

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO**



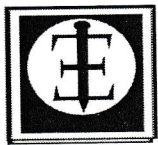
**USO DE LUZ INFRARROJA EN LA DISMINUCIÓN
DEL DOLOR EN PACIENTES POST-AMPUTACIÓN
POR PIE DIABÉTICO**

CARLOS FERNANDO GARCÍA ESTRADA

Tesis

**Presentada ante las autoridades de la
Escuela de Estudios de Postgrado de la
Facultad de Ciencias Médicas
Maestría en Ciencias Médicas con Especialidad en Cirugía General
Para obtener el grado de
Maestro en Ciencias Médicas con Especialidad en Cirugía General**

Febrero 2022



ESCUELA DE
ESTUDIOS DE
POSTGRADO

Facultad de Ciencias Médicas Universidad de San Carlos de Guatemala

ME.OI.040.2022

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS

ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO

HACE CONSTAR QUE:

El (la) Doctor(a): Carlos Fernando García Estrada

Registro Académico No.: 201010275

No. de CUI: 2076539680101

Ha presentado, para su EXAMEN PÚBLICO DE TESIS, previo a otorgar el grado de Maestro(a) en Ciencias Médicas con Especialidad en **Cirugía General**, el trabajo de TESIS **USO DE LUZ INFRARROJA EN LA DISMINUCIÓN DEL DOLOR EN PACIENTES POST-AMPUTACIÓN POR PIE DIABÉTICO**

Que fue asesorado por: Dr. Douglas Ernesto Sánchez Montes, MSc.


Y revisado por: Dr. Douglas Ernesto Sánchez Montes, MSc.

Quienes lo avalan y han firmado conformes, por lo que se emite, la ORDEN DE IMPRESIÓN para **Febrero 2022**

Guatemala, 30 de Agosto de 2021.


AGOSTO 31, 2021

Dr. Rigoberto Velásquez Paz, MSc.
Director
Escuela de Estudios de Postgrado


Dr. José Arnoldo Saenz Morales, MA. ★
Coordinador General de
Maestrías y Especialidades



/dlsr

2ª. Avenida 12-40, Zona 1, Guatemala, Guatemala

Tels. 2251-5400 / 2251-5409

Correo Electrónico: maestríasyespecialidades@medicina.usac.edu.gt

Guatemala, 04 de enero de 2021

Doctor(a)

Oscar Leonel Morales Estrada, MSc.

Coordinador Específico de Maestrías y Especialidades
Hospital Roosevelt
Presente

Respetable Doctor **Morales:**

Por este medio informo que he **asesorado** a fondo el informe final de graduación que presenta el Doctor: **Carlos Fernando García Estrada, carné 201010275**, de la carrera de Maestría en Ciencias Médicas Especialidad en Cirugía General, el cual se titula **"USO DE LUZ INFRARROJA EN LA DISMINUCIÓN DEL DOLOR EN PACIENTES POST-AMPUTACIÓN POR PIE DIABÉTICO"**.

Luego de la asesoría, hago constar que el Dr. García Estrada, ha incluido las sugerencias dadas para el enriquecimiento del trabajo. Por lo anterior emito el **dictamen positivo** sobre dicho trabajo y confirmo está listo para pasar a revisión de la Unidad de Tesis de la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ciencias Médicas.

Atentamente,



Dr. Douglas Ernesto Sánchez Montes, MSc

Asesor de Tesis

USAC - Fac. CCMM
Escuela de Estudios de Post-Grado
Maestría en Cirugía General
Hospital Roosevelt

Guatemala, 04 de enero de 2021

Doctor(a)

Oscar Leonel Morales Estrada, MSc.

Coordinador Específico de Maestrías y Especialidades
Hospital Roosevelt
Presente

Respetable Doctor **Morales:**

Por este medio informo que he **revisado** a fondo el informe final de graduación que presenta el Doctor: **Carlos Fernando García Estrada, carné 201010275**, de la carrera de Maestría en Ciencias Médicas Especialidad en Cirugía General, el cual se titula **"USO DE LUZ INFRARROJA EN LA DISMINUCIÓN DEL DOLOR EN PACIENTES POST-AMPUTACIÓN POR PIE DIABÉTICO"**

Luego de la revisión, hago constar que el Dr. García Estrada, ha incluido las sugerencias dadas para el enriquecimiento del trabajo. Por lo anterior emito el **dictamen positivo** sobre dicho trabajo y confirmo está listo para pasar a revisión de la Unidad de Tesis de la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ciencias Médicas.

Atentamente,



Dr. Douglas Ernesto Sánchez Montes, MSc

Revisor de Tesis

USAC - Fac. CCMM
Escuela de Estudios de Post-Grado
Maestría en Cirugía General
Hospital Roosevelt

DICTAMEN.UdT.EEP/129-2021

Guatemala, 19 de mayo de 2021

Doctor

Douglas Ernesto Sánchez Montes MSc.

Docente Responsable

Maestría en Ciencias Médicas con Especialidad en Cirugía General

Hospital Roosevelt

Doctor Sánchez Montes:

Para su conocimiento y efecto correspondiente le informo que se revisó el informe final del médico residente:

CARLOS FERNANDO GARCÍA ESTRADA

De la Maestría en Ciencias Médicas con Especialidad en Cirugía General, registro académico 201010275. Por lo cual se determina Autorizar solicitud de examen privado, con el tema de investigación:

**“USO DE LUZ INFRARROJA EN LA DISMINUCIÓN DEL DOLOR EN PACIENTES
POST-AMPUTACIÓN POR PIE DIABÉTICO”**

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



Dr. Luis Alfredo Ruiz Cruz, MSc.

Responsable

Unidad de Tesis

Escuela de Estudios de Postgrado

c.c. Archivo
LARC/karin -

ÍNDICE DE CONTENIDOS

I. INTRODUCCIÓN	1
II. ANTECEDENTES	3
III. OBJETIVOS.....	27
A. OBJETIVO GENERAL:.....	27
B. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:	27
IV. MATERIAL Y MÉTODO	28
4.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN	28
4.2 POBLACIÓN Y MUESTRA	28
4.3 SELECCIÓN DE SUJETOS DE ESTUDIO	28
4.3.1 Criterios de Inclusión.....	28
4.3.2 Criterios de Exclusión	28
4.4 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	29
4.5 PROCESO DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	31
4.6 PLAN DE ANÁLISIS.....	32
4.7 ASPECTOS ÉTICOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	32
V. RESULTADOS	33
VI. DISCUSIÓN Y ANÁLISIS.....	42
6.1 CONCLUSIONES.....	45
6.2 RECOMENDACIONES	46
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	47
VIII. ANEXOS.....	53

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla no.1: Datos generales.....	33
Tabla no.2: Luz infrarroja para disminución del dolor.....	34
Tabla no.3: Isquemia vs Sin isquemia.....	35
Tabla no.4: Con edema vs Sin edema.....	36
Tabla no.5: Con neuropatía vs Sin neuropatía.....	37
Tabla no.6: Con infección vs Sin infección.....	38
Tabla no.7: Amputación supracondílea vs infracondílea.....	39
Tabla no.8: Clasificación Wagner-Dolor.....	40
Tabla no.9: Efecto de la luz infrarroja en la herida operatoria.....	41

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica no.1: Uso de luz infrarroja para disminución del dolor.....	34
Gráfica no.2: Isquemia como factor predisponente del dolor.....	35
Gráfica no.3: Edema como factor predisponente del dolor.....	36
Gráfica no.4: Neuropatía como factor predisponente del dolor.....	37
Gráfica no.5: Infección como factor predisponente del dolor.....	38
Gráfica no.6: Técnica quirúrgica como factor predisponente del dolor.....	39
Gráfica no.7: Clasificación Wagner como factor predisponente del dolor.....	40

RESUMEN

Introducción: El aumento en la incidencia del pie diabético, ha llevado a que se realicen amputaciones de miembros inferiores en mayor frecuencia. Por lo tanto, determinar una forma adecuada del manejo del dolor es indispensable.

Objetivos: Determinar el impacto del uso de luz infrarroja en la disminución del dolor en pacientes post-amputación por pie diabético.

Método: Estudio descriptivo correlacional, realizado en 64 pacientes post amputación a quienes se les aplicó terapia de luz infrarroja a 36 de ellos, para el manejo del dolor, y se comparó con los pacientes que no recibieron dicha terapia, en los meses de enero a octubre 2018.

Resultados: Se determinó que no hay diferencia significativa entre los pacientes a los que se les aplicó luz infrarroja y a los que no, respecto a la disminución del dolor. Existe relación entre la disminución de dehiscencia de herida operatoria y la luz infrarroja, con un valor de significancia $p > 0.05$. La clasificación Wagner, el tipo de cirugía y los factores clínicos del paciente, no tienen relación con el dolor post operatorio.

Conclusiones: No existe relación entre la disminución del dolor y la aplicación de luz infrarroja, así como en el resultado de la herida operatoria, a excepción de la dehiscencia, la cual si disminuyó con la terapia. El resto de los factores estudiados, no tienen relación con el dolor post operatorio.

Palabras clave: *espectroscopia infrarroja corta, pie diabético, dolor asociado a procedimientos médicos, amputación.*

I. INTRODUCCIÓN

En los países centroamericanos las enfermedades crónico degenerativas no transmisibles, tienen un alto impacto en la población general con repercusiones económicas, así como un incremento en la morbilidad para los pacientes que las padecen.^{1,2,3}

A medida que aumenta la incidencia de DM, así aumentan sus complicaciones, entre ellas la neuropatía diabética está presente en el 70% de individuos con diabetes y puede ser detectada en estados pre diabéticos.^{1,2} Lo que predispone a la formación de pie diabético.

A nivel mundial, la prevalencia de pie diabético se estima entre el 1.3% al 4.8% del total de diabéticos. Aproximadamente el 15% desarrollaron una úlcera en el pie a lo largo de su vida. La diabetes mellitus es la primera causa de amputación no traumática y en ocasiones representan en torno al 60 al 80% de amputaciones de miembro inferior.^{6,7}

En Guatemala, en el Hospital Roosevelt durante el primer trimestre del año 2014, en el área de cirugía se atendieron 205 pacientes con Pie Diabético, de los cuales 90% era su primera consulta y de estos, el 80% requirió algún tipo de amputación de miembro inferior.⁷

A raíz de todo lo mencionado anteriormente, se han puesto a prueba métodos para el tratamiento del dolor en dichos pacientes, que buscan disminuir los costos económicos que estos conllevan.^{7,8,9} Aunque en Guatemala no se cuentan con estudios que muestren los efectos de la luz infrarroja, se ha demostrado que el uso de terapia infrarroja para el control de dolor, tiene efectos locales en el organismo, entre los cuales se encuentra un eritema de aparición inmediata que produce vasodilatación subcutánea que persiste hasta por una hora. Además, presenta un efecto antiinflamatorio por un mayor aporte de nutrientes y células

defensivas debido a la vasodilatación y aumento de flujo hacia los tejidos. Lo cual estimula el trofismo tisular y celular.^{10,11}

El objetivo de esta investigación fue determinar los efectos de luz infrarroja en pacientes post amputación por pie diabético con respecto a la disminución del dolor y al mismo tiempo identificar los factores que predisponen dicho dolor. Con el fin poder utilizar otros métodos, además del farmacológico para el tratamiento del dolor en dichos pacientes. Los resultados obtenidos nos muestran que la terapia infrarroja no tiene efecto sobre la disminución del dolor post operatorio, así como ninguno de los factores estudiados predispone al aumento o disminución del mismo. También se evidenció que hubo relación entre la aplicación de la terapia y la disminución en la aparición de dehiscencia de herida operatoria.

