiciones operacionales.....	68
C.- Imágenes Doppler de la vena porta en pacientes cirróticos estudiados.....	69



FECHA: FEBRERO 2021.

HOSPITAL GENERAL DE PUEBLA  
DR. EDUARDO VAZQUEZ N.  
DEPARTAMENTO DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN.  
FORMATO DE AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN DE TESIS.

INSTRUCTIVO: Este formato será elaborado en original y copia, permaneciendo el original en la Jefatura de Enseñanza y la copia en poder del autor. De faltar algunas firmas no podrá imprimirse la misma.

Por medio de la presente me dirijo al comité de investigación del Hospital General "Dr. Eduardo Vázquez N.", para informar que autorizo la impresión de tesis del protocolo denominado:

---

Con número de registro: \_\_\_\_\_  
Del Médico Residente \_\_\_\_\_

Para obtención del título de la especialidad de: \_\_\_\_\_  
Fecha: \_\_\_\_\_

Director de tesis:

\_\_\_\_\_  
Nombre Firma

Co- Director

\_\_\_\_\_  
Nombre Firma

Co-Director

\_\_\_\_\_  
Nombre Firma

**Se autoriza impresión de tesis.**

\_\_\_\_\_  
**Dra. Sandra Maldonado Castañeda.**

Fecha: febrero 2021.

**Jefa de Enseñanza.**



## **AGRADECIMIENTOS**

Dios... yo sé que fuiste tú !

Gracias por tantas bendiciones.

## Abreviaturas, siglas y acrónimos

VHC	Virus de hepatitis C
RAAS	Sistema renina-angiotensina-aldosterona
INR	International Normalized Ratio
mmHg	Milímetro de mercurio
HVPG	Gradiente de presión venosa hepática
USG	Ultrasonograma
Hz	Hertz
$f$	Frecuencia
$\lambda$	Longitud de onda
$f\lambda$	Velocidad de onda
MHz	Megahercio
kHz	Kilohertzio
RI	Índice de resistividad
PI	Índice de pulsatilidad
s	Segundo
cm	Centímetro
mm	Milímetro
mg	Miligramo
$\mu\text{mol}$	Micromoles
L	Litros
g	Gramos

## Lista de tablas

	Página
Cuadro 1: Estadísticos descriptivos de la edad de los pacientes con cirrosis	41
Cuadro 2: Género de los pacientes con cirrosis	42
Cuadro 3 Etiología de la cirrosis en los pacientes en estudio	43
Cuadro 4: Estadísticos descriptivos del tiempo de evolución en los pacientes con cirrosis	44
Cuadro 5: Severidad de la ascitis en los pacientes con cirrosis	45
Cuadro 6: Estadísticos descriptivos de los niveles de bilirrubina en los pacientes con cirrosis	46
Cuadro 7: Estadísticos descriptivos del tiempo de protrombina en los pacientes con cirrosis	47
Cuadro 8: Severidad de la encefalopatía en los pacientes con cirrosis	48
Cuadro 9: Estadísticos descriptivos del puntaje Child Pugh en los pacientes con cirrosis	49
Cuadro 10: Severidad de la cirrosis en los pacientes con cirrosis	50
Cuadro 11: Patrón ecográfico en los pacientes con cirrosis	51
Cuadro 12: Estadísticos descriptivos del diámetro de la vena porta en los pacientes con cirrosis	52
Cuadro 13: Estadísticos descriptivos de la velocidad de la vena porta en los pacientes con cirrosis	53
Cuadro 14: Correlación del puntaje de Child Pugh con la velocidad de la vena porta	54

## Lista de figuras

	Página
Gráfica 1: Estadísticos descriptivos de la edad de los pacientes con cirrosis	41
Gráfica 2: Género de los pacientes con cirrosis	42
Gráfica 3 Etiología de la cirrosis en los pacientes en estudio	43
Gráfica 4: Estadísticos descriptivos del tiempo de evolución en los pacientes con cirrosis	44
Gráfica 5: Severidad de la ascitis en los pacientes con cirrosis	45
Gráfica 6: Estadísticos descriptivos de los niveles de bilirrubina en los pacientes con cirrosis	46
Gráfica 7: Estadísticos descriptivos del tiempo de protrombina en los pacientes con cirrosis	47
Gráfica 8: Severidad de la encefalopatía en los pacientes con cirrosis	48
Gráfica 9: Estadísticos descriptivos del puntaje Child Pugh en los pacientes con cirrosis	49
Gráfica 10: Severidad de la cirrosis en los pacientes con cirrosis	50
Gráfica 11: Patrón ecográfico en los pacientes con cirrosis	51
Gráfica 12: Estadísticos descriptivos del diámetro de la vena porta en los pacientes con cirrosis	52
Gráfica 13: Estadísticos descriptivos de la velocidad de la vena porta en los pacientes con cirrosis	53
Gráfica 14: Correlación del puntaje de Child Pugh con la velocidad de la vena porta	55

## I.- RESUMEN

### A. MARCO GENERAL DEL TRABAJO DESARROLLADO

**1.- Objetivo general:** Describir la correlación entre la velocimetría Doppler de la vena porta, con la escala de Child-Pugh en pacientes con cirrosis hepática, atendidos en el Hospital General “Dr. Eduardo Vázquez N.”, en el periodo comprendido de Enero a Diciembre de 2019.

**2.- Diseño del estudio:** Correlacional, observacional, retrospectivo, retrolectivo, transversal.

**3.- Sitio de realización:** Hospital General “Dr. Eduardo Vázquez N.” de la ciudad de Puebla

**4.- Población participante:** Pacientes con diagnóstico de cirrosis hepática.

**5.- Variables:** Edad, sexo, velocidad de vena porta, severidad de la cirrosis, etiología de la cirrosis, tiempo de evolución, ascitis, bilirrubina, tiempo de protrombina, encefalopatía, diámetro de la vena porta, patrón ecográfico.

### B. RESULTADOS OBTENIDOS

La etiología más frecuente fue alcohólica (77.8%), la severidad de la cirrosis más frecuente fue categoría B (42.2%), el diámetro de la vena porta tuvo una media de  $15.66 \pm 2.04$  milímetros, la velocidad de la vena porta tuvo una media de  $12.03 \pm 4.16$  cm/segundo, la correlación de velocidad de la vena porta y severidad por Child-Pugh es negativa y fuerte ( $r = -0.848$ ,  $p = 0.000$ ).

### C.- CONCLUSIONES RELEVANTES CON POSIBLES APLICACIONES

La velocidad de la vena porta valorada por Doppler se correlaciona negativa y fuertemente con la severidad de la cirrosis evaluada con la escala de Child-Pugh, por lo que se puede utilizar el Doppler, que es una prueba económica, sencilla y no invasiva, para determinar la severidad de la fibrosis hepática en pacientes cirróticos.

## I.- SUMMARY

### A. GENERAL FRAMEWORK OF THE WORK DEVELOPED

**1.- General objective:** To describe the correlation between the Doppler velocimetry of the portal vein, with the Child-Pugh scale in patients with liver cirrhosis, treated at the General Hospital "Dr. Eduardo Vázquez N.", in the period from January to December 2019.

**2.- Study design:** Correlational, observational, retrospective, retrolective, cross-sectional.

**3.- Place of realization:** General Hospital "Dr. Eduardo Vázquez N. " from the city of Puebla

**4.- Participating population:** Patients with a diagnosis of liver cirrhosis.

**5.- Variables:** Age, sex, portal vein speed, severity of cirrhosis, etiology of cirrhosis, time of evolution, ascites, bilirubin, prothrombin time, encephalopathy, diameter of the portal vein, ultrasound pattern.

### B. RESULTS OBTAINED

The most frequent etiology was alcoholic (77.8%), the severity of the most frequent cirrhosis was category B (42.2%), the diameter of the portal vein had a mean of  $15.66 \pm 2.04$  millimeters, the velocity of the portal vein had a mean of  $12.03 \pm 4.16$  cm / second, the correlation of portal vein velocity and severity by Child-Pugh is negative and strong ( $r = -0.848$ ,  $p = 0.000$ ).

### C.- RELEVANT CONCLUSIONS WITH POSSIBLE APPLICATIONS

Portal vein velocity assessed by Doppler is negatively and strongly correlated with the severity of cirrhosis assessed with the Child-Pugh scale, so Doppler, which is an inexpensive, simple and non-invasive test, can be used to determine the severity of liver fibrosis in cirrhotic patients.

## II.- ANTECEDENTES

### A. ANTECEDENTES GENERALES

Se ha descrito al hígado como un tejido con múltiples funciones, con una compleja fisiología; en el cual se resaltan sus funciones vasculares (dado que contiene hasta el 10% del volumen de sangre circulante y sus función de filtración sinusoidal mediante las funciones de las células de Kupffer); funciones metabólicas (dadas por el rol de los hepatocitos en el metabolismo de proteínas y otras sustancias); y funciones tanto secretoras y excretoras (por la función de la formación y excreción de bilis). El hígado es un órgano macizo, con un peso que fluctúa entre 1.4 a 1.8 kg en los varones y 1.2 a 1.4 kg en las mujeres.

El hígado esta adherido a la pared abdominal por medio de tejidos que cumplen tal función (ligamento redondo, además del ligamento suspensorio, así también los ligamentos coronales y triangulares derecho e izquierdo; el ligamento hepatogástrico y finalmente, el ligamento hepatoduodenal; a los que se añaden tanto la vena cava y el pedículo hepático, el cual a su vez está conformado por la vena porta, la arteria hepática y el conducto colédoco). La irrigación del hígado corresponde en un 75% a la vena porta y en el porcentaje restante, de la arteria hepática; sin embargo, se ha descrito que frecuentemente existen diversas variantes anatómicas. <sup>(1)</sup>

La vena porta es el vaso sanguíneo principal del hígado y suministra del 70% al 80% de la sangre que transcurre a través del hígado desde el tracto digestivo, el bazo, el páncreas y la vesícula biliar. El sistema de la vena porta transporta abundantes nutrientes al hígado, no solo para proporcionar energía para el metabolismo del hígado, sino también para sintetizar nuevas sustancias para su uso por otros tejidos. El sistema de la vena porta se compone de la vena mesentérica superior y la unión con la vena esplénica para formar la vena porta, que luego se divide en la vena porta izquierda y la rama derecha de la vena porta que ingresa en los lóbulos izquierdo y derecho del hígado, respectivamente. El

---

<sup>1</sup> Manterola C, Del Sol M, Ottone N, et al. Anatomía quirúrgica y radiológica del hígado. Fundamentos para las resecciones hepáticas. Int. J. Morphol. 2017; 35(4):1525-1539

sistema portal suministra nutrientes desde el intestino a través de la vena mesentérica superior y hormonas desde el páncreas y el bazo a través de la vena esplénica hasta el hígado, donde se produce el metabolismo de los nutrientes y la desintoxicación. <sup>(2)</sup>

Se tiene el conocimiento que la cirrosis hepática es la etapa final de las patologías hepáticas crónicas y generalmente se complica por la hipertensión portal, que se convierte en la causa más importante de morbi-mortalidad en los pacientes afectados. <sup>(3)</sup> En los últimos años, han aumentado las muertes originadas por cirrosis hepática. En el año de 1990 ocupaba el dieciochoavo lugar entre las causas mundiales de mortalidad, subiendo para el año 2013 cinco lugares para ubicarse en el lugar trece para el año 2013. En países de recursos limitados, como lo es México, la probabilidad de morir a consecuencia de la cirrosis y de sus complicaciones es mayor al uno por ciento. <sup>(4)</sup>

En los países del hemisferio occidental, las causas que originan la cirrosis hepática, en más del 90% son el abuso de la ingesta de alcohol, la hepatitis viral crónica y la enfermedad por hígado graso no alcohólico; sin embargo, a pesar de este conocimiento, un porcentaje estimado del 10% del origen de esta patología permanece sin dilucidarse. <sup>(5)</sup>

## Epidemiología mundial

La prevalencia de la cirrosis probablemente esté aumentando, debido al envejecimiento de la cohorte de hepatitis C y al aumento de la enfermedad del hígado graso. Sin embargo, la epidemiología de la cirrosis en la población general es poco conocida. Un estudio informó que aproximadamente 30,000 casos de cirrosis se diagnostican en centros de tercer nivel de atención en los Estados Unidos por año. Esto excluiría los casos

---

<sup>2</sup> Li X, Wang XK, Chen B, et al. Computational hemodynamics of portal vein hypertension in hepatic cirrhosis patients. *Bio-Medical Materials and Engineering* 2015; 26:S233–S243

<sup>3</sup> Tambala C, Secieru I. Portal hemodynamics disorders severity in liver cirrhosis assessment by duplex ultrasound. *Curierul medical* 2016, 59(1):37-40

<sup>4</sup> Carrillo R, Díaz MA, Arch E, et al. Correlación entre la clasificación Child-Pugh lactato y la mortalidad en pacientes cirróticos internados en la unidad de terapia intensiva. *Med Crit* 2016; 30(5):310-314

<sup>5</sup> Prieto JE, Sánchez S, Prieto RG, et al. Características clínicas y descompensación en pacientes con cirrosis hepática atendidos en dos centros de hepatología en la ciudad de Bogotá D.C., 2010-2014. *Rev Col Gastroenterol* 2016; 31(1):1-8

que no se diagnostican, así como los que no se derivan a un centro de atención de tercer nivel. Ningún estudio ha medido la prevalencia en la población general, aunque algunos autores estiman que el número sea quizás de 400,000 individuos, según la opinión de expertos. <sup>(6)</sup>

Esta enfermedad no es exclusiva de un grupo de edad, pudiéndose encontrarse en cualquier etapa de la vida, desde los infantes hasta los adultos mayores. Sin embargo, se ha demostrado una clara predominancia del grupo de edad entre los 40 y 60 años. Adentrándose en la epidemiología de la cirrosis hepática en el mundo, en Estados Unidos se ha reportado como la séptima causa de muerte en pacientes entre 25 y 64 años de edad y en los países de la región de Latinoamérica ocupa el 9° e incluso hasta el 5° lugar como causa de mortalidad. <sup>(7)</sup>

### Epidemiología en México

La secretaría de salud informó que, en el año 2013, fallecieron más de 23,000 personas a causa de la cirrosis en México, de estos pacientes fallecidos cerca de tres cuartas partes fueron hombres. La tasa de fallecimiento por cirrosis hepática fue del 19.6 para el total de la población; haciendo distinción entre géneros, la tasa de mortalidad fue de 30.2 para los hombres y de 9.6 para las mujeres.

Desglosando el análisis por estados, para el año 2013 hubo tres estados con cifras superiores a las 30 defunciones por 100,000 habitantes: Veracruz, Puebla y Yucatán. <sup>(8)</sup>

### Fisiopatología

---

<sup>6</sup> Scaglione S, Kliethermes S, Cao G, et al. The Epidemiology of Cirrhosis in the United States. *Journal of Clinical Gastroenterology* 2015; 49(8):690–696

<sup>7</sup> Velázquez S, Giralá M. Etiología, estadio y complicaciones de la cirrosis hepática en un hospital de referencia en Paraguay. *Rev. virtual Soc. Parag. Med. Int* 2018; 5(2):53-61

<sup>8</sup> Subsecretaría de Integración y Desarrollo del Sector Salud. Informe sobre la salud de los mexicanos 2015.

Disponible en:

[https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/64176/INFORME\\_LA\\_SALUD\\_DE\\_LOS\\_MEXICANOS\\_2015\\_S.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/64176/INFORME_LA_SALUD_DE_LOS_MEXICANOS_2015_S.pdf)

Los cambios parenquimatosos de la cirrosis debido a la compresión vascular también pueden alterar las formas de onda venosas hepáticas, para incluir el ensanchamiento espectral y la disminución de la fascicidad. A medida que avanza el proceso de la enfermedad y aumenta la constricción fibrótica o el edema parenquimatoso, disminuye la distensibilidad venosa hepática y hay una pérdida proporcional de la fascicidad. <sup>(9)</sup> Entre los pacientes cirróticos, el grosor de los tabiques fibrosos y el grado de distorsión de la arquitectura hepática afectan la presión portal y los resultados clínicos. <sup>(10)</sup>

### Fisiopatología de la hipertensión portal

La hipertensión portal es un fenómeno local con consecuencias sistémicas. Es el resultado de una serie de eventos moleculares y celulares que conducen a un aumento del flujo sanguíneo portal y la resistencia vascular. Sus causas se han estudiado ampliamente y los compromisos de los sistemas hepáticos se han clasificado en hipertensión portal extrahepática, hipertensión portal intrahepática e hipertensión portal poshepática. La cirrosis es la causa más frecuente de hipertensión portal y la principal indicación de trasplante de hígado en todo el mundo. Las alteraciones estructurales y funcionales en la cirrosis conducen a una disfunción endotelial que aumenta el tono vascular y la resistencia y explica la aparición de hipertensión portal intrahepática. Dichas alteraciones determinan el 25% de los aumentos en la resistencia vascular.

