



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO



FACULTAD DE MEDICINA

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL

DELEGACIÓN SUR DEL DISTRITO FEDERAL

UMAE HOSPITAL DE ESPECIALIDADES CMN SIGLO XXI

TÍTULO

ESTANDARIZACIÓN DE LA GAMMAGRAFIA DE VACIAMIENTO GÁSTRICO CON ALBUMINA DE
HUEVO MARCADA CON ^{99m}Tc SULFURO COLOIDAL

TESIS QUE PRESENTA

DRA. KEREN CONTRERAS CONTRERAS

PARA OBTENER EL DIPLOMA EN LA ESPECIALIDAD EN
MEDICINA NUCLEAR

ASESORES:

DRA. ROSA MARIA VILLANUEVA PÉREZ

DRA. DIANA GRACIELA MENEZ DÍAZ

MÉXICO, DF.

FEBRERO 2015



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

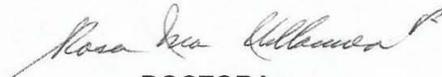

DOCTORA



DIANA GRACIELA MÉNEZ DÍAZ

JEFE DE LA DIVISIÓN DE EDUCACIÓN EN SALUD

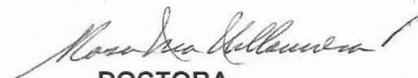
UMA E HOSPITAL DE ESPECIALIDADES CMN SXXI


DOCTORA

ROSA MARÍA VILLANUEVA PÉREZ

PROFESOR TITULAR DEL CURSO DE ESPECIALIZACIÓN EN MEDICINA NUCLEAR

UMA E HOSPITAL DE ESPECIALIDADES CMN SXXI


DOCTORA

ROSA MARÍA VILLANUEVA PÉREZ

ASESOR DE TESIS

UMA E HOSPITAL DE ESPECIALIDADES CMN SXXI



Dirección de Prestaciones Médicas
Unidad de Educación, Investigación y Políticas de Salud
Coordinación de Investigación en Salud



"2014, Año de Octavio Paz".

Dictamen de Autorizado

Comité Local de Investigación y Ética en Investigación en Salud 3601
HOSPITAL DE ESPECIALIDADES DR. BERNARDO SEPULVEDA GUTIERREZ, CENTRO MEDICO NACIONAL SIGLO XXI,
D.F. SUR

FECHA **31/07/2014**

DRA. ROSA MARÍA VILLANUEVA PÉREZ

P R E S E N T E

Tengo el agrado de notificarle, que el protocolo de investigación con título:

ESTANDARIZACIÓN DE LA GAMMAGRAFIA DE VACIAMIENTO GÁSTRICO CON ALBUMINA DE HUEVO MARCADA CON 99mTc SULFURO COLOIDAL

que sometió a consideración de este Comité Local de Investigación y Ética en Investigación en Salud, de acuerdo con las recomendaciones de sus integrantes y de los revisores, cumple con la calidad metodológica y los requerimientos de Ética y de investigación, por lo que el dictamen es **A U T O R I Z A D O**, con el número de registro institucional:

Núm. de Registro
R-2014-3601-192

ATENTAMENTE

DR.(A). CARLOS FREDY CUEVAS GARCÍA

Presidente del Comité Local de Investigación y Ética en Investigación en Salud No. 3601

IMSS

SEGURIDAD Y SOLIDARIDAD SOCIAL

AGRADECIMIENTOS

A Dios y a mis padres por ser el eje y motor de mi vida, por brindarme siempre e incondicionalmente ejemplo, amor, fidelidad, comprensión, confianza y ayuda en cada paso de mi vida, regalos que me permiten concluir este tan preciado anhelo.

A mis hermanos Iván, Lilian e Ivonne por siempre demostrar su amor hacia mí, alimentando mi espíritu con cada palabra y hecho.

A mi iglesia por su amor e intercesión.

A mis amigas Alma Lorena Reyes Miranda y Blanca Areli Jiménez Caballero por creer en mí y demostrar en todo momento su amor que es uno de los tesoros más preciados en mi vida.

Al Dr. Roberto Carlos Mendiola López por su gran amor y apoyo personal además de ser para mi ayuda y ejemplo profesional.

A Claudia Angélica Mateos Ahuatl y Miguel Gallardo Mendoza por ser grandes compañeros en este camino, su simpatía y apoyo los llevo en mi corazón.

A las Doctoras Rosa María Villanueva Pérez y Diana Menez Díaz por su paciencia, conocimiento y ayuda.

Por el aprecio, la enseñanza y confianza recibida doy gracias a mis profesores Dr. Francisco Osvaldo García Pérez, Dra. Herlinda Vera Hermosillo, Dr. Raúl Guillermo Mendoza Vásquez, Dr. Jorge Iván González Díaz, Dr. Juan Soto Andonaegui, Dr. Alberto Ortega Ramírez, Dra. Patricia Reyes Jacobo, Dra. Rosa María Palma Rosillo y Dra. Nelly Chow Maya.

A los técnicos y enfermeras (os) que fueron ejemplo de compromiso y amor a su profesión.

Y finalmente a todas las cosas ocurridas en mi vida profesional y que voluntaria o involuntariamente me enseñaron lo que se debe hacer y de igual manera lo que no se debe hacer.

ÍNDICE

RESUMEN	1
MARCO TEÓRICO	4
JUSTIFICACION	25
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	26
HIPOTESIS	27
OBJETIVO GENERAL	28
MATERIAL Y MÉTODO	29
CONSIDERACIONES ETICAS	35
RECURSOS PARA EL ESTUDIO	36
RESULTADOS	37
DISCUSIÓN	43
CONCLUSIONES	49
RECOMENDACIONES A LA TECNICA	50
BIBLIOGRAFÍA	51
ANEXOS	54

RESUMEN

Antecedentes: La Gammagrafía de Vaciamiento Gástrico (VG) es el Gold Standard para la determinación del porcentaje de VG, por lo que la estandarización del método es indispensable para la obtención de resultados reproducibles. Una curva de VG representa el porcentaje de la radiactividad remanente ingerida versus el tiempo posterior a la ingestión de la dieta, cuya composición (proteínas, grasas, carbohidratos, calorías totales, volumen y osmolaridad) y características (líquida, sólida o semisólida) determinará los tipos de curvas y afectará los porcentajes de VG. El protocolo ideal se realiza con sándwich de huevo marcado con ^{99m}Tc Sulfuro Coloidal (SC), siendo un equivalente el uso de albumina de huevo en polvo radiomarcada (protocolo modificado).

Objetivo: estandarizar y determinar el porcentaje de vaciamiento gástrico con protocolo modificado mediante el uso de albumina de huevo marcada con ^{99m}Tc SC y comparar con el protocolo en uso de hamburguesa comercial radiomarcada con ^{99m}Tc sulfuro coloidal.

Material y métodos: tipo de estudio prospectivo, comparativo, y longitudinal.

Procedimiento: se incluyeron 30 pacientes a los que se les realizaron dos estudios de gammagrafía de Vaciamiento Gástrico (Hamburguesa y Sándwich de albumina de huevo en polvo marcados con ^{99m}Tc Sulfuro coloidal), se determinó y comparó el porcentaje de VG y retención gástrica.

Resultados: Las diferencias en el porcentaje de vaciamiento con ambos tipos de alimentos se contrastaron a través de la prueba t de Student para muestras independientes, considerando significativa una $p < 0.05$. Se determinaron porcentajes de vaciamiento gástrico a la 1^a, 2^a y 3er hora; para hamburguesa los porcentajes calculados fueron de $23.9 \pm 12.5\%$, $49.3 \pm 16.7\%$ y $68.3 \pm 14.7\%$

respectivamente y para el Sándwich $20.5\pm 12.8\%$, $49.4\pm 14.0\%$, $73.5\pm 11.1\%$ respectivamente. Así como una p de 0.712, 0.155 y 0.026 para cada hora.

Conclusiones: Los tiempos de vaciamiento gástrico con ambas dietas reflejaron tiempos de vaciamiento dentro de rangos normales. La dieta estandarizada sólida con albumina de huevo en polvo marcada con ^{99m}Tc SC aporta ventajas en cuanto al estudio de las posibles alteraciones de la motilidad gástrica, como sus características organolépticas y de volumen, que permite que el paciente la consuma completa, aunado a ello la estabilidad y homogeneidad del marcaje, así como la economía para el paciente.

1. Datos del alumno	1. Datos del alumno
(Autor)	
Apellido paterno	Contreras
Apellido materno	Contreras
Nombre (s)	Keren
Teléfono	55 40 21 25 67
Universidad	Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad o escuela	Facultad de Medicina
Carrera	Médico cirujano especialista en Medicina Nuclear
No. De cuenta	512210359
2. Datos de asesor	2. Datos de asesor
Apellido paterno	Villanueva
Apellido materno	Pérez
Nombre (s)	Rosa María
3. Datos de la tesis	3. Datos de la tesis
Título	Estandarización de la gammagrafía de Vaciamiento Gástrico con albumina de huevo marcada con ^{99m} Tc sulfuro coloidal.
No. De página	56
Año	2015
Número de registro	R-2014-3601-192

MARCO TEÓRICO

Introducción

La Medicina Nuclear ha sido una de las principales herramientas en la práctica e investigación del campo de la gastroenterología. No obstante esta tecnología no es ampliamente usada por muchos clínicos pese a que la Gammagrafía de Vaciamiento Gástrico es considerada como el Gold Standard para determinar el Vaciamiento Gástrico (VG). Existen varias razones para explicar esta incongruencia, sin embargo este problema puede ser solucionado cuando el profesional logra familiarizarse con la información que brindan los estudios de imagen de Medicina Nuclear (1). Ante esta situación, diversos autores han trabajado en consensos que se han refrendado en el tiempo a fin de establecer recomendaciones sobre cómo realizar un estudio de rutina de vaciamiento gástrico con sólidos e implementar su uso clínico mediante la premisa de que el uso de tecnología y datos normativos, proveen resultados estandarizados (1).

Dichos datos normativos parten del hecho de que en el estómago los alimentos sólidos son manejados de forma diferente que los líquidos. Es por esto que un estudio con alimento líquido radiomarcado solo evalúa la función de vaciado del estómago. Por su parte el estudio con sólidos, mide ambos; la función de vaciamiento y la de molido, por lo que este último puede brindar mayor información en un solo estudio.

Es por esto que es importante saber si la sustancia es líquida, sólida o semisólida y cuál es su composición nutricional (proteínas, grasas, carbohidratos, calorías totales), así como su volumen y osmolaridad (2).

Por lo anterior, las evaluaciones de los consensos recomiendan el uso de una dieta con huevos blancos baja en grasa, con imágenes adquiridas a las 0, 1, 2, 3 y 4 horas después de su ingestión, lo anterior, basado en un estudio multicéntrico (3).

Aunado a la dieta implementada deben observarse con detenimiento las características del radiotrazador que se utilizara; existen una serie de requerimientos para que un radiofármaco sea una agente apropiado para los estudios de transito gastrointestinal GI: esencialmente deben ser fisiológicos, para así poder evaluar todos los aspectos de la motilidad GI, además de su validación para confirmar la estabilidad de su marcaje in vivo (2).

Por lo anterior se considera que la tecnología de Medicina Nuclear identifica la creciente apreciación de la complejidad de la motilidad gástrica y como esta se relaciona con los síntomas del paciente. Además de que puede ser usada inicialmente como herramienta de investigación para la evaluación de pacientes con desordenes GI debido a que el estudio posee cualidades como: ser un estudio no invasivo y no causar molestia alguna, es por esto que puede ser realizado en un mismo paciente en varias ocasiones. Además, estos estudios generalmente no provocan alteraciones del estado fisiológico del tracto GI.

Adicionalmente puede añadirse que los avances recientes en este método permite al medico la evaluación del tracto GI con rapidez cuando es necesario, como en estudios de transito. A estas ventajas se suma el bajo costo y disponibilidad en algunos centros de alta especialidad con respecto a otras alternativas diagnosticas como Tomografía Computada (TC) o Resonancia Magnética (RM). Con el uso de de técnicas en Medicina Nuclear ha sido posible estudiar el estado fisiológico del tracto GI tanto en humanos como en animales. Por ejemplo, la comprensión del manejo y vaciamiento normal de sólidos y liquido del estomago o bien de partículas no digeribles por diversas vías. Esto sin mencionar que existen procedimientos similares de Medicina Nuclear que han sido exitosamente usados para estudiar otros aspectos de la fisiología de todo el tracto gastrointestinal, sin embargo en este trabajo nos enfocaremos primordialmente en lo referente a VG (2,4).

Anatomía

El estómago es la región más dilatada del tubo digestivo comprendida entre el esófago y el intestino delgado, la forma, se parece a la letra "J". El estómago se puede expandir de manera considerable y albergar de 2 a 3 litros de alimento.

