



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

**FACULTAD DE MEDICINA
DIVISIÓN DE ESTUDIO DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN
CURSO DE ESPECIALIZACIONES MÉDICAS**

**INSTITUTO NACIONAL DE CIENCIAS MÉDICAS Y NUTRICIÓN
“SALVADOR ZUBIRÁN”**

**EFFECTIVIDAD DE LA EMBOLIZACIÓN DE LA VENA PORTA
PREVIO A UNA HEPATECTOMÍA: COMPARACIÓN DE
RESULTADOS EN PACIENTES CON O SIN DERIVACIÓN DE LA
VÍA BILIAR**

TESIS

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE ESPECIALISTA EN:
IMAGENOLÓGÍA DIAGNÓSTICA Y TERAPÉUTICA**

**PRESENTA:
DRA. INGRID ALONSO RAMÓN**

**TUTOR:
DR JESÚS ALEJANDRO GABUTTI THOMAS**

CIUDAD DE MÉXICO, AGOSTO DE 2023





Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

TÍTULO DE TESIS

EFFECTIVIDAD DE LA EMBOLIZACIÓN DE LA VENA PORTA PREVIO A UNA HEPATECTOMÍA: COMPARACIÓN DE RESULTADOS EN PACIENTES CON O SIN DERIVACIÓN DE LA VÍA BILIAR

Dr. José Alberto Ávila Funes

Director de Enseñanza del INCMNSZ

Dra. Mónica Chapa Ibarquengoitia

Jefa del Departamento de Radiología e Imagen Molecular INCMNSZ

Dr. Jesús Alejandro Gabutti Thomas

Jefe del Departamento de Radiología Intervención INCMNSZ

Agradecimientos:

A mis padres Carlos y Gloria por brindarme las herramientas para alcanzar todos mis objetivos, por aceptar mis caídas y celebrar mis logros.

A mi esposo Mahatma Isaac por tomar mi mano para compartir este camino, siempre con amor y paciencia.

Al doctor Alejandro Gabutti por guiarme en el proceso y a la doctora Mónica Chapa por su apoyo en el análisis de datos.

Índice

<i>Índice</i>	4
<i>Resumen</i>	5
<i>Introducción</i>	6
<i>Justificación</i>	7
<i>Planteamiento del problema</i>	7
<i>Pregunta de investigación</i>	7
<i>Objetivos</i>	8
<i>Hipótesis</i>	8
<i>Marco teórico</i>	8
<i>Pacientes y métodos</i>	12
<i>Resultados</i>	14
<i>Discusion</i>	25
<i>Conclusion</i>	26
<i>Bibliografía</i>	27

Resumen

Introducción

Los pacientes con tumores hepáticos que requieren hepatectomía pero no tienen un adecuado volumen del futuro remanente hepático son sometidos a embolización portal para favorecer la hipertrofia del lóbulo contralateral. Existen diferentes factores que influyen directamente para lograr el volumen esperado, disminuyendo el grado o incrementando el tiempo para alcanzar el objetivo, sin embargo al incrementar el tiempo de espera muchos pacientes pueden tener progresión de la enfermedad de base y no ser candidatos a la hepatectomía.

Objetivo

Demostrar si la manipulación de la vía biliar influye en el tiempo y grado de hipertrofia del FLR en pacientes sometidos a embolización portal.

Métodos

Estudio descriptivo transversal retrospectivo de pacientes a los que se les realizó embolización portal previo a una hepatectomía, con o sin manipulación biliar incluyendo pacientes desde enero del 2015 hasta mayo del 2023 en el Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán.

Resultados

La principal indicación para hepatectomía en nuestro hospital fueron etiologías malignas como el colangiocarcinoma, hepatocarcinoma, etc. Los pacientes con hepatocarcinoma tienen menor crecimiento respecto a las otras patologías valoradas. Posterior a la embolización de la vena porta existe un éxito clínico del 80% (valorado por una adecuada hipertrofia del futuro remanente hepático), el 50% de la población se les realizó hepatectomía, la causa principal de que no fueran candidatos a cirugía fue la progresión de la enfermedad. Más de la mitad de nuestros pacientes presentan derivación de la vía biliar y alcanzan los objetivos requeridos, sin embargo presentan una disminución en la cinética de crecimiento al comparar con pacientes sin derivación biliar.

Conclusiones

La derivación de la vía biliar no afecta el grado de crecimiento del FLR sin embargo incrementa el tiempo para lograr el porcentaje requerido.

Introducción

Actualmente la resección hepática es uno de los tratamientos de elección para pacientes con tumores hepáticos primarios y/o secundarios (1), pero en muchas ocasiones el futuro remanente hepático es insuficiente para una adecuada funcionalidad posterior a la hepatectomía y si se realizará existe un incremento en el riesgo de insuficiencia hepática aguda (2); por lo tanto se aprovecha el complejo atrofia-hipertrofia del hígado (3), a través de la embolización de la vena porta, siendo este un estímulo y redirigiendo la circulación vascular al futuro remanente hepático (FLR) lo que favorecerá el crecimiento del lóbulo contralateral; esto funciona como una terapia puente para lograr un volumen suficiente y el paciente sea candidato a hepatectomía.

A pesar de este principio solo el 60-70% de los pacientes serán sometidos a hepatectomía posterior a la embolización portal (4); las causas principales por progresión de la enfermedad, porque el volumen alcanzado en la hipertrofia es insuficiente y/o el radio de la cinética de crecimiento no es adecuado(3). Este último se vuelve predictor de morbi-mortalidad posterior a la hepatectomía ya que no solo valora el volumen, también analiza tiempo que necesita el hígado para lograr la hipertrofia necesaria (5).

Se han estudiado muchos factores que pueden influir en el grado y tiempo para alcanzar la hipertrofia adecuada, pero no existe información específica sobre pacientes que tengan manipulación de la vía biliar (6), y en nuestra población estudiada más de la mitad de los pacientes presenta derivación de la misma y hemos observado que en estos pacientes no se alcanza el volumen del remanente hepático y se les realiza otra terapia de manera subsecuente para conseguir el volumen requerido.

Por lo cual nuestro estudio se centra en comparar pacientes con o sin manipulación de la vía biliar para colacionar el volumen de crecimiento y el radio de la cinética, para demostrar ó descartar que es un factor que influye de manera negativa en la hipertrofia hepática; bajo este principio podría ayudarnos a realizar una mejor selección de pacientes que se beneficien verdaderamente de este tratamiento y alcancen el objetivo esperado que es la hepatectomía.

Justificación

Existe un incremento en la incidencia de tumores hepáticos tanto primarios como secundarios (8), en los cuales el trasplante y la resección quirúrgica son las principales opciones con fines curativos(1, 2), sin embargo solo el 25% de los pacientes son candidatos a la realización de hepatectomía extendida; en este contexto uno de los factores más importante para considerar la resección es: el “futuro remanente hepático” (FLR) (8). Cuando el FLR no es el esperado (es decir <20% en hígado sano < 30% en pacientes con disfunción hepática adyacente y < 40% en hígados cirróticos) la embolización portal es la técnica más utilizada para promover el crecimiento del FLR, con resultados a partir de la tercera y cuarta semana, con un crecimiento máximo a las 6 semanas, sin embargo existen causas ya corroboradas que retardan este proceso (como el tratamiento con quimioterapia y pacientes diabéticos), sin embargo no existe un estudio donde valore si la manipulación de la vía biliar puede disminuir el grado de hipertrofia ó prolongar el tiempo para conseguir la misma (6). Más de la mitad de los pacientes en nuestro centro que se les realiza embolización portal presenta dilatación ó manipulación de la vía biliar (antes, durante o posterior a la embolización portal); la finalidad de este trabajo es demostrar si existe diferencia significativa en la hipertrofia del FLR entre pacientes con versus sin derivación biliar.

Planteamiento del problema

Los pacientes con tumores hepáticos se suelen someter a embolización de la vena porta previo a una hepatectomía; sin embargo el involucro del parénquima hepático se asocia a una alta incidencia en dilatación de la vía biliar y colangitis por lo cual serán sometidos a una derivación biliar (7), sin embargo no existen estudios que demuestren si existe diferencia significativa en la hipertrofia del FLR entre pacientes con o sin manipulación de la vía biliar; en dado caso que disminuya o retarde la efectividad de la hipertrofia se prolongará el tiempo entre la embolización portal y la hepatectomía (6), en muchas ocasiones esto se traduce en incremento en la tasa de progresión de la enfermedad y los pacientes quedan fuera de tratamiento (8, 9, 10).

