

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS

**“CARACTERÍSTICAS CLÍNICAS Y BIOQUÍMICAS DE
PACIENTES FALLECIDOS POR TRAUMA CRANEOENCEFÁLICO
COMO POTENCIALES DONADORES DE RIÑÓN”**

Estudio descriptivo, retrospectivo realizado en pacientes mayores de 18 años ingresados a la Unidad de Terapia Intensiva de adultos del Hospital Roosevelt del 1 de enero del 2017 al 31 de diciembre de 2019

Tesis

Presentada a la Honorable Junta Directiva
de la Facultad de Ciencias Médicas de la
Universidad de San Carlos de Guatemala

DEAN WESLEY ORTÍZ LÓPEZ

MEDICO Y CIRUJANO

Guatemala, octubre de 2021



COORDINACIÓN DE TRABAJOS DE GRADUACIÓN
COTRAG 2021



El infrascrito Decano y la Coordinadora de la Coordinación de Trabajos de Graduación –COTRAG–, de la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad de San Carlos de Guatemala, hacen constar que el estudiante:

1. DEAN WESLEY ORTÍZ LÓPEZ 201310365 2382509110101

Cumplió con los requisitos solicitados por esta Facultad, previo a optar al título de Médico y Cirujano en el grado de licenciatura, habiendo presentado el trabajo de graduación, en modalidad de tesis titulado:


**CARACTERÍSTICAS CLÍNICAS Y BIOQUÍMICAS DE PACIENTES
FALLECIDOS POR TRAUMA CRANEOENCEFÁLICO
COMO POTENCIALES DONADORES DE RIÑÓN**

Estudio descriptivo, retrospectivo realizado en pacientes mayores de 18 años ingresados a la Unidad de Terapia Intensiva de adultos del Hospital Roosevelt 2017-2019

Trabajo asesorado por el Dr. Donald Fernando Mejicanos Pineda y revisado por la Dra. Vivian Karina Linares Leal, quienes avalan y firman conformes. Por lo anterior, se emite, firma y sella la presente:


ORDEN DE IMPRESIÓN

En la Ciudad de Guatemala, el veintiuno de octubre de dos mil veintiuno


Dra. Magda Francisca Velásquez Tóron
Coordinadora



Facultad de Ciencias Médicas
Dr. Jorge Fernando Orellana Oliva
DECANO


Vo.Bo.
Dr. Jorge Fernando Orellana Oliva, PhD
Decano

La infrascrita Coordinadora de la COTRAG de la Facultad de Ciencias Médicas, de la Universidad de San Carlos de Guatemala, HACE CONSTAR que el estudiante:

1. DEAN WESLEY ORTÍZ LÓPEZ 201310365 2382509110101

Presentó el trabajo de graduación en modalidad de tesis, titulado:

**CARACTERÍSTICAS CLÍNICAS Y BIOQUÍMICAS DE PACIENTES
FALLECIDOS POR TRAUMA CRANEOENCEFÁLICO
COMO POTENCIALES DONADORES DE RIÑÓN**

Estudio descriptivo, retrospectivo realizado en pacientes mayores de 18 años ingresados a la Unidad de Terapia Intensiva de adultos del Hospital Roosevelt 2017-2019

El cual ha sido revisado y aprobado por el **Dr. Luis Gustavo de la Roca Montenegro** profesor de esta Coordinación y, al establecer que cumplen con los requisitos solicitados, se le **AUTORIZA** continuar con los trámites correspondientes para someterse al Examen General Público. Dado en la Ciudad de Guatemala, el veintiuno de octubre del año dos mil veintiuno.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



Magda Francisca Velesquez Tohom
Dra. Magda Francisca Velesquez Tohom
Coordinadora



COORDINACIÓN DE TRABAJOS DE
GRADUACIÓN
COTRAG 2021



Guatemala, 21 de octubre del 2021

Doctora
Magda Francisca Velásquez Tohom
Coordinadora de la COTRAG
Presente

Le informo que yo:

1. DEAN WESLEY ORTIZ LÓPEZ

Presenté el trabajo de graduación titulado:

**CARACTERÍSTICAS CLÍNICAS Y BIOQUÍMICAS DE PACIENTES
FALLECIDOS POR TRAUMA CRANEOENCEFÁLICO
COMO POTENCIALES DONADORES DE RIÑÓN**

Estudio descriptivo, retrospectivo realizado en pacientes mayores de 18 años
ingresados a la Unidad de Terapia Intensiva de adultos del Hospital Roosevelt
2017-2019

Del cual el asesor y la revisora se responsabilizan de la metodología, confiabilidad
y validez de los datos, así como de los resultados obtenidos y de la pertinencia de
las conclusiones y recomendaciones propuestas.

FIRMAS Y SELLOS PROFESIONALES

Asesor: Dr. Donald Fernando Mejicanos Pineda

Revisora: Dra. Vian Karina Linares Leal

Reg. de personal 960529

Dr. Donald F. Mejicanos Pineda
NEUROLOGO JI
COLEGIADO 6,188

ACTO QUE DEDICO A

A MIS PADRES

Gary Ortíz y Alma Macrina López, quienes han dedicado su vida, su esfuerzo, su trabajo y su amor dándonos una vida excepcional a mi y a mis hermanos. Me han dado su consejo y su apoyo incondicional en todos los momentos de mi vida. Estoy infinitamente agradecido por ser su hijo. Todo lo bueno que tengo lo tengo por ustedes.

A MIS HERMANOS

Danny Steve y Gary Joan porque siempre me han apoyado y han estado ahí para ayudarme sin importar las condiciones. Ustedes fueron mis primeros amigos y se que siempre puedo contar con su ayuda. Me enorgullece ser su hermano menor y los amo con todo mi corazón.

A MI TIA ROSE

Porque me viste nacer, me has visto crecer y durante todo el camino te has asegurado de cuidarme y demostrarme el inmenso amor que tienes por mi. Gracias por todos los años que me llevaste a la Universidad para siempre traerme de regreso a casa cargando una sonrisa y el corazón lleno de amor. Gracias por ser la mejor tía del mundo.

A MI NOVIA

Porque hemos compartido más de 10 años de crecimiento personal, profesional y de pareja. Nadie más que tu sabe lo mucho que significa esto para mí y todo lo que he trabajado por ello. Gracias por tu amor, por tu comprensión y apoyo, por siempre tenerme en tus oraciones, por tu ayuda, por tus regaños y por tu conocimientos. Eres la mujer de todos mis sueños, la estrella más brillante de mi universo, la arquitecta más capaz que he conocido y mi mejor amiga. Gracias por no dejarme desistir. Este logro es de los dos, al igual que todo lo que tengo en esta vida. Te amo y te admiro Monika Morales. Gracias por siempre estar a mi lado.

A MI PERRO

Mi querido Max, que siempre me pediste salir a pasear no importando si venia post turno o si tenía examen. Eres un perro incomprendido pero te amo y siempre serás mi hermano peludo.

A CONRAD Y DAVID

Por el apoyo material y profesional durante toda la carrera.

Y AL SER SUPREMO

Gracias por darme esta maravillosa vida que tengo.

RESUMEN

OBJETIVO: Caracterizar clínica y bioquímicamente a los pacientes mayores de 18 años fallecidos por trauma craneoencefálico durante el periodo del 1 de enero del 2017 al 31 de diciembre del 2019 como potenciales donadores de riñón en la Unidad de Terapia Intensiva de adultos del Hospital Roosevelt. **POBLACIÓN Y MÉTODOS:** Estudio retrospectivo, descriptivo de los datos demográficos, clínicos y bioquímicos de pacientes (N=188) que ingresaron con trauma craneoencefálico y fallecieron en la Unidad de Terapia Intensiva. El análisis se realizó utilizando Microsoft Excel 2019 y la calculadora virtual DonorNet para determinar el índice de perfil de donante renal. **RESULTADOS:** Respecto a las características demográficas el 85.6% (161) de los pacientes eran hombres, el 40.4% (76) estaban entre 25 y 44 años y el 66.0% (124) pertenecían a la etnia ladina. De las características clínicas el 54.8% (103) tenía índice de masa corporal normal; 79.8% (150) trauma craneoencefálico severo; 7.0% (13) hipertensión arterial; 3.2% (6) diabetes mellitus; 9.6% (18) tuvieron muerte cerebral y 7.0% (13) reportaron contraindicaciones absolutas a la donación de órganos. Respecto a las características bioquímicas el 91.0% (171) tenían creatinina normal y 82.4% (155) tenían serología de Hepatitis C desconocida. De acuerdo al índice de perfil de donante renal el 50.3% (88) de los pacientes eran donadores ideales de riñón, 33.7% (59) donadores estándar y 16.0% (28) donadores no ideales de riñón. **CONCLUSIONES:** La mitad de los pacientes incluidos en este estudio son donadores ideales de riñón y un 84% podrían haber sido donadores cadavéricos con tasa aceptable de rechazo de injerto.

Palabras clave: Obtención de tejidos y órganos, traumatismos craneocerebrales, donantes de tejidos, riñón.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. MARCO DE REFERENCIA.....	3
2.1 Marco de antecedentes	3
2.2 Marco referencial	5
2.3 Marco teórico.....	21
2.4 Marco geográfico.....	22
2.5 Marco institucional.....	22
2.6 Marco legal	22
3. OBJETIVOS	25
3.1 Objetivo general	25
3.2 Objetivos específicos.....	25
4. POBLACIÓN Y MÉTODOS	27
4.1 Enfoque y diseño de la investigación	27
4.2 Unidad de análisis y de información.....	27
4.3 Población y muestra	27
4.4 Selección de los sujetos a estudio	27
4.5 Definición y operacionalización de las variables	29
4.6 Recolección de datos	33
4.7 Procesamiento y análisis de datos	34
4.8 Alcances y limitaciones de la investigación.....	39
4.9 Limitaciones.....	39
4.10 Aspectos éticos de la investigación.....	40
5. RESULTADOS.....	43
6. DISCUSIÓN.....	47
7. CONCLUSIONES.....	51
8. RECOMENDACIONES	53
9. APORTES	55
10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	57
11. ANEXOS	65

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1	Escala de coma de Glasgow.....	10
Tabla 2.2	Muerte por criterios neurológicos en adultos y niños.....	12
Tabla 2.3	Condiciones, coeficientes y formulas para las variables del KDRI.....	18
Tabla 4.1	Definición y operacionalización de variables.....	29
Tabla 4.2	Codificación de variables de estudio en boleta de recolección de datos.....	35
Tabla 5.1	Características demográficas de pacientes que ingresaron y fallecieron por TCE en la Unidad de Terapia Intensiva de adultos del Hospital Roosevelt durante el 1 de enero del 2017 al 31 de diciembre del 2019.....	44
Tabla 5.2	Características clínicas de pacientes que ingresaron y fallecieron por TCE en la Unidad de Terapia Intensiva de adultos del Hospital Roosevelt durante el 1 de enero del 2017 al 31 de diciembre del 2019.....	44
Tabla 5.3	Características clínicas de pacientes que ingresaron y fallecieron por TCE en la Unidad de Terapia Intensiva de adultos del Hospital Roosevelt durante el 1 de enero del 2017 al 31 de diciembre del 2019.....	44
Tabla 5.4	Características bioquímicas de pacientes que ingresaron y fallecieron por TCE en la Unidad de Terapia Intensiva de adultos del Hospital Roosevelt durante el 1 de enero del 2017 al 31 de diciembre del 2019	44
Tabla 5.5	Índice de perfil de donante renal de pacientes que ingresaron y fallecieron por TCE en la Unidad de Terapia Intensiva de adultos del Hospital Roosevelt durante el 1 de enero del 2017 al 31 de diciembre del 2019	45

ÍNDICE DE FIGURAS

Flujograma	Distribución de la muestra de expedientes de pacientes que ingresaron y fallecieron por TCE en la Unidad de Terapia Intensiva de adultos del Hospital Roosevelt durante el 1 de enero del 2017 al 31 de diciembre del 2019.....	43
------------	---	----

1. INTRODUCCIÓN

De acuerdo a la Organización Mundial de la Salud (OMS) entre 5 a 10 millones de personas fallecen anualmente por enfermedad renal crónica (ERC). Según el estudio de la Carga Global de la Enfermedad se estima que 1.2 millones de personas fallecieron por ERC en el año 2015 lo cual supone un incremento del 32% de la mortalidad reportada en el año 2005.¹ El incremento de la prevalencia de ERC mundial hoy en día es responsable de más de 18 millones de años de vida perdidos, lo cual ha avocado por su inclusión en las prioridades del Plan de Acción Global para la Prevención y Control de Enfermedades no Transmisibles 2012-2020.¹

Sin una cura definitiva, la opción más favorable para tratar la ERC es el trasplante renal debido a que es la única terapia que ha demostrado mejorar la calidad de vida y la salud de las personas con ERC. A pesar de que los donantes vivos siguen siendo una fuente importante de riñones para trasplante, el 50% son rechazados y menos del 15% de las donaciones son de personas no relacionadas al paciente, lo cual dificulta el acceso a esta terapia para la mayoría de personas que padecen ERC.²

Para responder a la demanda mundial de injertos renales, los sistemas de salud han optado por oportunidades de trasplante fuera de los donantes vivos hacia fuentes más convencionales como los donantes cadavéricos y marginales. Los pacientes más representativos de este grupo son aquellos que fallecen por trauma craneoencefálico (TCE) en unidades de terapia intensiva de adultos. Hoy en día es evidente que la donación cadavérica ha tenido un impacto positivo en las tasas de trasplante renal. Un análisis internacional reportó que en el año 2015 se realizaban trasplantes renales en 102 países de los cuales 98 utilizaban donantes cadavéricos. En el mismo año se estima que se realizaron 84,347 trasplantes renales a nivel mundial, de los cuales el 58.2% fueron donantes cadavéricos. Sin embargo, esta cifra solo cubre el 10% de los pacientes que necesitan esta terapia para sobrevivir.³

Desde las últimas dos décadas, la necesidad de injertos renales ha generado herramientas que sirven para identificar potenciales donadores previo a su defunción con la finalidad de preservar los órganos para trasplante. Un análisis retrospectivo de 15 años en hospitales de Italia identificó que de 1,634 pacientes que fallecieron en unidades de terapia intensiva el 27% correspondían a pacientes con TCE y cumplían los requisitos para ser donantes cadavéricos de riñón.⁴ Otro estudio realizado en un hospital de Wisconsin reveló que entre 69 a 362 potenciales donadores de órganos fallecen en la unidad de terapia intensiva de adultos de esta institución por año.⁵ El análisis de las implicaciones económicas de este estudio concluyó que a pesar de ser más costoso el procedimiento para utilizar a los donantes cadavéricos, el

costo por años de calidad de vida es más favorable para los receptores de riñones cadavéricos que el mantenimiento de pacientes con terapia de reemplazo renal (49,017 \$ vs 72,376 \$ por año).⁶

Latinoamérica es una de las regiones con mayor número de accidentes y decesos por TCE. Además, es una de las regiones con mayor incremento en la incidencia de ERC.¹ En el año 2018 se llevó a cabo un estudio acerca del TCE que incluyó a 4 países de la región Latinoamericana. En este estudio se registró que el 37% de los pacientes con TCE fallecen (550), principalmente aquellos menores de 40 años (69%) y de sexo masculino (87%). La donación cadavérica convertido estos datos en un impacto positivo, ya que en la actualidad los donantes cadavéricos cubren el 70% de todos los injertos renales en la región.⁷⁻⁸

Para facilitar la disponibilidad de riñones para trasplante a nivel mundial, en el año 2017 la Organización para la Procuración de Órganos y Tejidos (OPTN) de Estados Unidos publicó el índice de perfil de donante renal. Este índice es un porcentaje que resume en 10 características la probabilidad de rechazo de injerto de un riñón cadavérico. Este índice se ha implementado ampliamente desde su publicación, ayudando a los centros de trasplante a mejorar la toma de decisiones al momento de considerar un trasplante cadavérico de riñón.⁹

A pesar de esto, en muchos países todavía existe dificultad para establecer adecuadamente protocolos de donación cadavérica debido a la falta de sistemas eficientes de obtención de órganos. En Guatemala menos del 15% de los trasplantes de riñón son de donantes cadavéricos a pesar de que se reportan entre 25 a 30 defunciones en unidades de terapia intensiva de pacientes con TCE al año.^{10,11} Solo tres hospitales de la red pública de salud realizan trasplante de riñón, y de ellos, solo uno ha reportado sus resultados. Existe un déficit en la información respecto a la donación cadavérica de riñón en pacientes con TCE en Guatemala, la cual es importante para evaluar la situación de donación de órganos del país.¹¹⁻¹²

La importancia de llevar a cabo esta investigación es describir las características clínicas y bioquímicas de los pacientes que fallecen por TCE para identificar potenciales donadores de riñón perdidos utilizando el índice de perfil de donante renal. Con estos resultados se apoyará el desarrollo institucional de dicho hospital al proveer una descripción actualizada de los pacientes que fallecen por TCE y el potencial de donadores de riñón perdidos en la Unidad de Terapia Intensiva lo que podría ayudar a mejorar las estrategias de recuperación de riñones cadavéricos de pacientes con TCE aumentando la oferta de donación para tratar pacientes con ERC.