Anatómicamente hablando tiene cuatro partes:

1. Cardias: parte que rodea el orificio de este nombre
2. Fondo: parte superior dilatada que se relaciona con la cúpula izquierda del diafragma y está limitada en la parte inferior, por el plano horizontal del cardias. La parte superior del fondo suele llegar hasta el 5º espacio intercostal izquierdo. El fondo puede dilatarse por la presencia de gas, líquidos, alimentos o cualquier combinación de ellos.
3. Cuerpo: comprendido entre el fondo y el antro pilórico.
4. Porción pilórica: región infundibular del estómago; la parte ancha o antro pilórico termina en el conducto pilórico, la parte estrecha. El píloro (región esfinteriana distal de la porción pilórica) se engruesa para dar el esfínter pilórico, que controla la descarga del contenido gástrico en el duodeno a través del orificio pilórico.

La curvatura menor forma el borde cóncavo más corto del estómago; la escotadura angular es una indentación nítida situada aproximadamente a dos tercios de la curvatura menor, que indica la unión entre el cuerpo y la porción pilórica del estómago. Por su parte la curvatura mayor forma el borde convexo más largo del estómago.

El píloro (portero en griego) protege el orificio pilórico. La capa media de la lámina muscular externa está muy engrosada debido a que forma el esfínter pilórico que normalmente tiene una contracción tónica, por lo que se encuentra cerrado, salvo cuando ocurre el VG (5).

El estómago actúa como una unidad motora que posee tres capas de musculatura lisa -lo que le diferencia del resto del tubo digestivo que únicamente posee dos-.

- La más externa, la capa longitudinal superficial: sus fibras musculares se encuentran concentradas a lo largo de las curvaturas mayor y menor.
- La capa media, circular, rodea circunferencialmente al cuerpo gástrico y se engruesa a nivel del píloro para formar el esfínter pilórico.
- La capa interna, oblicua: se extiende desde el cardias y se fusiona en el píloro con la capa media circular. Cabe mencionar es que está cubierta muscular, presenta un gran grosor a nivel del antro prepilórico por lo que no puede establecerse ninguna división funcional entre el antro y el píloro, ya que el píloro no es más que la parte terminal del músculo antral (6).

La inervación gástrica es de tipos simpática y parasimpática:

- a) Simpática: procedente de los segmentos T6 a T9 de la medula espinal, pasa al plexo celiaco por el nervio esplénico mayor y se distribuye por los plexos que rodean las arterias gástricas y gastromentales.
- b) Parasimpática: procede de los troncos y ramas vagales anterior y posterior, los cuales penetran en el estómago por el hiato esofágico. El tronco vagal anterior derivado del nervio vago izquierdo (NC X), penetra en el abdomen como un solo ramo, situado en la cara anterior del esófago. Se dirige a la curvatura menor del estómago, donde emite ramos hepáticos y duodenales que abandonan el estómago con el ligamento hepatoduodenal. El resto del tronco vagal anterior continúan por la curvatura menor, dando ramos gástricos anteriores. El tronco vagal posterior, que es de mayor tamaño, procede del nervio vago derecho, entra al abdomen por la cara posterior del esófago y pasa a la curvatura menor del estómago. Así da ramas para las caras anterior y posterior del estómago. También un ramo celiaco que se dirige al plexo celiaco y luego continúa por la curvatura menor, dando ramos gástricos posteriores (5).

Fisiología

La fisiología de esta función motora gástrica es muy compleja y algunos de sus aspectos son aún desconocidos. En ella intervienen características anatómicas específicas del estómago, fenómenos electrofisiológicos, así como factores intrínsecos de regulación hormonal y factores extrínsecos dependientes de las características de la ingesta, no obstante podemos resaltar tres funciones principales:

1. Adaptación al volumen y almacenamiento del alimento ingerido.
2. Trituración y mezcla de los alimentos con las secreciones gástricas.
3. Evacuación regulada del contenido gástrico al duodeno o vaciamiento gástrico.

Electrofisiología del músculo gástrico

La inervación del estómago se divide en nervios intrínsecos y extrínsecos. Los nervios intrínsecos están constituidos por el plexo neural submucoso y mientérico, siendo éste el más desarrollado y que en conjunto constituyen el sistema nervioso entérico. La inervación extrínseca depende del vago y del simpático. Por su parte el vago posee fibras colinérgicas, adrenérgicas, dopaminérgicas y purinérgicas (no colinérgicas-no adrenérgicas). Las fibras colinérgicas son excitadoras, mientras que las adrenérgicas, purinérgicas y dopaminérgicas son inhibitorias. El plexo celiaco, por su parte aporta fibras simpáticas que son colinérgicas (excitadoras) y adrenérgicas (inhibidoras).

Existe una actividad eléctrica intrínseca lenta y casi continua que excita el músculo liso gastrointestinal que recorre las membranas de las fibras musculares. Esta actividad muestra dos tipos básicos de ondas eléctricas:

1. Ondas lentas (también llamado ritmo eléctrico de base [REB], potenciales de marcapaso o actividad eléctrica control)
2. Puntas (también llamados agujas o actividad eléctrica de respuesta)

El control de la actividad motora del tubo digestivo depende de una actividad intrínseca lenta que excita al músculo liso del estómago, compuesta de ondas lentas ó ritmo eléctrico de base (REB) y actividad eléctrica de respuesta, llamada agujas o puntas (6).

Ondas lentas: La frecuencia de las llamadas ondas lentas del potencial de membrana del músculo liso, son cambios lentos y ondulantes del potencial de membrana en reposo. Su intensidad varía entre 5-15 milivoltios (mV) y su frecuencia es de 3 por minuto en el estómago (6).

Su función principal consiste en controlar la aparición de los potenciales intermitentes en aguja que, a su vez, producen casi toda la contracción muscular. Las ondas lentas se originan en un punto determinado de la curvatura mayor, donde se ha demostrado la existencia de un grupo de fibras musculares longitudinales que son capaces de generar un potencial eléctrico a intervalos regulares de 20 segundos, llamado marcapaso gástrico.

Potenciales en aguja: estos potenciales son cambios eléctricos asociados con la despolarización de la membrana de la célula muscular, es decir con la propia contracción muscular, por lo tanto solo se detectan cuando el estómago se contrae, en tanto el REB siempre está presente. Evidentemente, sólo se detectan cuando el estómago se contrae, mientras que por el contrario el REB está siempre presente (7).

Desde el punto vista de la motilidad, el estómago se divide en dos regiones:

- a) Proximal (fundus y mitad superior del cuerpo gástrico): El fundus y el cuerpo gástrico proximal no participan en la actividad contráctil que conduce a la peristalsis gástrica. Sin embargo, el estómago proximal es el responsable primario de facilitar el acomodo necesario al alimento ingerido, de tal forma que el estómago se va relajando conforme éste entra (relajación receptiva). Hay dos componentes en esta relajación: primeramente, existe una relajación refleja anticipada a la llegada del bolo alimenticio, aparentemente ligada al acto de la deglución; esta relajación dura

poco tiempo y es sustituida por una relajación más gradual y mantenida en respuesta a la distensión gástrica (relajación adaptativa), de tal manera que en la práctica ambos procesos están ligados.

El mecanismo de la relajación receptiva es fundamentalmente vagal, desencadenado por el estímulo que la distensión provoca sobre los receptores intramurales. Los receptores de estas fibras vagales no son perfectamente conocidos, pero se han propuesto la dopamina y el VIP. La relajación de la región del fundus y cuerpo gástrico está producida por la estimulación de fibras vagales no adrenérgicas no colinérgicas. La activación de las fibras vagales, no inhiben pero sí disminuyen las ondas gástricas de baja presión activadas por estimulación vagal colinérgica. La relajación refleja vagal puede iniciarse por el contacto con la mucosa faríngea, la distensión esofágica y probablemente, por la distensión del estómago. La administración intraduodenal de glucosa o grasa en el hombre produce una importante relajación de la región del fundus y este efecto relajante está causado por el retraso en el vaciamiento gástrico producido por la administración de glucosa o grasa (8).

- b) Distal (mitad inferior del cuerpo, el antro y la región antroduodenal): Se expresa por la contracción peristáltica que, originándose en la mitad del estómago, avanza hacia el píloro, aumentando su velocidad y amplitud, con una duración de 5-20 s. y una frecuencia de 3-4/mm. Cuando las contracciones comienzan en la mitad del cuerpo gástrico, son relativamente débiles y no llegan a ocluir la luz completamente, por lo que en este estadio el movimiento del contenido gástrico hacia las paredes distales es mínimo, aunque se supone que estas contracciones tienen una función de mezclado. Conforme la onda peristáltica llega al antro, la fuerza de contracción va aumentando y la luz gástrica se va haciendo progresivamente menor. Cuando la oclusión antral es completa, sólo existe movimiento en sentido caudal; sin embargo, cuando la onda contráctil se

aproxima al píloro, los 2-3 cm. del antro se contraen al unísono con aquél, e inmediatamente también se contrae el duodeno. Ello ocasiona un cese brusco del vaciamiento gástrico y una retropulsión del quimo para mezclarse de nuevo con el contenido del estómago proximal y las secreciones. La repetición del ciclo mezcla el alimento y lo tritura hasta un tamaño que lo haga fácilmente evacuable del estómago. El balance entre los movimientos distales y retrógrados del contenido gástrico es determinado principalmente por la velocidad y fuerza de las contracciones y por el tiempo de cierre pilórico, pero comparativamente son mucho más importantes los primeros en el resultado de la velocidad del vaciamiento gástrico. En cuanto a la influencia hormonal, en términos generales, puede decirse que la gastrina, la colecistoquinina y la motilina aumentan las contracciones a nivel del estómago distal, mientras que éstas se ven inhibidas por la acción de secretina, glucagón, polipéptido inhibitorio gástrico, VIP y somatostatina.

Por otra parte, también se ha demostrado una estimulación de la motilidad gástrica sin producir cambios en la secreción ácida, por efecto de la alcalinización duodenal, lo que implica un mecanismo hormonal dependiente del pH duodenal. Un pH duodenal elevado, determina un aumento en la motilidad gástrica a través de la motilina, mientras que un pH duodenal bajo produciría un descenso en la motilidad gástrica determinado por la secreción de colecistocinina y secretina (9).

Esfínter pilórico

La función pilórica está muy controvertida ya que, pese a que posee las características de un esfínter muscular, el píloro no se comporta como un esfínter típico, permaneciendo ligeramente abierto en condiciones basales, dado que su tono en reposo es muy débil, al contrario de lo que ocurre en los esfínteres del esófago o del ano.

El píloro y el antro actúan conjuntamente en la regulación del vaciamiento gástrico del material sólido. El cierre pilórico determinado por el antro, probablemente depende de un mecanismo miogénico el desencadenado por el pico solitario y precoz de la onda de despolarización, la cual alcanza el píloro unos segundos antes que el tren de potenciales de acción que determina la principal onda peristáltica antral. Este tiempo retardado hace que el píloro se cierre poco antes de la llegada de la onda antral. La misión del cierre pilórico determinado por el antro es asegurar un eficiente ciclo de propulsión retropulsión, con lo cual se fragmentan los sólidos, mezclándose con los líquidos y previene el reflujo duodenogástrico cuando las contracciones duodenales aumentan la presión luminal por encima de la del estómago.

En el hombre, la presión pilórica aumenta en respuesta a la administración intraduodenal de ácido o grasa. Se ha demostrado que la colecistoquinina y la secretina incrementan significativamente la presión pilórica y que las hormonas actúan de forma conjunta (12).

Patrones de motilidad gástrica

La motilidad del estómago e intestino delgado está constituida por dos patrones primarios: el patrón de ayunas y el patrón relacionado con la ingesta.

Durante el ayuno, la actividad motora gástrica e intestinal es cíclica, alternando los episodios de actividad contráctil con otros de relajación. El ciclo en ayunas está convencionalmente dividido en tres fases:

- fase 1: corresponde al periodo de relajación
- fase II: consiste en una actividad contráctil a la siguiente fase.
- fase III en ella existe una actividad contráctil regular y de corta duración.

El frente de actividad contráctil se mueve lentamente desde el estómago hasta el íleon terminal y es denominado complejo motor migratorio interdigestivo

Y es la ingesta de un alimento interrumpe bruscamente la actividad interdigestiva, el estómago se acomoda a esta carga mediante una disminución de su tono relativo respecto al volumen expandido intragástrico, el patrón cíclico se interrumpe y es reemplazado por un modelo gástrico contráctil irregular en el intestino y en el estómago; tras la ingesta de alimento sólido se producen contracciones vigorosas antrales que son las responsables de la fragmentación y propulsión de las partículas sólidas. Los líquidos parecen evacuarse mediante un incremento de presión intragástrica generada en el estómago proximal y que se asocia a unas ondas fásicas de menor presión en el antro (13).

Vaciamiento gástrico

En el hombre la comida empieza a salir del estómago dos o tres minutos después de haber sido deglutida, admitiéndose clásicamente, tras los estudios de Hinder y Kelly, que el papel regulador del vaciamiento gástrico es distinto para los líquidos y para los sólidos, correspondiendo al estómago proximal el de los primeros, mientras que el de los sólidos correspondería al estómago distal. Sin embargo, esta diferencia es solo de interés académico, puesto que los sólidos deben ser transformados en una suspensión viscosa antes de ser evacuados. En reposo, normalmente el píloro permanece casi completamente cerrado por una contracción tónica suave, cuya presión puede evaluarse alrededor de 5 cm. de agua (6). Dado que en situación de reposo, no existe gradiente de presión entre el estómago y el duodeno, esta débil fuerza de cierre del esfínter pilórico, suele ser suficiente para impedir el paso de quimo al duodeno en ausencia de ondas peristálticas y, de la misma forma, impedir el reflujo entero-gástrico.