Los cambios en la circulación intrahepática y extrahepática son elementos esenciales de la fisiopatología de la hipertensión portal. La circulación intrahepática se ve afectada por eventos resultantes de la disfunción endotelial, como las alteraciones de los mecanismos reguladores vasomotores y la inflamación del hígado dañado que conducen al desarrollo de fibrosis y al desarrollo de nódulos regenerativos que comprometen la arquitectura intrahepática. <sup>(11)</sup>

---

<sup>9</sup> Schwowe RB, Katz M, Russell T, et al. The many faces of cirrhosis. *Abdom Radiol* 2019; 10.1007/s00261-019-02095-Z

<sup>10</sup> Leung JCF, Loong TCW, Pang J, et al. Invasive and non-invasive assessment of portal hypertension. *Hepatol Int* 2018; 12(Suppl 1):44-55

<sup>11</sup> Pareja JS, Restrepo JC. Diagnostic Methods in Portal Hypertension. *Rev Col Gastroenterol* 2016; 31(2):131-140

## Signos de cirrosis

En el examen físico, los pacientes con cirrosis pueden presentar nevos de araña en el tronco, la cara y los brazos, un patrón venoso prominente en el abdomen, esplenomegalia, un hígado grande y firme, con un lóbulo izquierdo prominente, eritema palmar, aumento de la circunferencia abdominal y asterixis (temblor simétrico de aleteo en la mano). Los análisis de sangre de laboratorio pueden mostrar anomalías en el panel hepático (aminotransferasas séricas, fosfatasa alcalina, bilirrubina total) y tiempo de protrombina, pero muchos pacientes con cirrosis tienen paneles hepáticos completamente normales, particularmente pacientes con enfermedad hepática avanzada, por enfermedad del hígado graso no alcohólica, consumo previo de alcohol y hemocromatosis. Se observa comúnmente trombocitopenia en pacientes con cirrosis, principalmente como resultado del secuestro esplénico. Así mismo, la disminución de las cifras de plaquetas relacionada con reducciones en los niveles de trombopoyetina o disminuciones en la producción de plaquetas en la médula ósea (p. Ej., como es visto con el consumo de alcohol) y el aumento de la destrucción de las plaquetas (p. Ej., Pacientes con virus de hepatitis C [VHC]) también causan trombocitopenia. Se debe considerar un diagnóstico de cirrosis en pacientes con trombocitopenia. Obtener un historial médico cuidadoso sobre el consumo de alcohol en el pasado y evaluar los factores de riesgo para el hígado graso (por ejemplo, diabetes, obesidad) puede respaldar aún más un diagnóstico de cirrosis. Las imágenes abdominales para evaluar el agrandamiento del hígado o el bazo pueden respaldar el diagnóstico de cirrosis en pacientes con trombocitopenia. Los signos comunes de cirrosis por imágenes incluyen fibrosis hepática, una superficie hepática nodular e irregular y evidencia de várices e hipertensión portal. <sup>(12)</sup>

Según el estudio más grande disponible hasta el momento, la cirrosis representa la cuarta causa de muerte debido a enfermedades no transmisibles en todo el mundo, y el número total de muertes por cirrosis y cáncer de hígado ha aumentado constantemente en aproximadamente 50 millones por año durante las últimas dos décadas. Esta gran tasa

---

<sup>12</sup> Flamm SL. Complications of Cirrhosis in Primary Care: Recognition and Management of Hepatic Encephalopathy. Am J Med Sci 2018; 356(3):296-303

de mortalidad se debe, en cierta medida, a un diagnóstico tardío. Una etapa asintomática de décadas de duración durante la cual no se observan signos evidentes de la enfermedad es característica de la enfermedad hepática crónica. De hecho, incluso después del inicio de la cirrosis, la enfermedad puede permanecer asintomática o "compensada" durante mucho tiempo. Sin embargo, durante este tiempo, se desarrolla progresivamente la hipertensión portal, generalmente acompañada de una disminución de la función hepatocelular. La hipertensión portal es el principal impulsor en la transición de la etapa de cirrosis compensada a la "descompensada", definida por la presencia de complicaciones clínicas, como ascitis, sangrado por varices gastroesofágicas, peritonitis bacteriana espontánea, síndrome hepatorenal y encefalopatía hepática. Otros episodios de descompensación a menudo se desencadenan por infecciones bacterianas, y están asociados con un riesgo de mortalidad muy alto. Desde un punto de vista pronóstico, la cirrosis compensada y descompensada es dramáticamente diferente y puede considerarse como dos enfermedades separadas. Además, dentro de estas dos etapas principales, se pueden identificar varias sub-etapas con riesgo variable de descompensación adicional y muerte. <sup>(13)</sup>

### Ascitis

La ascitis se constituye la causa más frecuente de descompensación en la cirrosis, ya que del 5% al 10% de los pacientes con cirrosis compensada al año desarrollan esta complicación. El pilar de la formación de ascitis es la retención renal de sodio debido a la activación de los sistemas de retención de sodio, como el sistema renina-angiotensina-aldosterona (RAAS) y sistema nervioso simpático. El balance de fluido positivo resultante finalmente conduce a la expansión del volumen de fluido extracelular. La reducción de la volemia efectiva secundaria a la vasodilatación arterial esplácnica es un determinante principal de estas alteraciones, pero las anomalías de la función renal inducidas por la inflamación sistémica también juegan un papel, especialmente en las etapas más

---

<sup>13</sup> Berzigotti A. Advances and challenges in cirrhosis and portal hypertension. BMC Medicine 2017; 15:200

avanzadas de la cirrosis. La hipertensión portal también contribuye al actuar como un factor de compartimentación del volumen de líquido extracelular expandido. <sup>(14)</sup>

### Encefalopatía

Cuando existe una falla importante del hígado, también existe una repercusión en la función cerebral. De este modo, inicialmente, la insuficiencia hepática crónica se presenta clínicamente como un comportamiento anormal y compromiso de grado variable en la cognición. En ausencia de una enfermedad preexistente, la insuficiencia hepática aguda y grave puede hacer que el cerebro se edematice, y que los pacientes entren en estado de coma y pierdan por completo la función cerebral. La encefalopatía hepática que se presenta en pacientes con patología hepática crónica es potencialmente reversible y tiene un tratamiento específico, pero la encefalopatía hepática aguda (o fulminante) de presentación súbita, y en la que existen aumentos bruscos en los niveles de amoníaco en sangre es más difícil de controlar debido al edema cerebral difuso y la lesión estructural del tronco encefálico. Aunque el inicio de la encefalopatía hepática rara vez se puede identificar clínicamente, es un hito clínico en pacientes con enfermedad hepática avanzada, que indica invariablemente un empeoramiento de la condición médica. La encefalopatía hepática grave en pacientes con cirrosis se asocia con una mortalidad de más del 50% solo en el primer año. <sup>(15)</sup>

### Clasificación Child-Pugh

La clasificación de Child-Pugh, que incluye bilirrubina total, albúmina, índice internacional normalizado o tiempo de protrombina, encefalopatía hepática y ascitis, es el sistema de puntuación más utilizado para evaluar el pronóstico de la cirrosis hepática. Dos de las cinco variables son subjetivas (encefalopatía hepática y ascitis), y las tres variables restantes se obtienen de pruebas de laboratorio. <sup>(16)</sup>

---

<sup>14</sup> European Association for the Study of the Liver. EASL Clinical Practice Guidelines for the management of patients with decompensated cirrhosis. *Journal of Hepatology* 2018; 69:406–460

<sup>15</sup> Wijdicks EFM. Hepatic Encephalopathy. *New England Journal of Medicine* 2016; 375(17):1660–1670

<sup>16</sup> Peng Y, Qi X, Dai J, et al. Child-Pugh versus MELD score for predicting the in-hospital mortality of acute upper gastrointestinal bleeding in liver cirrhosis. *Int J Clin Exp Med* 2015; 8(1):751-757

Tabla 1: Clasificación de Child-Pugh

Factor	Unidades	Puntos para el score total		
		1	2	3
Bilirrubina sérica	μmol/L	<34	34-51	>51
	mg/dL	<2.0	2.0-3.0	>3.0
Albúmina sérica	g/L	>35	30-35	<30
	g/dL	>3.5	3.0-3.5	<3.0
Tiempo de protrombina	Segundos prolongados	<4	4-6	>6
	INR	<1.7	1.7-2.3	>2.3
Ascitis		Ninguna	Fácilmente controlada	Pobremente controlada
Encefalopatía hepática		Ninguna	Mínima	Avanzada

Fuente: Jithin G, Yeshavanth G. Correlation between APRI Index, MELD Score and Child Pugh Score in Cirrhosis of Liver. *JMSCR* 2018; 6(5):548-553

La puntuación de Child-Pugh se calcula sumando las puntuaciones de los cinco factores y puede variar de 5 a 15. La clase resultante de Child-Pugh puede ser A (una puntuación de 5-6), B (7-9) o C (> 10). La descompensación indica cirrosis, con un puntaje de Child-Pugh > 7 (clase B).<sup>(17)</sup>

#### Supervivencia según clasificación Child-Pugh

Los pacientes con cirrosis que pertenecen a diferentes clases tienen diferentes posibilidades de supervivencia. Los porcentajes de supervivencia de los pacientes pertenecientes a la clase A, clase B y clase C durante un año son del 95%, 80% y 40%, respectivamente. Los porcentajes de supervivencia de los pacientes pertenecientes a la clase A, clase B y clase C durante dos años son del orden del 90%, 70% y 38%.<sup>(18)</sup> Una

<sup>17</sup> Jithin G, Yeshavanth G. Correlation between APRI Index, MELD Score and Child Pugh Score in Cirrhosis of Liver. *JMSCR* 2018; 6(5):548-553

<sup>18</sup> Sebastian A, Varghese SM. Fuzzy Logic for Child-Pugh classification of patients with Cirrhosis of Liver. 2016 International Conference on Information Science (ICIS) 2016; 168-171

revisión sistemática determinó que la supervivencia media fue  $\leq 6$  a meses en pacientes con cirrosis descompensada y una puntuación de Child-Pugh  $\geq 12$ .<sup>(19)</sup>

### Limitaciones del puntaje Child-Pugh

A pesar de su desempeño, el puntaje de Child-Pugh tiene límites. Primero, la ascitis y la encefalopatía hepática solo se evalúan mediante un examen clínico, lo que puede hacer que la calificación sea subjetiva. El clínico puede ayudarse al realizar una ecografía abdominal, pero el uso de estos exámenes para clasificar las variables no es consensuado. De hecho, la ascitis limitada a la región perihepática y el fondo de Douglas pueden ser clasificados como mínimos por un médico y moderados por otro. Esta incertidumbre podría hacer que la puntuación del paciente cambie del grupo B al grupo C, por ejemplo. Además, las variables biológicas fluctúan de acuerdo con la presencia de un estado séptico, de trastornos de la coagulación (en el caso de una hemorragia digestiva, por ejemplo), de la perfusión de albúmina (en el caso de una punción de ascitis, un relleno para la insuficiencia renal). En segundo lugar, los umbrales para las variables continuas se propusieron arbitrariamente y no por prueba estadística. Finalmente, la medición de protrombina está sujeta a variaciones entre laboratorios, lo que lleva a algunos autores a sugerir la adopción de un puntaje de Child-Pugh basado en el Índice Internacional Normalizado (INR) para estandarizar la medición.<sup>(20)</sup>

### Predictores de descompensación

En la cirrosis compensada, los principales predictores asociados con el riesgo de descompensación son la presencia de hipertensión portal clínicamente significativa definida como gradiente de presión venosa hepática  $\geq 10$  mmHg y la presencia de varices gastroesofágicas. Los pacientes con gradiente de presión venosa hepática  $\geq 10$  mmHg tienen más probabilidades de descompensarse y desarrollar carcinoma hepatocelular y cuando el gradiente de presión venosa hepática aumenta a 10–12 mmHg, pueden

---

<sup>19</sup> Valenzuela V, Salazar M, Cheng L, et al. Comparación del valor pronóstico de mortalidad del Score Child Pugh y los modelos de pronóstico de enfermedad hepática crónica en pacientes con cirrosis hepática descompensada del Hospital Nacional Cayetano Heredia, Lima-Perú. *Rev Gastroenterol Peru.* 2015; 35(4):307-312

<sup>20</sup> Artru F, Louvet A. Admission des patients cirrhotiques en réanimation : le score de Child-Pugh est-il un outil pertinent? *Réanimation* 2015; 24:389–397

desarrollarse y sangrar las varices gastroesofágicas. Tanto la medición del gradiente de presión venosa hepática como la endoscopia son los métodos estándar de oro para diagnosticar la presencia de hipertensión portal clínicamente significativa y detectar la presencia de varices, respectivamente. Sin embargo, estas son herramientas invasivas y no están libres de complicaciones, aunque son muy poco frecuentes y, en el caso de las mediciones de gradiente de presión venosa hepática, solo están disponibles en centros especializados. <sup>(21)</sup>

### Evaluación de la presión portal

La hipertensión portal se evalúa mediante métodos invasivos y no invasivos. Los métodos invasivos son la presión directa de la vena porta y la medición del gradiente de presión venosa hepática (HVPG). Los métodos no invasivos son la ecografía, la evaluación Doppler espectral y en color, la tomografía computarizada y la resonancia magnética. HVPG se considera el estándar de oro para el diagnóstico de hipertensión portal y actualmente es el parámetro más utilizado para la presión del portal. La medición de HVPG es invasiva y costosa, con potencial de complicaciones en cirróticos con coagulopatía. El ultrasonido Doppler es un método seguro, libre de radiación, indoloro, económico y repetible, que es bien aceptado por los pacientes. <sup>(22)</sup>

### Ultrasonografía en la evaluación de cirrosis hepática

El USG convencional se considera una técnica de imagen de primera línea para la evaluación inicial de pacientes con enfermedad hepática sospechada o establecida, y / o el control de la enfermedad hepática difusa y sus complicaciones. <sup>(23)</sup> Además de la evaluación de la textura, el tamaño y la superficie del hígado, se usa Doppler de onda pulsada para evaluar el flujo sanguíneo en la vena porta. La hipertensión portal puede conducir a una velocidad máxima reducida y, en etapas avanzadas, flujo inverso. El

---

<sup>21</sup> Pons M, Augustin S, Genescà J. Risk Stratification with Noninvasive Tools in Patients with Compensated Cirrhosis. *Curr Hepatology Rep* 2017; 16:228–236

<sup>22</sup> Antil N, Sureka B, Mittal MK, et al. Hepatic Venous Waveform, Splenoportal and Damping Index in Liver Cirrhosis: Correlation with Child Pugh's Score and Oesophageal Varices. *J Clin Diagn Res* 2016; 10(2):TC01-TC05

<sup>23</sup> Mahajan M, SharMa P, Gupta P, et al. Diagnostic Value of Doppler Ultrasonography in Non-invasive Diagnosis of Chronic Liver Disease and Portal Hypertension. *International Journal of Anatomy, Radiology and Surgery* 2016; 5(4):RO01-RO05

Doppler de onda pulsada se acepta como una técnica clínica estándar para la estimación de la velocidad máxima en la vena porta, con una sensibilidad y especificidad del 95% para el diagnóstico de hipertensión portal. <sup>(24)</sup>

La vena porta está formada por la confluencia de la vena esplénica y la vena mesentérica superior, y es responsable de aproximadamente el 70% del flujo sanguíneo hepático. En condiciones normales, su flujo es hepatopetal (hacia el hígado) y anterógrado, y los valores de la escala de Doppler pulsado se codifican como positivos (el flujo se aproxima a la sonda). En individuos en ayunas, tiene una velocidad relativamente constante, de aproximadamente 18 cm/s  $\pm$  5 cm/s. El flujo puede presentar una ligera modulación respiratoria y cardíaca, sin embargo, se considera un hallazgo patológico una marcada variación o inversión del flujo. En individuos sanos, respirando con calma, la vena porta tiene un área de sección ovalada y calibre entre 7-13 mm. <sup>(25)</sup>

---

<sup>24</sup> Brandt AH, Moshavegh R, Hansen KL, et al. VECTOR FLOW IMAGING COMPARED WITH PULSE WAVE DOPPLER FOR ESTIMATION OF PEAK VELOCITY IN THE PORTAL VEIN. *Ultrasound Med Biol* 2018; 44(3):593-601

<sup>25</sup> Ruano CA, Lourenço J, Vieira L, et al. Avaliação eco-doppler na cirrose hepática. *ACTA RADIOLÓGICA PORTUGUESA* 2015; 105(XXVI):21-26

## B. ANTECEDENTES ESPECÍFICOS

### Hemodinámica portal-hepática

En un estudio realizado por Bolognesi et al, el flujo portal que perfundía el hígado por gramo de tejido hepático fue menor en pacientes con cirrosis alcohólica en comparación con pacientes con cirrosis viral. Por otro lado, a pesar de un grado similar de gravedad de la enfermedad, el peso del hígado fue mayor en la cirrosis alcohólica. Estos hallazgos sugieren una distorsión sinusoidal más marcada y la consiguiente resistencia sinusoidal más alta en la cirrosis alcohólica. De hecho, los pacientes con enfermedad hepática relacionada con el alcohol muestran una reducción marcada en el área sinusoidal relativa en comparación con los pacientes con cirrosis no alcohólica. Además, solo en pacientes con cirrosis relacionada con el alcohol y área sinusoidal marcadamente reducida, la presión portal se correlacionó inversamente con el área sinusoidal; este no fue el caso en pacientes con enfermedad hepática no alcohólica. Estos datos están respaldados por otro estudio en el que se evaluó el flujo sanguíneo del tejido venoso portal en cirrosis de diferentes etiologías mediante tomografía computarizada. En la cirrosis relacionada con el alcohol, el flujo sanguíneo venoso portal y del tejido hepático total fue significativamente menor en comparación con la cirrosis relacionada con el virus de la hepatitis C. <sup>(26)</sup>

El flujo sanguíneo inverso es un índice pronóstico negativo en pacientes con cirrosis hepática. Generalmente se asocia con el tránsito de sangre desde la vena porta hacia derivaciones extrahepáticas o con la aparición de ascitis. El flujo hepatofugal es un rasgo característico de la cirrosis alcohólica, mientras que no se observa comúnmente en la cirrosis viral. En pacientes con cirrosis relacionada con el alcohol, el flujo sanguíneo portal de inversión se correlaciona con un grado más grave de insuficiencia hepática. La razón por la cual el flujo sanguíneo inverso tiene una mayor prevalencia en la cirrosis hepática alcohólica puede relacionarse, al menos en cierta medida, con la asociación entre la etiología relacionada con el alcohol y las derivaciones sistémicas portal y la fibrosis pericentral.

En pacientes con hipertensión portal, se desarrollan colaterales porto-sistémicas como consecuencia del aumento de la resistencia al flujo. Una vena paraumbilical patente es una colateral porto-sistémica común en la cirrosis y su prevalencia es significativamente mayor en pacientes con cirrosis relacionada con el alcohol en comparación con aquellos con cirrosis viral. Por otra parte, Le Moine y colaboradores, citados por Wijdicks et al. encontraron que la prevalencia de hemorragia por varices fue mayor en pacientes con cirrosis alcohólica en comparación con aquellos con cirrosis viral. Además, la gravedad del síndrome hiperdinámico parece variar entre pacientes con cirrosis de diferentes etiologías. Un estudio que incluyó pacientes con cirrosis alcohólica y relacionada con el virus de la hepatitis C mostró que la vasodilatación arterial esplácnica es más marcada en el grupo alcohólico. Como se esperaba, en ambos grupos el gasto cardíaco fue mayor y la resistencia vascular sistémica menor en comparación con los voluntarios sanos, pero las modificaciones patológicas fueron más pronunciadas en el grupo alcohólico. Además, el índice de congestión hepática medido por ultrasonido se incrementó solo en pacientes alcohólicos con cirrosis y ascitis. <sup>(26)</sup>

### Ondas de sonido y ultrasonido

Las ondas sonoras son ondas longitudinales, que hacen que las partículas y la energía se muevan (se propaguen) a través de un medio (el que puede ser un gas, líquido o sólido). Esto contrasta con las ondas transversales, que son como las ondas causadas por la caída de una piedra en un balde de agua. En el ejemplo de la ondulación del agua, la energía de las olas se mueve a través de la superficie del agua, pero las partículas de agua no se propagan, simplemente se mueven verticalmente hacia arriba y hacia abajo.

