UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

CARRERA DE LABORATORIO CLÍNICO

INFORME DE INVESTIGACIÓN SOBRE:

“FACTORES DE RIESGO DE LA RESISTENCIA A LA INSULINA EN PACIENTES DE 45 A 65 AÑOS DE LA PARROQUIA DE MULLIQUINDIL’’

Requisito previo para optar por el Título de Licenciada en Laboratorio Clínico

Autora: Jiménez Silva, Doménica Yajaira

Tutora: Lcda. MSc. Pérez Laborde, Elena Johanna

Ambato – Ecuador

Marzo – Agosto 2024

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutora del Proyecto de Investigación con el tema: **"FACTORES DE RIESGO DE LA RESISTENCIA A LA INSULINA EN PACIENTES DE 45 A 65 AÑOS DE LA PARROQUIA DE MULLIQUINDIL''** de la Srta. Jiménez Silva Doménica Yajaira, estudiante de la Carrera de Laboratorio Clínico de la Universidad Técnica de Ambato. Considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la evaluación por el Jurado examinador designado por el Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias de la Salud.

Marzo, Agosto 2024

LA TUTORA



Firmado electrónicamente por:
ELENA JOHANNA PEREZ LABORDE

Lcda. MSc. Pérez Laborde Elena Johanna

AUTORÍA DEL TRABAJO DE GRADO

Los criterios emitidos en el Trabajo de Investigación sobre:

“FACTORES DE RIESGO DE LA RESISTENCIA A LA INSULINA EN PACIENTES DE 45 A 65 AÑOS DE LA PARROQUIA DE MULLIQUINDIL’’ como también los contenidos, ideas, objetivos y futura aplicación del trabajo de investigación son de exclusiva responsabilidad de mi persona, como autor de este trabajo de grado.

Marzo, Agosto 2024

LA AUTORA

Firmado electrónicamente por:
DOMENICA YAJAIRA
JIMENEZ SILVA

Jiménez Silva Doménica Yajaira

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que se haga de esta tesis o parte de ella, un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación.

Cedo los derechos en línea patrimoniales de mi proyecto de investigación con fines de difusión pública; además apruebo la reproducción de esta tesis, dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.

Marzo, Agosto 2024

LA AUTORA



Jiménez Silva Doménica Yajaira

APROBACIÓN DEL JURADO EXAMINADOR

Los miembros del Tribunal Examinador aprueban el Informe de Investigación, sobre el tema: **"FACTORES DE RIESGO DE LA RESISTENCIA A LA INSULINA EN PACIENTES DE 45 A 65 AÑOS DE LA PARROQUIA DE MULLIQUINDIL''** de Jiménez Silva Doménica Yajaira, estudiante de la Carrera de Laboratorio Clínico.

Marzo, Agosto 2024

Para constancia firman:

PRESIDENTE/A	1er VOCAL	2do VOCAL

DEDICATORIA

A Dios y la Virgen de Guadalupe por haberme acompañado y guiado durante estos 4 años que me permitieron formarme como una profesional y lograr culminar mi carrera en Laboratorio Clínico sin ningún problema.

A mis padres…

Remigio Jiménez y Mercedes Silva por su confianza, apoyo, consejos, por las madrugadas que junto a mí las tuvieron que hacer para el desarrollo del presente proyecto. Sin ustedes no hubiera llegado a culminar uno de mis más grandes sueños.

A mis hermanos…

Guido, Eugenia, Carolina, Angelita, por todo su apoyo, consejos y sobre todo la confianza que ustedes me dieron.

A mi…

Al esfuerzo realizado durante toda mi formación académica con la única motivación de ver felices y orgullos a mis padres y hermanos.

Doménica Yajaira Jiménez Silva

AGRADECIMIENTO

A Dios y la Virgen de Guadalupe por la fuerza y sabiduría que me dieron para terminar con éxito mi carrera en Laboratorio Clínico.

A mis padres…

Remigio Jiménez y Mercedes Silva por su ayuda económicamente principalmente, durante todo este tiempo por ser un gran apoyo para mí, gracias papás por estar ahí en todo momento, todos los momentos felices, tristes más los sacrificios que realizaron por mí ahora dieron resultado.

A mis hermanos

Guido, Eugenia, Carolina, Angelita, por su ayuda económica, moral por su constante preocupación, por cada momento que me aconsejaron y guiaron.

A mí cuñada…

Norma Álvarez por haberme dado la oportunidad de aprender junto a ella y a su equipo de trabajo, técnicas, experiencias, sobre la interesante carrera de Laboratorio Clínico, por ser un gran apoyo y ayuda durante la realización de este proyecto.

A mi tutora…

Lcda. Msc. Johanna Pérez por ser una excelente guía, ayuda, por tener la suficiente paciencia y experiencia que me permitieron culminar con éxito esta investigación.

A mis amigas…

Kerly y Jennifer, con quienes inicie y terminare una gran trayectoria académica. Por estar ahí cuando necesitaba de su ayuda, por todos los momentos tristes y felices que pasamos juntas por ser una ayuda fundamental para lograr culminar el inglés. Por el buen ánimo que tenían a pesar de las situaciones.

Doménica Yajaira Jiménez Silva

ÍNDICE GENERAL

PORTADA i
APROBACIÓN DEL TUTOR ii
AUTORÍA DEL TRABAJO DE GRADO iii
DERECHOS DE AUTOR iv
APROBACIÓN DEL JURADO EXAMINADOR v
DEDICATORIA vi
AGRADECIMIENTO vii
ÍNDICE GENERAL viii
ÍNDICE DE TABLAS xi
ÍNDICE GRÁFICOS xiii
ÍNDICE ANEXOS xiv
RESUMEN xv
SUMMARY xvii
INTRODUCCIÓN 1
CAPITULO I 4
1. MARCO TEORICO 4
1.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS 4
1.2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA 12
¿Qué es la Resistencia a la Insulina (RI)? 12
Etiología de la resistencia a la insulina 13
Mecanismos moleculares de la resistencia a la insulina 19
Enfermedades relacionadas con la resistencia a la insulina 23
Métodos de laboratorio para evaluar la RI 24
Otras herramientas 26
Estrategias de prevención 26
1.3. OBJETIVOS 27
1.3.1. OBJETIVO GENERAL 27
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS 27
CAPITULO II 28
2. METODOLOGIA 28
2.1. MATERIALES 28
2.1.1. Humanos 28
2.1.2. Institucionales 28
2.1.3. Equipos 28
2.1.4. Materiales 28
2.1.5. Reactivos 28

2.2. MÉTODOS 29
2.2.1. Tipo de investigación 29
2.2.2. Enfoque de la investigación 29
2.2.3. Modalidad básica de la Investigación 29
Investigación de campo 29
Investigación documental 29
Investigación de laboratorio 29
2.3. SELECCIÓN DE ÁREA O ÁMBITO DE ESTUDIO 30
2.3.1. Campo y área 30
2.3.2. Aspecto 30
2.3.3. Delimitación espacial 30
2.3.4. Delimitación temporal 30
2.4. POBLACIÓN Y MUESTRA 30
2.5. CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN 30
2.5.1. Criterios de inclusión 30
2.5.2. Criterios de exclusión 31
2.6. DESCRIPCIÓN DE LA INTERVENCIÓN Y PROCEDIMIENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN 31
2.6.1. Procedimiento y análisis 32
Indicaciones para el paciente previo a la toma de muestra sanguínea 32
Protocolo de toma de muestra sanguínea 32
Almacenamiento y transporte de muestra sanguínea 33
Proceso de centrifugación 33
Procedimientos realizados como parte del test de FINDRISC 33
2.6.2. Análisis 34
Determinación de la Insulina 34
Determinación de la Glucosa 37
Cálculo del Índice HOMA-IR 39
Cálculo del índice QUICKI 39
Análisis estadístico 40
2.7. Consideraciones éticas 40
2.8. Limitaciones del estudio 40
CAPITULO III 42
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 42
3.1.1. RESULTADOS 42
3.1.2. VALIDACIÓN DE LA HIPÓTESIS 59
3.1.3. DISCUSIÓN 59

CAPITULO IV 64
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 64
4.1. CONCLUSIONES 64
4.2. RECOMENDACIONES 65
BIBLIOGRAFÍA 66
ANEXOS 74

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Valores de referencia del IMC 34
Tabla 2. Concentraciones del control 1-2 de la prueba de insulina. 36
Tabla 3. Concentraciones obtenidas del control normal y anormal para Glucosa. 38
Tabla 4. Datos de la frecuencia y porcentaje de los Índices HOMA IR y QUICKI. 42
Tabla 5. Distribución de la muestra según el género. 43
Tabla 6. Frecuencia y porcentaje de resistencia a la insulina en base al género. 44
Tabla 7. Distribución de la muestra según la edad. 45
Tabla 8. Frecuencia y porcentaje de resistencia a la insulina en base a la edad. 45
Tabla 9. Distribución de la muestra según la actividad física diaria. 46
Tabla 10. Frecuencia y porcentaje de resistencia a la insulina en base a la práctica de actividad física diaria. 46
Tabla 11. Distribución de la muestra según el consumo diario de verduras y frutas. ... 47
Tabla 12. Frecuencia y porcentaje del consumo diario de frutas, verduras y su relación con la presencia de resistencia a la insulina. 47
Tabla 13. Distribución de la muestra según el uso de medicamentos para la hipertensión. 48
Tabla 14. Frecuencia y porcentaje del uso o no de medicamentos de la presión arterial y su relación con la RI. 48
Tabla 15. Distribución de la muestra en base a la presencia o no de hiperglucemias a lo largo de la vida del participante. 49
Tabla 16. Frecuencia y porcentaje de RI en relación si el paciente ha presentado o no niveles elevados de glucosa durante un control médico, enfermedad o embarazo. 49
Tabla 17. Distribución de la muestra según los antecedentes familiares de diabetes.... 50
Tabla 18. Frecuencia y porcentaje de la relación entre la RI y antecedentes familiares de diabetes tipo 1 y 2. 51
Tabla 19. Distribución de la muestra según el IMC. 52
Tabla 20. Frecuencia y porcentaje entre la RI y el Índice de Masa Corporal. 52
Tabla 21. Distribución de la muestra según el diámetro de la cintura. 53
Tabla 22. Frecuencia y porcentaje entre la RI y el perímetro de la cintura. 53
Tabla 23. Rho Spearman entre la Edad y la presencia o no de RI. 54
Tabla 24. Rho Spearman de IMC con índices HOMA IR y QUICKI 55
Tabla 25. Rho Spearman entre el perímetro de la cintura y la presencia o no de resistencia a la insulina. 55
Tabla 26. Prueba Chi cuadrado entre el género y la presencia o no de RI. 56
Tabla 27. Prueba Chi cuadrado entre la actividad física diaria y la presencia o no de RI. 56
Tabla 28. Prueba Chi cuadrado entre el consumo diario de frutas y verduras y la presencia o no de RI. 57

Tabla 29. Prueba Chi cuadrado entre el uso de medicamentos para la hipertensión y la presencia o no de RI. 57

Tabla 30. Prueba Chi cuadrado entre valores encontrados de hiperglucemia durante una enfermedad, control médico o embarazo y la presencia o no de RI. 58

Tabla 31. Prueba Chi cuadrado entre antecedentes familiares de diabetes tipo 1 y 2 y la presencia o no de RI. 58

ÍNDICE GRÁFICOS

Gráfico 1. Expresión del receptor GLUT 4 en situaciones fisiológicas en células del musculo esquelético y tejido hepático. 20

Gráfico 2. Proceso patológico del desarrollo de la resistencia a la insulina por el exceso de lípidos en tejidos periféricos. 22

Gráfico 3. Desarrollo de resistencia a la insulina a partir del almacenamiento excesivo de triglicéridos y daños a nivel del retículo endoplasmático. 23

Gráfico 4. Ensayo CLIA tipo sándwich para obtener concentraciones de insulina..... 36

Gráfico 5. Porcentaje de la muestra total que presento resistencia a la insulina según los índices HOMA IR y QUICKI..... 43

Gráfico 6. Género de la población total que presentó IR. 44

Gráfico 7. Porcentaje de resistencia a la insulina según el rango de edad preestablecido. 45

Gráfico 8. Porcentaje de resistencia a la insulina según la actividad física diaria (mínimo 30 minutos) que realiza el participante. 46

Gráfico 9. Porcentaje de resistencia a la insulina según el consumo diario de frutas y verduras. 47

Gráfico 10. Porcentaje de resistencia a la insulina según el uso o no de medicamentos para la presión arterial. 49

Gráfico 11. Porcentaje de resistencia a la insulina según niveles elevados de glucosa que el participante ha presentado a lo largo de su vida. 50

Gráfico 12. Porcentaje de resistencia a la insulina en base a los antecedentes familiares de diabetes tipo 1 y 2. 51

Gráfico 13. Porcentaje de resistencia a la insulina en base a la clasificación del IMC como: peso normal, sobrepeso, obesidad tipo 1. 52

Gráfico 14. Porcentaje de resistencia a la insulina con respecto al diámetro de la cintura, definido para mujeres y hombres. 54

ÍNDICE ANEXOS

Anexo 1. Consentimiento informado 74

Anexo 2. Test de FINDRISC 79

Anexo 3. Curva de calibración de la prueba insulina..... 81

Anexo 4. Curva de calibración de la prueba glucosa 82

Anexo 5. Fotografías sobre los procedimientos realizados durante el desarrollo del proyecto. 82

Anexo 6. Resultados obtenidos del cuestionario FINDRISC, concentraciones de glucosa e insulina, HOMA IR y QUICKI de los 90 participantes de la Parroquia de Mulliquindil. 83

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
CARRERA DE LABORATORIO CLÍNICO

"FACTORES DE RIESGO DE LA RESISTENCIA A LA INSULINA EN PACIENTES DE 45 A 65 AÑOS DE LA PARROQUIA DE MULLIQUINDIL''

Autora: Jiménez Silva, Doménica Yajaira
Tutora: MSc. Pérez Laborde, Elena Johanna
Fecha: Junio, 2024

RESUMEN

La resistencia a la insulina (RI) se ha convertido en uno de los problemas más frecuentes en adultos, es un trastorno metabólico donde la acción de la insulina, hormona producida por las células beta del páncreas, carece de una respuesta biológica en los tejidos periféricos. Varios factores genéticos, ambientales, socioeconómicos, culturales, hormonales y fisiológicos, están relacionados con el desarrollo de esta alteración metabólica. El objetivo de esta investigación fue establecer los factores de riesgo de la resistencia a la insulina en habitantes de la Parroquia de Mulliquindil, periodo 2024 - 2025. El estudio adoptó un enfoque descriptivo, transversal, observacional y retrospectivo. La muestra fue seleccionada mediante el muestreo no probabilístico, empleando criterios de inclusión y exclusión, donde se incluyó a 90 participantes entre los 45 a 65 años de la Parroquia de Mulliquindil. Los factores de riesgo fueron evaluados mediante el Test de FINDRISC, mientras que la RI fue determinada mediante los índice HOMA IR y QUICKI. Los parámetros del laboratorio como glucosa e insulina fueron analizados a través de técnicas como: espectrofotometría y Sistema de Inmunoensayo por Quimioluminiscencia (CLIA), respectivamente. Para el análisis de datos, se incluyeron pruebas estadísticas como el Chi cuadrado para variables dicotómicas y Rho Spearman para variables cualitativas ordinales categóricas. El estudio demostró que del total de la muestra (n=90), el 68,90% (n=62) presentaron resistencia a la insulina, de estos el 72,7% (n=32) corresponden al género masculino y el 65,2% (n=30) al género femenino. Con respecto a los factores de riesgo se demostró que la edad, frecuencia del consumo de

frutas y verduras, la hipertensión y los antecedentes familiares con diabetes, son factores que no están asociados con el desarrollo de la RI en esta población (p>0,05). Sin embargo, la inactividad física, la adiposidad abdominal, obesidad y el sobrepeso, si presentan una asociación dependiente con la presencia de RI (p<0,05). Por lo tanto, se concluyó que los factores de riesgo que predispone al desarrollo de resistencia a la insulina en los habitantes entre los 45 a 65 años de la Parroquia de Mulliquindil son principalmente la inactividad fisca, sobrepeso, obesidad y la adiposidad abdominal.

Palabras clave: Resistencia a la insulina**,** HOMA IR, QUICKI, Test de FRINDRISK, IMC, perímetro de la cintura, adultos.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
CARRERA DE LABORATORIO CLÍNICO

"FACTORES DE RIESGO DE LA RESISTENCIA A LA INSULINA EN PACIENTES DE 45 A 65 AÑOS DE LA PARROQUIA DE MULLIQUINDIL''

Autora: Jiménez Silva, Doménica Yajaira
Tutora: MSc. Pérez Laborde, Elena Johanna
Fecha: Junio, 2024

SUMMARY

Insulin resistance (IR) has become one of the most frequent problems in adults. It is a metabolic disorder where the action of insulin, a hormone produced by the beta cells of the pancreas, lacks a biological response in the peripheral tissues. Several genetic, environmental, socioeconomic, cultural, hormonal and physiological factors are related to the development of this metabolic alteration. The objective of this research was to establish the risk factors for insulin resistance in inhabitants of the Parish of Mulliquindil, period 2024 -2025. The study adopted a descriptive, cross-sectional, observational and retrospective approach. The sample was selected through non-probabilistic sampling, using inclusion and exclusion criteria, where 90 participants between 45 and 65 years old from the Parish of Mulliquindil were included. Risk factors were evaluated using the FINDRISC Test, while IR was determined using the HOMA IR and QUICKI indexes. Laboratory parameters such as glucose and insulin were analyzed through techniques such as: spectrophotometry and Chemiluminescence Immunoassay System (CLIA), respectively. For data analysis, statistical tests such as Chi square for dichotomous variables and Rho Spearman for categorical ordinal qualitative variables were included. The study showed that of the total sample (n=90), 68.90% (n=62) presented insulin resistance, of which 72.7% (n=32) were male and 65 .2% (n=30) to the female gender. Regarding risk factors, it was shown that age, frequency of fruit and vegetable consumption, hypertension, and family history with diabetes are factors that are not associated with the development of IR in this population (p>0. 05). However, physical

inactivity, abdominal adiposity, obesity and overweight do present a dependent association with the presence of IR ($p<0.05$). Therefore, it was concluded that the risk factors that predispose to the development of insulin resistance in inhabitants between 45 and 65 years of age in the Parish of Mulliquindil are mainly physical inactivity, overweight, obesity and abdominal adiposity.

Keywords: Insulin resistance, HOMA IR, QUICKI, FRINDRISK Test, BMI, waist circumference, adults.

INTRODUCCIÓN

La resistencia a la insulina (RI) es una alteración metabólica, previo al desarrollo de diabetes mellitus tipo 2 (DMT2). Se presenta principalmente en los tejidos periféricos (tejido adiposo, hepático, macular y esquelético), donde se observa la expresión ineficaz del receptor GLUT 4. Esta falta de respuesta imposibilita la captación de glucosa por parte de estos tejidos. Como resultado, los pacientes experimentan niveles elevados de glucosa en sangre e hiperinsulinemia compensatoria (1).

Existen varios factores de riesgo y predisponentes que pueden contribuir al desarrollo de la resistencia a la insulina. Algunos de los más comunes incluyen: Obesidad o sobrepeso, estilo de vida sedentario, genética, edad, historial familiar de diabetes, etnia, dieta poco saludable, trastornos hormonales, apnea del sueño y fármacos (2). Es común encontrara RI en grupos de personas con sobrepeso u obesidad, esto se debe a la presencia de procesos inflamatorios crónicos de bajo grado, acumulo de triglicéridos en los tejidos periféricos y liberación de especies reactivas de oxígeno.

La RI se ha convertido en uno de los problemas de salud pública más frecuentes. Puede ocurrir en personas de todas las edades, pero es más común en adultos, especialmente en aquellos con sobrepeso u obesidad, estilo de vida sedentario y factores genéticos predisponentes. Sin embargo, en las últimas décadas, habido un aumento preocupante de la resistencia a la insulina en niños y adolescentes, en gran parte debido al aumento de la obesidad infantil y los estilos de vida poco saludables. Esto ha llevado a un aumento en los casos de diabetes tipo 2 en niños y adolescentes, una condición que históricamente se asociaba principalmente con adultos (3)(4).

Cabe destacar que no se han encontrado numerosos estudios que respalden la prevalencia de resistencia a la insulina en adultos > 45 años, pero los datos disponibles, han informado que, en Cartagena, Bolivia pacientes de 18 a 40 años presentan el 22,25% de RI con índice HOMA IR ≥ 2,53, además, según el Índice de Masa Corporal (IMC) el 22,2% mostraron sobrepeso y 38,9% obesidad (5). Por otra parte, en Lima, Perú se evidenció el 40,4% de resistencia a la insulina en individuos de 40 años con Hiperplasia Suprarrenal Congénita (HSC) sin embargo, el estudio afirma que las personas con HSC sin sobrepeso presentaron < 12% de probabilidad para desarrollar RI. Por ende, los factores de riesgo asociados a la RI en esta investigación fueron, el incremento de adiposidad y género, considerando al género masculino de mayor prevalencia (6).

Como estrategias de prevención se ha descubierto que el ejercicio físico en personas adultas resulta ser beneficioso, debido a la producción de irisina, hormona recientemente descubierta, es una miosina secretada por el musculo esquelético, actúa en estructuras como el hígado, cerebro, hueso, páncreas, riñón y el ovario, tiene como función la oxidación de la grasa, el aumento del gasto energético, mejora la resistencia a la insulina estimulando los transportadores de glucosa y promoviendo la función de las células β del páncreas (7). Además, el gobierno ecuatoriano en el año 2014 también implemento tácticas de mejora para combatir la obesidad y sobrepeso. Siendo la semaforización de los alimentos, donde muestran el nivel de azúcar, grasa y sal en base a códigos de color rojo, amarillo y verde, revelan el contenido alto, medio y bajo de estos compuestos. Esto ha permitido concientizar e informar a la población sobre el contenido de los productos procesados (8).