Por lo tanto, el nivel de vaciamiento del estómago está determinado fundamentalmente por el grado de actividad de las ondas peristálticas antrales.

En actividad, las ondas peristálticas antrales tienen un ritmo característico de alrededor de tres por minuto.

Las ondas comienzan siendo intensas a nivel de la cisura angularis y a medida que se aproxima al píloro, su fuerza y velocidad se incrementa de tal modo que el antro se contrae como una unidad y simultáneamente, el esfínter pilórico y la porción proximal del duodeno se relajan.

Al mismo tiempo, la onda peristáltica gástrica determina un gradiente de presión positiva desde el estómago al duodeno. Con cada onda peristáltica, una cantidad variable de quimo (entre 2 y 6 ml), pasa al duodeno.

Esta acción de bombeo de la parte antral del estómago es la que ha sido en ocasiones denominada como la “bomba pilórica”.

Al final de cada ciclo, la onda peristáltica atraviesa el píloro, determinando su cierre, y el vaciamiento gástrico termina para ese ciclo. El quimo evacuado hacia el duodeno, es propagado distalmente mediante la contracción de éste, y se evita su reflujo hacia el interior del estómago por el cierre pilórico.

Realmente, la evacuación del contenido gástrico depende de la compleja interacción de factores extrínsecos e intrínsecos que actúan tanto a nivel fúndico como antro-pilórico-duodenal.

Factores extrínsecos. –

a) *Volumen del contenido gástrico:*

En la pared gástrica existen mecano-receptores, sobre todo a nivel fúndico.

Unos son lentos y emiten estímulos que aceleran el vaciamiento, siendo presumiblemente colinérgicos; otros son de acción rápida, controlan la relajación receptiva del fundus y serían mediados por la dopamina o el VIP. Por ello el volumen de la comida es en sí un factor de regulación, y la distensión gástrica inducida por éste, es el único estímulo natural conocido que provoca un aumento del ritmo del vaciado gástrico.

b) *pH de la comida:*

Cuando el pH de la comida es menor de 3,5, disminuye la velocidad de evacuación del estómago; ello sería debido a la existencia de receptores pH sensibles en la primera porción duodenal. La rapidez de la respuesta al ácido sugiere que el mecanismo sería neural más que hormonal.

c) *Osmolaridad de la comida:*

Existe una relación lineal entre el alejamiento de la isotonicidad y el retraso en la evacuación gástrica. Los osmo-receptores se hallan en el duodeno, no siendo posible reconocer hasta el presente si el mecanismo de control es neural u hormonal.

d) *Consistencia y viscosidad de la comida:*

La velocidad de evacuación gástrica de comidas líquidas es mayor que la de los sólidos. La propulsión de partículas sólidas hacia el duodeno depende del diámetro de éstas y del de la luz pilórica en el momento que la onda contráctil pasa a su través, de ahí la necesidad de que el estómago fragmente los sólidos y los reduzca a dimensiones aceptables (menos de 2 mm).

Otro factor clave es la viscosidad de las comidas, aceptándose que el vaciamiento de líquidos es exponencial y el de sólidos lineal, mientras que la curva de vaciamiento de comidas viscosas es sigmoidea, con una fase inicial lenta llamada “*lag-phase*“, una segunda fase rápida prácticamente lineal y una fase final de nuevo más lenta.

e) *Temperatura de la comida:*

Los líquidos calientes (por encima de **37°C** se evacúan más lentamente que los tibios (entre 25 y 37°C), mientras que los alimentos y líquidos fríos se vacían más rápidamente.

f) *Composición química:*

Las grasas y sus productos de digestión son potentes inhibidores de la motilidad y el vaciamiento del estómago. Los aminoácidos y los azúcares enlentecen el vaciamiento en correlación lineal con su concentración osmolar.

Factores intrínsecos.-

a) *Neurales:*

La principal influencia neural sobre el vaciamiento gástrico se piensa que es mediada por un mecanismo inhibitorio que se conoce con el nombre de “reflejo inhibitorio enterogástrico” y que se inicia en el duodeno o yeyuno proximal. Este reflejo es desencadenado por un pH inferior a 3,5 en la primera porción duodenal, por la distensión del duodeno en presencia de ácido y por las soluciones hipertónicas intraduodenales. Los impulsos ascienden por las fibras vagales aferentes hasta los núcleos vagales del bulbo raquídeo; éstos, a su vez, transmiten al estómago los impulsos inhibidores que se propagan por fibras vagales eferentes.

Este mecanismo inhibitorio se debilita por la vagotomía, pero el simpático también interviene en la regulación de la motilidad gastroduodenal (11).

b) *Hormonales:*

Con frecuencia se ha establecido que las hormonas actúan directamente sobre las células efectoras o, que la acción hormonal es mediada a través de la liberación de otra hormona con acción sistémica o bien, liberando un agente hormonal con efecto local. Existen evidencias que demuestran que una hormona puede interactuar con los efectos producidos por la estimulación nerviosa. Además de la posibilidad de interacción a nivel de los receptores de las células diana por parte de las hormonas y los neurotransmisores (7,10,11).

Los péptidos gastrointestinales también pueden desempeñar un papel significativo (aunque aún no demostrado) en la regulación del vaciamiento gástrico. En base a estudios efectuados en humanos, puede deducirse que la motilina acelera el vaciamiento gástrico y, por el contrario, la secretina, la gastrina, la colecistocinina (CCK), el glucagón, la somatostatina y la neurotensina enlentecen el vaciamiento gástrico a dosis farmacológicas. La CCK, al igual que la gastrina, a dosis fisiológicas, no parece afectar al vaciamiento gástrico. La sustancia P, el péptido inhibitorio gástrico (GIP), el péptido

inhibidor vasoactivo (VIP) y el polipéptido pancreático, o bien carecen de efecto o éste no ha sido suficientemente demostrado. Las encefalinas son poderosas inhibidoras del vaciamiento gástrico, pero los opiáceos endógenos no parecen desempeñar ningún papel importante en el control fisiológico de evacuación gástrica tras la ingesta (14).

c) Centrales

Los centros cerebrales desempeñan también un papel en la regulación de la evacuación gástrica. Estudios de la conducta han evidenciado que la ansiedad o el temor pueden retardar la evacuación gástrica. Igualmente, el dolor, el estrés y la estimulación laberíntica ejercen un efecto inhibitorio sobre la evacuación gástrica. Probablemente estén involucrados la liberación de catecolaminas y de péptidos opiáceos en los mecanismos de producción. Las náuseas y los vómitos inducidos por fármacos tienen también un origen central.

Técnicas de estudio para Vaciamiento gástrico

Estas son básicamente tres: las técnicas de intubación, las radiológicas y las radioisotópicas. Nos enfocaremos a éstas últimas por ser de interés en este trabajo.

Técnicas isotópicas: La medición del vaciamiento gástrico con técnicas no invasivas utilizando centellografía isotópica fue descrita por primera vez por Griffith y col, en 1966, quienes administraron una comida de avena marcada con ^{51}Cr y utilizando un detector externo, determinaron el tiempo de desaparición del radioisótopo del interior del estómago. Dado que este radioisótopo se mezcla sólo con los líquidos, ahora se sabe que la técnica de Griffith solo medía el vaciamiento gástrico de los líquidos. El problema de la mezcla del coloide con los alimentos sólidos fue ingeniosamente resuelto por Meyer y col), quienes administraron un coloide de sulfuro marcado con $^{99\text{m}}\text{Tc}$ a pollos vivos.

El coloide de sulfuro marcado era fagocitado por las células de Kupffer del hígado del pollo, determinando un tejido hepático establemente marcado intracelularmente. A continuación, el pollo era sacrificado y su hígado extraído y cocinado para la posterior ingestión por parte de los pacientes, de esta manera se obtuvo los porcentajes normales de vaciamiento en el transcurso del tiempo que actualmente se tienen como parámetro (15). Sin embargo esta técnica no es realizable en un gabinete convencional de Medicina Nuclear, más bien en trabajos de investigación. Trabajos posteriores han demostrado una estabilidad similar en comidas con huevo marcado con ^{99m}Tc , para estudiar el vaciamiento de los sólidos.

Si se utilizan líquidos marcados con ^{111}In o ^{113}In y se asocian al hígado de pollo marcado (centellografía gástrica isotópica doble), se puede estudiar simultáneamente el vaciamiento de líquidos y de sólidos. Aunque la elección de un determinado isótopo varía de unos investigadores a otros, se ha sugerido que para reducir al mínimo la radiación de estos pacientes, los emisores gamma utilizados deben tener una vida media corta y no poseer emisiones beta. Tanto el ^{99m}Tc como el ^{111}In tienen estas características.

Los inconvenientes de la utilización de gammagrafía para calcular el vaciamiento gástrico son escasas y fundamentalmente de tipo técnico. Pueden introducirse errores en el cómputo de las emisiones gamma, ya que éstas son atenuadas por los tejidos y por la propia comida. Este hecho puede minimizarse mediante la utilización de las medias geométricas de las cuentas obtenidas en la cara anterior y posterior del cuerpo del paciente, automatizado por los propios equipos. Por otra parte, puede existir mezcla de radiaciones cuando se utilizan dos isótopos simultáneamente como en el caso de la centellografía doble; sin embargo, este error puede solventarse mediante una adecuada diferenciación de las ventanas receptoras de los equipos. Desde un punto de vista fisiológico, es importante reseñar que cuando se evalúa el vaciamiento de líquidos, éste puede verse alterado, sobre todo en su volumen total, como consecuencia de la secreción gástrica.

También debemos señalar que cuando se utiliza una gammagrafía doble para evaluar el vaciamiento de sólidos y líquidos, el vaciamiento de estos últimos se encuentra significativamente retardado en comparación con aquellos estudios en los que sólo se ingiere material líquido. Sin embargo, el vaciamiento de alimentos sólidos no se ve influido por la ingestión simultánea de líquidos.

La gran experiencia existente en la actualidad con métodos centelleográficos en el estudio del vaciamiento gástrico, han puesto de manifiesto varios hechos

- 1) Es el método que reproduce con más exactitud los mecanismos de vaciamiento gástrico.
- 2) El estudio gammagráfico con comida semisólida es el que mejor detecta las posibles anomalías en el vaciamiento gástrico.
- 3) Dado que la exposición a la radiación es mínima (100 rads) y la tolerancia por parte de los pacientes excelente, es el método de elección para el control de diferentes tratamientos, incluido el quirúrgico.
- 4) El empleo de ^{99m}Tc como marcador isotópico junto con el ácido dietil-amino-pentacético (DTPA), impide la fijación del material radioactivo a las paredes esofágica y gástrica y favorece la homogeneización del mismo.

Para los estudios de vaciamiento gástrico, la composición de la dieta afecta íntimamente la tasa de vaciamiento, debido a esto podemos encontrar diversos tipos de comidas en el protocolo. Es por esto que es importante saber si la sustancia es líquida, sólida o semisólida y cuál es su composición nutricional (proteínas, grasas, carbohidratos, calorías totales), así como su volumen y osmolaridad.

Radiofármacos y dietas ideales para Vaciamiento Gástrico

Para elegir un radiotrazador apropiado para estudios de vaciamiento gástrico es importante entender el proceso.

Debido a que los alimentos líquidos muestran curvas de eliminación de forma exponencial y no presentan fase de tránsito, la interpretación de esa fase de tránsito fisiológicamente hablando, representa el periodo durante el cual la comida sólida es transportada desde el fondo al antro y donde el antro está moliendo las partículas hasta alcanzar 1-2mm de tamaño, después de lo cual la comida puede ser vaciada como líquido.

De hecho la pendiente del vaciamiento de líquido es la misma pendiente tardía que presenta el vaciamiento de sólido, lo cual indica que después de que los alimentos sólidos son molidos a pequeñas partículas, estos se vacían igual que los líquidos.

La irregularidad en las contracciones del antro pueden resultar en un molido deficiente de las partículas de los sólidos y en consecuencia, que se prolongue la fase de tránsito, con un retraso en el vaciamiento gástrico completo.

La propulsión de alimento radiomarcado por las contracciones antrales, puede ser valorada directamente con una comida sólida radiomarcada y una técnica dinámica de imagen, en donde se adquieren imágenes secuenciales de 1 segundo del área abdominal del paciente. Akkermans et al originalmente sugirieron la técnica dinámica de la dieta radiomarcada en el estómago, pero ellos realizaron el análisis de los datos de la gráfica manualmente. Knight et al desarrollaron un método de análisis computarizado que era más objetivo y reproducible, otros laboratorios describieron métodos de análisis procedentes de las contracciones antrales.