2. MARCO DE REFERENCIA

2.1 Marco de antecedentes

2.1.1 Mundial

En los últimos 20 años, la práctica de obtención de órganos ha sido adoptada en muchos países a nivel global y se ha estudiado desde muchas perspectivas con la finalidad de apoyar las redes internacionales de donación de órganos. Uno de estos ejemplos es Turquía, donde se realizó un estudio retrospectivo en pacientes con muerte cerebral y la tasa de donación cadavérica del año 2013 al 2019. Para este país, cuya legislación de donación de órganos cadavéricos entro en vigencia en el año 1976, estas donaciones solo representan el 20% de todos los órganos trasplantados. Este estudio reveló que gracias al aumento de pacientes diagnosticados con muerte cerebral (el cual incrementó 4 veces del 2013 para el 2019) se aumentó la tasa de donación cadavérica a un 25%. De estos pacientes, el diagnóstico principal de muerte cerebral fue el TCE.¹³

En España se realizó un estudio interinstitucional sobre las prácticas al final de la vida de los pacientes con lesiones devastadoras de cráneo del 2014 al 2015. En 68 hospitales autorizados para la obtención de órganos fueron identificados 1,970 potenciales donadores de los cuales el 64% (446) terminó siendo donadores efectivos de órganos. De estos donadores el 14.7% eran pacientes con TCE. Se determinó que el 37% de potenciales donadores no fueron referidos hacia el coordinador de donación debido a que no fueron evaluados como potenciales donadores de órganos. La razón principal de la falta de donación fue la ausencia de protocolos para el manejo clínico de donantes cadavéricos a corazón parado, premisa que no estaba contemplada en este país durante el estudio.¹⁴

Estos avances impulsaron los estudios de donación de riñón cadavéricos con algún grado de lesión renal. La Asociación Internacional del Riñón realizó un estudio con la base de datos de la Red Unificada del Uso Compartido de Órganos (UNOS) en Estados Unidos de los perfiles de donantes cadavéricos según el índice de perfil de donante renal, tiempo de isquemia fría, tipo de donador y las características de los receptores. Este estudio concluyó que de 2,430 riñones donados de 1,298 donadores cadavéricos, el 24% presentaba algún grado de lesión renal. Sin embargo, la evolución a 10 años y las tasas de rechazo de injerto no evidenciaron una relación significativa entre donadores vivos y donadores cadavéricos. Este estudio recomendó a las instituciones considerar todos los tipos de riñones cadavéricos, incluso aquellos con algún grado de lesión, como potenciales donadores para suplir la necesidad de trasplantes.¹⁵

2.1.2 Continente americano

En el continente americano se alojan los dos países con mayor número de trasplante por millón de personas al año: Estados Unidos y Brasil. En el año 2019 se realizó un estudio retrospectivo en pacientes con heridas por arma de fuego en cráneo en 25 centros especializados de trauma en Estados Unidos. Este estudio concluyó que de 825 pacientes admitidos por heridas por arma de fuego el 17.5% (141) cumplían con criterios de donación de riñón y el 58.9% fueron donadores debido a las acciones de obtención de órganos. Con este estudio se destacó la importancia del manejo adecuado de pacientes con lesiones devastadoras de cráneo y como los protocolos deben contemplar la obtención de órganos en todos los pacientes, incluso aquellos con muerte inminente, para mejorar la tasa de trasplantes.¹⁶

Otro estudio realizado en 5 centros de obtención de órganos durante el año 2011 a 2015 en el mismo país identificó a 1,719 pacientes con criterios para donación de órganos de los cuales 381 correspondían a pacientes con TCE. Este estudio concluyó que existía una relación significativa en ser donador de más de 2 órganos con el sexo masculino y padecer de muerte cerebral por TCE. El tiempo promedio de declaración de muerte cerebral a la obtención de órganos en este estudio fue de 73 horas, lo cual tuvo un impacto significativo en la obtención de órganos vitales como el corazón y los pulmones. El potencial de órganos por donador fue de 4 siendo los principales órganos obtenidos los riñones y el hígado.¹⁷

Actualmente Brasil contiene el segundo programa más grande del mundo de trasplante de riñón y de hígado. En el año 2018 se publicó el informe de trasplante de órganos en este país el cual detalla la evolución de esta práctica desde el año 2011 hasta la actualidad. En la última década la tasa de donación de riñones es la más alta de la región latinoamericana, con 28.5 trasplantes por millón de pacientes y con un incremento del 10.3% de trasplantes cadavéricos desde el 2011 al 2018. Una gran parte de este incremento se reporta como un efecto del aumento del diagnóstico de muerte cerebral en pacientes con TCE.¹⁸

Actualmente las unidades de terapia intensiva en 60 hospitales brasileños forman parte de la cohorte del estudio DONORS (por sus siglas en inglés que significan Red de Donación para Optimizar la Recuperación de Órganos). Con este estudio se busca estandarizar un cuestionario de los aspectos clínicos y bioquímicos de pacientes con muerte cerebral reportados en los últimos 10 años con la intención de facilitar la identificación y obtención de órganos de estos pacientes, incluyendo aquellos con diagnósticos de muerte inminente.¹⁹

2.1.3 Nacional

En el año 2015 se publicó un análisis retrospectivo de la situación de donación y trasplante en Centroamérica, donde se presentó que Guatemala ocupa en la región el cuarto lugar de trasplantes renales y el cuarto lugar en donación cadavérica de riñones.²⁰ En el año 2017 se publicó un estudio descriptivo de las experiencias de trasplante renal desde sus inicios en Guatemala donde se describe que desde 1989 que se estableció el primer programa de trasplante de riñón para el año 2015 se habían realizado 1,475 trasplantes renales, de los cuales el 12.5% fueron donantes cadavéricos. Esta es la segunda tasa más baja de donación cadavérica de la región. Este fenómeno ha sido atribuido a la falta de fondos en el sector público para impulsar la donación, falta de listas de espera de trasplantes, cobertura incompleta de medicamentos de inmunoterapia post trasplante y legislaciones desactualizadas de donación de órganos.²⁰⁻²¹

Sin embargo, la información disponible en la actualidad respecto a este tema continúa siendo deficiente. En el 2014 se estudiaron 47 pacientes con diagnóstico de muerte cerebral de los cuales el 65% presentó algún grado de TCE. En esta investigación se hace énfasis en la necesidad de realizar el diagnóstico de muerte cerebral para identificar a estos pacientes como potenciales donadores de riñón.²² En este mismo año, en el Instituto Guatemalteco de Seguridad Social -IGSS- describió a la población de pacientes con TCE que ingresaron a esta institución, siendo principalmente adultos jóvenes del sexo masculino sin comorbilidades asociadas. Sin embargo, ninguno de estos estudios indaga las características de estos pacientes en relación a la capacidad de ser donadores de riñón.²³

Pese a la poca información en Guatemala respecto a la donación de órganos y potenciales donadores cadavéricos, se han realizado esfuerzos para consolidar las prácticas de donación de órganos en el país. El 9 de agosto del año 2019 fueron presentadas las modificaciones al Decreto 91-96 mediante la Iniciativa de Ley 4712 sobre la Ley de Trasplante de Órganos, Tejidos y Células Humanas de Guatemala, la cual tuvo su aprobación final el 10 de marzo del año 2020 y con la cual se busca fortalecer y reestructurar la donación de órganos en el país.²⁴

2.2 Marco referencial

2.2.1 Generalidades anatómicas del cráneo

Se conoce como cabeza a la parte superior del cuerpo unida al tronco por el cuello. Dentro de ella se contiene el encéfalo y sus cubiertas protectoras (cráneo y meninges), los oídos y la

cara. El cráneo esta cubierto superficialmente por piel y cuero cabelludo. Su contenido principal es el sistema nervioso central.²⁵⁻²⁶

2.2.1.1 Cuero cabelludo

El cuero cabelludo se compone de piel y tejido subcutáneo que recubre toda la bóveda ósea desde las líneas nucales superiores del hueso occipital hasta los bordes supraorbitarios del hueso frontal. Se compone de cinco capas: la piel, el tejido conectivo, la aponeurosis epicraneal, el tejido areolar laxo y el pericráneo.^{25,27}

2.2.1.2 Cráneo

El cráneo es una bóveda ósea en dónde se aloja el encéfalo y los órganos de los sentidos especiales (visión, audición, equilibrio, olfato y gusto). Está conectado por orificios hacia otros sistemas, como el sistema digestivo y el respiratorio. El cráneo está formado por 22 huesos organizados en dos secciones: el neurocráneo y el viscerocráneo. El neurocráneo es la caja ósea del encéfalo y sus cubiertas membranosas. Está formado por ocho huesos: cuatro impares centrados en la línea media (frontal, etmoides, esfenoides y occipital) y dos series de pares bilaterales (temporal y parietal).^{25,27}

El neurocráneo como bóveda posee una pared superior parecida a una cúpula llamada calvaria o bóveda craneal. También tiene un piso conocido como base del cráneo. Los huesos que componen la bóveda craneal son huesos planos (frontal, parietales y occipital) y los huesos que contribuyen a la base del cráneo son irregulares (esfenoides y temporales). En la base del cráneo, desde su cara interna, se evidencian tres grandes depresiones: la fosa craneal anterior, media y posterior. La fosa craneal anterior se ocupa principalmente por los lóbulos frontales del cerebro. La fosa craneal media, donde se localiza la formación de la silla turca en el cuerpo del esfenoides, aloja la porción media del encéfalo. La fosa craneal posterior es la más grande e inferior de las tres y aloja al cerebelo, el puente y la médula oblongada.^{25,27}

2.2.1.3 Meninges

Las meninges son membranas de tejido conectivo que recubren al sistema nervioso central (SNC). La más exterior y más resistente de las tres es la duramadre. Está conformada por dos capas: la endóstica y meníngea. Entre estas dos capas se encuentra el espacio epidural, un espacio virtual que en situaciones patológicas puede infiltrarse con sangre. Entre estas dos capas discurren los senos venosos los cuales reciben sangre desde el cerebro por medio de las venas cerebrales y del líquido cefalorraquídeo (LCR) de las vellosidades aracnoideas. La duramadre se organiza en la hoz del cerebro, una hoja falciforme en la línea media entre los dos

hemisferios cerebrales, y en el tentorio del cerebelo, una hoja de duramadre en forma de media luna que forma el techo de la fosa craneal posterior.^{25,27}

La aracnoides es la membrana adyacente a la duramadre. Está separada de la duramadre por un espacio virtual llamado espacio subdural. La aracnoides se despliega en un espacio real llamado el espacio subaracnoideo, donde fluye el LCR. En determinadas regiones del cráneo el espacio subaracnoideo es más amplio, conformando cúmulos de LCR denominados cisternas aracnoideas. Estas cisternas obtienen su nombre en relación a su ubicación y se mencionan como las más importantes: la cisterna magna, cisterna pontina, cisterna interpeduncular, cisterna periquiasmática, cisterna pericerebelosa y cisterna pericallosa.^{26,28}

La piamadre es la cubierta meníngea más interna, delgada y la más próxima al tejido encefálico. Recubre estrechamente al cerebro tapizando las circunvoluciones y descendiendo a los surcos más profundos. Se extiende sobre los nervios craneales. Las arterias cerebrales que penetran en la sustancia del cerebro arrastran una vaina de piamadre con ellas.²⁷⁻²⁸

2.2.1.4 Cerebro

El cerebro representa la mayor parte del encéfalo. Se sitúa en las fosas craneales anterior y media, ocupando toda la concavidad de la bóveda craneana. Corresponde al cúmulo de neuronas más grande del cuerpo y es el órgano encargado de producir, recibir e interpretar todos los estímulos internos y externos mediante interacciones complejas por sinapsis y neurotransmisores. Se puede dividir en dos partes, el diencefalo y el telencefalo.²⁷⁻²⁸

El diencefalo se extiende desde el tercer ventrículo de manera posterior hasta el acueducto cerebral y en dirección anterior hasta los agujeros interventriculares. En su cara inferior se ubican las estructuras hipotalámicas, el quiasma y tracto óptico, el infundíbulo, el *túber cinerum* y los cuerpos mamilares. La superficie superior del diencefalo está oculta por un haz de fibras conocida como fórnix. Este discurre desde el hipocampo del lóbulo temporal hacia atrás sobre el tálamo. La verdadera pared del diencefalo está formada por el techo del tercer ventrículo. Lateralmente el diencefalo se limita por la cápsula interna y medialmente por la superficie medial del tálamo y el hipotálamo.²⁷⁻²⁸

El telencefalo está formado por los hemisferios cerebrales. Cada hemisferio cerebral se introduce en circunvoluciones que están separados por surcos y que aumentan la superficie efectiva de este órgano. Los lóbulos del cerebro tienen estrecha relación con los huesos de la bóveda craneana: el lóbulo frontal ocupa la zona anterior, el lóbulo parietal ocupa la zona posterior del surco lateral y se extiende por detrás hasta llegar al surco parietooccipital. El lóbulo

temporal ocupa la zona inferior del surco lateral y el lóbulo occipital ocupa la pequeña zona que hay detrás del surco parietooccipital.²⁷⁻²⁸

2.2.1.5 Tallo cerebral y cerebelo

El tallo cerebral ocupa la fosa posterior del cráneo y está constituido por la médula oblongada, el puente y el mesencéfalo. Se sitúa adyacente al cerebelo ocupando una posición posterior al cuarto ventrículo, el puente y la médula oblongada. El cerebelo consiste en dos hemisferios cerebelosos unidos por el vértex y está conectado a la cara posterior del tallo cerebral por tres haces simétricos de fibras nerviosas denominados pedúnculos cerebelosos superiores, medios e inferiores.²⁷⁻²⁹

2.2.2 Trauma

2.2.2.1 Definición

El trauma es considerado actualmente como un tipo de enfermedad que ocurre como resultado de la interacción de tres factores denominados como la “tríada epidemiológica”.

- Agente causal
- Huésped o víctima
- Ambiente de convivencia²⁹

2.2.2.2 Trauma craneoencefálico

El trauma craneoencefálico (TCE) es una patología definida como la alteración de la estructura o función cerebral ocasionada por una fuerza mecánica externa. Se estima que el TCE representa 1.7 millones de consultas hospitalarias y una mortalidad de hasta 50 mil pacientes al año en todo el mundo.²⁹

El TCE puede ser categorizado según el tipo de lesión en:

- Cerrado: ocurre cuando el cuero cabelludo permanece intacto.
- Penetrante: el cuero cabelludo presenta una disrupción exponiendo el parénquima al agente causal.³⁰

Así mismo el TCE puede presentar dos tipos de lesión siendo estos:

- Lesión primaria: resultado al momento del trauma; pueden ocasionar contusiones, hematomas y lesiones cerebrales difusas.

- Lesión secundaria: son consecuencia luego del impacto inicial que producen estados de hipoxia, convulsiones, isquemia y otras condiciones sistémicas.³⁰⁻³¹

2.2.2.3 Atención inicial

Todo paciente con TCE que recibe atención de emergencia en un centro hospitalario es atendido bajo las directrices del Soporte Vital Avanzado en Trauma iniciando por el triage. Inicialmente se debe asegurar la conciencia del paciente y una vía aérea patente que asegure la ventilación necesaria para oxigenar de manera adecuada los órganos vitales. Dependiendo del triage para discriminar pacientes de urgencia con pacientes de emergencia, la evaluación puede proseguir hacia niveles clínicos más específicos o hacia maniobras para preservar la vida. Si mediante triage se evidencia lesiones de muerte inminente o TCE de mal pronóstico se procede a maniobras de protección de órganos para donación.³⁰

2.2.2.4 Evaluación neurológica

Determinar la severidad del TCE es crucial para interpretar la extensión de la lesión antes de tomar medidas diagnósticas o de tratamiento. Para determinar la severidad del TCE se implementa la escala de coma de Glasgow (GCS, por sus siglas en inglés). La GCS incluye tres parámetros principales a evaluar con un valor asignado entre 3 y 15 puntos. Muchos protocolos de atención y seguimiento de pacientes por TCE se fundamentan en la GCS, incluyendo aquellos que son aplicados a obtención de órganos debido a su valor predictivo positivo para identificar pacientes con lesiones mortales de cráneo. Las pautas para calificar la severidad del TCE son las siguientes:³¹⁻³²

2.2.2.5 Clasificación del TCE según el GCS

- Leve: es categorizado con un GCS de 15 a 13 puntos. Se caracteriza por una conmoción cerebral que condiciona la pérdida transitoria de la actividad neurológica. Es la forma de TCE más común a nivel mundial y solo el 3% tiene un deterioro inesperado que termina en disfunción mayor. Dependiendo de las características del paciente y del traumatismo se sugiere periodos de observación corta. Si estos pacientes se encuentran asintomáticos, sin anomalías neurológicas y cumplen con un periodo de observación intrahospitalaria pueden ser dados de alta.³¹
- Moderado: se presenta con un GCS entre 12 a 9 puntos. Clínicamente estos pacientes obedecen órdenes simples, pero presentan cierta confusión o somnolencia, incluso con déficit neurológicos más complejos como hemiparesia. El Manual de Apoyo Vital Avanzado en Trauma recomienda observación intrahospitalaria de al menos 24 horas.

Esto es debido a que el 20% de los pacientes con TCE moderado pueden presentar un deterioro neurológico que puede culminar en coma.³⁰⁻³¹

- **Severo:** TCE con un GCS menor a 8 puntos. Estos pacientes tienen un déficit neurológico importante que los conlleva a presentar incapacidad para comunicarse y/o interactuar con el medio ambiente que los rodea. La prioridad del médico debe enfocarse en mantener los signos vitales dentro de límites permisibles para poder realizar la evaluación neurológica y los exámenes pertinentes. Se asocia a una tasa de mortalidad de hasta el 80%. Las recomendaciones para su tratamiento varían en función de su presentación y el agente etiológico, pero el consenso recomienda preservar la oxigenación y la función cardiaca si los pacientes son identificados como potenciales donadores de órganos, indiferente de su pronóstico clínico.³¹⁻³²

Tabla 2.1 Escala de coma de Glasgow

Parámetro	Descripción	Valor
Respuesta motora	Obedece a ordenes	6
	Localiza dolor	5
	Retirada del dolor	4
	Flexión anormal	3
	Extensión anormal	2
	Ninguna respuesta	1
Respuesta verbal	Orientado	5
	Confuso	4
	Palabras inapropiadas	3
	Palabras incomprensibles	2
	Ninguna	1
Apertura ocular	Espontánea	4
	Al estímulo verbal	3
	Al estímulo doloroso	2
	Ninguna	1

Fuente: American College of Surgeons. Apoyo Vital Avanzado en Trauma: manual para el alumno del curso. 10 ed. Illinois: ACS; 2018.

2.2.2.6 Lesiones craneoencefálicas específicas

- **Fracturas:** son lesiones locales ocasionadas por el impacto directo al cráneo. Existen distintas formas de categorizarlas, entre las cuales se mencionan:
 - **Lineales:** fractura única del espesor de un elemento óseo.
 - **Deprimidas:** reducción del nivel natural del cráneo respecto a sus elementos óseos. Su presencia puede predisponer a una lesión cerebral.