En el laboratorio clínico, la determinación de la resistencia a la insulina se realiza por diferentes métodos, el *Gold estándar* es el Clamp hiperinsulinémico - euglucémico, procedimiento de laboratorio catalogado como una técnica compleja e invasiva, no es recomendable aplicar en toda la población, especialmente en niños y adultos mayores. Por otra parte, encontramos a los procedimientos no invasivos, siendo los más utilizados dentro de la rama de la medicina, entre estos se resaltan los siguientes: Índice Matsuda, Triglicéridos /Glucosa (TyG), Homeostatic Model Assessment Insulin Resistance (HOMA-IR) y Quantitative Insulin Sensitivity Check Index (QUICKI). Especialmente las dos últimas técnicas, son índices que se obtienen a partir de la determinación de insulina y glucosa, estudios posteriores han comprobado su relación con el Clan Euglisemico, demostrando tener una elevada especificidad como indicador de la resistencia a la insulina (9)(10).

Además de las pruebas de laboratorio el instrumento FINDRISC puede ser una herramienta útil para medir factores de riesgo e identificar personas con RI, según el estudio "Certeza diagnóstica del instrumento FINDRISC para identificar resistencia a la insulina en adultos'', describe un punto de corte de 8 con una sensibilidad de 94.8% y especificidad de 48.5% para identificar sujetos con resistencia a la insulina, basado en el estudio realizado a 253 personas en la ciudad de México (11).

En respuesta a que no se han encontrado con frecuencia estudios sobre la RI en población adulta >45 años, el presente estudio tiene como propósito establecer los factores de riesgo asociados a la resistencia de la insulina en habitantes de 45 a 65 años de la Parroquia de

Mulliquindil. Además, permitirá conocer el estado de salud real de las personas, si presentan un nivel alto, medio o bajo de IR y sus principales desencadenantes.

CAPITULO I

1. MARCO TEORICO

1.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Se llevó a cabo un estudio en Indonesia, 2022 dirigido por Aman, M., et al. (10) que se enfocó en examinar la relación entre el índice triglicéridos, glucosa (TyG) y HOMA IR, con el propósito de diagnosticar la resistencia a la insulina en hombres no diabéticos. Se realizó un estudio transversal, la muestra fue obtenida según el muestreo consecutivo y estuvo conformada por 88 hombres no diabéticos entre 40 a 65 años. Las pruebas estadísticas utilizadas fueron: prueba del chi cuadrado, correlación de Pearson y curvas ROC. Los hallazgos de este estudio muestran una correlación significativa entre el índice TyG y el modelo Homeostasis Model Assessment, con un valor de $p < 0.01$. A medida que el índice HOMA IR aumenta, también lo hacen los niveles de glucosa y triglicéridos.

En el año 2023, se realizó un estudio en Estados Unidos ejecutado por Chen y colaboradores (12) con la finalidad describir la asociación entre el consumo de alimentos ricos en grasas insaturadas/grasas totales (UFA/TF) y la resistencia a la insulina (IR). El proyecto inicialmente contó con la participación de 15560 personas, sin embargo, tras aplicar los criterios de inclusión y exclusión se obtuvo una muestra final de 7630 individuos. Para determinar la IR, se emplearon los índices Triglicéridos, Glucosa (TyG) y HOMA IR, con un punto de corte ≥ 2. Utilizando análisis de regresión logística, se estableció correlaciones entre UFA/TF y la IR. A partir de esto, se demostró una relación negativa entre el UFA/TF y los índices TyG y HOMA IR. Justificando que un alto consumo de UFA/TF está asociado con un menor riesgo de presentar resistencia a la insulina.

En 2023, en Estados Unidos, se desarrolló otra investigación dirigida por He, Y., et al. (13) con el propósito de explorar la relación entre la depresión, resistencia a la insulina (IR) y la obesidad. Se realizó un estudio transversal que incluyó a 3507 adultos previamente diagnosticados con obesidad. La IR se evaluó mediante el índice HOMA IR, mientras que la depresión fue determinada mediante el Cuestionario de Salud del Paciente. Para establecer la relación entre el estado de depresión y la IR, se emplearon modelos de regresión logística. El estudio demostró un punto de corte para resistencia a la insulina de 5.5, a partir del cual se determinó que el 19.8% de los hombres y el 26.3%

de las mujeres presentaban IR. Respecto a la asociación entre la depresión y la IR, se encontró una relación positiva únicamente en mujeres con obesidad. Por lo tanto, se concluyó que el género femenino con obesidad y depresión presenta una mayor prevalencia de resistencia a la insulina en comparación al género masculino, que no mostro asociación alguna.

El proyecto realizado en el año 2020 por Mendoza (14) tenía como objetivo determinar el porcentaje de resistencia a la insulina (RI) entre los médicos del Hospital Regional 1° de la ciudad de México. Este estudio adoptó un enfoque transversal, prospectivo, observacional y analítico. La muestra fue seleccionada mediante muestreo no probabilístico, empleando criterios de inclusión y exclusión, donde se incluyó a 24 participantes. A estos se les evaluaron los niveles de glucemia, insulina y lípidos en ayunas. Para el análisis de datos, se incluyeron pruebas estadísticas como el Chi cuadrado y t de Student. Los resultados obtenidos a través del Índice de Masa Corporal demostraron que el 12 % de la muestra presentaba obesidad, con un IMC >30,5 Kg/m2 y de estos, el 20% mostraban IR. Por otra parte, se encontró que el 73,8% de los participantes eran sedentarios. Por lo tanto, este estudio sugiere que el aumento de peso se considera como el principal factor de riesgo para el desarrollo de RI en esta población.

En el año 2022, en Venezuela, Marchan y colaboradores (3) realizaron un proyecto con la finalidad, determinar la incidencia de resistencia a la insulina (RI) mediante el uso del índice HOMA-IR. Estudio de naturaleza descriptiva y transversal, la muestra fue seleccionada mediante el muestreo probabilístico aleatorio, contando con la participación de 102 individuos, 61,8% mujeres y 38,2% hombres. Se evidencio una prevalencia de RI del 23,5%. Al analizar datos por género y edad, se demostró que el 66.7% de los casos de RI corresponderían a mujeres, siendo el 25% de estos casos identificados en el rango de edad entre los 40 a 47 años. Además, se encontró que el 66.7% de los participantes con resistencia a la insulina también padecían de hipertensión. Estos hallazgos siguieren que la RI se manifiesta con mayor frecuencia en mujeres con presión arterial elevada.

Así mismo en Manabí, Ecuador, Alcívar (1) investigo sobre la resistencia a la insulina en adultos con presión alta y su relación con los antecedentes familiares, sedentarismo o estilo de vida. Lo realizaron mediante un enfoque no experimental, descriptivo, analítico, prospectivo y transversal, la muestra fue seleccionada con la ayuda del muestreo aleatorio

simple, el estudio incluyo a 131 individuos entre los 50 y 59 años. Como resultado determinaron un total del 40,5% adultos hipertensos, además, del 37,7% con RI. El antecedente familiar con mayor incidencia en personas con RI fue la hipertensión con 52,8%, el consumo de carbohidratos con el 67,9%, inactividad física del 49% y el 35,8% duerme más de 8 horas.

En Manta, Ecuador, Pico y colaboradores (15) realizaron una investigación con la intención de identificar los factores desencadenantes de la hipertensión arterial y resistencia a la insulina en 88 adultos de 70 años en adelante. El estudio se desarrolló de manera longitudinal, descriptiva, comparativa y de campo. Los participantes que ya habían sido diagnosticados previamente con presión arterial alta y RI, fueron evaluados mediante encuestas para determinar los factores de riesgo. Se obtuvo como resultado que los principales factores de riesgo incluyeron un alto consumo de carne, pescado y pollo (68,18%), carbohidratos (100%) y grasas saturadas (50%). En consecuencia, los autores concluyeron que una alimentación inadecuada constituye la causa principal de la hipertensión arterial e RI.

En 2023, Hajri, T., et al. (16) realizaron un metanálisis con el objetivo de indicar la prevalencia de presión arterial como factor de riesgo para el desarrollo de resistencia a la insulina en Ecuador. En este proyecto, investigaron artículos publicados a partir del 2019, en base de datos electrónicos como "Medline, Cumulative índex of Nursing and Allied Health Literature, Cochrane Database''. El análisis de la investigación indica que la prevalencia total de hipertensión es del 35,8%. En relación con la edad, se observa lo siguiente: aquellos menores de 30 años tienen una incidencia del 9,4%; entre los 30 y 50 años, del 22,0%; entre 50 y 60 años, del 26,1%; y mayores de 60 años, del 48,7%. Referente al Índice de Masa Corporal denotan que los sujetos con IMC $\geq$ 30 kg/m2 tienen alta probabilidad de presentar niveles elevados de presión arterial en comparación a individuos con IMC < 30 kg/m2. Esto indica una prevalencia significativamente mayor de hipertensión en adultos obesos especialmente en aquellos mayores a 60 años y por lo tanto la posibilidad del desarrollo de RI.

En 2019, Muños, M., et al. (17) llevaron a cabo un estudio acerca del test de FINDRISC como instrumento para identificar a pacientes con disfunciones del metabolismo de la glucemia en Venezuela, fue una investigación observacional, involucraron a 200

individuos entre los 18 y 70 años, quienes decidieron participar voluntariamente, se establecieron condiciones para excluir a los participantes basados en criterios como: personas con diabetes, enfermedades infecciosas, uso de medicamentos que afecten el metabolismo de los carbohidratos. Posterior a la firma del consentimiento informado los participantes completaron la encuesta, se realizaron pruebas de tolerancia oral a la glucosa y para establecer los puntos de corte se empleó tanto la curva ROC como el índice de Youden (YI). El estudio demostró que, con un punto de corte ≥ 14, sensibilidad 45,2% y especificidad 89,9%, el test de FINDRISC predice un alto riesgo de presentar alteraciones en la regulación de la glucemia.

La investigación realizada en México, en el 2023 por Varela y colaboradores (11) tuvo como objetivo demostrar la utilidad del cuestionario FINDRISC para identificar la resistencia a la insulina (RI) en adultos de 20 a 60 años. Efectuaron un estudio transversal analítico, cualitativo y cuantitativo, con la participación de 253 personas sin diagnóstico de diabetes tipo 2. Para determinar la RI, se empleó el índice triglicéridos y glucosa (TyG) y se definieron los puntos de corte utilizando la curva ROC, mientras que los factores de riesgo fueron evaluados con el test de FINDRISC. Se utilizaron técnicas estadísticas, como el chi cuadrado para variables cualitativas y la prueba Mann – Whitney para variables cuantitativas, con un nivel de confianza del 95%. Los resultados mostraron que el 60.8% de los participantes presentaban resistencia a la insulina y la curva ROC del FINDRISC también indicó un punto de corte 8 (sensibilidad 94,8%; especificidad 48,5%). Por consiguiente, los autores concluyeron que el test FINDRISC podría ser un instrumento necesario y útil para analizar personas con RI (puntaje ≥ 8).

En Europa, en 2019, Stepanek, L., et al. (18) investigaron la relación del diámetro de la cintura, el índice HOMA IR y el síndrome metabólico (MetS) utilizando puntos de corte. El estudio incluyo a 783 personas, de las cuales 426 eran hombres y 357 mujeres, con edades entre los 46 años. Se les realizaron análisis antropométricos y bioquímicos. Las pruebas estadísticas utilizadas para establecer la relación entre las variables y la distribución de datos fueron la correlación de Spearman (r) y Shapiro-Wilk, respectivamente. El MetS se identificó según los criterios de la Federación Internacional de Diabetes. Debido a la variabilidad de los rangos de referencia, se establecieron umbrales de 2.0 y 3.8 para el índice HOMA IR. Como resultado, se encontró que el índice de adiposidad visceral (VAI) revela un punto de corte 3.37, tanto para sujetos con MetS

(sensibilidad 0.86; especificidad 0.78) como para HOMA IR de 3.8 (sensibilidad 0.79; especificidad 0.66). Además, se identificó un punto de corte del VAI de 1.89 para personas con HOMA IR de 2,0 (sensibilidad 0,74; especificidad 0,66). A partir de la prueba de correlación de Spearman (r), el estudio demostró que el HOMA IR establece una correlación fuerte y positiva con la circunferencia de la cintura (r = 0.54).

En Colombia, específicamente en Bogotá, Gallo, J., et al. (19) identificaron puntos de corte para la circunferencia de la cintura (CC) con el propósito de comprobar su relación con la resistencia a la insulina (RI). Este estudio tuvo un diseño transversal e incluyó a 800 personas de entre 30 y 65 años. A quienes se les realizaron, exámenes físicos, se tomaron medidas antropométricas y se les aplicaron cuestionarios. Los resultados de esta investigación revelaron que los valores del diámetro de la cintura que mostraron una correlación significativa con la RI fueron de 92 cm en hombres, con una sensibilidad del 82,23 % y una especificidad del 70,14% y de 84 cm en mujeres con una sensibilidad del 78,15%, y una especificidad del 73,98%. En conclusión, el estudio señalo que los participantes con RI se caracterizaban principalmente por presentar un mayor perímetro de cintura, niveles elevados de triglicéridos, presión arterial alta y bajos niveles de colesterol HDL.

El estudio realizado en Riobamba, Ecuador, por Narváez (20) tuvo como objetivo estimar la incidencia de resistencia a la insulina en personas adultas con obesidad y sobrepeso. Se llevó a cabo mediante un enfoque descriptivo, transversal, retrospectivo y documental. Inicialmente, se incluyeron a 2574 participantes; sin embargo, tras la aplicación de criterios de exclusión e inclusión, la publicación involucro una muestra final de 334 individuos entre los 18 a 60 años. Para la recolección de los datos, se revisaron los registros de pacientes con diagnóstico de obesidad o sobrepeso, así como los signos vitales, antecedentes familiares de diabetes, e hipertensión y los resultados de los exámenes de laboratorio, incluyendo insulina, glucemia, triglicéridos, HDL y LDL. Se evidenció que el 52,8% de personas presentaban un índice de masa corporal > 30 kg/m2. Además, se identificó que el género masculino con educación superior del sector urbano tenía el porcentaje más alto de RI. Con respecto a los valores elevados de glucosa, insulina, AST y ALT, se encontró una correlación significativa con el índice HOMA IR > 3.

Ramírez y colaboradores (8), en su investigación, realizada en 2019 con la intención de establecer el porcentaje de sobrepeso y obesidad en mujeres adultas de 20 a 49 años en Ecuador considerando su nivel económico, educativo y origen étnico. Los resultados demostraron que las mujeres pertenecientes al estrato económico alto presentan una prevalencia del 60,0%, en comparación con el 66,1% y 66,3% observado en los estrato medio y bajo, respectivamente. En cuanto al nivel educativo, se encontró que la mayor incidencia de sobrepeso y obesidad se daba en aquellas con una baja formación académica, con un porcentaje de 69,8%, en relación con el 58,6% observado en mujeres con alto nivel económico. En relación al origen étnico, se evidencio que las mujeres indígenas presentan una incidencia del 41,3%, mientras que las mujeres mestizas y afroecuatorianas los porcentajes fueron del 38,9% y 31,8%, respectivamente.

En Ecuador, Orces, C., et al. (21) realizaron un estudio para determinar el porcentaje de obesidad en adultos mayores. Participaron 2053 personas con edades comprendidas entre los 60 años. Los datos expuestos en esta investigación se obtuvieron de la Encuesta Nacional de Salud, Bienestar y Envejecimiento. El estudio demostró que la incidencia de obesidad abdominal en hombres y mujeres fue del 16,3%, 65,9% respectivamente. Se consideró también al género femenino con mayor probabilidad de presentar diabetes, SM, resistencia a la insulina y niveles elevados de triglicéridos, mientras que los hombres presentaban tasas de hipertensión del 51% y diabetes del 22%. Esto demuestra la existe de una alta incidencia de obesidad entre los adultos mayores de Ecuador.

En 2023, Pérez y colaboradores (22) llevaron a cabo un estudio con el objetivo de investigar la incidencia del aumento de peso y síndrome metabólico (SM) en adultos ecuatorianos. Realizaron una investigación de tipo transversal, la selección de la muestra se realizó mediante el muestro aleatorio simple y estratificado, donde se dividió principalmente a la población según la zona, región y provincia. El proyecto incluyo a 3684 hombres y 6634 mujeres entre los 18 y 59 años. Se recopilaron datos socioeconómicos, demográficos, antropométricos, de presión arterial, así como valores de glucosa, insulina y triglicéridos. Los resultados demuestran que el 39.5% de los participantes presentaban sobrepeso y el 22.3% obesidad, mientras que el 31.2% mostraban SM. Al mismo tiempo, se observó que las mujeres tenían mayor incidencia de aumento de peso, adiposidad abdominal y niveles bajos de lipoproteínas HDL en comparación con los hombres, quienes mostraron niveles elevados de presión arterial. Se

expuso también que tanto el índice de adiposidad como el síndrome metabólico eran más frecuentes en zonas urbanas.

En Manabí, Ecuador, Soledispa, S., et al. (23), en el año 2023, investigaron sobre la relacionar entre la resistencia a la insulina y su papel como factor predisponente para el desarrollo de DMT2. Estudio de tipo observacional, retrospectiva y no experimental, adoptó un enfoque cuantitativo. Se basó en los registros informáticos de un laboratorio clínico privado, contando con la participación de 91 pacientes (32 hombres, 59 mujeres). Se analizaron el índice de masa corporal, HOMA IR, altura, glucosa e insulina. Los resultados revelaron que del total de la muestra el 59.34% presentaba resistencia a la insulina, mientras que el 22% mostraba niveles de glucosa elevados y el 78% no presentaba hiperglucemia. En cuanto al IMC, el 4,4% se encontraba en bajo peso, el 35,2% en peso normal, el 28,6% en sobrepeso, el 16,55 % en obesidad tipo 1, el 8,8% en obesidad tipo 2 y el 6,6% en obesidad tipo 3. Por consiguiente, se concluyó que la IR se considera un mecanismo precursor en el desarrollo de diversas enfermedades metabólicas, entre ellas la diabetes tipo 2. Esto se basa en los niveles elevados del índice HOMA IR encontrados en la muestra estudiada, aun cuando no se observaron niveles altos de glucosa. En este contexto, la resistencia a la insulina se considera como un paso previo hacia el desarrollo de la DMT2.

En la provincia de Pichincha, Ecuador, en el año 2021, Baldeon, E., et al. (24) realizaron un estudio transversal para investigar la prevalencia del síndrome metabólico y la diabetes tipo 2 en personas de 35 a 70 años. La investigación contó con la participación voluntaria de 1997 individuos procedentes de cuatro comunidades rurales y cinco urbanas. Se tomaron muestras de sangre para analizar los niveles de glucosa, triglicéridos y colesterol, además de realizar mediciones antropométricas. Para el análisis estadístico, se emplearon pruebas t y chi cuadrado, con un margen de error del 2,5% y un nivel de confianza del 95%. El estudio demostró la prevalencia del síndrome metabólico en hombres y mujeres del 42% y 44%, respectivamente. Respecto a la incidencia de la DMT2, se observó que afectaba al 9% de los hombres y al 10% de las mujeres participantes. Se destacó que el SM y la diabetes tipo 2 son las enfermedades más frecuentes entre las mujeres mayores de 50 años con obesidad. Además, los autores del estudio sugirieron la inclusión de alimentos ricos en proteínas, como lácteos, frutas y verduras en la dieta como medida preventiva y de manejo de estas condiciones.

En 2019, en Brasil, se realizó un proyecto liderado por Aprelini y colaboradores (25) con el objetivo, demostrar la relación entre el consumo de carnes rojas/procesadas, desarrollo de resistencia a la insulina y diabetes. El estudio, de tipo cohorte, se realizó durante dos siclos entre el 2008 – 2010 y 2012-2014. La muestra incluyó a 15105 personas de entre los 35 a 75 años, a quienes se les evaluó la glucosa, hemoglobina glicosilada, HOMA IR, así como datos antropométricos, socioeconómicos y estilos de vida, durante ambos periodos. Los resultados mostraron que los participantes con bajos ingresos y niveles educativos presentaban un alto consumo de carnes rojas/procesadas (>27,1 g/día en hombres, >52 g/día en mujeres), lo que aumentaba en un 40% la posibilidad desarrollar resistencia a la insulina y diabetes mellitus.

El ensayo clínico desarrollado por Kullman, S., et al. (26) en el 2022, investigo los beneficios del ejercicio físico en la sensibilidad cerebral a la insulina y los cambios metabólicos resultantes en adulto sedentarios con sobrepeso u obesidad. Este estudio incluyó a 21 participantes entre los 21 a 59 años con Índices de Masa Corporal entre 27,5 y 45,5 kg/m^2, quienes fueron evaluados la sensibilidad cerebral a la insulina. La duración de este ensayo fue de 8 semanas, durante las cuales todos los participantes se sometieron a entrenamientos aeróbicos supervisados. Los resultados indicaron una mejora en la acción de la insulina en el cerebro de las personas con sobrepeso u obesidad después de seguir la rutina de ejercicios, así como una reducción de la adiposidad abdominal y de la sensación de hambre. El estudio destaca los beneficios del ejercicio desde una perspectiva terapéutica, con el fin de reducir los factores de riesgo asociados con la RI y diabetes.

1.2.FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

¿Qué es la Resistencia a la Insulina (RI)?

El término resistencia a la insulina fue mencionado por primera vez en 1922, es una condición metabólica donde las células de los tejidos periféricos pierden la acción biológica a la insulina, esto ocurre cuando a nivel sistémico los niveles de glucosa están elevados por causa de la incapacidad de las células de captar y utilizar los niveles adecuados de glucemia. En los adipocitos, células del tejido hepático, muscular y esquelético, se observa una disminución en la expresión del GLUT 4, receptor encargado de la captación de glucosa. Esto como resultado aumenta la probabilidad de presentar prediabetes o DMT2 (9).

