



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE MEDICINA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

THE AMERICAN BRITISH COWDRAY MEDICAL
CENTER I.A.P.
DEPARTAMENTO DE RADIOLOGÍA E IMAGEN
MOLECULAR

ASOCIACIÓN DE LA DENSIDAD DE YODO EN TOMOGRAFÍA
DUAL CON EL DESARROLLO DE NECROSIS PANCREÁTICA
EN PACIENTES CON PANCREATITIS AGUDA

TESIS DE POSGRADO

PARA OBTENER EL TÍTULO DE ESPECIALISTA EN RADIOLOGÍA E
IMAGEN

PRESENTA:

KARINA ILIANA HOLGUIN ANDRADE

TUTORES

DRA. ESTEFANIA MURRIETA PERALTA
DRA. CARLA RUBY MOCTEZUMA VELASCO



CIUDAD DE MÉXICO 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.

DEDICATORIA

A los mejores padres que Dios me pudo dar, por su apoyo y consejos en cada momento de la vida, por siempre estar presentes y ser los primeros en creer en mí. Sin ustedes no sería nada de lo que soy.

A mis hermanos por alentarme en cada momento.

A toda mi familia, mis cuñadas y amigas por ser mi motor y mis ganas de seguir.

A mis maestros y asesoras, por todas sus enseñanzas.

A mi tutora y compañera de residencia, por ser la mejor R4 que alguien pudo tener, por enseñarme tanto de la Radiología, por ser mi mejor amiga y mi familia en Ciudad de México.

A mi mejor amigo radiólogo por siempre ayudarme.

¡Gracias!

Contenido

Resumen	4
Introducción	5
Marco teórico	6
Justificación	8
Pregunta de investigación:	9
Objetivo principal:	9
Objetivos secundarios:	9
Hipótesis:	10
Hipótesis alterna:	10
Hipótesis nula:	10
Demarcación diagnóstica:	10
Estratificación pronóstica:	11
Criterios de inclusión:	11
Criterios de exclusión:	11
Maniobra Principal:	11
Maniobras periféricas:	12
Desenlace:	12
Variables principales:	12
Diseño del estudio:	14
Metodología:	14
Plan de análisis estadístico:	15
Cálculo del tamaño de muestra:	15
Consideraciones éticas:	16
Recursos financieros:	16
Discusión y resultados:	16
Conclusiones:	28
Anexos	29
1. Aprobación del Comité de Ética del Centro Médico ABC.	29
Referencias bibliográficas:	30

Resumen

Título: Asociación de la densidad de yodo en tomografía dual con el desarrollo de necrosis pancreática en pacientes con pancreatitis aguda.

Antecedentes:

La pancreatitis aguda es la entidad más frecuente que afecta el páncreas, en la última década se ha incrementado este diagnóstico.

La tomografía de abdomen con contraste es la modalidad de elección en el diagnóstico y cumple el papel más importante para el diagnóstico y seguimiento de la enfermedad.

El propósito de este estudio es determinar cuál es la densidad de yodo que se asocia con el desarrollo de necrosis pancreática en pacientes con pancreatitis.

Metodología:

En el estudio se analizan un total de 32 tomografías de pacientes con pancreatitis aguda realizadas en tomógrafo Dual Source CT – SOMATOM Force con contraste intravenoso con procesamiento posterior de los mapas de yodo en el tejido pancreático, con medición de la densidad del yodo en mg/ml de las tomografías de abdomen.

Resultados:

Obtuvimos que el 68.7% de los casos de pancreatitis aguda se presenta en el sexo masculino. La mayoría de los pacientes con pancreatitis presentaron involucro de todo el parénquima en un 40%. Así mismo el 100% de los pacientes requirió un ingreso hospitalario, y el 46.9% ingreso a terapia intensiva para su tratamiento. Se obtuvo un valor promedio de 0.80 mg/ml para presentar necrosis ya sea en cabeza, cuerpo o cola del páncreas con un intervalo de 0.76 a 0.88 mg/ml para presentar necrosis y un valor promedio de 1.94 mg/ml de captación de yodo en el parénquima pancreático que no presenta necrosis, pero si pancreatitis.

Conclusiones:

Los datos estadísticos del estudio tienen una significancia estadística muy buena, podemos mejorar el diagnóstico de necrosis en un cuadro de pancreatitis aguda utilizando la captación de yodo por tomografía dual.

Introducción

La pancreatitis aguda es la entidad más frecuente que afecta el páncreas, en la última década se ha incrementado este diagnóstico, así como los ingresos hospitalarios, siendo principalmente ocasionado por obesidad y cálculos biliares¹. La pancreatitis aguda se define como cambios inflamatorios en el páncreas, por lo general es reversible, clínicamente se caracteriza por dolor abdominal en cinturón, de localización en epigastrio, bioquímicamente se acompaña de elevación de las enzimas pancreáticas y finalmente los hallazgos por imagen como la tomografía ayudan a establecer este diagnóstico cuando se obtienen al menos dos de estos criterios².

Aunque la mayoría de los pacientes sufren un curso indolente, las tasas de morbilidad y mortalidad asociadas con la pancreatitis aguda grave siguen siendo altas¹.

La pancreatitis aguda tiene una incidencia global de 30 a 40 casos por 100 000 habitantes por año², y representa aproximadamente el 2% de los ingresos hospitalarios en los servicios de salud en México.

La tomografía de abdomen con contraste es la modalidad de elección en el diagnóstico y cumple el papel más importante para el diagnóstico y seguimiento de la enfermedad⁴. Este estudio se indica a las 48-72 horas posterior al inicio de los síntomas o en casos de deterioro clínico del paciente es posible realizarla antes, es crucial la administración de medio de contraste no iónico intravenoso para una mejor valoración⁵. En un 70-80 % el cuadro de pancreatitis es relativamente leve y reversible, siempre y cuando se maneje adecuadamente, en estos casos la tomografía con contraste tiene una excelente sensibilidad de 80-98% y especificidad de hasta un 100%⁷. Cuando la pancreatitis se presenta como un cuadro grave, con necrosis u otras complicaciones locales la tomografía tiene una moderada sensibilidad de un 60-65%, este aspecto toma importancia cuando se conoce que del 15 a 20% de los pacientes tendrán complicaciones como necrosis pancreática, formación de quistes o pseudoquistes pancreáticos, trombosis venosa, entre otros⁶.

Algunos de los sistemas de clasificación que se utilizan para la severidad de la pancreatitis y determinar su pronóstico son Balthazar en la cual se divide la afección

según se encuentre afección del solo del páncreas, de la grasa peri pancreática y de una o más colecciones, en la clasificación de Atlanta, se incluyen parámetros clínicos y se divide el diagnóstico en temporalidad, temprana o tardía, posteriormente en la gravedad, leve, moderada o severa y morfológica según lo encontrado en los estudios de imagen, se incluye el porcentaje de necrosis pancreática, este considerado uno de los parámetros más importantes ya que está directamente relacionado con la morbilidad y mortalidad, que predice el pronóstico y el seguimiento de los pacientes con esta condición¹¹. Así mismo el otro parámetro importante para la valoración de la pancreatitis aguda por imagen es el score modificado por tomografía, en el cual se evalúa la inflamación pancreática, peri pancreática, colecciones, el porcentaje en necrosis y complicaciones extra pancreáticas como derrame pleural, ascitis, complicaciones vasculares, entre otras, esta clasificación cobra una importancia muy relevante ya que tiene una correlación con la estancia hospitalaria y el desarrollo de complicaciones orgánicas¹⁶.