- Basilares: ocurren en la base del cráneo principalmente del hueso temporal. Se relacionan con traumas importantes y lesiones neurológicas severas.³³
- Hematoma epidural: colección de material hemático en el espacio entre la duramadre y lámina interna de tejido óseo del cráneo. Ocurre en menos del 1% de los pacientes con TCE. Se asocian a la región temporoparietal debido al trayecto de la arteria meníngea media y de los senos venosos en esa ubicación.³²⁻³³
- Hematoma subdural: colección de sangre en el espacio localizado entre la duramadre y el tejido cerebral. Ocurre en el 30% de los pacientes a consecuencia de la lesión de las venas puente. Generalmente estos pacientes se presentan con alteraciones conductuales leves después de un trauma de cráneo moderado, por lo cual se recomienda la observación intrahospitalaria.³²⁻³³
- Hemorragia sub-aracnoidea: ocurre cuando la colección de sangre se localiza en el espacio sub-aracnoideo. Se puede encontrar hasta en el 50% de los pacientes con TCE severo.³³
- Hematoma intraparenquimatoso: ocurre cuando el traumatismo produce lesiones en vasos pequeños parenquimatosos, como las arteriolas.³³

2.2.2.7 Complicaciones del trauma craneoencefálico

La mayoría de complicaciones por TCE se observan en pacientes con GCS menor a 13 puntos. En pacientes críticamente enfermos ingresados a unidades de terapia intensiva, las complicaciones son similares que en otros pacientes con traumatismos y ameritan un cuidado similar. Algunas de las complicaciones más comunes corresponden a infecciones respiratorias, trombosis venosa profunda, infarto de miocardio y desnutrición asociada a cuidados intensivos.³³ Sin embargo, existen complicaciones que son únicas para los pacientes con TCE. Entre estas se mencionan:

- Hipertensión intracraneal: producto del aumento del volumen efectivo que se aloja en la bóveda craneal. Puede producirse debido a edema cerebral, pérdida de componentes sanguíneos a espacios virtuales, ausencia de circulación de líquido cefalorraquídeo o resucitación inapropiada con líquidos intravenosos. Sin un manejo adecuado puede producir herniación cerebral; esto resulta en pérdida de las funciones autónomas del cuerpo y consecuente deceso.³⁴⁻³⁵

- Epilepsia post traumática: se denomina así a los episodios convulsivos que ocurren posterior a un TCE. Pueden ser inmediatas si ocurren 24 horas después de la lesión, tempranas si ocurren en la primera semana o tardías si ocurren después de 8 días. Aunque no se ha determinado el proceso fisiopatológico de estos eventos, se acepta que los insultos tanto focalizados como difusos del parénquima cerebral producen focos epileptógenos capaces de generar desorden de la sinapsis neuronal.³⁶
- Estados de conciencia alterados: la presentación puede variar desde estados de obnubilación, estados de conciencia mínimos, estado vegetativo persistente y coma. Se considera que estas alteraciones se deben a disfunción del tallo cerebral y posiblemente a ruptura de los axones hemisféricos.³⁷
- Muerte por criterios neurológicos: también conocida como muerte cerebral. Consiste en un diagnóstico clínico realizado en un paciente en coma con etiología neurológica. Consiste en la pérdida persistente de todas las funciones reflejas mediadas por el cerebro y el tallo cerebral, comprobada mediante pruebas realizadas por un neurólogo. Debe considerarse después de descartar anomalías del pH, intoxicación por drogas, hipotensión, hipotermia, entre otros diagnósticos.³⁸

Tabla 2.2 Muerte por criterios neurológicos en adultos

Parámetro	Descripción
Criterios clínicos	Paciente en estado de coma no explicado por otras patologías Ausencia de respuestas motoras Ausencia de respuestas pupilares a la luz y pupilas dilatadas Ausencia de reflejo corneal Ausencia de respuesta calórica Ausencia de reflejo nauseoso y tusígeno Ausencia de succión y reflejos espinales Ausencia de respiración a un PaCO ₂ de 60mmHg o 20mmHg encima del basal
Pruebas suplementarias	Electroencefalograma de potenciales evocados multimodales o somatosensitivos Arteriografía de los cuatro vasos cerebrales o angiografía cerebral radioisotópica Ecodoppler transcraneal

Fuente: Morensky J, Oro J, Tobias J, Sigh A. Determination of death by neurological criteria. J Intensive Care Med. 2003 Jul Ago; 18(4): 211-21.

2.2.3 Donación de órganos, tejidos y células humanas

2.2.3.1 Definición

La palabra donación significa “el acto de entregar algo que es determinado como una concesión o un regalo”. Proviene del vocablo latín *donationem* que significa “una entrega”. En el contexto de la medicina, la donación hace referencia al acto de entregar uno o más elementos

biológicos extraídos de organismo de una especie, para el trasplante hacia otro ser de la misma o diferente especie con necesidad de dicho elemento. Los elementos biológicos que se trasplantan en la actualidad son tres: órganos, tejidos y células humanas. A todos los procedimientos administrativos implicados en la obtención de tejidos, células humanas u órganos para trasplante, mediante programas, sistemas u organizaciones se le conoce como Sistemas de Obtención de Órganos.³⁹⁻⁴⁰ Los donantes se clasifican en dos tipos: donantes vivos y cadavéricos.

2.2.3.2 Donante vivo

A todo individuo que suministra tejidos vivos, órganos o células para la transferencia a un receptor histocompatible se le conoce como donador.⁴⁰ Un donante vivo es toda persona que voluntariamente decide donar un órgano, tejido o célula humana en vida después de una evaluación clínica y psicológica extensa. El seguimiento clínico y la evaluación psicosocial de todos los donantes vivos debe realizarse por un médico especialista que no esté involucrado con el receptor potencial. De igual manera, la selección de un donador vivo depende directamente de la legislación vigente en el país donde se realizará la donación.⁴⁰⁻⁴¹

2.2.3.3 Donante cadavérico

Un donante cadavérico es toda persona declarada fallecida por criterios médicos bajo la legislación de cada país, provincia o estado donde ocurre la defunción y que haya expresado aprobación hacia la donación de sus órganos, tejidos o células humanas en vida o a través de un representante legal. Los donantes cadavéricos son de dos categorías: donantes con corazón latiendo y donantes a corazón parado:

- Donante cadavérico con corazón latiendo: todo donante que ha sido diagnosticado mediante un médico especialista con muerte por criterio neurológico sin evidencia de cese de la función circulatoria o respiratoria. Las causas de defunción en estos pacientes generalmente son TCE (60%), eventos cerebrovasculares (45%) encefalopatía anóxico-isquémica (10%) y tumores cerebrales primarios (2%). Los potenciales órganos que se pueden obtener de estos pacientes son: corazón, pulmones, hígado, riñones, páncreas, intestino y algunos tejidos como cornea, piel, tejido musculo esquelético, válvulas cardíacas y vasos sanguíneos.⁴²
- Donante cadavérico a corazón parado: todo donante que según los criterios fisiológicos y la evaluación clínica realizada por un médico especialista es diagnosticado con muerte por parada cardiorrespiratoria. En estos pacientes, las

maniobras de preservación de órganos se deben realizar en un breve plazo (máximo 15 minutos después del cese de función cardíaca) para ser considerados para trasplante. Este tipo de donantes son valorados para donación de riñones, hígado, pulmones, páncreas y algunos tejidos poco vascularizados como la córnea.⁴¹⁻⁴²

Estas definiciones deben ser revisadas de acuerdo a la legislación vigente en cada país, ya que el consenso en estos términos es considerado el paso inicial hacia los programas efectivos de donación de órganos, tejidos y células humanas.⁴¹⁻⁴²

2.2.3.4 Donación de riñón

2.2.3.4.1 Tipos de donante de riñón

La donación de un riñón es el acto de aceptar el acuerdo de resección quirúrgica de un riñón funcional para el trasplante hacia un receptor que carece de riñones funcionales. Puede realizarse tanto en donantes vivos como en donantes cadavéricos y es el órgano con mayor número de trasplantes a nivel mundial.⁴³ Las consideraciones para cada tipo de donante son las siguientes:

- Donante vivo de riñón: corresponde a todo paciente vivo mayor de 19 años que sea apto y certificado físicamente para la donación de riñón por un médico especialista. Además, debe ser aprobado como psicológicamente estable y capaz de dar un consentimiento informado sin coacción o amenaza inmediata a su vida. Todo donador vivo debe ser sometido a una evaluación exhaustiva que deben incluir como mínimo una historia detallada de antecedentes médicos, familiares y clínicos; evaluación nutricional de peso y talla; hemograma y pruebas de función renal y hepática; serología para enfermedades infecciosas; compatibilidad de sangre ABO y de complejo mayor de histocompatibilidad. La donación de un riñón de donante vivo es el tratamiento preferido para un paciente con ERC debido a que presenta tasas más elevadas de éxito y menos tiempo de espera.⁴³
- Donante cadavérico de riñón: todo donante con corazón latiendo o a corazón parado que expresa personalmente, o mediante un representante legal, el acuerdo hacia la donación de uno o ambos riñones. El riñón de un donador cadavérico tiene un riesgo 1.7 veces mayor de producir rechazo de injerto que un riñón de donador vivo. Sin embargo, en muchos países su disponibilidad es mucho más alta que los donadores vivos. Los donadores cadavéricos de riñón también deben ser sometidos a las evaluaciones pertinentes en un donador vivo y los procedimientos deben estar

estandarizados según la legislación vigente del país en donde se realiza el trasplante.⁴³

2.2.3.4.2 Contraindicaciones a la donación cadavérica de riñón

Existen contraindicaciones absolutas para donación de órganos sólidos que aplican a la donación cadavérica de riñón. Sin embargo, también existen contraindicaciones relativas propias al donante cadavérico de riñón que deben ser evaluadas.⁴⁴ Estas contraindicaciones son:

- Contraindicaciones absolutas para donación de órgano sólido:
 - Infección por virus de inmunodeficiencia humana (VIH), virus linfotrópico humano, virus de la rabia, virus del Nilo Occidental, coriomeningitis linfocítica, encefalitis por cryptococo neoformans o tuberculosis activa.
 - Evidencia de enfermedad renal crónica bilateral.
 - Historia de enfermedad de Cruetzfeld Jakob.
 - Anemia falciforme.
 - Síndromes mielodisplásicos y procesos proliferativos malignos activos o de reciente diagnóstico (se excluyen tumores primarios del SNC).⁴⁴
- Contraindicaciones relativas de la donación de riñón:
 - Sepsis documentada y controlada con vasopresores y terapia antibiótica.
 - Serología positiva para infección de sífilis, citomegalovirus, virus del herpes simple, virus de Epstein Barr o toxoplasmosis.
 - Esclerosis glomerular mayor de 20% de muestras tomadas de ambos riñones.
 - Edad mayor de 70 años con historia de comorbilidades cardiovasculares y tasa de filtrado glomerular < 50mL/min.
 - Índice de masa corporal mayor de 30 kg/m².⁴⁵

Seguir estos criterios asegura que se aprovechen al máximo el número de órganos obtenidos de los donantes cadavéricos. Sin embargo, con la necesidad de injertos renales en la actualidad la UNOS y la OPTN han recomendado aprovechar todos los riñones con potencial de trasplante en pacientes críticos. Con este objetivo se ha estandarizado una herramienta para calcular la calidad de los riñones en función de 10 características conocida como el índice de perfil de donante renal.⁴⁶

2.2.3.5 Índice de perfil de donante renal

2.2.3.5.1 Definición

El Índice de perfil de donante renal (Kidney Donor Profile Index ó KDPI por sus siglas en inglés) es una fórmula que combina 10 valores numéricos derivados de aspectos clínicos, bioquímicos y demográficos de un donador cadavérico para estimar la calidad de sus riñones para trasplante. Se aplica a todos los donadores cadavéricos que no cumplan con alguna contraindicación absoluta para la donación de órgano sólido. El KDPI permite estimar la calidad del riñón que se considera para el trasplante al asignar un valor porcentual que es comparable con la calidad de riñones donados con anterioridad. Para calcular el KDPI se debe realizar el cálculo de otro índice importante, el índice de riesgo de donante renal.^{9,46}

2.2.3.5.2 Índice de riesgo de donante renal

El índice de riesgo de donante renal (Kidney Donor Risk Index ó KDRI por sus siglas en inglés) es una fórmula que calcula el riesgo relativo que tiene el riñón de un donante cadavérico de funcionar sin presentar rechazo de injerto comparado con un donante de referencia. El donante de referencia fue extraído del promedio de riñones cadavéricos donados en un estudio de 70,000 adultos en Estados Unidos durante 1995 al 2005. Este estudio confirmó que existe una asociación entre las características del donante cadavérico con la probabilidad de presentar rechazo de injerto en el receptor. Al donante de referencia se le asignó un KDRI equivalente a 1 que corresponde a 80% de probabilidad de supervivencia de injerto 5 años posterior al trasplante. El KDRI permite comparar el riñón de cualquier donante cadavérico con el donante de referencia. Entre más se aleja el KDRI del número 1 presenta más riesgo de rechazo de injerto.^{9,46}

A pesar de la simplicidad de este índice, la OPTN identificó dificultades en su aplicación. La primera dificultad se relacionaba a la comunicación y significado de los resultados con el receptor del trasplante ya que el KDRI es un número decimal. Por esta razón, esta institución decidió transformar este valor en un porcentaje de probabilidad de rechazo para mejorar la información transmitida. La segunda dificultad con el KDRI, según explica la OPTN, es que algunos de los hospitales no contaban con la capacidad de registrar las variables utilizadas en el estudio estadounidense del 2005 como el tiempo de isquemia fría y el grado de histocompatibilidad. Por esta razón, la OPTN decidió estandarizar los hallazgos del estudio del 2005 al utilizar solo valores clínicos y bioquímicos con amplia disponibilidad en el mundo.⁴⁶

Para verificar la viabilidad de este cálculo, la OPTN sometió a todos los riñones de donantes cadavéricos trasplantados durante el año 2007 al año 2017 en Estados Unidos a estos

nuevos valores. Los hallazgos de la OPTN concluyeron que existía una correlación significativa entre los valores de ambos estudios, evidenciando que el riesgo relativo de presentar rechazo de injerto utilizando una versión simplificada del KDRI era similar a lo presentado en el estudio del 2005, por lo cual decidieron recomendar utilizar este dato para el cálculo futuro del KDRI y su incorporación al KDPI.⁴⁶

2.2.3.5.3 Componentes del índice de riesgo de donante renal

El KDRI se calcula utilizando 10 variables presentes en el donador cadavérico. Cada variable es evaluada en función de si el donador cumple o no cumple con dicha característica. Para cada variable existe una constante llamada coeficiente KDRI, obtenido del promedio de la cohorte 2007-2017 de la OPTN, la cual no debe sustituirse por otro número. El coeficiente se aplica en una fórmula con la cual se obtiene un número entero, positivo o negativo, para cada variable. En la Tabla 2.3 se presentan las condiciones para el cálculo de cada variable.^{9,46}

Se necesitan los 10 valores para que el KDRI pueda ser calculado. Solo 3 de las variables pueden ser registradas como valores desconocidos o ambiguos. Estas variables son: antecedente de hipertensión arterial, antecedente de diabetes mellitus y estado serológico de Hepatitis C.^{9,46} La OPTN recomienda tomar las siguientes medidas en estos casos:

- Si no se conoce el antecedente de hipertensión arterial se asume que la probabilidad que el donante cadavérico haya sido hipertenso es equivalente a la distribución de pacientes con antecedente de hipertensión de la cohorte 2007-2017 de la OPTN. El valor que se asignará en este caso es de 0.0395.^{9,46}
- Si no se conoce el antecedente de diabetes mellitus se asume que la probabilidad que el donante cadavérico haya sido diabético es equivalente a la distribución de pacientes con antecedente de diabetes mellitus de la cohorte 2007-2017 de la OPTN. El valor que se considera es 0.0127.^{9,46}
- Si no se conoce el estado serológico de hepatitis C, se asume que el valor es negativo según la serología registrada en la mayoría de pacientes de la cohorte 2007-2017 de la OPTN.^{9,46}

2.2.3.5.4 Método de cálculo del índice de riesgo de donante renal

Una vez se han calculado todos los números enteros positivos y negativos correspondientes a cada una de las variables, se procede a calcular el KDRI. El cálculo del KDRI corresponde a la sumatoria de todos los valores de las variables en el donante cadavérico. A

esta sumatoria se aplica posteriormente la función de antilogaritmo, como se presenta a continuación:

Tabla 2.3 Condiciones, coeficientes y fórmulas para las variables del KDRI

Variable	¿Cuándo utilizar esta variable en el KDRI?	Coeficiente KDRI	Fórmula a utilizar por variable en el KDRI
Edad	Utilizar en todos los donadores:		
	• Entre 18 a 50 años	0.0128	$0.0128 \times (\text{Edad} - 40)$
	• Menores de 18 años	- 0.0194	$-0.0194 \times (\text{Edad} - 18)$
	• Mayores de 50 años	0.0107	$0.0107 \times (\text{Edad} - 50)$
Estatura (centímetros)	Utilizar en todos los donadores	- 0.0464	$\frac{-0.0464 \times (\text{Altura} - 50)}{10}$
Peso (kilogramos)	Utilizar solo en pacientes con peso menor de 80 kg	- 0.0199	$\frac{-0.0199 \times (\text{Peso} - 50)}{5}$
Etnia	Utilizar solo en pacientes con descendencia africana	0.1790	0.1790
Antecedente de diabetes mellitus	Utilizar solo en pacientes con antecedente de cualquier tipo de diabetes mellitus	0.1300	0.1300
Antecedente de hipertensión arterial	Utilizar solo en pacientes con antecedente de cualquier forma de hipertensión arterial.	0.1260	0.1260
Causa de muerte por evento cerebrovascular	Utilizar solo en pacientes con muerte asociada a evento cerebrovascular o historia de evento cerebrovascular	0.0881	0.0881
Creatinina sérica (Cr) (mg/dL)	Utilizar en todos los pacientes:		
	• Creatinina menor a 1.5 mg/dL	0.2200	$0.2200 \times (\text{Cr} - 1)$
	• Creatinina mayor a 1.5 mg/dL	- 0.2090	$-0.2090 \times (\text{Cr} - 1.5)$
Estado serológico de Hepatitis C (HCV)	Utilizar solo en pacientes con anticuerpos o pruebas de amplificación de ácidos nucleicos positivas para HCV	0.2400	0.2400
Diagnóstico de muerte cerebral	Utilizar solo si el paciente no fue diagnosticado con muerte cerebral o es considerado para donación después de parada circulatoria.	0.1330	0.1330

Si el donante no califica con la condición de etnia, historia de hipertensión arterial o diabetes mellitus, causa de muerte por ACV, Hepatitis C o estado de donador con muerte cerebral, el valor a asignar es 0 en cada variable.

Fuente: OPTN. A Guide to calculating the Kidney Donor Profile Index. 2019

$$\text{Índice de riesgo de donante renal (KDRI)} = \text{Antilog} \left(\sum \text{Variables en el KDRI} \right)$$

2.2.3.5.5 Interpretación del índice de riesgo de donante renal

El valor numérico obtenido de la fórmula del KDRI es interpretado como el riesgo relativo de que el riñón trasplantado presente rechazo de injerto comparado con el promedio de la OPTN.