La propagación de ondas sonoras es un concepto familiar que encontramos con frecuencia en la vida diaria. El sonido viaja por el aire, el agua y el suelo. La energía del sonido causa compresión y rarefacción de las moléculas en el material a través del cual viaja. Estas compresiones y rarefacciones se muestran gráfica y matemáticamente como una onda sinusoidal. Las ondas de ultrasonido y las ondas de sonido audibles se

---

<sup>26</sup> Bolognesi M, Verardo A, Pascoli M. Peculiar characteristics of portal-hepatic hemodynamics of alcoholic cirrhosis. *World J Gastroenterol* 2014; 20(25): 8005-8010

comportan de manera similar. Viajan (se propagan), reflejan (hacen eco) y se absorben en diversos grados según el material con el que interactúan. Para el ultrasonido clínico, el sonido dentro de la onda de eco que recibe el transductor de ultrasonido se traduce en una imagen, con brillo (modo B) proporcional a la amplitud de la reflexión. Las características matemáticas de una onda sinusoidal son la amplitud, la frecuencia y la longitud de onda. La amplitud es la altura de una ola, que puede considerarse como un corolario de la intensidad del sonido. La velocidad de onda se puede calcular como el producto de la frecuencia ( $f$ ) y la longitud de onda ( $\lambda$ ): velocidad de onda =  $f\lambda$ . Cuanto mayor es la frecuencia del sonido, menor es la longitud de onda. La frecuencia se informa en hertz (Hz), que representa el número de ciclos de onda por segundo:  $f = \text{ciclos} / \text{segundo}$ . Una onda de 1 Hz tiene un ciclo por segundo. Una onda de 1 MHz (1,000,000 Hz) tiene un millón de ciclos por segundo. El espectro auditivo normal (20 Hz – 20,000 kHz) incluye frecuencias muy inferiores a las utilizadas en aplicaciones ultrasónicas. <sup>(27)</sup>

### Efecto Doppler

Doppler propuso por primera vez el efecto en 1842 en su tratado "Über das farbige Licht der Doppelsterne und einiger anderer Gestirne des Himmels" (Sobre la luz coloreada de las estrellas binarias y algunas otras estrellas del cielo). La hipótesis fue probada para ondas de sonido por Buys Ballot en 1845. Confirmó que el tono del sonido era más alto que la frecuencia emitida cuando la fuente de sonido se acercó a él y más baja que la frecuencia emitida cuando la fuente de sonido se alejó de él.

Hippolyte Fizeau descubrió independientemente el mismo fenómeno en las ondas electromagnéticas en 1848 (en Francia, el efecto a veces se llama "l'Effet Doppler-Fizeau" pero ese nombre no fue adoptado por el resto del mundo ya que el descubrimiento de Fizeau fue tres años después del de Doppler).

Craig Bohren señaló en 1991 que algunos libros de texto de física afirman erróneamente que la frecuencia observada aumenta a medida que el objeto se acerca a un observador

---

<sup>27</sup> Orosco RK, Orloff LA. Physics and Principles of Ultrasound. En: Welkoborsky HJ, Jecker P. Ultrasonography of the Head and Neck. Germany: Springer Verlag 2019

y luego disminuye solo cuando el objeto pasa al observador. En la mayoría de los casos, la frecuencia observada de un objeto que se aproxima disminuye monotónicamente desde un valor superior a la frecuencia emitida, a través de un valor igual a la frecuencia emitida cuando el objeto está más cerca del observador y a valores cada vez más bajos de la frecuencia emitida a medida que el objeto retrocede el observador. Bohren propuso que este error común podría ocurrir porque la intensidad del sonido aumenta a medida que un objeto se acerca a un observador y disminuye una vez que pasa y se aleja del observador y que este cambio de intensidad se percibe erróneamente como un cambio de frecuencia. Los niveles más altos de presión sonora provocan una pequeña disminución en el tono percibido en los sonidos de baja frecuencia y un pequeño aumento en el tono percibido para los sonidos de alta frecuencia. <sup>(28)</sup>

### Ultrasonido Doppler

El efecto Doppler (o cambio Doppler), llamado así por el físico austriaco Christian Doppler que lo propuso en 1842 en Praga, es el cambio en la frecuencia de una onda para un observador que se mueve en relación con la fuente de la onda. Los cambios relativos en frecuencia pueden explicarse de la siguiente manera. Cuando la fuente de las ondas se mueve hacia el observador, cada cresta de onda sucesiva se emite desde una posición más cercana al observador que la onda anterior. Por lo tanto, cada ola tarda un poco menos de tiempo en llegar al observador que la ola anterior. Por lo tanto, el tiempo entre la llegada de crestas de onda sucesivas al observador se reduce, lo que provoca un aumento en la frecuencia. Mientras viajan, se reduce la distancia entre frentes de olas sucesivos; entonces las ondas "se juntan".

Por el contrario, si la fuente de ondas se aleja del observador, cada onda se emite desde una posición más alejada del observador que la onda anterior, por lo que el tiempo de llegada entre sucesivas ondas aumenta, reduciendo la frecuencia.

---

<sup>28</sup> Petrescu F. Improving Medical Imaging and Blood Flow Measurement by using a New Doppler Effect Relationship. American Journal of Engineering and Applied Sciences 2015; 8(4):582-588

La distancia entre frentes de olas sucesivos aumenta, por lo que las olas se "extienden". Para las ondas que se propagan en un medio, como las ondas sonoras, la velocidad del observador y de la fuente es relativa al medio en el que se transmiten las ondas. Por lo tanto, el efecto Doppler total puede ser el resultado del movimiento de la fuente, el movimiento del observador o el movimiento del medio. Cada uno de estos efectos se analiza por separado.

Para las ondas que no requieren un medio, como la luz o la gravedad en la relatividad general, solo debe considerarse la diferencia relativa de velocidad entre el observador y la fuente.

El cambio en la frecuencia es proporcional a la velocidad de la interfaz en movimiento:

$$\frac{\text{cambio de frecuencia } (f - f^1)}{\text{frecuencia original } (f)} = 2x \frac{\text{velocidad de la interface } (v)}{\text{velocidad del sonido } (c)}$$

La frecuencia de desplazamiento Doppler también está relacionada con el coseno del ángulo entre la sonda y el vaso que se está evaluando:

$$(f-f1)/(f)=2x(v/c)\cos\theta$$

El coseno de 90 grados es 0, por lo tanto, no habrá señal Doppler cuando la sonda esté perpendicular al vaso. Idealmente, la sonda debe colocarse de tal manera que el flujo del vaso esté directamente hacia ella. En la práctica, esto es difícil, y si se requiere medir la velocidad, se puede usar un ángulo inferior a 60 grados junto con la función de corrección del ángulo en la máquina de ultrasonido. <sup>(29)</sup>

La velocidad máxima de flujo de un vaso sanguíneo se evalúa típicamente mediante ecografía Doppler. En una investigación típica de ultrasonido Doppler, las partículas de

---

<sup>29</sup> Martin DJ, Wells ITP, Goodwin CR. Physics of ultrasound. Anaesthesia & Intensive Care Medicine 2015; 16(3):132–135

sangre que se mueven a una velocidad  $V_m$  se encuentran con ráfagas de frecuencia de ultrasonidos  $f_t$ , que se transmiten cada segundo  $T_{PRI}$ . Los ecos retrodispersados por las partículas experimentan un cambio de fase que, en comparación con  $T_{PRI}$ , produce el cambio de frecuencia descrito por la ecuación Doppler:

$$f_m = f_t \frac{V_m}{c} 2\cos(\theta)$$

En la cual  $c$  y  $\theta$  son la velocidad del sonido y el ángulo de haz a flujo, respectivamente, y el factor "2" representa los ángulos iguales de envío-recepción del Doppler. La señal recibida, que se compone de las contribuciones de todos los dispersores que se mueven en el volumen de muestra investigado, se procesa mediante análisis espectral y se presenta como un espectrograma. Las velocidades máximas de la sangre generalmente se evalúan localizando la frecuencia que corresponde a un umbral de potencia que se establece heurísticamente en relación con el nivel de ruido o con un porcentaje de la potencia espectral total. En consecuencia, la frecuencia máxima seleccionada es normalmente menor que la frecuencia máxima verdadera. Además, esta frecuencia no corresponde a la velocidad máxima verdadera por la ecuación Doppler, porque debe corregirse para la ampliación espectral por un factor que depende de la geometría del transductor y el ángulo Doppler. Tales procedimientos a menudo producen estimaciones de velocidad inexactas con reproducibilidad y confiabilidad reducidas. <sup>(30)</sup>

#### Técnica de ultrasonido Doppler de onda continua

El principio de los cambios de frecuencia causados por un reflector en movimiento se utiliza para medir la velocidad del flujo sanguíneo. El ultrasonido se irradia continuamente al cuerpo a una frecuencia entre 2 y 10 MHz desde un cristal de cuarzo. Los componentes diminutos de la energía son reflejados por el tejido, las paredes de los vasos e incluso las superficies de los componentes de la sangre corpuscular y son recogidos por un segundo cristal. El ultrasonido detectado se alimenta a un llamado mezclador donde se compara

---

<sup>30</sup> Ricci S, Matera R, Tortoli P. An improved Doppler model for obtaining accurate maximum blood velocities. *Ultrasonics* 2014; 54(7):2006–2014

con la frecuencia de transmisión. Dado que no hay diferencia entre las frecuencias del sonido reflejado desde las superficies reflectoras estáticas a la frecuencia del sonido transmitido, el mezclador no detectará ninguna diferencia entre ellas.

Sin embargo, las células sanguíneas en movimiento reflejan el sonido irradiado a una frecuencia diferente según el principio Doppler. Cuanto mayor sea la velocidad de flujo, mayor será la diferencia entre la frecuencia del sonido reflejado y la frecuencia del sonido irradiado. Con una frecuencia de transmisión de 5 MHz y una velocidad de 10 cm / s, la frecuencia del ultrasonido cambia de 5,00,000 a 5,00,044 MHz. Para determinar la diferencia, las frecuencias transmitidas y recibidas se superponen de modo que alternan entre coincidencia y no coincidencia como resultado de la ligera diferencia en las longitudes de onda. Al mismo tiempo, la amplitud siempre aumenta por adición cuando ambas señales están exactamente en fase, es decir, tienen la misma polaridad. Por otro lado, si la frecuencia del ultrasonido tiene una amplitud positiva mientras que la otra señal es negativa, el resultado neto es la extinción. Esto produce una nueva frecuencia que corresponde exactamente a la diferencia entre la frecuencia de ultrasonido transmitida y la frecuencia de ultrasonido recibida. En el ejemplo aquí, la diferencia es de 440 Hz, que se puede escuchar como un aullido o un silbido en el altavoz.

Dado que la sangre fluye a un ritmo casi uniforme en las venas, el ruido proveniente del dispositivo durante un examen venal es un aullido casi constante. Por otro lado, la pulsación del flujo en las arterias hace que el tono del sonido se hinche y disminuya a medida que la frecuencia Doppler cambia con el ciclo cardíaco.

Aunque este dispositivo Doppler, el más simple, solo proporciona información acústica sobre los comportamientos de flujo, puede usarse para numerosas aplicaciones en diagnóstico angiológico. Dado que la señal acústica de este dispositivo corresponde simplemente a la diferencia entre la frecuencia transmitida y recibida, es posible sacar conclusiones solo sobre la velocidad del flujo, no sobre la dirección del flujo. Tanto un flujo sanguíneo hacia la sonda como un flujo sanguíneo alejado de ella pero con una velocidad de flujo idéntica producirán un cambio de frecuencia idéntico. Por lo tanto, esta

técnica se llama "no direccional". Los sistemas Doppler que indican la dirección del flujo tienen una gama más amplia de aplicaciones. El sistema de procesamiento de señales de estos dispositivos puede detectar la dirección del flujo en relación con la sonda y mostrarla como una curva de velocidad en la pantalla o la impresora. Por lo general, estos Dopplers direccionales están polarizados de modo que los flujos hacia la sonda se muestran arriba y los flujos alejados de la sonda se muestran debajo de la línea cero en la pantalla. Sin embargo, esta disposición puede invertirse. <sup>(31)</sup>

### Índices de forma de onda

Los índices de forma de onda se derivan de una combinación de algunas características dominantes de la forma de onda. Los índices que tienen el mismo nombre o nombres similares en la literatura se definen ocasionalmente de manera diferente, por lo que un primer paso es verificar la definición de cualquier índice que se utilizará. En la práctica, solo se utilizan en gran medida dos clases de índice, las relacionadas con el grado de flujo diastólico y otras relacionadas con el ensanchamiento espectral. La variación en el tiempo de la velocidad máxima mostrada en un espectrograma se usa comúnmente como fuente de datos para la derivación de un índice. Dado que la velocidad máxima no siempre es evidente en un espectrograma, algunos analizadores producen una traza que está estrechamente relacionada con la traza de velocidad máxima. Un ejemplo es una traza que muestra el límite de velocidad superior por debajo del cual los componentes de velocidad contienen siete octavos de la potencia de la señal Doppler.

También se emplea la forma de onda de velocidad media (forma de onda de velocidad media). Para calcular la velocidad media en cada instante, se utilizan los valores de velocidad y las intensidades de la señal para cada componente de velocidad en el espectro instantáneo. La velocidad media se usa junto con el área de la sección transversal del vaso para calcular la tasa de flujo sanguíneo. Sin embargo, es difícil medir la velocidad media con precisión y hay varios otros problemas asociados con el cálculo de los caudales.

---

<sup>31</sup> Dudwiesus H. Physical and Technical Principles of Doppler Sonography. En: Deeg KH. Doppler Sonography in Infancy and Childhood. Germany: Springer International Publishing Switzerland; 2015. 7-9

Como el ángulo haz-vaso no siempre se conoce, las formas de onda o los espectrogramas no se corregirán por ángulo. Por lo tanto, los índices se definen involucrando relaciones de velocidades. En tal proporción, los factores de ángulo aparecen tanto en la parte superior como en la inferior y, por lo tanto, se cancelan entre sí, de modo que el índice es independiente del ángulo del haz. Los errores también se reducen promediando los índices calculados durante varios ciclos cardíacos. <sup>(32)</sup>

#### Adquisición de imagen Doppler a color

Dado que estas imágenes son compuestas de información anatómica en escala de grises e información de velocidad media codificada por color, se utilizan dos conjuntos diferentes de pulsos de ultrasonido. Los "pulsos en escala de grises" están dirigidos paralelos a los bordes de la imagen. Estos pulsos utilizan la frecuencia de transmisión más alta disponible que puede penetrar hasta la profundidad de imagen especificada. Se utiliza un conjunto completo de pulsos en escala de grises para abarcar todo el campo de visión y adquirir la imagen en escala de grises 2D. Los "pulsos de velocidad" se dirigen paralelos a los bordes del cuadro de color especificado por el ecografista. La caja de color se puede dirigir para obtener ángulos Doppler que demuestren mejor el flujo, en cuyo caso los pulsos de escala de grises y velocidad no serán paralelos entre sí. Los pulsos de velocidad típicamente tendrán frecuencias de transmisión que son significativamente más bajas que las usadas para los pulsos en escala de grises, a fin de minimizar los efectos de la atenuación en los ecos muy débiles reflejados por la sangre. Se pueden ajustar las frecuencias de transmisión para ambos conjuntos de pulsos.

El cuadro de color se puede visualizar como una matriz de volúmenes de muestra Doppler. Un conjunto de ~ 10 pulsos se dirige hacia abajo en cada columna de volúmenes de muestra ("línea de color") para determinar la velocidad media en cada uno, en comparación con los ~ 100 pulsos utilizados para cada espectro en modo dúplex. Este conjunto de datos de pulso-eco limitado no es suficiente para determinar todos los

---

<sup>32</sup> McDicken WN. Physics: Principles, Practice and Artefacts. En: Pozniak MA, Allan PL. Clinical Doppler Ultrasound. Tercera Edición. España: Elsevier; 2014. 1-25

componentes de la velocidad (por ejemplo, la velocidad máxima), pero se pueden usar los algoritmos de autocorrelación para determinar la media, la dirección, la varianza y la potencia de la velocidad. Sin embargo, el número limitado de pulsos de velocidad por línea de color permite obtener velocidades de cuadros Doppler de color más altas. La densidad de los pulsos de velocidad a través del cuadro de color también se reduce en comparación con los pulsos en escala de grises para promover velocidades de cuadro Doppler de color más altas. Sin embargo, esto también da como resultado una resolución espacial (lateral) de color limitada. Se utilizan conjuntos de pulsos de velocidad para interrogar todas las líneas de color a través del cuadro de color completo, estimando así la velocidad media en todas las ubicaciones dentro del cuadro de color. Dependiendo de la frecuencia de cuadro Doppler de color y la frecuencia cardíaca del paciente, se pueden obtener ~ 3–15 cuadros durante cada ciclo cardíaco, por lo que se pueden observar cambios en el flujo sanguíneo pulsátil en una secuencia de imágenes Doppler en color.

Después de la adquisición de todos los ecos de velocidad y escala de grises para una imagen, el escáner debe analizar todas las ubicaciones dentro del cuadro de color para determinar si hay sangre circulando. Si es así, se muestra información de velocidad codificada por colores. De lo contrario, se supone que está presente tejido blando y se muestra información en escala de grises. Este algoritmo de discriminación del tejido sanguíneo considera múltiples variables que pueden incluir la velocidad media, la varianza de la velocidad, la potencia espectral y la amplitud del eco. Los diferentes aspectos del proceso de discriminación del tejido sanguíneo a menudo se integran con controles que el usuario del sistema puede ajustar para reducir los artefactos y optimizar la apariencia de la imagen, por ejemplo, filtro de pared, ganancia de color y prioridad de escritura de color. <sup>(33)</sup>

### Detección de flujo sanguíneo, dirección y perfil de velocidad

El ultrasonido espectral Doppler puede generar una amplia gama de datos hemodinámicos. Tales como, existente del flujo sanguíneo, la tendencia del flujo y la

---

<sup>33</sup> Hangiandreou NJ, Strissel NL. Principles of Color and Power Doppler in Neck Ultrasound Imaging. *Advanced Thyroid and Parathyroid Ultrasound* 2017; 49–58

velocidad del flujo. Primero, la detección de flujo. La determinación de la existencia de flujo sanguíneo es una de las más utilizadas de la ecografía Doppler médica, la detección de la presencia de flujo sanguíneo a través de un mapa de flujo de color bidimensional con Doppler dúplex. Sin embargo, se debe tener precaución al interpretar la falla al descubrir el cambio de frecuencia Doppler ya que en estas situaciones el flujo puede existir pero no dentro del rango de sensibilidad del dispositivo Doppler.

Segundo, la dirección del flujo. La demodulación del mecanismo permite localizar la dirección del flujo. Dos tipos de dirección del flujo, hacia adelante y hacia atrás, que se muestran en la parte opuesta (lado) de la línea de base cero. La dirección del flujo de la sangre en los vasos proporciona a los médicos e investigadores importantes datos e información hemodinámicos. La dirección del flujo sanguíneo registrada a través de la exploración de flujo Doppler puede diferir al considerar el lugar de la sonda de ultrasonido médico y el ángulo del haz de ultrasonido transmitido. La dirección del flujo sanguíneo se conoce como anterógrado (el flujo estaría en dirección hacia) cuando el flujo se dirige con circulación normal y las ondas espectrales por encima de la línea de base, mientras que el flujo retrógrado (flujo sanguíneo estaría en la dirección adversa) cuando está en contra de la normal circulación y las formas de onda espectrales debajo de la línea de base. Además, tanto el anterógrado como el retrógrado pueden estar lejos o hacia la sonda.