II. ANTECEDENTES

1 Diabetes Mellitus Tipo 2

La diabetes tipo 2, anteriormente conocida como "diabetes no insulino dependiente" o "diabetes del adulto", actualmente representa el 90-95% de todos los pacientes diagnosticados con diabetes. Esta patología incluye individuos que presentan deficiencia de insulina y resistencia periférica. En muchas ocasiones a lo largo de toda su vida, estos individuos pueden necesitar tratamiento con insulina para sobrevivir.^{1,2}

Hay diversas causas de la diabetes tipo 2. Aunque la etiología específica no es conocida, la destrucción autoinmune de las células b no se produce, y los pacientes no tienen ninguna de las otras causas conocidas de la diabetes. La mayoría, pero no todos los pacientes con diabetes tipo 2 tienen sobrepeso o son obesos lo que contribuye a presentar aumento de la resistencia.^{1,2}

1.1 Epidemiología

Sexo

Según la Asociación Americana de Diabetes, las mujeres presentan más riesgo que los hombres de padecer diabetes mellitus tipo 2, especialmente en Latinoamérica. En un estudio realizado en Estados Unidos en el año 2010 con el fin de describir las relaciones predictivas entre variables sociodemográficas, biomédicas y psicosociales y la renuencia al uso de insulina se evidenció que las mujeres en general eran más reacias a comenzar el tratamiento y tenían percepciones más negativas que los hombres, indicaron un mayor temor a la inyección y la estigmatización social. Estos resultados son preocupantes ya que se ha demostrado que las mujeres con diabetes son más propensas a tener valores más elevados de hemoglobina glucosilada en comparación a los hombres;

además están en mayor riesgo de padecer enfermedades coronarias relacionadas a la diabetes.^{1,2,6}

Edad

La edad constituye un factor con valor predictivo especialmente para enfermedades crónicas. En el pasado la diabetes mellitus tipo 2 era vista como una afectación asociada al envejecimiento, esta afirmación es todavía verdadera. Actualmente la prevalencia de esta enfermedad en menores de 30 años es menor de 5% y después de los 60 años asciende a un 20%. Sin embargo, en los últimos años una nueva problemática ha surgido en la cual la prevalencia de obesidad y diabetes mellitus tipo 2 en pacientes jóvenes se ha elevado drásticamente. En el estudio CAMDI realizado en el año 2009 la prevalencia según edad en la población total estudiada fue de 3.1%, 14.8%, 23.5% para las edades de 20-39 años, 40-64 años y mayores de 65 años respectivamente.^{1,2,6}

También se ha informado que este factor se relaciona de forma independiente con el inicio del tratamiento con insulina, intensificación del mismo, así como con la adherencia a futuro. El fallo de la insulino terapia y las percepciones negativas están asociadas a pacientes de mayor edad, así también sus complicaciones a largo plazo.^{1,2,6}

Escolaridad

Este factor tiene relevancia en el control y tratamiento de la diabetes mellitus tipo 2 ya que se ha demostrado que el aumento de las complicaciones y fallo en el tratamiento están asociadas a analfabetismo y baja escolaridad. Esto se explica principalmente porque a menos nivel educativo se hace más difícil la comunicación tanto con el personal de salud como con la familia. Además se ha encontrado una relación directamente proporcional entre la frecuencia de consultas médicas y la educación de los pacientes.^{1,2,6}

Etnia

La Federación Internacional de Diabetes asegura que los pueblos indígenas son especialmente vulnerables a la diabetes.¹ De la población total guatemalteca, 38.4% son indígenas, según datos del Instituto Nacional de Estadística de Guatemala, aunque según algunas organizaciones indígenas, este porcentaje supera el 60% de la población del país.^{1,2,6}

Dado que en las diferentes etnias, los miembros mantienen en el presente prácticas culturales y comportamientos sociales similares, se debe prestar atención especial a este aspecto ya que la percepción acerca de algún tratamiento y el conocimiento de su enfermedad podría verse influenciada por los elementos mencionados anteriormente; sin embargo no se cuentan con estudios de este tipo en el país.^{1,2,6}

Ingreso mensual

La pobreza está directamente relacionada a la diabetes mellitus tipo 2. Se ha documentado la diabetes como un indicador de pobreza tal como se observó en varias ciudades pobres de México, especialmente Veracruz, lo cual se asocia a menor índice de apego a estilos de vida saludables y tratamiento preventivo.^{1,2,6}

Área de residencia

A pesar del impacto predominantemente urbano de la epidemia, la diabetes tipo 2 se está convirtiendo en un importante problema de salud en las comunidades rurales de los países de ingresos medios y bajos. En estos países, el número de personas con diabetes en el área urbana es de 181 millones, mientras que 122 millones viven en zonas rurales.^{1,2,6,7}

La OPS menciona que existen datos que permiten deducir que existen problemas de aislamiento geográfico y pobreza además de los relacionados con el contexto sociocultural de la población, es decir, barreras geográficas, económicas y culturales impiden el acceso, especialmente de la población indígena a una atención de salud de calidad, afectando el conocimiento sobre su enfermedad y del tratamiento adecuado predisponiendo a los sujetos a presentar concepciones erradas.^{2,6,7}

1.2 Fisiopatología

Se caracteriza por tres principales alteraciones fisiopatológicas:

Trastorno de la secreción de insulina: inicialmente se dará un aumento de la secreción de insulina en respuesta a la resistencia a la insulina para lograr mantener una tolerancia normal a la glucosa. Al principio el defecto de la secreción de insulina es leve, finalmente este defecto progresa a un estado de una secreción de insulina visiblemente inadecuada.^{1,6}

La producción endógena de insulina se mantiene, sin embargo la cantidad secretada es menor a la que es segregada en condiciones normales, a una misma concentración de glucosa. El defecto en la secreción de insulina guarda relación con la intensidad de la hiperglucemia en ayunas y es más evidente después de la ingestión de carbohidratos.^{1,6}

Resistencia periférica a la insulina: es una de las principales características de la diabetes mellitus tipo 2, este fenómeno se debe a la menor capacidad de la insulina para realizar su función sobre los tejidos diana periféricos. La resistencia a la insulina afecta el uso de glucosa por los tejidos sensibles a la insulina y aumenta la producción hepática de glucosa. El aumento de los niveles de glucosa en ayunos es secundario al incremento de la producción hepática de glucosa, mientras que la disminución de la utilización periférica de glucosa produce la hiperglucemia postprandial.^{1,6}

Producción hepática excesiva de glucosa: gracias a la glucogenólisis y la gluconeogénesis el hígado mantiene los niveles de glucosa plasmática durante los períodos de ayuno mediante la utilización de sustratos procedentes del músculo esquelético y la grasa. La insulina promueve el almacenamiento de la glucosa en forma de glucógeno hepático y suprime la gluconeogénesis. En la diabetes mellitus tipo 2, la resistencia hepática a la insulina es resultado de la incapacidad de la hiperinsulinemia para suprimir la gluconeogénesis, dando como resultado hiperglucemia en ayunas y disminución del almacenamiento de glucosa en el hígado. ^{1,3,6}

1.3 Diagnóstico

Para el diagnóstico de la DM se puede utilizar cualquiera de los siguientes criterios:

- Síntomas de diabetes más una glucemia al azar medida en plasma venoso que sea igual o mayor a 200 mg/dL (11.1 mmol/l). Al azar se define como cualquier hora del día sin relación con el tiempo transcurrido desde la última comida. Los síntomas clásicos de diabetes incluyen aumento en el apetito, poliuria, polidipsia y pérdida inexplicable de peso.
- Glucemia de ayuno medida en plasma venoso que sea igual o mayor a 126 mg/dL (7 mmol/l). Ayuno se define como un período sin ingesta calórica de por lo menos ocho horas.
- Glucemia medida en plasma venoso que sea igual o mayor a 200 mg/dL (11.1 mmol/l) dos horas después de una carga de 75 g de glucosa durante una prueba de tolerancia oral a la glucosa (PTOG).
- Una A1c mayor o igual a 6.5%, empleando una metodología estandarizada y trazable al estándar NGSP (National Glycohemoglobin Standardization Program). ^{1,6}

1.4 Tratamiento

El objetivo principal del tratamiento es el control glicémico. El control de la glucemia reduce a largo plazo complicaciones microvasculares como: nefropatía, retinopatía y neuropatía. Los objetivos de control glicémico son:

- A1C menor a 7%.
- Niveles de glucemia preprandial: 80-130 mg/dl.
- Niveles de glucemia postprandial: menor de 180 mg/dl.
- Según el SMC (Standard Medical Care) de la ADA (American Diabetes Association) publicados en el año 2017 tiene la ventaja de estar basada en evidencia científica como internacionalmente se demandan las guías de práctica clínica.^{1,2,3,6,7}

La metformina es un fármaco cuyo mecanismo de acción se basa en inhibir la secreción hepática de glucosa. Este fármaco en monoterapia debe iniciarse al momento de diagnosticar la diabetes mellitus tipo 2, a menos que existan contraindicaciones para ello. La metformina es efectiva, segura y barata; y además puede reducir el riesgo de eventos cardiovasculares, no aumenta de peso y no hay riesgo de hipoglicemias cuando se usa solo en monoterapia. Esta contraindicada en pacientes con compromiso renal.^{2,7}

En pacientes con contraindicaciones o intolerancia a la metformina se debe de iniciar monoterapia con Sulfanilureas, Tiazolidinedionas, Inhibidores de DPP4, Inhibidores de SGLT2, agonistas de receptor GLP-1 y por como último recurso la insulina basal. A continuación se presenta las propiedades de cada una de ellas.

Tiazolidinedionas: actúan mejorando la sensibilidad periférica muscular de la insulina. Entre sus beneficio incluye la disminución del péptido-C y niveles de insulina. No produce hipoglicemias al usarse como monoterapia. Se debe

monitorear la función hepática al inicio del tratamiento y cada 2 meses después del mismo durante el primer año. Contraindicada en enfermedad hepática.^{1,7}

Sulfanilureas: Su mecanismo de acción se basa en incrementar la secreción de insulina desde el páncreas. Es de fácil uso así como de adaptación. Provoca aumento de peso así como hipoglicemia en ocasiones.^{1,7}

Meglitinidas: Estos fármacos incrementan la secreción de insulina del páncreas. Reducen la hiperglucemia postprandial. Tienen el riesgo de provocar hipoglicemia en un corto periodo de tiempo, aun estando en monoterapia. Contraindicado en pacientes con disfunción hepática.^{1,7}

Acarbosa: Disminuye la absorción de glucosa a través de la inhibición de la amilasa pancreática y la glucosidasa intestinal. No provoca hipoglicemia cuando se utiliza como monoterapia. Al igual que los anteriores, también reducen la hiperglicemia postprandial. Provoca efectos adversos en predominio gastrointestinal. Requiere ingesta de alimentos junto con las dosis.

Inhibidores de DPP-4: Se encargan de inhibir la eliminación de las incretinas endógenas dando como resultado la inhibición de la liberación de glucagón, incrementa la sensación de saciedad, disminuye la velocidad de vaciado gástrico y por ultimo estimula la liberación de insulina dependiente de glucosa. No se tiene riesgo de hipoglicemia al usarse como monoterapia. Reduce también la hiperglicemia postprandial.^{1,7}

Inhibidores de la SGLT2: Incrementan la excreción urinaria de glucosa, disminuye la glucemia y mejora la sensibilidad periférica de la insulina. Provoca pérdida de peso en ocasiones. Disminuye así mismo la presión arterial.^{1,7}

Cuando pasados los tres meses de monoterapia la A1C se encuentra por encima del 9%, se debe considerar iniciar con doble terapia asociando la metformina con

los fármacos que se mencionaron anteriormente hasta lograr bajar los niveles de A1C. La triple terapia se debe iniciar si a los 3 meses de iniciar la doble terapia la A1C no se ha podido reducir a valores estables.^{1,4,7}

La insulina tiene la ventaja de ser efectiva donde otros agentes no pueden serlo aun con la doble o triple terapia, en un escenario donde la hiperglicemia es severa; específicamente si la misma se presenta con sintomatología en el paciente. Se debe considerar iniciar terapia combinada de insulina inyectada cuando los niveles de glicemia están por encima del 300mg/dl o la A1C se encuentra mayor a 10%. O incluso si el paciente posee síntomas de hiperglicemia (poliuria, polifagia, polidipsia). Se pueden encontrar varios tipos de insulina, cada una con inicio, pico y duración dependiendo las necesidades de cada paciente.^{4,7,8}

Tabla 1
Tipos de insulina

Insulinas	Inicio de acción	Pico de acción	Duración de la acción
Rápidas			
Lispro, aspart, glulisina	5'15 min	1-2 horas	3-5 horas
Regular	30-60 min	2-4 horas	6-8 horas
Intermedia			
NPH	1-3 horas	5-7 horas	13-18 horas
Lentas o de acción prolongada			
Glargina	Dentro de las 4 horas	Sin pico	>24 horas
Detemir	Dentro de las 4 horas	Sin pico	18-24 horas

Modificada de: Bimal H. Ashar, Diabetes Mellitus, Chapter 37, The Hohns Hopkins Internal Medicine Board Review certification and recertification, 5th edition, 2016, Elsevier.

2 Pie Diabético

En Guatemala en el Hospital Roosevelt en el primer trimestre del año 2014 en el área de cirugía se atendieron 205 pacientes con Pie Diabético, de los cuales el 90% era su primera consulta y de estos el 80% requirió de algún tipo de amputación de miembro inferior.^{9,10,13}

Actualmente en el mundo se estima que 371 millones de personas tienen diabetes de los cuales se calcula que la mitad desconoce su condición, según datos de la Federación Internacional de la Diabetes. En las Américas, un 10% de la población adulta, casi 63 millones de personas, tiene diabetes, pero se calcula que el 44% no sabe de su enfermedad. (OPS/OMS).^{1,7,13}

En los Estados Unidos de Norte América se estima que 20.8 millones de personas (7% de la población) tiene Diabetes, de ellos 14.6 millones ya están diagnosticadas y 6.2% millones todavía no tienen diagnóstico. En los Estados Unidos de Norte América se estima que 20.8 millones de personas (7% de la población) tiene Diabetes, de ellos 14.6 millones ya están diagnosticadas y 6.2% millones todavía no tienen diagnóstico.^{6,7,13}

Los problemas del pie en general se encuentran entre las complicaciones más costosas de la diabetes ya que de los 371 millones de personas con diabetes se estima que un 20 % desarrollarán úlceras en los pies y que existe un 80% de posibilidad de que se forme una nueva úlcera, teniendo que el 50% de las amputaciones no traumáticas corresponden a pacientes con diabetes.^{6,7,13}

En la mayoría de los países desarrollados, la incidencia anual de ulceraciones del pie entre personas con diabetes está en torno al 2%. En países desarrollados, el tratamiento de los problemas de Pie Diabético representa, según los cálculos, un 15% del total de los recursos sanitarios. En los países en desarrollo, se ha estimado que los problemas de Pie Diabético podrían llegar a consumir hasta un

40% de los recursos sanitarios disponibles para la diabetes. En el 2006 según la CDC (Center for Disease Control and prevention), se realizaron unas 65,700 amputaciones no traumáticas de las extremidades inferiores a causa de Pie Diabético.^{6,7,13}