Se ha demostrado que cada ciclo de contracción antral determinada por gammagrafía corresponde a una onda antral suave con potenciales en espiga superimpuestos, determinados por electrogastrografía. Esta técnica utiliza una dieta radiomarcada estándar, pero debe ser administrada una cantidad suficiente de radiactividad para que sea recolectada una cantidad adecuada de cuentas por cada imagen que permita el análisis.

Para obtener la máxima información con un solo radiotrazador, la comida radiomarcada debe ser alimento sólido y el radiotrazador debe ser lo más fisiológico posibles, es decir, debe permanecer en la forma administrada (líquido en la fase líquida, sólido en la fase sólida), además no debe unirse a los contenidos GI después de su administración, no debe unirse a la mucosa GI, no debe absorberse en el tracto GI, debe evaluar todos los aspectos de la motilidad GI, es decir debe estimular una respuesta normal a una dieta normal (contracciones peristálticas normales, cierre del píloro, contracción vesicular, etc.), también debe ser validada para confirmar su estabilidad *in vivo*, debe ser estandarizada y tener valores normales establecidos. De este modo la función de vaciado del estómago puede ser medida (como los líquidos), pero, también puede evaluarse la fase de tránsito del procesamiento de los sólidos, así como las contracciones peristálticas del antro.

No es difícil preparar un radiotrazador que sea fisiológico en términos de mezcla con el contenido GI; sin embargo, la estabilidad del marcaje es la mayor preocupación. Muchas sustancias que contienen los diversos alimentos son absorbidos por el tracto GI, pero para centellografía, los radiofármacos usados en estos estudios no deben ser absorbidos, ya que de esta forma se reduce la dosis de radiación fuera del trayecto GI.

La composición de la comida a evaluar es muy importante. Un gran número de factores puede afectar la tasa de vaciamiento gástrico incluyendo pero no siendo limitante el contenido calórico y el volumen del alimento, así como la posición del paciente durante la adquisición de la imagen, estos factores deben estandarizarse. Los factores antes mencionados, deben ser estandarizados por la institución que elabore el estudio, a fin de obtener la mejor información.

El método generalmente aceptado para simular el ambiente gástrico ha sido picar una porción de comida marcada y suspenderla al 0.1M de ácido clorhídrico o fluido gástrico humano a 37°C, mientras se agita la suspensión para simular la actividad gástrica. Después de un intervalo suficiente para simular la terminación de un estudio *in vivo* (aproximadamente 3hrs para un estudio de vaciamiento gástrico), las

suspensiones de comida son filtradas y también centrifugadas para separar el líquido de la fase sólida y así sea cuantificado el marcado en cada fase.

La tabla 1 muestra el resultado de algunos de estos estudios. Ha sido encontrado que la mayor disociación del marcado ocurre en el fluido gástrico que en 0.1M de ácido clorhídrico, lo anterior probablemente porque el fluido gástrico contiene la enzima digestiva pepsina. Por ello, los resultados más significativos son obtenidos probando comidas en fluido gástrico. Si el fluido gástrico humano no se encuentra disponible, algunos investigadores usan un fluido gástrico simulado el cual contiene pepsina y un pH alrededor de 1.2. También podemos apreciar que aun cuando el protocolo de basado en la inyección in vivo del radiotrazador a un pollo es el representa una estabilidad de marcaje del 98% (el marcado permanece realmente asociado a la comida durante su paso a través del estomago), sin embargo no es posible realizarlo en los gabinetes de Medicina Nuclear. Pero esta descrito que la dieta de huevo y de albumina de huevo en polvo radiomarcadas mantienen un porcentaje de estabilidad de marcaje en jugo gástrico a 37°C por 4 hrs de 96 y 95% respectivamente, lo cual les confiere ser las ideales en cuanto a esa característica. El valor calórico de esta dieta es de 255kcal (72% carbohidratos, 24% proteínas, 2% grasa y 2% fibra), propiedades nutrimentales que se equiparan en contenido calórico al de hígado marcado, aunque con menor contenido en grasa y mayor en fibra y carbohidratos.

Tabla 1. Exámenes de estabilidad de marcaje en alimentos sólidos <i>in Vitro</i>	
Alimento	Porcentaje de unión después de 3 hrs en fluido gástrico
^{99m} Tc SC huevo	82
^{99m} Tc SC huevo blanco	96
^{99m} Tc SC huevo (alternativa)	>95
^{99m} Tc SC pan cake	95
^{99m} Tc hígado de pollo in vivo	
- Asado	98
- Frito	97
^{99m} Tc piezas de hígado inyectados	
- Asado	87
- Frito	84
^{99m} Tc hígado marcado en la superficie	84
^{99m} Tc pate	93

El modo de preparación de esta dieta consiste en mezclar la albumina de huevo en polvo con agua y una vez alcanzada una consistencia pastosa agregar el ^{99m}Tc SC, posteriormente someterlo a cocción y una vez listo servir con mermelada de fresa, dos piezas de pan blanco y agua para tomar sin sabor (2,3).

Las evaluaciones de los consensos internacionales recomiendan el uso de una dieta con huevos blancos baja en grasa, con imágenes adquiridas a las 0, 1, 2, 3 y 4 horas después de su ingestión, lo anterior, basado en un estudio multicéntrico (3,16).

Curvas de Vaciamiento Gástrico

Existen diferentes tipos de curvas dependiendo del tipo de dieta radiomarcada. La curva de vaciamiento para comida solida muestra morfología bifásica, que puede ser descrita como una fase de intervalo inicial, durante la cual ocurre el vaciamiento, seguida de una fase de vaciamiento, durante la cual, los componentes de la dieta licuados se vacían del estomago de forma exponencial [Grafico 1] (2).

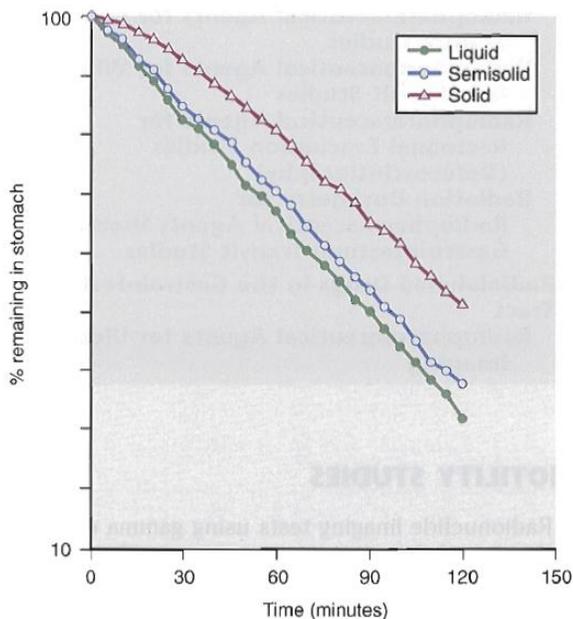


Grafico 1. Los alimentos sólidos muestran una curva de vaciamiento con patrón bifásico, con una fase de latencia inicial durante la cual ocurre un pequeño vaciamiento, seguido de un vaciamiento exponencial. La longitud de la fase de latencia es indicativa del tiempo requerido que requieren las contracciones antrales para moler los sólidos, a un tamaño adecuado para que pueda ser vaciado por el píloro ($T_{lag}= 37$ minutos). Los alimentos semisólidos son esencialmente sólidos que son molidos lo suficientemente fino para ser vaciados por el píloro. Estos muestran una fase lag muy corta ($T_{lag}= 8.6$ minutos).

A continuación se mencionan los porcentajes de retención y vaciamiento gástrico normal descritos en la literatura con el gold estándar (marcaje de hígado de pollo in vivo) (16, 17). Tabla 2:

Tabla 2. Porcentajes de vaciamiento y retención normal en Gammagrafía de Vaciamiento Gástrico		
Tiempo (horas)	Vaciamiento (%)	Retención (%)
1	10-63	90-37
2	40-70	60-30
3	60-90	30-10
4	90-100	10-0

JUSTIFICACIÓN

Actualmente la Gammagrafía de Vaciamiento Gástrico (GVG) es considerada el Gold Standard para la evaluación del Vaciamiento Gástrico, en el tiempo se han desarrollado técnicas de adquisición de imagen que han mejorado las características del estudio, sin embargo existe preocupación sobre la pérdida de su competencia con respecto a otras modalidades de estudio debido a su falta de estandarización (el alimento, intervalos y duración de las imágenes, duración del estudio). Actualmente el protocolo para gammagrafía de vaciamiento gástrico que se realiza en el Servicio de Medicina Nuclear de Centro Médico SXXI es con sólidos (Hamburguesa comercial radiomarcada con ^{99m}Tc SC), lo anterior por diversas circunstancias: necesidades del servicio, presupuesto, desconocimiento de los estándares internacionales, falta de actualización y tiempo/cámara, por mencionar algunos. La estandarización del método debe tener apego a los estándares internacionalmente reconocidos para la obtención de resultados confiables y reproducibles.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

¿Cuál será la diferencia en los porcentajes de vaciamiento gástrico de la gammagrafía de vaciamiento gástrico con la dieta y protocolo estandarizados en comparación con la hamburguesa radiomarcada con ^{99m}Tc Sulfuro coloidal (protocolo actual)?

HIPÓTESIS

Los porcentajes de vaciamiento gástrico presentaran diferencias cuando comparamos la hamburguesa radiomarcada con el método propuesto de albumina de huevo radiomarcada, permitiendo la estandarización del método.

OBJETIVO GENERAL

Estandarizar el protocolo modificado mediante el uso de albumina de huevo marcada con ^{99m}Tc Sulfuro Coloidal mediante la determinación del porcentaje de vaciamiento gástrico comparándolo con el protocolo de hamburguesa radiomarcada con ^{99m}Tc sulfuro coloidal.

MATERIAL Y MÉTODOS

Diseño del estudio

Estudio prospectivo, comparativo y longitudinal.

Universo de trabajo

Potenciales donadores renales referidos al Servicio de Medicina Nuclear de la UMAE Hospital de Especialidades Centro Médico Nacional SXXI para valoración de la función renal y que acepten participar en el estudio en el periodo comprendido del 1º de Mayo al 31 de Junio del 2014.

Descripción de las variables

- Variables socio demográficas

	Definición conceptual	Definición operacional	Indicadores
Sexo	Características fenotípicas asignadas a un individuo que lo identifica como hombre o mujer.	Fenotipo consignado en el expediente	Femenino Masculino
Edad	Años completos al momento de incorporarse al estudio.	Número de años consignados en el expediente.	Años

- Variables independiente

	Definición conceptual	Definición operacional	Indicadores
Tipo de dieta	Tipo de dieta ofertada al paciente para el cálculo de porcentaje de Vaciamiento Gástrico	Sándwich con albumina de huevo en polvo y agua para tomar sin sabor. (255 kcal, 72% carbohidratos, 24% proteínas, 2% grasa, 2% fibra). Hamburguesa comercial y Jugo de naranja de libre elección.	Hamburguesa comercial y jugo de naranja a libre elección o dieta estandarizada

- Variable dependiente

	Definición conceptual	Definición operacional	Indicadores
Porcentaje de Vaciamiento gástrico	Cantidad de alimento que es expulsado del estomago hacia el duodeno.	Densidad de cuentas calculada por el equipo de forma automática, que se modifican al ocurrir el Vaciamiento Gástrico, calculada a través de la media geométrica y expresada en porcentaje.	Porcentaje a las 0, 1, 2 y 3 horas posteriores a la ingesta de la dieta.

Cálculo de tamaño de muestra

No probabilístico. Por casos consecutivos a conveniencia, constituido por 30 individuos sin patología conocida que afecte la función de vaciamiento gástrico, captados en el servicio de Medicina Nuclear de UMAE Hospital de Especialidades Centro Médico Nacional SXXI del 1º de mayo al 31 de julio del año en curso. Se hará la invitación a participar en el proyecto de investigación con previa firma de consentimiento informado.

Criterios de selección:

Criterios de inclusión

- Sujetos masculinos y femeninos
- Con edades comprendidas entre 25 a 45 años de edad
- Individuos sin enfermedades conocidas en protocolo de donación renal.
- Sin antecedentes clínicos de Diabetes Mellitus o patología gástrica conocida, investigada por historia clínica.

Criterios de no inclusión

- Paciente embarazadas

Criterios de exclusión

- Pacientes que no completen el protocolo

Procedimientos

El investigador responsable, R3 de Medicina Nuclear, invitara a los sujetos que acudan para valoración de la función renal en el protocolo de trasplante renal a participar de manera voluntaria en el proyecto y se solicitara firma en la carta de consentimiento informado, diseñada para ese efecto.

Procedimiento para estudio de vaciamiento gástrico:

Primera etapa

- Preparación del paciente: ayuno de 4 horas
- Dieta: jugo de naranja y hamburguesa comerciales (a libre elección del paciente).
- Radiotrazador y dosis: se impregna la carne inyectándola al interior de la hamburguesa en todas direcciones una dosis de 1mCi de ^{99m}Tc Sulfuro Coloidal que se encuentra contenido en una jeringa en un volumen de 1ml. El control de calidad del marcaje será mediante inspección visual al momento de la toma de la primera imagen corroborando biodistribución del mismo.
- Instrumentación: equipo Philips Precedence 16®, con doble detector, colimadores de baja energía, alta resolución (LEHR), ventana al 20% con fotopico centrado a 140KeV. A los cuales se les realiza control de calidad mediante calibraciones diarias para asegurar la reproducibilidad del método.