Finalmente, el perfil de velocidad de flujo. El rango de forma espectral Doppler puede referirse al perfil de velocidad de flujo, por lo que el espectro puede ampliarse cuando el rango espectral es amplio o ancho, pero el espectro puede estrecharse cuando el rango espectral es delgado o fino. El estrechamiento espectral generalmente se refiere a un tapón o velocidad de sangre plana ya que la sangre se mueve a una velocidad idéntica, este caso también se puede mostrar en grandes vasos. Además, el estrechamiento espectral es notable cuando el tamaño o el volumen de la muestra es menor que la luz. En contraste, el ensanchamiento espectral se observa con flujo parabólico donde la

sangre fluye a un amplio rango de velocidades y hace un amplio rango de desplazamiento Doppler. <sup>(34)</sup>

### Velocidad sanguínea y espectro de Doppler

El flujo sanguíneo acelerado conduce a una modulación de frecuencia adicional de la señal de respuesta Doppler de ultrasonido y, por lo tanto, a una ampliación espectral adicional. La influencia de la aceleración, el tamaño del volumen de la muestra y la duración de la ventana de tiempo en el ancho espectral Doppler se investigó mediante numerosos cálculos por computadora con un uso del proceso de generación de señal Doppler propuesto en flujo pulsátil. Se ha demostrado, particularmente, que durante un período de tiempo de ventana corto, el ancho espectral está dominado por el ensanchamiento de la ventana y que la aceleración tiene un pequeño efecto sobre el ancho espectral. El efecto de la aceleración debe tenerse en cuenta solo en una ventana de larga duración. Como resultado, se propuso una fórmula de estimación simple para el ancho espectral cuadrado-medio cuadrado medido, que proporciona una comprensión suficientemente completa del posible impacto del movimiento acelerado y otros factores en los espectros de respuesta Doppler de ultrasonido. Sin embargo, sobre la base de estos resultados, es bastante difícil descubrir en qué casos las características del espectro Doppler están determinadas principalmente por el movimiento uniformemente acelerado de los dispersores o por las propiedades de los campos de ultrasonido de sondeo. Esta circunstancia no permite optimizar los parámetros del sistema de ultrasonido Doppler teniendo en cuenta la posibilidad de un movimiento sanguíneo acelerado. <sup>(35)</sup>

### Evaluación con Doppler en cirrosis

El examen Doppler dúplex es una técnica no invasiva, válida y reproducible para estimar la impedancia vascular y evaluar el flujo sanguíneo arterial; y ha sido ampliamente utilizado en pacientes cirróticos con o sin ascitis. Los índices de resistividad y pulsatilidad

---

<sup>34</sup> Oglat AA, Matjafri MZ, Suardi N, et al. A Review of Medical Doppler Ultrasonography of Blood Flow in General and Especially in Common Carotid Artery. J Med Ultrasound 2018; 26:3-13

<sup>35</sup> Matchenko OS, Barannik EA. The effect of blood acceleration on the ultrasound power Doppler spectrum. Acoustical Physics 2017; 63(5):596–603

(RI y PI, respectivamente) se conocen como indicadores confiables del flujo sanguíneo vascular en pacientes con cirrosis. Se prefiere el índice de pulsatilidad, en comparación con índice de resistividad, porque es más sensible en la detección de anomalías en la forma de onda; no se ve afectado por el ángulo entre la dirección del haz Doppler y el vaso sanguíneo, produciendo un alto acuerdo de observación; y se acompaña con una pequeña variabilidad entre observadores en varios lechos vasculares. <sup>(36)</sup>

#### Alteraciones de la vena porta en Doppler

Varias alteraciones hemodinámicas ocurren en la cirrosis durante el curso clínico a largo plazo, tipificadas por cambios de velocidad portal, volumen de flujo, dirección del flujo y desarrollo de vasos colaterales, como resultado del aumento de la presión portal, circulación hiperdinámica y vasodilatación esplácnica. <sup>(37)</sup>

La forma de onda normal de la vena porta normalmente muestra ondulaciones suaves. En pacientes con cirrosis, la derivación arterioportal es una causa importante de pulsatilidad. El aumento de la pulsatilidad puede medirse calculando el índice de pulsatilidad, que se mide como una fracción de la diferencia entre la velocidad sistólica máxima y la velocidad diastólica final dividida por la velocidad promedio. El aumento de la pulsatilidad, definido como un aumento en el índice de pulsatilidad, ocurre debido a la transmisión de presión a través de los sinusoides hepáticos durante el final de la diástole. <sup>(38)</sup> Los signos de ultrasonido Doppler de hipertensión portal incluyen una velocidad sanguínea reducida de la vena porta y un índice de resistencia arterial intrahepático e intraesplénico aumentado; cuando se usa en combinación con un parámetro más simple, la especificidad para el diagnóstico de hipertensión portal clínicamente significativa es > 80%, pero la sensibilidad no supera el 40-70%, en pacientes compensados. <sup>(39)</sup>

---

<sup>36</sup> Shakeri A, Varshochi M, Atapour N, et al. Vascular Doppler ultrasonographic indices in cirrhosis: a case-control study with emphasis on the common carotid arteries. *La Radiologia Medica* 2015; 120(10):982-988

<sup>37</sup> Kondo T, Maruyama H, Sekimoto T, et al. Impact of portal hemodynamics on Doppler ultrasonography for predicting decompensation and long-term outcomes in patients with cirrhosis. *Scand J Gastroenterol* 2016; 51(2):236-244

<sup>38</sup> Iranpour P, Lall C, Houshyar R, et al. Altered Doppler flow patterns in cirrhosis patients: an overview. *Ultrasonography* 2016; 35:3-12

<sup>39</sup> Elmahdy AM, Berzigotti A. Non-invasive Measurement of Portal Pressure. *Current Hepatology Reports* 2019; 18:20-27

## Limitaciones del Doppler

En la actualidad, el primer paso en la detección de la velocidad máxima es establecer un umbral que intersecte el espectro de potencia Doppler a una frecuencia que se supone que es la frecuencia Doppler correspondiente a la velocidad máxima en el flujo insonado; esta suele ser la frecuencia más alta detectable por encima del ruido.

Este enfoque produce tres fuentes principales de error. Primero, la determinación de la frecuencia máxima no es única, ya que depende significativamente del ruido general del equipo utilizado. Además, la frecuencia en este umbral de potencia no se traduce directamente a la velocidad máxima a través de la ecuación Doppler, sino que debe compensarse por la ampliación espectral por un factor que depende de la geometría del transductor y el ángulo Doppler. La dificultad en la cuantificación precisa de la ampliación conduce a mediciones inexactas. Finalmente, la frecuencia correspondiente al umbral calculado se traduce a velocidad usando el ángulo Doppler  $\theta$ . Las imprecisiones en la determinación del ángulo Doppler representan otra fuente de error bien conocida en la medición de velocidad. El efecto de la determinación de ángulo inexacta, al estar relacionado con  $1 / \cos(\theta)$ , es mayor a medida que el ángulo se aproxima a  $90^\circ$ . Esta condición generalmente ocurre, por ejemplo, en la arteria carótida, donde la sonda está casi paralela al vaso y el ángulo Doppler está determinado por la capacidad de dirección limitada de la sonda. <sup>(40)</sup>

En pacientes con cirrosis conocida, la ecografía Doppler tiene más del 80% de especificidad para el diagnóstico de hipertensión portal clínicamente significativa, pero la sensibilidad no supera el 40%-70%, particularmente en pacientes compensados. Por lo tanto, aunque la presencia de uno o más signos de ultrasonido Doppler puede establecer la presencia de hipertensión portal clínicamente significativa, su ausencia no puede excluirla. Además, la ecografía Doppler no es útil para evaluar el efecto de la terapia farmacológica en la hipertensión portal, ya que los fármacos vasoactivos utilizados en la

---

<sup>40</sup> Ricci S, Vilkomerson D, Matera R, et al. Accurate blood peak velocity estimation using spectral models and vector doppler. IEEE Transactions on Ultrasonics, Ferroelectrics, and Frequency Control 2015; 62(4):686–696

terapia de la hipertensión portal modifican los parámetros Doppler (es decir, la velocidad vascular de la sangre, los índices de resistencia) per se, de manera independiente de la modificación final de la presión portal. <sup>(41)</sup>

Sin embargo, los errores en la estimación de la velocidad con Doppler de onda pulsada se describen bien en ángulos de haz a flujo  $> 70^\circ$ , que ofrecen solo una posición de exploración confiable (intercostal) de la vena porta. Además, el Doppler de onda pulsada asume que un ángulo fijo simple de haz a flujo para la corrección del ángulo durante el ciclo cardíaco es suficiente, ignorando así que el flujo sanguíneo in vivo rara vez es laminar a lo largo de un ciclo cardíaco, que se manifiesta en la ampliación espectral. El ensanchamiento espectral causa un error de estimación de la velocidad de Doppler de onda pulsada en cualquier ángulo de insonación, aunque los errores son más pronunciados en ángulos de haz a flujo más altos ( $80^\circ - 90^\circ$ ). Además, la corrección manual del ángulo se suma al error de estimación de velocidad, y se ha informado que el acuerdo entre observadores es bajo para la estimación de la velocidad de la vena porta con Doppler de onda pulsada. <sup>(23)</sup>

#### Estudios de velocidad portal por Doppler

El uso de mediciones Doppler para el diagnóstico de la función hepática sigue siendo muy controvertido. Algunos estudios muestran una correlación de los parámetros derivados de Doppler con el grado o la presencia de fibrosis y cirrosis: Ya en 1997, Gaiani et al. encontró que la velocidad de la vena porta se asocia significativamente con el diagnóstico histológicamente comprobado de cirrosis. Sin embargo, se presentan resultados contradictorios y muchos estudios no han podido confirmar que las mediciones de Doppler son una herramienta valiosa para el diagnóstico de enfermedad hepática. Los datos aún son limitados y existen problemas con la reproducibilidad de los hallazgos. <sup>(42)</sup>

---

<sup>41</sup> Bolognesi M, Pascoli M, Sacerdoti D. Clinical role of non-invasive assessment of portal hypertension. *World J Gastroenterol* 2017; 23(1):1-10

23.- Brandt AH, Moshavegh R, Hansen KL, et al. VECTOR FLOW IMAGING COMPARED WITH PULSE WAVE DOPPLER FOR ESTIMATION OF PEAK VELOCITY IN THE PORTAL VEIN. *Ultrasound Med Biol* 2018; 44(3):593-601

<sup>42</sup> Fuhrmann I, Brünn K, Probst U, et al. Proof of principle: Estimation of liver function using color coded Doppler sonography of the portal vein. *Clin Hemorheol Microcirc* 2018; 70(4):585-594

Singh et al reportó que el 48% tenía flujo hepatopetal, mientras que el 24% tenía flujo hepatofugal y se observó flujo bidireccional en 4 pacientes. Pero no hubo una correlación significativa de la hipertensión portal con la dirección del flujo. Según Iranpour et al, un flujo venoso portal normal es hepatopetal. Se observa una inversión del flujo (o flujo hepatofugal) en el caso de la hipertensión portal. En particular, en pacientes con cirrosis, la obstrucción de las vénulas hepáticas y los sinusoides por fibrosis, confirmada por derivación arterioportal y portosistémica, eventualmente conduce a una inversión del flujo. En el estudio de Mittal et al, seis pacientes (12%) entre un total de cincuenta tenían flujo no hepatopetal (hepatofugal / bidireccional), cuatro de ellos (8%) mostraron flujo hepatofugal continuo y dos pacientes (4%) mostraron flujo bidireccional. La presencia de un patrón de flujo no hepatopetal implica un mayor riesgo de esófago varices sangrantes. (43)

Nićiforović et al encontró que después del primer examen de Doppler, se encontró que 80% de pacientes tenían flujo disminuido debido a hipertensión portal. En el examen de control después de seis meses, se encontró una tasa de flujo reducida en el 62.5% pacientes. Esta mejora de la velocidad de flujo (80% frente a 62.5%) puede explicarse por una buena respuesta terapéutica de los pacientes al tratamiento. (44)

#### Correlación de parámetros Doppler con la severidad Child-Pugh

La asociación de los parámetros Doppler con la gravedad de la cirrosis y la hipertensión portal se ha investigado anteriormente. Subedee y col. indicó que el patrón de pulsatilidad de la vena porta, incluido el índice de pulsatilidad y el ensanchamiento espectral completo, está asociado con el grado de daño hepático según la clasificación de Child-Pugh entre pacientes adultos. Se ha informado que la velocidad media del flujo de la vena

---

<sup>43</sup> Singh GB, Gupta D, et al. To Study the Role of Duplex Sonography in Cases of Portal Hypertension. J. Evolution Med. Dent. Sci. 2019; 8(52):3909-3914

<sup>44</sup> Nićiforović D, Till V, Vučaj-Ćirilović V, et al. The role of the color Doppler ultrasonography and computed tomography in estimation of portal hypertension. Srp Arh Celok Lek. 2016; 144(11-12):602-607

porta es menor en pacientes con cirrosis hepática e hipertensión portal versus controles. (45)

Afif et al encontró cambios hemodinámicos con valores estadísticamente significativos en el grupo de pacientes con cirrosis hepática grave. La estratificación adicional del grupo de pacientes del estudio en subconjuntos de cirrosis hepática usando la clasificación Child-Pugh mostró claramente un mayor grado de velocidad reducida del flujo de la vena porta con empeoramiento de la cirrosis hepática: la velocidad de la vena porta promedio para los pacientes con Child-Pugh A fue de 16.5 cm / s, la velocidad de la vena porta para Child-Pugh B fue de 14.2 cm / s y la velocidad de la vena porta para Child-Pugh C del niño fue de 3.7 cm / s. (46)

Ali et al reportó que el diámetro medio de la vena porta muestra un aumento significativo a medida que la enfermedad progresa del subgrupo Child-Pugh A ( $13.67 \pm 0.952$  mm) al subgrupo Child-Pugh B ( $15.46 \pm 1.25$  mm) al subgrupo Child-Pugh C ( $15.8 \pm 0.75$  mm) (valor  $P = 0.02$ ). Como punto final, encontró que el diámetro medio de la vena porta muestra una correlación significativa con la puntuación de Child-Pugh. (47)

Farooq et al halló que la velocidad venosa pico promedio de la vena porta principal fue  $18.75 + 1.88$ ,  $14.25 + 0.98$  y  $8.15 + 1.84$  cm / seg en las clases A, B y C de Child Pugh respectivamente. Esto mostró una caída significativa en la velocidad venosa pico promedio de la vena porta con el creciente grado de gravedad de la cirrosis según la clase Child Pugh. (48)

---

<sup>45</sup> Riahinezhad M, Rezaei M, Saneian H, et al. Doppler assessment of children with liver cirrhosis and portal hypertension in comparison with a healthy control group: An analytical cross sectional study. J Res Med Sci 2018; 23:40

<sup>46</sup> Afif AM, Chang JPE, Wang YY, et al. A sonographic Doppler study of the hepatic vein, portal vein and hepatic artery in liver cirrhosis: Correlation of hepatic hemodynamics with clinical Child Pugh score in Singapore. Ultrasound 2017; 25(4):213-221

<sup>47</sup> Ali WI, Hammad MI, Amer MZA, et al. Association between Portal Vein Colored Doppler Ultrasound Radiodiagnosis Findings and Severity of Liver Disease in Cirrhotic Patients with Portal Hypertension. Al-Azhar International Medical Journal 2020; 1(1):232-237

<sup>48</sup> Farooq AA, Farooq A, Rashid M, et al. Association of Portal Vein Doppler Parameters with Chronic Liver Disease Child Pugh Classes: A Single Center Experience at Rawalpindi, Pakistan. Journal of Islamic International Medical College 2019; 14(1):33-37

Achim et al compararon la media del flujo sanguíneo de la vena porta y la velocidad de la vena porta entre pacientes con cirrosis y un grupo de control sano y encontraron que estos parámetros eran significativamente más bajos en pacientes con cirrosis, y esta disminución fue más notable en pacientes con Child-Pugh clase B y C. <sup>(49)</sup>

Niculescu et al encontró que una disminución en la velocidad de la vena porta por debajo de 15 cm / seg es más común en las clases B y C, mientras que la velocidad del flujo sanguíneo portal es superior a 15 cm / seg en pacientes con cirrosis de clase A en el 70% de los casos. <sup>(50)</sup>

Antil et al realizó una evaluación Doppler color de las venas hepáticas y se encontró un patrón monofásico en 22 (73.3%) pacientes, bifásico en 4 (13.3%) y trifásico en 4 (13.3%) pacientes. Al correlacionar este patrón de forma de onda venosa hepática con el sistema de puntuación de Child Pugh se encontró que de 23 pacientes en la clase C, veinte (87%) tenían forma de onda monofásica, dos (8.7%) tenían forma de onda bifásica y solo un paciente (4.7%) tenía forma de onda trifásica. En la clase B, dos pacientes tenían forma de onda monofásica, bifásica y trifásica. Mientras que el único paciente en la clase A tenía forma de onda trifásica. A medida que el puntaje de Child Pugh aumentó, hubo una conversión de la forma de onda trifásica normal en bifásica a finalmente monofásica. Por lo tanto, la relación de estas formas de onda tenía una correlación significativa con la clase de Child Pugh ( $p < 0.05$ ). <sup>(51)</sup>

---

<sup>49</sup> Elwan N, Salah R, Hamisa M, et al. Evaluation of portal pressure by doppler ultrasound in patients with cirrhosis before and after simvastatin administration – a randomized controlled trial. *F1000Res* 2018; 7:256

<sup>50</sup> Niculescu CC, Pascu O. The importance of hemodynamic parameters in cirrhotic patients with portal hypertension. *HVM Bioflux* 2016; 8(3):129-132

<sup>51</sup> Antil N, Sureka B, Mittal MK, et al. Hepatic Venous Waveform, Splenoportal and Damping Index in Liver Cirrhosis: Correlation with Child Pugh's Score and Oesophageal Varices. *Journal of Clinical and Diagnostic Research* 2016; 10(2):TC01-TC05

### III.- JUSTIFICACIÓN

Durante años, la laparoscopia y la biopsia hepática han sido los elementos clave para establecer el diagnóstico y el seguimiento de la hepatopatía crónica. Ambos, constituyen métodos muy útiles, pero tienen el inconveniente de que son estudios invasivos y en determinadas hepatopatías no es posible utilizar la biopsia por la presencia de trastornos de la coagulación (cirrosis hepática, hepatitis crónica activa lupoide, etc.)

Con el advenimiento del ultrasonido en escala de grises como método diagnóstico, surgió una técnica imaginológica de primera línea, no invasiva, para evaluar a pacientes con alteraciones vasculares portohepáticas. Posteriormente, y con la introducción del ultrasonido Doppler dúplex y Doppler color, se pudieron confirmar los hallazgos previamente referidos en el ultrasonido en escala de grises e identificar, con mayor precisión, los vasos sanguíneos, así como estudiar la dinámica del flujo. Estos métodos ultrasonográficos por Doppler permiten visualizar los vasos sanguíneos y se obtiene información valiosa mediante una serie de parámetros hemodinámicos cualitativos, semicuantitativos y cuantitativos.

Los ultrasonidos Doppler como técnicas complementarias de la imagen en tiempo real, son extremadamente útiles en la identificación y evaluación de vasos pequeños comprimidos por el parénquima hepático afectado en los pacientes con hepatopatía crónica.