La diabetes tipo 2 es una alteración metabólica que resulta del desarrollo de la resistencia a la insulina. Las personas con RI generalmente presentan hiperglucemia e hiperinsulinemia. La disfunción de las células β causa que el páncreas suministre exceso de insulina y se genere defectos en la homeostasis de la glucemia en todo el organismo (27).

La resistencia a la insulina se origina por un estilo de vida inapropiado y desequilibrado en la alimentación, lo cual incluye la obesidad y el sobrepeso, causados por la ingesta excesiva de alimentos poco saludables, la falta de actividad física, antecedentes familiares, así como condiciones sociales y económicas desfavorables, que contribuyen a intensificar este fenómeno. Junto con esto, la RI y el síndrome metabólico (SM) llegan a genera el aumento del Índice de Masa Corporal. En un inicio el SM adquiría nombres como el síndrome de Reaven, síndrome X o síndrome RI. Se caracterizó por presentar dislipidemias, hipertensión arterial, hiperglucemias, obesidad, resistencia a la insulina. Que predisponía a riesgo cardiovascular y diabetes. (28) (9)

La secreción inadecuada de insulina afecta de forma directa e indirecta a la mayoría de tejidos, causando desequilibrios en las respuestas biológicas, principalmente del tejido hepático, adiposo, muscular y esquelético (1). La insulina, es una hormona peptídica descubierta por Banting, Best, Macleod y Collip hace aproximadamente 100 años (29). Es secretada por las células beta del páncreas, en situaciones fisiológicas, el organismo tras la ingesta de alimentos almacena una gran cantidad de glucosa a nivel sistémico, alcanza un umbral y genera un estímulo de secreción de insulina. Está constituido por una

cadena α (21 aminoácidos) y una cadena β (30 aminoácidos) unidas por puentes disulfuro (30).

Etiología de la resistencia a la insulina

La causa etiológica de la RI se desconoce, sin embargo, se presume que podría estar relacionado con algunos factores de riesgo o predisponentes, que se detallan a continuación:

Sobrepeso y Obesidad

La obesidad y el sobrepeso se definen como una enfermedad caracterizada por el exceso anormal de adiposidad en el cuerpo. En situaciones normales el organismo digiere los alimentos provenientes de la dieta como: frutas, verduras, lácteos. Los transforma en diferentes moléculas como la glucosa, aminoácidos, ácidos grasos, que funcionan como fuentes de energía para las células del cuerpo. Sin embargo, cuando el cuerpo se encuentra en periodos de inactividad física y el organismo recibe grandes cantidades de alimentos entre estos, comida chatarra, panes, bizcochos, postres, caramelos, papas fritas, entre otros. Empiezan a formarse depósitos grasos debajo de la piel y alrededor de los órganos, situaciones que, si continúan a lo largo del tiempo, la acumulación de grasa podría volverse excesiva y provocar hipertensión, resistencia a la insulina, diabetes y enfermedades cardiovasculares. **(20)**

La dieta desempeña un papel crucial en la fisiopatología de la RI. Una dieta alta en carbohidratos refinados y azúcares puede llevar a picos elevados de glucosa en sangre, lo que desencadena una mayor secreción de insulina por parte del páncreas para ayudar a eliminar la glucosa de la sangre y llevarla a las células para su uso energético. Con el tiempo, esta sobreexposición a la insulina puede llevar a una disminución en la sensibilidad de las células a esta hormona, lo que se conoce como resistencia a la insulina (13).

Además, el consumo de una dieta rica en grasas saturadas puede contribuir a la acumulación de lípidos en los tejidos, músculo esquelético y el hígado. Esta acumulación de lípidos puede interferir con la señalización normal de la insulina, dificultando aún más la capacidad de las células para responder a esta hormona (13).

Debido a la acumulación excesiva de grasa en el cuerpo, se observa la manifestación de enfermedades crónicas como la obesidad y el sobrepeso, principalmente. Esto conduce a un aumento en la cantidad y tamaño de las células grasas, así como al envejecimiento

prematuro del sistema vascular, como resultado del estrés oxidativo y la inflamación. (13).

La obesidad ocasiona un estado inflamatorio crónico donde se evidencia la presencia de leucocitos circulantes, aumento de macrófagos que pasan de un estado reparador M2 a un estado proinflamatorio M1, células que están relacionadas con la resistencia a la insulina como se detalla en el **Gráfico 2 (20)**. El exceso de grasa corporal en los músculos y tejido hepático, provoca el aumento de triglicéridos intracelulares (TG). Esto provoca una inhibición de la señalización de la insulina por parte de los TG y los productos derivados del metabolismo de los ácidos grasos.**(31)**.

La investigación realizada en la ciudad de Salcedo, ubicado en la provincia de Cotopaxi, acerca de la cultura culinaria, se constató que entre los platos más frecuentes en la dieta de estas familias ecuatorianas se encuentran: Yahuarlocro, caldo de pata, caldo de 31, fritada, hornado, llapingacho, yuca con pescado y papas con cuy. (32). Alimentos saludables con bajo contenido de grasa, pero el consumo diario junto con bebidas y postres azucarados podrían afectar la salud de las personas. Sin embargo, se evidencia la falta de estudios que respalden si los alimentos mencionados anteriormente pueden o no causar sobrepeso, obesidad o resistencia a la insulina en el transcurso del tiempo.

La obesidad en los últimos 50 años se ha transformado en un problema de salud pública a nivel mundial, donde alrededor de 1500 millones de adultos fueron diagnosticados con sobrepeso y obesidad. En consecuencia, se considera que los adultos obesos son más propensos a desencadenar problemas de salud como: resistencia a la insulina, DMT2, alteraciones cardiovasculares y cáncer (33).

Sedentarismo

El sedentarismo está estrechamente asociado con la resistencia a la insulina debido a varios mecanismos fisiopatológicos. Uno de los principales es la falta de actividad física que conduce a una disminución en la sensibilidad a la insulina en los tejidos periféricos, como los músculos esqueléticos y el tejido adiposo. Esto significa que estas células tienen dificultades para responder a la insulina y tomar glucosa de la sangre, lo que resulta en cuadros de hiperglucemia e hiperinsulinemia.

Además, el sedentarismo suele estar asociado con el aumento de la acumulación de grasa corporal, especialmente en el tejido adiposo visceral, que es metabólicamente activo y puede secretar sustancias inflamatorias que contribuyen a la resistencia a la insulina. La falta de actividad física también puede influir en la función de los tejidos hepáticos, ya

que el hígado juega un papel importante en la regulación de la glucosa en la sangre. El sedentarismo puede aumentar la producción de glucosa hepática y reducir la capacidad del hígado para responder adecuadamente a las señales de la insulina.

Normalmente las personas con inactividad física requieren de menor ingesta calórica. Sin embargo, los individuos sedentarios, suelen ingerir carbohidratos como: pan, galletas, pasteles, entre otros. Lo que puede resultar en un incremento del Índice de Masa Corporal (IMC), aumento del diámetro de la cintura y niveles elevados de triglicéridos, colesterol y glucosa(34). Por ejemplo los residentes de la Parroquia de Mulliquindil son reconocidos por su dedicación al trabajo; no obstante, durante los fines de semana, la mayoría de las familias suelen visitar lugares como estadios y restaurantes, donde se observa un consumo considerable de comida rápida, como hamburguesas, pasteles y papas fritas, además de alcohol. Es importante señalar que la mayoría de estas familias no acuden a los estadios para realizar actividad física.

Por lo general, las personas que presentan resistencia a la insulina tienden a tener obesidad, llevar un estilo de vida sedentario, consumir alimentos con alto contenido calórico sin realizar actividad física. Como recomendación la Organización Mundial de la Salud (OMS) considera no pasar más de 2 horas frente a pantallas de teléfonos, laptops, televisores entre otros. Sin embargo, se ha evidenciado que las personas entre los 20 a 60 años pasan más de dos horas frente a pantallas, probablemente por cuestiones de trabajo (31).

Alimentación poco saludable

Consumir una dieta rica en grasas saturadas, azúcares añadidos y alimentos procesados puede aumentar el riesgo de resistencia a la insulina. En los últimos años la tecnología alimentaria permite el uso de varios colorantes artificiales, se adicionan a las bebidas o alimentos, con la finalidad de mejorar el sabor, color y apariencia. La necesidad de aumentar los niveles de comercialización por parte de las industrias de bebidas causa el uso exacerbado de colorantes, conservantes en la fabricación de gaseosas, jugos, gelatinas, entre otros (35). El frecuente consumo de edulcorantes artificiales, según la OMS, pueden causar varios efectos en la salud de las personas a largo plazo, como un mayor riesgo de DMT2 y enfermedades cardiovasculares principalmente. (36)

Algunos conservantes como: bacteriófagos líticos, bacterias del ácido láctico, y bactericidas han demostrado ser útiles para la conservación de alimentos y control microbiológico. Por ejemplo el bacteriófago es utilizado como biopreservante de filetes

de pescado en condiciones de refrigeración (35). En personas con resistencia a la insulina el consumo de estos alimentos refrigerados, bajo el inadecuado control de este conservante, podrían contribuir al desarrollo de infecciones en los huesos y heridas, además, de problemas sépticos e infecciones del tracto urinario.

En la industria gastronómica y alimentaria, la salsa de tomate es utilizada en una amplia variedad de platos para realzar su sabor, color o textura. Varias personas agregan esta salsa a sus hamburguesas, papas fritas, hot dogs, al arroz e incluso al huevo frito. Aunque la salsa de tomate contenga bajas calorías, grasa, proteínas y carbohidratos, también contiene cantidades de azúcar y sal que podría conllevar a riesgos de hipertensión por altos niveles de ingesta. (37)

Los cambios en la forma de preparar los alimentos desencadenan graves problemas de salud, especialmente si durante la cocción el aceite es reutilizado, calentado hasta el grado de producir humo y volverse de color negro. En consecuencia, el aceite empieza a descomponerse, libera compuestos tóxicos, radicales libres o especies reactivas de oxígeno, con capacidades de causar inflamaciones sistémicas y resistencia a la insulina. Independientemente de los problemas que presenta la venta y consumo de estos alimentos, se han convertido en los productos más consumidos por las personas por su fácil preparación y bajo costo que estos tienen (38).

El exceso de carbohidratos en la dieta, presentes en alimentos como: cereales, pan, pasta, arroz papas, maíz, entre otros. Las células los transforman en grasa y almacenan en los distintos órganos y tejidos. Fisiopatológicamente el adipocito puede hipertrofiarse, como consecuencia del ingreso y almacenamiento de triglicéridos. Como consecuencia del aumento del tamaño del adipocito, estas células liberan sustancias inflamatorias que podrían ser responsables del desarrollo de la resistencia a la insulina. (39)

Factores genéticos

La predisposición genética juega un papel importante en la resistencia a la insulina y el desarrollo de la diabetes tipo 2. Se han identificado doce genes en el tejido subcutáneo de personas que podrían estar relacionados con la RI e DMT2, sin embargo, los más importantes son: “PPARG, IRS-1, GRB14, MAP3K1, FST, PEPD y PDGFC’’. Donde especialmente la expresión de los genes FST, PEPD y PDGFC en el tejido adiposo, estarían relacionados con enfermedades cardiovasculares (40) (41).

Edad

El envejecimiento celular es el resultado de factores como mutaciones y lesiones celulares. A medida que las personas envejecen, es más probable que desarrollen resistencia a la insulina. La edad es un factor de riesgo dependiente de varias patologías crónicas como: cáncer, diabetes, enfermedades cardiovasculares, entre otros (31). Según los antecedentes investigativos es frecuente encontrar mayor prevalencia de resistencia a la insulina en adultos entre los 40 años con sobrepeso y obesidad. La Organización Mundial de la Salud (OMS) menciona que China seguido por la India son los países con mayor porcentaje de diabetes a nivel mundial (27).

Etnia

Algunas etnias, como las personas de ascendencia afroamericana, hispana o amerindia tienen un mayor riesgo de desarrollar resistencia a la insulina y diabetes tipo 2. Debido al consumo excesivo de alimentos con alto contenido de grasa, en las culturas latinas negarse a comer se considera una actitud descortés. Por esta razón los índices de prevalencia de obesidad e inactividad física son altos, incluso algunos miembros de esta cultura consideran al aumento de peso con un buen estado salud (42).

Entre las etnias ecuatorianas, se considera que las mujeres indígenas presentan mayor sobrepeso en relación a las mujeres afroecuatorianas y mestizas, sin embargo, el índice de prevalencia de obesidad y resistencia a la insulina es mayor en mujeres afroecuatorianas, causado principalmente por factores de riesgo como el sedentarismo, inactividad física y estilo de vida poco saludables (8).

Historial familiar de diabetes

Tener familiares cercanos con diabetes tipo 2 (DMT2) aumenta el riesgo de desarrollar resistencia a la insulina. Esto se ha evidenciado en base al uso de cuestionarios, donde la mayoría de la población con RI detalla que efectivamente tienen familiares (padres, hermanos, tíos) con diabetes, obesidad o sobrepeso. Por ejemplo, el test de FINDRISC ha permitido determinar factores de riesgo relacionados con la diabetes y resistencia a la insulina (11). En los últimos tiempos se ha demostrado el constante aumento de la DMT2 y se estima que para el año 2045 los índices de prevalencia global alcanzaran el 90 a 95%. Reportes previos realizados en Ecuador, demuestran que el 8.5% de las personas entre los 20 a 60 años tendrían diabetes tipo 2. Además, de una prevalencia del 30.8% de resistencia a la insulina (23).

Trastornos hormonales

El cortisol y la hormona de crecimiento podrían estar relacionadas con el desarrollo de la resistencia a la insulina. En situaciones fisiológicas, la secreción suprarrenal del cortisol promueve la ingesta de alimentos y la insulina puede inhibir, mostrando una relación inversa (2).

Sin embargo, en situaciones de hiperglucemia, estrés y tención se evidencia el amento en las funciones del eje hipotálamo-pituitario-suprarrenal (HPA), eje que estimula a la producción de la hormona liberadora de corticotropina (CRH) y posterior aumento de cortisol por las glándulas suprarrenales (43). Como resultado, el aumento de apetito y alto consumo de alimentos, podrían conllevar al sobreseo y obesidad y posterior desarrollo de RI.

Por otra parte, la resistencia a la insulina es un trastorno endocrino que también es frecuente encontrar en mujeres con síndrome de ovario poliquístico, se estima que aproximadamente el 75% de pacientes con RI son diagnosticadas con SOP, según estudios realizados esta modificación estaría relacionado por el exceso de andrógenos y cambios en la vía de señalización PI3K/Akt, que tiene como función controlar la proliferación, supervivencia celular y apoptosis. Las alteraciones en esta vía podrían llegar a desencadenar procesos inflamatorios, estrés oxidativo tanto en células somáticas como en femeninas (44). El síndrome del ovario poliquístico se caracteriza por alteraciones metabólicas y del sistema reproductivo, presenta cuadros de hiperandrogenismo e hiperinsulinemia, siendo este último principalmente el responsable de causar resistencia a la insulina (45).

Apnea obstructiva del sueño (AOS)

La apnea del sueño, especialmente cuando no se trata, puede contribuir a la resistencia a la insulina. Es más común en hombres con obesidad. Hoy en dia la AOS se considera factor indirecto para el desarrollo de enfermedades cardiovasculares, este síndrome se diagnostica con frecuencia en personas con resistencia a la insulina, hipertensión, arritmias, insuficiencia cardiaca y accidentes cerebrovasculares (46).

Hipertensión

La presión arterial es considerada como un factor de riesgo indirecto en el desarrollo de la resistencia a la insulina. Las personas con RI, tienden a consumir cantidades elevada alimentos con sal, en consecuencia, se evidencia el engrosamiento de los vasos sanguíneos, estrechamiento de arterias coronarias y renales, como resultado, el desarrollo

de graves enfermedades cardiovasculares que terminan con la muerte del paciente. La Organización Mundial de la Salud considera a la obesidad como un factor de riesgo independiente para el desarrollo de la hipertensión arterial. La población con IMC > 30 indica una alta prevalencia de hipertensión por el alto consumo de sodio he inactividad física (47).

Fármacos

Algunos medicamentos, como los glucocorticoides, pueden aumentar el riesgo de resistencia a la insulina. A nivel mundial se considera que el uso excesivo de este tipo de medicación podría generar diabetes tipo 2 a largo plazo. En investigaciones realizadas en personas sanas, se han evidenciado que, tras la exposición a glucocorticoides por una semana, estos tienden a desarrollar RI e hiperglucemia, como resultado de alteraciones en la regulación de la glucosa. Se ha demostrado que, durante el tratamiento con glucocorticoides, los individuos mayores de 60 años con un IMC superior a 25 kg/m2 son más vulnerables para contraer DMT2 e hiperglucemia, como consecuencia de la disfunción de las células β del páncreas y posterior aumento de la intolerancia a la glucemia (48).

La acción de los glucocorticoides a nivel del hígado es servir como antagonistas de la insulina y promover la gluconeogénesis. En el musculo esquelético estos medicamentos llegan a causar atrofia y reduce la captación de glucosa por las células del musculo. En el tejido adiposo, los glucocorticoides tienen la función de promover la lipolisis y contribuir en el almacenamiento de grasa, situaciones que favorecen al desarrollo de RI (2).

El tratamiento con antirretrovirales (ARV), también puede ocasionar la aparición de RI. Por ejemplo, en personas con VIH tratadas con ARV, se evidencian procesos infecciosos crónicos, redistribución del tejido adiposo (acumulo o pérdida excesiva de grasa). Factores que a largo plazo podrían aportar al desarrollo de resistencia a la insulina, posteriormente diabetes tipo 2 y enfermedades cardiovasculares (49).

Mecanismos moleculares de la resistencia a la insulina

Situaciones fisiológicas

En personas con estilos de vida saludables, basadas en el consumo de ensaladas, frutas, verduras, así como la práctica diaria de ejercicios por 30 minutos. Se observa que las células del tejido adiposo, hepático y muscular, funcionan de forma normal, donde se encuentran inhibidores como el IKK y el IKB, este último principalmente bloquea al

factor nuclear kB (NF-kB), que activa genes relacionados con la producción de proteínas proinflamatorias. Fisiológicamente, el NF-kB se une al IKB para prevenir la inflamación. En condiciones normales, la insulina se une al receptor de insulina tirosina quinasa (IRTK) en estas células, desencadenando procesos de fosforilación en los residuos de tirosina, como resultado la activación de proteínas como IRS1 y PI3K. Este proceso activa la proteína Akt, que a su vez impulsa genes responsables de la expresión de GLUT4 en la superficie celular, facilitando la captación de glucosa como se observa en el **gráfico 1** (30).

La activación del Akt en células del músculo esquelético permite que la glucosa ingrese al interior de la célula mediante vesículas de almacenamiento (GSV) y transportadores GLUT4 presentes en membrana plasmática. En el interior de la célula la glucosa es convertida en glucógeno mediante la activación de la glucógeno sintasa quinasa 3 (GSK3) (30).

En el hígado la Akt reduce la gluconeogénesis, mediante la eliminación del gen gluconeogénico, mediado por la proteína FOXO1, que es un factor de transcripción que tiene como función la regulación de procesos bioquímicos relacionados con el control del perfil lípido y glucémico. Además, la insulina en el hígado tiene la función de aumentar la síntesis de glucógeno hepático y la lipogénesis hepática de novo (30).

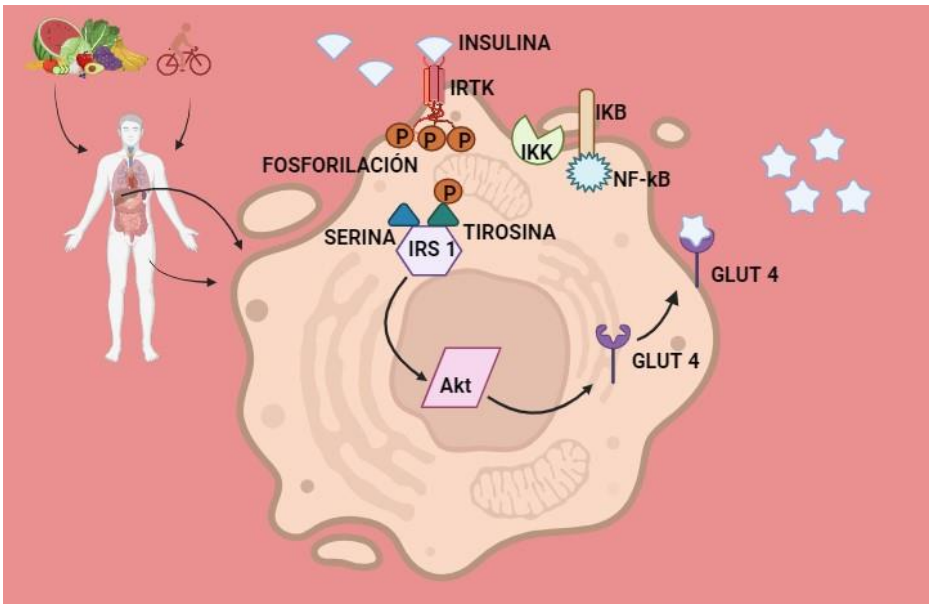


Gráfico 1. Expresión del receptor GLUT 4 en situaciones fisiológicas en células del musculo esquelético y tejido hepático.

Fuente: BioRender

Autor: Doménica Jiménez

Situaciones patológicas

El exceso de calorías y lípidos ocasiona que el organismo lo almacene en forma de glucógeno en el tejido hepático y muscular, mientras que el tejido adiposo lo almacena en forma de triacilgliceroles. En situaciones patológicas, el tejido adiposo se hipertrofia e hiperplasia, los macrófagos M2 de los adipocitos cambian su fenotipo a M1, adquiriendo funciones proinflamatorias, secretando al torrente sanguíneo varias citosinas tales como IL-6, IL-1β y el factor de necrosis tumoral α (TNFα) (39) .