Marco teórico

La tomografía de energía dual ha surgido como una herramienta prometedora, con múltiples aplicaciones clínicas ya demostradas en la evaluación de procesos abdominales agudos y no agudos, así como herramientas importantes como cuantificación de grasa de los órganos como se muestra en la figura 1¹⁵.

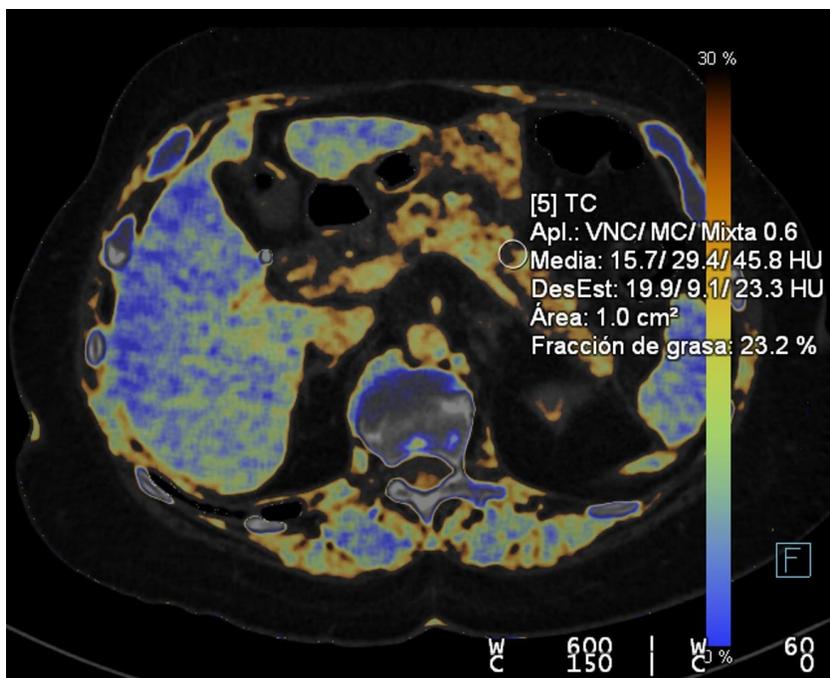


Figura 1. Se muestra corte axial de tomografía de abdomen contrastada, realizada con energía dual, con cuantificación de grasa en el páncreas, la cual es representada en porcentaje.

La tomografía con energía dual utiliza dos kilovoltajes diferentes en los tejidos con el fin de medir la absorción de los rayos X⁹. Las valoraciones se realizan con dos tipos de energía: alta energía que puede ir desde los 140-150 kilovoltaje y otra de baja energía que va de 80-100 kilovoltaje, se evalúan las imágenes y se hace una combinación de estas, se utiliza un software para calcular las propiedades de atenuación de cada vóxel a baja y alta energía y, con un algoritmo matemático que se puede usar para determinar la proporción de materiales dominantes dentro del vóxel. Dependiendo de la tecnología de la tomografía con energía dual, es posible evaluar en cada voxel el contenido de calcio, yodo y grasa¹⁵.

Los materiales con alto número molecular absorben fotones de baja energía, por el efecto fotoeléctrico, por lo tanto, los materiales con alto peso molecular como el yodo muestran una mayor diferencia cuando son valorados con baja energía, en comparación con los materiales de menor peso¹⁰.

Al permitir la identificación de la composición del tejido, la tomografía de energía dual nos da una ventaja definitiva, en comparación con la tomografía de energía convencional.

La pancreatitis aguda valorada con tomografía dual y mapas de yodo, ayuda a determinar si existe una mejor caracterización del tejido pancreático, valorar sus complicaciones como la necrosis, mejorar el diagnóstico y el índice de severidad por tomografía para un adecuado tratamiento y pronóstico de la enfermedad³. Así mismo determinar otros hallazgos que puedan ser valorados, ya que se ha visto que los pacientes con pancreatitis aguda tienen un valor medio de densidad de yodo de 2.5 mg/ml⁸.

Los mapas de yodo son imágenes de tomografía computarizada en las que se resaltan los pixeles que tienen yodo. Estos se generan con la descomposición de dos materiales utilizando yodo y agua, estos materiales tienen diferentes energías debido a la química del yodo que permite su separación, las mediciones de la densidad del yodo en los mapas se correlacionan con la concentración de yodo en los órganos o lesiones principalmente por la perfusión tisular¹³.

Los mapas de yodo se representan mediante una escala de colores por la cual se define la distribución del contraste yodado en las estructuras vasculares y órganos, figura 2, por lo que permite valorar el depósito del material de contraste y así mismo medir la densidad del yodo en los tejidos con el objetivo de realizar el comparativo en tejido sano y enfermo¹².

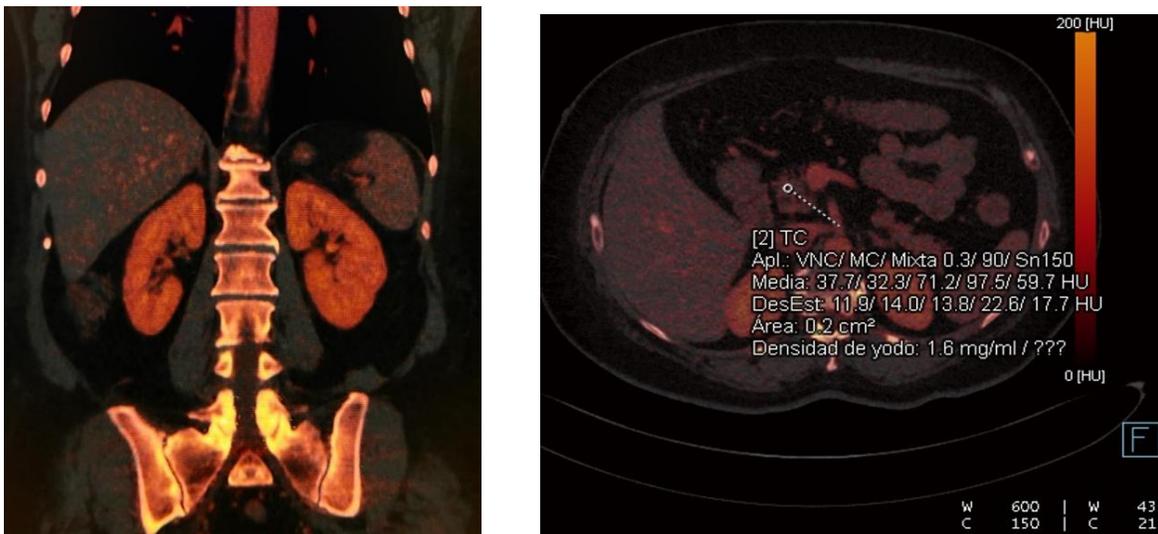


Figura 2a y 2b. Reconstrucción coronal de tomografía de abdomen con energía dual y post proceso de mapas de yodo codificado en naranja y corte axial con cuantificación de la densidad yodo en la cabeza del páncreas en mg/ml.

Justificación

- S: El cuadro de pancreatitis aguda es muy frecuente por sus principales etiologías, biliar y alcohólica. La tomografía computarizada es la prueba de imagen más comúnmente realizada, es útil para establecer el diagnóstico, la extensión y gravedad de la enfermedad, y para excluir complicaciones en pacientes seleccionados, así como para dar seguimiento a los pacientes y clasificarlos.
- A: En el campo de la tomografía, la modalidad dual es “relativamente nuevo”, con desarrollo e inicio de aplicaciones médicas desde 2006, existe poca investigación de los hallazgos obtenidos por este método, en la tomografía convencional los hallazgos son limitados principalmente para la valoración de las complicaciones y la necrosis pancreática. La tomografía dual tiene excelentes valores de sensibilidad y especificidad, que van del 80 % al 95 % y del 95 % al 100 %,

respectivamente para la valoración de complicaciones y vascularidad, por lo que en nuestro centro hospitalario sería de ayuda realizar esta búsqueda con el fin poder realizar una mejor clasificación de los pacientes con pancreatitis aguda para mejorar el índice de severidad y así el pronóstico.