De este modo se pretende correlacionar los hallazgos ultrasonográficos con la evaluación clínica convencional, para obtener una evaluación no invasiva y sin el inconveniente de la percepción subjetiva de la ascitis y la encefalopatía además de evitar las esperas en la obtención de los resultados de laboratorio implicadas en la estadificación de Child-Pugh

## **IV.- DEFINICIÓN DEL PROBLEMA**

### **A. Párrafo de presentación**

La hipertensión portal es la complicación más frecuente de la cirrosis y la primera causa de mortalidad asociada a dicha patología; recíprocamente, la cirrosis es responsable de un gran número de fallecimientos, representando la causa de muerte número 14 en todo el mundo. El aumento de la presión portal resulta de la obstrucción del flujo del sistema venoso correspondiente, como consecuencia de enfermedades hepáticas crónicas y trombosis de la vena porta. No obstante, existen otros trastornos de origen no cirrótico que cursan con hipertensión portal, que se explican fundamentalmente por el compromiso vascular del sistema portal. Una vez que la hipertensión portal se desarrolla, el compromiso intrahepático influencia los lechos vasculares extrahepáticos que aumentan los valores tensionales, al generar un síndrome de circulación hiperdinámica. En consecuencia, a todos los procesos de la dinámica vascular y sanguínea, se desarrollan várices esofágicas y otras complicaciones, que dan razón a la cirrosis hepática como la primera causa de hospitalización, muerte y trasplante hepático en el mundo. Actualmente se encuentran disponibles una serie de métodos diagnósticos para la evaluación de la hipertensión portal que influyen en la evaluación y seguimiento integral de los pacientes con hepatopatías crónicas y que finalmente prometen mejorar el pronóstico y la calidad de vida de ellos.

### **B. Pregunta**

¿Existe correlación entre la velocimetría Doppler de la vena porta y la escala de Child-Pugh, en pacientes diagnosticados con Cirrosis atendidos en el Hospital General "Dr. Eduardo Vázquez N", en el periodo comprendido de Enero a Diciembre de 2019?

## V.- HIPÓTESIS

### **Hipótesis de estudio**

No existe correlación entre la velocidad de flujo de la vena porta evaluada por Doppler con la severidad de la cirrosis según la escala de Child-Pugh

### **Hipótesis alterna**

Existe correlación entre la velocidad de flujo de la vena porta evaluada por Doppler con la severidad de la cirrosis según la escala de Child-Pugh

## **VI.- OBJETIVOS**

### **A. Objetivo general**

Describir la correlación entre la velocimetría Doppler de la vena porta, con la escala de Child-Pugh en pacientes con cirrosis hepática, atendidos en el Hospital General “Dr. Eduardo Vázquez N.”, en el periodo comprendido de Enero a Diciembre de 2019.

### **B. Objetivos particulares**

- Identificar las características demográficas de la población en estudio
- Indicar la severidad de la cirrosis según la escala de Child-Pugh
- Indicar la velocidad de flujo de la vena porta en la población estudiada
- Correlacionar la velocidad de flujo de la vena porta con la severidad de la cirrosis según la escala de Child-Pugh

## **VII.- MATERIAL Y MÉTODOS**

### **A. DISEÑO DEL ESTUDIO**

Se llevó a cabo un estudio correlacional, observacional, retrospectivo, retrolectivo, transversal.

### **B. DEFINICIÓN DE UNIDADES DE OBSERVACIÓN**

La población fuente estuvo constituida por todos los pacientes atendidos en el servicio de imagenología del Hospital General “Dr. Eduardo Vázquez N”. de la ciudad de Puebla en el periodo comprendido de enero a diciembre de 2019. La población elegible se conformó por todos los pacientes con diagnóstico de cirrosis hepática.

Criterios de inclusión:

- a) Expedientes clínicos de pacientes de ambos sexos
- b) Expedientes clínicos de pacientes de cualquier edad
- c) Expedientes clínicos de pacientes con cirrosis a los que se les solicite una ecografía hepática
- d) Expedientes clínicos de pacientes que estén completos

Criterios de exclusión:

- a) Expedientes clínicos de pacientes con antecedente de alcoholismo activo.
- b) Expedientes clínicos de pacientes con diagnóstico de carcinoma hepatocelular, síndrome hepatorenal, hemorragia digestiva por várices esofágicas o peritonitis bacteriana espontánea en las 2 semanas previas al reclutamiento; pacientes con comorbilidad asociada relevante (cáncer, insuficiencia cardiaca o respiratoria avanzada); patologías o terapias que afectaran la coagulación (ej. uso de anticoagulantes).
- c) Expedientes clínicos de pacientes con diagnóstico previo de trombosis de la vena porta.

Criterios de eliminación:

- a) Expedientes clínicos que se encuentren incompletos.

### C. ESTRATEGIA DE MUESTREO

El muestreo de conformó de manera no probabilística. De una población elegible de 60 pacientes se estudiaron a 45 pacientes que cumplieron con los criterios de inclusión

### D. DEFINICIÓN DE VARIABLES Y ESCALAS DE MEDICIÓN

#### VARIABLES DEMOGRAFICAS

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	TIPO DE VARIABLE	ESCALA	UNIDAD DE MEDICIÓN
Edad	Tiempo que ha vivido una persona a partir de la fecha de su nacimiento.	Años cumplidos al momento de la exploración ultrasonográfica	Cuantitativa	Discreta	Años
Sexo	Clasificación de los seres humanos teniendo en cuenta características anatómicas y cromosómicas.	Masculino Femenino	Cualitativa	Nominal dicotómica	Femenino Masculino

#### VARIABLES DEPENDIENTES

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	TIPO DE VARIABLE	ESCALA	UNIDAD DE MEDICIÓN
Velocidad de vena porta	Relación que se establece entre el espacio o la distancia que recorre un objeto y el tiempo que invierte en ello	Según lo obtenido en la ultrasonografía Doppler	Cuantitativa	Continua	Cm/seg
Severidad de la cirrosis	Nivel de gravedad que tiene una	Según lo obtenido en la	Cualitativa	Ordinal	Grado A: Enfermedad

	enfermedad o una situación clínica concreta	escala de Child-Pugh			bien compensada (5-6 puntos) Grado B: Compromiso funcional significativo (7-9 puntos) Grado C: Enfermedad descompensada (10-15 puntos)
--	---	----------------------	--	--	--

### VARIABLES INDEPENDIENTES

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	TIPO DE VARIABLE	ESCALA	UNIDAD DE MEDICIÓN
Etiología de la cirrosis	Parte de la medicina que estudia el origen o las causas de las enfermedades	Según lo indicado en el expediente clínico	Cualitativa	Nominal politómica	Alcohólica Hepatitis Autoinmune
Tiempo de evolución	Tiempo transcurrido desde el inicio de una enfermedad	Tiempo transcurrido desde el diagnóstico de cirrosis hasta la realización de la ultrasonografía Doppler	Cuantitativa	Discreta	Años
Ascitis	Acumulación de líquido seroso en la cavidad peritoneal.	Según lo indicado como tal en el expediente clínico	Cualitativa	Ordinal	Ausente Leve Moderada Severa
Bilirrubina	Pigmento amarillo que se encuentra en la bilis y se forma por la degradación de la hemoglobina.	Según lo asentado como tal en el expediente clínico	Cuantitativa	Continua	Mg/dl
Tiempo de protrombina	Tiempo que tarda en formarse un coágulo en una muestra de sangre	Según lo asentado como tal en el expediente clínico	Cuantitativa	Discreta	Segundos
Encefalopatía	Síndrome neuropsiquiátrico	Según lo asentado como	Cualitativa	Ordinal	No Grado 1-2

	potencialmente reversible, en pacientes con disfunción hepática crónica o aguda en ausencia de otros desórdenes neurológicos	tal en el expediente clínico			Grado 3-4
Diámetro de la vena porta	Línea recta que une dos puntos de una circunferencia, de una curva cerrada o de la superficie de una esfera pasando por su centro.	Según lo obtenido en la ultrasonografía Doppler	Cuantitativa	Continua	Milímetros
Patrón ecográfico	Tipo de sucesos u objetos recurrentes en ecografía	Según lo obtenido en la ultrasonografía Doppler ultrasonografía Doppler	Cualitativa	Nominal dicotómica	Ecogenicidad normal Patrón micronodular

## E. RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

Se tuvo como fuente de información al expediente clínico del Hospital General Dr. Eduardo Vázquez N. de la ciudad de Puebla en el periodo comprendido de Enero a Diciembre de 2019. Utilizándose como instrumento de medición una hoja de recolección de datos que colecta las variables de estudio.

### Procesamiento y presentación de la Información

#### a.- Cuadros y Gráficas

La presentación de las variables en estudio será por medio de cuadros y gráficas de barras y/o pastel para las variables de tipo cualitativo; mientras que para las variables cuantitativas será por medio de gráficas de cajas.

#### b.- Tratamiento Estadístico

##### 1).- Estadística Descriptiva

El análisis descriptivo se realizará con medidas de tendencia central y de dispersión (media y desviación estándar) para las variables de tipo cuantitativo; para las variables de tipo cualitativo se utilizará el cálculo de frecuencias y porcentajes.

2).- Estadística Inferencial

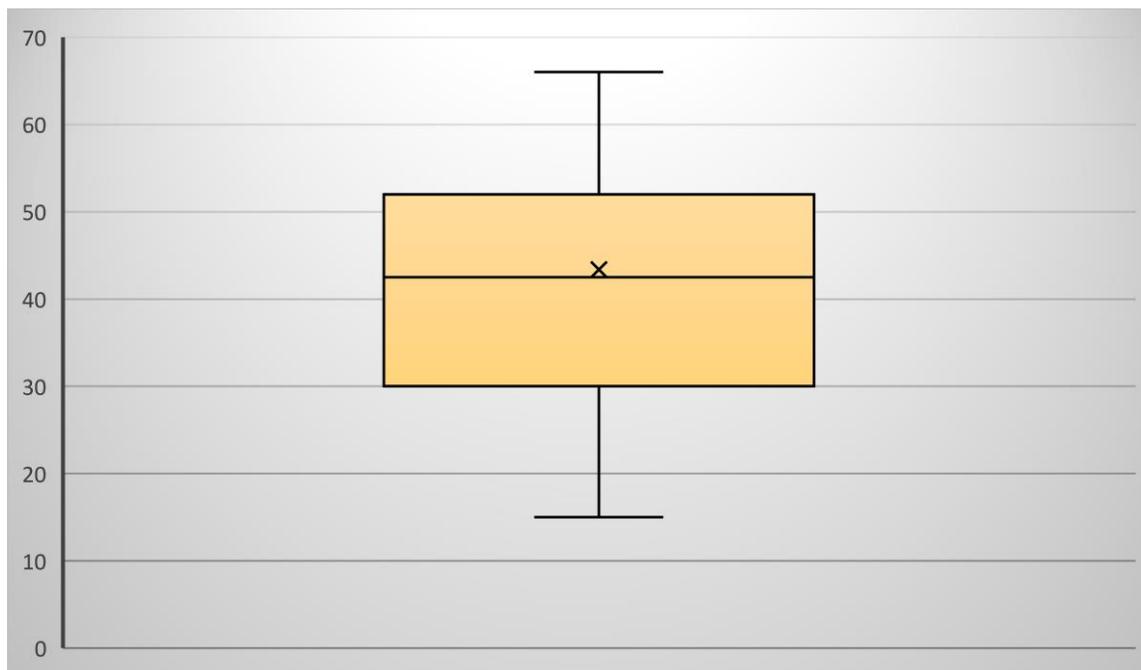
## VIII.- RESULTADOS

### A. PRESENTACIÓN DE LOS DATOS

Cuadro 1: Estadísticos descriptivos de la edad de los pacientes con cirrosis

	N	Rango	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
Edad	45	66	15	81	46.20	13.699
N válido (por lista)	45					

Gráfica 1: Estadísticos descriptivos de la edad de los pacientes con cirrosis



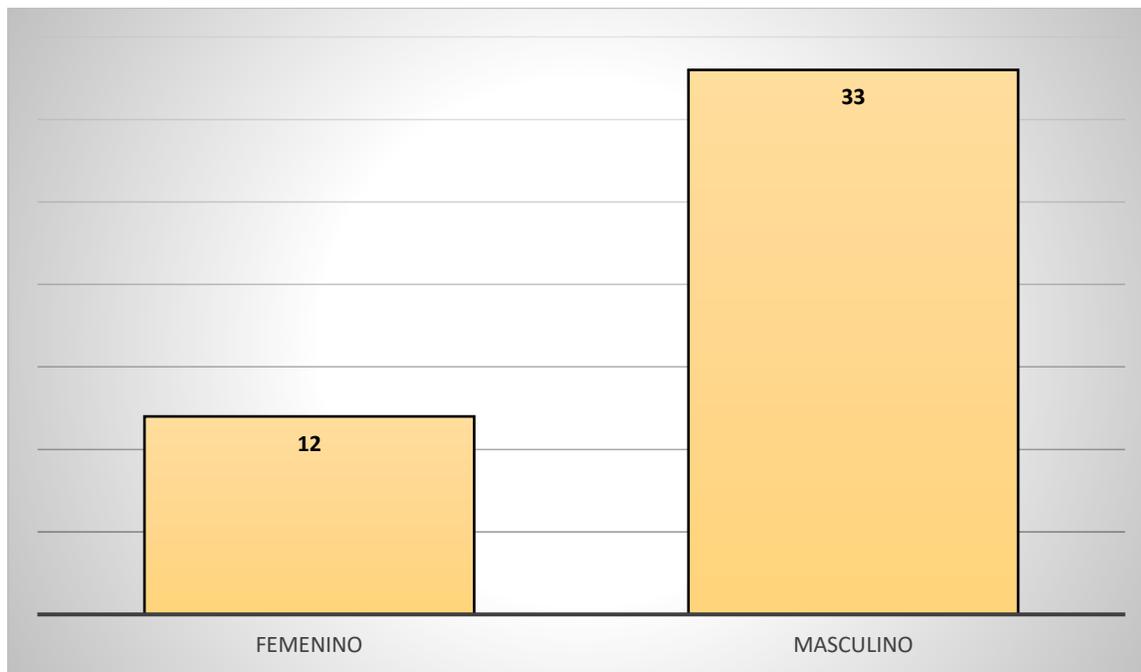
*Fuente: Estudio realizado en el Hospital General Dr. Eduardo Vázquez N. de la ciudad de Puebla en el periodo comprendido de enero a diciembre de 2019*

La edad mostró una media de  $46.20 \pm 13.69$  años, con un mínimo de 15 años, máximo de 81 años.

Cuadro 2: Género de los pacientes con cirrosis

	Frecuencia	Porcentaje
Femenino	12	26.7%
Masculino	33	73.3%
Total	45	100.0%

Gráfica 2: Género de los pacientes con cirrosis



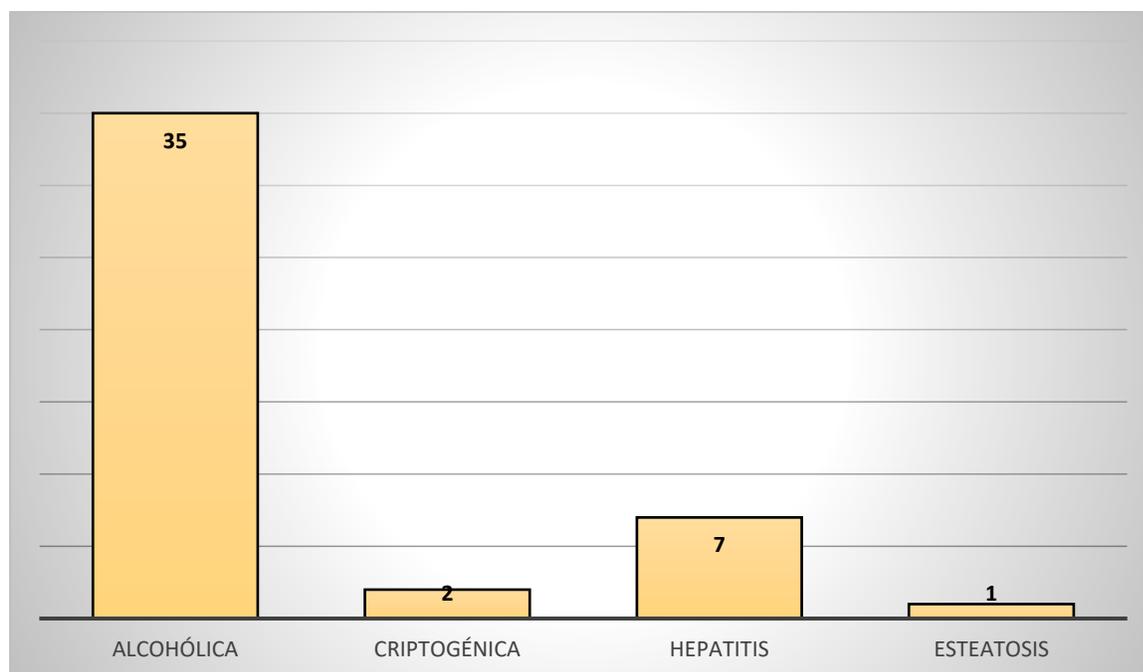
*Fuente: Estudio realizado en el Hospital General Dr. Eduardo Vázquez N. de la ciudad de Puebla en el periodo comprendido de enero a diciembre de 2019*

Se aprecia en el cuadro 2 y la gráfica 2 que el género predominante fue el masculino con el 73.3% (33 pacientes) y el femenino representó el 26.7% (12 pacientes).

Cuadro 3 Etiología de la cirrosis en los pacientes en estudio

	Frecuencia	Porcentaje
Alcohólica	35	77.8%
Criptogénica	2	4.4%
Hepatitis	7	15.6%
Esteatosis	1	2.2%
Total	45	100.0%

Gráfica 3 Etiología de la cirrosis en los pacientes en estudio



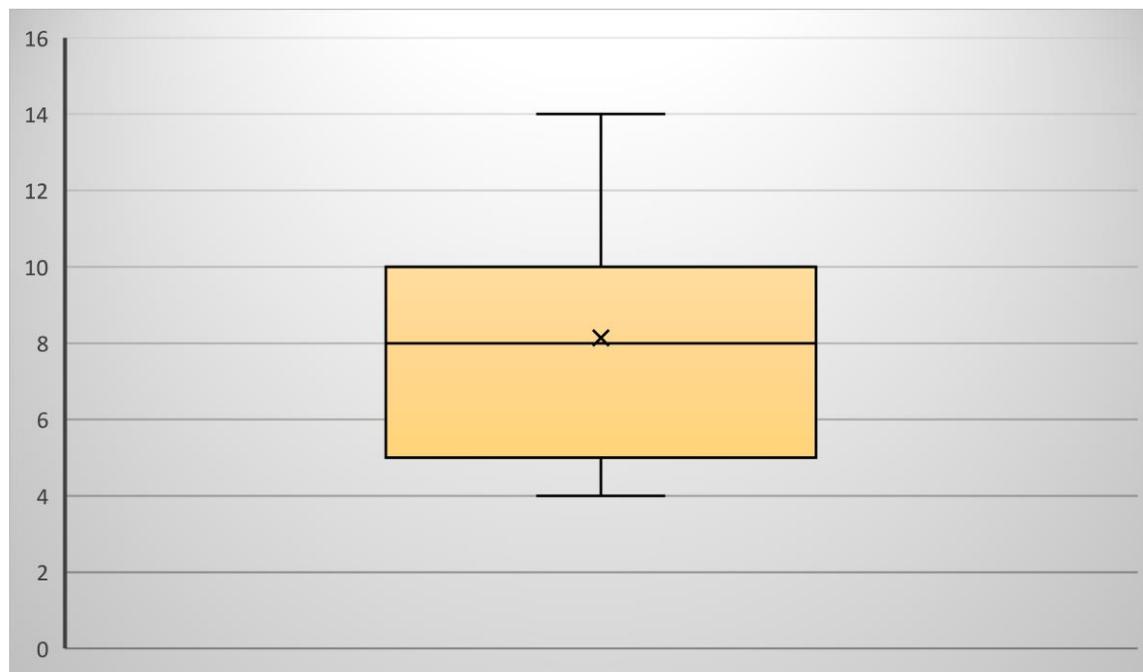
*Fuente: Estudio realizado en el Hospital General Dr. Eduardo Vázquez N. de la ciudad de Puebla en el periodo comprendido de enero a diciembre de 2019*

El cuadro 3 y la gráfica 3 muestran que la etiología más frecuente fue alcohólica con el 77.8% (35 pacientes), seguida de hepatitis con el 15.6% (7 pacientes), criptogénica con el 4.4% (2 pacientes), y por último esteatosis con el 2.2% (1 paciente).