2.1 Morbilidad

Según la OMS más del 80% de las muertes por diabetes se registran en países de ingresos bajos y medios. Aunque el exceso de fallecimientos debidos a la diabetes es más bajo en estos países, si la comparamos con otras, sigue representando el 9,5% del total de muertes dentro del grupo de edad de 20 a 79 años. Se calculó que más de 170.000 varones y mujeres murieron por causas relacionadas con la diabetes en el 2010. Se calcula que los eventos relacionados con la diabetes serán la causa de muerte de alrededor del 17% del total de fallecimientos en mujeres dentro del grupo de edad de 50 a 59 años. (International Diabetes Federation, FID).^{6,7,13,}

2.3 Definición

Se define como Pie Diabético según la OMS a la ulceración, infección y/o gangrena del pie asociados a neuropatía diabética y diferentes grados de enfermedad arterial periférica, siendo el resultado de la interacción de diferentes factores metabólicos.^{8,11,13}

La prevalencia del Pie Diabético se sitúa entre el 8% - 13%, afectando con mayor frecuencia a los pacientes de entre 45 y 65 años. Cerca de la mitad de pacientes con diabetes y con úlceras en los pies presentan deformaciones en los mismos, y en el 12% de ellos, la deformidad es la causa directa de la lesión.^{8,11,13}

Por ende deben considerarse tres tipos de factores: los predisponentes, que sitúan al paciente diabético en situación de riesgo de presentar una lesión; los desencadenantes o precipitantes, que inician la lesión; y los agravantes o perpetuantes, que retrasan la cicatrización y facilitan las complicaciones.^{8,11,13}

2.4 Fisiopatología

La fisiopatología del Pie Diabético es compleja, ya que hay que considerar la interacción de factores sistémicos como la angiopatía, neuropatía e infección que predisponen y/o determinan la aparición de las alteraciones en los pies sobre los cuales van a actuar factores externos ambientales o desencadenantes como los estilos de vida, la higiene, el calzado, en donde hay que notar la existencia de un tercer grupo de factores que son los factores agravantes o perpetuantes en donde van incluidas desde las alteraciones isquémicas subclínicas hasta necrosis tisular progresiva, considerando que la principal causa asociada a la lesión en el Pie Diabético es la utilización de un calzado inadecuado, que se sitúa como causa desencadenante en aproximadamente el 40% de los casos.^{8,11,12,13}

Por lo cual se considera que los factores predisponentes sitúan a un enfermo diabético en situación de riesgo de presentar una lesión; los desencadenantes o precipitantes, son los que inician la lesión; y los agravantes o perpetuantes, son los que retrasan la cicatrización y facilitan las complicaciones.^{8,11,12,13}

2.5 Manejo y Prevención de Pie Diabético

Las manifestaciones clínicas del pie diabético guardan relación con las alteraciones neuropáticas y vasculares.

Las manifestaciones de insuficiencia arterial en las extremidades inferiores se clasifican en cuatro grados:

1. Asintomático
2. Claudicación intermitente
3. Claudicación intermitente grave, además de dolor isquémico de reposo
4. Además de lo anterior, gangrena.

Otros hallazgos son: hipotermia distal, llenado capilar retardado, atrofia de masas musculares en pierna, pérdida del vello, uñas gruesas e hiperemia reactiva. Es

básico corroborar a la exploración física la ausencia de pulsos distales para establecer el probable sitio anatómico de obstrucción arterial. Esto puede ser determinado por métodos no invasivos como Doppler.^{8,11,12,13}

De manera secundaria, puede agregarse una infección en el pie afectado, por lo que antes de iniciar el tratamiento conviene considerar algunos factores que favorecen la infección en las extremidades inferiores del paciente diabético tales como: cambios en el pH cutáneo, alteración en la concentración de ácidos grasos, disminución o aumento en la humedad de la piel y lesiones micóticas en uñas, orfejos y espacios interorfejos que son vía de entrada de las infecciones bacterianas, así como la isquemia (macrocirculación y microcirculación) que es el principal factor predisponente de infección.^{8,11,12,13}

Para el manejo y tratamiento del pie diabético deben tomarse en consideración las siguientes medidas que serán individualizadas según el paciente:

1. Evaluación del paciente: apariencia clínica, estadificación de las lesiones.
2. Laboratorio y gabinete: cultivo, biopsia, rayos X, presencia de gas subcutáneo, descartar osteomielitis, evaluar el flujo sanguíneo.
3. Desbridación radical.
4. Control metabólico.
5. Antibioticoterapia temprana.
6. No mojar los pies.
7. Disminuir el edema.
8. No ejercer peso sobre la extremidad: inmovilización y reposo.
9. Mejorar la circulación: medicamentos anticoagulantes.

2.6 Clasificación Meggitt-Wagner

En el 2007, la diabetes fue clasificada como la causa subyacente de 71.382 certificados de defunción y fue catalogada como un factor que contribuyó en un adicional de

160,022 certificados de defunción. Esto significa que la diabetes contribuyó a un total de 231,404 muertes. (American Diabetes Association, ADA). No hay una clasificación universalmente aceptada, que englobe los criterios de evaluación de las lesiones del pie diabético, sin embargo, las más aceptadas y utilizadas incluyen a la de Wagner que siendo la más utilizada en el mundo tiene como limitaciones el no discriminar por etiología a las lesiones, pero como cualidad la identificación temprana del pie de riesgo en su denominación cero. ^{11,12,13}

La clasificación de Meggitt-Wagner es probablemente junto con la clasificación de Texas el sistema de estadiaje de lesiones de pie diabético más conocido. Fue descrita por primera vez en 1976 por Meggitt pero fue popularizada por Wagner en 1981. Este sistema consiste en la utilización de 6 categorías o grados. ^{12,13}

CLASIFICACIÓN DE WAGNER

Grado	Lesión	Características
0	Ninguna. Pie de riesgo	Callos, hallux, dedos en garra
I	Úlceras superficiales	Dstrucción del espesor total de la piel
II	Úlcera profunda	Penetra piel, grasa y ligamentos sin afectar hueso, Infección
III	Úlcera profunda más absceso (osteomielitis)	Extensa y profunda, secreción, mal olor
IV	Gangrena limitada	Necrosis de una parte del pie
V	Gangrena extensa	Todo el pie afectado, efectos sistémicos

2.7 Tratamiento Quirúrgico

Existen dos circunstancias clínicas en las que la amputación se constituye como única opción terapéutica en el pie diabético: en la extensa necrosis tisular, o cuando las diversas alternativas terapéuticas han fracasado.^{9,11,13}

A pesar de los avances en materia de información, prevención y alternativas terapéuticas médico quirúrgicas, la tasa de amputación en el enfermo diabético sigue presentando una prevalencia elevada. Entre el 50% y el 65%, en función de las diversas publicaciones, de todas las amputaciones de causa no traumática, son realizadas en enfermos diabéticos. Aceptado el contexto de fracaso en que se realiza una amputación, tanto por parte del médico como del enfermo y de su entorno familiar, ésta debe enfocarse en una dimensión en la que las opciones de mejora en su calidad de vida sean las óptimas. Por este motivo, los objetivos de la misma deben ser el conseguir un muñón bien cicatrizado y estable.^{9,11,13,19}

La progresión de la infección, a partir de las úlceras necróticas digitales, se produce a través de las vainas tendinosas plantares y su evolución natural es el absceso plantar, de mal pronóstico para la viabilidad del pie, ya que afecta a sus compartimientos medio y posterior. Por esta razón, el desbridamiento quirúrgico debe ser inmediato cuando existen signos flogóticos en la base de los dedos y en los trayectos tendinosos, al margen de que no dispongamos de datos hemodinámicos o angiográficos sobre la perfusión arterial de la extremidad.^{9,11,13,25}

Otro motivo para proceder a esta acción inmediata es la compensación metabólica, que no es posible efectuar de forma correcta en presencia de un foco infeccioso. La trombosis arteriolo-venular que provoca y extiende la infección es también otra razón para proceder al mismo, en función de evitar evoluciones que comprometan la viabilidad del pie con posterioridad

revascularizado. Técnicamente, las incisiones deben ser amplias, permitiendo establecer el diagnóstico quirúrgico de todos los trayectos fistulosos.^{9,11,13,25}

La colocación de drenajes transitorios tipo Penrose o simplemente de gasas garantizan la permeabilidad de los trayectos expuestos y su drenaje.

Existen ciertas situaciones en las que la infección no consigue erradicarse mediante el desbridamiento y la asociación de antibioticoterapia por vía sistémica. Ello se objetiva, entre otros signos, por la persistencia de secreción purulenta en los trayectos fistulosos.^{9,11,13,19,25}

Amputaciones menores: son aquellas que se limitan al pie.

1. Amputaciones distales de los dedos: están indicadas cuando la lesión necrótica se circunscribe en las zonas acras de los dedos. Es necesario reseca todos los tejidos desvitalizados. En presencia de infección, se deja abierta para que cierre por segunda intención.
2. Amputación Transfalángica: la resección de tejido es mínima y no precisa de rehabilitación, ya que después el pie se mantiene con buena funcionalidad.

Indicaciones: en lesiones localizadas en la falange media y distal, siempre que la base del dedo reste una zona de piel lo suficientemente extensa como para recubrir la herida.

3. Amputación digital transmetatarsiana: tiene la ventaja de que la deformidad del pie es mínima, mantiene su funcionalidad y no precisa rehabilitación.

Indicaciones: lesiones necróticas de los tejidos que recubren la falange proximal con indemnidad del espacio interdigital, del pliegue cutáneo y de la articulación metatarso-falángica.

4. Amputación transmetatarsiana: se basa en la resección de la totalidad de las falanges y de la epífisis distal de los metatarsianos. Se consigue una funcionalidad aceptable.^{23,25}

Amputaciones mayores:

1. Amputación de Syme: se realiza a nivel de la articulación del tobillo. Se consigue un buen muñón de apoyo, restando espacio suficiente entre el extremo del muñón y el suelo para la colocación de prótesis.
2. Amputación de Pirogoff: similar a la de Syme, difiriendo únicamente en la conservación de una porción del hueso calcáneo como zona de apoyo.
3. Amputación infracondílea: Se realiza por debajo de la articulación de la rodilla, lo que permite movilidad.^{23,25}
4. Amputación supracondílea: se pierde la articulación de la rodilla, y la carga protésica se concentra en la zona isquiática.
5. Amputación en guillotina: indicada cuando la infección abarca amplias estructuras del pie con progresión extensa a través de las vainas tendinosas de la pierna. Consiste en una sección por encima de los maléolos y perpendicular al eje de la pierna, de la piel, tejidos blandos y huesos. Una vez controlada la infección se procede a realizar, en un segundo tiempo, una amputación estandarizada.^{9,11,13,19,25}

3 Luz Infrarroja

La luz infrarroja (IR), es una radiación electromagnética cuya longitud de onda comprende desde los 760 nm hasta los 15,000 nm. Su descubrimiento se debe a Herschel, quien en 1800 detectó, en el espectro de la radiación solar, un aumento importante de temperatura en la zona situada más allá del rojo, de la que no provenía luz visible. Existen tres bandas de luz infrarroja:^{14,15,16}

- IRA: 780-1,400 nm
- IRB: 1,400-3,000 nm
- IRC: 3,000-10,000 nm

Sus efectos biológicos suelen dividirse en IR distales e IR proximales. Desde el punto de vista terapéutico, es una forma de calor radiante, que puede transmitirse sin necesidad de contacto con la piel. Produce un calor seco y superficial entre 2 y 10 mm de profundidad.^{14,15,16}

Sin embargo, a efectos prácticos, según los efectos biológicos, suelen dividirse en IR distales. El sol es la principal fuente natural de radiación IR; constituye el 59% del espectro de emisión solar. Las fuentes artificiales de producción de IR son los emisores no luminosos y las lámparas o emisores luminosos.^{14,15,16}

Los emisores no luminosos son resistencias eléctricas dispuestas, generalmente, en espiral, sobre una superficie refractaria cerámica; estas fuentes emitan gran cantidad de IR de onda larga, entre los 1,500 y los 12,500 nm. Su radiación alcanza una profundidad de 2 a 3 cms.²⁶

Los emisores luminosos son lámparas especiales, constituidas por filamentos de tungsteno dispuestos en una ampolla de cristal, que contienen un gas inerte a baja presión con su reflector correspondiente para mejorar la direccionalidad del haz. Emite IR proximal, además de luz visible. Alcanza niveles de profundidad de 5 a 10 mm bajo la piel.^{14,15,16,26}

La radiación IR constituye una forma de calentamiento por conversión; a medida que los fotones se absorben, van transformándose en calor al aumentar la agitación de las moléculas en los tejidos absorbentes. Es un calor superficial, el cual es el responsable de los efectos sobre el organismo.

En el ámbito local, pueden considerarse los siguientes efectos:

1. Eritema de aparición inmediata a la irradiación. Se produce por una vasodilatación subcutánea, causada directamente por el aumento de la temperatura. Puede persistir entre 10 y 60 minutos.
2. Efecto antiinflamatorio, debido al mayor aporte de nutrientes y células defensivas, proporcionados por la hiperemia.