- R: La incidencia de la pancreatitis aguda en el mundo es de aproximadamente 3-5% y en el Centro Médico ABC la pancreatitis aguda es una etiología frecuente, con aproximadamente 3 a 5 casos por mes en cada servicio de urgencias y 1-2 casos por mes en pacientes hospitalizados, se relaciona con diferentes cuadros como lo es el COVID, medicamentos, colecistitis, cáncer, pacientes como quimioterapia etc. Existen varios sistemas de clasificación para categorizar la pancreatitis aguda, sin embargo, en varias ocasiones estas clasificaciones no tienen una correcta correlación con la clínica, el curso y el tratamiento del paciente, por lo que realizar una búsqueda de hallazgos adicionales que podemos obtener con la tecnología de vanguardia como es la tomografía dual nos permitiría realizar una mejor categorización de dichos pacientes para una mayor información en relación con la imagen y la clínica.
- A: Actualmente en el Centro Médico ABC contamos con dos tomógrafos Dual Source CT – SOMATOM Force de Siemens, por lo que realizar esta investigación es totalmente factible, novedosa y de mucha ayuda para el diagnóstico y beneficio directo a los pacientes.

Pregunta de investigación:

- ¿Cuál es la densidad de yodo que se asocia con el desarrollo de necrosis pancreática en pacientes con pancreatitis aguda del Centro Médico ABC?

Objetivo principal:

- Determinar cuál es la densidad de yodo que se asocia con el desarrollo de necrosis pancreática en pacientes con pancreatitis aguda del Centro Médico ABC.

Objetivos secundarios:

- Describir los datos de severidad de los pacientes con pancreatitis aguda por tomografía simple y tomografía dual.

- Determinar las comorbilidades ante el hallazgo de necrosis pancreática diagnosticada con tomografía dual.
- Correlacionar los valores de laboratorio con los hallazgos radiológicos de severidad diagnosticados con tomografía dual.
- Determinar la incidencia de quistes, psuedoquistes y trombosis.
- Describir si existe una correlación entre el porcentaje de grasa y la gravedad de la pancreatitis referido con necrosis.
- Describir en que parte del páncreas se encuentra la mayor incidencia de pancreatitis.
- Saber si existe una adecuada correlación con los parámetros clínicos y los encontrados por imagen.

Hipótesis:

- Hay una asociación entre la densidad de yodo y el desarrollo de necrosis pancreática en pacientes con pancreatitis aguda del Centro Médico ABC.

Hipótesis alterna:

- Con el uso mapas de yodo de la tomografía dual se incrementa la sensibilidad diagnóstica mayor al 95% de pancreatitis aguda.

Hipótesis nula:

- No hay una asociación entre la densidad de yodo y el desarrollo de necrosis pancreática en pacientes con pancreatitis aguda del Centro Médico ABC

Demarcación diagnóstica:

- Pacientes del Centro Médico ABC con diagnóstico de pancreatitis aguda que cuentan con estudio de tomografía dual con medio de contraste intravenoso.

Estratificación pronóstica:

- Pacientes de ambos sexos, que se encuentran entre los 20 y 70 años de edad, que acuden al servicio de urgencias o que se encuentran hospitalizados en el Centro Médico ABC, y que tienen cuadro de pancreatitis aguda con hallazgos en la tomografía de abdomen.
- Sobrepeso y/o obesidad
- Sedentarios.
- Alto consumo de grasas.
- Antecedentes de cuadros de pancreatitis aguda.
- Antecedentes familiares con pancreatitis aguda.
- Colelitiasis y pacientes con colecistitis.
- Elevación de las enzimas pancreáticas.

Criterios de inclusión:

- Se incluyen todos los pacientes valorados en 2021-2022-2023, con hallazgos por tomografía de pancreatitis aguda, que tienen una tomografía con energía dual y con medio de contraste intravenoso, con procesamiento de los mapas de yodo.

Criterios de exclusión:

- Pacientes con cuadro de pancreatitis crónica agudizada. Pacientes que no cuentan con tomografía contrastada, pacientes que no cuentan con tomografía con energía dual. Pacientes con neoplasias pancreáticas en los podría tener sesgo la medición con los mapas de yodo para la cuantificación de la necrosis pancreática.

Maniobra Principal:

- Realizar estudio de tomografía dual en fases arterial y venosa a todos los pacientes con cuadro de pancreatitis aguda, con post procesamiento de los mapas de yodo y reconstrucción volumétrica con el fin de obtener una mejor valoración

de la necrosis pancreática y tener un índice de severidad con mayor sensibilidad para el pronóstico del paciente.

Maniobras periféricas:

- Comparativa de la cuantificación por mapas de yodo en páncreas sano vs pancreatitis aguda, diagnóstico temprano del riesgo de necrosis pancreática por la cuantificación de los mapas de yodo en estadio inicial de la pancreatitis.

Desenlace:

- Diagnóstico de pancreatitis aguda con la clasificación de índice de severidad por tomografía, cuantificación de necrosis pancreática, volumetría de páncreas sano vs páncreas con necrosis pancreática.

Variables principales:

Tabla 1. Conceptualización de las variables

Conceptualización de las variables				
Variables independientes				
Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Tipo de variable	Unidades de medición
Sexo	Características biológica y física que define a la persona como mujer u hombre	Historia clínica	Cualitativa nominal	Femenino/masculino
Obesidad	Índice de masa corporal mayor a 30 kg/m	Historia clínica	Cualitativa nominal	Presente/ausente
Hospitalización	Necesidad de ingreso hospitalario para tratamiento.	Historia clínica	Cualitativa nominal	Presente/ausente
Ingreso a terapia intensiva	Necesidad de ingreso a terapia intensiva para tratamiento.	Historia clínica	Cualitativa nominal	Presente/ausente

Comorbilidades	Historia personal de enfermedades	Historia clínica	Cualitativa nominal	Presente/ausente
Amilasa	Enzima que ayuda al cuerpo a digerir los almidones.	Laboratorios	Cuantitativa	Valor numérico
Lipasa	Enzima que ayuda al cuerpo a digerir los alimentos	Laboratorios	Cuantitativa	Valor numérico
PCR	Marcador inflamatorio	Laboratorios	Cuantitativa	Valor numérico
VARIABLES DEPENDIENTES				
Pancreatitis aguda	Inflamación de la glándula pancreática.	Exploración radiológica	Cualitativa nominal	Presente/ ausente
Porcentaje de grasa en cabeza del páncreas	Cantidad de infiltración grasa medida en porcentaje	Exploración radiológica	Cuantitativa	Valor numérico
Porcentaje de grasa en cuerpo del páncreas	Cantidad de infiltración grasa medida en porcentaje	Exploración radiológica	Cuantitativa	Valor numérico
Porcentaje de grasa en cola del páncreas	Cantidad de infiltración grasa medida en porcentaje	Exploración radiológica	Cuantitativa	Valor numérico
Captación de yodo en la cabeza del páncreas	Concentración de Yodo en el tejido pancreático posterior a la administración de medio de contraste	Exploración radiológica	Cuantitativa	Valor numérico
Captación de yodo en el cuerpo del páncreas	Concentración de Yodo en el tejido pancreático posterior a la administración de medio de contraste	Exploración radiológica	Cuantitativa	Valor numérico
Captación de yodo en la cola del páncreas	Concentración de Yodo en el tejido pancreático posterior a la administración de medio de contraste	Exploración radiológica	Cuantitativa	Valor numérico
Criterios tomográficos clásicos	Clasifica las Pancreatitis aguda en cinco en función	Exploración radiológica	Cualitativa ordinal	Grados (A-B-C-D-E)

descritos por Balthazar	al tamaño, contorno, densidad y existencia de enfermedad inflamatoria peripancreática con o sin la presencia de una o más colecciones líquidas			
Índice de severidad por Tomografía	Combina los criterios de Balthazar con el porcentaje de necrosis de la glándula pancreática.	Exploración radiológica	Cualitativa ordinal	0-3 puntos 4-6 puntos 7-10 puntos
Índice de severidad modificado por Tomografía	Valora inflamación del páncreas, asociado o no con necrosis y complicaciones extra pancreáticas.	Exploración radiológica	Cualitativa ordinal	0-2 puntos 4-6 puntos 8-10 puntos