Pregunta de investigación

¿La derivación biliar es un factor que disminuya la eficacia o incremente el tiempo de la hipertrofia inducida del “futuro remanente hepático” por embolización portal?

Objetivos

- Objetivo principal

Demostrar si la manipulación de la vía biliar influye en el tiempo y grado de hipertrofia del FLR en pacientes sometidos a embolización portal.

- Objetivo secundario

Evaluar el porcentaje de hipertrofia posterior a embolización portal así como el tiempo el que tarda la hipertrofia esperada del FLR.

Conocer cuantos de pacientes se les realiza hepatectomía posterior a la embolización portal. Investigar las complicaciones presentadas en nuestros pacientes posterior la embolización portal.

Hipótesis

- Hipótesis

Los pacientes con manipulación de la vía biliar presentan un mayor tiempo y menor porcentaje de hipertrofia posterior a la embolización portal que los pacientes sin manipulación de la vía biliar.

- Hipótesis Nula

No existe diferencia significativa entre la efectividad de la embolización de la vena porta en pacientes con derivación biliar versus pacientes sin derivación biliar y esto puede ayudar a la selección de pacientes para la realización de embolización portal.

Marco teórico

A nivel mundial el cáncer hepático es el 6° más común y es la tercera causa de muerte por cáncer, en 2018 la estirpe histológica más frecuente fue el carcinoma hepatocelular (80.0%) seguida por el colangiocarcinoma intrahepático (14.9%) y otras estirpes representaron el 5.1%; aunque la proporción de cada subtipo depende de la región del mundo y género (11). A pesar de esta incidencia las metástasis hepáticas son más comunes que un tumor hepático primario, de hecho el hígado es de los sitios más comunes de depósitos secundarios (12).

La obstrucción biliar puede deberse a enfermedad local o extrínseca y la etiología es variada involucra lesiones benignas, malignas, metastásicas, inflamatorias ó iatrogenicas; por lo tanto la causa de la obstrucción biliar es diversa y en caso de que exista, la endoscopia y la derivación percutánea transhepática son las alternativas terapéuticas menos invasivas y suelen ser requeridas para disminuir la hiperbilirrubinemia, la sintomatología y prevención del desarrollo de procesos infecciosos (7).

La resección hepática sigue siendo parte esencial para el tratamiento de tumores hepáticos de cualquier etiología, sin embargo para que este se ofrezca como tratamiento es necesario evaluar el funcionamiento hepático y el volumen del hígado que quedaría residual, denominado como futuro remanente hepático (FLR) (6), y es indispensable tener un

adecuado FLR porque de lo contrario existe alto riesgo de insuficiencia hepática e incremento de la morbi-mortalidad (2, 4).

El volumen hepático total lo podemos obtener por medio de volumetría o por el método de Vauthey; sabemos que la tomografía puede existir errores por efecto del volumen parcial por la fase de respiración así como variación interobservador; a diferencia del método de Vauthey el cual nos habla sobre la relevancia de individualizar dependiendo del área de superficie corporal (utilizando la fórmula de Mosteller, $BSA = \sqrt{[altura \text{ (cm)} \times peso \text{ (kg)}] / 3,600}$). Posteriormente se resta el parénquima hepático que se planea resear quirúrgicamente, dejando solo el volumen del remanente; y es importante saber que cuando no alcanzan este volumen no son candidatos a hepatectomía. Este volumen varia dependiendo del estado basal del parénquima hepático, es <20% en hígado sano, < 30% en pacientes con disfunción hepática adyacente (como hepatotoxicidad posterior a quimioterapia ó esteatohepatitis) y < 40% en pacientes con cirrosis (2, 3, 5).

Una de las virtudes del hígado es su complejo atrofia-hipertrofia, esto se refiere al proceso de regeneración hepática que sucede posterior a un daño, esta regeneración dependerá del grado severidad, sin embargo el proceso fisiopatológico es por un incremento en el tamaño de la célula o bien una hipertrofia celular, esto es de causa multifactorial donde los factores más relevantes es el óxido nitroso estimulado por los cambios en la presión de la vena porta, la liberación de citocinas y el factor de crecimiento de los hepatocitos (HGF) entre otros (3) y a partir de este principio se crearon alternativas de tratamiento para inducir hipertrofia del FLR, dentro de las más reconocidas es la embolización portal (EVP) siendo una terapia puente para que al cumplir los objetivos el paciente sea candidato a una hepatectomía.

De las primeras técnicas empleadas fue la transilecólica sin embargo esta involucra la realización de una laparotomía y canular la vena ileocólica; con el tiempo se han creado técnicas menos invasivas por lo cual esta se utiliza solo si existe un alto riesgo al realizar una punción percutánea. Actualmente la técnica mas utilizada es por acceso transhepático; si se accede a través del lado que será el FLR se denomina acceso contralateral y si se accede a través del lóbulo hepático que será reseado se denominará acceso ipsilateral (6); ambos tienen ventajas y desventajas, el acceso contralateral permite una manipulación más sencilla del catéter y mejor manejo de los materiales de embolización, pero el acceso ipsilateral tiene menor riesgo de daño al FLR pero durante el abordaje se puede llegar a puncionar el tumor. También se ha propuesto el abordaje por la vena esplénica pero existe mayor riesgo de complicaciones (8). Al final todo tratamiento debe ser individualizado por paciente, habilidad del radiólogo intervencionista y el tipo de embolizante que se utilizará.

Así como las técnicas los materiales de embolización también han ido evolucionando actualmente se incluyen las esponjas hemostáticas, partículas de polivinil alcohol (PVA), alcohol absoluto, microesferas, n-butil-cianoacrilato con lipiodol y plugs vasculares; aún no existe un consenso sobre el material de preferencia, la utilización de manera única o en conjunto; sin embargo la selección del mismo se debe individualizar, siendo un fármaco tolerado por el paciente, que induzca una embolización completa y adecuada relación costo-efectiva (2); en nuestro instituto el material de embolización más utilizado es el n-butil-cianoacrilato con lipiodol.

El procedimiento se inicia con guía ultrasonográfica para realizar el acceso percutáneo transhepático (1) después de acceder a la vena porta se debe llevar el catéter central a la vena porta principal y se realizará una portografía con sustracción digital para la evaluación de la anatomía así como variantes anatómicas, de este modo identificar cuales son las venas seleccionadas para la embolización(2). Posteriormente se recomienda realizar una medición de la presión portal ya la presencia de una hipertensión portal significativa es contraindicación del procedimiento (3) y es importante tener en cuenta que posterior a la PVE incrementará la presión portosistémica 3 mmHg (9).

Si se realiza una hepatectomía derecha convencional se deberá embolizar la rama anterior y posterior de la porta derecha (ilustración 1); pero si se desea realizar una hepatectomía derecha extendida se embolizaran ramas que irrigen el segmento 4a y 4b. Incluso se ha demostrado que existe una mejor hipertrofia de los segmentos 2 y 3 si además de las ramas de la porta derecha se emboliza el segmento 4. La técnica de embolización va a depender del material de embolización que se escoja (2), el cianoacrilato fue el material más empleado en nuestro estudio, este es un agente líquido y al contacto con un medio iónico forma un fuerte enlace con los tejidos; posterior a su utilización los catéteres deben tener un “lavado” con un material no iónico que suele ser el lipiodol ya que este enlentece el efecto de la polimerización y permite que el material llegue a porciones más distales de la vasculatura antes de hacer un enlace fuerte(8).