Para realizar la comparación se debe calcular la Mediana KDRI del riñón que se desea trasplantar según la siguiente fórmula:

$$\text{Mediana KDRI} = \frac{\text{KDRI}}{\text{Factor de escala de la OPTN}}$$

Donde:

- KDRI: corresponde al KDRI del donante cadavérico que se desea comparar.
- Factor de escala de la OPTN: corresponde al valor promedio de KDRI de los riñones donados en la cohorte 2007-2017 de la OPTN, o en su defecto de la cohorte más reciente. Para el año 2018 este valor corresponde a 1.21083136234747.^{9,46,47}

El resultado de esta fórmula es un número entero decimal que permite hacer la comparación dependiendo de que tanto se aleja dicho valor del número 1. En el ejemplo presentado en la Guía para el cálculo del Índice de Perfil de Donante Renal, una Mediana KDRI de 1.54 se interpreta como que el riñón a trasplantar tiene 1.54 veces más riesgo de producir rechazo de injerto comparado con el riesgo que presentó la cohorte 2007-2017 de la OPTN. El anexo 11.1 corresponde al ejemplo de cómo se realiza el cálculo del KDRI y KDPI de un donante cadavérico de riñón, detallando su proceso y su interpretación.^{9,46,47}

2.2.3.5.6 Cálculo del índice de perfil de donante renal

Una vez se obtiene la Mediana KDRI se puede obtener un valor porcentual del riesgo de rechazo de dicho riñón. Esto se realiza ubicando la Mediana KDRI en la tabla de conversión KDRI a KDPI. Esta tabla tiene todos los valores de KDPI para cada Mediana KDRI (Ver figura 11.1 en Anexos). El KDPI adquiere un valor porcentual con el cual se realiza la interpretación.^{9,46,47}

2.2.3.5.7 Interpretación del Índice de perfil de donante renal

El porcentaje obtenido identifica la calidad del riñón y la longevidad que este puede presentar. Para interpretar este porcentaje la OPTN recomienda los siguientes puntos de corte:

- KDPI menor de 35%: Donador ideal
- KDPI entre 35.1 a 84.9%: Donador estándar
- KDPI mayor de 85%: Donador no ideal

La mayoría de los donantes cadavéricos se ubican con KDPI entre 21 a 85%.^{9,46-47} La Guía para el cálculo del Índice del Perfil de Donante renal presenta los siguientes ejemplos de la interpretación del KDPI con su porcentaje:

- Un donante cadavérico con un KDPI de 20% tiene un KDRI por encima del 19% de la población de donadores de la cohorte 2007-2017. Esto significa que tiene 20% más riesgo de presentar rechazo de injerto que los riñones de la cohorte 2007-2017.
- Un donante cadavérico con un KDPI de 100% tiene un KDRI que está por encima del valor máximo de riesgo observado en la cohorte 2007-2017.^{9, 46, 47}

Los donadores ideales deben ser priorizados para la obtención de riñones ya que se ha demostrado que tienen mejor calidad y mayor longevidad de injerto. Otras instituciones recomiendan distribuir la población en cuartiles y han definido como donantes cadavéricos ideales aquellos que se encuentren por debajo del cuartil 1 o 25 percentil.^{9, 46, 47}

Estos porcentajes pueden ser ubicados en una tabla de años estimados de supervivencia de injerto renal para identificar cuál es la cantidad de años funcionales de dicho riñón. Sin embargo, debido a que este instrumento solo considera las características del donador, pero no las del receptor, no se recomienda para la toma de decisiones basadas en expectativas de tiempo donde se espera otorgar al receptor un periodo de supervivencia estimado del injerto.^{9, 46, 47}

En la actualidad, el cálculo del KDPI y el KDRI se pueden hacer de manera automática mediante la página en línea DonorNet® de la UNOS de Estados Unidos. DonorNet® es una calculadora virtual donde se colocan los valores de las variables antes mencionadas y la interface procede a realizar el cálculo matemático con todas las consideraciones ya expuestas. El valor que expresa es el porcentaje según el KDPI, junto con una interpretación del resultado.⁴⁸

2.2.3.5.8 Limitaciones del índice de perfil de donante renal

El KDPI debe utilizarse como una ayuda terapéutica para evaluar la calidad de los riñones de un donante cadavérico, pero no debe utilizarse como una herramienta para decisiones definitivas. Entre las principales limitantes que se han identificado de esta herramienta son las siguientes:

- Algunos pacientes pueden presentar KDPI con el mismo porcentaje, pero no padecer de las mismas patologías. En el ejemplo presentado por la Guía para calcular el Índice de Perfil de Donante Renal se consideran 2 pacientes con el mismo KDPI pero uno de ellos tiene historia de hipertensión arterial y el otro no. El antecedente de hipertensión arterial es más relevante para la calidad de ese riñón que el KDPI y debe ser considerado por el médico especialista al tomar la decisión.⁴⁷⁻⁴⁸
- A pesar que la OPTN recomienda un KDPI menor a 35% como candidato ideal para la donación cadavérica de riñón, esto debe ajustarse para cada población según sus

características. Esto es debido a que las características de cada población son distintas y pueden tener pronósticos diferentes.⁴⁷⁻⁴⁸

- Tiene un valor predictivo de 0.60. El KDPI no está calificado como una herramienta para diferenciar por sí misma, con suficiente confianza, la calidad de los riñones. Se recomienda que sea acompañada de otros estudios como el ultrasonido y la biopsia de riñón. Sin embargo, para estudios científicos y para programas de obtención de órganos se ha validado en múltiples ocasiones.⁴⁷⁻⁴⁸
- El KDPI fue diseñado para estimar la longevidad de los riñones de pacientes adultos cadavéricos. No está diseñada para calcular la longevidad de donadores vivos o pacientes pediátricos.⁴⁷⁻⁴⁸
- El KDPI determina la probabilidad de rechazo de injerto de riñón únicamente. No está condicionada para determinar la probabilidad de rechazo de otros órganos, para los cuales existen escalas de clasificación específicas. Tampoco ha sido validada para determinar la probabilidad de que un injerto renal produzca enfermedad de injerto contra huésped.⁴⁷⁻⁴⁸

2.3 Marco teórico

2.3.1 Teoría del juego

La teoría del juego fue originalmente planteada en 1944 por los teóricos Von Neumann y Morgenstern con el objetivo de analizar y mejorar los sistemas económicos. Para ello, los sistemas económicos no se comportan con las reglas de la matemática, sino que lo realizan como un juego de equipos con estrategias, donde las decisiones predicen los resultados siempre y cuando el equipo las realice. En el campo de la salud, la teoría del juego se entiende como el estudio de las decisiones basadas en estrategias mediante modelos matemáticos de conflicto y cooperación que conllevan a decisiones razonables.⁴⁹

Esta teoría ha sido aplicada en el campo de la donación de órganos mediante la implementación de puntuaciones para calificar tanto a los donadores como a los donantes. De esta manera, se puede objetivar las razones por las que se decide el trasplante de un órgano específico a un receptor específico mediante modelos matemáticos que predicen variables de importancia como índice de rechazo, probabilidad de enfermedad de huésped contra injerto y años estimados de vida.⁴⁹

2.4 Marco geográfico

En el departamento de Guatemala se reporta la prevalencia más alta de accidentes de tránsito y consultas por traumatismos del país. En el año 2017 se reportaron 2,128 accidentes de tránsito que involucraron aproximadamente a 7,500 personas, de las cuales 1,612 requirieron atención hospitalaria y 356 fallecieron al momento del incidente. El sexo más afectado por los accidentes de tránsito es el sexo masculino y los grupos etarios principalmente afectados corresponden a jóvenes adultos entre 20 y 30 años. En el mismo departamento la tasa de morbilidad por ERC del año 2019 fue de 70 por cada 100,000 habitantes comparada con la tasa promedio de 40 en el resto del país. Así mismo, solo se reportó 1 caso de trasplante renal en el mismo año.^{11, 50}

2.5 Marco institucional

El Hospital Roosevelt es una institución que tiene como objetivo la atención y prevención de la salud de la población guatemalteca que sufre lesiones a causa de trauma. Es el hospital de tercer nivel más grande y especializado del país, con una cobertura de 160,095 emergencias anuales aproximadamente. Este centro asistencial también recibe el mayor número de pacientes por accidentes de tránsito, con un estimado de 1,102 pacientes atendidos por esta patología en el año 2017. De este grupo, los pacientes con lesiones importantes de cráneo son atendidos en la Unidad de Terapia Intensiva de adultos, que para el año 2019 tenía una capacidad de 30 camas para pacientes críticos de carácter quirúrgico, 16 camas para pacientes críticos de carácter médico y 30 para pacientes de atención intermedia.^{12, 22, 51}

2.6 Marco legal

- Ley para la Disposición y Trasplante de Órganos, Tejidos y Células Humanas (Decreto 91-96 modificado en la iniciativa 4712)

Artículo 3.- Principios Generales. En el inciso e) se describe que la información relativa a los donantes y los receptores, en los casos en los que el órgano, tejidos y/o células humanas trasplantadas provenga de un donante cadavérico o de un donante vivo altruista, es considerada confidencial. No podrá facilitarse ni divulgarse información que permita la identificación del donante y del receptor de órganos, tejidos y/o células humanas ya que estos se consideran entregados bajo la garantía de confidencialidad.²⁴

Artículo 3.- De la Disposición de Órganos, Tejidos y Células Humanas. Para los efectos de la presente ley, se entiende por disposición de órganos, tejidos y/o células humanas, a la cesión, extracción, conservación, suministro y utilización de órganos, tejidos y células de seres

humanos o de cadáver humano, para ser utilizadas con fines terapéuticos. La presente definición no incluye a la donación y utilización de sangre humana y sus derivados, lo cual se regula por una ley específica.²⁴

Artículo 7.- Casos de muerte violenta o sospechosa de criminalidad. Cuando se diagnostique la muerte cerebral de un posible donador de órganos, tejidos y/o células humanas y se sospeche de muerte violenta o criminalidad, la obtención de órganos y materiales anatómicos para fines terapéuticos se coordinará con el Ministerio Público, en el menor tiempo posible, el procesamiento del caso para la posterior remisión del cadáver al Instituto Nacional de Ciencias Forenses de Guatemala, adjuntado a la solicitud de necropsia médico legal el certificado de defunción extendido por el médico tratante, el certificado de muerte cerebral y el informe médico del trasplante.²⁴

Artículo 9.- Definiciones. En el inciso k) se define Donador cadavérico: es el cuerpo humano que presenta características clínicas de muerte cerebral o parada cardio respiratoria, de acuerdo a los criterios de diagnóstico establecidos en el presente artículo y que él o sus parientes hayan otorgado el consentimiento necesario en su momento, de conformidad con lo establecido en la presente ley y el reglamento respectivo.²⁴

Artículo 9.- Definiciones. En el inciso m) se define Parada cardio respiratoria: es la inequívoca ausencia de respiración espontánea y de latido cardiaco, irreversible y permanente; demostrado por la falta de pulso central o por trazo electrocardiográfico plano.²⁴

Artículo 9.- Definiciones. En el inciso o) se define Muerte cerebral: estado clínico caracterizado por:

- i. Ausencia de respuesta cerebral;
- ii. Ausencia de respiración espontánea;
- iii. Ausencia de actividad cerebral cortical y de reflejos de tallo, con perdida absoluta o irreversible de la conciencia, secundaria a una lesión estructural cerebral evidente;
- iv. Inactividad bioeléctrica cerebral que debe evidenciarse por electroencefalograma plano que no se modifique con estímulo alguno.

Los signos citados anteriormente no serán suficientes ante situación de hipotermia menor a 32 grados centígrados o administración de drogas depresoras del sistema nervioso central. Para garantizar la irreversibilidad de las circunstancias contenidas en los párrafos anteriores, las mismas deberán persistir durante seis horas como mínimo, comprobados mediante reevaluación. Adicionalmente se podrá utilizar cualquier otro recurso de diagnóstico que la tecnología médica

pueda aportar, para confirmar el diagnóstico de muerte cerebral. Para la determinación de muerte cerebral, es requisito indispensable contar con el dictamen favorable de al menos de dos (2) médicos y cirujanos colegiados activos tal y como lo establece la presente ley.²⁴

Artículo 21.- Consentimiento para donación en caso de donador cadavérico. La donación de órganos, tejidos y/o células provenientes de donador cadavérico, se dará en los siguientes casos:

- a) Si el donador otorgó en vida su consentimiento en la forma establecida en ley el mismo no podrá ser revocado;
- b) Si el donador en vida no otorgó consentimiento para donar, la disposición de órganos, tejidos y/o células humanas con fines terapéuticos puede consentirse también para quienes sean sus familiares en el siguiente orden
 - a. El cónyuge o el conviviente legal, siempre y cuando esté debidamente inscrita la unión.
 - b. Los parientes en los grados de ley que establece el Código Civil.

El Coordinador de Trasplantes Intrahospitalario deberá informar, mediante una entrevista personal, a los familiares sobre la naturaleza del procedimiento y la forma como se llevará a cabo.²⁴

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo general

Caracterizar clínica y bioquímicamente a los pacientes mayores de 18 años fallecidos por trauma craneoencefálico durante el periodo del 1 de enero del 2017 al 31 de diciembre del 2019 como potenciales donadores de riñón en la Unidad de Terapia Intensiva de adultos del Hospital Roosevelt

3.2 Objetivos específicos

- 3.2.1 Describir las características clínicas de los pacientes con defunción por trauma craneoencefálico.
- 3.2.2 Describir las características bioquímicas de los pacientes con defunción por trauma craneoencefálico.
- 3.2.3 Identificar el índice de perfil de donante renal en los pacientes con defunción por trauma craneoencefálico

4. POBLACIÓN Y MÉTODOS

4.1 Enfoque y diseño de la investigación

Investigación retrospectiva y descriptiva.

4.2 Unidad de análisis y de información

4.2.1 Unidad de análisis

Pacientes fallecidos con TCE

4.2.2 Unidad de información

Expedientes clínicos de pacientes mayores de 18 años que ingresaron al Hospital Roosevelt con diagnóstico de TCE y que fallecieron durante su hospitalización en la Unidad de Terapia Intensiva durante el periodo del 1 de enero del 2017 al 31 de diciembre del 2019.

4.3 Población y muestra

4.3.1 Población diana

Sujetos mayores de 18 años del departamento de Guatemala que sufrieron traumatismos de cráneo entre el 1 de enero 2017 y el 31 de diciembre de 2019.

4.3.2 Población de estudio

Pacientes mayores de 18 años que fueron atendidos y fallecieron por TCE en la Unidad de Terapia Intensiva de adultos del Hospital Roosevelt del 1 de enero del 2017 al 31 de diciembre del 2019. De acuerdo a la información obtenida de las bases de datos epidemiológicas del Hospital Roosevelt se reportaron 238 casos con las características de la población a estudiar.

4.3.3 Muestra

Este estudio no utilizó cálculo de tamaño de muestra debido a que se utilizaron todos los expedientes clínicos de los pacientes que cumplían con los criterios de selección y estuvieran disponibles para su revisión.

4.4 Selección de los sujetos a estudio

4.4.1 Criterios de inclusión

- Expedientes clínicos de pacientes masculinos y femeninos mayores de 18 años que presentaron TCE dentro de los diagnósticos de ingreso.

- Pacientes con TCE sin padecimientos autoinmunes

4.4.2 Criterios de exclusión

- Expedientes extraviados, en mal estado general o con información extraviada que no pudo ser recuperada durante el tiempo del estudio.
- Expedientes con letra ilegible.
- Expedientes de pacientes que fueron trasladados de otro hospital hacia el Hospital Roosevelt para seguimiento de TCE.