- Adquisición de imágenes: se adquieren imágenes en proyección anterior y posterior, estáticas con técnica planar con campo de visión centrado a estomago, una imagen de 60 segundos, cada 60 minutos, durante 3 horas (0,1, 2 y 3 horas).
- Posición del paciente: bipedestación
- Comentarios: la adquisición de imágenes inicia posterior a la ingesta del alimento (hamburguesa y jugo), iniciando la adquisición en un tiempo no mayor a 10 minutos.

Y setenta y dos horas después se realiza la Segunda etapa

- Preparación del paciente: ayuno de 4 horas
- Dieta: 120ml de agua, 120gr de albumina de huevo en polvo, dos rebanadas de pan blanco y 30grs de mermelada de fresa.
- Radiotrazador y dosis: Receta de preparación del sándwich de albumina de huevo en polvo radiomarcada: se colocan 120grs de albumina de huevo en polvo en un recipiente, agregar 10ml de agua potable, se mezcla hasta lograr consistencia pastosa del preparado, agregar 1mCi de ^{99m}Tc SC contenido en una jeringa en un volumen de 1ml y se incorporar a la mezcla, introducir a horno microondas y calentar por 2 minutos, una vez obtenido el alimento cocido colocar en medio de las dos tapas de pan blanco agregando 30grs de mermelada de fresa. El control de calidad del marcaje será mediante inspección visual al momento de la toma de la primera imagen corroborando biodistribución del mismo.
- Instrumentación: equipo Philips Precedence 16®, con doble detector, colimadores de baja energía, alta resolución (LEHR), ventana al 20% con fotopico centrado a 140KeV. A los cuales se les realiza control de calidad mediante calibraciones diarias para asegurar la reproducibilidad del método.

- Adquisición de imágenes: se adquieren imágenes en proyección anterior y posterior, estáticas con técnica planar con campo de visión centrado a estomago, una imagen de 60 segundos, cada 60 minutos, durante 3 horas (0,1, 2 y 3 horas).
- Posición del paciente: bipedestación
- Comentarios: La adquisición de imágenes inicia posterior a la ingesta del alimento (sándwich de huevo y agua), iniciando la adquisición en un tiempo no mayor a 10 minutos.

Especificaciones:

- La albumina de huevo en polvo será proporcionada por el servicio de nutrición y dietología de la UMAE Hospital de Especialidades Centro Médico Nacional SXXI, con previa solicitud por la jefatura del Servicio de Medicina Nuclear y con VoBo de la División de Educación en Salud y autorización de la dirección médica.
- La hamburguesa y el jugo de naranja serán adquiridos por el paciente a libre elección.
- El pan, la mermelada y el agua para tomar serán proporcionados por el investigador a cargo.

Procesamiento de imágenes: se realizara mediante el cálculo de la media geométrica automatizada y previamente centrada por el equipo

Interpretación de imágenes:

Será realizada por dos médicos del Servicio de Medicina Nuclear con experiencia similar en la valoración de estudios gástricos.

Cada estudio será interpretado de manera independiente y ciega.

Dosimetría

Tabla 3. Dosimetría por Gammagrafía de Vaciamiento Gástrico

Milirads/estudio por órgano						
Agente y dieta	Estómago (órgano blanco)	Intestino delgado	Intestino grueso (órgano critico)	Ovarios	Testículos	Total corporal
500 μ Ci ^{99m} Tc Sulfuro Coloidal en albumina de huevo	120	120	230	42	2	9
Datos modificados por Siegel JA, Wu RK, Knight C, et al. Dosis de Radiación estimada para agentes orales usados en enfermedades de tubo digestivo superior. J NuclMed.1983;24(8):835-8837.						

Análisis estadístico

Las variables nominales se resumirán en porcentaje y se expresaran en graficas de pastel.

Las variables cuantitativas se expresaran en promedio y desviación estándar.

Las diferencias en el porcentaje de vaciamiento con ambos tipos de alimentos se contrastarán a través de la prueba t de Student para muestras independientes, para una $p < 0.05$.

CONSIDERACIONES ÉTICAS

El diseño del protocolo respeta los principios éticos para las investigaciones en seres humanos manteniendo las garantías del paciente de acuerdo a los principios básicos de respeto por las personas y el principio de autonomía, de acuerdo a la Declaración de Helsinki.

Todos los procedimientos se realizarán de acuerdo a las normas del Reglamento de la Ley General de Salud en materia de Investigación para la salud, Título Segundo de acuerdo a aspectos éticos de investigación en seres humanos.

De acuerdo al artículo 17 del Reglamento de la Ley General de Salud en materia de investigación para la Salud, este tipo de investigación se encuentra considerada con riesgo superior al mínimo debido a que se somete al paciente radiaciones ionizantes pero se encuentra justificada en el contexto de los beneficios diagnósticos que pretenden obtenerse.

Se incluirán a todos los pacientes que acepten participar en el estudio y recibir el la dosis de material radiactivo en el alimento indicado en la hoja de consentimiento informado. Se informará a los pacientes de forma clara y sencilla que los beneficios serán para paciente futuros que tengan problemas de Vaciamiento gástrico. Y en caso de que acepten participar de los posibles efectos secundarios del procedimiento, que según lo reportado en la literatura son prácticamente nulos y de su derecho a separarse del estudio en el momento que lo desee, sin que tenga impacto en la atención que recibe en el instituto.

RECURSOS PARA EL ESTUDIO

HUMANOS.

Personal médico: investigador, Médico Nuclear, Técnico en Medicina Nuclear, Químico de Radiofarmacia y Enfermera del Servicio de Medicina Nuclear de Centro Médico Siglo XXI.

FÍSICOS

Albumina de Huevo en Polvo (3600gr)

Agua potable para tomar sin sabor (3600ml)

Treinta vasos desechables con capacidad mínima de 120ml cada uno

Treinta Hamburguesas comerciales

Treinta jugos de naranja comerciales

Sesenta piezas de pan blanco

Mermelada de fresa (900gr)

Dos Cucharas soperas de latón

^{99m}Tc Sulfuro Coloidal (60mCi de actividad total)

Sesenta jeringas con capacidad mínima de 1ml

Horno de microondas

Tazón para microondas

Equipo híbrido de medicina Nuclear: Philips Precedence 16®

Equipo de cómputo con programa de Word y Excel

Treinta cartas de Consentimiento informado impresas

Plumas

FINANCIAMIENTO

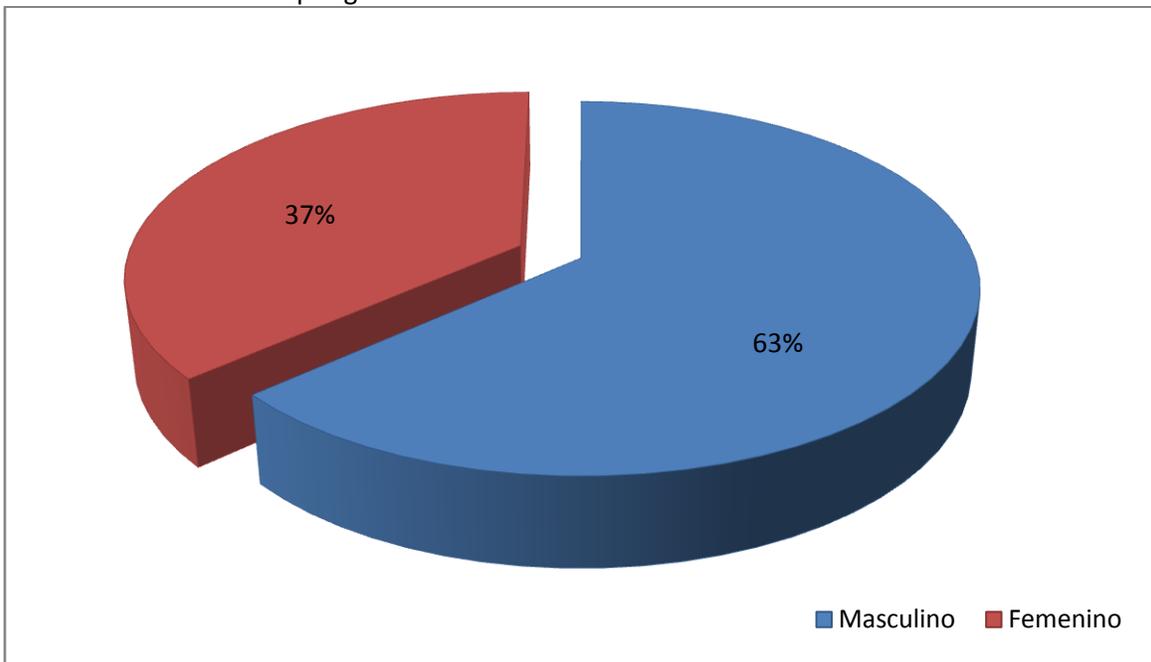
Ninguno

RESULTADOS

Se incluyeron 30 pacientes, quienes después de acceder a participar en el estudio firmando carta de consentimiento informado se sometieron a dos protocolos de vaciamiento gástrico mediante la ingesta de dieta de hamburguesa radiomarcada con ^{99m}Tc SC y posteriormente sándwich de huevo preparado con de albúmina de huevo en polvo radiomarcada con ^{99m}Tc SC.

La muestra estuvo constituida por 19 hombres (63.3%) y 11 mujeres (36.7%) como se observa en el gráfico 1.

Gráfico 1. Distribución por género



La edad promedio para la población estudiada fue de 33 ± 6 años (Gráfico 2).

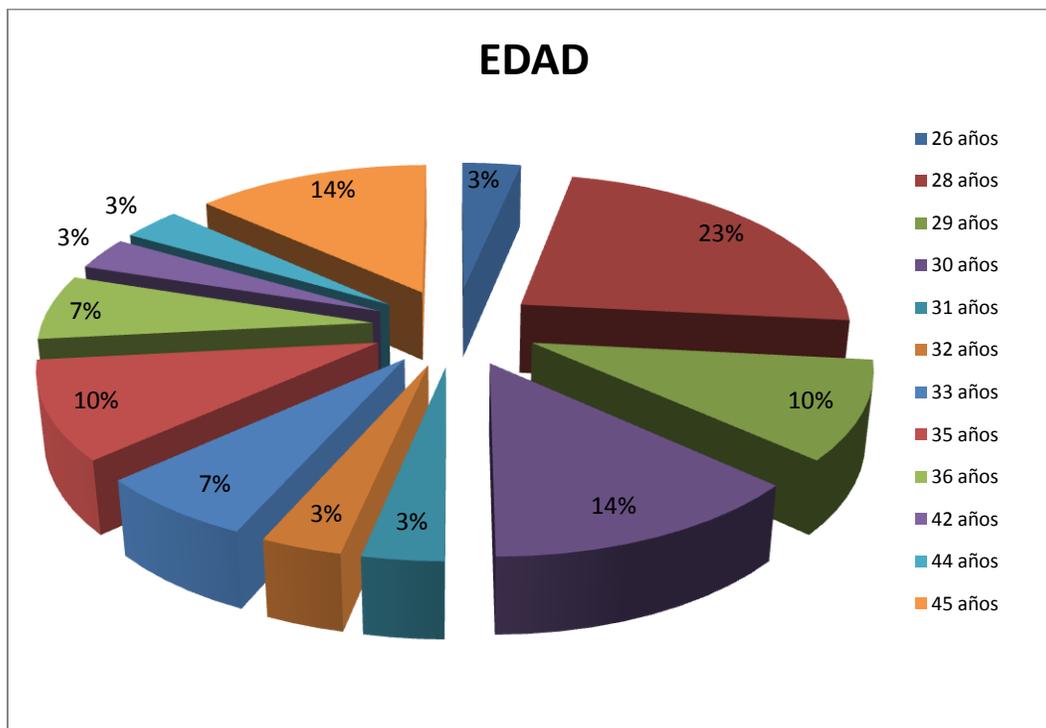


Gráfico 2. Distribución por edad

En el análisis comparativo donde se contrastaron las medias de los porcentajes de vaciamiento gástrico, entre la Hamburguesa y el Sándwich de albumina de huevo radiomarcadas, mediante la prueba t de Student se obtuvieron los siguientes resultados: porcentaje de vaciamiento con Hamburguesa en la primera hora con una media de 23.9% con una desviación de $\pm 12.5\%$, para el Sándwich una media de 20.5% con una desviación de $\pm 12.8\%$ y con una p de .712 (Tabla 1) (Gráfico 3 y 4).