Las interleucinas proinflamatorias secretadas por los adipocitos tienen la capacidad de estimular la producción de IKK, que tiene como función generar la ruptura proteolítica de los IKB, como resultado la activación del factor nuclear kB. El NF-kB activado, fosforila a los residuos de serina del IRS1, este se bloquea e inactiva las funciones de la Akt. Por lo tanto, no se expresan los genes involucrados en la síntesis del GLUT4. La acción de estas citosinas también está involucrada en la activación de la vía conocida como JNk, su función es fosforilar directamente a la serian del IRS1, bloquear las funciones del Akt y evitar la expresión de genes involucrados en la producción del GLUT 4 (30). Como resultado de estos procesos, el desarrollo de cuadros hiperglucemicos, como se evidencia en el **gráfico 2**.

El incremento de los niveles de glucosa (hiperglucemia) en el torrente sanguíneo, debido a la falta de GLUT 4, conduce a un redireccionamiento hacia los receptores GLUT 2, presentes en el páncreas, hígado y riñones. Sin embargo, la presencia de procesos microinflamatorios y la acción de moléculas como la IL-1β y el TNFα reducen la cantidad de GLUT 2 disponibles en estas células. Es importante destacar que los pacientes con resistencia a la insulina experimentan hiperglucemia e hiperinsulinemia. Aunque los receptores GLUT 2 están presentes, su cantidad es limitada. Por lo tanto, estos receptores captan la glucosa disponible, lo que estimula la expresión de genes que promueven la producción de insulina, a pesar de que la insulina se secreta adecuadamente, pierde su eficacia para estimular la actividad de los receptores responsables del transporte de glucosa, lo que lleva al desarrollo de resistencia a la insulina elevando sus niveles en sangre (30). **Gráfico 2**

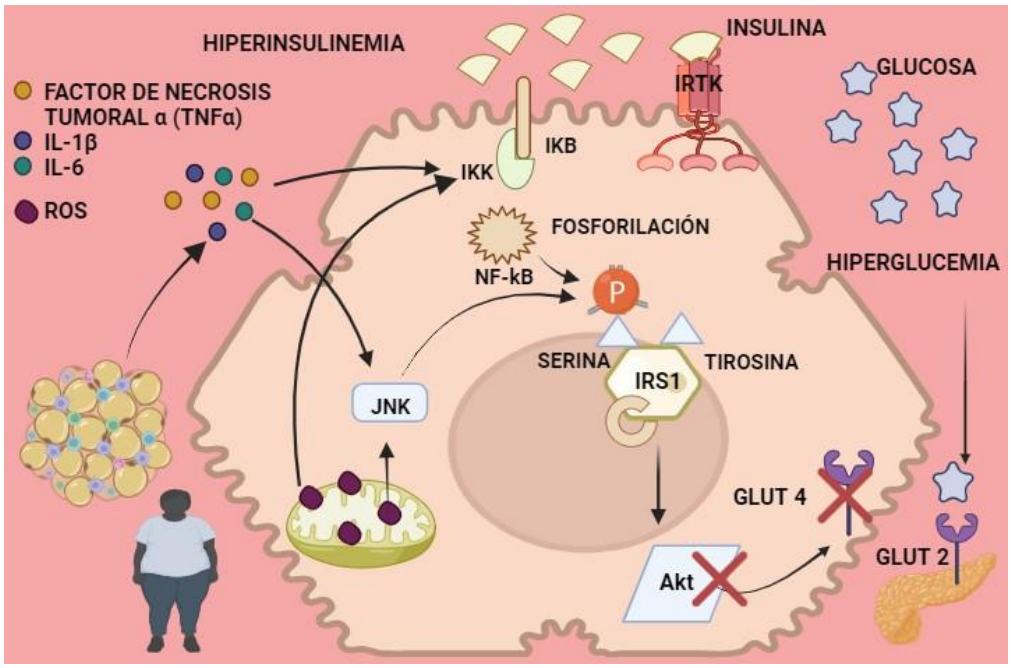


Gráfico 2. Proceso patológico del desarrollo de la resistencia a la insulina por el exceso de lípidos en tejidos periféricos.

Fuente: BioRender

Autor: Doménica Jiménez

La resistencia a la insulina ha relacionado la secreción de IL-1β, IL-6 y el TNF α con el aumento de los procesos de lipolisis, donde a nivel sistémico se puede evidenciar altas concentraciones de ácidos grasos, además, del incremento de triglicéridos en el musculo esquelético y el hígado, todo esto como resultado de una baja respuesta de los tejidos a la acción de la insulina (39).

En la lipolisis los triglicéridos son degradados en diacilgliceroles y monoacilgliceroles (50). Durante el desarrollo de RI los diacilgliceroles, activan a la proteincinasa C (PKC) que fosforila la serina del IRS1 y bloquea la Akt. Mientras que los acilglicéroles actúan como ceramidas, bloqueando directamente al Akt, de tal manera que el GLUT 4 no se expresa. A partir de esto se considera que los pacientes con hipertrigliceridemia también pueden llegar a desarrollar resistencia a la insulina (30). **Gráfico 3**

La liberación de especies reactivas de oxígeno (ROS) también podrían estar vinculadas con el desarrollo de RI y enfermedades cardiovasculares (39) . El incremento de especies reactivas de oxígeno, el consumo de antioxidantes endógenos y el estrés del retículo endoplasmatico, pueden desencadenar RI, tras el mal plegamiento de proteínas, salida de calcio y estrés oxidativo (51). Las ROS cumplen funciones similares al TNFα, activan al

NF-kB, fosforilan a la serina, bloquean al IRS1, esto ocasiona la inactivación de Akt y ausencia de la expresión del GLUT 4. Además de activar a otras vías como la JNK (30).

Gráfico 2

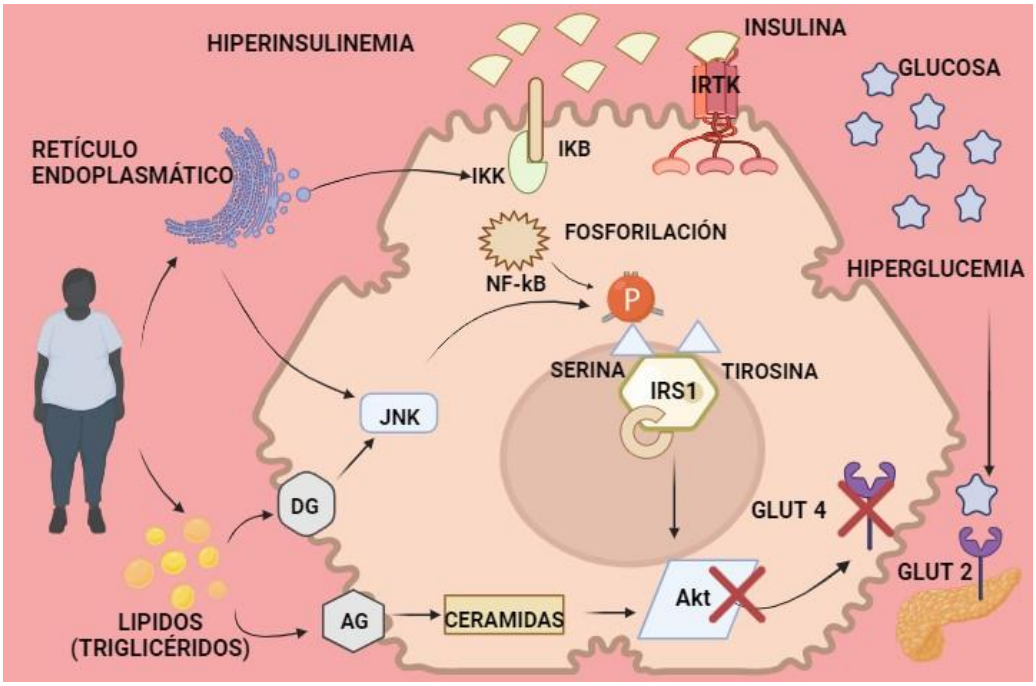


Gráfico 3. Desarrollo de resistencia a la insulina a partir del almacenamiento excesivo de trigliceridos y daños a nivel del retículo endoplasmático.

Fuente: BioRender

Autor: Doménica Jiménez

Enfermedades relacionadas con la resistencia a la insulina

Diabetes tipo 2 (DMT2)

La diabetes mellitus tipo 2 es una enfermedad crónica que resulta del desarrollo de la resistencia a la insulina. Se caracteriza por hiperglucemias, resultado de la perdida de funciones de la insulina por varios factores génicos y ambientales. El aumento de los niveles de glucosa estaría mediado principalmente por el incremento en la producción de especies reactivas de oxígeno como consecuencia de disfunciones de la mitocondria y daños a nivel de las membranas internas y externas de este orgánulo. La Organización Mundial de la Salud considera que al trascurso del tiempo la incidencia de la DMT2 irá aumentando en adultos (52).

Síndrome metabólico (SM)

La Organización Mundial de la Salud (OMS) en 1998 propone nombrar al síndrome metabólico para abarcar las distintas enfermedades que presentan riesgo cardiovascular (53). El SM presenta un origen multifacético y comprende factores de riesgo como el sedentarismo, desórdenes alimenticios, que desempeñan un rol importante en el desarrollo de esta alteración en población adulta (54).

El síndrome metabólico está caracterizado por la presencia de dislipidemias, hipertensión arterial y resistencia a la insulina. Alteraciones que predisponen a riesgo cardiovascular y diabetes, este último puede generar cambios vasculares, lipídicos, lesiones neuronales, cerebrales y renales. Especialmente los desequilibrios hormonales han causado el aumento del tejido adiposo en personas con SM, ocasionando al paciente estados hipoinflamatorios y posterior desarrollo de resistencia a la insulina (53).

Hígado graso no alcohólico (NAFLD)

A nivel mundial el NAFLD y la diabetes mellitus tipo 2 son las enfermedades metabólicas con más incidencia y prevalencia en el mundo, investigaciones señalan que la resistencia a la insulina es un mediador entre la DMT2 con el riesgo elevado de desarrollar hígado graso no alcohólico o viceversa (55). La RI también está implicada en el desarrollo de patologías como la fibrosis hepática, esteatosis, a causa de factores genéticos, disfunción del metabolismo energético y depósitos de grasas a nivel hepático (56).

Métodos de laboratorio para evaluar la RI

Clamp hiperinsulinémico - euglucémico: es un método de laboratorio y clínico catalogado como el gol estándar para determinar RI, técnica invasiva que se basa en administrar mediante dos vías diferentes, insulina a una concentración estándar y glucosa en cantidades variables, con el objetivo de llegar al estándar euglucémico y medir la sensibilidad a la insulina (27)

Sin embargo, los parámetros de laboratorio más utilizados para la determinación de RI es el Modelos Homeostático HOMA IR, índice de verificación cuantitativa de sensibilidad QUICKI, Matsuda y la relación triglicéridos/glucosa (TyG), cabe mencionar que los valores de referencia son establecidos en base a la edad, sexo, población y grupo étnico (57).

Model asesessment insulin resistance (HOMA-IR): es un método alternativo, rápido, no invasivo y de bajo costo, con un punto de corte de 2.5, utilizado en la mayoría de los

laboratorios para determinar la resistencia a la insulina, se basa en un cálculo mediante el uso de concentraciones basales de glucosa e insulina. Aunque factores fisiológicos, genéticos y ambientales podrían llegar alterar el resultado (58).

Fórmula:

$$HOMA - IR = \frac{Glucosa\ en\ ayunas\ \times Insulina\ en\ ayunas}{405}$$

Quantitative insulin sensitivity check index (QUICKI): método similar al HOMA IR se basado en cálculos logarítmicos para la determinación de resistencia a la insulina con un punto de corte de 0.34 en población adulta, al mantenerse por encima del valor presentado, permite descartar la resistencia insulínica en el grupo evaluado. En otras palabras, el índice QUICKI permite establecer un diagnóstico de RI con valores < 0.34 (58).

Fórmula:

$$QUICKI = \frac{1}{\log \text{insulina en ayuno } (\mu U/ml)\ +\ \log \text{glucosa en ayuno } (mg/dl)}$$

Índice Matsuda: fue desarrollado en 1999, método propuesto por Matsuda y De Frozon, consiste en evaluar la sensibilidad a la insulina mediante la determinación de concentraciones de glucosa e insulina a través de muestras sanguíneas antes y después de una carga de glucosa de 75g. Este índice puede usarse como estándar para relacionar a otros métodos y determinar la RI (57).

Formula:

$$Indice\ Matsuda = \frac{10{,}000}{\sqrt{(Insulina\ en\ ayunas\ \times Glucosa\ en\ ayunas\ )(Insulina\ media\ \times Glucosa\ media)}}$$

Índice de Triglicéridos /Glucosa (TyG): Fue diseñado por Simetnal Mandia, se basa en calculo donde se utilizan concentraciones de glucosa y triglicéridos en ayunas, método validado con el índice HOMAR IR, se obtuvo una sensibilidad del 96.5% y especificidad de 85% con un punto de corte de 4.68. El índice TyG es un indicador de RI estudiado recientemente, una investigación realizada en adultos mexicanos sobre la relación entre el índice Triglicéridos/Glucosa con la incidencia de hipertensión, recomienda utilizar este método para determinar RI (27)(59).

Fórmula:

$$TyG = \frac{TG\ \left(\frac{mg}{dL}\right) \times GLU\ (\frac{mg}{dL})}{2}$$

Otras herramientas

Test de FINDRISC: La Federación Internacional de Diabetes recomienda utilizar cuestionarios para establecer factores de riesgo, para ello sugiere utilizar el test de FINDRISC. Consiste en ocho preguntas donde incluye índice de masa corporal (Peso (kg)/talla2 (m), circunferencia de la cintura, nivel de actividad física diaria, frecuencia de consumo de verduras y frutas, uso de medicamentos para hipertensión, antecedentes familiares con diabetes, con un intervalo de puntaje para resistencia a la insulina > 8 puntos (11).

Estrategias de prevención

Las estrategias no farmacológicas aplicadas como tratamiento para combatir la RI parecen ser las condiciones más recomendadas, el consumo de frutos secos, productos de origen vegetal, actividad física diaria resulta ser beneficioso para el metabolismo de la glucosa (60). Con respecto al uso de fármacos autorizados por la Food and Drug Administration (FDA) para disminuir la resistencia a la insulina tanto de forma directa como indirecta son los siguientes (27):

- ***Metformina:*** Medicamento que tiene como finalidad aumentar la sensibilidad a la insulina, mediante el aumento de niveles de 5 Activated Protein Kinase (AMPK), a su vez eleva la capacidad del musculo de captar glucosa, disminuye niveles de ácidos grasos, triglicéridos plasmáticos y la neoglucogénesis (27). Probablemente tras la administración de este medicamento se esté llevando a cabo la expresión del GLUT4 en la membrana plasmática (61).
- ***Agentes anti-obesidad:*** Cabe mencionar que este grupo de agentes actúa indirectamente en la RI pero directamente en la disminución de la obesidad, entre estos medicamentos encontramos “agentes noradrenergicos, serotoninergicos y duales” los mismos que están relacionados con la diminución de la ingesta de alimentos. El Orlistat principalmente inhibe la lipasa pancreática impidiendo la absorción de la grasa a nivel del intestino, lo que causa la pérdida de peso, niveles bajos de glucosa, insulina y HOMA IR < 2.5 (27).

- ***Tiazolidinedionas (TZDs):*** Cumple la función de estimular la transcripción de genes que participan en el metabolismo de los carbohidratos además de aumentar la síntesis y expresión de GLUT4 a nivel muscular. (27)
- ***Agonistas de receptor GLP-1:*** Es una Incretina, enterohormona producida en el intestino que provoca la secreción de la insulina tras la ingesta de alimentos, actuando de manera indirecta en la disminución o pérdida de peso (27).

1.3.OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Establecer los factores de riesgo de la resistencia a la insulina en habitantes de la Parroquia de Mulliquindil, período 2024 -2025.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar los factores de riesgo que predisponen a la RI mediante el test de FINDRISC, medición de IMC y diámetro de la cintura.
- Determinar los índices QUICKI y HOMA IR para establecer la resistencia a la insulina mediante la cuantificación de glucosa e insulina.
- Relacionar los factores de riesgo y los valores de QUICKI y HOMA IR dentro de la población.
- Proponer estrategias para mejorar la calidad de vida en los habitantes de la Parroquia Mulliquindil con problemas de obesidad, resistencia a la insulina y diabetes.

CAPITULO II

2. METODOLOGIA

2.1.MATERIALES

2.1.1. Humanos

- **Autor:** Jiménez Silva Doménica Yajaira- Estudiante de la Facultad Ciencias de la Salud, Carrera de Laboratorio Clínico
- **Tutor:** MSc. Pérez Laborde Elena Johanna - Docente de la Facultad Ciencias de la Salud.
- **Población:** Adultos de 45 a 65 años de edad de la Parroquia de Mulliquindil.

2.1.2. Institucionales

- Biblioteca de la Universidad Técnica de Ambato
- Laboratorio de la Universidad Técnica de Ambato

2.1.3. Equipos

- Computadora
- Impresora
- Calculadora
- Tallimetro
- Balanza
- Analizador automático MAGLUMI 800
- Analizador automático CS-T180 DIRUI (Espectrofotómetro)

2.1.4. Materiales

- Cinta métrica
- Tubos tapa amarilla
- Puntas para vacutainer
- Puntas de pipeta (vol 10 y 1000)
- Capuchón para vacutainer
- Guantes quirúrgicos
- Esferos, rotulador

2.1.5. Reactivos

- Kit de insulina marca Snibe
- Reactivo de glucosa marca QCA

2.2.MÉTODOS

2.2.1. Tipo de investigación

Este estudio adopta un enfoque transversal, realizando mediciones únicas de insulina, glucosa, IMC, circunferencia de la cintura, índices HOMA-IR y QUICKI. Descriptivamente, se explorará la relación entre los factores de riesgo y los valores de los índices HOMA-IR y QUICKI en individuos de 45 a 65 años. Este enfoque es observacional, registrando datos sin modificar el comportamiento de las variables. Se examinarán retrospectivamente factores de riesgo como obesidad, sobrepeso y sedentarismo, que podrían contribuir al desarrollo de resistencia a la insulina.

2.2.2. Enfoque de la investigación

El enfoque de esta investigación será combinado, abarcando tanto aspectos cualitativos como cuantitativos. Se aplicara un enfoque cualitativo al evaluar los factores de riesgo que predisponen a la resistencia a la insulina en la población participante. Por otro lado, se empleara un enfoque cuantitativo al analizar los resultados de las pruebas de glucosa, insulina para determinar los índices HOMA IR y QUICKI.

2.2.3. Modalidad básica de la Investigación

Investigación de campo

El presente proyecto se llevó a cabo en la Parroquia de Mulliquindil ubicado en la provincia de Cotopaxi, con personas de entre los 45 a 65 años esto con la finalidad de conocer el nivel de prevalencia de resistencia a la insulina en este lugar, posteriormente las pruebas inmersas en el proyecto se analizaron en el laboratorio clínico UTALab ubicado en las instalaciones de la Universidad Técnica de Ambato.

Investigación documental

Todo el contenido de este proyecto está respaldado por investigaciones posteriores de los últimos 5 años, obtenidos a partir de artículos científicos originales encontrados en las bases de datos PudMed, Redalyc, Scielo y junto con la ayuda del gestor de referencias bibliografías Zotero se obtuvo información actualizada sobre el tema de estudio.

Investigación de laboratorio

Durante el proyecto de investigación, los analitos analizados fueron glucosa e insulina, resultados que permitieron calcular los Índices HOMA IR y QUICKI. Cabe mencionar que todas las muestras se procesaron en horas de la mañana para garantizar resultados exactos y sin margen de error.

2.3.SELECCIÓN DE ÁREA O ÁMBITO DE ESTUDIO

2.3.1. Campo y área

Química sanguínea

2.3.2. Aspecto

Relación de factores de riesgos con la resistencia a la insulina en pacientes de 45 a 65 años de la Parroquia de Mulliquindil.

2.3.3. Delimitación espacial

- El proyecto de investigación se realizó en adultos de la Parroquia de Mulliquindil en la Ciudad de Salcedo con la autorización y el conocimiento pertinente de la presidenta del GAD Parroquial de Mulliquindil.
- El análisis de muestras se llevó a cabo en el Laboratorio de la Universidad Técnica "UTA-Lab''.

2.3.4. Delimitación temporal

La investigación se desarrolló dentro del periodo académico marzo-agosto del 2024 de la Universidad Técnica de Ambato.

2.4.POBLACIÓN Y MUESTRA

Este estudio se basó en una muestra de 90 individuos con edades comprendidas entre los 45 y 65 años, obtenidos mediante un muestreo no probabilístico, siguiendo los criterios de selección de la muestra en la población residente en la Parroquia de Mulliquindil.

2.5.CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN

2.5.1. Criterios de inclusión

- Personas con un IMC superior a 25.0
- Personas con antecedentes familiares de RI, diabetes, obesidad, sobrepeso

- Inactividad física
- Consumo frecuente de alimentos alto en contenido de azúcar y grasa
- Tabaquismo

2.5.2. Criterios de exclusión

- Mujeres embarazadas
- Mujeres en periodo de lactancia
- Personas con discapacidad
- Personas que no presenten ayuno
- Muestras hemolizadas
- Uso de medicamentos como fármacos cardiacos (betabloqueadores), analgésicos (indometacina), antiarrítmicos (cibenzolina).
- Enfermedades crónicas como Pancreatitis, cirrosis, hepatitis, hipertiroidismo, síndrome de ovario poliquístico.

2.6.DESCRIPCIÓN DE LA INTERVENCIÓN Y PROCEDIMIENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

En primer lugar, se realizó la selección de la población, optando por trabajar en la Parroquia de Mulliquindil, posteriormente, se solicitó la autorización a la presidenta del GAD Parroquial de Mulliquindil, obteniendo como respuesta la aceptación, en segundo lugar, se realizó el consentimiento informado (**Ver anexo 1**) donde se detalló toda la información sobre el manejo de muestras e información.