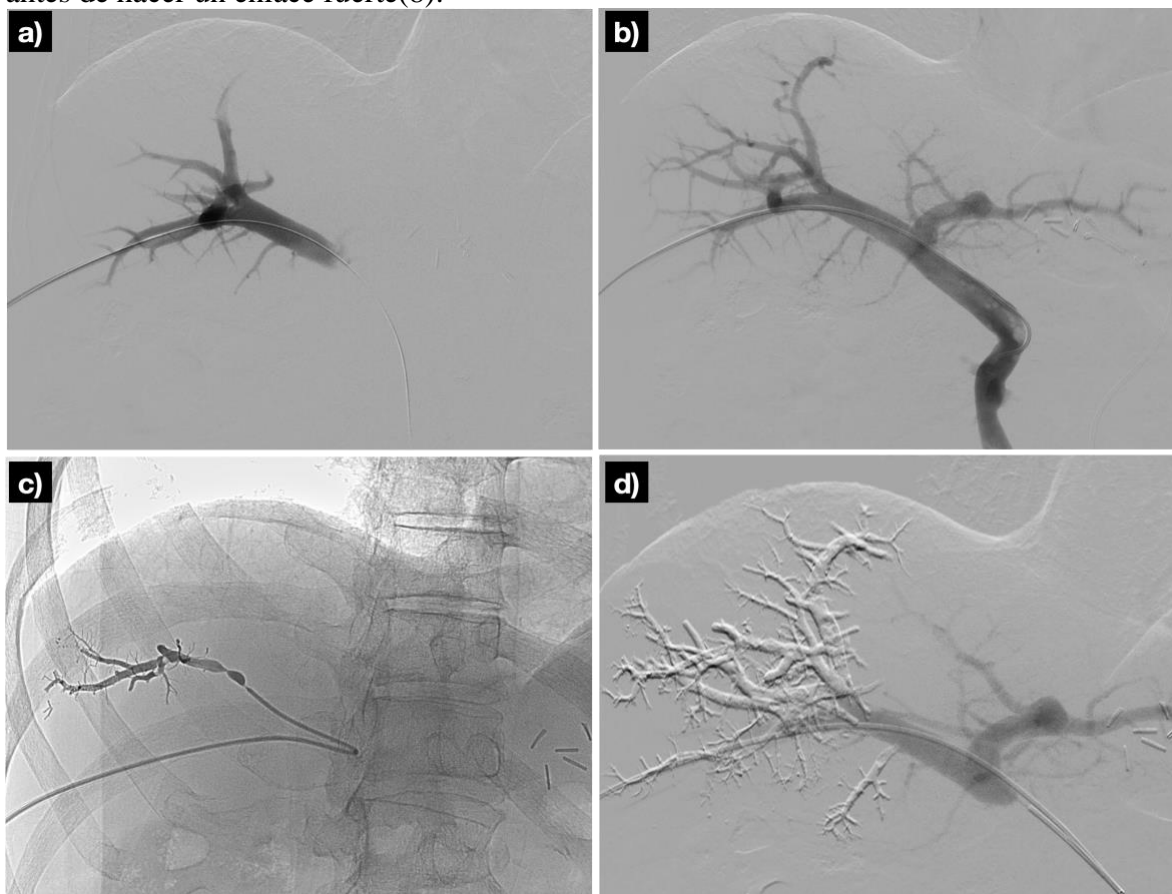


Ilustración 1- Embolización de vena porta con técnica ipsilateral a)Punción percutánea de vena porta derecha b) Se realiza portografía por catéter para definir si existen variantes anatómicas y seleccionar las venas a embolizar c) Embolización con cianoacrilato de venas seleccionadas d)Tatuaje de embolización.

Posterior a la EVP se debe realizar una tomografía con volumetría de 4-7 semanas para valorar el FLR, es un amplio rango ya que la hipertrofia se comienza a ver en las primeras 3-4 semanas, sin embargo el máximo volumen se alcanzará a las 6 semanas (8). Se realizará una volumetría del volumen FLR posterior a la EVP, se calculará el porcentaje del incremento del volumen FLR posterior a la embolización FLR, los centímetros cúbicos que creció, el % de crecimiento del FLR, el grado de hipertrofia (porcentaje) y la cinética de crecimiento a 1 semana (porcentaje), como se expresa en las fórmulas de la ilustración 2.

% del incremento del FLR	=	$\frac{\% \text{ FLR}_{\text{post-EVP}} - \% \text{ FLR}_{\text{pre-EVP}}}{\% \text{ FLR}_{\text{pre-EVP}}} (100\%)$
Volumen posterior a la EVP (cc)	=	$\text{Volumen FLR}_{\text{post-EVP}} - \text{Volumen FLR}_{\text{pre-EVP}}$
Grado de hipertrofia (%)	=	$\% \text{ FLR}_{\text{post-EVP}} - \% \text{ FLR}_{\text{pre-EVP}}$
Cinética de crecimiento (%)	=	$\frac{\% \text{ del crecimiento}}{\text{Semanas}}$

Ilustración 2- Fórmulas

La cinética de crecimiento, este es un concepto importante ya que nos ayuda a predecir el riesgo de presentar insuficiencia hepática posterior a la hepatectomía ya que no solo mide el volumen del FLR, lo que hace es valorar la relación entre el porcentaje de crecimiento y en cuanto tiempo sucede, lo cual lo convierte un mejor predictor de morbi - mortalidad posterior a hepatectomía; la formula empleada es porcentaje de crecimiento entre el tiempo (semanas), si el resultado es un crecimiento < 2% por semana durante las primeras 4 semanas la probabilidad se relaciona con alto riesgo insuficiencia hepática y mortalidad postquirúrgica (5).

Es importante tener en cuenta las complicaciones que para su estudio las dividimos en dos grandes grupos que son específicos a la embolización de la vena porta y el otro grupo es secundario a cualquier procedimiento percutáneo transhepático. El primer grupo son cambios consecuencia de la hipoperfusión que tendrá el parénquima hepático; puede existir un síndrome postembolización (malestar, febrícula, dolor abdominal, náusea y/o vómito), extensión de la trombosis, recanalización de la vena porta, infarto hepático, necrosis, hipertensión portal, los materiales de embolización pueden migrar, así como una inadecuada hipertrofia del futuro remanente hepático. El segundo grupo incluye sangrado, infección, neumotórax (14).

Se ha demostrado que de los pacientes sometidos a embolización portal solo el 60-70% se les realizará una hepatectomía (4, 13), ya que solo el 2-20% de los casos tendrán un

crecimiento satisfactorio del FLR (3) y aquí radica la importancia de conocer si nuestros pacientes presentan factores que afecten la hipertrofia posterior a la EVP. Ya se conocen mecanismos que disminuyen y/o retardan el proceso de regeneración hepática, como en los pacientes con diabetes mellitus donde la insulina tiene un rol fundamental para la regeneración hepática por medio del HGF y otros factores de crecimiento. También se ha observado una respuesta deficiente a los factores de crecimiento en los pacientes cirróticos (3), así como en pacientes bajo tratamiento con quimioterapia como el oxilaplatino, fluorouracil y el irinotecan (comúnmente usados en cáncer colorectal) pueden inducir esteatohepatitis y esto incrementa la mortalidad a 90 días posterior a hepatectomía (6).

A pesar de los avances existen muchos factores que aun no se estudian para ver su influencia sobre el grado y/o tiempo para la hipertrofia del FLR esperada. Como ya se reviso el involucro per se del parénquima hepático presenta alto riesgo de obstrucción y dilatación de la vía biliar; por lo cual van a requerir derivación de la vía biliar que pueden realizar antes, durante o posterior a la EVP; es importante saber si este es un factor que interfiere en la eficacia o el tiempo para la hipertrofia necesaria y muchos pacientes podrían no beneficiarse del procedimiento, ya que no se les realizara la hepatectomía y si se someterán a riesgos por la embolización portal que pueden ser propios por la técnica o por material de embolización.

Bajo el contexto de hepatocarcinoma se puede realizar una embolización portal junto con una embolización transarterial, con el objetivo de limitar el flujo vascular arterial y venoso que irrigará el tumor para tener un control del crecimiento previo a la cirugía. Esto no se recomienda en pacientes con metástasis ya que se ha observado un incremento en riesgo de isquemia hepática y formación de abscesos (8).

Pacientes y métodos

Estudio descriptivo transversal retrospectivo de pacientes a los que se les realizó embolización portal previo a una hepatectomía, con o sin manipulación biliar incluyendo pacientes desde enero 2015 hasta mayo 2023 en el Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán.

Los pacientes deben contar con expediente médico electrónico completo, así como archivo radiológico en sistema digital PACS con capacidad de realizar volumetrías en la estación postproceso, se recabo información sobre su patología actual, fecha de la realización de la embolización, se documentó la técnica y el material empleado; especificando si se realizo una técnica adicional en un segundo tiempo; así como documentar a los pacientes con hepatectomía, en caso de los pacientes que no llegaron a cirugía se investigo la causa.

Se realizó estadística descriptiva, el volumen hepático total fue calculado por el método de Vauthey y se comparó con la volumetría adquirida por tomografía, el volumen del futuro remanente hepático se calcula por la volumetría obtenida en el postproceso dependiendo si se realizará embolización de porta derecha o si será una derecha extendida. Posterior a EVP se midió el porcentaje del FLR por método de Vauthey, los centímetros cúbicos de crecimiento, el porcentaje de crecimiento del FLR, así como el radio de la cinética de crecimiento y el grado de hipertrofia. Si los pacientes tuvieron un procedimiento adicional

se vuelven a calcular estos valores, pero ahora nuestro basal será con las obtenidos después de la primera embolización.