Tabla 1. Promedios y desviación estándar de porcentajes de vaciamiento gástrico con hamburguesa y sándwich contrastados con t de Student para grupos independiente						
Tiempo	Vaciamiento gástrico	N	Media	Desviación estándar	t	p
1hr	Hamburguesa	30	23.903	12.5612	1.021	.712
	Sándwich	30	20.550	12.8762		
2hr	Hamburguesa	30	49.307	16.7846	-.025	.155
	Sándwich	30	49.407	14.0100		
3hr	Hamburguesa	30	68.327	14.7113	-1.533	.026
	Sándwich	30	73.568	11.1986		

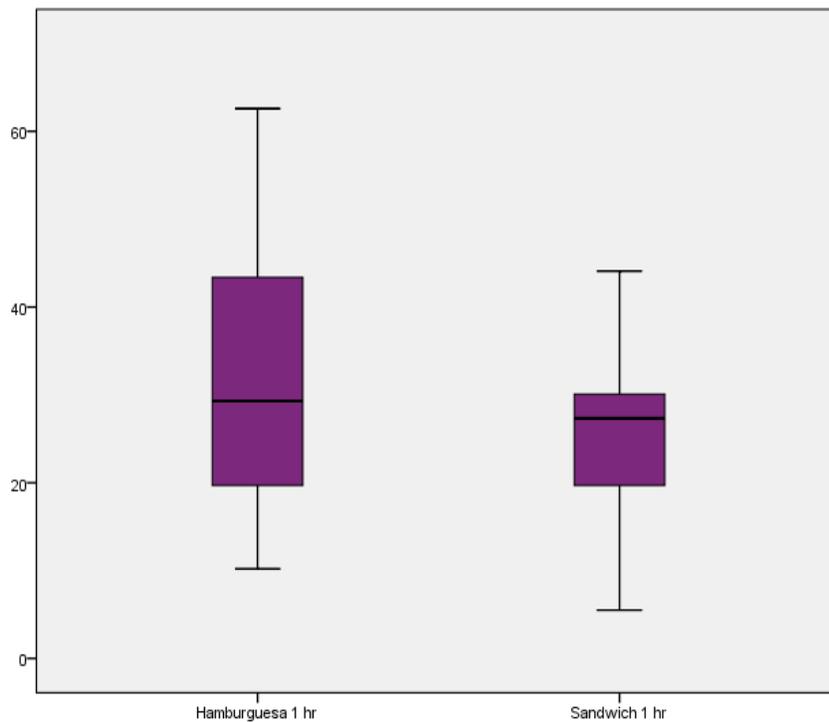


Gráfico 3. Media y desviación estándar de porcentaje de vaciamiento gástrico con Hamburguesa y Sándwich 1hr

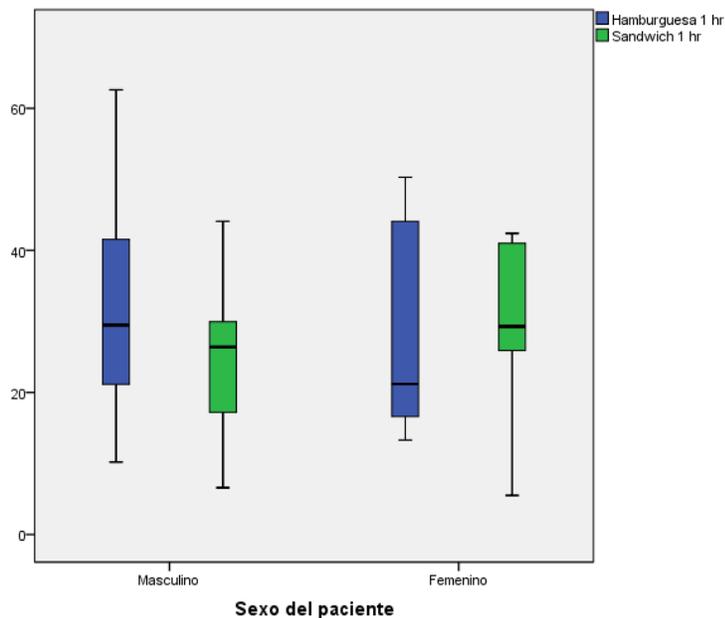


Gráfico 4. Comparación de vaciamiento gástrico por género 1hr

En la segunda hora se observó para Hamburguesa una media de 49.3% con una desviación de $\pm 16.7\%$ y para el Sándwich una media de 49.4% con una desviación de $\pm 14.0\%$ y con una p de .155 (Tabla 1) (Gráfico 5 y 6).

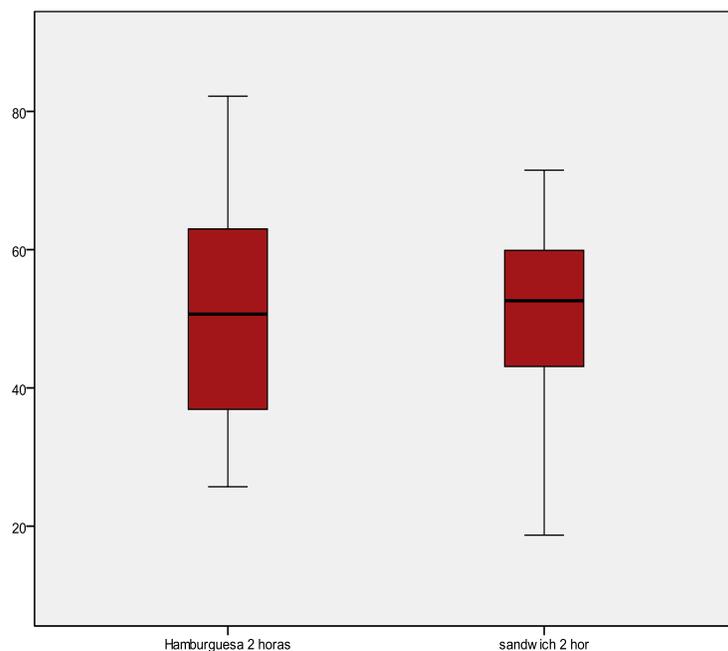


Gráfico 5. Media y desviación estándar de porcentaje de vaciamiento gástrico con Hamburguesa y Sándwich 2hr

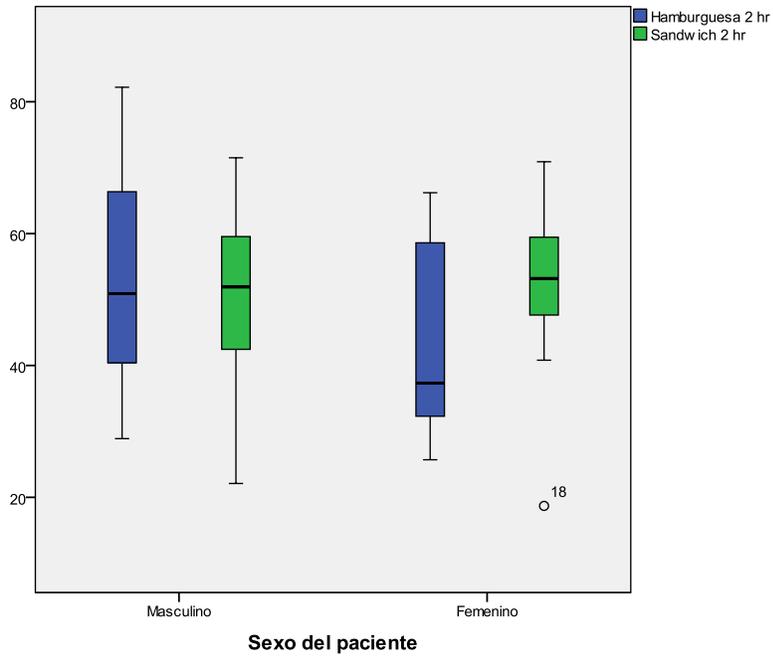


Gráfico 6. Comparación de vaciamiento gástrico por género 2hr

Y en la tercera hora se observo para Hamburguesa una media de 68.3% con una desviación de $\pm 14.7\%$ y para el Sándwich una media de 73.5% con una desviación de $\pm 11.1\%$ y con una p de .026 (Tabla 1) (Gráfico 7 y 8).

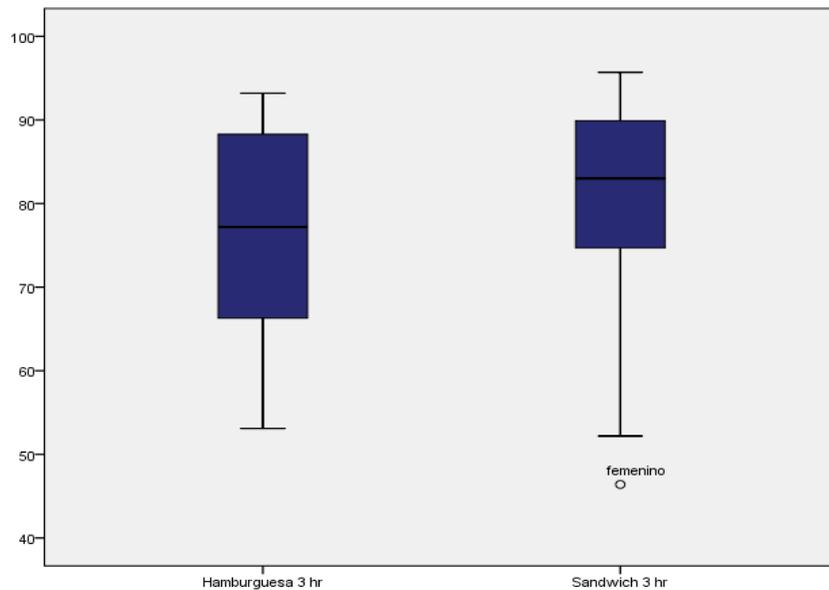


Gráfico 7. Media y desviación estándar de porcentaje de vaciamiento gástrico con Hamburguesa y Sándwich 3hr

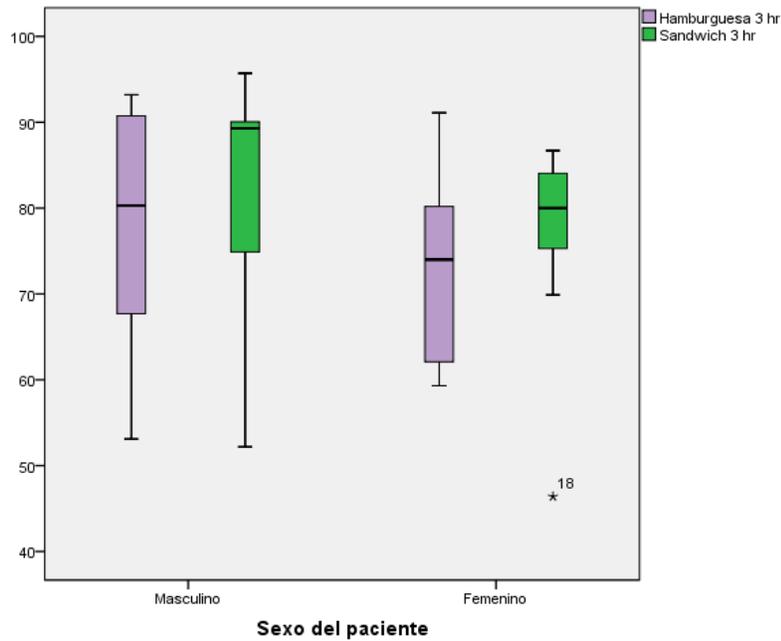


Gráfico 8. Comparación de vaciamiento gástrico por género 3hr

Con base a la Procedure Guideline for Adult Solid-Meal Gastric-Emptying Study 3.0. Society of Nuclear Medicine, la expresión de resultados es en porcentajes de retención gástrica (Tabla 2).

Tabla 2. Promedios y desviación estándar de porcentajes de retención gástrica con hamburguesa y sándwich contrastados con t de Student para grupos independiente						
Tiempo	Retención gástrica	N	Media	Desviación estándar	t	p
1hr	Hamburguesa	30	76.097	12.5612	-1.021	.712
	Sándwich	30	79.450	12.8762		
2hr	Hamburguesa	30	50.693	16.7846	.025	.155
	Sándwich	30	50.593	14.0100		
3hr	Hamburguesa	30	31.673	14.7113	1.533	.026
	Sándwich	30	26.432	11.1986		

DISCUSIÓN

El desarrollo de técnicas diagnósticas para el estudio in vivo e in vitro de la fisiología gástrica, consiguió la aplicación clínica de los fundamentos físicos que regían la motilidad gastro-intestinal (18), siendo el caso específico la aplicación de las técnicas de medicina nuclear en el estudio del VG que se ha convertido el estándar de oro hasta la actualidad (19).

Los valores de vaciamiento gástrico obtenidos mediante el suministro a nuestra población estudiada demostraron que estos valores se encuentran en rangos de normalidad reportados para adultos sanos, las diferencias estadísticamente significativas encontradas a la tercera hora del registro entre ambas dietas apoyan el hecho de que la dieta estandarizada de albumina de huevo representa mejor la fisiología normal en el tiempo vaciamiento, debido a que es reconocido que el vaciamiento de grasas es lento, así como una cantidad elevada de proteínas y carbohidratos, contenidos en mayor cantidad en la hamburguesa. Igualmente, la ingestión incompleta de la hamburguesa que ocurrió en algunos de nuestros pacientes puede llevar a valores sugestivos de vaciamiento rápido o acelerado, ahí recae la importancia de consumir por completo la dieta propuesta, en nuestro grupo de pacientes notamos que fue fácil la ingestión del 100% del sándwich e incluso llama la atención que los pacientes refirieron apetito a las 3hrs con el sándwich radiomarcado y no así con la hamburguesa.