4.5 Definición y operacionalización de las variables

Tabla 4.1 Definición y operacionalización de las variables

Macro variable	Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Tipo de variable	Escala de medición	Unidad de medición/ criterio de clasificación
Características demográficas	Edad	Tiempo en años de un paciente desde su nacimiento. ⁵²	Tiempo registrado en el expediente clínico que ha pasado desde el nacimiento del paciente a su defunción.	Numérica, discreta	Razón	<ul style="list-style-type: none"> • Años
	Sexo	Condición fenotípica y genotípica que distingue biológicamente a los hombres de las mujeres. ⁵²	Sexo registrado en la boleta de admisión del expediente clínico del paciente según la clasificación fenotípica de masculino o femenino.	Categórica, dicotómica	Nominal	<ul style="list-style-type: none"> • Masculino • Femenino
	Etnia	Un grupo de personas con una herencia cultural en común que los coloca aparte de las otras personas en una serie de relaciones sociales y comparte factores culturales como idioma, dieta, religión, etcétera. ³⁹	Etnia o grupo cultural registrado en la boleta de admisión dentro del expediente clínico del paciente que identifica la herencia cultural del mismo.	Categórica policotómica	Nominal	<ul style="list-style-type: none"> • Ladino • Garífuna o afrodescendiente • Xinca • Maya • Otro
Características clínicas	Antecedente de diabetes mellitus	Grupo heterogéneo de trastornos caracterizados por hiperglucemia e intolerancia a la glucosa. ³⁹	Antecedente médico de diabetes mellitus, o el consumo de medicamentos hipoglucemiantes previo a la hospitalización del paciente y que este registrado en el expediente clínico.	Categórica policotómica	Nominal	<ul style="list-style-type: none"> • Sí • No • Desconocido

(Continua)

(Continuación)

Macro variable	Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Tipo de variable	Escala de medición	Unidad de medición/ criterio de clasificación
Características clínicas	Diagnóstico de muerte cerebral.	El estado de cese prolongado e irreversible de la actividad cerebral, incluyendo el tallo cerebral. ³⁹	Diagnóstico de muerte cerebral que se haya realizado clínicamente o mediante exámenes complementarios reportados en el expediente clínico	Categórica dicotómica	Nominal	<ul style="list-style-type: none">• Sí fue diagnosticado con muerte cerebral• No fue diagnosticado con muerte cerebral
	Antecedente de hipertensión arterial	Antecedente médico de presión sanguínea arterial sistémica persistentemente elevada, o uso de medicamentos antihipertensivos para su control. ³⁹	Antecedente médico de hipertensión arterial o uso de medicamentos antihipertensivos por el paciente previo a ser hospitalizado, registrado en el expediente clínico.	Categórica policotómica	Nominal	<ul style="list-style-type: none">• Sí• No• Desconocido
	Estatura	Distancia desde la base a la parte más alta de la cabeza, con el cuerpo en postura erecta sobre una superficie plana y totalmente estirado. ⁵²	Estatura registrada en el expediente clínico del paciente durante su hospitalización.	Numérica, continua	Razón	<ul style="list-style-type: none">• Centímetros (cm)
	Peso corporal	Masa o cantidad de peso de un individuo. Se expresa en libras o kilogramos. ⁵²	Peso corporal registrado en el expediente clínico del paciente registrado 48 horas previo a su defunción, expresado en kilogramos. Para pesos en libras se realizó la conversión por medio del factor 1kg = 2.2 libras.	Numérica, continua	Razón	<ul style="list-style-type: none">• Kilogramos (kg)

(Continúa)

(Continuación)

Macro variable	Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Tipo de variable	Escala de medición	Unidad de medición/ criterio de clasificación
Características clínicas	Índice de masa corporal	Indicador de la densidad corporal determinada por el peso y la estatura. ⁵²	Índice de masa corporal registrado en el expediente, registrado en kg/m ² .	Numérica continua	Razón	<ul style="list-style-type: none"> • Kg/m²
	Severidad del trauma cráneo encefálico	La determinación de las secuelas de la lesión cerebral producto de un trauma repentino medido por la escala de coma de Glasgow. ⁵³	La severidad asignada al TCE y registrado en el expediente clínico a su ingreso se acuerdo a la siguiente puntuación: <ul style="list-style-type: none"> • TCE Leve: 15 a 13 • TCE Moderado: 12 a 9 • TCE Severo: menor de 8 	Categórica, policotómica	Nominal	<ul style="list-style-type: none"> • TCE Leve • TCE Moderado • TCE Severo
	Existencia de contraindicación a la donación de órgano sólido	Condición asociada con un receptor que hace que el uso de un procedimiento sea desaconsejable. ⁵³	Condiciones registradas en el expediente clínico como contraindicaciones absolutas de donación de órgano sólido: <ul style="list-style-type: none"> • Infección por VIH, virus linfotrópico humano, rabia, virus del Nilo Occidental ó coriomeningitis • Enfermedad de Cruetzfeld Jakob • Enfermedad renal crónica • Neoplasia maligna • Anemia falciforme • Mielodisplasia • Encefalitis por cryptococo • Tuberculosis activa 	Categórica dicotómica	Nominal	<ul style="list-style-type: none"> • Sí • No

(Continuación)

Macro variable	Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Tipo de variable	Escala de medición	Unidad de medición/ criterio de clasificación
Características bioquímicas	Creatinina sérica	Producto final del metabolismo de aminoácidos en los tejidos de los vertebrados. ⁵³	Creatinina sérica reportada en el expediente clínico 48 horas previo a la defunción.	Numérica, continua	Razón	<ul style="list-style-type: none"> Miligramos por decilitro (mg/dL)
	Estado serológico de hepatitis C	Inmunidad celular producida por ser portador del ARN Virus de la Hepatitis C. ⁵³	<p>Estado serológico de hepatitis C registrado en el expediente clínico del paciente según el siguiente criterio:</p> <ul style="list-style-type: none"> Serología positiva: examen de detección de RNA viral de Hepatitis C calificado como “positivo” o carga viral detectable de Hepatitis C reportada en el expediente clínico. Serología negativa: examen de detección de RNA viral de Hepatitis C calificado como “negativo” o carga viral indetectable de Hepatitis C reportada en el expediente clínico. Serología desconocida: no se reporta ningún examen de detección de RNA de Hepatitis C. 	Categoría, policotómica	Nominal	<ul style="list-style-type: none"> Serología positiva Serología negativa Serología desconocida

Fuente: Elaboración propia

4.6 Recolección de datos

4.6.1 Técnicas

La técnica de recolección de datos aplicada fue la revisión retrospectiva de los expedientes clínicos de los pacientes mayores de 18 años que fueron ingresados por TCE y fallecieron en la Unidad de Terapia Intensiva de adultos del Hospital Roosevelt.

4.6.2 Procesos

- Presentación y aprobación de anteproyecto ante la Unidad de Coordinación de trabajos de graduación (COTRAG).
- Presentación y aprobación de protocolo ante la COTRAG.
- Solicitud de base de datos de los pacientes fallecidos en la Unidad de Terapia Intensiva del Hospital Roosevelt.
- Filtrado de expedientes clínicos según diagnóstico de deceso.
- Redacción de carta ante unidad de Estadística con solicitud de registros clínicos de pacientes fallecidos del año 2017 al año 2019 con diagnóstico de TCE.
- Revisión de expedientes de acuerdo al reglamento de la unidad de Estadística del Hospital Roosevelt: lunes, miércoles y viernes en horario de 10:00 AM a 12:00 AM.
- Extracción de información pertinente a las características de interés mediante revisión retrospectiva de los expedientes clínicos.
- Tabulación digital de los valores de cada variable mediante la plataforma virtual CastorEDC®.
- Verificación de la calidad de los datos utilizando el programa Microsoft Excel® versión 2019 mediante estrategias de rastreo de casos incompletos y limpieza de base de datos.
- Aplicación de mecanismos de aseguramiento de la confidencialidad de los datos sensibles como cambio de fechas con preservación de temporalidad e identificación y omisión de nombres propios.

4.6.3 Instrumentos

El instrumento de recolección de datos utilizado en esta investigación es de elaboración propia. Se fundamentó en los estudios previamente mencionados en el marco de antecedentes y los datos solicitados para el cálculo del índice de perfil de donante renal en la página web de DonorNet®. La boleta de recolección de datos es electrónica y se dividió en tres secciones:

identificación del expediente clínico y características demográficas, características clínicas, y características bioquímicas. Estas secciones fueron divididas con cada una de las características consideradas en este estudio, con cuadros de texto libre para registrar cada uno de los datos según la unidad de medición solicitada. Las secciones previamente descritas están redactadas en correlación de contenido y orden a lo presentado en la página web de DonorNet® para facilitar el cálculo del índice de perfil de donante renal (Ver anexo 11.2)

4.7 Procesamiento y análisis de datos

4.7.1 Procesamiento de datos

La recolección de los datos se realizó de manera electrónica a través de la interface diseñada por el programa CastorEDC®. Las boletas fueron ordenadas correlativamente y registradas apegándose al sistema de clasificación adoptado por el hospital. Las variables fueron evaluadas, según su pertinencia o no, en el cálculo del índice de perfil de donante renal según lo expuesto en la Tabla 3.2. Posteriormente, se procedió a calcular el KDPI para cada uno de los expedientes utilizando la calculadora virtual de DonorNet® obteniendo el valor de porcentaje de KDPI.

Este valor fue registrado en cada boleta asegurándose la pertenencia al expediente que se estaba valorando. Los cálculos se verificaron nuevamente con cada uno de los registros para asegurarse que el KDPI registrado en la boleta correspondía al expediente clínico evaluado en ese momento. Con los datos registrados se elaboró una base de datos digital que fue manejada mediante el programa Microsoft Excel® versión 2019 para generar los resultados necesarios para el análisis posterior. Para facilitar dicho análisis, códigos numéricos fueron asignados a cada una de las unidades de medición y categorías de las variables según la tabla 4.2. A continuación se presenta las escalas naturales en las cuales fueron extraídos los valores de las variables:

- **Características demográficas**
 - **Edad:** la variable fue registrada en la boleta de recolección de datos en su escala natural de años de vida del paciente.
- **Características clínicas**
 - **Índice de masa corporal:** el valor de esta variable se obtuvo relacionando las variables «peso corporal» y «estatura» de acuerdo a la ecuación de Quetelet⁵⁴ como se presenta a continuación:

$$\text{Indice de Masa Corporal (IMC)} = \frac{\text{Peso en Kilogramos}}{\left(\frac{\text{Estatura en centímetros}}{100}\right)^2}$$

- **Severidad del trauma craneoencefálico:** la variable fue registrada en su escala natural de puntos de escala de coma de Glasgow.

- **Características bioquímicas**

- **Creatinina:** la variable fue registrada en la boleta de recolección de datos en su escala natural de miligramos por decilitro.

Tabla 4.2 Codificación de variables a estudio en boleta de recolección de datos

Macro variable	Variable	Categoría	Codificación
Registro de boleta	Fecha de consulta de expediente	Fecha	Fecha
	Registro médico	Registro médico	Registro
	Número de boleta	Boleta	Número
Características demográficas	Edad	Edad	Años
	Sexo	Femenino	1
		Masculino	2
	Etnia	Ladino	1
		Garífuna o afrodescendiente	2
		Xinca	3
		Maya	4
Otros	5		
Características clínicas	Estatura	Estatura en centímetros	cm
	Peso corporal	Peso en kilogramos	kg
	Índice de masa corporal	Kilogramos por metro cuadrado	kg/m ²
		TCE Leve	1
		TCE Moderado	2
	Severidad del trauma craneoencefálico	TCE Severo	3
		Sí	1
		No	2
	Antecedente de diabetes mellitus	Desconocido	3
		Sí fue diagnosticado con muerte cerebral	1
		No fue diagnosticado con muerte cerebral	2
	Antecedente de hipertensión arterial	Sí	1
		No	2
		Desconocido	3
	Existencia de contraindicación a donación de órgano sólido	Sí	1
No		2	
Características bioquímicas	Creatinina sérica	Miligramos por decilitro	mg/dl
	Estado serológico de Hepatitis C	Serología positiva	1
		Serología negativa	2
		Serología desconocida	3

Fuente: Elaboración propia

4.7.2 Análisis de datos

Al momento de contar con la base de datos completa, el análisis de datos se realizó en dos etapas utilizando técnicas de estadística descriptiva según la definición operacional de cada una de las variables y los objetivos propuestos en la investigación. A continuación, se detalla cada etapa del análisis y el aporte que cumplió para alcanzar los objetivos propuestos para esta investigación:

4.7.2.1 Etapa 1: Análisis individual de las variables de estudio

Las variables fueron categorizadas utilizando el programa Microsoft Excel® versión 2019 y analizadas según la definición operacional y la unidad de medición como se presenta a continuación. Para cumplir con el primer y segundo objetivo de la investigación se analizaron las variables de la siguiente manera:

- **Características demográficas**

- **Edad:** los datos ingresados fueron clasificados según los siguientes rangos presentado por los Descriptores de Ciencias de la Salud³⁹ para su interpretación y análisis:
 - Adulto joven: mayores de 18 a 24 años.
 - Adulto: entre 25 y 44 años.
 - Adulto mayor: entre 45 y 64 años.
 - Anciano: entre 65 y 80 años.
 - Anciano de más de 80 años: mayor de 80 años.

Como una variable numérica discreta de razón, se utilizaron las medidas de tendencia central «promedio» y «moda» y la medida de dispersión «desviación estándar». Las categorías presentadas fueron organizadas en una tabla de frecuencias simple con porcentaje. Se calcularon porcentajes por cada rango de edad según el total de las edades registradas, de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$\text{Porcentaje} = \frac{\text{Número de eventos registrados}}{\text{Población total en la que se registraron los eventos}} \times 100$$

- **Sexo:** como una variable categórica dicotómica nominal, los datos obtenidos fueron ingresados en una tabla de frecuencias simple y porcentajes.

- **Etnia:** como una variable categórica policotómica nominal, los datos recopilados en esta variable fueron analizados en frecuencias simples y porcentajes.

- **Características clínicas:**

- **Estatura:** como una variable numérica continua de razón, se calcularon las medidas de tendencia central «media, mediana y moda».
- **Peso corporal:** catalogada como una variable numérica continua de razón, el análisis se realizó mediante estadísticos como las medidas de tendencia central «media, mediana y moda».
- **Índice de masa corporal:** catalogada como una variable numérica de razón, el valor de esta variable se presentó con medidas de tendencia central «media, moda y mediana». Además, los resultados fueron distribuidos en las categorías de índice de masa corporal de acuerdo a los Descriptores de Ciencias de la Salud⁴⁰ como se presenta a continuación:
 - Bajo peso: menor de 18.5 kg/m²
 - Peso normal: entre 18.5 y 24.9 kg/m²
 - Sobrepeso: entre 25 y 30 kg/m²
 - Obesidad: mayor de 30 kg/m²
- **Severidad del trauma craneoencefálico:** los resultados fueron distribuidos por categorías según la escala de coma de Glasgow como se presenta a continuación:
 - TCE Leve: puntuación entre 13 a 15
 - TCE Moderado: puntuación entre 9 a 12
 - TCE Grave: puntuación entre 8 a 3

Catalogada como una variable tipo categórica con escala de medición nominal, esta variable fue evaluada con una tabla de frecuencias simples con porcentaje.

- **Antecedente de hipertensión arterial:** como una variable categórica policotómica nominal se utilizó una tabla de frecuencias simple con porcentaje para su análisis.

- **Diagnóstico de muerte cerebral:** debido a su naturaleza como variable nominal de tipo categórica los resultados se presentaron en una tabla de frecuencias simple con porcentaje para su análisis.
 - **Antecedente de diabetes mellitus:** por ser una variable categórica policotómica nominal se utilizó una tabla de frecuencias simple con porcentajes para su análisis posterior.
 - **Contraindicación absoluta a la donación de órgano sólido:** como una variable de escala nominal y de tipo categórica, los resultados se presentaron en una tabla de frecuencias y porcentajes simple. Las contraindicaciones absolutas que fueron consideradas se describen en la Tabla 4.1.
- **Características bioquímicas**
 - **Creatinina:** siendo una variable numérica continua de razón sus valores fueron analizados con las medidas de tendencia central. Las categorías fueron analizadas con tablas de frecuencias simple y porcentaje. Además, los valores fueron clasificados de acuerdo a la siguiente escala presentada por la OPTN⁹:
 - Creatinina normal: ≤ 1.4 mg/dL⁵⁵
 - Creatinina elevada: > 1.5 mg/dL⁵⁵
 - **Estado serológico de Hepatitis C:** por ser una variable categórica de escala nominal, los resultados son presentados en una tabla de frecuencias simple con porcentajes.

4.7.2.2 Etapa 2: Cálculo del índice de perfil de donante renal

Una vez todas las variables necesarias para el cálculo de KDPI fueron registradas en el instrumento de recolección de datos se procedió a realizar el cálculo del KDRI y KDPI. El cálculo se realizó únicamente para los registros que no contenían contraindicaciones absolutas para la donación de órganos sólidos. Para su cálculo, se utilizó la calculadora digital de DonorNet[®]. Las variables fueron utilizadas según los criterios presentados en la Tabla 2.3. Para la variable clínica «causa de muerte» se registró trauma craneoencefálico en todos los pacientes.

DonorNet[®] generó el valor de KDPI en porcentaje, el cual se procedió a registrar en la boleta de recolección de datos del expediente clínico del paciente. El valor fue calculado

nuevamente como método de verificación. Los valores fueron clasificados según la escala sugerida por la OPTN para valorar a los donadores:

- KDPI menor de 35%: Donador ideal
- KDPI entre 35.1 a 84.9%: Donador estándar
- KDPI mayor de 85%: Donador no ideal

Para el tercer objetivo se tabularon los datos de los pacientes según el Índice de Perfil de Donante Renal calculado en frecuencias simples con porcentaje.

4.8 Alcances y limitaciones de la investigación

4.8.1 Alcances

La investigación tuvo un alcance descriptivo no analítico. Los resultados sirven para establecer una línea base de conocimiento de estadísticas descriptivas sobre donadores potenciales de riñón fallecidos por trauma craneoencefálico especificando sus características demográficas, clínicas y bioquímicas. Su objetivo fue recolectar y presentar información de cada variable de forma independiente sin establecer la relación estadística entre ellas.

4.9 Limitaciones.

Debido al diseño descriptivo de la investigación, los resultados derivados no pueden establecer o confirmar las relaciones estadísticas de significancia entre las variables. Debido a la temporalidad de la investigación de carácter retrospectivo los hallazgos se limitan a la población estudiada en el tiempo establecido y no se pueden hacer generalizaciones de otros periodos de tiempo o de relaciones atemporales. Además, por ser una investigación descriptiva con expedientes se pueden presentar los siguientes sesgos:

- Sesgo de selección: ocurre al seleccionar solo los expedientes disponibles o los expedientes con papelería completa, excluyendo expedientes de la población de estudio cuya información podría potencialmente alterar los resultados de la investigación.
- Sesgo de información: debido a que los expedientes son manejados por múltiples trabajadores de salud, la inconsistencia en la forma de registrar la información puede alterar los valores registrados en cada variable.

4.10 Aspectos éticos de la investigación

4.10.1 Principios éticos generales

- Principio ético de respeto: se mantuvo el respeto durante la investigación al manejar los datos obtenidos con cautela y confidencialidad. También se respetó el derecho a la vida privada y la confidencialidad de la información tanto de los pacientes como del personal asistencial mencionado en los expedientes al recaudar únicamente la información pertinente a la investigación y evitando los identificadores personales de los mismos.
- Principio ético de beneficencia: durante la realización de esta investigación la beneficencia fue reflejada al presentar información reciente acerca de las características clínicas y bioquímicas de los pacientes con TCE como potenciales donadores de riñón hacia el Hospital Roosevelt, ayudando a fortalecer las instituciones encargadas de los programas de donación de órganos con datos relacionados a la potencialidad de donación de órganos de los pacientes con traumatismo de cráneo. No hay un beneficio directo a los pacientes fallecidos por TCE involucrados en esta investigación; sin embargo, con la información obtenida se puede apoyar a la población con ERC de Guatemala al informar sobre el panorama actual de pacientes donadores cadavéricos de riñón y de esa manera aumentar las opciones de tratamiento para esta población.
- Principio ético de no maleficencia: la no maleficencia en la investigación se vigiló al asegurarse que la información presentada no fuera perjudicial para el personal de salud que pueda ser vinculado al expediente clínico. Esto se realizó al extraer únicamente la información asociada a las variables de estudio evitando los identificadores personales.
- Principio ético de justicia: este principio ético se respetó al incluir a todos los pacientes sin distinción de edad, etnia o género. También se aplicó el valor de la honestidad al presentar la información obtenida de los expedientes clínicos sin alteraciones u omisiones.

4.10.2 Declaración de conflictos de interés

- El asesor y revisor de esta investigación declaran no tener conflictos de intereses.