3. 3 La acción del calor directamente sobre las células y la situación de hiperemia estimulan el trofismo celular y tisular. Por ello, los IR se han empleado desde antiguo para los trastornos de la cicatrización.
4. Aumento de la sudación, producido por el calor en la piel.
5. Sobre la musculatura estriada, producen relajación por efecto directo del calor y ejercen una acción anticontracturante. Además, aumentan la irrigación del músculo, lo que facilita la reposición del esfuerzo, mejora la deuda de oxígeno y favorece la reabsorción del ácido láctico. Tanto la relajación como la hiperemia muscular facilitan la preparación para el ejercicio. Por todos estos motivos, las aplicaciones de IR son especialmente útiles en traumatología y medicina deportiva.
6. Sobre la musculatura lisa, los IR producen, asimismo, relajación y actúan como antiespasmódicos. ^{14,15,16,26}

En el ámbito general, el calentamiento de todo el organismo produce:

1. Vasodilatación superficial generalizada, que puede resultar beneficiosa en individuos hipertensos o perjudicial en hipotensos. En estos casos, puede provocar importantes caídas de tensión y lipotimias.
2. Sedación y relajación generalizada de todo el organismo, debido tanto a la acción del calor suave sobre todas las terminaciones nerviosas como a la relajación muscular sistémica. ^{14,15,16,26}

3.1 Dosimetría

Los equipos más comúnmente empleados son lámparas IR o emisores no luminosos, que se disponen solos o en grupo, en función de si el tratamiento es local o baño de IR (parcial o completo). En este caso, suele tratarse de varias lámparas (entre 4 y 9) de 60 W, dispuestas en un túnel reflector que cubre al paciente. Sea cual sea el tipo de emisor que hay que utilizar, los reflectores deberán estar limpios y brillantes, para aprovechar al máximo el rendimiento, y la

conexión eléctrica debe tener toma de tierra, para evitar accidentes por derivación de la corriente. ^{14,15,16,26}

En el caso de las fuentes no luminosas, debe tomarse la precaución de conectarlas entre 5 y 10 minutos antes del tratamiento, para el precalentamiento de la fuente. En la actualidad, es más frecuente el uso de lámparas incandescentes para la terapia con IR. Aunque la radiación IR proximal penetra algo más en profundidad, se ha descrito que la sensación subjetiva de incremento de la temperatura superficial no difiere entre un tipo u otro de emisores. Según la potencia de la lámpara (150-1300 W), ésta se dispondrá a suficiente distancia de la piel, habitualmente entre 40 y 60 cm. Hay que tener en cuenta la ley del inverso del cuadrado de la distancia para modificar la dosis y la ley de Bunsen-Roscoe para calcular el tiempo de exposición. De esta forma, a una distancia doble, la intensidad se reduce 1/4, por lo que el tiempo deberá aumentarse 4 veces para mantener la misma dosis. ^{14,15,16}

La lámpara debe colocarse de forma que el haz incida perpendicularmente sobre la piel. Hay quien recomienda no ponerlas en la vertical del enfermo, para evitar accidentes en caso de caídas. El paciente debe estar en una posición cómoda y relajada, ya que el tratamiento durará varios minutos. Deberá quitarse la ropa de la zona que hay que tratar, que estará desnuda y sin ningún tipo de cremas. ^{14,15,16,34}

En ocasiones, se aplicarán medicamentos localmente, antiinflamatorios, analgésicos, etc., para aprovechar la hiperemia y la dilatación de los poros que produce el calor; así se favorece la absorción del fármaco. En ningún caso se hará antes, sino después de la aplicación de IR, para evitar el posible sobrecalentamiento de la zona. Deben quitarse todos los elementos metálicos como joyas, etc., ya que el rápido calentamiento del metal puede producir quemaduras en la zona de contacto. Las zonas que no han de tratarse deben protegerse con toallas o compresas secas. ^{16,34}

La duración del tratamiento debe oscilar entre 15 y 30 minutos (en ocasiones, incluso 60), en función de la intensidad utilizada y el efecto buscado. Es conveniente vigilar la piel durante el tratamiento, cada 5 minutos, especialmente en las primeras sesiones, ya que la sensibilidad al calor es diferente en cada persona. La piel presentará eritema moderado y sudación. Hay que atender cualquier sensación de calor excesivo y desagradable o la presencia de eritema exagerado, e interrumpir el tratamiento.^{16,34,35}

Las lámparas de IR tienen la ventaja, frente a otros sistemas de termoterapia superficial, de permitir observar la piel durante el tratamiento. Además, su bajo coste y facilidad de manejo hacen que sean consideradas aptas para tratamientos prolongados, que puedan realizarse en casa. En este caso, han de darse siempre las adecuadas instrucciones de manejo y seguridad, e insistir en la utilización del reloj para controlar los tiempos de tratamiento. En cualquier caso, está descrito que tienen menor probabilidad de producir quemaduras que otros tratamientos domésticos.^{16,30,34,35}

La unidad de medida de la intensidad de radiación IR se denomina pirón y equivale a $1 \text{ cal} \times \text{g/cm}^2/\text{min}$, equivalente a $69.7 \times 10^{-3} \text{ W/cm}^2$. En la práctica, suele emplearse la sensación subjetiva de calor como referencia; por ejemplo:

- Calor moderado (» 0,5 pirones): sensación de calor ligero y agradable.
- Calor intenso (» 1 pirón): sensación de calor intenso, no agradable, pero soportable.
- Calor intolerable (» 1,5 pirones): calor muy intenso, sensación de dolor, eritema intenso y sudación.^{16,30,34,35}

Así, el efecto analgésico puede obtenerse con un calor moderado durante un tiempo breve (10-15 min); el efecto antiinflamatorio puede obtenerse con una dosis media (entre 0,5 y 1 pirón) durante un tiempo más largo (alrededor de 30

mim). Para los baños de IR, suele emplearse calor moderado durante más tiempo.
16,30,32,34,35

4 Dolor

Desde el punto de vista de la fisiología, actualmente se saben muchas cosas acerca de los procesos físicos y químicos involucrados en la sensación misma. La investigación sobre la fisiología del dolor es un campo muy activo y tiene varias ramas.^{23,24,28,29}

El dolor es la causa más común que conduce al paciente a la consulta médica y más aún si es de tipo crónico por la necesidad de tratamiento a largo plazo que éste requiere, situación por la cual todo el personal de salud debe poseer conocimientos claros y útiles sobre éste tema.^{23,24,28,29}

En nuestro medio, se cuenta con una cantidad adecuada de fármacos para el tratamiento del dolor crónico, incluyendo fármacos antidepresivos, anticonvulsivantes, antiarrítmicos y opioides; los cuales, utilizando criterios de selección científicamente aceptados, pueden controlar ésta entidad nosológica. Cabe recordar que el alivio del dolor es sobretodo el principal deber médico ya que de otra manera, dicha profesión no tendría razón para existir.^{24,28,29}

El dolor se define como la sensación protectora básicamente desagradable referida al cuerpo, que representa el sufrimiento producido por la percepción psíquica de una lesión real, amenaza de lesión o fantasía de lesión, constituyendo una respuesta que el sistema nervioso genera al producirse lesión tisular. Por un lado, se acepta que el dolor puede deberse a la pérdida preferencial de fibras inhibitorias de grueso calibre que según el modelo del "Gate Control" facilitarían la transición de la percepción dolorosa al facilitarse la actividad de las fibras C, que son inhibitorias de la neurona inhibitoria; por el otro lado se acepta que la Alodinia no se produce por sensibilización de fibras nociceptivas, sino por un mecanismo central de organización somatotópica de neuronas de segundo orden, las cuales

al no recibir influencia nociceptiva de fibras C recibirían señales de fibras A-Beta de bajo umbral. ^{24,28,29}

Ya que la teoría de la Compuerta de Entrada o "Gate Control" se compone de 4 sistemas, el Sistema de Control de Entrada, Sistema Sensitivo Discriminador, Motivacional Afectivo y Central de Control; se atribuye ésta sensación desagradable a una alteración del primero. La modulación del dolor es bidireccional, los circuitos de modulación del dolor no solo producen analgesia, sino que también son capaces de acentuar el dolor. ^{24,28,29}

Dada la naturaleza compleja y subjetiva del dolor, en años recientes se han creado clínicas para pacientes que sufren de manera constante o crónica este padecimiento. El dolor crónico puede tener efectos dañinos en la calidad de vida de una persona, lo que hace indispensable que el paciente se involucre en su tratamiento. ^{24,28,29,37}

La intensidad no es el único factor importante en la experiencia del dolor; El dolor ocurre dentro de un contexto. En los pacientes con cáncer, el componente sensorial del dolor es menos importante que el aspecto evaluativo emocional. En el contexto clínico, así como en muchas investigaciones publicadas, la confianza en la intensidad del dolor por sí sola sugiere que es la única dimensión del dolor que es importante evaluar y registrar. ^{24,28,29}

La intensidad del dolor está influenciada por el significado del dolor para el paciente y su duración esperada. El medio ambiente también tiene un impacto en la experiencia del dolor, al igual que las expectativas, actitudes y creencias. El dolor agudo o crónico puede conducir a diversos grados de comportamiento alterado, disfunción o discapacidad. Varios estudios han demostrado que la patología no se correlaciona bien con el dolor; Lo que es más importante, la ausencia de patología identificable no significa la ausencia de dolor.

4.1 Escala Visual Analógica (EVA)

La escala visual analógica permite cuantificar numéricamente la intensidad del dolor que sufre el paciente. Consiste en una línea de 10 cm de longitud, en la cual el extremo izquierdo significa “ausencia de dolor” y el extremo derecho “máximo dolor”. El paciente debe indicar cuanto le duele marcando en un punto de la línea, cuya distancia se traduce en centímetros medidos desde el extremo izquierdo hasta el punto señalado por el paciente. ^{24,28}

4.2 Escala Numérica

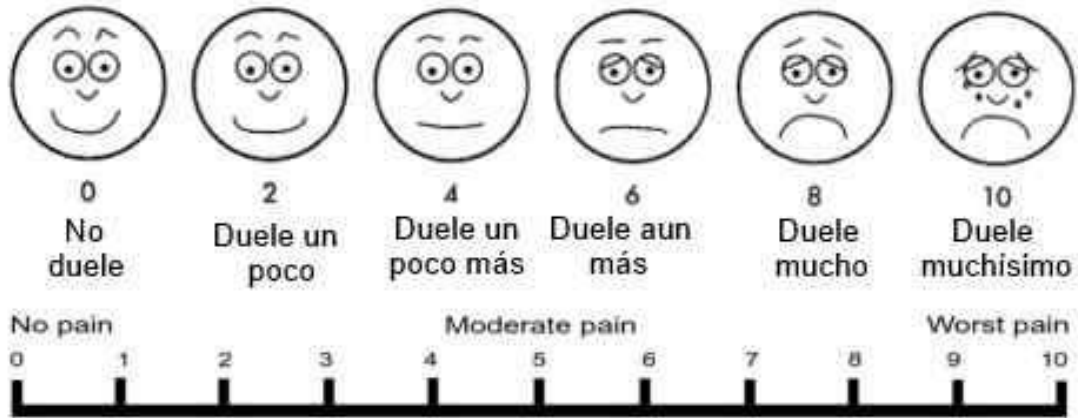
La escala numérica es el método más sencillo y utilizado para la medida de la intensidad del dolor. Se pide al paciente que indique la intensidad de su dolor en números en una escala de 0 a 10, en la cual el 0 representa “ausencia de dolor” y el 10 “Máximo dolor”. ^{24,28}

4.3 Escala de Evaluación de Rostros

La EVA y la escala numérica son instrumentos de medida relativamente sencillos, sin embargo, hay un porcentaje de pacientes incapaces de completar estas escalas o que las encuentran confusas. ^{24,28}

En los pacientes pediátricos y en aquellos que tienen dificultades con la EVA o con la escala numérica, se puede utilizar la escala de “caritas” (Face Rating Scale). Fue descrita inicialmente para los pacientes pediátricos y posteriormente modificada para su utilización con pacientes adultos. ^{24,28}

Face Rating Scale:



III. OBJETIVOS

a. Objetivo general:

a.1) Determinar el impacto del uso de luz infrarroja en la disminución del dolor en pacientes post-amputación por pie diabético.

b. Objetivos específicos:

b.1) Establecer factores predisponentes del dolor como isquemia, infección, edema y neuropatía.

b.2) Determinar si la técnica quirúrgica y clasificación Wagner afectan la presencia de dolor.

b.3) Caracterizar epidemiológicamente en edad, sexo y antecedentes patológicos de los pacientes que son sometidos a amputación de miembro inferior por pie diabético.

IV. MATERIAL Y MÉTODO

4.1 Tipo de investigación

Descriptivo Correlacional, donde se analizó el efecto del uso de luz infrarroja en la disminución del dolor y otros parámetros, en pacientes post amputación por pie diabético en el período de enero a agosto de 2019.

4.2 Población y muestra

Universo: Pacientes que asistieron al Hospital Roosevelt con pie diabético y se le realizó amputación Supracondílea o Infracondílea.

Sujeto: Pacientes que asistieron al Hospital Roosevelt sometidos a amputación supracondílea o Infracondílea.

Muestra: se utilizó muestreo por conveniencia.

4.3 Selección de sujetos de estudio

4.3.1 Criterios de Inclusión

- (i) Pacientes con diagnóstico de pie diabético avanzada (Wagner 3 – 5)
- (ii) Mayor a 18 años de edad
- (iii) Pacientes con amputación Supracondílea o Infracondílea.