Cabe mencionar que los códigos generados para rotular las muestras se realizaron en base al número de paciente más el apellido y los cuatro últimos dejitos de su cedula. Después de la firma del consentimiento informado, se realizó el test de FINDRISC **(Ver anexo 2)** cálculo del IMC y medición del diámetro de la cintura a las 90 personas que participaron voluntariamente, las mismas seleccionadas según criterios de inclusión.

Para determinar la resistencia a la insulina se les explico sobre la extracción de una muestra sanguínea en ayunas la misma que en el laboratorio de la Universidad Técnica de Ambato se analizaron parámetros de glucosa e insulina, resultados que ayudaron a determinar los índices HOMA IR y QUICKI. Toda la información y datos obtenidos se registraron en el programa digital Excel y SPSS.

2.6.1. Procedimiento y análisis

Indicaciones para el paciente previo a la toma de muestra sanguínea

- Ayuno de 8 o 12 horas antes de la toma de muestra
- Evite consumir alimentos y bebidas con alto contenido de azúcar, grasa, sodio
- No consumir bebidas alcohólicas horas antes de la toma de muestra sanguínea
- No fumar
- Evitar por la mañana realizar actividades excesivas, como el ejercicio físico
- Informar al profesional de la salud si está tomando algún medicamento o uso de suplementos vitamínicos.
  (62)

Protocolo de toma de muestra sanguínea

Es importante mencionar que la toma de muestra se realizara por el método vacutainer.

- El personal encargado de la toma de muestra tendrá que portar guantes quirúrgicos, gorra, zapatones además de una bata o mandil.
- Verificar la entidad del paciente, nombres, cedula, código.
- Corroborar si el paciente se encuentra cumpliendo los requerimientos previos a la toma de muestra especialmente el estado de ayuno.
- Preparar el material de toma de muestra que incluye algodón, alcohol antiséptico, tubo color amarillo, torniquete, capsula y agujas para vacutainer.
- Rotular correctamente la información del paciente en los tubos que se vayan a utilizar en la toma de muestra.
- Indicar al paciente que se descubra el brazo y se siente en la silla de toma de muestra.
- Colocar el torniquete máximo por 1 minuto de esa manera evitando estasis vascular.
- Seleccionar la vena adecuada para la punción es importante conocer la anatomía del brazo y tener en cuenta las tres venas principales (basílica, cefálica, cubital media), lugares de preferencia para la extracción de sangre.
- Para una asepsia adecuada usar algodón empapado con alcohol al 70 y realizar la limpieza en forma circular de adentro hacia afuera y dejar secar para evitar posibles sensaciones de ardor durante la punción.
- Se realiza la punción mediante la técnica vacutainer en un angulo de 15 – 30.
- Introducir el tubo correctamente.
- Extraer el torniquete apenas la sangre empieza a fluir por el tubo.

- Extraer el tubo correctamente
- Extraer la ajuga y desechar en el guardián, recipiente color rojo cuyo objetivo es depositar todos los residuos peligrosos.
- Desinfectar la zona o cubículo de toma de muestra.

(62)

Almacenamiento y transporte de muestra sanguínea

Antes del traslado de las muestras al laboratorio clínico, se verifico que estén correctamente etiquetadas con los códigos asignados a cada paciente para asegurar una identificación precisa. Estas muestras fueron transportadas al laboratorio clínico de la Universidad Técnica de Ambato utilizando un vehículo designado, ya sea en un contenedor a temperatura ambiente o conservada entre 35 y 37 ° C, con un límite de tiempo de 3 horas. Es importante destacar que las muestras (sueros) fueron refrigeradas a una temperatura de 2 a 8°C.

Proceso de centrifugación

Tener en cuenta la formación completa del coágulo en las muestras previo al proceso de centrifugación. Si la muestra se centrifuga antes de una coagulación completa, la presencia de fibrina puede causar resultados erróneos.

- No utilice muestras hemolizadas o lipémicas
- Observar las muestras en busca de burbujas y eliminarlas antes del análisis para obtener resultados confiables.
- La muestra tendrá que ser congelada y descongelada en un máximo de dos veces.

Procedimientos realizados como parte del test de FINDRISC

Determinación del Índice de Masa Corporal (IMC)

Es un método de evaluación sencillo y económico que se determinó mediante el uso del tallimetro y la balanza, esto permitió categorizar a pacientes con: bajo peso, peso saludable, sobrepeso y obesidad. Mediante el uso de la siguiente ecuación:

$$IMC = \frac{Peso\ (kg)}{\left(Altura\ (m)\right)^2}$$

Dimensión/Indicador

Tabla 1. Valores de referencia del IMC

	kg/m²	**Clase de obesidad**
Peso insuficiente	< 18.5	
Peso saludable	18.5 a 24.9	
Sobrepeso	25.0 a 29.9	
Obesidad	30.0 a 34.9	I
Obesidad	35.0 a 39.9	II
Obesidad extrema	≥ 40	III

FUENTE: "Con adaptaciones, de Institutos Nacionales de Salud, Instituto Nacional del Corazón, los Pulmones y la Sangre: Guías clínicas para la identificación, evaluación y tratamiento del sobrepeso y la obesidad en adultos. Departamento de Salud y Servicios Humanos de EE. UU., Servicio de Salud Pública, 1998''.

Determinación de la circunferencia de la cintura

Indica la adiposidad abdominal, se midió mediante el uso de la cinta métrica.

Dimensión/Indicador

MUJERES

Normal: < 80 cm

Aumentado: > 80 cm

HOMBRES

Normal: < 94 cm

Aumentado: > 94 cm

2.6.2. Análisis

Determinación de la Insulina

Reactivo: Snibe

Presentan etiquetas, chips, RFID inteligentes

Tienen un rotor de suspensión magnética de microperlas

Nombre del equipo: Maglumi 800 (Equipo Automatizado)

Beneficios

Sistema de marcado (Amino – butyl- thyl- isoluminol (ABEI))

Tecnología de separación (Superparamagnetismo)

Emplea Monopartículas

Tecnología de emisión de luz (Flash)

Sistema operativo Windows 7

Utiliza la tecnología Radio Frecuency Edentification (RFID)

Primeros resultados entre 17 y 40 minutos

Rendimiento de 180 pruebas por hora

Capacidad para 9 reactivos, 40 muestras y 40 piezas de cubetas

Área de refrigeración

Alta sensibilidad y Exactitud

Fácil manejo

Principio de medida: Quimioluminiscencia Flash

En contraste con la tecnología Glow, en la tecnología Flash, el fotomultiplicador logra alcanzar el URL de manera más rápida. La reacción quimioluminiscente comienza en tan solo 3 segundos, produciendo una intensa emisión de luz (63).

Método de medida: Inmunoensayo de quimioluminiscencia tipo sándwich

Los ensayos CLIA parten del mismo fundamento del inmunoensayo ELISA con la diferencia que la enzima catalizadora tiende a generar fotones que emite luz en vez de cambiar de color a la reacción. CLIA maneja sustratos como luminol o éster de acridinio además de ser un ensayo ultrasensible (64).

Procedimiento de medida

1. Mezclar, la muestra, microperlas magnéticas recubiertas con un anticuerpo anti-INS, etiqueta ABEI que está marcado con otro anticuerpo anti-INS y el tampón Tris- HCL, NaN3
2. Incubar la mezcla por 10 a 15 minutos. Formando complejos tipo sándwich.
3. Las microperlas magnéticas son atraídas por un imán clocado en la parte posterior de la cubeta, procedimiento también llamado precipitación en un campo magnético.
4. Se realiza 3 ciclos de lavado con el buffer o tampón.
5. La cubeta se dirige hacia la cámara de medición, aquí se agregan dos sustratos el Stader 1 más Stader 2.
   Estos sustratos reaccionan con la etiqueta quimioluminisente ABEI.
6. La señal luminosa se mide a través de un fotomultiplicador en unidades relativas de luz (URL).
7. Siendo la luz emitida proporcional a la concentración de insulina presente en la muestra.

- Todo el procedimiento anteriormente señalado se realizó directamente en el equipo automatizado Maglumi 800.

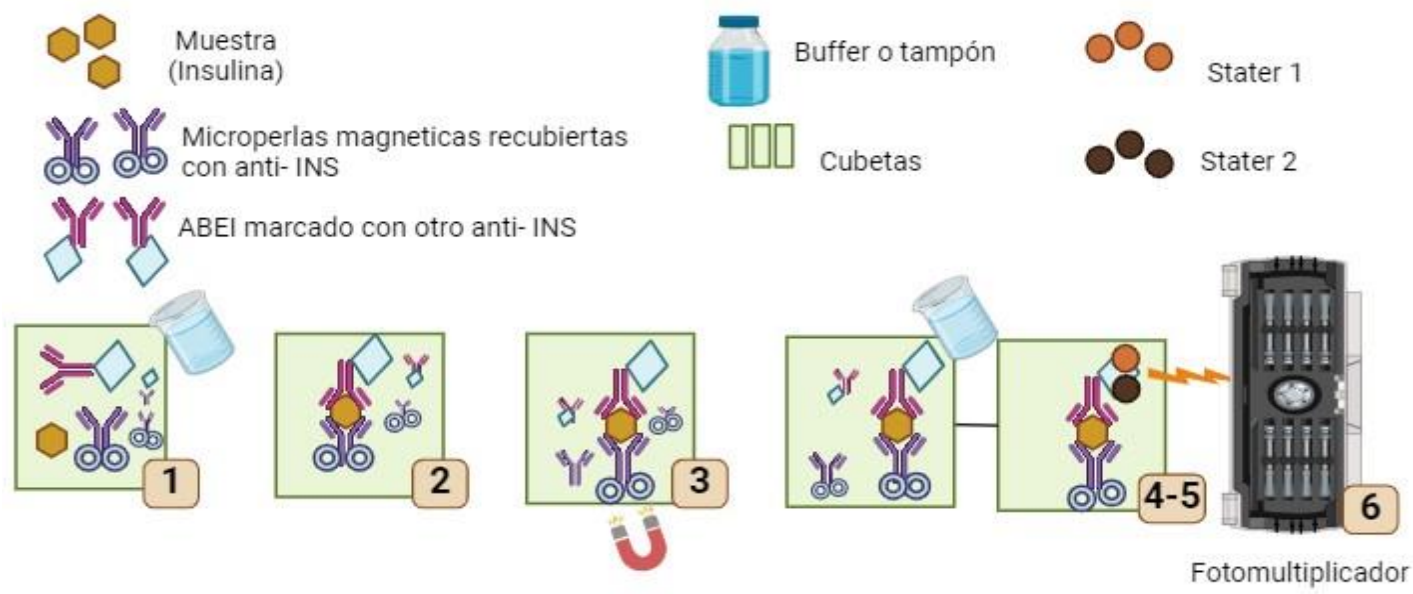


Gráfico 4. Ensayo CLIA tipo sándwich para obtener concentraciones de insulina.

Fuente: BioRender

Autor: Doménica Jiménez

Control de la prueba

En el presente trabajo de investigación se realizó la calibración del equipo en base a dos calibradores bajo y alto (**Ver anexo 3**). Referente a los controles se obtuvo lo siguiente:

Tabla 2. Concentraciones del control 1-2 de la prueba de insulina.

Numero de control	Concentración µlU/mL	Rango µlU/mL
Control 1	24.41	17.5 - 32.5
Control 2	70.59	56 – 104

Fuente: Sistema Software del equipo Maglumi 800

Autor: Doménica Jiménez

Rango de referencia

2.7 – 24.8 µlU/mL

Dimensiones/ Indicador

Valor normal: 2.7 – 24.8 µlU/mL

Valor alto: > 24.8 µlU/mL

Valor bajo: < 2.7 µlU/mL

Determinación de la Glucosa

Reactivo: QCA

Nombre del equipo: Analizador de bioquímica CS-T180

Beneficios

Técnica, espectrofotometría

Sistema de refrigeración entre 4 a 6 °C

Sistema de incubación entre los 37°C

Sistema de inyección (ajugas para muestras y reactivos)

Sistema de reacción

Longitud de onda desde 340 a 800 nm

Realiza hasta 180 pruebas

Uso de reactivos de bajo costo

Alta sensibilidad y especificidad

Principio medida: Espectrofotometría

Es un estudio del espectro luminoso que permite medir concentraciones de analitos en base a longitudes de onda determinados. La espectrofotometría se fundamenta en la ley de Beer Lambert, quien explica la variación entre absorbancia, transmitancia en relación con la concentración y menciona lo siguiente:

La concentración de la muestra es proporcional a la absorbancia.

La absorbancia de la muestra es inversamente proporcional a la transmitancia.

La transmitancia permite determinar la concentración del analito que se esté midiendo en la muestra.

(65)

Método de medida: GOD-PAP (Prueba enzimática colorimétrica)

Reacciones enzimáticas donde un determinado sustrato entra en contacto con una enzima específica. Para la reacción se combina un reactivo cromogénico o enzimático con la muestra y posterior a la incubación se espera el desarrollo máximo de color que es proporcional a la concentración de la sustancia en estudio.

La glucosa fue determinada mediante el método de la oxidasa, reacción donde por acción de la glucosa oxidasa (GOD), la glucosa es convertida en ácido glucónico más peróxido de hidrogeno. En función de la enzima peroxidasa (POD) el fenol, 4- aminoantipirina (4-AA) más Ac, p- Hidroxibenzoico, forman un derivado quinónico coloreado (quinonaimina rojo) que es proporcional a la concentración de la glucosa en la muestra.

Procedimiento de medida

1. Se cargó 3 mL de reactivo
2. En las microcopas se pipeteo 400 µL de muestra
3. La lista de trabajo se ingresó al sistema de forma manual
4. Se inició la prueba

Método manual

Cabe mencionar que el siguiente proceso se realizara únicamente para confirmar valores de glucosa ≥ 126 mg/dL, rango definido en base a los criterios de la Asociación Estadounidense de Diabetes (ADA) (66).

Paso 1: Rotular tres tubos de ensayo con M1 (blanco), M2 (estándar), M3 (Muestra)

Paso 2: Colocar en el tubo M1, 1000 µl de reactivo de glucosa.

Paso 3: Colocar en el tubo M2, 1000 µl de reactivo de glucosa más 10 µl del estándar.

Paso 4: Colocar en el tubo M3, 1000 µl de reactivo de glucosa más 10 µl de muestra.

Paso 5: Incubar por 5 minutos a 37 °C

Paso 6: Leer la absorbancia de la muestra a una longitud de onda de 546 nm en el espectrofotómetro.

Calculo manual

Es importante mencionar que se ha optado por realizar la técnica manual como método de control interno de los resultados, mediante el uso de la siguiente formula:

$$Consentración = 100 \times \frac{Absorbancia\ de\ la\ muestra}{Absorbancia\ del\ estandar} = \qquad mg/dL$$

Control de la prueba

La determinación de la curva de calibración para glucosa, se realizó a partir de lecturas de las absorbancias a una longitud de onda (546 nm) del blanco y de la muestra (**Ver anexo 4**). Por otra parte, se aplicaron dos tipos de controles (normal, anormal), se obtuvo la siguiente información:

Tabla 3. Concentraciones obtenidas del control normal y anormal para Glucosa.

	Rango (mg/dL)	**Media**	**Resultado (mg/dL)**
Control normal	96.6 – 118	108	109.6
Control anormal	246 – 284	265	258.8

Fuente: Sistema Software del equipo de bioquímica CS-T180

Autor: Doménica Jiménez

Valor de referencia

Según la casa comercial 75-115 mg/dL.

Dimensiones/Indicador

Valor normal: 75-115 mg/dl

Valor alto: > 115 mg/dl

Valor bajo: < 75 mg/dl

Cálculo del Índice HOMA-IR

El índice HOMA-IR (Homeostasis Model Assessment) propuesto en 1985 por Mathews y colaboradores es el método más utilizado para diagnosticar resistencia a la insulina se basa en un cálculo matemático de multiplicación y división donde se utilizan las concentraciones de glucosa e insulina en ayunas de acuerdo con la siguiente formula:

$$HOMA - IR = \frac{Glucosa\ en\ ayunas\ \times Insulina\ en\ ayunas}{405}$$

Punto de corte 2.5

Un índice HOMA-IR superior a 2.5, indica resistencia a la insulina.

Dimensiones / Indicador

Valor normal: < 2.5

Valor alto: > 2.5

Cálculo del índice QUICKI

El índice QUICKI (*Quantitative Insulin Check Index*) descrito en el año 2000 por Katz y colaboradores parece mostrar una correlación lineal con el estándar de oro, es otro método sencillo para determinar RI, que se basa en un modelo logarítmico que de igual manera se calcula a partir de concentraciones de glucosa e insulina mediante el uso de la siguiente ecuación:

$$QUICKI = \frac{1}{\log \text{insulina en ayuno } (\mu U/ml)\ +\ \log \text{glucosa en ayuno } (mg/dl)}$$

El punto de corte es de 0,34 propuesto por Katz para población adulta.

Es importante resaltar que al mantenerse los valores >0.34 permite descartar la resistencia insulínica en el grupo estudiado.

Dimensiones/ Indicador

Valor normal: > 0.34

Valor alterado: < 0.34

Análisis estadístico

Los resultados de las variables de estudio se registraron en Excel y posteriormente en el programa estadístico IMB SPSS Statistics 29. Las pruebas estadísticas de correlación utilizadas fueron: Rho Spearman para variables cualitativas ordinales categóricas y Chi cuadrado para variables dicotómicas, tomando en cuenta que se trató de un conjunto de datos no paramétricos. Estas pruebas de correlación permitieron conocer la dirección y fortaleza de la asociación entre las variables del estudio, con un nivel de significancia para p< 0,05. En la prueba Chi cuadrado, si el valor de p es < 0,05 rechazamos la hipótesis nula, pero si el p-valor es > 0,05 no existe una diferencia significativa por lo tanto se acepta la hipótesis nula. El coeficiente de Spearman va de 0 a ± 1, donde si el valor es 0 la relación es nula, entre 0 a 0,29 se considera débil, de 0,49 a 0.30 es moderada y si el valor es cercano al ± 1 se considera que el grado de asociación entre las variables es fuerte. Con respecto a la dirección de la asociación, la relación es directamente proporcional cuando el Rho es positivo y cuando la relación es inversamente proporcional el Rho es negativo.

2.7.Consideraciones éticas

Para garantizar la integridad y el respeto a los derechos humanos, esta investigación parte de la aprobación del comité de bioética CEISH UTA, seguido de la firma del consentimiento informado, documento donde se explica el procedimiento e información utilizada en el proyecto, cabe resaltar que durante la investigación no se usaron los datos personales de los participantes, pero si desea retirarse de la investigación lo podrá hacer. El derecho a la intimidad personal y familiar es un derecho de todos los seres humanos, por lo que las personas podrán participar o negar a las demás el estado de ciertos aspectos de su vida. El estudio cuenta con la participación de personas adultas entre 45 a 65 años no se incluye a niños, jóvenes menores de 18 años, ancianos, mujeres en estado de gestación, por lo tanto, no se incumple ninguna norma Legal del Ecuador.

2.8. Limitaciones del estudio

El presente estudio tiene un tamaño muestra de 90 participantes a nivel de toda la Parroquia de Mulliquindil sin embargo, se considera que no es una muestra significativa

en relación al número total de pobladores, por lo tanto, no se incluyó la totalidad de las personas entre los 45 a 65 años que cumplían los requisitos de inclusión. Referente al cronograma toma de muestras el 15% de los participantes no se encontraban en ayuno lo que retardo el proceso planificado.

CAPITULO III

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1.1. RESULTADOS

La investigación se llevó a cabo en la Parroquia de Mulliquindil en la provincia de Cotopaxi con la participación libre y voluntaria de 90 personas entre los 45 a 65 años de edad, quienes firmaron el consentimiento informado, donde autorizan el uso de la información personal y tomas de muestras de sangre. A partir del análisis de parámetros del laboratorio se obtuvieron los resultados de los Índices HOMA IR y QUICKI para establecer correlaciones con los factores de riesgo estimados en el presente estudio.

- **Resultados de los Índices HOMA IR y QUICKI**

Análisis: De forma general el estudio demuestra que del 100% (n=90) de participantes, el 68.9% (n= 62) de habitantes de la Parroquia de Mulliquindil presentan resistencia a la insulina y el 31.1% (n=28) no son resistentes. Información obtenida a partir del análisis de los puntos de corte preestablecidos para RI (HOMA IR < 2.5) (QUICKI > 0.34). En el ámbito de la salud, el índice HOMA IR se utiliza como un marcador de resistencia a la insulina. Cuando este índice supera el umbral de 2.5, se considera que existe resistencia a la insulina, mientras que valores por debajo de este sugieren la ausencia de dicha resistencia. Por otro lado, el índice QUICKI muestra una relación inversa: valores superiores a 0.34 indican la ausencia de resistencia a la insulina, mientras que valores por debajo de este umbral sugieren la presencia de resistencia a la insulina.

Tabla 4. Datos de la frecuencia y porcentaje de los Índices HOMA IR y QUICKI.

		n	%
Resultados de los índices HOMA IR y QUICKI	Resistente	62	68,9
	No resistente	28	31,1
	Total	**90**	**100,0**

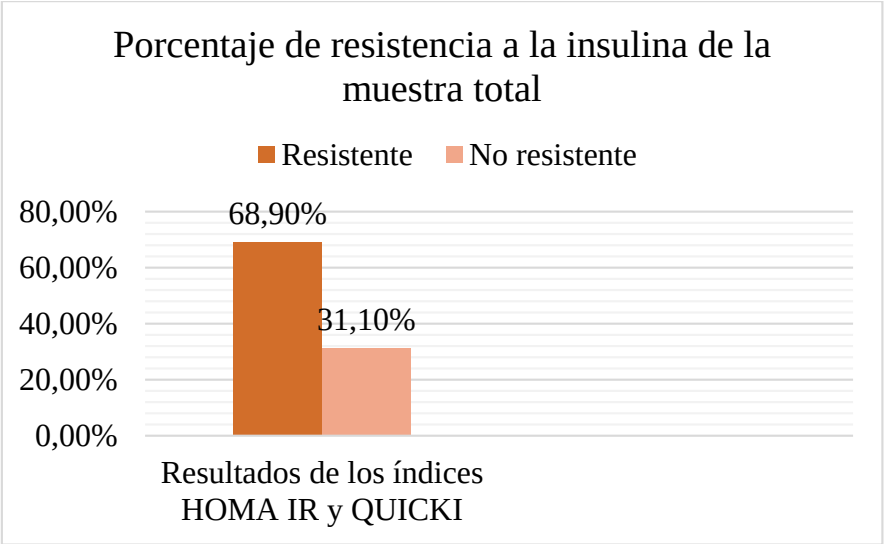


Gráfico 5. Porcentaje de la muestra total que presento resistencia a la insulina según los índices HOMA IR y QUICKI.