4.10.3 Pautas éticas del Consejo de Organizaciones Internacionales de las Ciencias Médicas (CIOMS)

- **Pauta 1: Valor social y científico, y respeto de los derechos:** el valor social del estudio radica en la poca información existente que describa la mortalidad y las características clínicas y bioquímicas de los pacientes que presentan TCE como potenciales donadores de riñón en el departamento de Guatemala. Durante el proceso de investigación, se vigiló el respeto de los derechos de los pacientes cuyos expedientes clínicos fueron sujeto de estudio. El principal derecho que se custodió fue la confidencialidad al manejar los datos que se procesarán y analizarán.
- **Pauta 4: Posibles beneficios individuales y riesgos de participar en una investigación:** la presente investigación fue sometida a revisión por parte de la COTRAG y el Comité de Bioética de la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad de San Carlos de Guatemala y el departamento de Docencia e Investigación del Hospital Roosevelt. Dichas entidades fueron las encargadas de verificar y aprobar la investigación de acuerdo a sus beneficios y riesgos, confirmando la categoría de riesgo que establezca las medidas necesarias para proteger la información.
- **Pauta 10: Modificaciones y dispensas del consentimiento informado:** debido a que no es posible obtener consentimiento individual de los participantes, se solicitó al comité de bioética la exención del requisito de consentimiento informado bajo la conclusión de que no era viable realizar la investigación sin la revisión de los expedientes clínicos. También se hizo énfasis en que la investigación se enfocó en complementar la información que existe sobre potenciales donadores de riñón en pacientes fallecidos por trauma de cráneo lo cual tiene un valor social importante para impulsar los programas de donación cadavérica de riñón. De la misma manera, se solicitó dicha exención asegurando que existía un riesgo mínimo para la información de los participantes y los identificadores de otros trabajadores de salud involucrados aseverando el cumplimiento de los principios éticos mencionados con anterioridad.
- **Pauta 24: Rendición pública de cuentas sobre la investigación relacionada con la salud:** posterior a recolectar, analizar e interpretar los datos, se cumplió con los requisitos estipulados por la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad de San Carlos de Guatemala para hacer de conocimiento público los resultados del estudio

por los medios físico y virtual. Así mismo se cumplieron los requisitos estipulados para los proyectos de investigación realizados en el Hospital Roosevelt al entregar dicha información a las autoridades pertinentes para su revisión y autorización.

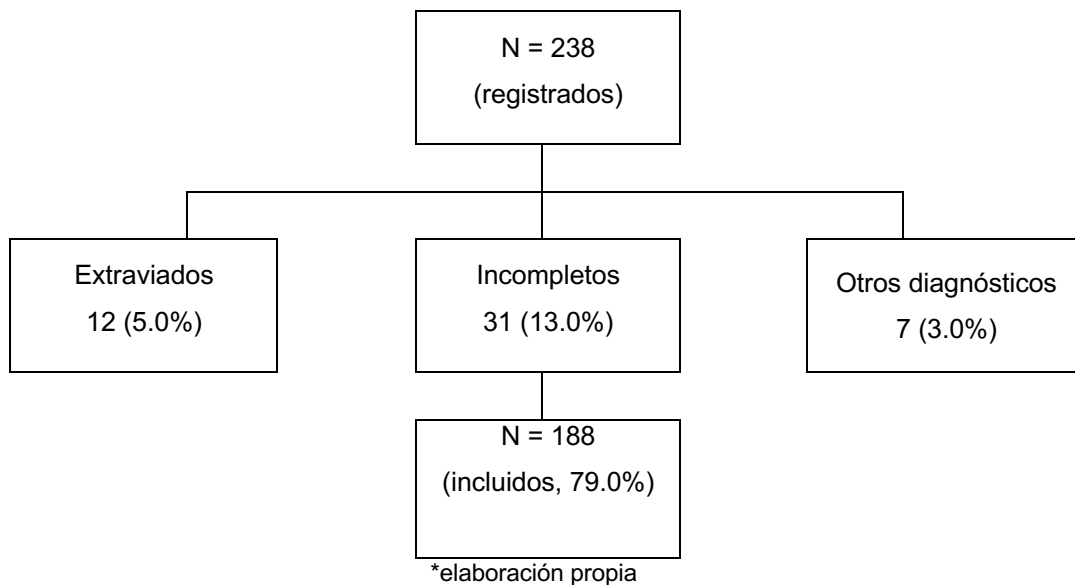
4.10.4 Categoría de riesgo

De acuerdo al análisis de principios éticos mediante las pautas éticas CIOMS, se recomendó que este estudio fuese catalogado como categoría de riesgo I o Riesgo mínimo. El dictamen bioético fue aprobado el 07 de junio del 2021 por el Comité de Bioética en Investigación en Salud de la Facultad de Ciencias Médicas bajo el código 005-2021.

5. RESULTADOS

Se solicitaron 238 expedientes de pacientes fallecidos por TCE registrados en las bases epidemiológicas de mortalidad en la Unidad de Terapia Intensiva de adultos del Hospital Roosevelt. De estos expedientes, un total de 188 (79.0%) cumplían con los criterios de inclusión y contaban con la información necesaria para realizar el cálculo del KDRI y del KDPI. A continuación, se detalla en proceso de selección de los expedientes y los resultados obtenidos de esta investigación:

Flujograma 5.1 Distribución de la muestra de expedientes de pacientes que ingresaron y fallecieron por TCE en la Unidad de Terapia Intensiva de adultos del Hospital Roosevelt del 1 de enero del 2017 al 31 de diciembre del 2019



Los resultados se presentan en el siguiente orden:

- Características demográficas
- Características clínicas
- Características bioquímicas
- Índice de perfil de donante renal en los pacientes con defunción por trauma craneoencefálico

5.1 Características demográficas

Tabla 5.1 Características demográficas de pacientes que ingresaron y fallecieron por TCE en la Unidad de Terapia Intensiva de adultos del Hospital Roosevelt del 1 de enero del 2017 al 31 de diciembre del 2019

Característica	f	%	N=188
Edad ($\chi= 38.3$; Mediana= 35; Moda= 18; $\sigma = 17.2$)			
≥ 18 a 24 años	53	28.2	
25 a 44 años	76	40.4	
45 a 64 años	37	19.7	
65 a 80 años	20	10.6	
> 80 años	2	1.1	
Sexo			
Femenino	27	14.4	
Masculino	161	85.6	
Etnia			
Ladino	124	66.0	
Garífuna o afrodescendiente	1	0.5	
Xinca	0	0	
Maya	48	25.5	
Otro	15	8.0	

5.2 Características clínicas

Tabla 5.2 Características clínicas de pacientes que ingresaron y fallecieron por TCE en la Unidad de Terapia Intensiva de adultos del Hospital Roosevelt durante el 1 de enero del 2017 al 31 de diciembre del 2019

Característica	f	%	N=188
Estatura ($\chi= 163.8$; Mediana= 165; Moda= 165)			
Peso corporal ($\chi= 72.8$; Mediana= 73.2; Moda= 70)			
Índice de masa corporal ($\chi= 24.7$; Med.= 24.4; Moda= 23.3)			
Bajo peso	5	2.7	
Peso normal	103	54.8	
Sobrepeso	76	40.4	
Obesidad	4	2.1	
Severidad del trauma craneoencefálico			
TCE leve	2	1.1	
TCE moderado	36	19.1	
TCE severo	150	79.8	
Antecedente de hipertensión arterial			
Sí	13	7.0	
No	121	64.3	
Desconocido	54	28.7	
Antecedente de diabetes mellitus			
Sí	6	3.2	
No	128	68.1	
Desconocido	54	28.7	

Tabla 5.3 Características clínicas de pacientes que ingresaron y fallecieron por TCE en la Unidad de Terapia Intensiva de adultos del Hospital Roosevelt durante el 1 de enero del 2017 al 31 de diciembre del 2019

Característica	f	%	N=188
Diagnóstico de muerte cerebral			
Sí fue diagnosticado con muerte cerebral	18	9.6	
No fue diagnosticado con muerte cerebral	170	90.4	
Contraindicación absoluta a la donación de órgano sólido			
Sí	13	7.0	
No	175	93.0	

5.3 Características bioquímicas

Tabla 5.4 Características bioquímicas de pacientes que ingresaron y fallecieron por TCE en la Unidad de Terapia Intensiva de adultos del Hospital Roosevelt durante el 1 de enero del 2017 al 31 de diciembre del 2019

Característica	f	%	N=188
Creatinina ($\chi = 1.13$; Mediana = 0.97 ; Moda = 1.12).			
Creatinina normal	171	91.0	
Creatinina elevada	17	9.0	
Estado serológico de hepatitis C			
Serología positiva	4	2.1	
Serología negativa	29	15.4	
Serología desconocida	155	82.4	

5.4 Índice de perfil de donante renal en los pacientes con defunción por trauma craneoencefálico

Tabla 5.5 Índice de perfil de donante renal de pacientes que ingresaron y fallecieron por TCE en la Unidad de Terapia Intensiva de adultos del Hospital Roosevelt durante el 1 de enero del 2017 al 31 de diciembre del 2019

	f	%	N=175
Índice de perfil de donante renal.			
Donador ideal	88	50.3	
Donador estándar	59	33.7	
Donador no ideal	28	16.0	

*Se excluyeron 13 pacientes con contraindicaciones absolutas de donación de órganos

6. DISCUSIÓN

La donación cadavérica de riñón ha sido exitosa a nivel mundial gracias a los esfuerzos enfocados en desarrollar herramientas como el KDPI que ayuda a identificar potenciales donadores de riñón en pacientes con condiciones mortales. Este estudio es uno de los primeros realizados en el Hospital Roosevelt de Guatemala que describe una muestra de pacientes fallecidos por TCE y utiliza el KDPI para determinar los donadores cadavéricos de riñón potencialmente perdidos en este establecimiento. A continuación, se discuten los resultados de acuerdo a los objetivos planteados y su comparación con otros estudios relacionados a la donación de riñones cadavéricos.

Respecto a las características demográficas, el grupo de edad entre 25 y 44 años fue el que presentó el mayor número de defunciones por TCE con 40.4% (76) seguidos de los pacientes entre 18 a 24 años con 28.2% (53). Se evidencia también que 85.6% (161) de los pacientes correspondían al sexo masculino y 66.0% (124) de etnia ladina. Estos resultados siguen un comportamiento similar a los hallazgos reportados en el 2018 en Bolivia y Ecuador donde el 69% de los pacientes fallecidos por TCE eran menores de 40 años y el 87% del sexo masculino.⁸ Los resultados también concuerdan con la epidemiología del TCE en América Latina ya que ocupa uno de los primeros lugares de mortalidad en hombres mayores de 18 años de la región.⁷⁻⁸ Esto evidencia que la mortalidad por TCE reportada en el Hospital Roosevelt se concentra principalmente en adultos jóvenes del sexo masculino, principalmente porque este grupo poblacional se expone a mayor riesgo de accidentes y traumatismos de cráneo.

En relación a las características clínicas, el índice de masa corporal se reportó con una media de 24.7 kg/m² y un 54.8% (103) de los pacientes se encontraban dentro de la clasificación de peso normal. Esta tendencia es similar a lo reportado en el estudio global de índices de masa corporal donde se menciona que en Latinoamérica los jóvenes del sexo masculino tienen mayor tendencia a tener índice de masa corporal normal que el sexo femenino.⁵⁴⁻⁵⁵ Se considera que el comportamiento observado en este estudio responde a la misma tendencia debido a que un gran número de los pacientes incluidos eran jóvenes del sexo masculino que se han caracterizado por ser un grupo poblacional con índice de masa corporal normal. Esto es importante porque un índice de masa corporal normal se asocia con menos complicaciones metabólicas y mejora la probabilidad de un trasplante exitoso de riñón.

El trauma craneoencefálico severo fue la principal forma de severidad de TCE ya que fue reportada en 79.8% (150) de los expedientes clínicos. Varios meta-análisis han determinado que

la probabilidad de fallecer por TCE esta directamente relacionada con la severidad, siendo aquellos con TCE severo quienes poseen la mayor probabilidad de defunción.⁵⁶⁻⁵⁷ Un estudio retrospectivo en 2,084 pacientes con TCE en Guatemala concluyó que más del 80% de los pacientes con TCE severo fallecen.⁵⁸ Debido a que la investigación presente estuvo enfocada en expedientes de pacientes fallecidos con diagnóstico de TCE era la expectativa del investigador que el TCE severo fuera lo más frecuentemente reportado. Otro factor que influye en este resultado es la proporción de pacientes del sexo masculino incluidos los cuales son más propensos a sufrir traumatismos severos de cráneo.

Respecto a los antecedentes clínicos se determinó que un 7.0% (13) de los expedientes reportaron historia de hipertensión arterial y 3.2% (6) de diabetes mellitus. Estudios previos han demostrado que los donadores cadavéricos con historia de diabetes mellitus o hipertensión arterial tienen más probabilidad de producir rechazo de injerto.⁵⁹ Sin embargo, es importante mencionar que la información en 54 expedientes fue insuficiente para determinar la presencia o ausencia de estas condiciones y fueron registrados como antecedente desconocido. A pesar que la prevalencia de estas comorbilidades es baja, se evidencia que existen carencias en los protocolos de atención y registro de comorbilidades en pacientes con lesiones de cráneo lo cual limita la capacidad para determinar el KDPI con mayor exactitud.

En los resultados también se evidencia que 9.6% (18) de los pacientes fallecidos con TCE fueron diagnosticados con muerte cerebral. Estos resultados son similares a lo reportado en un estudio en Canadá donde la proporción de muerte cerebral anual por TCE fue de 8.1%.⁶⁰ Otro estudio realizado en Estados Unidos determinó que la incidencia de muerte cerebral por TCE en 5 años fue de 3.2% por año.⁶¹ Investigaciones previas sobre muerte cerebral en Guatemala sugieren una frecuencia anual de 25 a 37 casos lo cual difiere con los resultados de esta investigación.¹⁰⁻¹¹ Sin embargo, los estudios difieren metodológicamente de esta investigación tanto en la edad de inclusión como en las áreas de estudio lo cual explica la diferencia en los resultados. Los pacientes con diagnóstico de muerte cerebral tienen mejor pronóstico como donadores cadavéricos de riñón ya que permiten preservar la perfusión tisular de los órganos y tomar decisiones con mayor tiempo respecto a la donación cadavérica.

Respecto a las características bioquímicas se evidenció que el 91.0% (171) de los pacientes incluidos reportaron creatinina normal previo a la defunción con una media de 1.13 mg/dl. Esta tendencia es parecida a lo que se ha reportado en Estados Unidos mediante un estudio de número de órganos donados por donador cadavérico. Esta investigación determinó que aquellos pacientes que tienden a donar más de 4 órganos tienen una media de creatinina

normal respecto a aquellos que donan menos órganos. Esto evidencia que la función renal de la mayoría de pacientes con TCE se conserva hasta la defunción mejorando la probabilidad de trasplante exitoso no solo de riñón, sino de otros órganos que deban estudiarse en el futuro.

Otro hallazgo importante se evidenció en la baja frecuencia de serología de Hepatitis C donde el 82.4% (155) de los pacientes no tenía serología realizada. Estudios previos han determinado que el estado serológico de Hepatitis C del donante no influye significativamente en el desenlace del trasplante, pero si influye en la tasa de rechazo a 5 años.⁴⁷⁻⁴⁹ Por esta razón es un requisito indispensable en la mayoría de protocolos de donación cadavérica realizar serología de enfermedades infecciosas, incluyendo VIH, Hepatitis B y C. La baja tasa de exámenes de serología en esta investigación evidencia carencia en la cobertura de tamizaje de pacientes con TCE que debe mejorarse para iniciar un programa de donación cadavérica de órganos.

Respecto al objetivo principal de la investigación, un total de 188 pacientes fueron incluidos en el estudio de los cuales se excluyó el 7.0% (13) por padecer contraindicaciones absolutas a la donación de órganos restando 93.0% (175) expedientes aptos para realizar el cálculo del KDRI y del KDPI. Los resultados evidencian que 50.3% (88) de los pacientes cumplían con el criterio de donador ideal de riñón, 33.7% (59) con el criterio de donador estándar y 16.0% (28) eran donadores no ideales según el KDPI. No existen estudios de donación cadavérica de riñón en Guatemala para hacer una comparación; sin embargo, un estudio de cohorte en Europa reportó resultados similares con 42.3% de los pacientes fallecidos por TCE como donadores ideales de riñón y 10% como donadores estándar, concluyendo que los pacientes con heridas letales de cráneo tienen un potencial excelente como donadores de riñón.⁴⁷

Los hallazgos de esta investigación evidencian que la mitad de los pacientes que ingresaron y fallecieron por TCE en la Unidad de Terapia Intensiva del Hospital Roosevelt del 2017 al 2019 cumplían con los criterios para ser donadores cadavéricos ideales de riñón con una tasa de probabilidad de rechazo de injerto menor al 35%. Considerando en conjunto a los donadores ideales y los donadores estándar se evidencia que aproximadamente el 84% de los pacientes de este estudio podrían haber sido donadores de riñón cadavéricos con tasa favorables de rechazo de injerto. Esto se traduce en aproximadamente 294 riñones (2 por individuo) que podrían haber sido trasplantados. En Guatemala estos datos presentan una gran área de oportunidad para mejorar el panorama de donación ya que en la actualidad solo 13% de todos los trasplantes de riñón son de donadores cadavéricos.^{14,22,62}

Esta investigación cuenta con varias limitantes. El estudio fue solamente realizado en pacientes ingresados en la Unidad de Terapia Intensiva y no consideró aquellos que fueron atendidos en otras áreas de cuidado crítico. El cálculo del KDPI y el KDRI no contempla la atención de pacientes críticamente enfermos como el uso de antibióticos o de aminas vasoactivas que pueden alterar la función renal, lo cual resulta importante para tomar la decisión de donación de riñón. Sin embargo, la investigación aportó datos actualizados sobre el potencial de donación cadavérica de riñón en los pacientes que fallecen por TCE en el hospital de referencia más grande de Guatemala los cuales podrán ser utilizados en los programas de donación de órganos que sean implementados en el futuro. También generó datos demográficos, clínicos y bioquímicos del TCE atendidos en este hospital los cuales deben ayudar a las autoridades correspondientes para asegurar un programa de donación cadavérica efectiva.