Diseño del estudio:

- Estudio de proceso: observacional, longitudinal, comparativo, retrospectivo y retrolectivo.

Metodología:

El estudio se llevó a cabo en Centro Médico ABC campus observatorio y campus Santa Fe, de la ciudad de México, en el tomógrafo Dual Source CT – SOMATOM Force, se realizaron las tomografías de abdomen con contraste intravenoso y energía dual (80 kV y 120 kV), a los pacientes con sospecha de pancreatitis aguda, en posición supina, siguiendo el protocolo de exploración de abdomen en fases arterial (30 segundos) y venosa (90 segundos) con procesamiento de los mapas de yodo en el tejido pancreático.

Posteriormente se realizó el procesamiento de los estudios en la estación de trabajo syngo.via, utilizando medida de ROI de 1 cm² en cabeza, cuerpo y cola del páncreas,

realizando la medición de la captación de yodo y porcentaje de grasa en el mismo sitio para evitar sesgo por realizar medidas en diferentes localizaciones, se utilizaron la herramientas adecuadas del software para la medición de la concentración de yodo en el parénquima expresado en mg/ml y la herramienta para la medición de la cantidad de grasa en el parénquima, expresado en porcentaje, así mismo se utilizó otro ROI de 1 cm² para la valoración de las zonas específicas del parénquima con necrosis, se reportó el valor máximo.

Plan de análisis estadístico:

- Se recolectaron los datos clínicos, de laboratorio e imagen de cada paciente.
- Se hizo un análisis descriptivo para valorar normalidad, para la descripción de las variables cualitativas se utilizaron frecuencias y porcentajes, para las variables cuantitativas, se determinaron que eran de libre distribución, se expresaron en medianas y rango intercuartil.
- Para el análisis estadístico se hizo una prueba no paramétrica Kruskal Wallis, al tratarse de variables de libre distribución, no cualitativas y muestras no relacionadas.
- Se realizó correlación de Spearman al tratarse de libre distribución.
- Como obtuvimos más de 20 pacientes utilizamos la prueba de Kolmogorov-Smirnov para determinar la distribución; con un valor de $p > 0.05$ se considerará distribución normal.
- Para determinar el punto de corte en necrosis en un cuadro de pancreatitis aguda usamos una Curva ROC, así como para obtener la sensibilidad y especificidad de los valores encontrados en nuestros estudios.
- Los datos se recabaron en formato Excel y se analizó mediante el programa estadístico SPSS versión 24 de IBM marca registrada.

Cálculo del tamaño de muestra:

- Acorde a una proporción se estima un tamaño de muestra de 42 pacientes con un intervalo de confianza del 95%, esto por la incidencia de pancreatitis en nuestro centro, que es de 2-5 casos por mes.

Consideraciones éticas:

- El protocolo se sometió a la consideración del Comité de Investigación, y de ética del Centro Médico ABC.
- El presente trabajo de investigación se apega a los lineamientos de la Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial, del Código de Núremberg, del Informe Belmont, del Convenio Europeo sobre los derechos humanos y la biomedicina, del Convenio para la protección de los derechos humanos y la dignidad del ser humano con respecto a las aplicaciones de la Biología y la Medicina, y se apega completamente al Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud.
- De acuerdo con el Artículo 17 del Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud, éste protocolo constituye Investigación sin riesgo para el paciente por lo que no requiere un consentimiento informado.

Recursos financieros:

- Este estudio no requiere recursos financieros al tratarse de un estudio retrospectivo, la base de datos se obtendrá a partir del expediente electrónico ABC, el investigador cuenta con una computadora personal en donde almacenará los datos, y en el hospital en las computadoras de interpretación de radiología se cuenta con el sistema tanto de RIS/PACS para el almacenamiento de imágenes como expediente electrónico.

Discusión y resultados:

Características demográficas:

Se obtuvieron un total de 32 estudios de tomografía con contraste no iónico intravenoso, realizados en fase arterial y/o venosa con energía dual cuyos datos se en la tabla 2.

Tabla 2. Características demográficas de la población

Variable	Mediana	Rango intercuartilar	p
% De grasa en la cabeza del páncreas	22.1	15.6-34.2	0.009
% De grasa en el cuerpo del páncreas	19.3	13.9-27.9	0.456
% De grasa en la cola del páncreas	18.9	13.2-23.1	0.352
Captación de Yodo en fase arterial cabeza	0.60	0-1.875	<0.001
Captación de Yodo en fase arterial cuerpo	0.95	0-2.0	<0.001
Captación de Yodo en fase arterial cola	0.65	0-2.27	<0.001
Captación de Yodo en fase venosa cabeza	0	0-1.75	<0.001
Captación de Yodo en fase venosa cuerpo	0	0-1.35	<0.001
Captación de Yodo en fase venosa cola	0	0-1.55	<0.001
Amilasa	279.5	86.5-1414	<0.001
Lipasa	659	162-1624	<0.001
PCR	14.18	1.11-19.0	<0.001
Variable	Frecuencia		Porcentaje
Sexo			
Masculino	22		
Femenino	10		
Características agregadas			
Colecciones	8		25
Calcificaciones	1		3.1
Líquido libre	0		0
Necrosis	0		0
Ectasia del conducto pancreático	1		3.1
Otros	11		34.4
Dos o más	11		34.4
Pancreatitis			
Todo el parénquima	13		40.6
Cabeza	11		34.4
Cuerpo	1		3.1
Cola	4		12.5
Combinados	3		9.4
Necrosis			
Ausente	17		53.1
Presente	15		46.9
Hospitalización			
Ausente	0		0

Presente	32	100
Ingreso a terapia intensiva		
Ausente	17	53.1
Presente	15	46.9
Comorbilidades		
Ausente	7	21.9
Presente	25	78.9
Descripción de comorbilidades		
Ausente	7	21.9
Hipertensión arterial	5	15.6
Diabetes Mellitus	0	0
Cáncer	6	18.8
Otros	1	3.1
Dos o más	13	40.6
Atlanta		
No clasificable	2	6.3
Leve	10	31.3
Moderado	5	15.6
Severo	15	46.9
BISAP		
No clasificable	11	34.4
1	6	18.2
2	4	12.5
3	1	3.1
4	10	31.3
APACHE II		
No clasificable	16	50
2	2	6.3
5	3	9.4
8	8	25
16	1	3.1
18	2	6.3
RANSON		
0	26	81.3
1	2	6.3
2	2	6.3
3	2	6.3
Criterios tomográficos clásicos Balthazar		
A	0	0
B	0	0
C	18	56.3
D	3	9.4
E	11	34.4
Índice de severidad por Tomografía		
2	11	34.4
3	3	9.4
4	12	37.5
5	3	9.4
8	1	3.1

10	2	6.3
Índice de severidad modificado por Tomografía		
2	7	21.9
4	5	15.6
6	16	50
8	2	6.3
10	2	6.3

*En variables de libre distribución mediana y rangos intercuartiles 50 y 75.