No obstante según lo descrito en los estudios de Lawal et al., existe evidencia de la importancia de la cuantificación del porcentaje de vaciamiento gástrico de la tercera hora para fines de diagnóstico de vaciamiento prolongado, esto es porque existen pacientes que muestran vaciamiento prolongado a las dos horas y normalizan hacia las 3 y 4 hrs, así como algunos que muestran vaciamiento normal a las 2 horas y vaciamiento prolongado hacia imágenes tardías que son donde nuestro estudio arrojó diferencias estadísticamente significativas en los porcentajes de vaciamiento entre la dieta con

hamburguesa y la albumina, siendo que con esta última tendríamos más opción de establecer el diagnóstico en pacientes con alteraciones en esta fase, mientras que el porcentaje de la primera hora toma protagonismo en la detección de vaciamiento acelerado (20, 21, 22).

A propósito de este planteamiento la Procedure Guideline for Adult Solid-Meal Gastric-Emptying Study 3.0. Society of Nuclear Medicine recomienda la valoración de porcentajes de vaciamiento a los 30 y 60 minutos para detección de vaciamiento acelerado y por su parte los de 3 y 4 hrs para detección de vaciamiento prolongado.

Adicionalmente también pudo realizarse valoración cualitativa de las imágenes obtenidas a lo largo del estudio, lo cual tiene importancia especial debido a que por género se documentan diferencias en el vaciado observando mayor porcentaje de retención con hamburguesa y menor porcentaje con el sándwich en los hombres. Bennink R. et al., propone en un estudio con 51 pacientes (20 mujeres/31 hombres), que las mujeres presentan un vaciamiento más prolongado con respecto a los hombres debido a que tienen una “lag phase” más prolongada debido al influjo hormonal que prolonga el vaciamiento, parámetro que no fue motivo de estudio en este trabajo, sin embargo pudo corroborarse visualmente que la distribución de las dietas radiomarcadas en el estómago (proximal vs distal) persistió más tiempo en las mujeres comparado con los hombres (Imagen 1) (23).

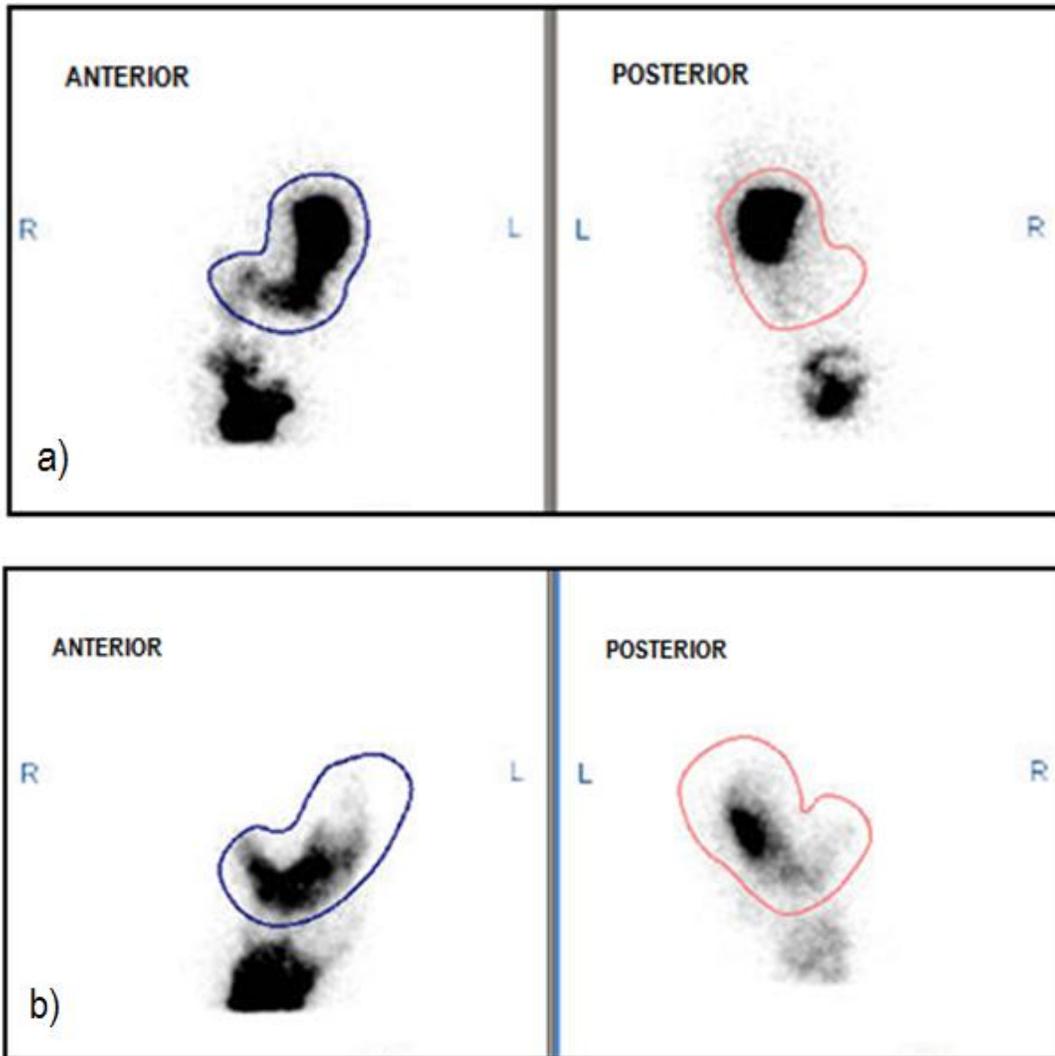


Imagen 1. Estudio de Gammagrafía de VG con sándwich marcado con ^{99m}Tc SC. a) Femenino que muestra mayor retención proximal a las 2hrs. b) Masculino que muestra menor retención proximal a las 2hrs.

Por otra parte creemos que pueda haber subestimación en el vaciamiento tras la ingestión de hamburguesa producido por la ausencia de homogeneidad en el marcaje que condicionaría paso de alimento no marcado hacia el intestino que no es posible cuantificar debido a que el equipo hace el cálculo en base a la densidad de cuentas de la región de interés establecida (ROI). Lo cual es apoyado por el análisis visual de la imagen donde se observan puntos calientes en el contenido gástrico de los registros post-ingesta de hamburguesa como se observa en la Imagen 2, lo anterior es solo una más de

las razones por las cuales consideramos a la dieta de sándwich con albúmina de huevo como la recomendada para estudios de vaciamiento gástrico en nuestro servicio (2).

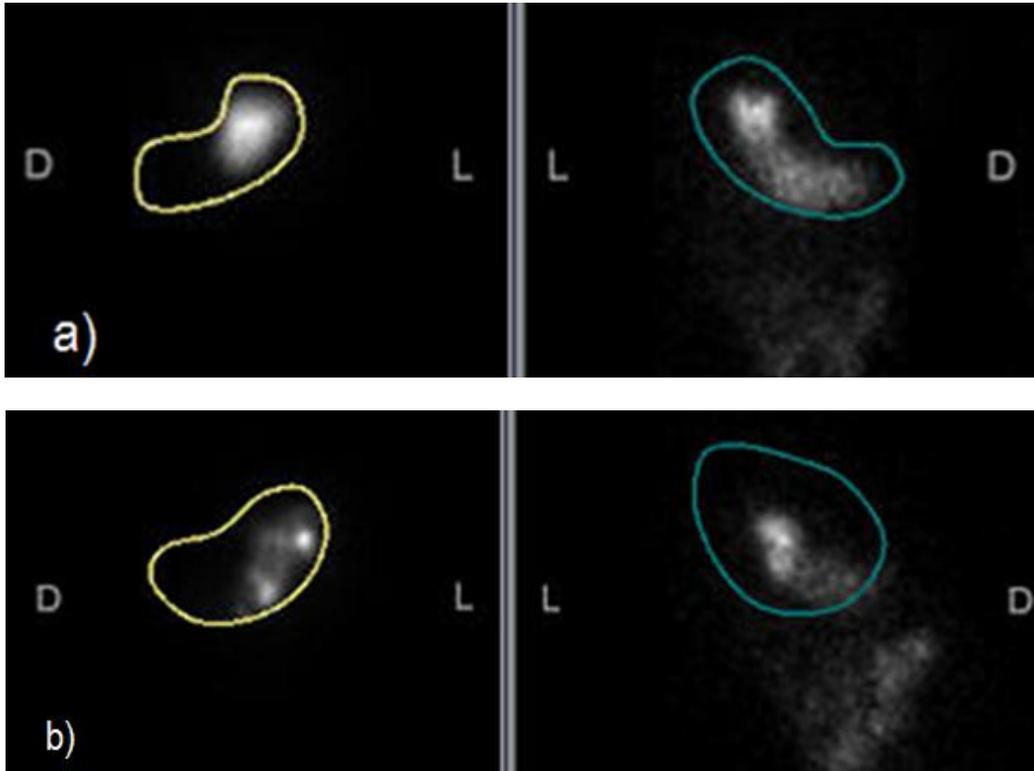


Imagen 2. Estudio gammagráfico realizado en un mismo paciente, a) distribución homogénea del contenido gástrico con Sándwich radiomarcado con ^{99m}Tc SC, b) distribución heterogénea del contenido gástrico “hot spot” con Hamburguesa Radiomarcada con ^{99m}Tc . SC.

Finalmente; considero importante hacer mención de cuatro puntos del protocolo de adquisición que salen del objetivo del estudio, pero se encaminan básicamente a la estandarización del protocolo de adquisición de la gammagrafía de VG debido a que influyen en el porcentaje de vaciamiento gástrico, estos son: 1) La posición del paciente, 2) Proyecciones a obtener, 3) Tiempo y condiciones de ingesta de la dieta radiomarcada y 4) Tiempo de adquisición.

En lo que respecta a la posición del paciente y a las proyecciones para la obtención de imágenes, existen discrepancias entre los diferentes autores, sin embargo esta puede influir en el vaciamiento Gástrico (24, 25). De acuerdo al consenso más reciente, la adquisición de imágenes fue con el paciente de pie frente a los detectores de la gammacámara, por ser la posición habitual de cualquier individuo post ingesta y que no modifica la posición del estómago; cabe mencionar que en lo subsecuente si la condición clínica del paciente no lo permite, se puede adquirir sentado o en decúbito dorsal (26).

En lo referente a la adquisición de las imágenes, existen diversas proyecciones descritas en la literatura, sin embargo se ha concluido que la adquisición simultanea de la proyección anterior y posterior es la ideal, ya que de esta forma se corrige la atenuación (27, 28). Se ha observado que con sólo la proyección anterior el número de cuentas aumenta en el curso de la exploración tras la toma de alimento, debido al movimiento anterior de la comida marcada desde el fondo gástrico hasta el antro.

Para corregir el efecto de este movimiento que produce una subestimación del porcentaje de vaciamiento gástrico o una sobreestimación del tiempo de vaciamiento, los investigadores recomiendan el empleo de la “ *media geométrica de las cuentas gástricas* “, que se define como la raíz cuadrada del producto de las cuentas anteriores por las posteriores (26,27). Otros autores han demostrado que el sesgo de la imagen es menor siempre y cuando la cantidad de comida no exceda 300gr, por ello se realizó la adquisición de imágenes antero posteriores y la dieta a base de sándwich de albúmina no sobrepasó el peso recomendado (28, 24).

En cuanto al tiempo y condiciones de ingesta es necesario recordar que para evitar que se produzca vaciamiento gástrico durante la ingestión del alimento y por lo tanto variaciones individuales en cuanto a la misma (16), ésta se ingirió en un tiempo no mayor de 10 minutos.

Siendo además, importante decir que se instruyó al paciente para que masticara adecuadamente la comida, debido a que el tamaño de las partículas ingeridas también influye en la tasa de vaciamiento gástrico (29, 30).

También, es reconocido que los porcentajes de VG son influidos por el tiempo de adquisición de las imágenes individuales y los métodos de análisis. El cálculo de los porcentajes de vaciamiento obtenidos en varios puntos (0, 1, 2 y 3 hrs) son lo suficientemente exactos para valorar el VG de una paciente, particularmente en individuos que ingieren dietas sólidas como fue este caso y con vaciamiento prolongado, como es el caso de los pacientes diabéticos de larga evolución que frecuentemente son enviados para diagnóstico. Dado que actualmente en nuestro servicio, se optaba por adquisición dinámica durante una hora con imágenes de 60 segundos, pero esto representa menor exactitud en la extrapolación del porcentaje de Vaciamiento Gástrico, añadiendo como inconveniente la incomodidad del paciente, que se ve reflejada en movimientos no deseados que alteran la cuantificación del vaciamiento. Como hemos comentado previamente, Thomas, et al en 2008 demostraron que las mediciones cercanas a 4 horas incrementaron la tasa de detección de vaciamiento prolongado además que la adquisición de imágenes en tan solo algunos puntos ha simplificado la programación de estudios y permite un uso más eficiente del equipo en cada centro de trabajo (31).