4.3.2 Criterios de Exclusión

- (i) Toda paciente que presente infección del área quirúrgica previa.
- (ii) Referido de otro centro hospitalario.
- (iii) Pacientes egresados antes de los 5 días post quirúrgicos.

4.4 Operacionalización de variables

	Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Tipo de Variable	Escala de Medición	Criterios de Clasificación
Características Epidemiológicas	Edad	Tiempo que ha vivido una persona	Número de años anotado en la hoja de ingreso del expediente médico	Cuantitativa	Razón	Años
	Sexo	Condición orgánica, masculino o femenino, de los animales y plantas	Sexo anotado en la hoja de ingreso del expediente médico	Cualitativa	Nominal	Femenino Masculino
	Antecedentes patológicos	Comorbilidad crónica que afecte al paciente	Comorbilidad que el paciente refiera	Cualitativa	Nominal	-Hipertensión Arterial -Enfermedad Cardíaca Otros
Características Quirúrgicas	Indicación de Amputación	Motivo o razón por la que se indica una conducta quirúrgica	Motivo por el cual se indicó una amputación	Cualitativa	Nominal	Clasificación de Wagner + Infeccioso ó Isquémico ó Mixto
	Técnica Quirúrgica	Consiste en el conjunto de maniobras e instrumentos para realizar determinado procedimiento quirúrgico	Técnica quirúrgica utilizada para el tratamiento del paciente, tipo de amputación	Cualitativa	Nominal	Supracóndilea Infracóndilea Otro
Características Post-Operatorias	Dolor	Sensación molesta y aflictiva de una parte del cuerpo por una causa interna o externa	Grado de dolor	Cualitativa	Razón	Face Rating Scale
	Estado de la Herida Operatoria	Características que adquiere la Herida Operatoria en el transcurso del tiempo	Evolución Post-Operatoria de la Herida Operatoria	Cualitativa	Nominal	Cicatrizada Dehisciente Necrótica Infectada
	Factores predisponentes de dolor	Factores que aumentan la posibilidad que el paciente presente dolor	Examen físico de la herida operatoria	Cualitativa	Nominal	Isquemia Neuropatía Edema Infección

	Uso de luz infrarroja	Radiación electromagnética que aumenta el calor en el sitio donde se aplica	Aplicación mediante lámpara sobre la herida operatoria	Cualitativa	Nominal	Si No
--	-----------------------	---	--	-------------	---------	----------

4.5 Proceso de recolección de datos

1. Se seleccionaron los sujetos de estudio que cumplan los criterios de inclusión.
2. Con los pacientes identificados y seleccionados, se procedió a recolectar sus datos generales y se informó al paciente del estudio que se pretende realizar, se les presentó el consentimiento informado pidiendo su firma para la autorización a participar en el presente estudio. En caso de ser analfabeta, se solicitó la huella digital y la firma de un testigo.
3. Se le asignó un número de identificación al sujeto en estudio, el cual corresponde al número de registro de su expediente clínico otorgado por el Hospital Roosevelt a cada paciente.
4. Se dividió el total de pacientes en dos grupos de manera aleatoria. Grupo A: Se colocó la terapia de luz infrarroja al paciente en el sitio de amputación por una hora, 1 vez al día a las 12 horas, 24 horas, 3 días y 5 días postquirúrgicos. Grupo B: no se les colocó terapia de luz infrarroja.
5. Los pacientes del grupo A, se les evaluó el efecto de la luz infrarroja en la disminución del dolor mediante el uso de escala análoga para el dolor, así como la evolución de la herida operatoria y los síntomas asociados. Los pacientes del grupo B fueron analizados de la misma manera.
6. Se recolectaron los datos obtenidos en la boleta recolectora.

4.6 Plan de análisis

1. Para obtener la muestra, se utilizó un muestreo por conveniencia.
2. Posterior a la obtención de los datos, se procede a realizar una base de datos en Excel.
3. Posteriormente se utilizó el paquete estadístico de Epi Info, versión 3.5.4.
4. Las variables cuantitativas se analizaron mediante el uso de media, mediana, moda y desviación estándar.
5. Las variables cualitativas se les realizó un análisis de varianza.
6. Los resultados fueron agrupados dependiendo de las distintas variables y los objetivos.

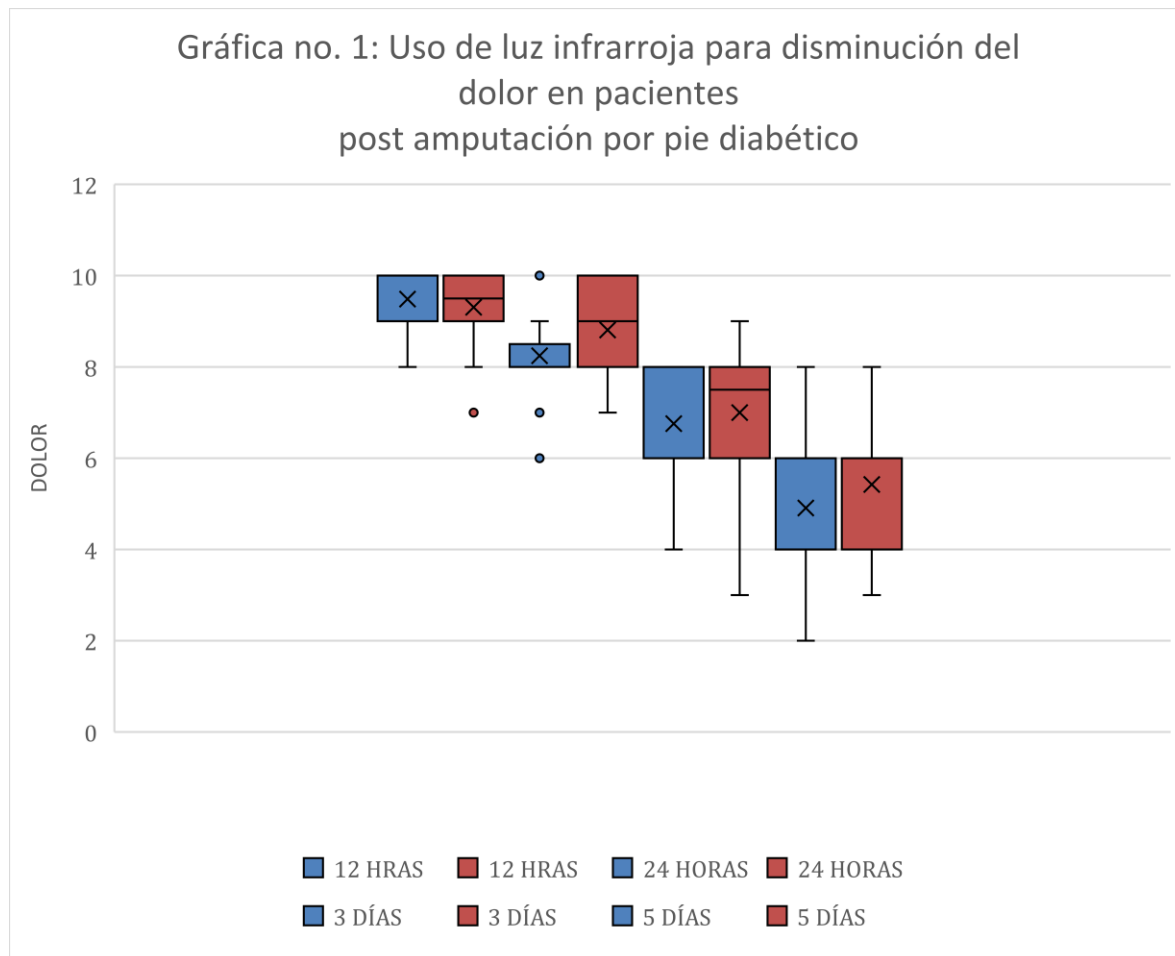
4.7 Aspectos éticos de la investigación

Los aspectos éticos se basaron en torno al Código de Nuremberg, ya que todos los pacientes participaron de manera voluntaria y consciente, y los resultados serán en beneficio de la sociedad, además no hubo daño a la integridad física y psicológica de los pacientes. Siendo el estudio realizado por personas científicamente calificadas, así mismo se omitirá el nombre de los pacientes. El estudio fue equitativo ya que tomó los datos obtenidos de todos los pacientes por igual y con la misma importancia, que se merezcan en su momento. Mediante el uso de luz infrarroja, no se han demostrado efectos adversos en los diversos estudios que se analizaron en la revisión bibliográfica, por lo que los pacientes no corrieron ningún riesgo al momento de la elaboración de la investigación

V. RESULTADOS

TABLA NO.1: DATOS GENERALES	
DEMOGRÁFICOS	
Masculino	42
Femenino	22
Edad	57 (± 9.33)
ANTECEDENTES	
Hipertensión Arterial	33
Enfermedad Cardíaca	3
Ambas	2
Otros	1
CLÍNICOS	
Wagner III	3
Wagner IV	16
Wagner V	45
PREDISPONENTES DEL DOLOR	
Isquemia	23
Infección	15
Edema	11
Neuropatía	12
TÉCNICA QUIRÚRGICA	
Supracondílea	60
Infracondílea	4
ESCALA DEL DOLOR	
12 hrs	9.47 (± 0.90)
24 hrs	8.22 (± 1.04)
3 días	6.69 (± 1.32)
5 días	4.94 (± 1.40)
POST OPERATORIO	
Cicatrizada	45
Dehiscente	6
Infectada	8
Necrótico	5
USO DE LUZ INFRARROJA	
Si	36
No	28

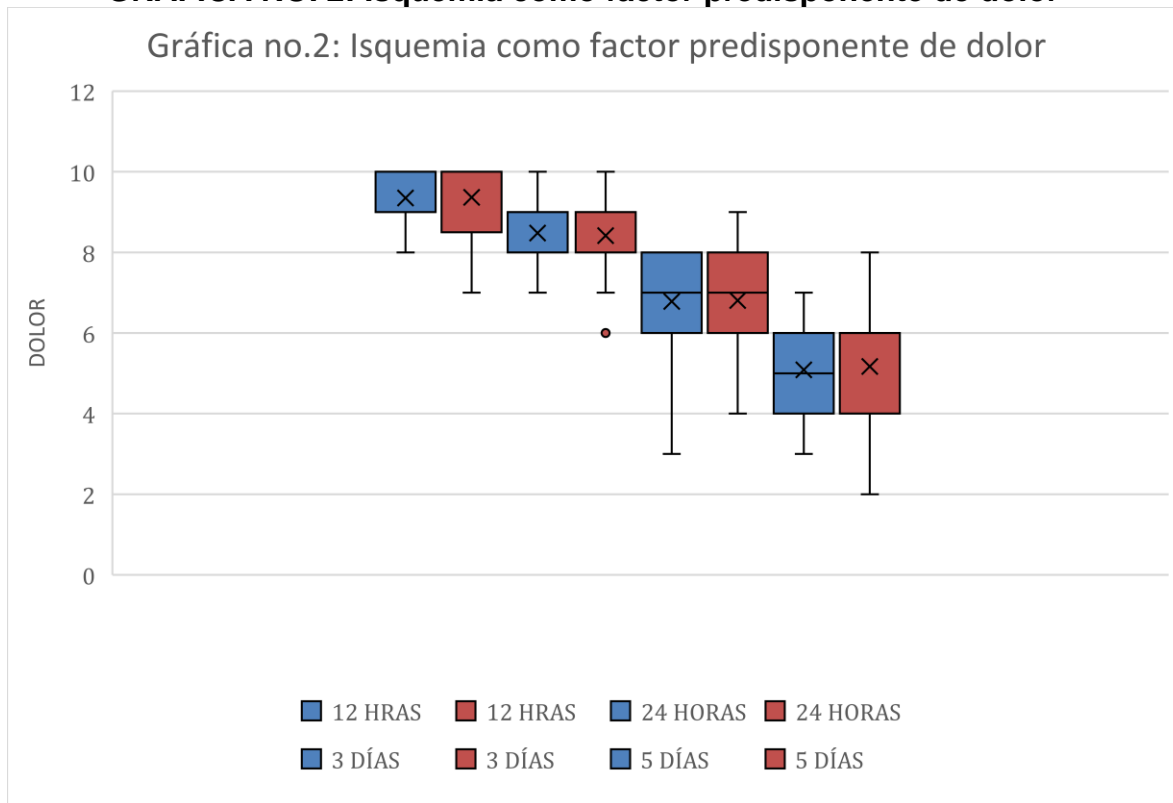
GRÁFICA NO. 1: Uso de luz infrarroja para disminución del dolor en pacientes post amputación por pie diabético



	CON LUZ
	SIN LUZ

Tabla no.2: Luz infrarroja para disminución del dolor				
	DOLOR			
	12 horas	24 horas	3 DÍAS	5 DÍAS
Valor de significancia <i>p</i>	0.422	< 0.05	0.488	0.173