*En variables cualitativas frecuencias y porcentajes.

Obtuvimos que el 68.7% de los casos de pancreatitis aguda se presenta en el sexo masculino, en el rubro de las características agregadas, la mayoría de los pacientes tuvo dos o más de las 5 características (coleciones, calcificaciones, líquido libre o necrosis), en un 34% y en orden descendente le siguen colecciones con un 25%, esto traduce la gravedad del cuadro clínico en cualquiera de las escalas por la que sea valorado el paciente.

La mayoría de los pacientes con pancreatitis presentaron involucro de todo el parénquima en un 40% y en un 34.4% de la cabeza y proceso uncinado, el de menor presentación fue el cuerpo con 3.1%.

Así mismo el 100% de los pacientes requirió un ingreso hospitalario, y el 46.9% ingreso a terapia intensiva para su tratamiento, así como se presentó necrosis del parénquima pancreático en un 46.9%, figura 3, de estos mismos el 78.9 % tenía antecedentes de comorbilidades asociadas de hipertensión arterial, diabetes mellitus, sobrepeso, entre otras, por lo que se cumple la estadística mexicana, en donde la mayoría de los pacientes, el 40% presentan dos o más comorbilidades, siendo lo más frecuente hipertensión, diabetes mellitus y cáncer.

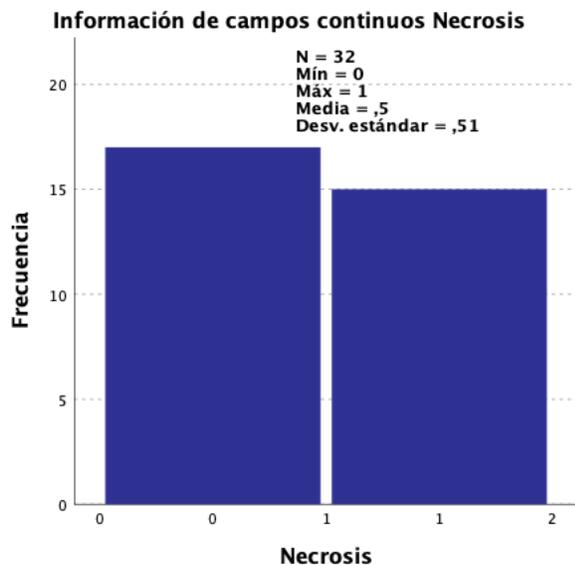


Figura 3. Frecuencia de necrosis

De las escalas clínicas obtenidas del expediente electrónico, la más frecuente reportada es Atlanta, encontrando más frecuente un cuadro severo en un 46.9% de los casos, otras como lo es score Bedside Index of Severity in Acute Pancreatitis (BISAP), la cual es específica para pancreatitis aguda y evalúa parámetros de laboratorio y agregados con un máximo de 5 puntos para predecir mortalidad, se encontró que un 34% no fueron clasificables y un 31% obtuvo un score de 4, en orden descendente tenemos el APACHE II y RANSON, los cuales obtuvimos un 50% y 81% de los pacientes no clasificables por lo que es interesante mencionar la importancia del reporte de estas escalas para obtener un riesgo clínico significativo y completo de los pacientes.

Así mismo en las escalas que se evalúan por tomografía obtuvimos que la mayoría de los pacientes con un 56.3% se encontraron en la categoría C de las clasificación de Balthazar, un 37.5% obtuvieron 4 puntos por la clasificación de índice de severidad por tomografía lo cual categoriza en gravedad moderada, y un 50% de los pacientes obtuvo 6 puntos por la clasificación de índice de severidad modificada por tomografía, la cual como ya fue mencionado muestra correlación con estancia hospitalaria y falla orgánica, y en estas últimas dos clasificaciones el mayor peso para complicaciones se relaciona con el porcentaje y diagnóstico de necrosis en la glándula pancreática.

Igualmente, como se muestra, en las variables cuantitativas, de libre distribución, se obtuvo una p con significado estadístico en la mayoría, excepto en el porcentaje de grasa en el cuerpo y la cola del páncreas.

Se encontró que sólo en el 16% de nuestros pacientes con la captación reportada de yodo en la cola del páncreas tienen probabilidad de tener necrosis, por lo que hace una correlación adecuada ya que la mayoría de nuestros pacientes tuvieron un reporte de necrosis en la cabeza, la cual muestra una correlación del 55% en la captación de yodo en la fase arterial, representado en la tabla 3, esto concuerda adecuadamente y podemos concluir que efectivamente la mejor fase para hacer evaluación del parénquima pancreático en la pancreatitis aguda para predecir necrosis, es una fase arterial con una correlación significativa del 55 y 60% de correlación en la cabeza y cuerpo del páncreas respectivamente.

Tabla 3. Correlación de la captación de yodo en las fases arterial y venosa con necrosis pancreática

Variable	Correlación	P
Fase arterial en cabeza	0.55	0.01
Fase arterial en cuerpo	0.60	0.005
Fase arterial en cola	0.21	0.37
Fase venosa en cabeza	0.25	0.37
Fase venosa en cuerpo	0.16	0.56
Fase venosa en cola	0.29	0.33

Se calculó el valor medio en la concentración de yodo en los estudios que presentaron necrosis, excluyendo los estudios sin necrosis, y la media en los pacientes sólo con pancreatitis, excluyendo los pacientes con necrosis, obteniendo un valor promedio de 0.80 mg/ml para presentar necrosis ya sea en cabeza, cuerpo o cola del páncreas con un intervalo de 0.76 a 0.88 mg/ml para presentar necrosis y un valor promedio de 1.94 mg/ml de captación de yodo en el parénquima pancreático que no presenta necrosis, pero si pancreatitis, mostrado en la tabla 4.

Tabla 4. Captación de yodo en estudios con necrosis y sólo en pancreatitis

	Media de captación de yodo en fase arterial	Media de parénquima con pancreatitis
Cabeza	0.88	1.96
Cuerpo	0.76	1.91
Cola	0.77	1.97

Al realizar una curva ROC de la concentración máxima de yodo en necrosis respecto a la concentración de yodo en los estudios que no presentaron necrosis en la cabeza del páncreas, se obtiene un área bajo la curva de 0.8 con una sensibilidad del 100%, con una especificidad de 40%. Por lo que quiere decir que los valores obtenidos en este estudio tienen una excelente sensibilidad para detectar la enfermedad, figura 4.