7. CONCLUSIONES

- 7.1 Los pacientes fallecidos por trauma craneoencefálico descritos en este estudio fueron predominantemente masculinos entre 25 y 44 años con índice de masa corporal normal, diagnosticados mayoritariamente con TCE severo y con una baja frecuencia de hipertensión arterial y diabetes mellitus.
- 7.2 Las características bioquímicas que predominaron en los pacientes en este estudio fueron los niveles normales de creatinina previo a la defunción y destacaba una baja frecuencia de exámenes de serología para Hepatitis C.
- 7.3 Se identificó que la mitad de los pacientes incluidos en este estudio cumplían con el criterio de donador ideal según el índice de perfil de donante renal y un tercio de los pacientes restantes cumplían con el criterio de donador estándar. Solo 28 casos de 175 calculados fueron catalogados como donadores no ideales de riñón cadavérico.

8. RECOMENDACIONES

Al Hospital Roosevelt

- 8.1 Iniciar un registro digitalizado de las variables relacionadas al cálculo del KDPI para realizar estudios de mayor duración y con bases de datos más amplias conformadas por todos los servicios que atienden pacientes con potencial para ser donadores cadavéricos de riñón.
- 8.2 Implementar un comité de donación cadavérica encargado de velar y dirigir la logística de la donación de órganos en el Hospital Roosevelt y velar por el incremento del tamizaje de enfermedades infecciosas en pacientes con lesiones letales de cráneo.

Al gremio médico

- 8.3 Continuar con la educación médica continua específicamente en la materia de donación cadavérica de riñón para comprender el potencial de estos pacientes como donadores cadavéricos y que se mejoren las prácticas al final de la vida de los mismos que ayuden a preservar los órganos para trasplante.
- 8.4 Educar a los pacientes y a los familiares de los mismos respecto a la necesidad y los beneficios de la donación de órganos para mejorar el prospecto de donación de órganos en Guatemala.

9. APORTES

- 9.1 Se entregó al departamento de Docencia e Investigación del Hospital Roosevelt de Guatemala un disco compacto y una copia impresa de la investigación para que los resultados estén disponibles para futuros investigadores y profesionales interesados en el tema.

10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Kassebaum NJ, Arora M, Barber RM, Bhutta ZA, Brown J, Carter A, et al. Global, regional, and national disability-adjusted life-years (DALYs) for 315 diseases and injuries and healthy life expectancy (HALE), 1990–2015: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2015. *The Lancet* [en línea]. 2016 Oct [citado 12 Mar 2020]; 388(10053):1603–58. Disponible en: [https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736\(16\)31460-X/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736(16)31460-X/fulltext)
2. Vella J, Brennan D, Lam A. Kidney transplantation in adults: living unrelated donors. *UptoDate* [en línea]. 2020 Nov [citado 18 Dic 2020]. Disponible en: <https://www.uptodate.com/contents/kidney-transplantation-in-adults-living-unrelated-donor>
3. Mahillo B, Carmona M, Alvarez M, Marco J, Nuñez JR, López-Fraga M, et al. Worldwide distribution of solid organ transplantation and access of population to those practices. *Transplantation* [en línea]. 2018 Jul [citado 12 Mar 2020]; 102:S71. Disponible en: https://journals.lww.com/transplantjournal/Abstract/2018/07001/Worldwide_distribution_of_solid_organ.119.aspx
4. Cuna V, Comai G, Cappuccilli M, Baraldi O, Capelli I, De Liberali M, et al. Fifteen-year analysis of deceased kidney donation: a single transplant center experience in a region of northern Italy. *Med Sci Monit* [en línea]. 2017 Sept [citado 14 Mar 2020]; 23:4482–9. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5616149/>
5. Denu RA, Mendonca EA, Fost N. Potential yield of imminent death kidney donation. *Am J Transplant* [en línea]. 2018 Feb [citado 10 Abr 2020]; 18(2):486–91. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5937230/>
6. Axelrod DA, Schnitzler MA, Xiao H, Irish W, Tuttle-Newhall E, Chang S-H, et al. An economic assessment of contemporary kidney transplant practice. *Am J Transplant* [en línea]. 2018 [citado 10 Abr 2020]; 18(5):1168–76. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29451350/>
7. Gonzalez-Bedat MC, Rosa-Diez G, Ferreiro A. El registro latinoamericano de diálisis y trasplante renal: la importancia del desarrollo de los registros nacionales en Latinoamérica. *Nefrol Latin* [en línea]. 2017 Ene [citado 5 Mayo 2020]; 14(1):12–21. Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-nefrologia-latinoamericana-265-articulo-el-registro-latinoamericano-dialisis-trasplante-S2444903216300051>
8. Bonow RH, Barber J, Temkin NR, Videtta W, Rondina C, Petroni G, et al. The outcome of severe traumatic brain injury in Latin America. *World Neurosurg* [en línea]. 2018 Mar [citado 5 Mayo 2020]; 111:e82–90. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29229352/>

9. Organ Procurement and Transplantation Network. A guide to calculating and interpreting the kidney donor profile index. Virginia: OPTN [en línea]. 2020 [citado 5 Mayo 2020]. Disponible en: https://optn.transplant.hrsa.gov/media/1512/guide_to_calculating_interpreting_kdpi.pdf
10. Loaiza J, Hernández A, Polo VS. Situación de la enfermedad renal crónica en Guatemala. *Rev. med. interna*. 2017; 21:4. 22-25.
11. Ruíz Ramos AY, Marroquín Cuyàn OB. Caracterización epidemiológica y clínica de los pacientes hospitalizados por accidentes de tránsito en motocicleta [tesis Médico y Cirujano en línea]. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Médicas; 2014. [citado 10 Ene 2020]. Disponible en: <http://www.repositorio.usac.edu.gt/670/>
12. Colindres Meda GB, Cifuentes Villatoro HE, Palacios Galindo JP. Caracterización epidemiológica y clínica del paciente con trauma craneoencefálico. [tesis Médico y Cirujano en línea]. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Médicas; 2018. [citado 5 Mayo 2020]. Disponible en: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/05/05_11032.pdf
13. Karagülle E, Türk E, Yıldırım E, Erdoğan H, Karakoç F, Kırnay M, et al. The number of patients diagnosed with brain death and organ donation rates at the başkent University Konya hospital: 6-year experience. *Exp Clin Transplant* [en línea]. 2020 Ene [citado 5 Mayo 2020]; 18(Suppl 1):60–3. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32008497/>
14. Domínguez-Gil B, Coll E, Pont T, Lebrón M, Miñambres E, Coronil A, et al. End-of-life practices in patients with devastating brain injury in Spain: Implications for organ donation. *Med Intensiva* [en línea]. 2017 Abr [citado 5 Mayo 2020]; 41(3):162–73. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27789022/>
15. Hall IE, Akalin E, Bromberg JS, Doshi MD, Greene T, Harhay MN, et al. Deceased-donor acute kidney injury is not associated with kidney allograft failure. *Kidney International* [en línea]. 2019 Ene [citado 5 Mayo 2020]; 95(1):199–209. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30470437/>
16. Robinson LA, Turco LM, Robinson B, Corsa JG, Mount M, Hamrick AV, et al. Outcomes in patients with gunshot wounds to the brain. *Trauma Surg Acute Care Open* [en línea]. 2019 Jul [citado 14 Jun 202]; 4(1). Disponible en: <https://tsaco.bmj.com/content/4/1/e000351>
17. Resnick S, Seamon MJ, Holena D, Pascual J, Reilly PM, Martin ND. Early declaration of death by neurologic criteria results in greater organ donor potential. *J Surg Res* [en línea]. 2017 Oct [citado 14 Jun 2020]; 218: 29–34. Disponible en: [https://www.journalofsurgicalresearch.com/article/S0022-4804\(17\)30289-5/fulltext](https://www.journalofsurgicalresearch.com/article/S0022-4804(17)30289-5/fulltext)

18. Da Silva L, Soares E, Magedanz L, Alvez F, Navegantes W, Galato D. Solid organ transplantation in Brazil: a descriptive study of distribution and access inequalities across the Brazilian territory, 2001-2017*. *Epidemiol. Serv. Saude* [en línea] 2020 Feb [citado 14 Jun 2020]; 29(1): e2018512,2020. Disponible en: <https://www.scielo.br/j/ress/a/dTtnxhsR5xZZQ9gjL7gpNVb/?format=pdf&lang=en>
19. Westphal GA, Robinson CC, Biasi A, Machado FR, Rosa RG, Teixeira C, et al. DONORS (Donation Network to Optimize Organ Recovery Study): Study protocol to evaluate the implementation of an evidence-based checklist for brain-dead potential organ donor management in intensive care units, a cluster randomised trial. *BMJ Open* [en línea]. 2019 Ago [citado 15 Jul 2020]; 9(6): e028570. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31243035/>
20. Garcia-gallont R, Matesanz R, Delmonico F. Organ donation and transplantation in Central America. *Transplantation* [en línea]. 2015 Mar [citado 15 Jul 2020]; 99: 459–60. Disponible en: https://journals.lww.com/transplantjournal/Fulltext/2015/03000/Organ_Donation_and_Transplantation_in_Central.1.aspx
21. Piedrasanta J, Galindo F, Gomez D, Sapon B. Trasplante renal como opción terapéutica en Guatemala. *Rev. Med. (Col. Méd. Cir. Guatem.)*. 2017;21(01):33–5.
22. Longo Calderón GM. Diagnóstico de muerte cerebral: validación de criterios clínicos, test de apnea y evaluación de imágenes [tesis de Maestría]. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Médicas; 2014 [citado 20 Feb 2020]. Disponible en: <http://bibliomed.usac.edu.gt/tesis/post/2014/118.pdf>
23. Mansilla Guillen E. Caracterización del trauma craneoencefálico [tesis de Maestría en línea]. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Médicas, Escuela de Estudios de Postgrado; 2014 [citado 15 Jul 2020]. Disponible en: http://www.repositorio.usac.edu.gt/728/1/05_9462.pdf
24. Guatemala. Congreso de la República de Guatemala. Ley para la disposición y trasplantes de órganos, tejidos y células humanas. Iniciativa 4712 [en línea]. Guatemala: El Congreso; 2019 [citado 15 Jul 2020]. Disponible en: https://www.congreso.gob.gt/assets/uploads/info_legislativo/dictamen/e0bfa-dictamen-4712.pdf
25. Moore K, Dalley A, Agur A. Anatomía con orientación clínica. 7 ed. Barcelona: Wolters Kluwer; 2013.
26. Snell R, Splittgerber R. Clinical neuroanatomy. 8 ed. Philadelphia: Lippincot Williams & Wilkins; 2010.
27. O’Rahilly R, Gray C. Anatomy: A regional study of human structure. 7 ed. Hanover:

- Saunders; 2004.
28. Puelles L, Martinez S, De la Torre M. Neuroanatomía. Murcia: Panamericana; 2008.
 29. National Association of Emergency Medical Technicians. Soporte vital de trauma prehospitalario. 8 ed. Massachusetts: Jones & Bartlett Learning; 2015.
 30. American College of Surgeons. Apoyo vital avanzado en trauma: manual para el alumno del curso. 10 ed. Illinois: American College of Surgeons; 2018.
 31. Sociedad Panamericana de Trauma. Trauma. 2 ed. Bogotá: Distribuna; 2009.
 32. Marx J, Hockberger R, Walls R, Adams J, Barsan W, Biros M. Rosen's emergency medicine. 7a ed. Vol. 1. Philadelphia: Mosby elsevier; 2010.
 33. Moore E, Feliciano D, Mattox K. Trauma. 8 ed. Vol. 1. Denver: McGraw-Hill; 2017.
 34. Fung J, Hashimoto K, Egthesad B, Lebovitz D, Watson M. Deceased donor management—Textbook of Organ Transplantation. Nueva Jersey: Willey-Blackwell; 2014.
 35. Asension J, Thankey D. Current therapy of trauma and surgical critical care. Denver: Elsevier; 2008.
 36. Ding K, Gupta PK, Diaz-Arrastia R. Epilepsy after traumatic brain injury. En: Laskowitz D, Grant G. Translational research in traumatic brain injury [en línea]. Boca Raton: CRC Press/Taylor and Francis Group; 2016 [citado 21 Mar 2020]; p 66-120. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK326716/>
 37. Firsching R. Coma after acute head injury. Dtsch Arztebl Int [en línea]. 2017 Mayo [citado 31 Mar 2020]; 114(18): 313–20. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28587706/>
 38. Morenski JD, Oro JJ, Tobias JD, Singh A. Determination of death by neurological criteria. J Intensive Care Med [en línea]. 2003 Ago [citado 21 Mar 2020];18(4):211–21. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15035767/>
 39. BIREME/OPS/OMS. Descriptores en Ciencias de la Salud [en línea]. Sao Paulo: Bireme; 2017 [citado 12 Mar 2019]. Disponible en: <http://decs.bvs.br/cgi-bin/wxis1660.exe/decserver/>
 40. Al-Bar MA, Chamsi-Pasha H. Organ transplantation, contemporary bioethics: Islamic perspective. Saudi Arabia: Springer; 2015.
 41. Conseil de l'Europe. Guide sur la sécurité et l'assurance de qualité des organes, tissus et cellules. Strasbourg: Angers: Éditions du Conseil de l'Europe; 2004.
 42. Rincon J, Aldrete J, Tejada P, Berenice I, Renteria A. Manejo de la terapia intensiva de la donación y trasplantes de órganos. México DF: Alfil; 2015.
 43. Vancouver Coastal Health. Clinical guidelines for living donor kidney transplantation. Vancouver: Providence; 2018.
 44. British Transplantation Society. Guidelines for living donor kidney transplantation. London:

- University of London [en línea]. 2017 [citado 15 Mar 2020]. Disponible en: https://bts.org.uk/wp-content/uploads/2018/01/BTS_LDKT_UK_Guidelines_2018_Consultation_Draft.pdf
45. Westphal GA, García VD, de Souza RL, Franke CA, Vieira KD, Birckholz VRZ, et al. Guidelines for the assessment and acceptance of potential brain-dead organ donors. Rev Bras Ter Intensiva [en línea]. 2016 Sept [citado 15 Mar 2020]; 28(3):220–55. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27737418/>
 46. Dahmen M, Becker F, Pavenstädt H, Suwelack B, Schütte-Nütgen K, Reuter S. Validation of the kidney donor profile index (KDPI) to assess a deceased donor's kidneys' outcome in a European cohort. Sci Rep [en línea]. 2019 Ago [citado 31 Mar 2020]; 9. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6677881/>
 47. Calvillo-Arbizu J, Pérez-Valdivia MA, Gentil-Govantes MA, Castro-de-la-Nuez P, Mazuecos-Blanca A, Rodríguez-Benot A, et al. Does the Kidney Donor Profile Index (KDPI) predict graft and patient survival in a Spanish population? Nefrología [en línea]. 2018 Nov [citado 21 Mar 2020]; 38(6):587–95. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2013251418301378?via%3Dihub>
 48. Optn.transplant.hrsa.gov, KDPI Calculator [en línea]. Richmond: OPTN; 2017 [citado 10 Mar 2020] Disponible en: <https://optn.transplant.hrsa.gov/resources/allocation-calculators/kdpi-calculator/>
 49. Ascher N, O'Connel P. Reflections on the global needs for renal transplantation [en línea]. Sydney: The Lancet Kidney Campaign; 2020 [citado 29 Feb 2020]. Disponible en: <https://www.thelancet.com/campaigns/kidney/updates/reflections-on-the-global-needs-for-renal-transplantation>
 50. Guatemala. Instituto Nacional de Estadística. Estadísticas de tránsito [en línea]. Guatemala: INE; 2017 [citado 12 Mar 2019]. Disponible en: https://www.ine.gob.gt/estadisticasine/index.php/Accidentes_transito_v/accidentes_vehiculos
 51. Hospital Roosevelt. Información pública [en línea]. Guatemala: El Hospital; 2018 [citado 16 Mar 2020]. Disponible en: <https://hospitalroosevelt.gob.gt/>
 52. Sulania A, Sachdeva S, Jha D, Kaur G, Sachdeva R. Organ donation and transplantation: An updated overview. MAMC J Med Sci [en línea]. 2016 Ene [citado 23 Ago 2020]; 2: 18(1): 18-27 Disponible en: <https://www.mamcjms.in/article.asp?issn=23947438;year=2016;volume=2;issue=1;spage=18;epage=27;aulast=Sulania>
 53. Anderson D, Keith J, Novak P. Mosby's medical, nursing & allied health dictionary. 6 ed. St.

Louis: Mosby; 2002. vol. 1.

54. Lim JU, Lee JH, Kim JS, Hwang YI, Kim T-H, Lim SY, et al. Comparison of World Health Organization and Asia-Pacific body mass index classifications in COPD patients. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis* [en línea]. 2017 Ago [citado 23 Ago 2020]; 12:2465–75. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5571887/>
55. NCD Risk Factor Collaboration. Worldwide trends in body-mass index, underweight, overweight, and obesity from 1975 to 2016: a pooled analysis of 2416 population-based measurement studies in 128.9 millions children, adolescents, and adults. *The Lancet* [en línea]. 2017 Dec [citado 16 Jul 2021]; 390(10113): 2627-42. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0140673617321293>
56. Rau C-S, Wu S-C, Chien P-C, Kuo P-J, Chen Y-C, Hsieh H-Y, et al. Prediction of mortality in patients with isolated traumatic subarachnoid hemorrhage using a decision tree classifier: a retrospective analysis based on a trauma registry system. *Int J Environ Res Public Health* [en línea]. 2017 Nov [citado 23 Ago 2020]; 14(11):1420. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29165330/>
57. Balwinder S, Hassan M, Prokop L, Erwin P, Wang Z, Mommer S et al. Meta-analysis of Glasgow Coma Scale and Simplified Motor Score in predicting traumatic brain injury outcomes. *Brain Injury* [en línea]. 2012 Dec [citado 16 Jun 2021]; 27(3):293-300. Disponible en: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.3109/02699052.2012.743182>
58. Gamez Urizar NE, Cano Hernandez LP, Reyes Donis CA, Tebelan Lec YE, Ruiz Marroquin JM, Roque Sosa PF. Caracterización epidemiológica del paciente con trauma craneoencefálico [tesis Médico y Cirujano en línea]. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Médicas; 2013 [citado 16 Jun 2021]. Disponible en: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/05/05_9197.pdf
59. Marrero WJ, Naik AS, Friedewald JJ, Xu Y, Hutton DW, Lavieri MS, Parikh ND. Predictors of deceased donor kidney discard in the United States. *Transplantation* [en línea]. 2017 Jul [citado 16 Jun 2021]; 101(7):1690-1697. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27163541/>
60. Kramer AH, Zygun DA, Doig CJ, Zuege DJ. Incidence of neurologic death among patients with brain injury: a cohort study in a Canadian health region. *CMAJ* [en línea]. 2013 Dec [citado 16 Jun 2021]; 185(18):E838-45. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24167208/>
61. Resnick S, Seamon MJ, Holena D, Pascual J, Reilly PM, Martin ND. Early declaration of death by neurologic criteria results in greater organ donor potential. *J Surg Res* [en línea].