Se excluyeron a los pacientes que no contaran con información radiológica y/o clínica completa, así como a los que se les realizo una técnica adicional a la embolización portal de manera concomitante (como embolización de venas hepáticas).

El comité de ética en investigación se encuentra en proceso de aprobación del estudio (RAD-4708-23-23-1). Por el tipo de estudio no se obtuvo consentimiento informado y los pacientes no pueden ser identificados en los datos presentados.

Resultados

De enero del 2015 a mayo del 2023 se realizaron 23 embolizaciones de la vena porta, sin embargo durante el análisis de datos se eliminaron 3 pacientes ya que se les realizó embolización de las venas suprahepáticas de manera simultánea. De nuestros 20 pacientes candidatos a embolización portal, el 45% (9/21) eran mujeres y 55% (11/21) eran hombres (gráfico 1) con edades de 23 a 73 años con un promedio de 53.5 años y una mediana de 53 años.

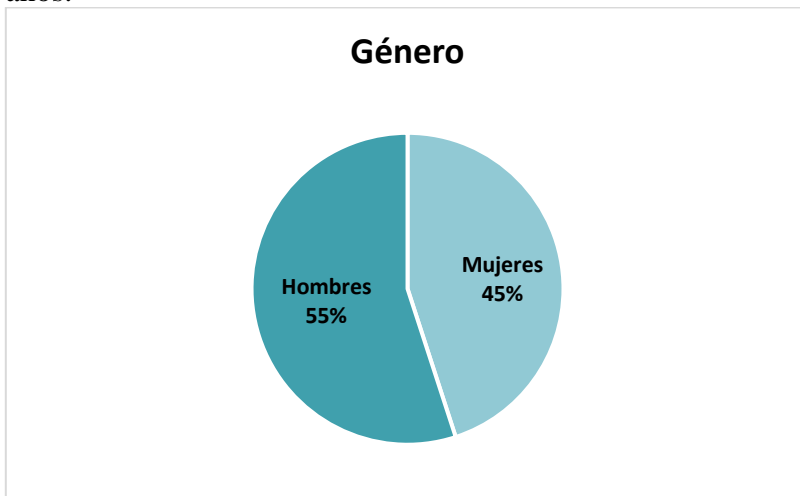


Gráfico 1- Género de los sujetos estudiados

Un aspecto indispensable en para decidir si el paciente debe ser sometido a EVP, es conocer el estado basal del parénquima hepático, lo clasificamos como normal, con cirrosis y un tercer grupo donde englobamos colestasis, esteatosis y esteatohepatitis inducida por quimioterapia; la mitad de nuestros pacientes se encontraban dentro del primero grupo (10/20), 3 del total presentaban cambios por cirrosis y el resto (7/20) se catalogaron dentro del tercer grupo (gráfico 2).

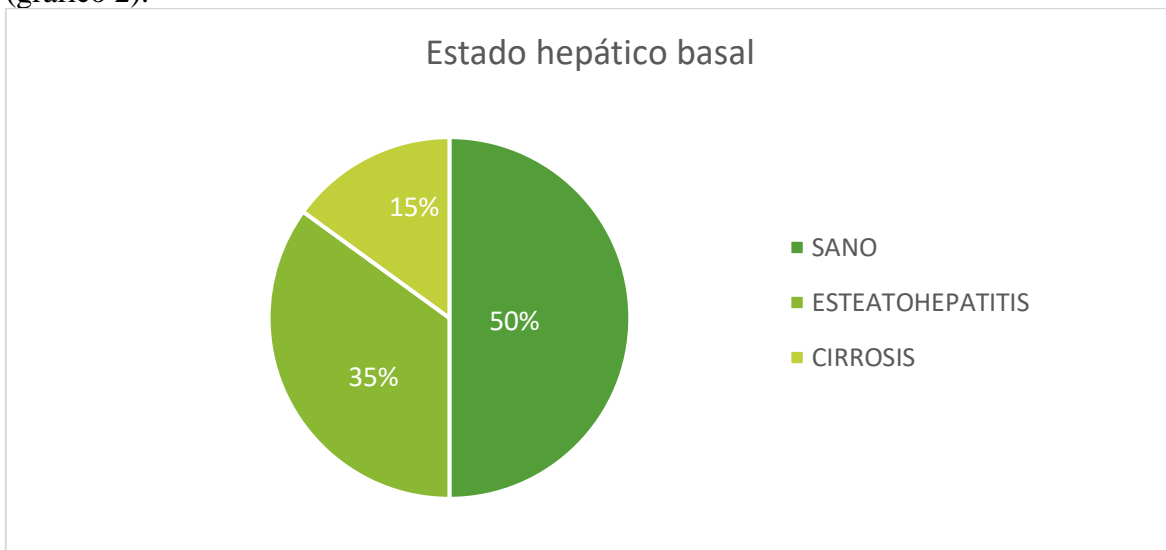


Gráfico 2- Estado hepático basal

El 85% de los pacientes con indicación de resección hepática eran de etiología maligna; el más frecuente fue el colangiocarcinoma (40%), seguido de metástasis (25%) y hepatocarcinoma (15%), el resto se desglosa en la tabla 1. Previo a la embolización de la vena porta la bilirrubina total promedio fue de 1.07 mg/dL con un rango de 0.3 hasta 3.9 mg/dL (valores normales: 0.3-1 mg/dL); el 35% de los pacientes tenía los valores elevados previo al procedimiento. El 55% de nuestros pacientes tuvieron derivación de la vía biliar, 10 de ellos se les realizó previo a EVP y 1 se llevó a cabo posterior a la misma; de este grupo de pacientes 6 presentaron elevación de la bilirrubina total.

Indicaciones para resección hepática		
Patología	Número de paciente	Porcentaje
Colangiocarcinoma	8	40%
Metástasis	5	25%
Hepatocarcinoma	3	15%
Lesión benigna de vía biliar	1	5%
Hemangioma	1	5%
Tumor fibroso solitario hepático productor de IGF-2	1	5%
Obstrucción por colecistitis crónica	1	5%

Tabla 1- Indicaciones para resección hepática

Para la embolización de la vena porta la técnica ipsilateral fue utilizada en 14 de nuestros pacientes y solo el 30% fue por medio de la técnica contralateral, a seis de los pacientes (20%) se realizó embolización portal con extensión al segmento IV de primera instancia. El material de embolización utilizado con mayor frecuencia fue el histoacryl con lipiodol en un 90% (18 de 21 pacientes), en otros dos pacientes se utilizó un coil y partículas de PVA (polyvinyl alcohol) respectivamente (Tabla 2).

Técnica y material empleado para embolización de vena porta		
Técnica		Porcentaje
Ipsilateral	14	70%
Contralateral	6	30%
Material de embolización		Porcentaje
Histoacryl con lipiodol	18	90%
Partículas de PVA	1	5%
Coil	1	5%
Embolización extendida		Porcentaje
Embolización de segmentos derechos	14	70%
Embolización extendida	6	30%

Tabla 2- Técnica y material empleado para EVP

Posterior a la EVP el estudio de seguimiento se realizó de 2 a 10 semanas (rango de 14 a 70 días) lo más frecuente fue el seguimiento a las 6 semanas con un 30%, seguido de la semana 5 con 20% y la semana 4 con un 15%, el resto se desglosa en el gráfico 3.

Seguimiento de los pacientes

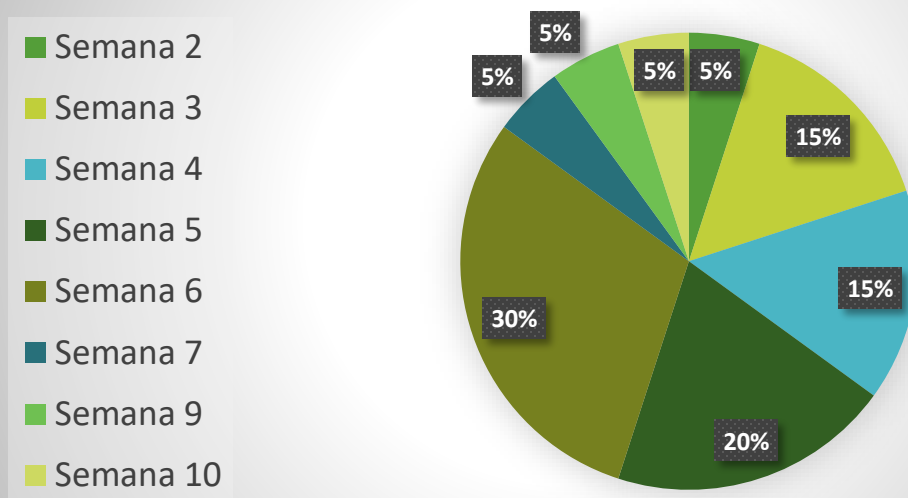


Gráfico 3- Seguimiento de pacientes en semanas

El volumen hepático total de los pacientes se calculó por volumetría y fórmula de Vauthey, por lo que se recabó el peso y talla del paciente y se calculó el área de superficie corporal de cada uno como se desglosa en la tabla 3. Es importante mencionar que en nuestro estudio el volumen hepático total utilizado fue calculado por fórmula de Vauthey, con un promedio de 1443.8 cc y mediana de 1427 cc (de 950.2 hasta 1982.4 cc) a diferencia del volumen medido por volumetría por tomografía tuvo un promedio de 1749.4 cc con mediana de 1654 cc (1064.6 – 3420.2 cc); con esto comprobamos que existe una diferencia promedio de 305.57 cc, con P significativa de 0.0020.