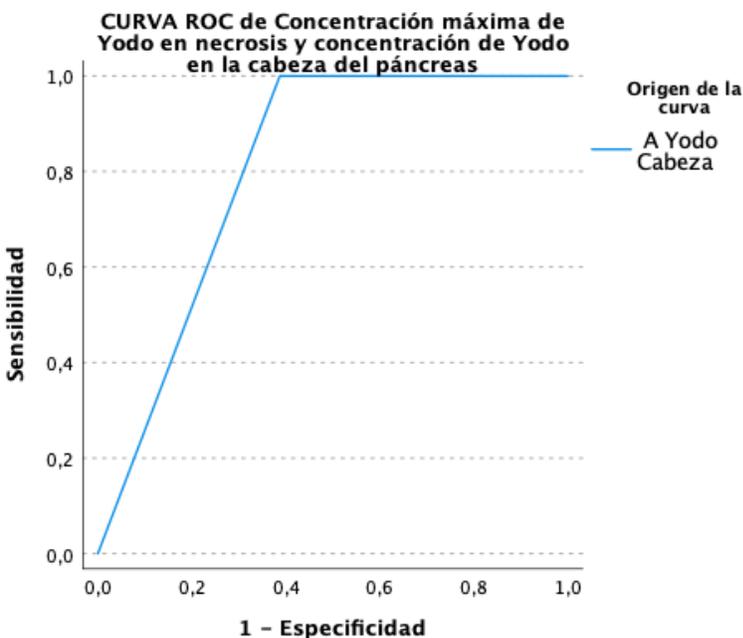


Figura 4. AUC: 0.80

Y al realizar la curva ROC de la concentración máxima de yodo en necrosis respecto a la concentración de yodo en los estudios que no presentaron necrosis en el cuerpo y cola del páncreas, se obtiene un área bajo la curva de 0.82 con una sensibilidad del 100% y especificidad de 40%, figura 5 y 6.

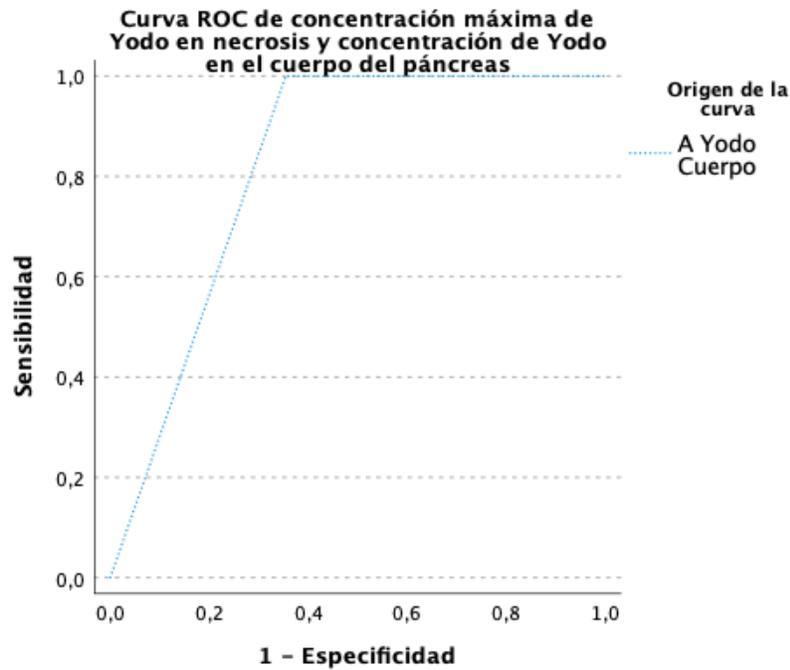


Figura 5. AUC: 0.82

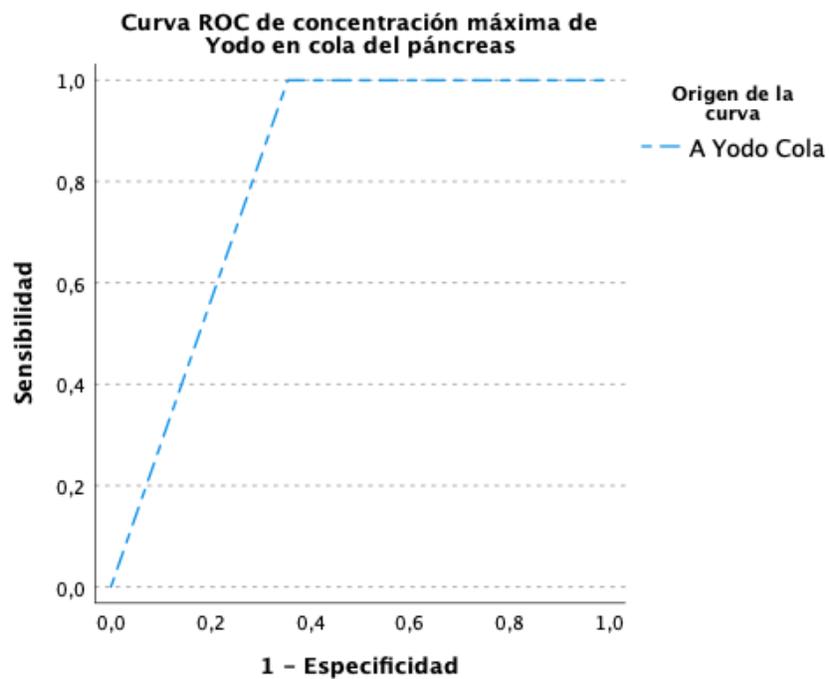


Figura 6. AUC: 0.82

Se realizó una prueba de Kruskal Wallis par muestra de libre distribución figura 7, para realizar una correlación de captación de yodo y el score de severidad modificado por tomografía, en la cual podemos observar una significancia estadística ya que no se toca

la unidad, y se observa que en un score de 8 obtenemos una concentración de yodo entre 0.4 y 1.2 mg/ml, en un score de 10 obtenemos una concentración de yodo entre 0.8 y 1.2 mg/ml, en cambio en un score de 4, se obtiene una concentración de 0-1.2 mg/ml y en un score de 6 es de 0-0.7 mg/ml, esto se puede explicar de dos formas: existe una adecuada relación de los pacientes con pancreatitis aguda que se encuentran entre el score 4-6 ya que si recordamos los parámetros evaluados, en esta clasificación se agregan dos puntos por complicaciones extra pancreáticas ya que tiene una mejor correlación con estancia hospitalaria y falla orgánica, pero si nos centramos principalmente en los valores evaluados específicamente en el páncreas, un score de 4-6 que se relaciona con valores de yodo de 0 a 1.2 y de 0 a 0.7 respectivamente tenemos una adecuada correlación con los valores de obtenidos de concentración de yodo en necrosis pancreática en donde un score de 6 nos indicaría mayor compromiso de severidad pancreática, y en el caso de score de 8-10 podemos explicarlo de la forma en que hay una mayor respuesta inflamatoria, y si bien existe necrosis también existe mayor concentración de yodo por los cambios reactivos adyacentes.

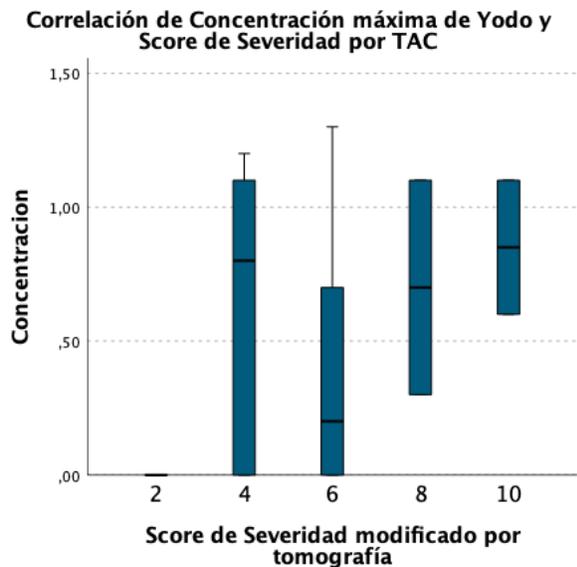


Figura 7. Prueba Kruskal Wallis para muestra no paramétrica, no relacionada, p 0.48.

En la figura 8 se muestra la frecuencia de los valores obtenidos del Score de severidad modificado por tomografía.