Fuente: Equipos y reactivos del laboratorio clínico UTALABB

Autor: Doménica Jiménez

❖ **Características de la población**

Análisis: El análisis revela que, en términos de género, de un total de 90 participantes, el 48.9% (44 personas) son hombres y el 51.1% (46 personas) son mujeres. En base al cálculo de los índices HOMA IR y QUICKI, se establece que del 48,9% (n=44) de los hombres el 72,70% (n=32) presentan resistencia a la insulina y el 27,3% (n=12) no manifiestan dicha alteración metabólica. Por otra parte, del 51,1% (n=46) de las mujeres el 65,2% (n=30) tienen resistencia a la insulina y el 34,8% (n=16) no presentan resistencia. Por lo tanto, se observa que los hombres tienen una frecuencia más alta de presentar resistencia a la insulina, como se ilustra en el Gráfico 5.

Tabla 5. Distribución de la muestra según el género.

Género del encuestado		
	Frecuencia	**Porcentaje**
Femenino	46	51,1
Masculino	44	48,9
Total	**90**	100,0

Autor: Doménica Jiménez

Tabla 6. Frecuencia y porcentaje de resistencia a la insulina en base al género.

Genero		Resistente	No resistente	Total
Masculino	Frecuencia	32	12	44
	%	72,7%	27,3%	100,0%
Femenino	Frecuencia	30	16	46
	%	65,2%	34,8%	100,0%

Autor: Doménica Jiménez

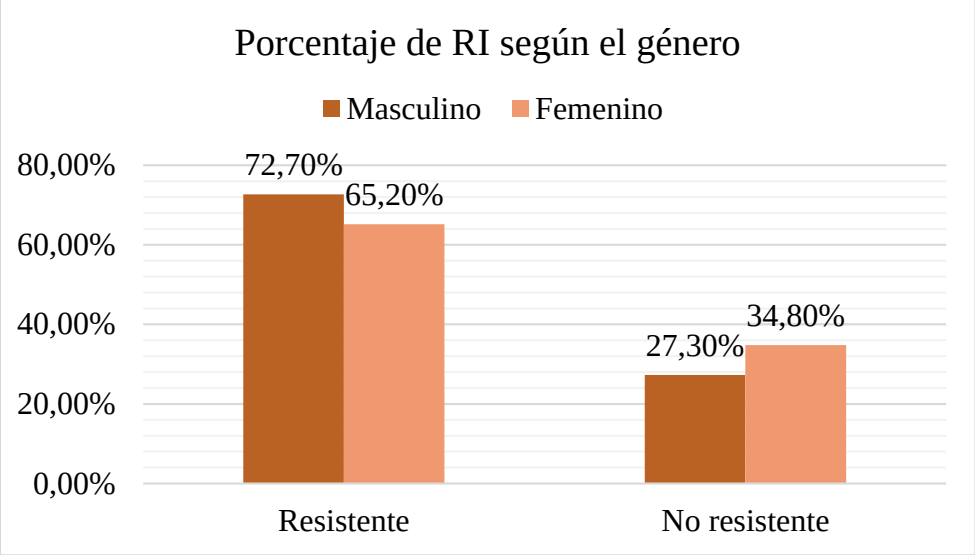


Gráfico 6. Género de la población total que presentó IR.

Fuente: Encuesta

Autor: Doménica Jiménez

Análisis: En cuanto a la distribución por edades, de un total de 90 participantes, el 53,3% **(**n=48) tienen una edad comprendida entre los 45 a 54 años, el 36,7% (n=33) entre los 55 a 64 años y el restante 10 % (n=9) más de 64 años. Al evaluar los resultados de las pruebas de laboratorio clínico para la resistencia a la insulina (RI) en función de la edad, se observa que, del grupo de sujetos entre 45 y 54 años, el 72,9% (n=35) muestran predisposición a desarrollar RI, en contraste con el 27,1% (n=13) que no presentan esta condición. Por otro lado, en el grupo de 55 a 64 años, solo el 60,6% (n=20) manifiestan resistencia a la insulina, mientras que el 39,4% restante (n=13) no la evidencian. Finalmente, en el grupo de más de 64 años, el 77,8% (n=7) muestran indicios de RI, mientras que el 22,2% restante (n=2) no presentan esta condición.

Tabla 7. Distribución de la muestra según la edad.

Edad del encuestado		
	Frecuencia	**Porcentaje**
45 a 54 años	48	53,30
55 a 64 años	33	36,70
Más de 64 años	9	10,00
Total	90	100,00

Autor: Doménica Jiménez

Tabla 8. Frecuencia y porcentaje de resistencia a la insulina en base a la edad.

Edad del encuestado		**Resistente**	**No resistente**	**Total**
45 a 54 años	Frecuencia	35	13	48
	%	72,9%	27,1%	100,0%
55 a 64 años	Frecuencia	20	13	33
	%	60,6%	39,4%	100,0%
Más de 64 años	Frecuencia	7	2	9
	%	77,8%	22,2%	100,0%

Autor: Doménica Jiménez

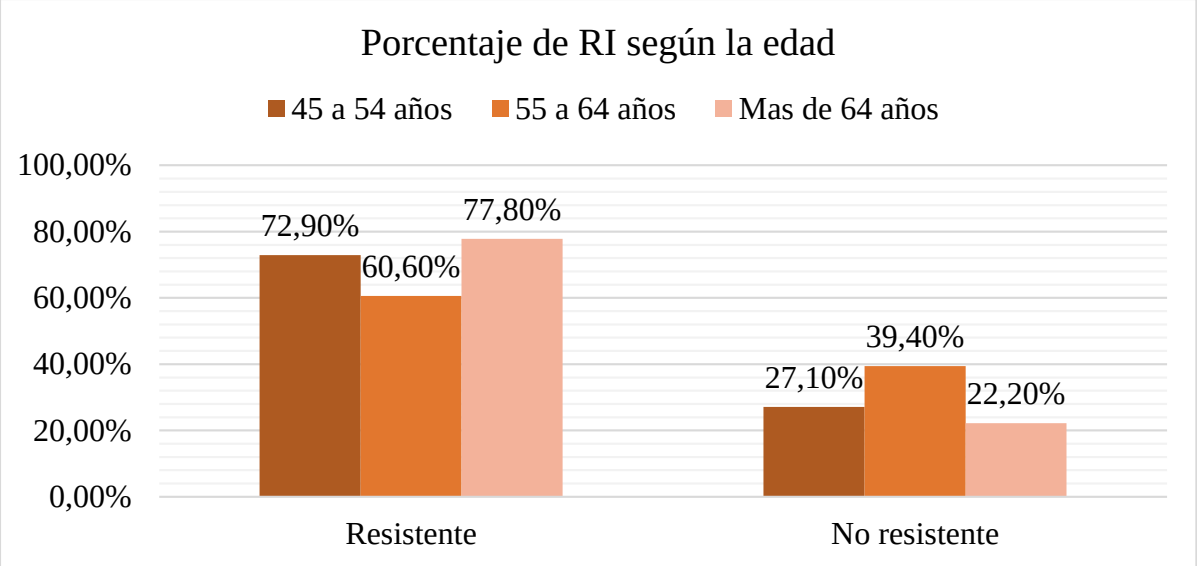


Gráfico 7: Porcentaje de resistencia a la insulina según el rango de edad preestablecido.

Fuente: Encuesta

Autor: Doménica Jiménez

Análisis: En relación con el ejercicio físico, encontramos que del total de la muestra estudiada, el 38,9% (n=35) realiza ejercicio físico mínimo 30 minutos, y el restante 61.1%

(n=55) son sedentarios, no realizan actividad física. Se evidencio que del 38,9% (n=35), el 40,0% (n=14) son resistentes a la insulina y el 21% (n=21) no resistentes. Por otra parte, del 61.1% (n=55) de sujetos con inactividad física, el 87,3% (n=48) tienen resistencia a la insulina y el 12,7% (n=7) no desarrollaron. Según este análisis, efectivamente no realizar ejercicio físico, conlleva a un mayor riesgo de presentar resistencia a la insulina.

Tabla 9. Distribución de la muestra según la actividad física diaria.

Actividad física diaria, mínimo 30 minutos		
	Frecuencia	**Porcentaje**
No	55	61,1
Si	35	38,9
Total	90	100,0

Autor: Doménica Jiménez

Tabla 10. Frecuencia y porcentaje de resistencia a la insulina en base a la práctica de actividad física diaria.

Actividad física diaria mínimo 30 minutos		Resistente	No resistente	Total
Si	Frecuencia	14	21	35
	%	40,0%	60,0%	100,0%
No	Frecuencia	48	7	55
	%	87,3%	12,7%	100,0%

Autor: Doménica Jiménez

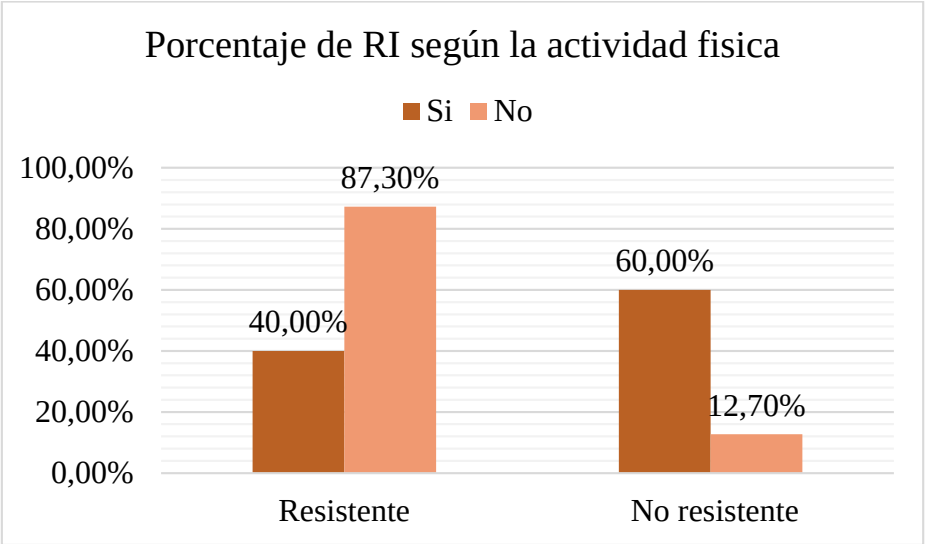


Gráfico 8. Porcentaje de resistencia a la insulina según la actividad física diaria (mínimo 30 minutos) que realiza el participante.

Fuente: Encuesta

Autor: Doménica Jiménez

Análisis: En base al consumo de frutas y verduras, de los 100 % (n=90) de participantes, el 6,7% (n=6) añaden todos los días estos alimentos a su alimentación, mientras que, el 93,3% (n=84) prefiere consumir estos alimentos esporádicamente. A partir de la determinación de los índices HOMA IR y QUICKI, se constató que de las personas que consumen frutas y verduras todos los días el 50% (n=3) presentan resistencia a la insulina y el otro 50% (n=3) no mostro RI. Por otra parte, del total de sujetos que no optan por consumir todos los días frutas y verduras el 70,2% (n= 59) presentan RI y el 29,8% (n=25) no.

Tabla 11. Distribución de la muestra según el consumo diario de verduras y frutas.

Consumo de verduras o frutas		
	Frecuencia	**Porcentaje**
No todos los días	84	93,3
Todos los días	6	6,7
Total	90	100,0

Autor: Doménica Jiménez

Tabla 12. Frecuencia y porcentaje del consumo diario de frutas, verduras y su relación con la presencia de resistencia a la insulina.

Consumo de verduras o frutas		**Resistente**	**No resistente**	**Total**
Todos los días	Frecuencia	3	3	6
	%	50,0%	50,0%	100,0%
No todos los días	Frecuencia	59	25	84
	%	70,2%	29,8%	100,0%

Autor: Doménica Jiménez

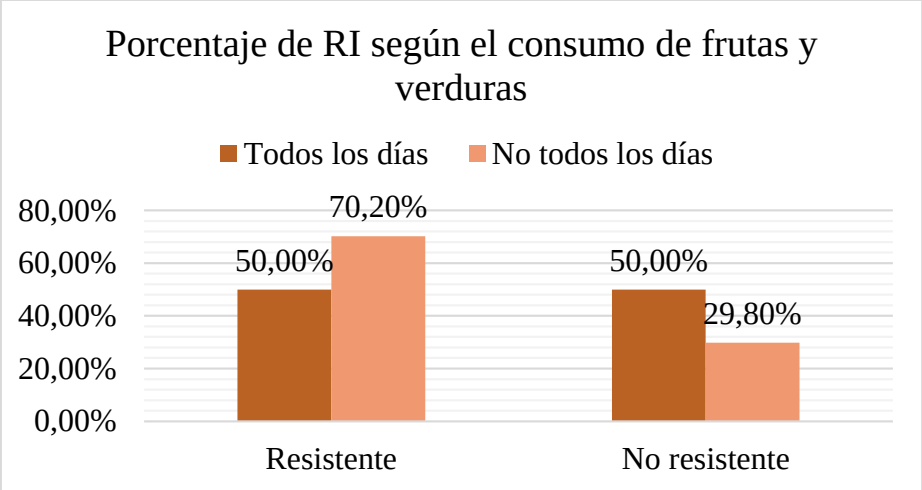


Gráfico 9. Porcentaje de resistencia a la insulina según el consumo diario de frutas y verduras.

Fuente: Encuesta

Autor: Doménica Jiménez

Análisis: Acerca del uso de medicamentos para la hipertensión, el 90% (n=81) del total de participantes manifestaron que no están bajo ningún tratamiento médico. Mientras que el 10 % (n=9) restante, se encontraban bajo la administración de medicamentos para la hipertensión. La frecuencia y porcentaje de resistencia a la insulina del total de personas con problemas de hipertensión, fue del 77,8% (n=7) resistente, seguido del 22,2% (n=2) no resistente. En contraste en los sujetos sin uso de medicamentos, se evidencia que del total de este grupo el 67,9% (n=55) es resistente y el 32,1% (n=26) no resistente a la acción de la insulina.

Tabla 13. Distribución de la muestra según el uso de medicamentos para la hipertensión.

Uso de medicación para la hipertensión		
	Frecuencia	**Porcentaje**
No	81	90,0
Si	9	10,0
Total	90	100,0

Autor: Doménica Jiménez

Tabla 14. Frecuencia y porcentaje del uso o no de medicamentos de la presión arterial y su relación con la RI.

Uso de medicación para la hipertensión		**Resistente**	**No resistente**	**Total**
No	Frecuencia	55	26	81
	%	67,9%	32,1%	100,0%
Si	Frecuencia	7	2	9
	%	77,8%	22,2%	100,0%

Autor: Doménica Jiménez

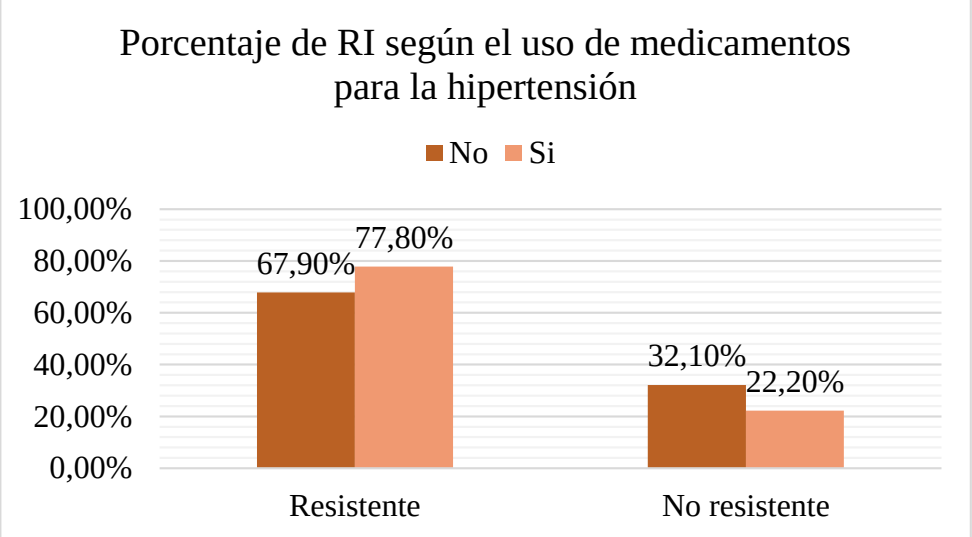


Gráfico 10. Porcentaje de resistencia a la insulina según el uso o no de medicamentos para la presión arterial.

Fuente: Encuesta

Autor: Doménica Jiménez

Análisis: En relación con la presencia de hiperglucemia en los participantes, del total de 90 sujetos, el 73,3% (n=66) no experimentaron niveles elevados de glucosa en ningún momento de su vida, mientras que el 26,7% (n=24) afirmó haber tenido hiperglucemias en algún momento, ya sea durante controles médicos, enfermedades o embarazos. Dentro del grupo que no reportó hiperglucemia (n=66), el 66,7% (n=44) evidenció resistencia a la insulina (RI), y el 33,3% (n=22) no presentaba esta resistencia. Por otro lado, del grupo que sí experimentó hiperglucemia (n=24), el 75% (n=18) evidenciaron RI, mientras que el 25% (n=6) restante no presentaba resistencia a la insulina.

Tabla 15. Distribución de la muestra en base a la presencia o no de hiperglucemias a lo largo de la vida del participante.

Presencia de valores de glucosa altos durante un control médico, enfermedad o embarazo		
	Frecuencia	**Porcentaje**
No	66	73,3
Si	24	26,7
Total	90	100,0

Autor: Doménica Jiménez

Tabla 16. Frecuencia y porcentaje de RI en relación si el paciente ha presentado o no niveles elevados de glucosa durante un control médico, enfermedad o embarazo.

Niveles elevados de glucosa		**Resistente**	**No resistente**	**Total**
No	Frecuencia	44	22	66
	%	66,7%	33,3%	100,0%
Si	Frecuencia	18	6	24
	%	75,0%	25,0%	100,0%

Autor: Doménica Jiménez

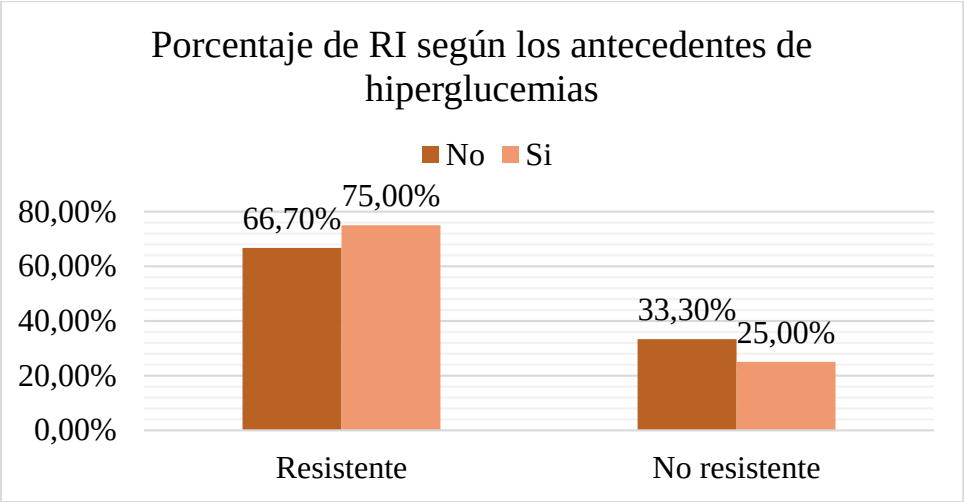


Gráfico 11: Porcentaje de resistencia a la insulina según niveles elevados de glucosa que el participante ha presentado a lo largo de su vida.

Fuente: Encuesta

Autor: Doménica Jiménez

Análisis: En base a los antecedentes familiares con diabetes tipo 1 y 2. Del total de la muestra estudiada 100 % (n=90), el 53, 3% (n=48) no tienen ningún antecedente familiar, mientras que, el 4,4% (n=4) si tienen miembros familiares con diabetes como: abuelos, tías, tíos o primos, además del 42,2% (n=38) quienes tienen padres, hermanos e hijos diabéticos. En base a la frecuencia y porcentaje, las personas con resistencia a la insulina según los antecedentes familiares, corresponden al 62,5% (n=30) no tienen antecedentes; el 76,3% (n=29) tienen padres, hermanos, hijos diabéticos y el 75% (n=3) tienen tíos, tías y primos con diabetes tipo 1 y 2.

Tabla 17. Distribución de la muestra según los antecedentes familiares de diabetes.

Antecedentes familiares con diabetes tipo 1 o 2		
	Frecuencia	**Porcentaje**
No	48	53,3
Si: Padres, hermanos, hijos	38	42,2
Si: Abuelos, tía, tío, primo	4	4,4
Total	**90**	100,0

Autor: Doménica Jiménez

Tabla 18. Frecuencia y porcentaje de la relación entre la RI y antecedentes familiares de diabetes tipo 1 y 2.