Volumen hepático total				
Volumetría (cc)	Por fórmula de Vauthey (cc)	Peso (kg)	Talla (cm)	BSA fórmula de mollester (m ²)
1514.5	1487.1	72	162	1.8
1821.3	1137.8	57.3	146	1.52
1739	1229.6	60	153	1.60
2108.1	1982.4	96	180	2.19
1458.8	950.27	44	155	1.38
1313.3	1246.4	61	153	1.61
1565.3	1494.1	72	163	1.81
1553.3	1475.9	66	175	1.79
1670.9	1289.8	62	157	1.64
1583.2	1378.9	63	168	1.71
1799.2	1141.8	56	150	1.53
1922.4	1638.1	78	170	1.92
1767.1	1268.4	54.8	174	1.63
1418.1	1294.7	60	163	1.65
3420.2	1722.5	84	169	1.99
1064.6	1198.7	57.8	154	1.57
2254.2	1852.3	94	167	2.09

1457.8	1735.63	88	163	2.00
1637.7	1661.4	85	159	1.94
1919.9	1690.7	80	173	1.96

Tabla 3- Volumen hepático total

El volumen del futuro remanente hepático se obtuvo posterior a la realización de una volumetría la cual se realizó previo y posterior a la embolización, de ahí se calculó cuántos centímetros cúbicos incremento el FLR en cada paciente con un promedio de 145.3 cc (con un rango de 3.1 hasta 368.1 cc) como se muestra en la tabla 4.

Volumen del futuro remanente hepático (FLR)		
Volumen Pre- EVP (cc)	Volumen post – EVP(cc)	Cuántos centímetros cúbicos incremento el FLR post EVP (cc)
348.7	527.2	178.5
508.8	542.6	33.8
377	745.1	368.1
379.2	714.3	335.1
411.8	501.4	89.6
421.5	542.4	120.9
333.1	336.2	3.1
286	404.6	118.6
394.9	398.8	3.9
308.9	369.7	60.8
547.3	645.1	97.8
340.2	525.19	184.99
278	453.6	175.6
346.4	461.8	115.4
348.7	533.22	184.52
160.4	289.1	128.7
775.5	971.7	196.2
245.7	362.3	116.6
484.6	747.8	263.2
404.9	536.5	131.6

Tabla 4- Volumen del FLR pre y post EVP

Para que los pacientes sean candidatos a una embolización de la vena porta es necesario conocer el porcentaje del futuro remanente hepático ya que depende de su estado hepático basal el porcentaje mínimo que debe tener cada uno. Posterior a la embolización se calculó el porcentaje del FLR, ambos cálculos se hicieron por volumetría y por medio de la fórmula de Vauthey. Todos los casos son sometidos al consenso multidisciplinario; en algunos escenarios el porcentaje del FLR (*) se encontraba límite y otros mayor al límite sin embargo durante la individualización de los pacientes y patologías se acordó la necesidad de estimular el crecimiento del FLR por medio de la EVP por lo cual fueron seleccionados para el procedimiento. El promedio de % del FLR pre-EVP fue de 27.49 con mediana de 23.7; posterior a EVP con promedio de 37.4 c y mediana de 35.56; se muestran los valores de cada paciente en la tabla 5.

% FLR pre y posterior a embolización de la vena porta. Comparación con volumetría y fórmula de Vauthey			
% del FLR pre-EVP por volumetría	% del FLR post-EVP por volumetría	% de FLR pre-EVP por fórmula de Vauthey	% de FLR post-EVP por fórmula de Vauthey
23.02	34.81	23.45	35.45
27.94	29.79	44.72*	47.69
21.68	42.85	30.66*	60.59
17.99	33.88	19.13	36.03
28.23	34.37	43.34*	52.764
32.09	41.30	33.82*	43.51
21.28	21.47	22.29	22.49
18.41	26.05	19.38	27.41
25.22	20.57	30.62*	28.86
19.51	23.35	22.40	26.81
30.42	35.85	47.93*	56.50
17.70	27.32	20.77	32.06
15.73	25.67	21.92	35.76
24.43	32.56	26.75	35.67
10.20	15.59	20.24	30.96
15.07	27.16	13.38	24.12
34.40	43.11	41.87*	52.46
16.85	24.85	14.16	20.87
29.59	45.66	29.17*	45.01
21.09	27.94	23.95	31.73

Tabla 5- %FLR pre y post-EVP; comparación volumetría y fórmula de Vauthey, *Pacientes sometidos a consenso multidisciplinario.

Conociendo el volumen del futuro remanente hepático se hizo el cálculo del porcentaje de crecimiento, el grado de hipertrofia de cada paciente la cinética de crecimiento como se observa en la tabla 6. El porcentaje de cinética de crecimiento promedio fue de 8.13 con una mediana de 6.95; el 90% de la población estudiada presentó una adecuada cinética de crecimiento, uno de los pacientes que no tuvo adecuada cinética de crecimiento se le realizó hepatectomía sin embargo tuvo complicaciones post-quirúrgicas y falleció; a los otros dos no se les realizó procedimiento quirúrgico.

Cambios posterior a la EVP		
% del volumen de crecimiento	% Grado de Hipertrofia	% Radio de cinética de crecimiento
51.19	12.00	5.1
6.64	2.97	2.2
97.64	29.93	19.5
88.37	16.90	22.1
21.76	9.43	10.9
28.68	9.70	9.6
0.93	0.21	0.1
41.47	8.04	6.9
0.99	0.30	0.3
19.68	4.41	3.3
17.87	8.57	4.5
54.38	11.29	9.1
63.17	13.84	7.0
33.31	8.91	5.6
52.92	10.71	8.8

80.24	10.74	16.0
25.30	10.59	6.3
47.46	6.72	7.9
54.31	15.84	10.9
32.50	7.78	6.5

Tabla 6- Cambios posterior a EVP

En nuestro estudio conocemos porque patología tenían indicada la embolización de la vena porta, por lo cual quisimos conocer si existe una diferencia significativa posterior a la EVP dependiendo de la patología de base, haciendo 4 grandes grupos, pacientes con colangiocarcinoma, metástasis, hepatocarcinoma y otro grupo de patologías variadas; se obtuvo un % de FLR de 38.69, 34.84, 30.08 y 43.71; con un crecimiento promedio de 132 cc, 167.26 cc, 101.16 cc y 177.81 cc, con un crecimiento de 37.78%, 47.96 %, 29.05% y 47.03%; con un radio de cinética de 8.02, 9.53, 4.92 y 9.02 respectivamente (tabla 7). Así mismo se analizaron estos cambios dependiendo del estado basal del parénquima hepático si era sano, con cirrosis y el tercer grupo son pacientes con patrón colestásico, esteatosis y/o esteatohepatitis; el % de FLR fue de 32.84, 37.52 y 43.97, con un crecimiento en 172.59 cc, 111.23 cc, 121.06 cc; con un % de crecimiento 51.72%, 45.10% y 23.76%; con radio de cinética de 8.99, 10.83 y 5.75 respectivamente (tabla 8). Estos hallazgos no fueron estadísticamente significativos.