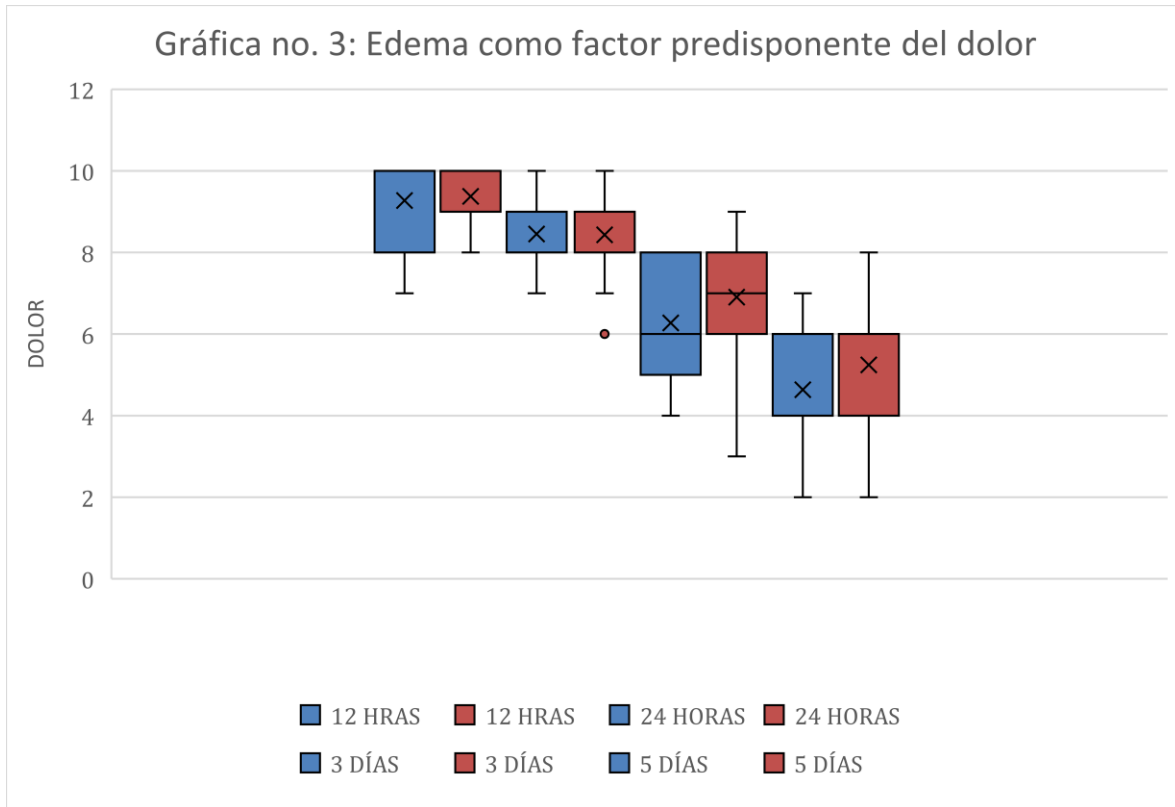
GRÁFICA NO. 2: Isquemia como factor predisponente de dolor



	CON ISQUEMIA
	SIN ISQUEEMIA

Tabla no. 3: Isquemia vs sin isquemia				
	DOLOR			
	12 HORAS	24 HORAS	3 DÍAS	5 DÍAS
Valor de significancia <i>p</i>	0.93672	0.807384	0.948171	0.819165

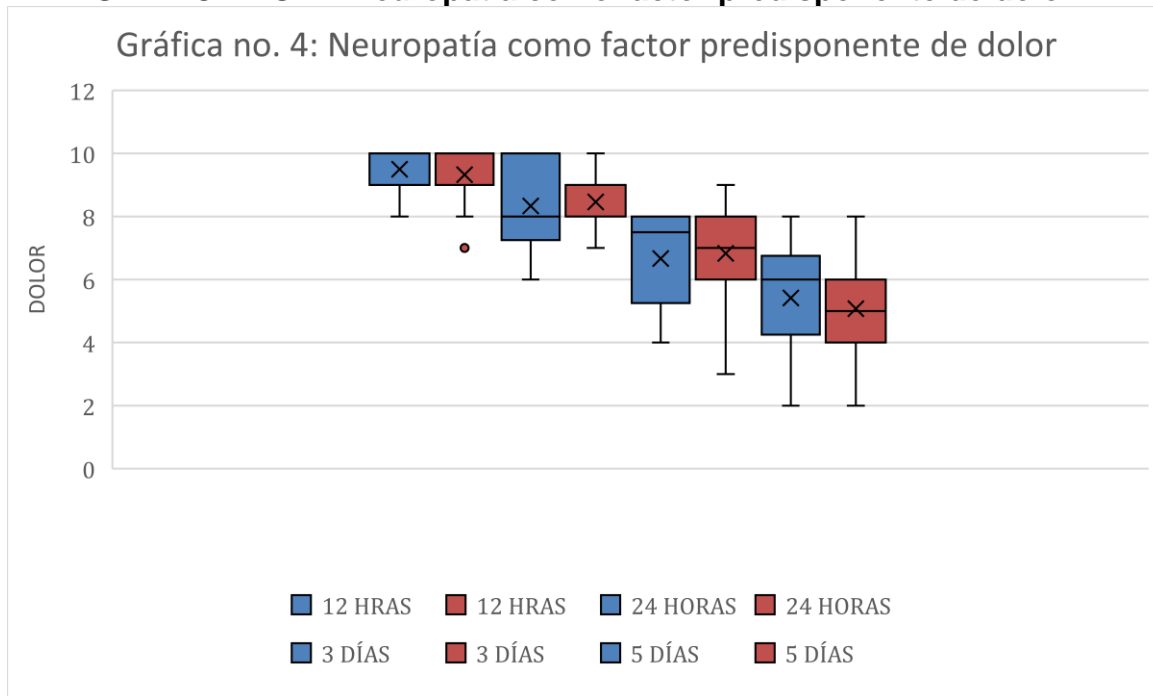
GRÁFICA NO. 3: Edema como factor predisponente del dolor



	CON EDEMA
	SIN EDEMA

Tabla no. 4: Con edema vs Sin edema.				
	DOLOR			
	12 HORAS	24 HORAS	3 DÍAS	5 DÍAS
Valor de significancia <i>p</i>	0.717	0.95056	0.14282	0.1883

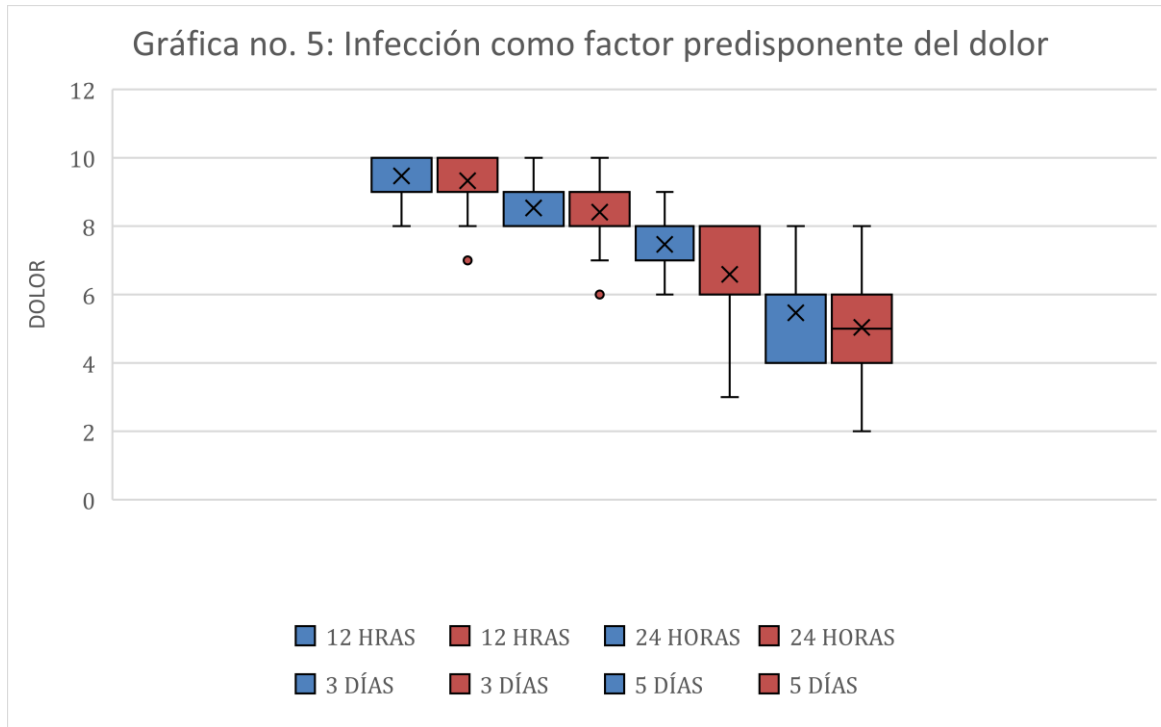
GRÁFICA NO. 4: Neuropatía como factor predisponente de dolor



	CON NEUROPATÍA
	SIN NEUROPATÍA

Tabla no. 5: Con neuropatía vs sin neuropatía				
	Dolor			
	12 HORAS	24 HORAS	3 DÍAS	5 DÍAS
Valor de significancia <i>p</i>	0.534	0.6389	0.5187	0.4497

GRÁFICA NO. 5: Infección como factor predisponente del dolor



	CON INFECCIÓN
	SIN INFECCIÓN

Tabla no. 6: Con infección vs Sin infección				
	Dolor			
	12 HORAS	24 HORAS	3 DÍAS	5 DÍAS
Valor de significancia p	0.585	0.67182	< 0.05	0.30291

GRÁFICA NO. 6: Técnica quirúrgica como factor predisponente de dolor

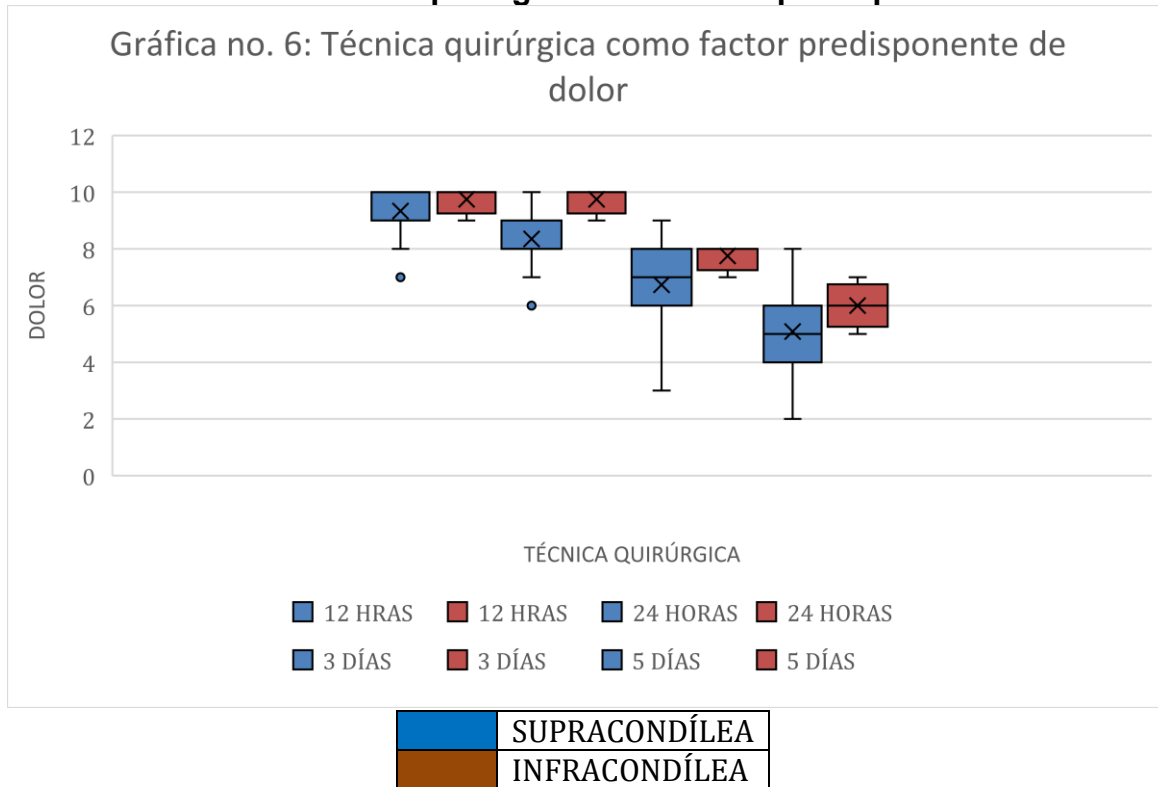
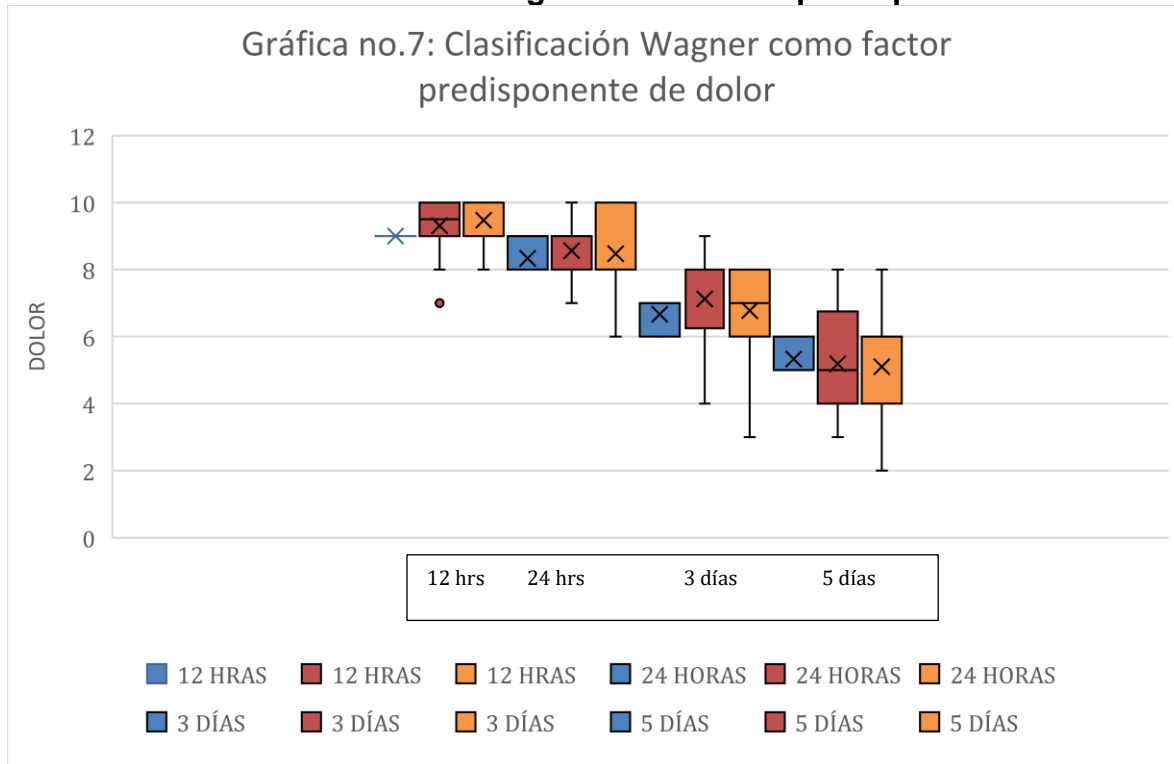