Antecedentes familiares con diabetes tipo 1 o 2		Resistente	No resistente	Total
No	Frecuencia	30	18	48
	%	62,5%	37,5%	100,0%
Si: Abuelos, tía, tío, primo	Frecuencia	3	1	4
	%	75,0%	25,0%	100,0%
Si: Padres, hermanos, hijos	Frecuencia	29	9	38
	%	76,3%	23,7%	100,0%

Autor: Doménica Jiménez

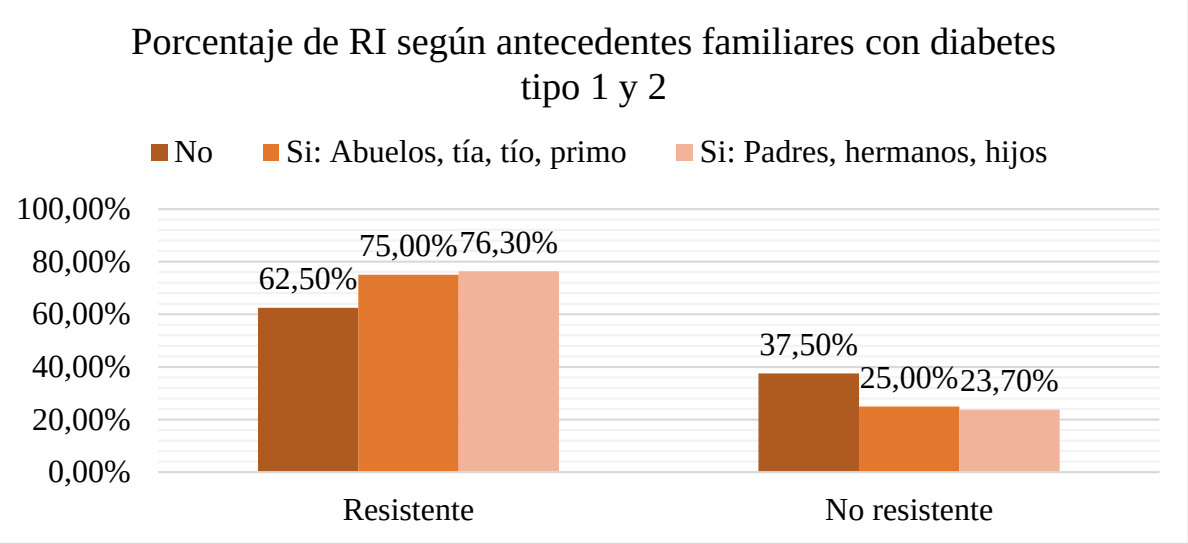


Gráfico 12. Porcentaje de resistencia a la insulina en base a los antecedentes familiares de diabetes tipo 1 y 2.

Fuente: Encuesta

Autor: Doménica Jiménez

Análisis: La Organización Mundial de la Salud categoriza al IMC en peso normal, sobrepeso, obesidad tipo 1, obesidad tipo 2 y obesidad tipo 3. Sin embargo, las personas con peso normal fueron excluidas del presente estudio, siguiendo los criterios de selección de la muestra. Tomando en consideración lo mencionado anteriormente, del 100% (n=90) participantes, el 38,9% (n=35) presentan un IMC entre 25 a 30 kg/m2 (sobrepeso) y el 61,19% (n=55) más de 30 kg/m2 (obesidad tipo 1). Quienes de los 38,9% (n=35), el 28,6% (n=10) son resistentes y el 71,4% (n=25) no resistentes a la acción de la insulina. Con respecto al 61,19% (n=55) se obtuvo que el 94,5% (n=52) son resistentes y el 5,5% (n=3) no presentan RI.

Tabla 19. Distribución de la muestra según el IMC.

Índice de Masa Corporal (IMC)		
	Frecuencia	**Porcentaje**
Entre 25-30 Kg/m2 (Sobrepeso)	35	38,9
Más de 30 Kg/m2 (Obesidad tipo 1)	55	61,1
Total	90	100,0

Autor: Doménica Jiménez

Tabla 20. Frecuencia y porcentaje entre la RI y el Índice de Masa Corporal.

IMC		**Resistente**	**No resistente**	**Total**
Entre 25-30 Kg/m2 (Sobrepeso)	Frecuencia	10	25	35
	%	28,6%	71,4%	100,0%
Más de 30 Kg/m2 (Obesidad tipo 1)	Frecuencia	52	3	55
	%	94,5%	5,5%	100,0%

Autor: Doménica Jiménez

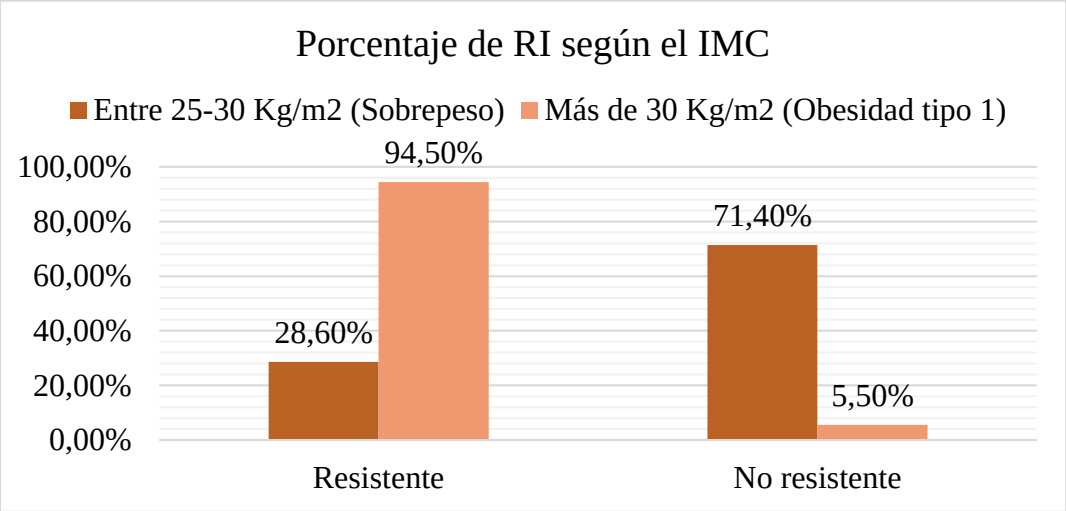


Gráfico 13. Porcentaje de resistencia a la insulina en base a la clasificación del IMC como: peso normal, sobrepeso, obesidad tipo 1.

Fuente: Encuesta

Autor: Doménica Jiménez

Análisis: Para definir la presencia de adiposidad abdominal se establecieron rangos de referencia en base al género. A partir de esto, se deduce que del 51,1% (n=46) de mujeres, el 18,9% (n=17) presentan un diámetro de la cintura entre los 80 a 88 cm y el 32,2% (n=29) más de 88 cm. Por otra parte, del 48,9% (n=44) de hombres, el 25,6 % (n=23) muestran un perímetro de la cintura entre 94 a 102 cm y el 23,3% (n=21) más de 102 cm. Con respecto a la relación entre la resistencia a la insulina y el nivel de adiposidad

abdominal, el género femenino con diámetro de la cintura entre 80 a 88 cm, presentan el 23,5% (n=4) resistencia y el 76,5% (n=13) no resistencia. Seguido del diámetro mayor a los 88 cm, donde el 89,7% (n=26) son resistentes y el 10,3% (n=3) no resistentes. Con respecto al género masculino con diámetros de la cintura entre 94 a 102 cm, el 52,2% (n=12) son resistentes y el 47,8% (n=11) no son resistentes, en relación al diámetro de la cintura mayor a 102 cm, el 95,2% (n=20) presentan RI y el 4,8% (n=1) no demuestran dicha alteración metabólica.

Tabla 21. Distribución de la muestra según el diámetro de la cintura.

Perímetro de la cintura		
	Frecuencia	**Porcentaje**
Entre 80-88 cm (Mujeres)	17	18,9
Más de 88 cm (Mujeres)	29	32,2
Entre 94-102 cm (Hombres)	23	25,6
Más de 102 cm (Hombres)	21	23,3
Total	90	100,0

Autor: Doménica Jiménez

Tabla 22. Frecuencia y porcentaje entre la RI y el perímetro de la cintura.

Perímetro de la cintura		**Resistente**	**No resistente**	**Total**
Entre 80-88 cm (Mujeres)	Recuento	4	13	17
	%	23,5%	76,5%	100,0%
Más de 88 cm (Mujeres)	Recuento	26	3	29
	%	89,7%	10,3%	100,0%
Entre 94-102 cm (Hombres)	Recuento	12	11	23
	%	52,2%	47,8%	100,0%
Más de 102 cm (Hombres)	Recuento	20	1	21
	%	95,2%	4,8%	100,0%

Autor: Doménica Jiménez

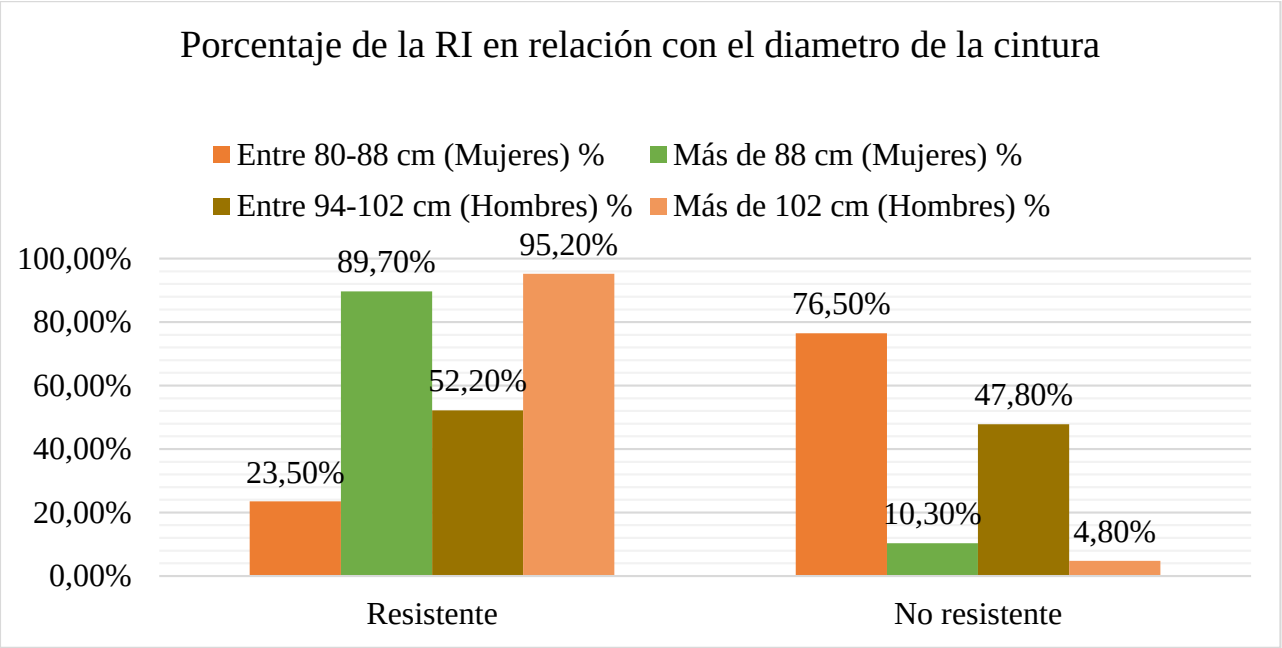


Gráfico 14. Porcentaje de resistencia a la insulina con respecto al diámetro de la cintura, definido para mujeres y hombres.

Fuente: Encuesta

Autor: Doménica Jiménez

❖ **Relación entre la resistencia a la insulina y posibles factores de riesgo**

El estudio presento un total de 62 casos de resistencia a la insulina, determinados a partir de los índices HOMA IR y QUICKI, esta frecuencia corresponde al 68,9% de toda la muestra seleccionada.

Tabla 23. Rho Spearman entre la Edad y la presencia o no de RI.

			Edad del encuestado	**Presencia o no de resistencia a la insulina**
Rho de Spearman	**Edad del encuestado**	Coeficiente de correlación	1,000	,064
		Sig. (bilateral)		,551
		N	90	90
	Presencia o no de resistencia a la insulina	Coeficiente de correlación	,064	1,000
		Sig. (bilateral)	,551	
		N	90	90

Fuente: Encuesta & SPSS

Autor: Doménica Jiménez

Análisis: La edad, se identificó como un factor de riesgo para el desarrollo de resistencia a la insulina, sin embargo, en este análisis el valor p es >0,05 por lo tanto no existe relación entre variables.

Tabla 24. Rho Spearman de IMC con índices HOMA IR y QUICKI

			Índice de Masa Corporal (IMC)	**Presencia o no de resistencia a la insulina**
Rho de Spearman	**Índice de Masa Corporal (IMC)**	Coeficiente de correlación	1,000	,695
		Sig. (bilateral)		,000
		N	90	90
	Presencia o no de resistencia a la insulina	Coeficiente de correlación	,695	1,000
		Sig. (bilateral)	,000	
		N	90	90

Fuente: Encuesta & SPSS

Autor: Doménica Jiménez

Análisis: Con respecto al factor de riesgo Índice de Masa Corporal, se obtiene que el p-valor es 0,000 < 0,05, por tal razón se afirma que existe una correlación con la resistencia a la insulina, a partir de esto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis de la investigación. Con respecto al coeficiente de correlación Spearman se obtuvo 0,695, esto indica una correlación positiva (directamente proporcional) de magnitud fuerte.

Tabla 25. Rho Spearman entre el perímetro de la cintura y la presencia o no de resistencia a la insulina.

			Perímetro de la cintura	**Presencia o no de resistencia a la insulina**
Rho de Spearman	**Perímetro de la cintura**	Coeficiente de correlación	1,000	,328
		Sig. (bilateral)		,002
		N	90	90
	Presencia o no de resistencia a la insulina	Coeficiente de correlación	,328	1,000
		Sig. (bilateral)	,002	
		N	90	90

Fuente: Encuesta & SPSS

Autor: Doménica Jiménez

Análisis: Se ha demostrado estadísticamente que existe una relación significativa entre el diámetro de la cintura y la presencia de resistencia a la insulina, con un nivel de significancia de 0,002 (valor < 0,05). Esto lleva a aceptar la hipótesis alternativa de que hay una asociación entre estas variables. Además, el coeficiente de correlación Spearman calculado fue de 0,328, indicando una correlación directamente proporcional de magnitud moderada entre ambos factores.

Tabla 26. Prueba Chi cuadrado entre el género y la presencia o no de RI.

	Valor	**Gl**	**Significación asintótica (bilateral)**
Chi-cuadrado de Pearson	,592[a]	1	0,442
Razón de verosimilitud	0,593	1	0,441
Asociación lineal por lineal	0,585	1	0,444
N de casos válidos	90		

a. 0 casillas (0,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 13,69.

Fuente: Encuesta & SPSS

Autor: Doménica Jiménez

Análisis: En relación al género y la presencia de resistencia a la insulina. El valor obtenido en la significación asintomática fue del 0,442, valor > 0,05. A partir de esto se considera que no existe una relación de dependencia entre estas dos variables.

Tabla 27. Prueba Chi cuadrado entre la actividad física diaria y la presencia o no de RI.

	Valor	**gl**	**Significación asintótica (bilateral)**
Chi-cuadrado de Pearson	22,302[a]	1	0,000
Razón de verosimilitud	22,558	1	0,000
Asociación lineal por lineal	22,054	1	0,000
N de casos válidos	90		

a. 0 casillas (0,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 10,89.

Fuente: Encuesta & SPSS

Autor: Doménica Jiménez

Análisis: En cuanto a la actividad física y su influencia en el desarrollo de resistencia a la insulina (RI), se encontró un valor de significación asintótica bilateral menor a 0,05, lo que indica que estas variables están asociadas y son dependientes entre sí. En otras palabras, la presencia y grado de resistencia a la insulina parecen depender de si el individuo realiza o no ejercicio físico. Por lo tanto, se acepta la hipótesis alternativa planteada en la investigación.

Tabla 28. Prueba Chi cuadrado entre el consumo diario de frutas y verduras y la presencia o no de RI.

	Valor	**gl**	**Significación asintótica (bilateral)**
Chi-cuadrado de Pearson	1,070[a]	1	0,301
Razón de verosimilitud	0,996	1	0,318
Asociación lineal por lineal	1,058	1	0,304
N de casos válidos	90		

a. 2 casillas (50,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 1,87.

Fuente: Encuesta & SPSS

Autor: Doménica Jiménez

Análisis: Acerca del consumo de frutas y verduras se obtiene que el valor de significación bilateral es >0,05 por lo tanto la variable estudiada no está asociaciada con el desarrollo de la RI.

Tabla 29. Prueba Chi cuadrado entre el uso de medicamentos para la hipertensión y la presencia o no de RI.

	Valor	gl	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	,369[a]	1	0,544
Razón de verosimilitud	0,390	1	0,532
Asociación lineal por lineal	0,365	1	0,546
N de casos válidos	90		

a. 1 casillas (25,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 2,80.

Fuente: Encuesta & SPSS

Autor: Doménica Jiménez

Análisis: Referente al uso de medicamentos para la hipertensión arterial y su relación con el desarrollo de resistencia a la insulina. Se obtuvo un valor de significación asintótica del 0,544, valor > 0,05, por lo tanto, es se puede decir que no existe una asociación de dependencia entre estas dos variables.

Tabla 30. Prueba Chi cuadrado entre valores encontrados de hiperglucemia durante una enfermedad, control médico o embarazo y la presencia o no de RI.

	Valor	gl	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	,570[a]	1	0,450
Razón de verosimilitud	0,586	1	0,444
Asociación lineal por lineal	0,564	1	0,453
N de casos válidos	90		

a. 0 casillas (0,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 7,47.

Fuente: Encuesta & SPSS

Autor: Doménica Jiménez

Análisis: Sobre la presencia de antecedentes hiperglucémicos en algún momento de la vida del participantes y su relación con el desarrollo de resistencia a la insulina. Según la significación bilateral obtenida del 0,450, valor >0,05, se obtiene que no existe asociación entre estas dos variables.

Tabla 31. Prueba Chi cuadrado entre antecedentes familiares de diabetes tipo 1 y 2 y la presencia o no de RI.

	Valor	gl	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	1,962[a]	2	0,375
Razón de verosimilitud	1,986	2	0,371
Asociación lineal por lineal	1,885	1	0,170
N de casos válidos	90		

a. 2 casillas (33,3%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 1,24.

Fuente: Encuesta & SPSS

Autor: Doménica Jiménez

Análisis: Con respecto a los antecedentes familiares y su relación con la presencia de resistencia a la insulina, se obtiene que no existe asociación entre estas dos variables, en base al resultado de la significación asintótica del 0,375, valor >0,05.

3.1.2. VALIDACIÓN DE LA HIPÓTESIS

Hipótesis nula (H0)

Los factores de riesgo como el sobrepeso, obesidad, inactividad física y el nivel de adiposidad abdominal no son los más frecuentes para el desarrollo de la resistencia a la insulina en los habitantes de la Parroquia de Mulliquindil.

Hipótesis alternativa (H1)

Los factores de riesgo como el sobrepeso, obesidad, inactividad física y el nivel de adiposidad abdominal son los más frecuentes para el desarrollo de la resistencia a la insulina en los habitantes de la Parroquia de Mulliquindil.

Tras analizar los resultados obtenidos, se ha observado que los factores de riesgo como el IMC, el diámetro de la cintura y la inactividad física muestran una asociación significativa con la presencia de resistencia a la insulina ($p < 0,05$). Esto valida la hipótesis alternativa, concluyendo que el sobrepeso, la obesidad, la falta de actividad física y el nivel de adiposidad abdominal son los factores más comunes asociados al desarrollo de resistencia a la insulina en los residentes de la Parroquia de Mulliquindil.

3.1.3. DISCUSIÓN

Para Varela y colaboradores (11) la resistencia a la insulina (RI) es una condición metabólica reversible que se desarrolla 10 años antes de presentar diabetes tipo 2. Por otra parte, Marchan, C., et al. (3) considera como RI a la respuesta insuficiente de los tejidos periféricos a la acción de la insulina. De acuerdo con lo mencionado por dichos autores, Aman, M., et al. (10) define en términos generales como un estado biológico anormal, donde se evidencia cuadros hiperglucémicos e hiperinsulinemicos principalmente.

Dado esta problemática el presente estudio realizado en la población adulta entre los 45 a 65 años de la Parroquia de Mulliquindil, tuvo como finalidad identificar y relacionar factores de riesgo con el desarrollo de la resistencia a la insulina. Se contó con la participación de 90 personas, 51,1% mujeres y el 48,9% hombres. La RI fue identificada a partir de los índices HOMA IR >2,5 y QUICKI < 0,34. En comparación con otras

investigaciones donde el punto de corte para HOMA IR varia, encontramos valores desde 5,5, punto de corte utilizado en la investigación realizada en Estados Unidos por He, Y., et al. (13) en población adulta con obesidad, hasta índices de HOMA IR de 2.0 y 3.8, valores empleados por Stepanek, L., et al. (18). Debido a la variabilidad de los rangos de referencia para el índice HOMA IR. En la presente investigación se optó por utilizar como punto de corte 2.5 en base al estudio realizado por Carrasco, F., at al. (67) en 120 personas entre los 19 a 40 años de nacionalidad chilena, quienes presentan características similares a la muestra estudiada como factores de riesgo culturales, socioeconómicas, estilos de vida e inadecuados hábitos alimentación. Además, analizan parámetros similares a nuestro proyecto como: circunferencia de la cintura, hipertensión e hiperglucemias. Tras determinar promedios y desviaciones estándar, llegaron a la conclusión que el índice HOMA IR de 2,5 es el punto de corte más adecuado para definir resistencia a la insulina en la práctica médica y para futuros estudios poblacionales latinos. Además, en su investigación menciona que una insulina basal > 12 µLU/mL puede ser un buen predictor de RI. Con respecto al índice QUICKI, Reyes, E., et al.(58) en su estudio considera como punto de corte < 0,34 para definir presencia de resistencia a la insulina, valor de referencia con el que se trabajó en la investigación. Aman y colaboradores (10) están de acuerdo que los índices HOMA IR, QUICKI y Matsuda son métodos de cribado clínicos más comunes, económicos y menos invasivos para detección de RI en personas adultas.