Cambios post-EVP por patología				
Patología	% de volumen FLR	cc de crecimiento	% de crecimiento	Radio de cinética de crecimiento
Colangiocarcinoma (8 px)	38.69 (27.21 - 52.76)	132 (3.9 - 335.1)	37.78 (0.99 - 88.37)	8.02 (0.33-22.09)
Metástasis (5 px)	34.84 (20.87 - 52.46)	167.26 (116.60 – 263.20)	47.96 (25.30 – 80.24)	9.53 (6.32-16.05)
Hepatocarcinoma (3 px)	30.08 (22.50 – 35.67)	101.16 (3.10-184.99)	29.5 (0.93-54.38)	4.92 (0.13-9.06)
Otras patologías (4 px)	43.71 (26.81 – 60.59)	177.81 (60.8 – 368.10)	47.03 (17.87 – 97.64)	9.02 (3.28-19.53)

Tabla 7- Cambios post-EVP por patología

Cambios post-EVP por estado basal del parénquima hepático				
Variable	% de volumen FLR	cc de crecimiento	% de crecimiento	Radio de cinética de crecimiento
Sano (10 px)	32.84 (20.87 – 60.59)	172.59 (3.10 - 368.1)	51.72 (0.93 – 97.64)	8.99 (0.13 – 22.09)
Cirrosis (3 px)	37.52 (24.12 – 89.60)	111.23 (89.60 – 128.70)	45.10 (21.76 – 80.24)	10.83 (5.55-16.05)
Colestasis /esteatosis / esteatohepatitis (7 px)	43.97 (30.92 – 56.50)	121.06 (3.90-263.20)	23.76 (0.99-54.31)	5.75 (0.33 – 10.86)

Tabla 8- Cambios post-EVP por estado basal del hígado

El 55% (11/20) de los pacientes en nuestro estudio presentaron derivación de la vía biliar (gráfico 4).

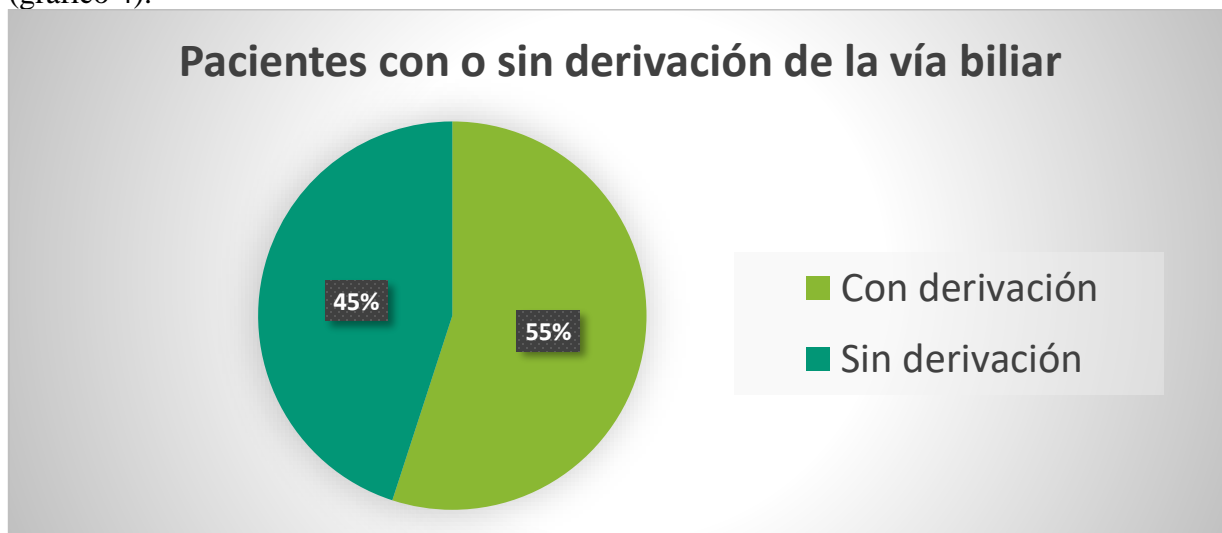


Gráfico 4- Pacientes con o sin manipulación de la vía biliar

En los pacientes con derivación de la vía biliar el volumen hepático es menor al igual que el % del FLR previo a EVP (con una P significativa de 0.015) y posterior a la EVP tiene un mayor % del FLR, el 62.5% alcanzan un volumen óptimo y el 60% se les realiza hepatectomía; sin embargo se observa una menor cinética de crecimiento que no parece ser estadísticamente significativa, los datos se desglosan en la tabla 9.

Comparación en pacientes con y sin derivación de la vía biliar			
Variables	Con derivación biliar	Sin derivación biliar	P
Volumen hepático total (cc)	1351.5	1556.6	0.95
% FLR pre-EVP	22.1	31.8	0.015
%FLR post-EVP	40.12	34.1	0.13
Cinética de crecimiento (%)	5.9	10.8	0.97
Técnica adicional	57.1	42.8	0.88
Adecuado volumen	62.5	37.5	0.17
Hepatectomía	60	40	0.63

Tabla 9- Comparación en pacientes con y sin derivación biliar

De manera global el 35% (7/20) requirió una nueva intervención con un total de 8 procedimientos extras por el departamento de radiología intervención en la búsqueda de incrementar el volumen del FLR. Dos de los pacientes se les realizó embolización selectiva del segmento IV y otros 2 fueron sometidos a embolización de las venas suprahepáticas por el motivo de una inadecuada hipertrofia. Un paciente con vena hepática derecha accesoria fue sometido a embolización de la misma por planeación quirúrgica. Un paciente con hepatocarcinoma y progresión se le realizó embolización transarterial y al otro paciente se decidió realizar embolización transarterial concomitante a la embolización del segmento IV.

Después de este segundo procedimiento valoramos si existieron cambios del futuro remanente hepático (tabla 10), donde el % del FLR promedio fue de 35.6 y una cinética de crecimiento promedio de 3.2. Uno de los pacientes no alcanzó el volumen requerido para

cirugía, el resto si alcanzaron el volumen requerido pero solo a 1 de estos se le realizó hepatectomía, los 5 pacientes restantes tuvieron progresión de la enfermedad y/o sepsis por lo cual ya no se les realizó hepatectomía.

Cambios posterior a técnica adicional			
% del FLR post-EVP (Vauthey)	% del FLR post-técnica adicional (Vauthey)	Cc de crecimiento	Cinética de crecimiento
36.03	37.23	23.8	3.2
22.50	24.40	28.4	0.4
27.41	39.34	174.6	1.0
30.92	31.66	9.6	5.9
32.06	32.14	1.31	4.3
35.76	55.59	251.5	7.9
24.12	25.19	12.9	0.2

Tabla 10- Cambios del FLR posterior a técnica adicional

Sabemos que el objetivo principal de la embolización de la vena porta es incrementar el volumen del FLR y así poder realizar una hepatectomía, pero es importante tener en consideración que en muchos escenarios a pesar de llegar al volumen hepático requerido no implica que se realice la hepatectomía. En nuestro estudio el 80% de los pacientes llegaron al volumen del futuro remanente hepático requerido sin embargo solo el 50% de la población total fueron sometidos a una hepatectomía como se ejemplifica en la ilustración 3; donde las imágenes de personas representan la población total, los 16 rodeados de amarillo equivalen a los pacientes que alcanzaron el volumen del FLR y las 10 imágenes de color azul representan los pacientes que se les realizó hepatectomía por lo cual son los únicos que lograron el objetivo final del tratamiento.

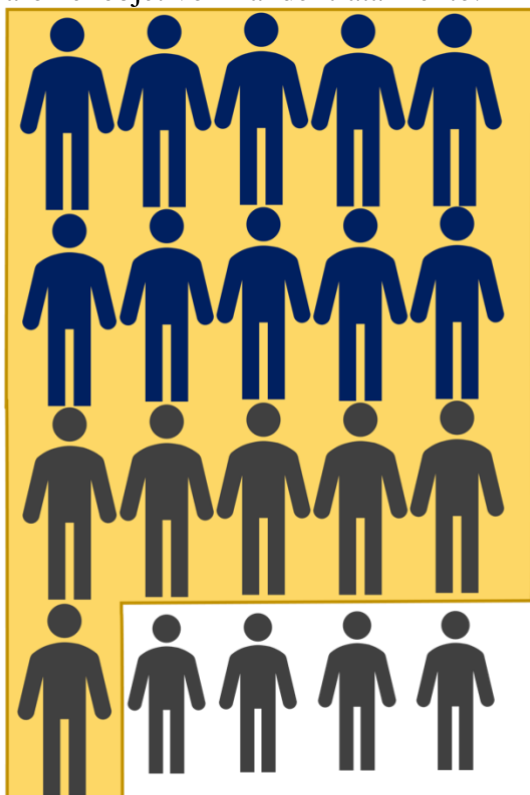


Ilustración 3- Resultado final de la EVP

Es importante analizar el motivo y el desenlace que tuvieron los pacientes a los que no se les pudo realizar hepatectomía, el 40% de la población tuvo progresión de la enfermedad, el 10% presentaron sepsis y fallecieron antes del procedimiento quirúrgico.