2017 Oct [citado 16 Jun 2021]; 218:29-34. Disponible en:
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28985863/>

62. Cusumano AM, Rosa-Diez GJ, Gonzalez-Bedat MC. Latin American dialysis and transplant registry: experience and contributions to end-stage renal disease epidemiology. *World J Nephrol* [en línea]. 2016 [citado 16 Jun 2021]; 5(5):389-97. Disponible en:
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27648403/>

11. ANEXOS

Anexo 11.1 Ejemplo de cómo calcular e interpretar el KDPI de la OPTN traducido del inglés al español

Ejemplo de cálculo: KDRI a KDPI

Calcular el KDRI y el KDPI para un donador de las siguientes características:

- Edad: 52 años
- Altura: 5'11" (183 cm)
- Peso: 177 lb (81 kg)
- Etnia: Hispano/Latino
- Historia de hipertensión: Si, el donador tiene historia de hipertensión
- Estado de diabetes: No, el donador no tiene historia de diabetes
- Causa de muerte (COD): Accidente cerebrovascular (CVA)
- Creatinina sérica: 1.7mg/dl
- Estado HCV: Negativo
- Estado DCD: Si, el donador fue recuperado como DCD

Primero, describimos la fórmula para calcular el $\chi\beta$ de la pagina 3:

$$\begin{aligned} \chi\beta = & \left[0.0128(edad - 40) - 0.0199(edad - 18) : \mathbb{I}(age < 18) + 0.0107(edad - 50) : \mathbb{I}(edad > 50) \right. \\ & - 0.0464 \left(\frac{altura - 170}{10} \right) - 0.0199 \left(\frac{Peso - 80}{5} \right) : \mathbb{I}(peso < 80 \text{ kg}) \\ & + 1.1790 : \mathbb{I}(Etnia afrodescendiente) + 0.1260 : \mathbb{I}(Historia de hipertensión) \\ & + 1.3000 : \mathbb{I}(Historia de diabetes) + 0.0881 : \mathbb{I}(Muerte por CVA) + 0.2200 : \mathbb{I}(Creatinina - 1) \\ & \left. - 0.2090 : \mathbb{I}(Creatinina - 1) : \mathbb{I} \left(Creatinina > \frac{1.5mg}{dl} \right) + 0.2400 : \mathbb{I}(HCV positivo) + 1.330 : \mathbb{I}(DCD) \right] \end{aligned}$$

Sustituimos los valores de cada componente del $\chi\beta$:

$$\begin{aligned} X\beta = & \left[0.0128 \times (52 - 40) - 0.0194 \times (52 - 18) \times 0 + 0.0107 \times (52 - 50) \times 1 \right] \\ & - \left[0.0464 \times \frac{183 - 170}{10} \right] - \left[0.0199 \times \frac{81 - 80}{5} \times 0 \right] \\ & + [0.1790 \times 0] + [0.1260 \times 1] + [0.1300 \times 0] \\ & + [0.0881 \times 1] + \left[0.2200 \times (1.7 - 1) - 0.2090 \times (1.7 - 1.5) \times 1 \right] \\ & + [0.2400 \times 0] + [0.1330 \times 1] \\ = & 0.57398000000000 \end{aligned}$$

(Continua)

(Continuación)

Seguido, exponenciamos como se presenta:

$$KDRI_{RAO} = e^{x\beta} = e^{0.573980000000} = 1.7753187792565$$

Seguido, divida el $KDRI_{RAO}$ con la mediana del $KDRI_{RAO}$ el 2017 (o cohorte más reciente):

$$KDRI_{MEDIAN} = \frac{1.77531877792565}{1.211083136234747} = 1.46619821151956$$

Luego, busque el valor de KDPI que corresponde al $KDRI_{MEDIAN}$ de 1.46619821151956 en la tabla de conversión de KDRI a KDPI del 2017 (o cohorte más reciente):

KDPI = 70%

Interpretación: El riesgo estimado de rechazo de injerto de este donador es más alto que el 70 % de los donadores recuperados en 2017 y 1.47 veces más alto que el promedio del donador de referencia recuperado en 2017.

Fuente: OPTN. A guide to calculating the KDPI. 2017

Figura 11.1 Tabla de conversión KDRI a KDPI

Tabla de Conversión KDRI a KDPI

Población de referencia: todos los donadores cadavéricos de riñones recuperados para trasplante del 2007 and 2017 en los USA. KDRI normalizado de modo que la mediana del donador tiene KDRI = 1.0 Basado en la base de datos de la OPTN para Marzo 9 2018.

Si el KDRI es entre		Entonces	
>	<=	KDPI es	
0.00000000000000	0.51097878820605	->	0%
0.51097878820605	0.58110303329243	->	1%
0.58110303329243	0.59932815069187	->	2%
0.59932815069187	0.61487566644285	->	3%
0.61487566644285	0.62713891993243	->	4%
0.62713891993243	0.63796592892641	->	5%
0.63796592892641	0.64802422439693	->	6%
0.64802422439693	0.65744958149982	->	7%
0.65744958149982	0.66680341942951	->	8%
0.66680341942951	0.67594903350827	->	9%
0.67594903350827	0.68369347347361	->	10%
0.68369347347361	0.69172749103919	->	11%
0.69172749103919	0.69940367490404	->	12%
0.69940367490404	0.70616440523059	->	13%
0.70616440523059	0.71254857052845	->	14%
0.71254857052845	0.71965222823665	->	15%
0.71965222823665	0.72601311469668	->	16%
0.72601311469668	0.73419750953865	->	17%
0.73419750953865	0.74136959452354	->	18%
0.74136959452354	0.75004295556891	->	19%
0.75004295556891	0.75837901387691	->	20%
0.75837901387691	0.76566755863911	->	21%
0.76566755863911	0.77378904052824	->	22%
0.77378904052824	0.78299638489056	->	23%
0.78299638489056	0.79077073120349	->	24%
0.79077073120349	0.79731742874886	->	25%
0.79731742874886	0.80403924403949	->	26%
0.80403924403949	0.81294973330414	->	27%
0.81294973330414	0.82138774271684	->	28%
0.82138774271684	0.82800407757626	->	29%
0.82800407757626	0.83467971714115	->	30%
0.83467971714115	0.84197647883946	->	31%
0.84197647883946	0.84827025248009	->	32%
0.84827025248009	0.85680613458024	->	33%
0.85680613458024	0.86383353203272	->	34%
0.86383353203272	0.87031157435912	->	35%
0.87031157435912	0.87833500803095	->	36%
0.87833500803095	0.88762386604193	->	37%
0.88762386604193	0.89606493189511	->	38%
0.89606493189511	0.90416157604321	->	39%

(Continua)

>	<=		KDPI es
0.90416157604321	0.91430853394392	->	40%
0.91430853394392	0.92216860811733	->	41%
0.92216860811733	0.93109399450599	->	42%
0.93109399450599	0.93850490175661	->	43%
0.93850490175661	0.94760531292145	->	44%
0.94760531292145	0.95586135748397	->	45%
0.95586135748397	0.96380412003782	->	46%
0.96380412003782	0.97354892366368	->	47%
0.97354892366368	0.98270412107288	->	48%
0.98270412107288	0.99186804470077	->	49%
0.99186804470077	1.00000000000000	->	50%
1.00000000000000	1.01079060310923	->	51%
1.01079060310923	1.01965139574252	->	52%
1.01965139574252	1.02910840380908	->	53%
1.02910840380908	1.03900216931261	->	54%
1.03900216931261	1.04830314021210	->	55%
1.04830314021210	1.05958190386517	->	56%
1.05958190386517	1.07058882408940	->	57%
1.07058882408940	1.07947282827691	->	58%
1.07947282827691	1.09169638178022	->	59%
1.09169638178022	1.10569356643005	->	60%
1.10569356643005	1.11739580077074	->	61%
1.11739580077074	1.13036433374309	->	62%
1.13036433374309	1.14087190611673	->	63%
1.14087190611673	1.15012749333524	->	64%
1.15012749333524	1.16224095588389	->	65%
1.16224095588389	1.17453837727727	->	66%
1.17453837727727	1.18628513138276	->	67%
1.18628513138276	1.19815922514778	->	68%
1.19815922514778	1.20972468420010	->	69%
1.20972468420010	1.22425833521172	->	70%
1.22425833521172	1.23878319069202	->	71%
1.23878319069202	1.25277213020249	->	72%
1.25277213020249	1.26539762392187	->	73%
1.26539762392187	1.28004188493293	->	74%
1.28004188493293	1.29485510388555	->	75%
1.29485510388555	1.31062064522756	->	76%
1.31062064522756	1.32725486772267	->	77%
1.32725486772267	1.34209630732212	->	78%
1.34209630732212	1.35736212189122	->	79%
1.35736212189122	1.37439110457134	->	80%
1.37439110457134	1.39001255303263	->	81%
1.39001255303263	1.41007655888838	->	82%
1.41007655888838	1.42832153051867	->	83%
1.42832153051867	1.44827443074314	->	84%
1.44827443074314	1.47073577091199	->	85%

>	<=		KDPI es
1.47073577091199	1.49250034882024	->	86%
1.49250034882024	1.51279479845474	->	87%
1.51279479845474	1.53956945090178	->	88%
1.53956945090178	1.57021915689914	->	89%
1.57021915689914	1.59934280821287	->	90%
1.59934280821287	1.63861078411176	->	91%
1.63861078411176	1.67381056067919	->	92%
1.67381056067919	1.71377750266167	->	93%
1.71377750266167	1.75990952239760	->	94%
1.75990952239760	1.81673839006968	->	95%
1.81673839006968	1.88159307812909	->	96%
1.88159307812909	1.95323544464088	->	97%
1.95323544464088	2.06718628498767	->	98%
2.06718628498767	2.23576980381534	->	99%
2.23576980381534	3.46102781044698	->	100%
3.46102781044698	99999999.00000000000000	->	100%

Mínimo (normalizado) de KDRI del 2017: 0. 51097878820605

Máximo (normalizado) de KDRI del 2017: 3.46102781044698

Fuente: OPTN. KDRI to KDPI Mapping table. 2019

Anexo 11.2 Instrumento de recolección de datos



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ciencias Médicas



Instrumento de recolección de datos

Características clínicas y bioquímicas de pacientes fallecidos por trauma craneoencefálico como potenciales donadores de riñón Enero 2017- Diciembre 2019

Estudio descriptivo, observacional y transversal a realizarse en los expedientes clínicos de pacientes mayores de 18 años fallecidos por trauma craneoencefálico en la Unidad de Terapia Intensiva de adultos del Hospital Roosevelt. A continuación se presenta las secciones del instrumento según son visualizadas en la interface de recolección de datos **CastorEDC**.

Record ID: 110001 ◦ Not Live (v.5.11)

Recolección de Datos clínicos, epidemiológicos y bioquímicos

1. Identificación de expedientes y características demográficas

1.1 Número de boleta	<input type="text"/>
1.2 Fecha de revisión de expediente	<input type="text" value=""/> (dd-mm-yyyy)
1.3 Registro médico	<input type="text"/>
1.4 Edad	<input type="text"/> años
1.5 Sexo	<input type="radio"/> Femenino <input type="radio"/> Masculino
1.6 Etnia	<input type="radio"/> Ladino <input type="radio"/> Garífuna o afrodescendiente <input type="radio"/> Xinca <input type="radio"/> Maya <input type="radio"/> Otros

Recolección de Datos clínicos, epidemiológicos y bioquímicos
2. Características clínicas

● 2.1 Estatura (cm)	<input type="text"/>	cm
● 2.2 Peso (Kg)	<input type="text"/>	kg
2.3 Índice de masa corporal	ⓘ Not all values for this calculation are available (yet). kg/m ²	
● 2.4 Severidad del trauma craneoencefálico	<input type="text"/>	
● 2.5 Antecedente clínico de hipertensión arterial	ⓘ <input type="radio"/> Si <input type="radio"/> No	
● 2.6 Antecedente clínico de diabetes mellitus	ⓘ <input type="radio"/> Si <input type="radio"/> No	
● 2.7 Estatus de infección por Hepatitis C	ⓘ <input type="radio"/> Serología positiva <input type="radio"/> Serología negativa <input type="radio"/> Serología desconocida	
● 2.8 Diagnóstico de muerte cerebral	ⓘ <input type="checkbox"/> Si fue diagnosticado con muerte cerebral <input type="checkbox"/> No fue diagnosticado con muerte cerebral	
● 2.9 Contraindicación absoluta de donación de órgano sólido	ⓘ <input type="radio"/> Si <input type="radio"/> No	
● 2.10 Causa principal de muerte	ⓘ <input type="text"/>	

3. Características bioquímicas

● 3.1 Creatinina sérica (mg/dL)	<input type="text"/>	mg/dL
● 3.2 Estado serológico de Hepatitis C	<input type="text"/>	

4. Índice de perfil de donante renal




● 4.1 Índice de riesgo de donante renal	<input type="text"/>	
● 4.2 Índice de perfil de donante renal	<input type="text"/>	%

Anexo 11.3 Glosario de términos utilizados en el trabajo de investigación

- Accidente de tránsito: hecho que ocurre en las vías públicas de desplazamiento en donde se encuentran medios de transporte y seres humanos involucrados que actúan como conductores y/o peatones.³⁰
- Donación: la entrega de células humanas, tejidos u órganos cuya intención es de uso en humanos. El donador es un ser humano, vivo o cadavérico, del cual se obtienen los elementos mencionados. A todo aquel ser humano, vivo o cadavérico, del cual se logre extraer por lo menos 1 órgano sólido o parte de él se le conoce como donador actual.⁵¹
- Donador vivo: es un tipo de donador actual. Corresponde a un ser humano con vida del cual se obtienen células, tejidos u órganos con la intención de trasplante humano. Un donador vivo puede estar relacionado con el receptor del trasplante de 3 maneras diferentes: donadores con relación genética de primero, segundo o tercer grado; donador con relación emocional y donadores sin relación genética o emocional.⁵¹
- Donador cadavérico: todo donador actual que ha sido declarado, mediante criterio médico, como fallecido y del cual se extraen células, tejidos u órganos con la intención de ser utilizados para el trasplante. Estos pueden ser donadores a corazón parado o donadores a corazón latiendo.⁵¹
- Donador cadavérico a corazón parado: donador cadavérico cuya muerte resulta del cese irreversible de la función circulatoria y respiratoria.⁵¹
- Donador cadavérico a corazón latiendo: donador cadavérico cuya muerte fue declarada mediante criterios neurológicos los cuales demuestran el cese irreversible de la función del cerebro y el tallo cerebral.⁵¹
- Enfermedad de injerto contra huésped: patología clínica caracterizada por anorexia, diarrea, alopecia, leucopenia, trombocitopenia, reducción del crecimiento y muerte eventual producto de una reacción de injerto contra huésped.⁴⁰
- Energía mecánica: resulta de la interacción entre dos objetos que transfieren energía entre sí. Un ejemplo es lo que ocurre cuando un medio de transporte colisiona con un peatón, infringiendo daño al peatón al ser el receptor de la energía.³⁴

- Energía química: resulta de la interacción de un elemento químico natural o artificial con un tejido corporal que inflige un daño específico como el que ocasiona el hidróxido de sodio y la piel.³⁴
- Energía térmica: tipo de energía que incrementa la temperatura normal de cierto tejido ocasionando cambios en la estructura de este como ocurre cuando el fuego interacciona con la piel.³⁰
- Funcionamiento retardado del injerto renal: disfunción general del riñón que se produce inmediatamente posterior a su trasplante.⁴⁰
- Histocompatibilidad: grado de semejanza antigénica entre los tejidos de diferentes individuos que determina la aceptación o el rechazo de los aloinjertos.⁴⁰
- Reacción de injerto contra huésped: una reacción inmunológica producida por el injerto hacia el huésped debido a la incompatibilidad histológica. Es producto de los componentes inmunológicos que son trasplantados junto con el injerto a un huésped con compromiso inmunológico.⁴⁰
- Rechazo de injerto: respuesta inmunológica tanto a nivel celular como a nivel humoral que es dirigida hacia un trasplante de aloinjerto el cual es incompatible con los antígenos tisulares del receptor.⁴⁰
- Riesgo relativo: la razón entre la probabilidad de adolecer o morir, dada por la tasa de incidencia, en relación a individuos expuestos y no expuestos al factor de estudio.⁴⁰
- Supervivencia de injerto: la permanencia funcional de un injerto en un huésped.⁴⁰
- Trauma cerrado: lesión que ocurre cuando el agente no logra alterar la composición corporal y deja intacta la piel.³⁰
- Trauma craneoencefálico: alteración de la estructura o función cerebral ocasionada por una fuerza mecánica externa.^{33,34}
- Trasplante de aloinjerto: tejidos, células u órganos trasplantados entre individuos genéticamente diferentes de la misma especie.⁴⁰
- Trasplante de homoinjerto: trasplantación entre individuos genéticamente idénticos, como por ejemplo gemelos monocigóticos miembros de la misma cepa genética.⁴⁰

Anexo 11.4 Constancia de aprobación de referencias bibliográficas por parte de la Biblioteca y Centro de Documentación "Dr. Julio de León Méndez"

	<p style="text-align: center;">Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ciencias Médicas Biblioteca y Centro de documentación "Dr. Julio de León Méndez"</p>	
Constancia de aprobación de referencias bibliográficas		
Fecha de entrega: 01/10/2021	Grado a obtener: Médico y Cirujano (Grado)	
Título del trabajo de graduación: Características clínicas y bioquímicas de pacientes fallecidos por trauma craneoencefálico como potenciales donadores de riñón		
Autor - DPI: 2382509110101	Autor - Registro E.: 201310365	Autor : Dean Wesley Ortiz López
Bibliotecario que reviso las referencias: Alba Dely Ramos Méndez		
Asesor: Donald Fernando Mejicanos Pineda		
ADMINISTRACIÓN DE BIBLIOTECA		
NOTA: Esta es una constancia de que se le revisaron y aprobaron las referencias bibliográficas del trabajo de graduación mencionado.		
	Para verificar que la siguiente constancia es emitida por la Biblioteca y sus datos estén correctos escanea el código QR o ingresa al siguiente enlace: http://bibliomed.usac.edu.gt/constancia/verificar.php?ad=3&ed=1ddef&sid=703&od=d1d9a	