Cuadro 4: Estadísticos descriptivos del tiempo de evolución en los pacientes con cirrosis

	N	Rango	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
Tiempo de evolución	45	11	4	15	8.64	3.163
N válido (por lista)	45					

Gráfica 4: Estadísticos descriptivos del tiempo de evolución en los pacientes con cirrosis



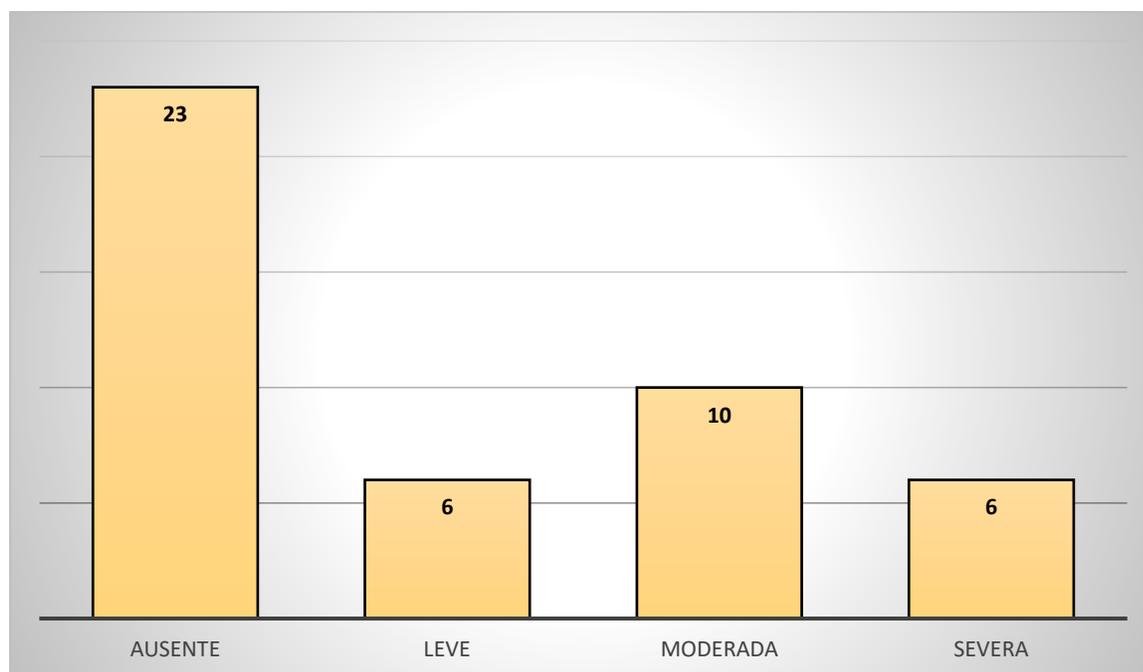
*Fuente: Estudio realizado en el Hospital General Dr. Eduardo Vázquez N. de la ciudad de Puebla en el periodo comprendido de enero a diciembre de 2019*

En el cuadro 4 y la gráfica 4 se aprecia que el tiempo de evolución tuvo una media de  $8.64 \pm 3.16$  años, con un mínimo de 4 años y un máximo de 15 años.

Cuadro 5: Severidad de la ascitis en los pacientes con cirrosis

	Frecuencia	Porcentaje
Ausente	23	51.1%
Leve	6	13.3%
Moderada	10	22.2%
Severa	6	13.3%
Total	45	100.0%

Gráfica 5: Severidad de la ascitis en los pacientes con cirrosis



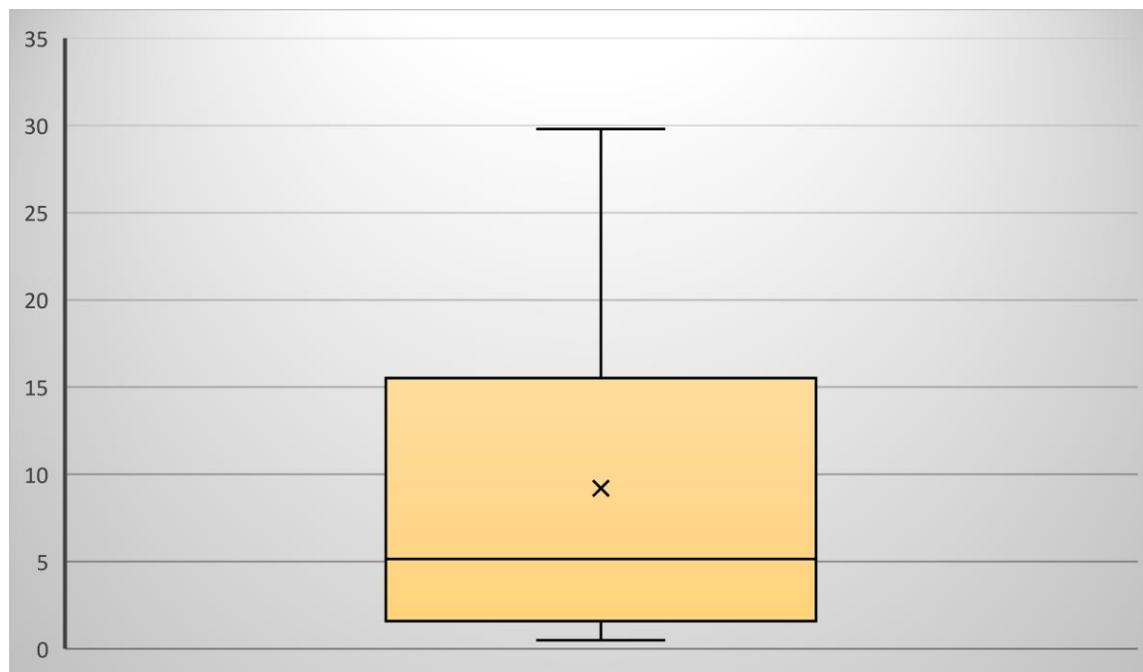
*Fuente: Estudio realizado en el Hospital General Dr. Eduardo Vázquez N. de la ciudad de Puebla en el periodo comprendido de enero a diciembre de 2019*

El cuadro 5 y la gráfica 5 muestran que la ascitis estuvo ausente en el 51.1% (23 pacientes), seguido de moderada con el 22.2% (10 pacientes), y por último leve y severa con el 13.3% (6 pacientes) respectivamente.

Cuadro 6: Estadísticos descriptivos de los niveles de bilirrubina en los pacientes con cirrosis

	N	Rango	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
Bilirrubina	45	37.6	0.5	38.1	9.747	9.3756
N válido (por lista)	45					

Gráfica 6: Estadísticos descriptivos de los niveles de bilirrubina en los pacientes con cirrosis



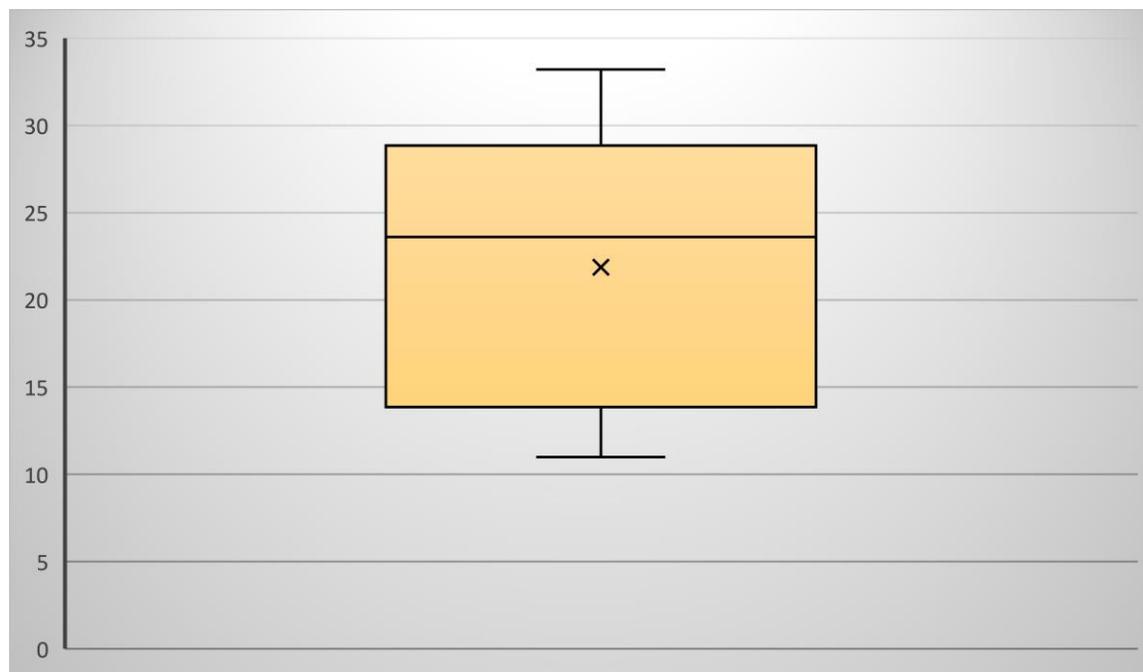
Fuente: Estudio realizado en el Hospital General Dr. Eduardo Vázquez N. de la ciudad de Puebla en el periodo comprendido de enero a diciembre de 2019

En el cuadro 6 y la gráfica 6 se aprecia que el nivel de bilirrubina tuvo una media de  $9.74 \pm 9.37$  mg/dl, con un mínimo de 0.5 mg/dl y un máximo de 38.1 mg/dl.

Cuadro 7: Estadísticos descriptivos del tiempo de protrombina en los pacientes con cirrosis

	N	Rango	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
Tiempo de protrombina	45	31.0	11.0	42.0	24.267	8.8179
N válido (por lista)	45					

Gráfica 7: Estadísticos descriptivos del tiempo de protrombina en los pacientes con cirrosis



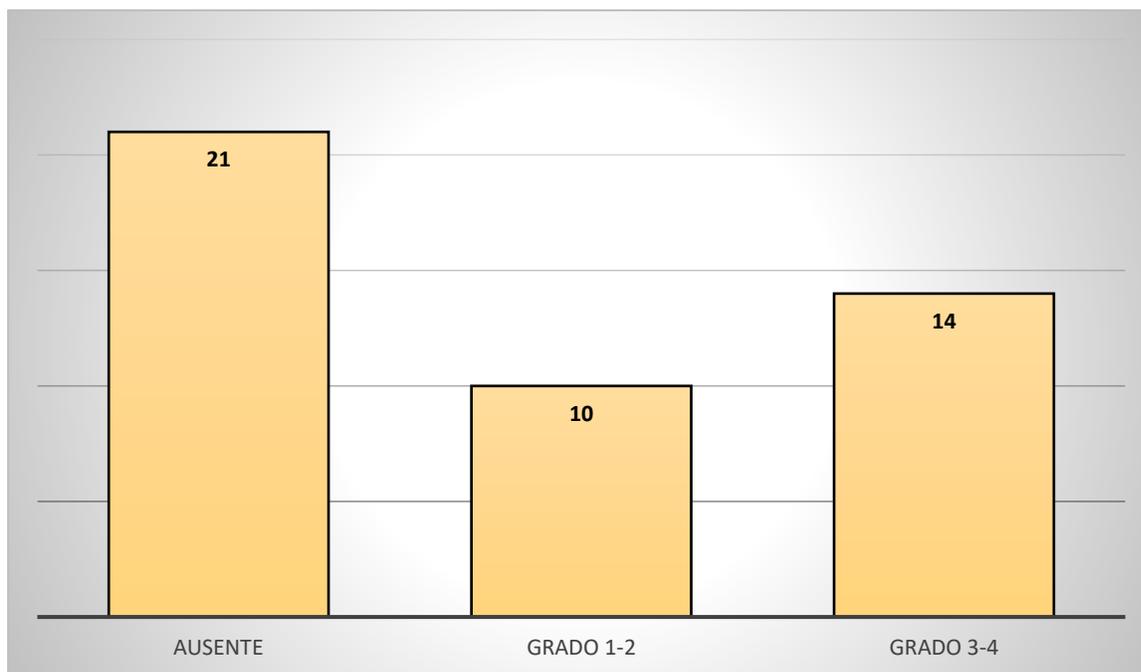
Fuente: Estudio realizado en el Hospital General Dr. Eduardo Vázquez N. de la ciudad de Puebla en el periodo comprendido de enero a diciembre de 2019

En el cuadro 7 y la gráfica 7 se aprecia que el tiempo de protrombina tuvo una media de  $24.26 \pm 8.81$  segundos, con un mínimo de 11 segundos y un máximo de 42 segundos.

Cuadro 8: Severidad de la encefalopatía en los pacientes con cirrosis

	Frecuencia	Porcentaje
Ausente	21	46.7%
Grado 1-2	10	22.2%
Grado 3-4	14	31.1%
Total	45	100.0%

Gráfica 8: Severidad de la encefalopatía en los pacientes con cirrosis



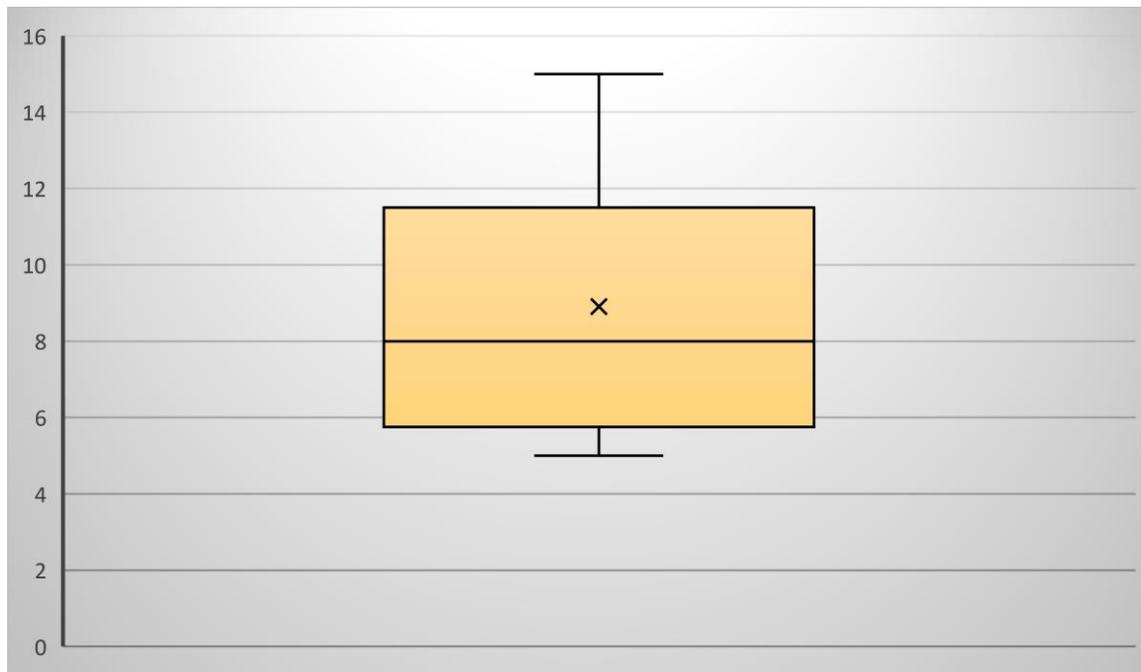
*Fuente: Estudio realizado en el Hospital General Dr. Eduardo Vázquez N. de la ciudad de Puebla en el periodo comprendido de enero a diciembre de 2019*

El cuadro 8 y la gráfica 8 muestran que la encefalopatía en su mayor parte estuvo ausente con el 46.7% (21 pacientes), seguido de encefalopatía de grado 3-4 con el 31.1% (14 pacientes), y por último encefalopatía en grado 1-2 con el 22.2% (10 pacientes).

Cuadro 9: Estadísticos descriptivos del puntaje Child Pugh en los pacientes con cirrosis

	N	Rango	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
Puntaje de Child Pugh	45	10	5	15	9.11	3.284
N válido (por lista)	45					

Gráfica 9: Estadísticos descriptivos del puntaje Child Pugh en los pacientes con cirrosis



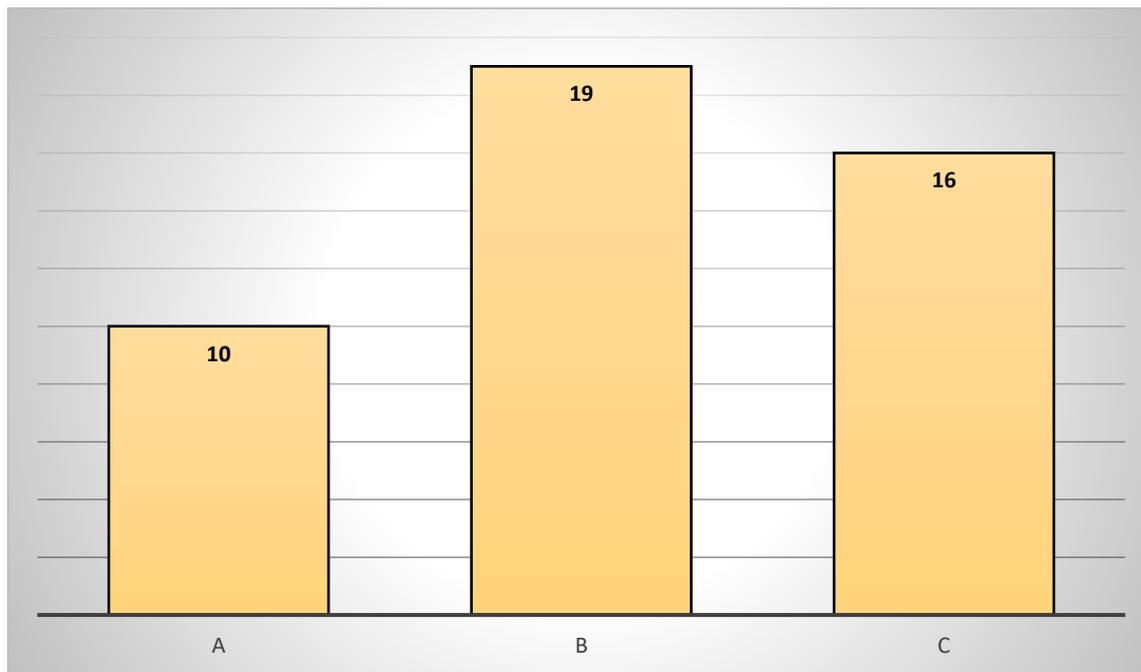
*Fuente: Estudio realizado en el Hospital General Dr. Eduardo Vázquez N. de la ciudad de Puebla en el periodo comprendido de enero a diciembre de 2019*

En el cuadro 9 y la gráfica 9 se aprecia que el puntaje de Child Pugh tuvo una media de  $9.11 \pm 3.28$ , con un mínimo de 5 y un máximo de 15.