El tiempo entre la EVP y estudio de control para la hipertrofia es algo a tener en cuenta, de nuestro estudio el promedio entre ambos fue de 5.2 semanas, sin embargo el rango fue muy amplio de 2 a 10 semanas (gráfico 3); si además contemplamos que el 30% de nuestra población que no llegó a hepatectomía requirió una técnica adicional con un promedio de seguimiento de 5.5 semanas (rango de 2-12 semanas) se incrementa el tiempo y el riesgo de progresión de la enfermedad como se ejemplifica en la ilustración 4.

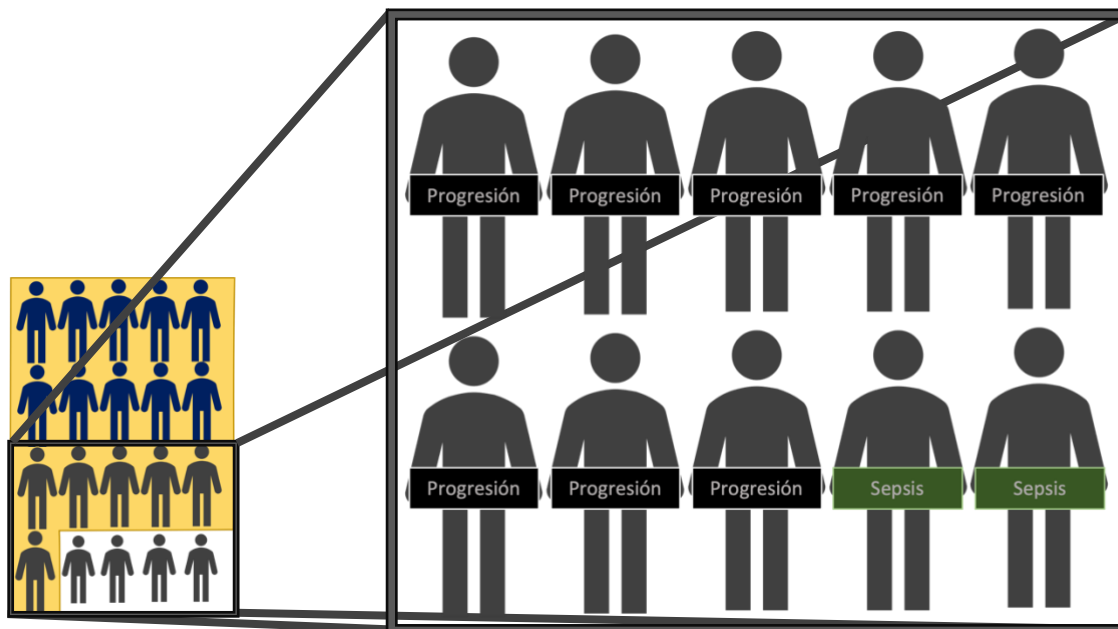


Ilustración 4- Población que no se le realizó hepatectomía

Todo procedimiento conlleva un riesgo en la población estudiada 13 de ellos presentaron complicaciones inmediatas al procedimiento, algunos presentaron más de 1 complicación; la más frecuente fue el dolor abdominal seguida por elevación de transaminasas, fiebre, vómito y solo 1 de los pacientes presentó náuseas y desarrolló colangitis 2 días posterior al procedimiento. De las complicaciones por el material de embolización lo más frecuente fue la migración del material de embolización a las ramas izquierdas que se presentó en 4 pacientes, tres de alcanzaron la hipertrofia necesaria (es decir no hubo repercusión en el crecimiento); solo uno no incrementó el volumen suficiente. Un paciente con disección vascular inadvertida, se corrigió trayecto vascular y se continuó el procedimiento sin repercusión (gráfico 5).

Durante nuestra revisión no se encontraron complicaciones graves como sangrado o muerte.

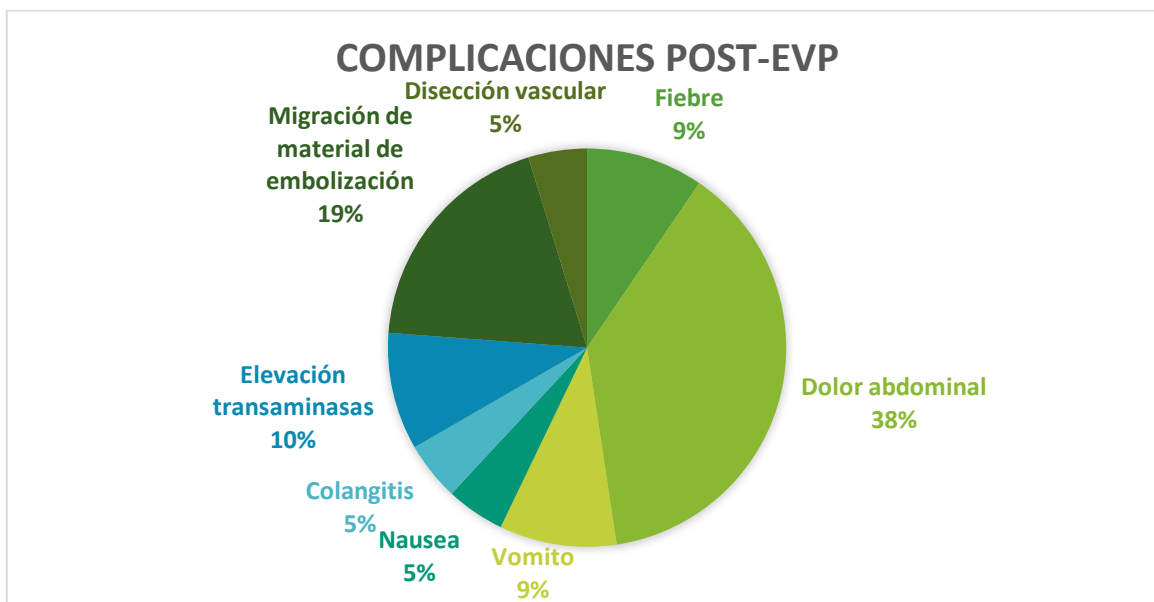


Gráfico 5- Complicaciones inmediatas post-EVP

Es importante mencionar que uno de nuestros pacientes se le realizó técnica adicional de embolización transarterial concomitante a la embolización del segmento IV, 20 días posterior al procedimiento acude al servicio de urgencias con dolor abdominal y choque séptico por lo cual se realiza una tomografía donde se observó necrosis hepática y pesar del manejo no se pudo revertir y falleció. Es importante recordar que este procedimiento no está recomendado en pacientes con metástasis, sin embargo no fue el caso de nuestro paciente.

El desenlace de los pacientes es algo que no debemos olvidar, el 20% de la población se encuentra libre de enfermedad, el 40% ya falleció, el resto tuvo recurrencia, se encuentra en cuidados paliativos ó hubo pérdida de seguimiento y/o referencia a otro hospital.

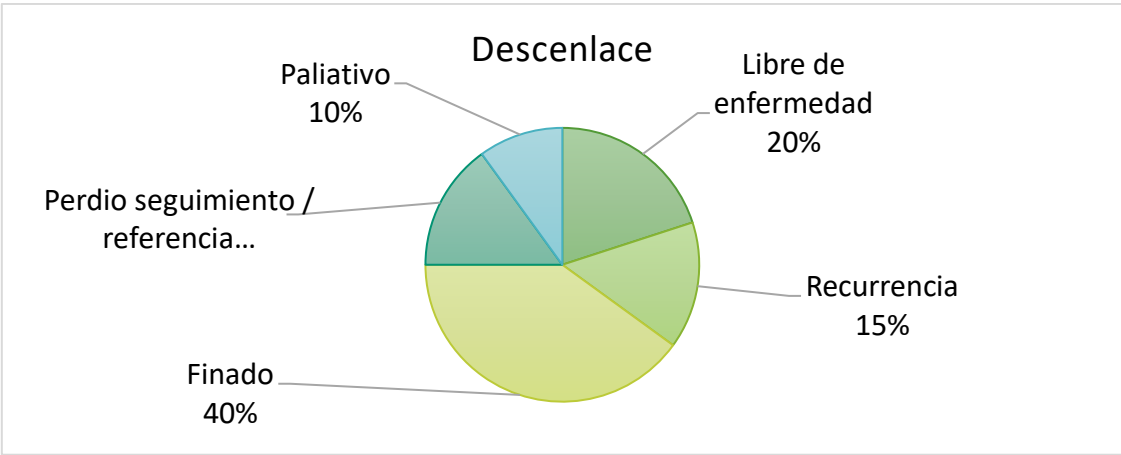


Gráfico 6- Descenlace de pacientes

Discusion

Este fue un estudio unicéntrico de tipo retrospectivo para evaluar la eficacia de la embolización de la vena porta enfocándonos en pacientes con manipulación de la vía biliar.