Tabla no.7: Amputación supracondílea vs infracondílea				
	Dolor			
	12 HORAS	24 HORAS	3 DÍAS	5 DÍAS
Valor de significancia <i>p</i>	0.352	<0.05	0.13	0.204

GRÁFICA NO. 7: Clasificación Wagner como factor predisponente de dolor



	Wagner III
	Wagner IV
	Wagner V

	Dolor			
	12 HORAS	24 HORAS	3 DÍAS	5 DÍAS
I	9 (0)	8.33 (±0.57)	6.66 (±0.57)	5.33 (±0.57)
II	9.31 (±0.87)	8.56 (±0.89)	7.12 (±1.40)	5.18 (±1.47)
IV	9.47 (±0.84)	8.47 (±1.08)	6.77 (±1.32)	5.1 (±1.48)
Valor de significancia p	0.559	0.92	0.65	0.951

Tabla no. 9: Efecto de la luz infrarroja en la herida operatoria			
	USO DE LUZ INFRARROJA		
	SI (n ₁ /N ₁)	NO (n ₂ /N ₂)	Valor de significancia <i>p</i>
Cicatrizada	26/36	19/28	0.35197
Infectada	6/36	2/28	0.12714
Dehiscente	1/36	5/28	0.02018
Necrótica	3/36	2/28	0.926

VI. DISCUSIÓN Y ANÁLISIS

Este es un análisis de un estudio de tipo descriptivo correlacional de pacientes con pie diabético a quienes se les aplicó luz infrarroja como tratamiento para disminuir el dolor post amputación de miembro inferior, el cual se realizó en los meses de Enero 2018 a Agosto 2019 en el departamento de Cirugía del Hospital Roosevelt de la Ciudad de Guatemala. El estudio se realizó a 64 pacientes de los cuales el 65% fueron del sexo masculino y el promedio de edad fue de 57 años. Lo cual, de acuerdo a Sinnott et al, en 2017 evidenciaron una prevalencia de pacientes diabéticos de sexo masculino y también demostraron que el diagnóstico aumentaba con la edad, esto se relaciona con el estudio ya que la prevalencia aumenta a partir de los 55 años. De acuerdo con Mohammed et al. en 2011, de 500 pacientes estudiados, 55 presentaron pie diabético y se demostró que el rango de edad de mayor presentación era de 41 a 60 años. Otro hallazgo importante en el estudio de Mohammed es respecto a la clasificación Wagner, donde ellos describieron que el grado 2 fue el más frecuente con un 34% y el menos frecuente fue el grado V.^{38,39}

Most y Sinnock describieron que el riesgo de amputación de una extremidad aumentaba con la edad y se relacionaba con pacientes de sexo masculino. Hasta el 72% mayores de 65 años se les realizaba una amputación de extremidad debido a diabetes mellitus.⁴⁰

Entre los antecedentes patológicos se encontró que la hipertensión arterial predominó en un 51%, sin embargo, según Kirk et al. en 2019 luego de entrevistar a 108 pacientes con diagnóstico de diabetes mellitus, publicaron que la comorbilidad asociada en mayoría es enfermedad cardiovascular en un 91%. También identificaron que el dolor a causa de neuropatía estaba presente en el 38% de los pacientes.⁴¹

El propósito del estudio, también es describir los factores que aumentan el dolor en pacientes post operados, se incluyeron tanto factores clínicos como

comorbilidades y técnica quirúrgica. Se evidenció que de los cinco grados en la escala de Wagner, el más frecuente fue el grado V, sin embargo luego de realizar el test de Anova, no hubo diferencia significativa por lo tanto se puede concluir que no afecta en el dolor que padece el paciente.

Además de la escala de Wagner, se analizaron otros factores como la presencia de neuropatía, edema, infección o isquemia. Siendo el más frecuente la isquemia con un 35.9%, estos factores también se analizaron mediante Anova, con resultados no significativos para ninguno de los factores con respecto a la intensidad del dolor y su disminución. Sin embargo otros estudios como un metanálisis realizado por Sierra en 2018 describieron que el 28% pacientes con neuropatía presentaban dolor. También existen datos publicados por Schreiber et al. que describen que la neuropatía es la principal complicación del paciente diabético con 90% y la mayoría presentan dolor.⁴²

En 2003 por Moulik quien estudió 185 pacientes, de los cuales 61% presentaron enfermedad vascular periférica y 61% presentaron neuropatía; 45%, 16% y 24% tenían úlceras neuropáticas, isquémicas y neuroisquémicas. Se demostró que las amputaciones fueron más frecuentes en pacientes con isquemia que con los pacientes con úlceras por neuropatía. 2019 Soria et al, indicaron que el 15% de pacientes con diabetes mellitus presentaban isquemia de miembros inferiores, lo cual aumentaba el riesgo de amputación, así como el riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares o eventos cerebrovasculares. Dichos estudios están en sintonía con el presente ya que la isquemia y neuropatía son dos factores frecuentes y ambos se asocian a dolor.⁴³

Por último, el objetivo principal del estudio era valorar la disminución del dolor postoperatorio en pacientes post amputación mediante la terapia de luz infrarroja, la cual se aplicó según está descrito en la metodología. Se analizaron ambos grupos mediante el test de Anova, que demostró que si existe una disminución significativa en el dolor a las 24 horas posteriores a la cirugía en los pacientes a los que sí se les aplicó la luz infrarroja, aunque en el resto de pacientes los hallazgos no fueron significativos. Si comparamos estos resultados con los

obtenidos por Huang et al en 2019 quienes también aplicaron terapia infrarroja en pacientes puérperas a quienes se les realizó episiotomía o con laceración perineal de segundo grado, sin embargo demostraron que no hubo deferencia ni beneficio con este tratamiento, podemos ver que ambos estudios tienen resultados similares. Otro estudio realizado por Gazze en 2015, nos muestra resultados positivos del uso de terapia infrarroja en pacientes para el tratamiento del dolor lumbar, ellos concluyeron que existe una disminución en el dolor estadísticamente significativa en el transcurso de 4 semanas.^{44,45}

Se analizan estos resultados y se comparan con los estudios mencionados, se puede agregar otro factor que es el tiempo de tratamiento, ya que el presente estudio únicamente se utilizó durante 1 hora al día durante 4 sesiones. Se puede asumir que el tiempo de terapia y la duración de la misma puede ser un factor que afecte en los resultados. Otro resultado que llama la atención es que la media del dolor disminuyó en ambos grupos de pacientes a medida que pasaron los días. Esto se relaciona con el estudio de Myles en 2017, que tras analizar 204 pacientes postoperados por distintas cirugías, concluyeron que el dolor disminuye con el tiempo.

También, pudimos observar que no existe significancia estadística respecto al efecto de la luz infrarroja sobre la herida operatoria, luego de analizarla con el test de Z, a excepción de la herida dehiscente, la cual es menor al aplicar la luz infrarroja, con un $p < 0.05$.

6.1 Conclusiones

Del presente estudio se obtuvieron las siguientes conclusiones:

- 6.1.1 El uso de luz infrarroja no afecta en el dolor postoperatorio de los pacientes a quienes se les realizó amputación por pie diabético.
- 6.1.2 El uso de luz infrarroja no produce cambios en el proceso de cicatrización de las heridas ni en sus complicaciones, a excepción de la dehiscencia.
- 6.1.3 En el Hospital Roosevelt la edad más frecuente de pacientes a quienes se les realiza amputación por pie diabético es a los 59, son de predominio sexo masculino y se clasifican en su mayoría como un Wagner V. La técnica más utilizada es la amputación supracondílea.
- 6.1.4 La morbilidad asociada al paciente con pie diabético es la hipertensión arterial.
- 6.1.5 Los factores como la neuropatía, edema, infección e isquemia no tienen relación con la presencia de dolor postoperatorio,
- 6.1.6 La clasificación Wagner no tiene relación con los niveles de dolor que presentan los pacientes postoperados. Así como tampoco lo tiene la técnica quirúrgica utilizada.
- 6.1.7 Existe relación entre la aplicación de luz infrarroja y la dehiscencia de herida operatoria, la cual disminuye al aplicar dicha terapia.

6.2 Recomendaciones

- 6.2.1 Se recomiendan más estudios sobre los efectos de la luz infrarroja y el estado de la herida operatoria, ya que si se encontraron resultados estadísticamente significativos.
- 6.2.2 Utilizar terapia de luz infrarroja para prevenir la dehiscencia de luz infrarroja.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. International Diabetes Federation. Atlas de la Diabetes de la Federación Internacional de Diabetes [Internet]. International Diabetes Federation. 2013. 14 p. Disponible en: http://www.fmdiabetes.org/fmd/des/SP_6E_Atlas_Full.pdf
2. Sam B. Situación de Enfermedades no Transmisibles junio 2016 Introducción: Situación Epidemiológica Morbilidad: Enfermedades no transmisibles , tasas de prevalencia , % de incremento de periodo y proyeccion Guatemala 2008-2015. Guatemala; 2016.
3. Azurdia A. Evaluación de complicaciones del paciente diabético que acude al patronato de pacientes diabéticos de Guatemala por falta de incumplimiento de tratamiento y/o prescripción de medicamentos. [Tesis Médico y Cirujano] Guatemala; Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Médicas; 2004.
4. Celelu W, Mathieu C, Davidson J, Freemantle N, Gough S, Canovatchel W, et al. Patients' perceptions of subcutaneous insulin in the OPTIMIZE study: a multicenter follow-up study. *Diabetes Technol Ther.* 2008;10(1):25–38.
5. Mias E. Aceptación y barreras para el inicio y la intensificación del tratamiento con insulina. 2007;54(Supl 3):17–22. Disponible en: http://revistaalad.com.ar/pdfs/0906_BarrDif.pdf
6. American Diabetes Association. Guías ADA 2016. Guías ADA 2016. 2016;1–3.
7. Berganza N, Ramos M, Castro M, Giron R, Ramírez D, García S, et al. Factores De Riesgo Asociados a Diabetes Mellitus Tipo 2 [Tesis Médico y Cirujano]. Guatemala; Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Médicas; 2014
8. Khan H, Lasker SS, Chowdhury TA. Prevalence and reasons for insulin refusal in Bangladeshi patients with poorly controlled Type 2 diabetes in East London. *Diabet Med* [Internet]. el 29 de agosto de 2008 [citado el 16

- de julio de 2017];25(9):1108–11. Disponible en:
<http://doi.wiley.com/10.1111/j.1464-5491.2008.02538.x>
9. H. Ribera, N. Esteve y J. P. Garrido. La transición de dolor agudo postoperatorio a crónico: ¿qué sabemos?. [en línea]. 2012 [citado 9 Abr 2017]. Vol.19 (4). Disponible en:
http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1134-80462012000400006
 10. Volkert W, Hassan A, Hassan M. Effectiveness of Monochromatic Infrared Photo Energy and Physical Therapy for Peripheral Neuropathy: Changes in Sensation, Pain, and Balance—A Preliminary, Multi-Center Study. [en línea]. 2005 [citado 9 Abr 2017]; Vol.24 (2). Disponible en:
<http://www.healthlightus.com/uploads/4/1/0/2/41025385/volkert.pdf>
 11. Vatansever F, Hamblin M. Far infrared radiation (FIR): its biological effects and medical applications. *JAMA Oncol* [en línea]. 2015 [citado 30 abr 2017]; 1(4): 505–527. Disponible en:
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3699878/>
 12. Puebla F. Tipos de dolor y escala terapéutica de la O.M.S. Dolor iatrogénico. *Oncología (España)*. 2005; 28(3): 139-143.
 13. Alvarez J, Carreño J, Rodríguez J. Amputaciones en el pie diabético En: Roura J, Blanes J, Escudero J, IBañez V, Rodríguez J, editores. *Tratado de Pie Diabético*. 1ra ed. Madrid: Jarpyo Editores; p. 129-137.
 14. Cornejo R, Maramala F, Silva H, Garrido O. Análisis Morfométrico del Efecto del Láser Infrarrojo sobre Hepatocitos de Rata. *Int. J. Morphol (Chile)*. 2009; 27 (3): 931-836.
 15. Kocic M, Lazovic M, Dimitrijevic I, Mancic D, Stankovic A. Evaluation of low level laser and interferential current in the therapy of complex regional pain síndrome by infrared thermographic camera. *Vojnosanitetski Prelegd. Strana* 756. Volumen 67, Broj 9.
 16. Hernández A, Orellana A, González B. La terapia láser de baja potencia en la medicina cubana. Cuba. 2008.