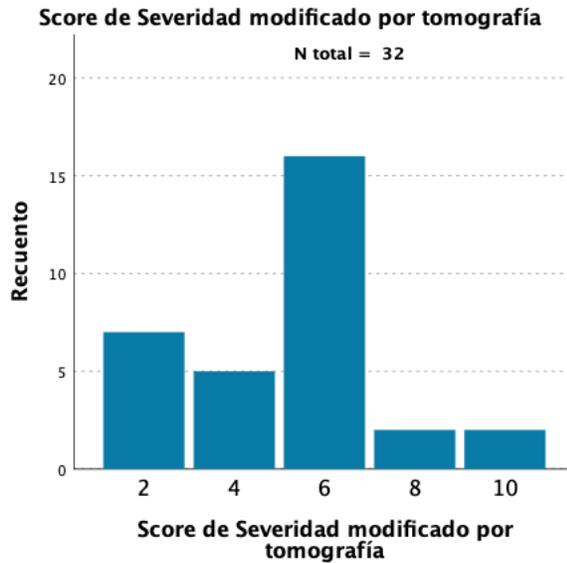


Figura 8. Frecuencia del score modificado por tomografía

Se realizó una prueba de Spearman para relacionar el factor de porcentaje de infiltración grasa con necrosis figura 12, con el fin de saber si existe una correlación significativa en los pacientes con mayor infiltración grasa, como podemos observar en la tabla 10, sólo es estadísticamente significativo el porcentaje de grasa en relación con la necrosis en la cabeza, con un intervalo de confianza del 95%, en el cuerpo y la cola del páncreas no se encontró una relación estadísticamente significativa.

En la figura 9 observamos que la mayoría de los estudios tuvieron un porcentaje de grasa entre 15 y 25%, por lo que podemos realizar la correlación del porcentaje de grasa en la cabeza es un factor predisponente a desarrollar necrosis en un cuadro de pancreatitis aguda.

Así mismo en las figuras 10 y 11 podemos observar que el cuerpo y la cola del páncreas mantienen una media de entre 20 y 30%, sin embargo, no se encontró una correlación significativa para el desarrollo de necrosis en este sitio.

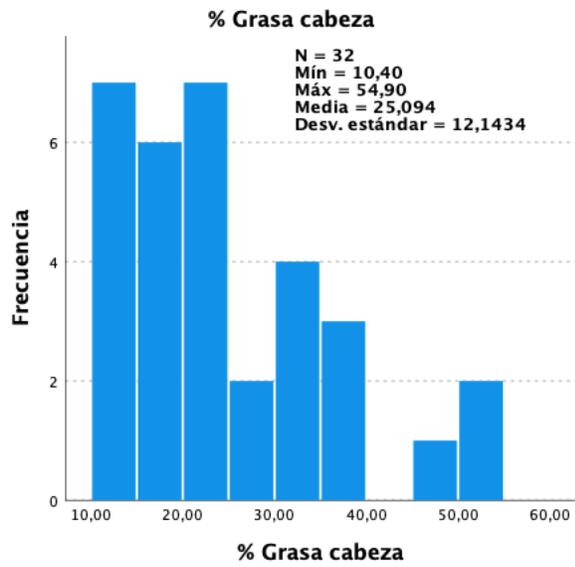


Figura 9. Frecuencia de porcentaje de grasa en cabeza

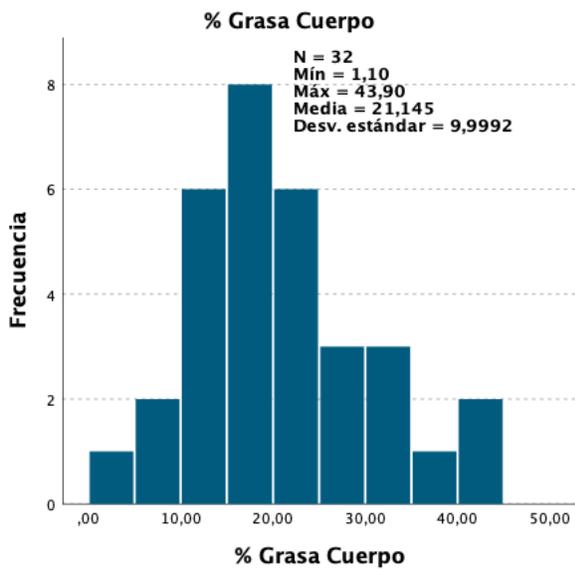


Figura 10. Frecuencia de porcentaje de grasa en cuerpo

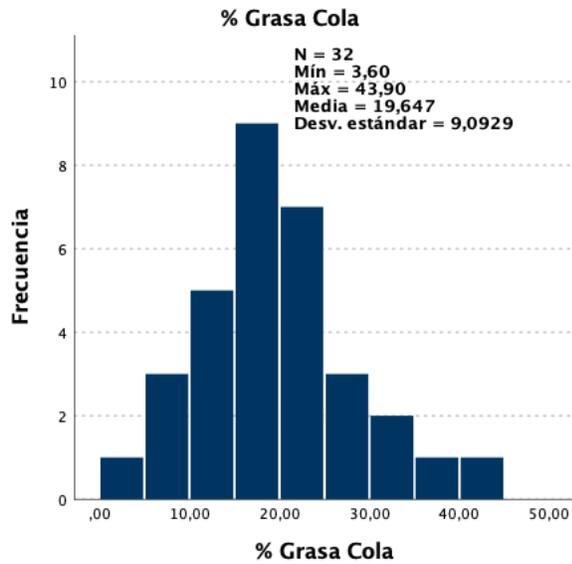


Figura 11. Frecuencia de porcentaje de grasa en cola

Intervalos de confianza de la rho de Spearman

	Rho de Spearman	Significance (2-tailed)	95% de intervalos de confianza (bilateral) ^{a,b}	
			Inferior	Superior
Necrosis - % Grasa cabeza	,417	,017	,070	,675
Necrosis - % Grasa Cuerpo	,071	,698	-,294	,419
Necrosis - % Grasa Cola	,058	,754	-,307	,407
% Grasa cabeza - % Grasa Cuerpo	,595	<,001	,301	,786
% Grasa cabeza - % Grasa Cola	,625	<,001	,343	,803
% Grasa Cuerpo - % Grasa Cola	,496	,004	,167	,725

a. La estimación se basa en la transformación de r a z de Fisher

b. La estimación de error estándar se basa en la fórmula propuesta por Fieller, Hartley y Pearson.

Figura 12. Correlación de la necrosis con el porcentaje de grasa

Conclusiones:

Los datos estadísticos del estudio tienen una significancia estadística muy buena, podemos mejorar el diagnóstico de necrosis en un cuadro de pancreatitis aguda utilizando la captación de yodo por tomografía dual, y se puede establecer el valor medio de cohorte de 0.80 mg/ml, con un intervalo de 0.76 a 0.88 mg/ml para establecer necrosis en el parénquima pancreático en el cuadro clínico de pancreatitis aguda, así mismo encontramos una relación significativa con el porcentaje de grasa obtenido en la cabeza como un marcador de riesgo para necrosis, por lo que se sugiere implementar una nueva clasificación por tomografía dual y concentración de yodo en pancreatitis con el fin de hacer un diagnóstico temprano de complicaciones causantes por la necrosis.

Con los valores obtenidos encontramos que el valor de concentración de yodo reportado en la literatura de 2.5 mg/ml puede tener mayor sensibilidad en este estudio.

También encontramos una correlación significativa en los parámetros clínicos y agregados por imagen para hacer un mejor diagnóstico de necrosis en pancreatitis aguda en los pacientes que presentan mayores complicaciones por imagen y un mayor puntaje en las escalas clínicas.