Los pacientes con derivación de la vía biliar tiene menor % del FLR previo a la embolización de la vena porta, posterior al procedimiento este grupo de paciente tiene un mayor porcentaje de crecimiento, tienen un adecuado volumen y el 60% llega a una hepatectomía. Sin embargo se observó un incremento en la cinética de crecimiento sin embargo no fue estadísticamente significativa de 0.0020.

En nuestro estudio se utilizo la volumetría de Vauthey ya que se ajusta a las características del paciente y al compararlo con la volumetría realizada por tomografía existe diferencia estadísticamente significativa; esto puede deberse a tumores voluminosos que incrementa el volumen sin ajustarse realmente a los parámetros de los pacientes.

Los pacientes con hepatocarcinoma tienen un menor porcentaje de crecimiento posterior a la EVP y una menor cinética de crecimiento, con una P no significativa de 0.25 y 0.43 respectivamente. Valorando el estado hepático basal los pacientes con una patología aguda en el parénquima hepático tienen un menor porcentaje de crecimiento posterior a la EVP y cinética de crecimiento con una P de 0.19 y 0.37 respectivamente.

Solo el 35% de los pacientes fueron sometidos a una técnica adicional, 1 de ellos no llegaron al FLR requerido, 4 de los pacientes si alcanzaron y progresaron, sin embargo solo a 1 de estos pacientes le realizaron hepatectomía, porque a pesar de que 4 alcanzaron el FLR necesario al momento de hacer el estudio todos estos habían progresado

El éxito clínico de la embolización de la vena porta en nuestro instituto es del 80%, valorado por los pacientes que alcanzan el volumen necesario para ser candidatos a hepatectomía. El 50% del los pacientes de nuestro estudio se le realizo hepatectomía, esto es menor a lo reportado en la literatura internacional sin embargo este dato puede verse afecto por el tamaño de la muestra.

La mayoría de las complicaciones observadas en nuestros pacientes fueron menores y de resolución inmediata; de las complicaciones propias del procedimiento la más prevalente fue la migración del material de embolización al lóbulo hepático izquierdo sin embargo no existió un repercusión significativa en los pacientes.

El estudio tiene limitaciones, una de ellas es ser de tipo retrospectivo en un periodo de 8 años, donde pudo haber cambiado el tipo de selección de pacientes, el material y métodos así como la experiencia de los operadores.

Conclusión

Más de la mitad de nuestros pacientes presentan derivación de la vía biliar sin embargo al analizar los cambios posterior a la embolización de la vena porta en estos pacientes se observó un mayor crecimiento del volumen del futuro remanente hepático respecto al basal, sin embargo existe una disminución en la cinética de crecimiento, este valor no es estadísticamente significativo; por lo cual podemos decir que la derivación de la vía biliar no es un factor que afecte el grado de crecimiento del FLR pero si incrementa el tiempo en el que lo logra.

Bibliografia

1. Santhakumar, C., Ormiston, W., McCall, J. L., Bartlett, A., Duncan, D., & Holden, A. (2022). Portal vein embolization with absolute ethanol to induce hypertrophy of the future liver remnant. *CVIR Endovascular*, 5(1). <https://doi.org/10.1186/s42155-022-00312-3>
2. Charles, J., Nezami, N., Loya, M., Shube, S., Davis, C., Hoots, G., & Shaikh, J. (2023). Portal vein embolization: Rationale, techniques, and outcomes to maximize remnant liver hypertrophy with a focus on contemporary strategies. *Life (Basel, Switzerland)*, 13(2), 279. <https://doi.org/10.3390/life13020279>
3. May, B. J., & Madoff, D. C. (2012). Portal vein embolization: rationale, technique, and current application. *Seminars in Interventional Radiology*, 29(2), 81–89. <https://doi.org/10.1055/s-0032-1312568>
4. Vauthey, J.-N., Abdalla, E. K., Doherty, D. A., Gertsch, P., Fenstermacher, M. J., Loyer, E. M., Lerut, J., Materne, R., Wang, X., Encarnacion, A., Herron, D., Mathey, C., Ferrari, G., Charnsangavej, C., Do, K.-A., & Denys, A. (2002). Body surface area and body weight predict total liver volume in Western adults. *Liver Transplantation: Official Publication of the American Association for the Study of Liver Diseases and the International Liver Transplantation Society*, 8(3), 233–240. <https://doi.org/10.1053/jlts.2002.31654>
5. Orcutt, S. T., Abuodeh, Y., Naghavi, A., Frakes, J., Hoffe, S., Kis, B., & Anaya, D. A. (2018). Kinetic analysis of contralateral liver hypertrophy after radioembolization of primary and metastatic liver tumors. *Surgery*, 163(5), 1020–1027. <https://doi.org/10.1016/j.surg.2017.11.020>
6. Hung, M. L., & McWilliams, J. P. (2018). Portal vein embolization prior to hepatectomy: Techniques, outcomes and novel therapeutic approaches. *International Journal of Gastrointestinal Intervention*, 7(1), 2–8. <https://doi.org/10.18528/gii180010>
7. Heedman, P. A., Åstradsson, E., Blomquist, K., & Sjö Dahl, R. (2018). Palliation of malignant biliary obstruction: Adverse events are common after percutaneous transhepatic biliary drainage. *Scandinavian Journal of Surgery: SJS: Official Organ for the Finnish Surgical Society and the Scandinavian Surgical Society*, 107(1), 48–53. <https://doi.org/10.1177/1457496917731192>
8. Chansangrat, J., & Keeratibharat, N. (2021). Portal vein embolization: rationale, techniques, outcomes and novel strategies. *Hepatic Oncology*, 8(4), HEP42. <https://doi.org/10.2217/hep-2021-0006>
9. Huang, S. Y., & Aloia, T. A. (2017). Portal vein embolization: State-of-the-art technique and options to improve liver hypertrophy. *Visceral Medicine*, 33(6), 419–425. <https://doi.org/10.1159/000480034>
10. Luz, J. H. M., Luz, P. M., Bilhim, T., Martin, H. S., Gouveia, H. R., Coimbra, É., Gomes, F. V., Souza, R. R., Faria, I. M., & de Miranda, T. N. (2017). Portal vein embolization with n-butyl-cyanoacrylate through an ipsilateral approach before major hepatectomy: single center analysis of 50 consecutive patients. *Cancer Imaging: The Official Publication of the International Cancer Imaging Society*, 17(1), 25. <https://doi.org/10.1186/s40644-017-0127-3>
11. Rumgay, H., Ferlay, J., de Martel, C., Georges, D., Ibrahim, A. S., Zheng, R., Wei, W., Lemmens, V. E. P. P., & Soerjomataram, I. (2022). Global, regional and national

- burden of primary liver cancer by subtype. *European Journal of Cancer* (Oxford, England: 1990), 161, 108–118. <https://doi.org/10.1016/j.ejca.2021.11.023>
12. Ozaki, K., Higuchi, S., Kimura, H., & Gabata, T. (2022). Liver metastases: Correlation between imaging features and pathomolecular environments. *Radiographics: A Review Publication of the Radiological Society of North America, Inc*, 42(7), 1994–2013. <https://doi.org/10.1148/rg.220056>
 13. Korenblik, R., Olij, B., Aldrighetti, L. A., Hilal, M. A., Ahle, M., Arslan, B., van Baardewijk, L. J., Baclija, I., Bent, C., Bertrand, C. L., Björnsson, B., de Boer, M. T., de Boer, S. W., Bokkers, R. P. H., Rinkes, I. H. M. B., Breitenstein, S., Bruijnen, R. C. G., Bruners, P., Büchler, M. W., ... van Dam, R. M. (2022). Dragon 1 protocol manuscript: Training, accreditation, implementation and safety evaluation of portal and hepatic vein embolization (PVE/HVE) to accelerate future liver remnant (FLR) hypertrophy. *Cardiovascular and Interventional Radiology*, 45(9), 1391–1398. <https://doi.org/10.1007/s00270-022-03176-1>
 14. Ganeshan, D. M., & Szklaruk, J. (2012). Portal vein embolization: Cross-sectional imaging of normal features and complications. *AJR. American Journal of Roentgenology*, 199(6), 1275–1282. <https://doi.org/10.2214/ajr.12.8636>