17. Arce M, Valenzuela E, González F, Hernández ; Trápaga M. Utilización de laserpuntura en úlceras de miembros inferiores. Rev Cubana Cir. 2001; 40(2): 130-3.
18. Yu S, Chiu J, Yang S, Hsu Y, Lui W, Wu C. Biological effect of far infrared therapy on increasing skin microcirculation in rats. Photodermatol Photoimmunol Photomed (Taiwan) 2006; 22: 78-76.
19. Rodríguez D, González E. Caracterización de pacientes con pie diabético. Revista Cubana de Medicina Militar (Cuba) 2013; 42(2):173-180.
20. Hassson A, Bydon M, Kerezoudis P, Maloney P, Rinaldo L, Yeh H. Chronic low-back pain in adult with diabetes: NHANES 2009-2010. Journal of Diabetes and its Complications 31 (Estados Unidos) 2017: 38-42.
21. Ervolino F, Gazze R. Far infrared wavelength treatment for low back pain: Evaluation of a non-invasive device. Work 53 (Estados Unidos) 2016: 157-162.
22. Wong C, Lin L, Lee H, Liu C. The analgesic efecto of tehrmal therapy after total knee arthroplasty. The Kournal of alternative and complementary medicine. [Internet]. 2012 Feb [cited 2017 Nov 11]; 18(2): 175-9. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22339105>
23. Bengtsson L, Jonsson M, Apelqvist J. Wound-related pain is underestimated in patients with diabetic foot ulcers. Journal of wound care (Estados Unidos) 2008 Vol 17 No 10.
24. Faleiros F, Pereira L, Cardoso R, Hortense P. Escala multidimensional de evualiación del dolor (EMEDOR) (Brasil) 2010: 18(1): 10.
25. Hébert H, Veluchamy A, Torrance N, Smith B. Risk factors for neuropathic pain in diabetes mellitus. (Estados Unidos) 2017: vol 158. No 4. 560-568.
26. Vatansever F, Hamblin M. Far infrared radiation (FIR): its biological effects and medical applications. (Estados Unidos) Photon lasers med 2012; 1(4): 255-266.
27. Ibarra J, Fernández M, Eugenin D, Beltrán E. Efectividad de los agentes físicos en el tratamiento del dolor en la artrosis de rodilla: una revisión sistémica. Artículo original. (Chile) 2014.

28. Quiles M, Hofstadt C, Quiles Y. Instrumentos de evaluación del dolor en pacientes pediátricos: una revisión (2da parte). Rev. Soc. Esp. Dolor. (España) 2004; 11: 360-369.
29. Parado C, Muñoz T, Chamorro C. Monitorización del dolor. Recomendaciones del grupo de trabajo de analgesia y sedación de la SEMICYUC. MEd. Intensiva. (Madrid) 2006: vol30 no 8.
30. Kingsley D, Demchak T, Mathis R. Low level laser therapy as a treatment for chronic pain. Frontiers in physiology. (Estados Unidos) 2014: Vol 5.
31. Hernández S. Terapia Infrarroja, aplicaciones y resultados en neuropatía diabética y úlceras. Revista médica de Costa Rica y Centroamérica. 2011: 68(597); 189-193.
32. Huang C, Hsu K, Chen J, Yang R. Treating sever phantom limb pain by applying far infrared ray to "phantom limb". Journal of the Formosan Medical Association. (2015).
33. Ponirakis G et al. Nervecheck for the detection of sensory loss and neuropathic pain in diabetes. Diabetes Technology and therapeutics. 2016: vol 18; N 12.
34. Sendra F, Martinez M. Radiación Infrarroja. [Internet]. 2011 [cited 2017 Nov 11];. Disponible en: <http://files.sld.cu/rehabilitacion-fis/files/2010/11/radiacion-infrarroja.pdf>
35. Lavarez Díaz CE, Bernal Zuñiga SM. Factores predisponentes a la amputación de miembro(s) inferior(es) den pacientes con pie diabético: estudio descriptivo transversal realizado en los servicios de Cirugía de hombres y mujrese del hospital Roosevelt y cirugía de Emergencia del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social de Zona 9 agosto-septiembre del 2014. [Tesis Médico y Cirujano]. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Médicas; 2014.
36. Herrera Evheverría FB. Curso clínico y tratamiento del pie diabético en pacientes. [Tesis de maestría] Gautemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Médicas; 2014.

37. González H, Mosquera A, Quintana M, Perdomo E, Quintana M. Clasificaciones de lesiones en pie diabético. Un problema no resuelto. Gerokomos (Barcelona): 2012; Vol 23; No.2.
38. Sinnot et al. Estimating the prevalence and incidence of type 2 diabetes using population level pharmacy claims data: a cross-sectional study. BMJ open diabetes research and care. [En línea] 2017 [Citado 20 oct 2019] disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28123753>
39. Mohhammad et al. Evaluation of the diabetic foot according to Wagner's classification in a rural teaching hospital. The British journal of vascular and diabetes disease. [En línea] 2011 [Citado 20 octubre 2019] Vol 11:2. Disponible en: <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/1474651411406372>
40. Most R., Pomeroy S. Epidemiology of lower extremity amputations in diabetic individuals. Diabetes Care. [En línea] 1983 [Citado 22 oct 2019] Vol 6:1. Disponible en: <https://care.diabetesjournals.org/content/6/1/87>
41. Kirk J, Hunter J, Mihalko S, Danhauer S, Shumaker S. Perspectives of pain in patients with type 2 diabetes. Expert Review of Endocrinology and Metabolism. [En línea] 2019 [Citado 20 oct 2019] Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30884990>
42. Sierra E, Bisset L, Coppieters M. Altered pain processing in people with type I and II diabetes: a protocol for a systematic review and meta analysis of pain threshold and pain modulation mechanisms. Syst Rev. [En línea] 2018 [Citado 20 oct 2019] 7:222. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6280339/>
43. Moulik P, Mtonga R, Gill G. Amputation and mortality in new onset diabetic foot ulcers stratified by etiology. Diabetes Care. [En línea] 2003 [Citado 22 oct 2019] 26(2):491-494. Disponible en: <https://care.diabetesjournals.org/content/26/2/491>
44. Huang L, Lai Y, Chen G, Lee M, Ng S. Effect of far infrared radiation on perineal wound and pain and sexual function in primiparous women undergoing an episiotomy. Taiw Jou of Obs & Gyo. [En línea] 2018 [Citado

20 oct 2019] 58(1):68-71. Disponible en:
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30638484>

45. Ervolino F, Gazze R. Far infrared wavelength treatment for low back pain: evaluation of a non invasive device. Work. [En línea] 2016 [Citado 20 oct 2019] 53(1):157-162. Disponible en:
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26409395>



VIII. ANEXOS

ANEXO NO. 1

USO DE LUZ INFRARROJA EN LA DISMINUCIÓN DE DOLOR EN PACIENTES POST-AMPUTACIÓN POR PIE DIABÉTICO

BOLETA RECOLECTORA DE DATOS																													
Registro médico:																													
Edad:				Sexo:																									
Antecedentes																													
Hipertensión Arterial:				SI		NO																							
Enfermedad Cardíaca:				SI		NO																							
Otros:																													
Clasificación de Wagner				Factores predisponentes de dolor																									
Grado 0 _____				Isquemia _____																									
Grado I _____				Neuropatía _____																									
Grado II _____				Edema _____																									
Grado III _____				Infección _____																									
Grado IV _____																													
Grado V _____																													
Uso de luz infrarroja:				Sin uso de luz infrarroja:																									
Técnica Quirúrgica																													
Supracondílea _____																													
Infracondílea _____																													
Otro _____																													
Escala de Dolor																													
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">4</td> <td style="text-align: center;">6</td> <td style="text-align: center;">8</td> <td style="text-align: center;">10</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">No duele</td> <td style="text-align: center;">Duele un poco</td> <td style="text-align: center;">Duele un poco más</td> <td style="text-align: center;">Duele aun más</td> <td style="text-align: center;">Duele mucho</td> <td style="text-align: center;">Duele muchísimo</td> </tr> </table>								0	2	4	6	8	10	No duele	Duele un poco	Duele un poco más	Duele aun más	Duele mucho	Duele muchísimo										
0	2	4	6	8	10																								
No duele	Duele un poco	Duele un poco más	Duele aun más	Duele mucho	Duele muchísimo																								
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">3</td> <td style="text-align: center;">4</td> <td style="text-align: center;">5</td> <td style="text-align: center;">6</td> <td style="text-align: center;">7</td> <td style="text-align: center;">8</td> <td style="text-align: center;">9</td> <td style="text-align: center;">10</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">No pain</td> <td colspan="4" style="text-align: center;">Moderate pain</td> <td colspan="4" style="text-align: center;">Worst pain</td> </tr> </table>								0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	No pain			Moderate pain				Worst pain			
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																			
No pain			Moderate pain				Worst pain																						
12Hrs.		24Hrs.		3 día		5 día																							
Evolución Post-Operatoria de la Herida Quirúrgica																													
Cicatrizada		Dehiscente		Necrótica		Infectada																							

____/____/____

**USO DE LUZ INFRARROJA EN LA DISMINUCIÓN DE DOLOR EN
PACIENTES POST-AMPUTACIÓN POR PIE DIABÉTICO**

Consentimiento Informado para Participantes de investigación

Entiendo que el médico y cirujano Carlos Fernando García Estrada con Colegiado activo 20287, me realizará tratamiento con terapia de luz infrarroja, donde me colocará una lámpara de luz infrarroja sobre la herida operatoria 1 hora dos veces al día, por 10 días y me realizará una encuesta donde medirá el dolor percibido causado por la operación, el cual medirá con la escala análoga para el dolor, posteriormente me citará a consulta externa a las 2 semanas para reevaluación del dolor. He sido informado de que no existe ningún riesgo. Sé que solo habrá beneficios para mi persona y que no se me recompensará por ser parte del estudio. Se me ha proporcionado el nombre de un investigador que puede ser fácilmente contactado usando el nombre y la dirección que se me ha dado de esa persona. He leído la información proporcionada o me ha sido leída. He tenido la oportunidad de preguntar sobre ella y se me ha contestado satisfactoriamente las preguntas que he realizado.

Consiento voluntariamente participar en esta investigación como participante y entiendo que tengo el derecho de retirarme de la investigación en cualquier momento sin que me afecte en ninguna manera mi cuidado médico.

Esta investigación está basada en los principios del código de ética médica de Nuremberg de 1947, siendo estos criterios:

1) El experimento debe realizarse con la finalidad de obtener resultados fructíferos para el bien de la sociedad que no sean asequibles mediante otros métodos o medios de estudio, y no debe ser de naturaleza aleatoria o innecesaria. El

experimento debe diseñarse y basarse en los resultados obtenidos mediante la experimentación previa con animales y el pleno conocimiento de la historia natural de la enfermedad o del problema en estudio, de modo que los resultados anticipados justifiquen la realización del experimento.

2) El experimento debe ser conducido de manera tal que evite todo sufrimiento o daño innecesario físico o mental.

3) No debe realizarse experimento alguno cuando hay una razón a priori para suponer que puede ocurrir la muerte o una lesión irreparable; excepto, quizá, en los experimentos en los que los médicos investigadores son también sujetos de experimentación.

4) El riesgo tomado no debe exceder nunca el determinado por la importancia humanitaria del problema que ha de resolver el experimento.

5) Se deben tomar las precauciones adecuadas y disponer de las instalaciones óptimas para proteger al sujeto implicado de las posibilidades incluso remotas de lesión, incapacidad o muerte.

6) El experimento debe ser conducido únicamente por personas científicamente calificadas. En todas las fases del experimento se requiere la máxima precaución y capacidad técnica de los que lo dirigen o toman parte en el mismo.

7) Durante el curso del experimento el sujeto humano deber tener la libertad de poder finalizarlo si llega a un estado físico o mental en el que la continuación del experimento le parece imposible.

8) En cualquier momento durante el curso del experimento el científico que lo realiza debe estar preparado para interrumpirlo si tiene razones para creer -en el ejercicio de su buena fe, habilidad técnica y juicio cuidadoso- que la continuación

del experimento puede provocar lesión incapacidad o muerte al sujeto en experimentación.

Nombre del Participante _____

Firma del Participante _____

Fecha _____

PERMISO DEL AUTOR PARA COPIAR EL TRABAJO

El autor concede permiso para reproducir total o parcialmente y por cualquier medio la tesis titulada “USO DE LUZ INFRARROJA EN LA DISMINUCIÓN DEL DOLOR EN PACIENTES POST-AMPUTACIÓN POR PIE DIABÉTICO” para propósitos de consulta académica. Sin embargo, quedan reservados los derechos de autor que confiere la ley, cuando sea cualquier otro motivo diferente al que se señala lo que conduzca a su reproducción o comercialización total o parcial.