Es importante mencionar que el 100% de los cuadros clínicos de pancreatitis aguda requirieron hospitalización y de estos, el mismo número de pacientes con necrosis fue ingresado en terapia intensiva, por lo que es necesario que al encontrar un score elevado se inicie protección de las posibles complicaciones clínicas.

Tiene gran importancia el que se reporten de forma completa las diferentes escalas clínicas que incluyen parámetros de laboratorio y estado general del paciente con el fin de diagnóstico de severidad de la enfermedad y un adecuado tratamiento.

Podemos concluir que es importante hacer una valoración integral y multidisciplinaria para el mejor diagnóstico, seguimiento y tratamiento de los pacientes con pancreatitis aguda.

Anexos

1. Aprobación del Comité de Ética del Centro Médico ABC.

El siguiente documento corresponde a la carta de aprobación del trabajo por el Comité de Ética del Centro Médico ABC, con número ABC-23-39.



Ciudad de México a 13 de junio 2023

Estimada Dra. Karina Iliana Holguín Andrade.

Investigadora Principal

El pasado 12 de junio del 2023 se reunieron el Comité de Investigación y el Comité de Ética en Investigación, en su sesión ordinaria y revisaron su protocolo:

"Asociación de la densidad de yodo en tomografía dual con el desarrollo de necrosis pancreática en pacientes con pancreatitis aguda"

El dictamen de ambos comités fue:

APROBADO

EL NÚMERO DE REGISTRO ES CMABC-23-39

Se le solicita un informe semestral de avances, esperamos recibir su primer informe en **diciembre 2023**. De ser terminado, suspendido o cancelado dicho protocolo deberá de emitir un informe de resultados y conclusiones de forma inmediata a los Comités de Investigación y Ética en Investigación.

ATENTAMENTE



Dr. Juan Osvaldo Talavera Piña
Presidente del Comité de Investigación
Centro Médico ABC

Dr. José Eduardo San Esteban Sosa
Presidente del Comité de Ética en
Investigación
Centro Médico ABC

Campus Observatorio
Sar 136 No. 116, Las Américas,
01120, Álvaro Obregón, Ctl. de México.
56 5230-8000
L. Servicio 208 600601

Campus Santa Fe
Av. Carlos Graef Fernández No. 154, Santa Fe,
06300, Cuajimalpa, Ctl. de México
55 1100-1000
L. Servicio 509001000

centromedicoabc.com



Referencias bibliográficas:

1. Dar, G., Goldberg, S. N., Hiller, N., Caplan, N., Sosna, J., Appelbaum, L., & Lev-Cohain, N. (2021). CT severity indices derived from low monoenergetic images at dual-energy CT may improve prediction of outcome in acute pancreatitis. *European Radiology*, 31(7), 4710-4719. <https://doi.org/10.1007/s00330-020-07477-2>
2. Szatmary, P., Grammatikopoulos, T., Cai, W., Huang, W., Mukherjee, R., Halloran, C., Beyer, G., & Sutton, R. (2022). Acute Pancreatitis: Diagnosis and Treatment. *Drugs*, 82(12), 1251-1276. <https://doi.org/10.1007/s40265-022-01766-4>
3. George, E. L., Wortman, J. R., Fulwadhva, U. P., Uyeda, J. W., & Sodickson, A. D. (2017). Dual energy CT applications in pancreatic pathologies. *British Journal of Radiology*, 90(1080), 20170411. <https://doi.org/10.1259/bjr.20170411>
4. Mroueh, N., Cao, J., & Kambadakone, A. (2022). Dual-Energy CT in the Pancreas. *Journal of Gastrintestinal and Abdominal Radiology ISGAR*, 05(02), 114-120. <https://doi.org/10.1055/s-0042-1744494>
5. Zhao, K. X., Adam, S. Z., Keswani, R. N., Horowitz, J. M., & Miller, F. H. (2015). Acute Pancreatitis: Revised Atlanta Classification and the Role of Cross-Sectional Imaging. *American Journal of Roentgenology*, 205(1), W32-W41. <https://doi.org/10.2214/ajr.14.14056>
6. Wu, B. U., & Banks, P. A. (2013). Clinical Management of Patients With Acute Pancreatitis. *Gastroenterology*, 144(6), 1272-1281. <https://doi.org/10.1053/j.gastro.2013.01.075>
7. Busireddy, K. K., AlObaidy, M., Ramalho, M., Kalubowila, J., Baodong, L., Santagostino, I., & Semelka, R. C. (2014). Pancreatitis-imaging approach. *World Journal of Gastrointestinal Pathophysiology*, 5(3), 252. <https://doi.org/10.4291/wjgp.v5.i3.252>
8. Martin, S. S., Trapp, F., Wichmann, J. L., Albrecht, M. H., Lenga, L., Durden, J., Booz, C., Vogl, T. J., & D'Angelo, T. (2019). Dual-energy CT in early acute pancreatitis: improved detection using iodine quantification. *European Radiology*, 29(5), 2226-2232. <https://doi.org/10.1007/s00330-018-5844-x>

9. Pérez, E. U., De La Fuente, G. T., Rodríguez, C. M., Campos, A. V., Basildo, C. J., & Pouton, N. G. (2020). Quantification of iodine concentration by dual-energy CT in patients with acute pancreatitis. *Radiología*. <https://doi.org/10.1016/j.rxeng.2020.03.009>
10. Karcaaltincaba, M., & Aktaş, A. (2010). Dual-energy CT revisited by multidetector ct: review of principles and clinical applications. *Diagnostic and interventional radiology*. <https://doi.org/10.4261/1305-3825.dir.3860-10.0>
11. Mahmoudi, S., Martin, S. S., Koch, V., Gruenewald, L. D., Bernatz, S., D'Angelo, T., Vogl, T. J., Booz, C., & Yel, I. (2022). Value of Dual-Energy CT Perfusion Analysis in Patients with Acute Pancreatitis: Correlation and Discriminative Diagnostic Accuracy with Varying Disease Severity. *Diagnostics*, 12(11), 2601. <https://doi.org/10.3390/diagnostics12112601>
12. Machida, H., Tanaka, I., Fukui, R., Shen, Y., Ishikawa, T., Tate, E., & Ueno, E. (2016). Dual-Energy Spectral CT: Various Clinical Vascular Applications. *Radiographics*, 36(4), 1215-1232. <https://doi.org/10.1148/rg.2016150185>
13. Rajiah, P., Parakh, A., Kay, F. U., Baruah, D., Kambadakone, A., & McCollough, C. H. (2020). Update on Multienergy CT: Physics, Principles, and Applications. *RadioGraphics*, 40(5), 1284-1308. <https://doi.org/10.1148/rg.2020200038>
14. Stiller, W., Skornitzke, S., Fritz, F., Klauss, M., Hansen, J. J., Pahn, G., Grenacher, L., & Kauczor, H. (2015). Correlation of Quantitative Dual-Energy Computed Tomography Iodine Maps and Abdominal Computed Tomography Perfusion Measurements. *Investigative Radiology*, 50(10), 703-708. <https://doi.org/10.1097/rli.0000000000000176>
15. Murray, N., Darras, K. E., Walstra, F. E., Mohammed, M. A., McLaughlin, P. W., & Nicolaou, S. (2019). Dual-Energy CT in Evaluation of the Acute Abdomen. *Radiographics*, 39(1), 264-286. <https://doi.org/10.1148/rg.2019180087>
16. Morales, C. O., Baena, E., Muñoz, J. R. O., De Andrés, E. P., & Corbalán, J. A. L. (2019). Radiology of acute pancreatitis today: The Atlanta classification and the current role of imaging in its diagnosis and treatment. *Radiología*, 61(6), 453-466. <https://doi.org/10.1016/j.rxeng.2019.06.005>