Cuadro 10: Severidad de la cirrosis en los pacientes con cirrosis

	Frecuencia	Porcentaje
A	10	22.2%
B	19	42.2%
C	16	35.6%
Total	45	100.0%

Gráfica 10: Severidad de la cirrosis en los pacientes con cirrosis



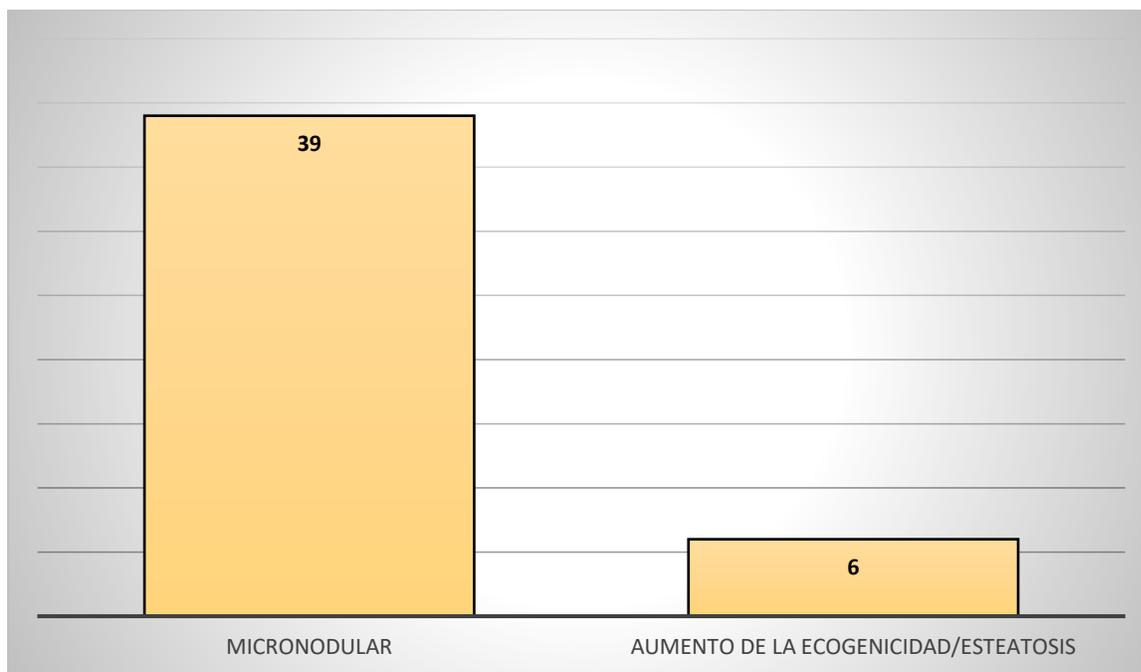
*Fuente: Estudio realizado en el Hospital General Dr. Eduardo Vázquez N. de la ciudad de Puebla en el periodo comprendido de enero a diciembre de 2019*

La severidad de la cirrosis más prevalente en los pacientes estudiados fue B con el 42.2% (19 pacientes), seguido de C con el 35.6% (16 pacientes), y por último A con el 22.2% (10 pacientes),

Cuadro 11: Patrón ecográfico en los pacientes con cirrosis

	Frecuencia	Porcentaje
Micronodular	39	86.7%
Aumento de la ecogenicidad/esteatosis	6	13.3%
Total	45	100.0%

Gráfica 11: Patrón ecográfico en los pacientes con cirrosis



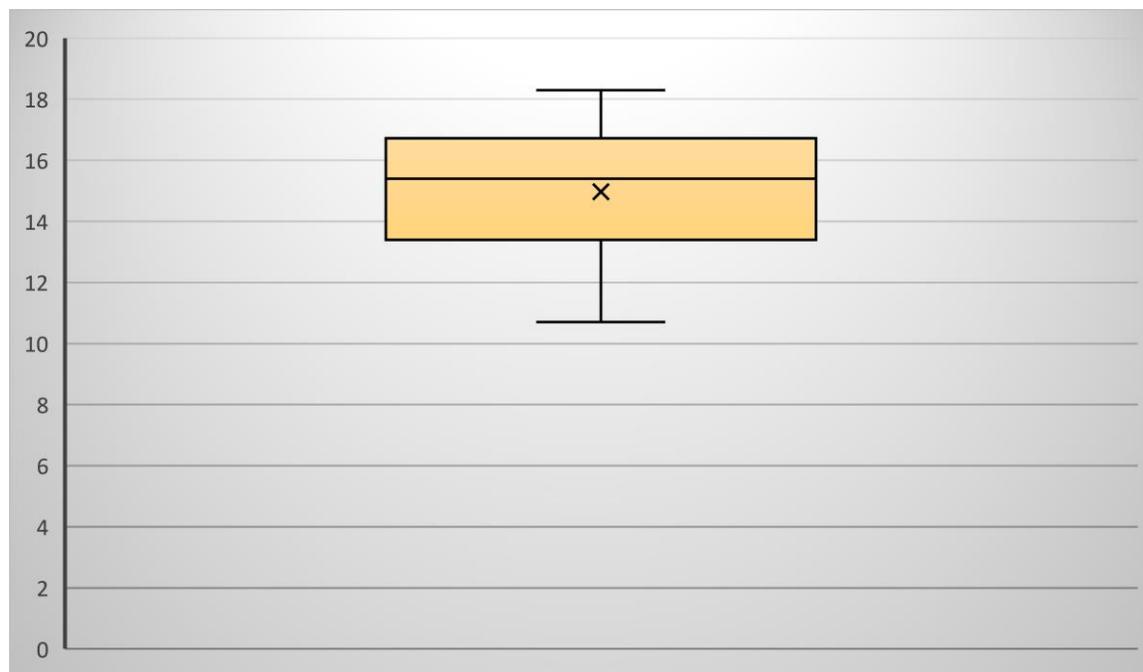
*Fuente: Estudio realizado en el Hospital General Dr. Eduardo Vázquez N. de la ciudad de Puebla en el periodo comprendido de enero a diciembre de 2019*

En el cuadro 11 y la gráfica 11 se aprecia que el patrón ecográfico más prevalente fue el micronodular con el 86.7% (39 pacientes) y el patrón de aumento de la ecogenicidad/esteatosis con el 13.3% (6 pacientes).

Cuadro 12: Estadísticos descriptivos del diámetro de la vena porta en los pacientes con cirrosis

	N	Rango	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
Diámetro de vena porta	45	8.6	10.7	19.3	15.662	2.0406
N válido (por lista)	45					

Gráfica 12: Estadísticos descriptivos del diámetro de la vena porta en los pacientes con cirrosis



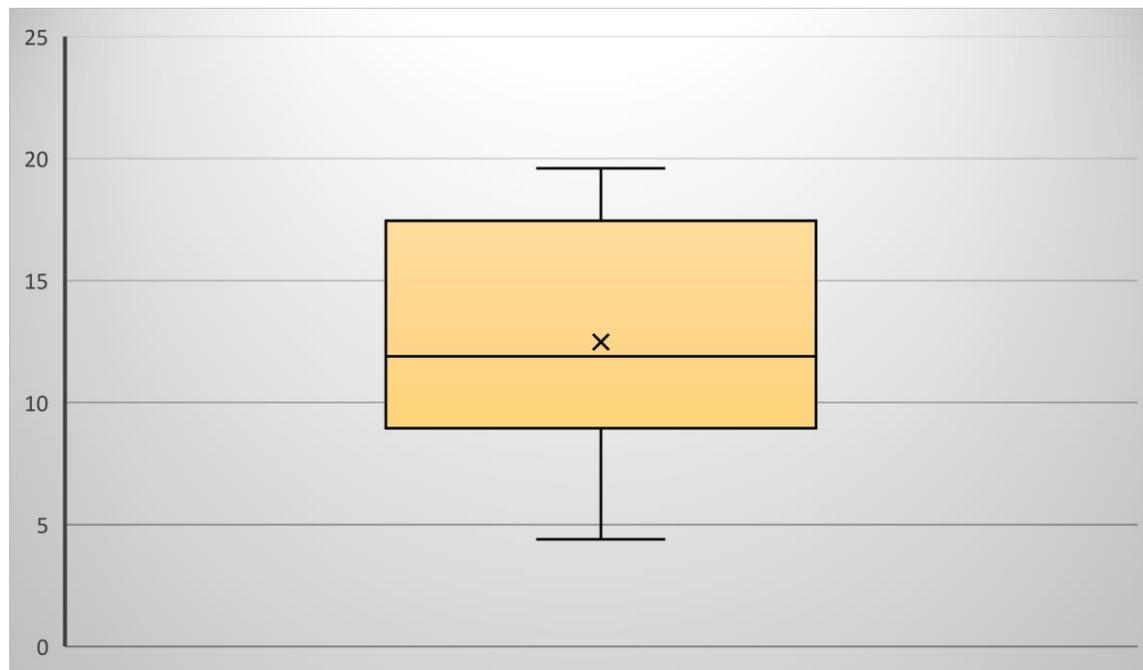
Fuente: Estudio realizado en el Hospital General Dr. Eduardo Vázquez N. de la ciudad de Puebla en el periodo comprendido de enero a diciembre de 2019

El cuadro 12 y la gráfica 12 muestran que el diámetro de la vena porta tuvo una media de  $15.66 \pm 2.04$  milímetros, con un mínimo de 10.7 milímetros y un máximo de 19.30 milímetros.

Cuadro 13: Estadísticos descriptivos de la velocidad de la vena porta en los pacientes con cirrosis

	N	Rango	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
Velocidad de la vena porta	45	15.2	4.4	19.6	12.038	4.1665
N válido (por lista)	45					

Gráfica 13: Estadísticos descriptivos de la velocidad de la vena porta en los pacientes con cirrosis



*Fuente: Estudio realizado en el Hospital General Dr. Eduardo Vázquez N. de la ciudad de Puebla en el periodo comprendido de enero a diciembre de 2019*

En el cuadro 13 y la gráfica 13 se aprecia que la velocidad de la vena porta tuvo una media de  $12.03 \pm 4.16$  cm/segundo, con un mínimo de 4.4 cm/seg y un máximo de 19.6 cm/seg.

## B. PRUEBAS ESTADÍSTICAS

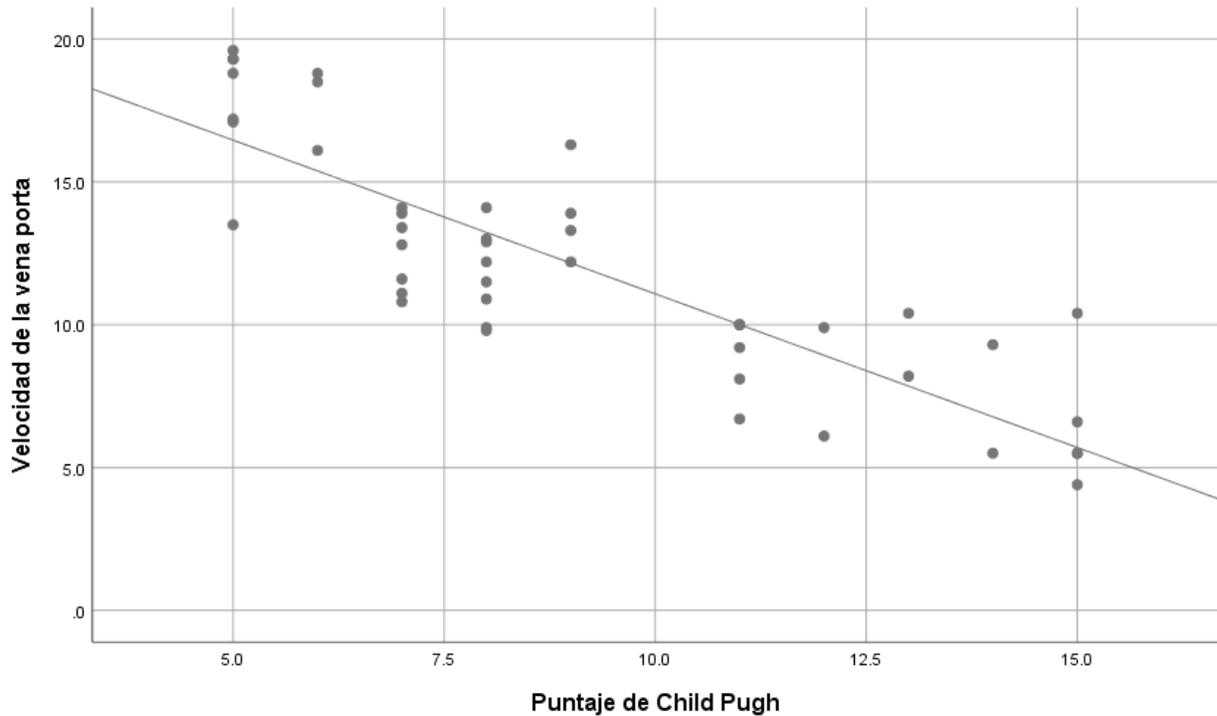
Para este test de hipótesis, la  $H_0$  estadística considera que las variables (velocidad de flujo de la vena porta y puntaje de Child-Pugh) son independientes (coeficiente de correlación = 0) mientras que, la  $H_a$ , considera que existe relación (coeficiente de correlación  $\neq 0$ ). El nivel de significancia será establecido con  $\alpha=0.05$ ,  $\beta=0.95$ . El análisis estadístico se llevó a cabo por medio de la prueba de Correlación de Pearson dado que las variables a correlacionar son de tipo cuantitativo; considerándose significativa la correlación si el valor p fue menor de 0.05, posteriormente se evaluó la direccionalidad y la fuerza de la correlación.

Cuadro 14: Correlación del puntaje de Child Pugh con la velocidad de la vena porta

		Velocidad de la vena porta
Puntaje de Child Pugh	Correlación de Pearson	-.848**
	Sig. (bilateral)	.000
	N	45

\*\* . La correlación es significativa en el nivel 0.01 (bilateral).

Gráfica 14: Gráfico de dispersión del puntaje de Child Pugh con la velocidad de la vena porta



De acuerdo al cuadro 14, la velocidad de la vena porta y el puntaje de Child Pugh tienen una correlación estadísticamente significativa, la cual es negativa y fuerte ( $r=-0.848$ ,  $p=0.000$ ). Lo anterior indica que mientras la velocidad de la vena porta disminuye, el puntaje de Child Pugh se incrementa; y el alto coeficiente de correlación muestra que el Doppler es una herramienta que predice con una gran exactitud la severidad de la cirrosis.

## IX.- DISCUSIÓN

Posterior al análisis de los datos obtenidos, se encontró que la edad mostró una media de  $46.20 \pm 13.69$  años, lo que resulta muy similar a lo reportado por Girish et al quien reportó que la edad media de los pacientes cirróticos incluidos en el estudio fue de 48 años  $\pm 9.66$  años. La enfermedad hepática crónica se observó como máximo en el grupo de edad de 41 a 50 años entre la población del estudio. <sup>(52)</sup> Este hallazgo de cirrosis en la edad adulta se explica por las etiologías que a continuación serán presentadas.

En otro resultado, la etiología más frecuente fue alcohólica con el 77.8%. Resultado que concuerda con el reporte de Girish et al donde la enfermedad hepática alcohólica fue la causa más común de enfermedad hepática crónica con el 86%. La hepatitis crónica por virus B representó el 10% y la hepatitis C en 1.3%. <sup>(52)</sup> Es bastante demostrado que la principal etiología es por consumo de alcohol y fármacos, aunque en países en desarrollo como el nuestro, es muy superior el consumo de alcohol desde etapas muy jóvenes de la vida, lo que resulta en desarrollo de cirrosis en la edad adulta como fue demostrado en el párrafo anterior.

La severidad de la cirrosis, determinada por medio de la escala de Child-Pugh, más prevalente en los pacientes estudiados fue B con el 42.2%. Resultado que es discordante de los reportes de George et al donde el 4% estaban en clase A de Child Pugh, el 28% estaban en clase B de Child Pugh, el 52% estaban en clase C de Child Pugh. <sup>(53)</sup> Así también discordante del reporte de Girish et al donde el 10% pertenecían a la clase A, el 34% pertenecían a la clase B y el 56% pertenecían a la clase C. <sup>(52)</sup> Los reportes difieren entre sí por diversos factores, entre los que se encuentran como más importantes: la idiosincrasia de la población estudiada, los niveles socioeconómicos y educacionales que hacen tener acceso temprano a ciertas poblaciones de estudio y por ende, a una severidad menor de la cirrosis entre estudios.

El patrón ecográfico más prevalente fue el micronodular con el 86.7%; hecho que se corresponde con la descripción de Yeom et al quien recalca que el hallazgo más indicativo

de cirrosis hepática es la superficie nodular, que es más sensible en la superficie inferior del hígado que en la superficie superior (86% vs 53%).<sup>(54)</sup>

El diámetro medio de la vena porta fue de  $12.13 \pm 2.5$  mm. Lo que se corresponde con las medidas obtenidas en los grados moderados y severos de fibrosis hepática descritos por Ahmad et al quien describió que el diámetro medio de la vena porta en Child Pugh A fueron de  $9.8 \pm 1.3$  mm. El diámetro medio de la vena porta en Child Pugh B y C fueron  $14.1 \pm 0.8$  y  $14.6 \pm 0.7$  mm, respectivamente.<sup>(55)</sup> Este diámetro se ve afectado por la severidad de la fibrosis del parénquima hepático, afectando a su vez la luz de los vasos intrahepáticos.