La adquisición de imágenes de 1, 2 y 3 hrs retomó importancia para fines de diagnóstico, recalcando la necesidad de un mayor entendimiento del uso de la combinación de varios puntos de estudio en el tiempo (ej: 0, 1, 2, 3 y 4hrs) que las guías internacionales y algunos autores como Guo et al., sugieren que los valores de retención obtenidos a la hora 3 puede ser tan sensible como la hora 4 de estudio para la detección de vaciamiento retardado, así como el valor de vaciamiento de la hora 1 es recomendado para los casos de vaciamiento acelerado como lo ha descrito Tougas et al (21, 32, 33).

CONCLUSIONES

- Los tiempos de vaciamiento gástrico con ambas dietas reflejan tiempos de vaciamiento dentro de rangos normales.
- La dieta estandarizada sólida con albumina de huevo en polvo marcada con ^{99m}Tc SC aporta ventajas en cuanto al estudio de las posibles alteraciones de la motilidad gástrica, como sus características organolépticas y de volumen, que permite que el paciente la consuma completa, aunado a ello la estabilidad y homogeneidad del marcaje, así como la economía para el paciente pues esta dieta es suministrada dentro del hospital.

RECOMENDACIONES A LA TÉCNICA

- La posición erguida frente a la gammacámara durante 60 segundos cada hora, es la ideal por ser esta la más fisiológica. La sedentación o el decúbito durante la adquisición deben considerarse como alternativas siempre y cuando el paciente no pueda adoptar la primera.
- La sensibilidad equiparable del protocolo de 4hrs con respecto al abreviado a 3 hrs, aunado a comodidad para el paciente y el menor tiempo cámara convierte a este último en el óptimo para implementarse en el servicio sin ser este contrario a lo establecido por las guías.
- El procesamiento de imágenes mediante la técnica de adquisición que se empleó resultó mucho más sencilla, exacta y sin pauta a interpretación subjetiva de los parámetros y resultados, lo cual permitió que los resultados fueran reproducibles.
- Con objeto de adecuarlos a las guías internacionales se propone manejar porcentajes de retención como complemento al porcentaje de vaciamiento gástrico.
- La adquisición del estudio de gammagrafía gástrica no debe basarse en preferencias individuales del especialista, sino que debe estar apegada a las recomendaciones que se fundamentan en evidencia científica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Maurer a. Can we prevent tarnishing a gold standard? *Semin nucl med.* 1995; 25: 288.
2. Henkin R. E., et al. *Nuclear medicine*, second edition, mosby elsevier, 2006.
3. Tougas g, eaker e, abell t, et al. Assessment of gastric emptying using a low-fat meal: establishment of international control values. *Am j gastroenterol.* 2000; 95: 1456–1462.
4. Maurer ah, parkman h. Update on gastrointestinal scintigraphy. *Semin nucl med.* 2006; 36: 110–118.
5. Moore k, et al. *Anatomia con orientacion clinica*, 4ª edicion, editorial panamericana, 2002.
6. Guyton & Hall. *Textbook of medical physiology*. Eleventh edition. Elsevier saunders. 2006.
7. Szurszewki j.h. “Electrical basis for gastrointestinal motility”. En Jhonson LA. (ed): *physiology of the gastrointestinal tract*. Raven presa. Nueva York, 1981 pags: 1435.
8. Martinson J. Studies on the efferent vagal control of the stomach. *Acta Physiol scand suppl.* 1965; 255:1-24.
9. Heading A.C. “Gastric motility” *gastrointestinal aesources* 1980; 6:35.
10. Beager T. “Studies en the gastric emptying mechanism in healthy persons and patients after partial gastrectomy”. *Acta chir scand*, 1969; 404.
11. Minani FI.; Callum W. “The physiology and pathophysiology of gastric emptying in humans”. *Gastroenterology* 1984; 86:1 592.
12. Fisher AS.; Lipshutz W.; Cohen S. “The hormonal regulation of pyloric sphincter function” *J clin Invest.* 1973; 52:1289.
13. Vantrappen G; Peeters TL; Jenssens J. “The secretory component of the interdigestive migrating motor complex in man”. *Scand J Gastroenterol.* 1979; 14:663.
14. Makhlof GM. The neuroendocrine design of the gut. The play of chemicals in a chemical playground. *Gastroenterology*, 1974 jul; 67(1):159-84.

15. Adaptado por Meyer JH, Macgregor IL, Gueller R, et al: 99mTc-tagged chicken liver as a marker of solid food in the human stomach, *am joíg oís* 21 (4):296-304, 1976. (protocolo de pollo in vivo)
16. Donohoe KJ, Maurer AH, Ziessman HA, et al. Procedure Guideline for Adult Solid-Meal Gastric-Emptying Study 3.0. Society of Nuclear Medicine. Jul. 1, 2009.
17. Mettler F. Essentials of nuclear medicine imaging. Sixth edition. Elsevier Saunders. 2012.
18. Code C, Marlett J. The interdigestive myo-electric complex of the stomach and small bowel of dogs. *J. Physiol.* (1975), 246, pp. 289-309.
19. Meyer JH, MacGregor IL, Gueller R, Martin P, Cavalieri R. 99mTc-tagged chicken liver as a marker of solid food in the human stomach. *Am J Dig Dis.* 1976 Apr;21(4):296-304.
20. Lawal A. et al. Rapid Gastric Emptying Is More Common than Gastroparesis in Patients With Autonomic Dysfunction. *Am J Gastroenterol* 2007;102:618–623.
21. Guo JP, Maurer AH, Fisher RS, Parkman HP. Extending gastric emptying scintigraphy from two to four hours detects more patients with gastroparesis. *Dig Dis Sci.* 2001 Jan;46(1):24-9.
22. Ziessman HA, Bonta DV, Goetze S, et al. Experience with a new simplified and standardized four-hour gastric emptying protocol. *J Nucl Med* 2007;48:568–72.
23. Bennink R, et al. Comparison of total and compartmental gastric emptying and antral motility between healthy men and women. *European Journal of Nuclear Medicine* Vol. 25, No. 9, September 1998 – © Springer-Verlag 1998.
24. Tothill P, Gerard P, McLoughlin and Robert C. Heading. Techniques and Errors in Scintigraphic Measurements of Gastric Emptying. *J Nucl Med.* 1978;19:256-261.
25. Tothill P, G P McLoughlin, S Holt and R C Heading. The effect of posture on errors in gastric emptying measurements. *Phys. Med. Biol.*, 1980, Vol. 25. No. 6, 1071-1077.

26. G. VanDeventer, J. Thomson, L. S. Graham, D. Thomasson and J. H. Meyer. Validation of Corrections for Errors in Collimation During Measurement of Gastric Emptying of Nuclide-Labeled Meals. *J Nucl Med.* 1983;24:187-196.
27. J. H. Meyer, G. VanDeventer, L. S. Graham, J. Thomson and D. Thomasson. Error and Corrections with Scintigraphic Measurement of Gastric Emptying of Solid Foods. *J Nucl Med.* 1983;24:197-203.
28. Paul E. Christian, John G. Moore, James A. Sorenson, R. Edward Coleman and Dennis M. Weich. Effects of Meal Size and Correction Technique on Gastric Emptying Time: Studies with Two Tracers and Opposed Detectors. *J Nucl Med.* 1980;21:883-885.
29. Zachary Rattner, N. David Charkes and Leon S. Malmud. Meal Size and Gastric Emptying. *J Nucl Med.* 1981;22:831.
30. Meyer, JH. Gastric emptying of ordinary food: effect of antrum on particle size. *Am. J. Physiol.* 239 (Gastrointest. Liver Physiol. 2): G133-G135, 1980.
31. Thomas L. et al. Consensus Recommendations for Gastric Emptying Scintigraphy: A Joint Report of the American Neurogastroenterology and Motility Society and the Society of Nuclear Medicine. *J Nucl Med Technol* 2008; 36:44–54.
32. Pathikonda M. et al. Gastric Emptying Scintigraphy Is Four Hours Necessary?. *J Clin Gastroenterol* 2012;46:209–215.
33. Hou Q. Optimizing the diagnostic power with gastric emptying scintigraphy at multiple time points. *BMC Medical Research Methodology* 2011, 11:84

ANEXOS



INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL
UMAE HOSPITAL DE ESPECIALIDADES CENTRO MEDICO NACIONAL SXXI
SERVICIO DE MEDICINA NUCLEAR

CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO GAMMAGRAFIA DE VACIAMIENTO GASTRICO

NSS _____

Declaración de consentimiento PACIENTE

Sr. (a). _____

1. Identificación y descripción del procedimiento:

Comprende varias técnicas diagnósticas de imagen que tienen como finalidad estudiar el movimiento (motilidad) de las paredes del esófago y estómago tras la ingestión de bebida y comida en la cual se ha introducido una pequeña cantidad de un trazador radiactivo, esta dosis debido a que es diagnóstica no produce ningún daño a su salud (sulfuro coloidal marcado con ^{99m}Tc).

Técnica: tras un periodo de ayuno (4 horas) el paciente ingiere la bebida/comida. Tras esto se obtienen imágenes de forma continuada del estómago (gammagrafía de vaciamiento gástrico) y se visualiza el paso del alimento a través de las estructuras del mismo. La duración del estudio es de 4 horas.

2. Objetivo del procedimiento y beneficios que se esperan alcanzar:

Valoración del porcentaje de vaciamiento gástrico, así como el diagnóstico de posibles patologías que alteren la motilidad del esófago (enlentecimiento o aceleramiento del vaciado) y estómago (enlentecimiento del vaciado hacia intestino).

Se trata de un procedimiento sencillo, fácil de realizar, sensible, sin molestias para el paciente y útil en el diagnóstico de alteraciones de la motilidad esofágica y gástrica. Supone una baja dosis de radiación para el paciente muy inferior a otras técnicas radiológicas.

3. Alternativas razonables a dicho procedimiento:

Existen otras exploraciones de imagen (estudios radiológicos) que visualizan el paso del contraste a través del aparato digestivo superior; sin embargo suponen mayor dosis de radiación para el paciente. Otras exploraciones que intervienen en el estudio de este tipo de patologías (estudios manométricos) aportan información complementaria.

4. Consecuencias previsibles de su realización:

Contribuir al diagnóstico y tratamiento adecuado del paciente.

5. Consecuencias previsibles de su no realización:

Retraso en el diagnóstico.

Retraso en la toma de decisiones terapéuticas.

Obtención de un diagnóstico incompleto ó incorrecto.

6. Riesgos frecuentes:

No descritos.

7. Riesgos poco frecuentes:

No descritos.

8. Riesgos en función de la situación clínica del paciente:

La exploración está contraindicada en mujeres embarazadas.

En caso de realizar la exploración a una mujer en periodo de lactancia, debe interrumpirla durante un corto espacio de tiempo.

Durante el día de la exploración debe evitarse el contacto estrecho con niños pequeños y embarazadas.
MANIFIESTO QUE:

El Dr. /a _____ que me realizara esta prueba me ha explicado que es forma parte de un protocolo de investigación y he comprendido adecuadamente la información de los procedimientos, beneficios y riesgos asociados a esta prueba.

El investigador principal se ha comprometido a darme información oportuna, responder cualquier pregunta y aclarar cualquier duda que le plantee acerca de los procedimientos que se llevan a cabo, con el conocimiento de que con la dosis de radiación que se aplicará, no pondrá en riesgo mi salud.

Entiendo que conservo el derecho de retirarme del estudio en el momento en que lo considere conveniente, sin que ello afecte la atención médica que recibo del Instituto.

El investigador principal me ha dado seguridades de que no se me identificará en las presentaciones o publicaciones que deriven de este estudio y de que los datos relacionados con mi privacidad serán manejados en forma confidencial. También se ha comprometido a proporcionarme la información actualizada que se obtenga durante el estudio.

El titular autoriza a que sus datos de salud sean tratados en nuestra base de datos con el fin de poder realizar la prueba de medicina nuclear.

El titular de los datos se compromete a comunicar por escrito a la institución cualquier modificación que se produzca en los datos aportados.

He leído la hoja informativa de la prueba que me han entregado aquí, he comprendido todo cuanto antecede, consultando mis dudas al personal facultativo o técnico del Centro y acepto voluntariamente la realización de la prueba.

Si autorizo a que se me realice la prueba mediante la administración de material radiactivo en base a ^{99m}Tc en el alimento que consumiré para los dos estudios.

En México Distrito Federal, a..... de del 2014.

Nombre y Firma del paciente

Nombre y firma del médico responsable

Nombre y firma testigo

Nombre y firma testigo

Hoja de recolección de datos

Folio:

<i>Nombre:</i>		
<i>Edad (años):</i>		
<i>Sexo:</i>	(F)	(M)
<i>Porcentaje de vaciamiento:</i>		
Tiempo (horas)	Hamburguesa	Sándwich de albumina de huevo
0		
1		
2		
3		