La velocidad de la vena porta tuvo una media de  $12.03 \pm 4.16$  cm/segundo. Resultado que se corresponde con los hallazgos de Iwao et al y Zironi et al, quienes, respectivamente, encontraron una velocidad promedio de  $11.0 \pm 2.4$  cm / s en pacientes cirróticos versus  $15.9 \pm 2.8$  cm / s en controles y  $13.0 \pm 3.2$  cm / s contra  $19.6 \pm 2.6$  cm / s,  $p < 0.001$ ), encontrándose una diferencia estadísticamente significativa.<sup>(56)</sup> Como resultado de la fisiopatología de la cirrosis, y dependiendo de la severidad de la fibrosis hepática, se ve ralentizado el flujo sanguíneo en la vena porta; hecho que es ampliamente demostrado.

La velocidad de la vena porta y el puntaje de Child Pugh tienen una correlación estadísticamente significativa, la cual es negativa y fuerte ( $r = -0.848$ ,  $p = 0.000$ ), lo que indica que la velocidad del flujo sanguíneo disminuida refleja el daño de la función hepática y el aumento de la resistencia al flujo sanguíneo. Resultado que ha sido descrito en diversas investigaciones: Liu et al encontró que la velocidad de flujo de la vena porta disminuyó gradualmente de acuerdo con el orden de grado de clase de Child Pugh A ( $19.56 \pm 3.07$  cm/s), B ( $15.02 \pm 3.45$  cm/s), C ( $12.98 \pm 4.16$  cm/s).<sup>(57)</sup> Así mismo, Ali et al describió que la velocidad promedio en el subgrupo A de Child fue ( $19.4 \pm 5.08$  cm / s). La velocidad promedio en el subgrupo B de Child fue ( $15 \pm 2.1$  cm / s), mientras que la velocidad promedio en el subgrupo C de Child Pugh fue ( $11.2 \pm 1.24$  cm / s). Encontrando en el análisis inferencial que la velocidad promedio en el subgrupo B del niño disminuyó significativamente que en el subgrupo A de Child Pugh ( $P < 0.01$ ). Además, la velocidad

promedio en el subgrupo C del niño disminuyó significativamente que en los subgrupos B y A de Child Pugh ( $P < 0.01$ ). <sup>(58)</sup>

Por último Afifi et al describió que la media de la velocidad del flujo de la vena porta disminuyó a medida que aumentó la puntuación de Child Pugh a como se describe a continuación:  $16.5 \pm 3.6$  cm / s ( $p = 0.01$ ) en Child Pugh A,  $14.2 \pm 4.2$  cm / s ( $p < 0.001$ ) en Child Pugh B, y  $3.7 \pm 14.3$  cm / s ( $p = 0.001$ ) en Child Pugh C. <sup>(59)</sup>

## **X.- CONCLUSIONES**

### **A. Exposición de conclusiones**

La edad mostró una media de  $46.20 \pm 13.69$  años, así mismo el género predominante fue el masculino con el 73.3%, la etiología alcohólica fue la más frecuente con el 77.8%, el tiempo de evolución tuvo una media de  $8.64 \pm 3.16$  años, el puntaje Child Pugh tuvo una media de  $9.11 \pm 3.28$ , la severidad de la cirrosis de acuerdo a la escala Child Pugh más prevalente fue B con el 42.2%, el patrón ecográfico más frecuente fue el micronodular con el 86.7%, la vena porta tuvo un diámetro medio de  $15.66 \pm 2.04$  milímetros, y la velocidad de la vena porta tuvo una media de  $12.03 \pm 4.16$  cm/segundo.

El análisis inferencial mostró que la velocidad de la vena porta valorada por Doppler se correlaciona fuertemente con la severidad de la cirrosis evaluada con la escala de Child-Pugh, por lo que muestra una gran utilidad en la evaluación no invasiva de los pacientes con cirrosis.

En este hospital resulta de gran importancia dado que existe una predominancia de pacientes con severidades intermedias de cirrosis, las que hasta la fecha son determinadas por medio de la clasificación de Child-Pugh que incluye elementos clínicos y de laboratorio.

### **B. Propuestas**

Se propone el uso de Doppler como elemento central de la valoración de la severidad de la cirrosis hepática con el fin de optimizar los recursos humanos y materiales del laboratorio del hospital.

Además, se propone la utilización sistemática del Doppler en pacientes que muestren patrones micronodulares en el examen de ultrasonido.

Además de la utilización de Doppler en los pacientes que tengan antecedentes de alcoholismo, a pesar de ausencia de ascitis y de encefalopatía como parte de un programa de tamizaje independiente de hallazgos de laboratorio.

### **C. Recomendaciones**

Se recomienda la realización de estudios que confirmen la correlación descrita en el presente estudio, así como la investigación del uso de Doppler en la evaluación de diversas patologías con el fin de sustituir a las pruebas invasivas o que requieran del uso intensivo del laboratorio del hospital. Así mismo se recomienda la implementación de un programa de tamizaje basado en Doppler para la valoración de pacientes en riesgo de cirrosis.

## XI.- REFERENCIAS BIBLIO-HEMEROGRÁFICAS

1. Manterola C, Del Sol M, Ottone N, et al. Anatomía quirúrgica y radiológica del hígado. Fundamentos para las resecciones hepáticas. *Int. J. Morphol.* 2017; 35(4):1525-1539
2. Li X, Wang XK, Chen B, et al. Computational hemodynamics of portal vein hypertension in hepatic cirrhosis patients. *Bio-Medical Materials and Engineering* 2015; 26:S233–S243
3. Tambala C, Secieru I. Portal hemodynamics disorders severity in liver cirrhosis assessment by duplex ultrasound. *Curierul medical* 2016, 59(1):37-40
4. Carrillo R, Díaz MA, Arch E, et al. Correlación entre la clasificación Child-Pugh lactato y la mortalidad en pacientes cirróticos internados en la unidad de terapia intensiva. *Med Crit* 2016; 30(5):310-314
5. Prieto JE, Sánchez S, Prieto RG, et al. Características clínicas y descompensación en pacientes con cirrosis hepática atendidos en dos centros de hepatología en la ciudad de Bogotá D.C., 2010-2014. *Rev Col Gastroenterol* 2016; 31(1):1-8
6. Scaglione S, Kliethermes S, Cao G, et al. The Epidemiology of Cirrhosis in the United States. *Journal of Clinical Gastroenterology* 2015; 49(8):690–696
7. Velázquez S, Giralá M. Etiología, estadio y complicaciones de la cirrosis hepática en un hospital de referencia en Paraguay. *Rev. virtual Soc. Parag. Med. Int* 2018; 5(2):53-61
8. Subsecretaría de Integración y Desarrollo del Sector Salud. Informe sobre la salud de los mexicanos 2015. Disponible en:  
[https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/64176/INFORME\\_LA\\_SALUD\\_DE\\_LOS\\_MEXICANOS\\_2015\\_S.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/64176/INFORME_LA_SALUD_DE_LOS_MEXICANOS_2015_S.pdf)
9. Schwoppe RB, Katz M, Russell T, et al. The many faces of cirrhosis. *Abdom Radiol* 2019; 10.1007/s00261-019-02095-z
10. Leung JCF, Loong TCW, Pang J, et al. Invasive and non-invasive assessment of portal hypertension. *Hepatol Int* 2018; 12(Suppl 1):44-55
11. Pareja JS, Restrepo JC. Diagnostic Methods in Portal Hypertension. *Rev Col Gastroenterol* 2016; 31(2):131-140

12. Flamm SL. Complications of Cirrhosis in Primary Care: Recognition and Management of Hepatic Encephalopathy. *Am J Med Sci* 2018; 356(3):296-303
13. Berzigotti A. Advances and challenges in cirrhosis and portal hypertension. *BMC Medicine* 2017; 15:200
14. European Association for the Study of the Liver. EASL Clinical Practice Guidelines for the management of patients with decompensated cirrhosis. *Journal of Hepatology* 2018; 69:406–460
15. Wijdicks EFM. Hepatic Encephalopathy. *New England Journal of Medicine* 2016; 375(17):1660–1670
16. Peng Y, Qi X, Dai J, et al. Child-Pugh versus MELD score for predicting the in-hospital mortality of acute upper gastrointestinal bleeding in liver cirrhosis. *Int J Clin Exp Med* 2015; 8(1):751-757
17. Jithin G, Yeshavanth G. Correlation between APRI Index, MELD Score and Child Pugh Score in Cirrhosis of Liver. *JMSCR* 2018; 6(5):548-553
18. Sebastian A, Varghese SM. Fuzzy Logic for Child-Pugh classification of patients with Cirrhosis of Liver. 2016 International Conference on Information Science (ICIS) 2016; 168-171
19. Valenzuela V, Salazar M, Cheng L, et al. Comparación del valor pronóstico de mortalidad del Score Child Pugh y los modelos de pronóstico de enfermedad hepática crónica en pacientes con cirrosis hepática descompensada del Hospital Nacional Cayetano Heredia, Lima-Perú. *Rev Gastroenterol Peru.* 2015; 35(4):307-312
20. Artru F, Louvet A. Admission des patients cirrhotiques en réanimation : le score de Child-Pugh est-il un outil pertinent? *Réanimation* 2015; 24:389–397
21. Pons M, Augustin S, Genescà J. Risk Stratification with Noninvasive Tools in Patients with Compensated Cirrhosis. *Curr Hepatology Rep* 2017; 16:228–236
22. Antil N, Sureka B, Mittal MK, et al. Hepatic Venous Waveform, Splenoportal and Damping Index in Liver Cirrhosis: Correlation with Child Pugh's Score and Oesophageal Varices. *J Clin Diagn Res* 2016; 10(2):TC01-TC05
23. Mahajan M, Sharma P, Gupta P, et al. Diagnostic Value of Doppler Ultrasonography in Non-invasive Diagnosis of Chronic Liver Disease and Portal Hypertension. *International Journal of Anatomy, Radiology and Surgery* 2016; 5(4):RO01-RO05

24. Brandt AH, Moshavegh R, Hansen KL, et al. VECTOR FLOW IMAGING COMPARED WITH PULSE WAVE DOPPLER FOR ESTIMATION OF PEAK VELOCITY IN THE PORTAL VEIN. *Ultrasound Med Biol* 2018; 44(3):593-601
25. Ruano CA, Lourenço J, Vieira L, et al. Avaliação eco-doppler na cirrose hepática. *ACTA RADIOLÓGICA PORTUGUESA* 2015; 105(XXVI):21-26
26. Bolognesi M, Verardo A, Pascoli M. Peculiar characteristics of portal-hepatic hemodynamics of alcoholic cirrhosis. *World J Gastroenterol* 2014; 20(25): 8005-8010
27. Orosco RK, Orloff LA. Physics and Principles of Ultrasound. En: Welkoborsky HJ, Jecker P. *Ultrasonography of the Head and Neck*. Germany: Springer Verlag 2019
28. Petrescu F. Improving Medical Imaging and Blood Flow Measurement by using a New Doppler Effect Relationship. *American Journal of Engineering and Applied Sciences* 2015; 8(4):582-588
29. Martin DJ, Wells ITP, Goodwin CR. Physics of ultrasound. *Anaesthesia & Intensive Care Medicine* 2015; 16(3):132–135
30. Ricci S, Matera R, Tortoli P. An improved Doppler model for obtaining accurate maximum blood velocities. *Ultrasonics* 2014; 54(7):2006–2014
31. Dudwiesus H. Physical and Technical Principles of Doppler Sonography. En: Deeg KH. *Doppler Sonography in Infancy and Childhood*. Germany: Springer International Publishing Switzerland; 2015. 7-9
32. McDicken WN. Physics: Principles, Practice and Artefacts. En: Pozniak MA, Allan PL. *Clinical Doppler Ultrasound*. Tercera Edición. España: Elsevier; 2014. 1-25
33. Hangiandreou NJ, Strissel NL. Principles of Color and Power Doppler in Neck Ultrasound Imaging. *Advanced Thyroid and Parathyroid Ultrasound* 2017; 49–58
34. Oglat AA, Matjafri MZ, Suardi N, et al. A Review of Medical Doppler Ultrasonography of Blood Flow in General and Especially in Common Carotid Artery. *J Med Ultrasound* 2018; 26:3-13
35. Matchenko OS, Barannik EA. The effect of blood acceleration on the ultrasound power Doppler spectrum. *Acoustical Physics* 2017; 63(5):596–603
36. Shakeri A, Varshochi M, Atapour N, et al. Vascular Doppler ultrasonographic indices in cirrhosis: a case–control study with emphasis on the common carotid arteries. *La Radiologia Medica* 2015; 120(10):982–988

37. Kondo T, Maruyama H, Sekimoto T, et al. Impact of portal hemodynamics on Doppler ultrasonography for predicting decompensation and long-term outcomes in patients with cirrhosis. *Scand J Gastroenterol* 2016; 51(2):236-244
38. Iranpour P, Lall C, Houshyar R, et al. Altered Doppler flow patterns in cirrhosis patients: an overview. *Ultrasonography* 2016; 35:3-12
39. Elmahdy AM, Berzigotti A. Non-invasive Measurement of Portal Pressure. *Current Hepatology Reports* 2019; 18:20-27
40. Ricci S, Vilkomerson D, Matera R, et al. Accurate blood peak velocity estimation using spectral models and vector doppler. *IEEE Transactions on Ultrasonics, Ferroelectrics, and Frequency Control* 2015; 62(4):686–696
41. Bolognesi M, Pascoli M, Sacerdoti D. Clinical role of non-invasive assessment of portal hypertension. *World J Gastroenterol* 2017; 23(1):1-10
42. Fuhrmann I, Brünn K, Probst U, et al. Proof of principle: Estimation of liver function using color coded Doppler sonography of the portal vein. *Clin Hemorheol Microcirc* 2018; 70(4):585-594
43. Singh GB, Gupta D, et al. To Study the Role of Duplex Sonography in Cases of Portal Hypertension. *J. Evolution Med. Dent. Sci.* 2019; 8(52):3909-3914
44. Nićiforović D, Till V, Vučaj-Ćirilović V, et al. The role of the color Doppler ultrasonography and computed tomography in estimation of portal hypertension. *Srp Arh Celok Lek.* 2016; 144(11-12):602-607
45. Riahinezhad M, Rezaei M, Saneian H, et al. Doppler assessment of children with liver cirrhosis and portal hypertension in comparison with a healthy control group: An analytical cross sectional study. *J Res Med Sci* 2018; 23:40
46. Afif AM, Chang JPE, Wang YY, et al. A sonographic Doppler study of the hepatic vein, portal vein and hepatic artery in liver cirrhosis: Correlation of hepatic hemodynamics with clinical Child Pugh score in Singapore. *Ultrasound* 2017; 25(4):213-221
47. Ali WI, Hammad MI, Amer MZA, et al. Association between Portal Vein Colored Doppler Ultrasound Radiodiagnosis Findings and Severity of Liver Disease in Cirrhotic Patients with Portal Hypertension. *Al-Azhar International Medical Journal* 2020; 1(1):232-237

48. Farooq AA, Farooq A, Rashid M, et al. Association of Portal Vein Doppler Parameters with Chronic Liver Disease Child Pugh Classes: A Single Center Experience at Rawalpindi, Pakistan. *Journal of Islamic International Medical College* 2019; 14(1):33-37
49. Elwan N, Salah R, Hamisa M, et al. Evaluation of portal pressure by doppler ultrasound in patients with cirrhosis before and after simvastatin administration – a randomized controlled trial. *F1000Res* 2018; 7:256
50. Niculescu CC, Pascu O. The importance of hemodynamic parameters in cirrhotic patients with portal hypertension. *HVM Bioflux* 2016; 8(3):129-132
51. Antil N, Sureka B, Mittal MK, et al. Hepatic Venous Waveform, Splenoportal and Damping Index in Liver Cirrhosis: Correlation with Child Pugh's Score and Oesophageal Varices. *Journal of Clinical and Diagnostic Research* 2016; 10(2):TC01-TC05
52. Girish A, Shrestha TM. Child Pugh Score as a Predictor of Large Oesophageal Varices in Chronic Liver Disease Patients. *Nepal Med J* 2020; 3(4):37-41
53. George J, Yeshavanth G. Correlation between APRI Index, MELD Score and Child Pugh Score in Cirrhosis of Liver. *JMSCR* 2018; 6(5):548-553
54. Yeom SK, Lee CH, Cha SH, et al. Prediction of liver cirrhosis, using diagnostic imaging tools. *World J Hepatol* 2015; 7(17): 2069-2079
55. Ahmad MIM. Doppler Ultrasound of Hepatic Artery and Portal Vein: Relationship with Clinical Severity of Hepatitis C Virus Liver Cirrhosis. *Med. J. Cairo Univ.* 2019; 87(6):3589-3595
56. Sonhaye L, Boube AH, Amadou A, et al . Doppler Ultrasound of Hepatic Vessels in the Diagnosis of Cirrhosis of the Liver in Togo. *Open Journal of Radiology* 2018; 8:53-63
57. Liu J. Clinical significance of color Doppler ultrasound in detection of hepatic cirrhosis and splenic venous hemodynamics. *Journal of Hainan Medical University* 2016; 22(5):88-90
58. Ali WI, Hammad MI, Amer MZA, et al. Association between Portal Vein Colored Doppler Ultrasound Radiodiagnosis Findings and Severity of Liver Disease in Cirrhotic Patients with Portal Hypertension. *AIMJ* 2020; 10.21608/aimj.2020.22659.1095

59. Afif AM, Chang JPE, Wang YY. A sonographic Doppler study of the hepatic vein, portal vein and hepatic artery in liver cirrhosis: Correlation of hepatic hemodynamics with clinical Child Pugh score in Singapore. *Ultrasound* 2017; 25(4):213-221

## XII.- ANEXOS

### A) Instrumento de recolección de información

Folio interno: \_\_\_\_\_

Edad: \_\_\_\_\_ Sexo: \_\_\_\_\_

Etiología de la cirrosis: \_\_\_\_\_

Tiempo de evolución de la cirrosis: \_\_\_\_\_

Ascitis: \_\_\_\_\_ Encefalopatía: \_\_\_\_\_

Bilirrubina: \_\_\_\_\_

Tiempo de protrombina: \_\_\_\_\_

Puntaje Child-Pugh: \_\_\_\_\_

Patrón ecográfico: \_\_\_\_\_

Diámetro de la vena porta: \_\_\_\_\_

Velocidad de flujo de la vena porta: \_\_\_\_\_

## **B) Definiciones operacionales**

Edad: Años cumplidos al momento de la exploración ultrasonográfica

Sexo: Masculino/Femenino

Severidad de la cirrosis: Según lo obtenido en la escala de Child-Pugh

Etiología de la cirrosis: Según lo indicado en el expediente clínico

Tiempo de evolución: Tiempo transcurrido desde el diagnóstico de cirrosis hasta la realización de la ultrasonografía Doppler

Ascitis: Según lo indicado como tal en el expediente clínico

Bilirrubina: Según lo asentado como tal en el expediente clínico

Tiempo de protrombina: Según lo asentado como tal en el expediente clínico

Encefalopatía: Según lo asentado como tal en el expediente clínico

Diámetro de la vena porta: Según lo obtenido en la ultrasonografía Doppler

Velocidad de vena porta: Según lo obtenido en la ultrasonografía Doppler

Patrón ecográfico: Según lo obtenido en la ultrasonografía Doppler

### C) Imágenes Doppler de la vena porta en pacientes cirróticos estudiados