Varela y colaboradores (11) consideran que el test FINDRISC podría ser un instrumento necesario y útil para analizar personas con RI. De acuerdo con el autor, el test de FINDRISC en nuestro proyecto de investigación demostró ser una herramienta útil y eficaz, en vista de que se pudo determinar que los factores de riesgo como el género, la edad, la inactividad física, el consumo insuficiente de frutas y verduras, la hipertensión, los antecedentes familiares de diabetes tipo 1 o 2, el sobrepeso, la obesidad y el nivel de adiposidad abdominal, guardan cierta relación con el desarrollo de la RI. Sin embargo, los autores mencionan que, por su baja especificidad, no es recomendable utilizar el cuestionario FINDRISC como método directo para el diagnóstico de RI. Por esta razón, la RI en el proyecto realizado fue determinada a partir de métodos indirectos como los índices HOMA IR y QUICKI, de esa manera descartando posibles falsos positivos.

Del total de la muestra se obtuvo que el 68,90% de los habitantes de la Parroquia de Mulliquindil presentaron resistencia a la insulina. Con respecto al género, el 72,7% son hombres y el 65,2% mujeres. En relación con la edad el 72,9 % son personas entre los 45 a 54 años, el 60,6% entre 55 a 64 años y el 77,8%, más de 64 años de edad. Por lo tanto,

se considera que los hombres entre los 45 a 54 años tienen mayor probabilidad de presentar RI. Sin embargo, el estudio realizado por Marchan y colaboradores (3) en una población adulta de 102 individuos de nacionalidad venezolana, demuestran todo lo contrario, consideran que el género femenino entre los 40 a 47 años son más propensos a desarrollar resistencia a la insulina. Esta variabilidad Ramírez y colaboradores (8) aseguran que probablemente se deba a condiciones económicas, nivel educativo y origen étnico de los participantes. Como se muestra en el estudio realizado por Narváez (20), el género masculino con educación superior del sector urbano manifiesta mayor porcentaje de RI.

De acuerdo con la investigación de Alcívar (1), quien considera que los factores de riesgo con mayor incidencia en personas con resistencia a la insulina, es la hipertensión con 52,8%, el consumo de carbohidratos con el 67,9% y la inactividad física con el 49%. En nuestra investigación se evidenció que efectivamente existe una asociación entre el ejercicio físico, realizado mínimo 30 minutos diarios y el desarrollo de RI ($p< 0,05$). Donde el 87,3% (n=48) de las personas con inactividad física presentaron resistencia a la insulina. Pero con respecto al uso de medicamentos para la hipertensión, en nuestro estudio no se encontró asociación con la RI ($p>0,05$), según la estadística descriptiva del total de personas con RI solamente el 77,8% (n=7) usan medicamentos para la hipertensión. A pesar de que efectivamente varios estudios indican que las personas con hipertensión tienen una mayor probabilidad de desarrollar dicha alteración metabólica, el estudio realizado por Varela y colaboradores (11) indica que "el consumo de frutas y verduras y los antecedentes de hipertensión no resultan ser factores de riesgo asociados a la RI'' ($p>0,05$). Además, el desarrollo de esta alteración metabólica también podría estar relacionada con otros factores de riesgo como el consumo de carbohidratos, grasas saturadas como Marchan y colaboradores (3) indica en su estudio. En base al consumo de verduras y frutas se constató que el 70,2% (n=59) de sujetos con RI no incluyen estos alimentos en su dieta diaria. En consecuencia, los autores Pico, A., et al. (15) consideran que una alimentación inadecuada podrían constituir una causa de hipertensión arterial e RI.

En el estudio investigativo de Ramos, R., et al. (68) mediante el uso de la prueba estadística Chi cuadrado establece una asociación entre la resistencia a la insulina y los antecedentes de diabetes tipo 2 ($p=0,000$). Sin embargo, en nuestra investigación ocurre todo lo contrario, mediante la prueba Chi cuadrado se obtuvo que no existe asociación entre estas dos variables ($p> 0,05$). En vista de que el 62,5% del total de las personas con

RI, no presentaban antecedentes familiares con diabetes tipo 1 o 2. En comparación con el estudio realizado por Ramos, R., et al. (68) que del total de la muestra, la mayor parte con antecedentes familiares de diabetes, el 74,4% desarrollaron resistencia a la insulina. Caso contrario al resultado obtenido en nuestra investigación, la mayor parte de los participantes con RI manifestaron que no tienen ningún familiar con antecedentes de diabetes tipo 1 o 2, posiblemente porque según Baldeon, E., et al. (24) indican que el SM y la diabetes tipo 2 son las enfermedades más frecuentes entre las mujeres mayores de 50 años con obesidad.

Si bien es cierto los resultados obtenidos a partir del coeficiente de Spearman (r) en nuestra investigación indican una correlación fuerte y positiva con el índice de masa corporal (IMC) (r = 0,69) y una correlación intermedia positiva, con el diámetro de la cintura (r = 0,32). En cuanto al estudio realizado por Stepanek, L., et al. (18) quienes de igual forma utilizaron la prueba de correlación Spearman, consideran que efectivamente el índice HOMA IR establece una correlación fuerte y positiva con la circunferencia de la cintura (r = 0,54). Al principio Gallo, J., et al. (19) explicaban que los valores del diámetro de la cintura que muestran una correlación significativa con la RI son de 92 cm en hombres, con una sensibilidad del 82,23 % y una especificidad del 70,14% y de 84 cm en mujeres con una sensibilidad del 78,15%, y una especificidad del 73,98%. Pero en base a los rangos de referencia establecidos en el test de FINDRISC, instrumento validado en población finlandesa, nuestro estudio demuestra que realmente los rangos del diámetro de la cintura con mayor porcentaje de resistencia a la insulina son los siguientes: el 89,7% de las mujeres con diámetro de la cintura mayor a 88 cm, mientras que el 95,2% de los hombres presentan un diámetro mayor a 102 cm. Gallo, J., et al. (19) considera que independientemente de los rangos de referencia para determinar el nivel de adiposidad abdominal, la RI se caracteriza principalmente por presentar un mayor perímetro de cintura, niveles elevados de triglicéridos, presión arterial alta y bajos niveles de colesterol HDL.

Cabe destacar que el aumento de peso resulto ser el factor de riesgo principal en el desarrollo de RI en los habitantes de la Parroquia de Mulliquindil, esto debido a la correlación fuerte y positiva que mostro el índice de masa corporal (IMC) con la presencia o no de resistencia la insulina (r = 0,69). Estudios demuestran que las personas con sobrepeso y obesidad son más propensas a desencadenar RI, como indica el estudio realizado por Soledispa, S., et al. (23) quienes demuestran que del total de la muestra el 59.34% presentó resistencia a la insulina y en cuanto al IMC, el 4,4% se encontraba en

bajo peso, el 35,2% en peso normal, el 28,6% en sobrepeso, el 16,55 % en obesidad tipo 1, el 8,8% en obesidad tipo 2 y el 6,6% en obesidad tipo 3. Resultados similares al obtenido en nuestra investigación donde el mayor porcentaje de resistencia a la insulina se obtuvo en las personas con un IMC mayor a 30 Kg/m2, con el 94,5%, seguido del IMC entre 25 a 30 Kg/m2 con el 28,6%. Por lo tanto, Mendoza (14) sugiere que el aumento de peso se considera como el principal factor de riesgo para el desarrollo de RI en población adulta. Además, Baldeon, E., et al. (24) proponen la inclusión de alimentos ricos en proteínas, como lácteos, frutas y verduras en la dieta como medida preventiva y de manejo ante estas condiciones.

CAPITULO IV

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1.CONCLUSIONES

- El test de FINDRISC se mostró como una herramienta efectiva para identificar los factores de riesgo asociados a la resistencia a la insulina en los residentes de la Parroquia de Mulliquindil. Este cuestionario, diseñado con preguntas pertinentes a los objetivos del estudio e incluyendo medidas como el índice de masa corporal (IMC) y el perímetro de la cintura, permitió detectar varios factores de riesgo en esta población. El análisis estadístico mediante pruebas de Chi cuadrado y correlación de Spearman reveló que la inactividad física, el sobrepeso, la obesidad y la adiposidad abdominal están significativamente asociados con el desarrollo de resistencia a la insulina en los habitantes de 45 a 65 años en dicha parroquia, con un nivel de significancia de $p < 0,05$.
- Los índices QUICKI y HOMA IR demostraron ser herramientas efectivas para evaluar la resistencia a la insulina (RI) en la población adulta, utilizando mediciones no invasivas y económicas basadas en niveles de glucosa e insulina en ayunas. Ambos métodos están validados mediante comparaciones con el clamp euglucémico-hiperinsulinémico, considerado el estándar de oro en la evaluación de RI. En este estudio, se encontró que el 68,9% de los participantes de la Parroquia de Mulliquindil presentaban resistencia a la insulina, mientras que el 31,1% restante no mostró esta condición metabólica.

- En nuestro estudio, las personas con resistencia a la insulina se distinguieron por tener un índice de masa corporal (IMC) superior a 30 kg/m^2, un mayor perímetro de la cintura y ser físicamente inactivas. Además, se observó una mayor prevalencia de resistencia a la insulina en hombres de 45 a 54 años.
- En conclusión, es evidente que la resistencia a la insulina es un problema preocupante en los habitantes de la Parroquia de Mulliquindil. Esto se basa en los niveles elevados del índice HOMA IR y QUICKI encontrados en la muestra estudiada. Desde una perspectiva terapéutica, con el fin de reducir los factores de riesgo asociados con la RI y diabetes, se ha propuesto implementar estrategias de control y prevención, donde seguir una rutina de ejercicios diarios, según estudios realizados logra reducir la adiposidad abdominal y el IMC. De igual forma, la dieta realizada en base a la

pirámide alimenticia, el consumo de alimentos como: frutas, verduras, legumbres, pescados, huevos, lácteos o suplementos de calcio, ha demostrado ser beneficioso para la salud del paciente con resistencia a la insulina o diabetes.

4.2.RECOMENDACIONES

- Se recomienda que las autoridades del GAD Parroquial de Mulliquindil realicen programas donde incluyan actividades como: rumba terapia, competencias atléticas, paseos en bicicleta, con la finalidad de contar con la participación de las personas adultas entre los 45 a 65 años con problemas de obesidad principalmente.
- Implementar campañas de concientización y orientación sobre las consecuencias que puede tener el consumo frecuentemente de alimentos ricos en grasa, sal, azúcar y conocer los alimentos que realmente deben incluir en su dieta diaria.
- Explicar a toda la población de la Parroquia de Mulliquindil, incluido niños, jóvenes y adultos mediante un lenguaje adecuado: ¿Que es la resistencia a la insulina? ¿Qué es la insulina? ¿Qué es la diabetes tipo 2? y ¿Cuáles son las consecuencias a largo plazo de contraer resistencia a la insulina?
- No es recomendable automedicarse si fue diagnosticado con resistencia a la insulina, es necesario que las personas asistan al médico para recibir el tratamiento correspondiente.

BIBLIOGRAFÍA

1. Alcivar Giler BA, Pinoargote Menéndez RJ. RESISTENCIA A LA INSULINA EN ADULTOS CON HIPERTENSIÓN ARTERIAL Y SU ASOCIACIÓN CON ANTECEDENTES FAMILIARES Y ESTILO DE VIDA EN EL CANTÓN PORTOVIEJO [Internet] [bachelorThesis]. Jijpijapa.UNESUM; 2022 [citado 8 de abril de 2024]. Disponible en: http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/3759

2. Salazar CBV, Arboleda GCD, Miguel CSQS, Rodríguez EMQ, Diaz NMR, Farfán FGG, et al. FACTORES DE RIESGO IMPLICADOS EN LA RESISTENCIA A LA INSULINA: UN ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO. Braz J Implantol Health Sci. 9 de abril de 2024;6(4):920-9.

3. Marchán C, Cedeño J, Castro D, Brito-Núñez NJ. Prevalencia de resistencia a la insulina según HOMA2-IR. Ciudad Bolívar, Venezuela. Rev Mex Endocrinol Metab Nutr. 10 de agosto de 2021;8(3):5292.

4. Valverde Pulla J, Prieto Fuentemayor C, Valverde Pulla J, Prieto Fuentemayor C. Índice HOMA-IR como indicador de riesgo de enfermedades endocrino-metabólicas en niños y adolescentes con obesidad. Vive Rev Salud. agosto de 2021;4(11):60-79.

5. Vallejo Rocha GN. Estudio piloto para evaluar la utilidad del índice HOMA-IR con una sola determinación para el diagnóstico de resistencia a la insulina en pacientes Prediabéticos. 2020 [citado 13 de abril de 2024]; Disponible en: https://hdl.handle.net/11227/14600

6. Ramirez del Castillo J, Rendulich Manrique L. Resistencia a la Insulina en pacientes con Hipotiroidismo Subclínico en una clínica privada de Lima. Univ Peru Cienc Apl UPC [Internet]. 17 de diciembre de 2020 [citado 13 de abril de 2024]; Disponible en: https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/654967

7. Corina-Sosa B, Basurto L, Luqueño E, Robledo A, Mendieta-Zerón H, Oros-Pantoja R. Los colores del tejido adiposo y la relación con la irisina. Cir Cir. 6 de octubre de 2020;88(5):4297.

8. Ramírez-Luzuriaga MJ, Belmont P, Waters WF, Freire WB. Malnutrition inequalities in Ecuador: differences by wealth, education level and ethnicity. Public Health Nutr. agosto de 2020;23(S1):s59-67.

9. Flores Garcia DM, Garcia DMF. Resistencia a la insulina. Estudio, diagnóstico y tratamiento. RECIMUNDO. 12 de diciembre de 2020;4(4):488-94.

10. Aman M, Resnawita D, Rasyid H, Kasim H, Bakri S, Umar H, et al. The concordance of triglyceride glucose index (TyG index) and homeostatic model assessment for insulin resistance (Homa-IR) in non-diabetic subjects of adult Indonesian males. Clin Epidemiol Glob Health. 1 de enero de 2021;9:227-30.

11. Varela-Vega Y, Roy-García IA, Pérez-Rodríguez M, Velázquez-López L. Certeza diagnóstica del instrumento FINDRISC para identificar resistencia a la insulina en adultos. Rev Médica Inst Mex Seguro Soc. 2023;61(1):33-41.

12. Chen X, Gu J, Huang Y. High dietary intake of unsaturated fatty acids is associated with improved insulin resistance - a cross-sectional study based on the NHANES database. Lipids Health Dis. 5 de diciembre de 2023;22(1):216.

13. He Y, Tong L, Guo F, Zhao S, Zhang J, Guo X, et al. Depression status and insulin resistance in adults with obesity: A cross-sectional study. J Psychosom Res. diciembre de 2022;163:111049.

14. 0802436.pdf [Internet]. [citado 9 de abril de 2024]. Disponible en: https://ru.dgb.unam.mx/bitstream/20.500.14330/TES01000802436/3/0802436.pdf

15. Pico-Pico AL, Anchundia-Alvia DA, Sornoza-Pin AA, Fernández-Mendoza DM. Factores de riesgo de la hipertensión arterial en adulto mayor en la comunidad de Córcel Montecristi-Ecuador. Dominio Las Cienc. 1 de octubre de 2020;6(4):64-76.

16. Hajri T, Caceres L, Angamarca-Armijos V. The burden of hypertension in Ecuador: a systematic review and meta-analysis. J Hum Hypertens. mayo de 2021;35(5):389-97.

17. FINDRISC Modified for Latin America as a Screening Tool for Persons with Impaired Glucose Metabolism in Ciudad Bolívar, Venezuela - PubMed [Internet]. [citado 6 de abril de 2024]. Disponible en: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30852570/

18. Štěpánek L, Horáková D, Cibičková Ľ, Vaverková H, Karásek D, Nakládalová M, et al. Can Visceral Adiposity Index Serve as a Simple Tool for Identifying Individuals

with Insulin Resistance in Daily Clinical Practice? Med Kaunas Lith. 29 de agosto de 2019;55(9):545.

19. Gallo JA, Ochoa JE, Kepa Balparda J, Aristizábal D. Puntos de corte del perímetro de la cintura para identificar sujetos con resistencia a la insulina en una población colombiana. Acta Medica Colomb. julio de 2013;38(3):118-26.

20. Silvestre Ramos R, Narvaez Ramos M del C. Resistencia a la insulina en adultos con sobrepeso y obesidad. Hospital Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social. Riobamba, 2019 [Internet] [bachelorThesis]. UNIVER; 2023 [citado 9 de abril de 2024]. Disponible en: http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/11271

21. Orces CH, Montalvan M, Tettamanti D. Prevalence of abdominal obesity and its association with cardio metabolic risk factors among older adults in Ecuador. Diabetes Metab Syndr. diciembre de 2017;11 Suppl 2:S727-33.

22. Pérez-Galarza J, Baldeón L, Franco OH, Muka T, Drexhage HA, Voortman T, et al. Prevalence of overweight and metabolic syndrome, and associated sociodemographic factors among adult Ecuadorian populations: the ENSANUT-ECU study. J Endocrinol Invest. enero de 2021;44(1):63-74.

23. Soledispa-Toala SZ, Chele-Villacreses JG. Resistencia a la insulina como factor predisponente de diabetes mellitus tipo II en pacientes atendidos en laboratorio privado de Sucre. MQRInvestigar. 23 de noviembre de 2023;7(4):2237-51.

24. Baldeón ME, Felix C, Fornasini M, Zertuche F, Largo C, Paucar MJ, et al. Prevalence of metabolic syndrome and diabetes mellitus type-2 and their association with intake of dairy and legume in Andean communities of Ecuador. PloS One. 2021;16(7):e0254812.

25. Aprelini CMDO, Luft VC, Meléndez GV, Schmidt MI, Mill JG, Molina MDCB. Consumo de carne vermelha e processada, resistência insulínica e diabetes no Estudo Longitudinal de Saúde do Adulto (ELSA-Brasil). Rev Panam Salud Pública. 3 de mayo de 2019;43:1.

26. Kullmann S, Goj T, Veit R, Fritsche L, Wagner L, Schneeweiss P, et al. Exercise restores brain insulin sensitivity in sedentary adults who are overweight and obese. JCI Insight. 22 de septiembre de 2022;7(18):e161498.

27. Lozano ES. Resistencia a Insulina: Revisión de literatura. Rev Médica Hondureña. 29 de junio de 2022;90(1):63-70.

28. Saltos BYS, Saltos YKS, Navarrete EMV, Palacios SIP. Prevalencia y factores de riesgo de sobrepeso y obesidad en Ecuador. RECIAMUC. 10 de diciembre de 2022;6(4):75-87.

29. Lewis GF, Brubaker PL. The discovery of insulin revisited: lessons for the modern era. J Clin Invest. 4 de enero de 2021;131(1):e142239, 142239.

30. Lee SH, Park SY, Choi CS. Insulin Resistance: From Mechanisms to Therapeutic Strategies. Diabetes Metab J. 30 de diciembre de 2021;46(1):15-37.

31. Abbas K. Patología robbins.pdf. 742-744. Disponible en https://utaedu-my.sharepoint.com/:b:/g/personal/djimenez4693_uta_edu_ec/EYGNK9-xcCNIsJkGy-QqjtQBzYK4OenqDBtmhsa_957rhw?e=FdHFI5

32. Toapanta Caguana CM. Recetario gastronómico de la comida típica del cantón Salcedo, provincia de Cotopaxi [Internet] [bachelorThesis]. 2014 [citado 9 de mayo de 2024]. Disponible en: https://dspace.uniandes.edu.ec/handle/123456789/2700

33. Mohajeri M, Houjeghani S, Ghahremanzadeh M, Borghei MH, Moradi F, Barzegar A. Some behavioral risk factors of obesity in Ardabil –Iran adults. Obes Med. 1 de junio de 2020;18:100167.

34. Milione H, Parodi R, Buchaca Faxas E, Rojas Orellana L, Fortuna Peralta ML, Coral Cristaldo C, et al. Sedentarismo y riesgo cardiovascular. Med B Aires. marzo de 2023;83:11-3.

35. Dey S, Nagababu BH. Applications of food color and bio-preservatives in the food and its effect on the human health. Food Chem Adv. 1 de octubre de 2022;1:100019.

36. OPS/OMS. La OMS desaconseja el uso de edulcorantes para controlar el peso - OPS/OMS | Organización Panamericana de la Salud [Internet]. 2023 [citado 16 de

mayo de 2024]. Disponible en: https://www.paho.org/es/noticias/15-5-2023-oms-desaconseja-uso-edulcorantes-para-controlar-peso

37. Ocampo RAM, López RFR, Lanzas KRP. Efectos nutricionales a largo plazo provocados por los aditivos utilizados en las salsas de tomate industriales. Rev Científica Tecnológica. 2 de diciembre de 2023;6(4):21-38.

38. Landa ÁRT, Velázquez-Galindo Y, Gabriel-Peralta TC. Sobrepeso y obesidad en México. Entre comida chatarra y prácticas culinarias de alta toxicidad. Pregones Cienc. (1):32-7.

39. Vega MM, Salinas JVC. El tejido adiposo y la respuesta de macrófagos en el proceso inflamatorio y resistencia a insulina. Rev Educ Bioquímica. 18 de mayo de 2022;41(1):3-17.

40. Chen Zhifen, Haojie Y, Curtis R, Warren L. Functional Screening of Candidate Causal Genes for Insulin Resistance in Human Preadipocytes and Adipocytes | Circulation Research [Internet]. 2020 [citado 28 de abril de 2024]. Disponible en: https://www.ahajournals.org/doi/10.1161/CIRCRESAHA.119.315246

41. Riaño Ayala GL. Análisis de factores de riesgo para diabetes tipo 2 y obesidad en población colombiana de 40 a 70 años [Internet] [Trabajo de grado - Maestría]. Universidad Nacional de Colombia; 2022 [citado 29 de abril de 2024]. Disponible en: https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/83003

42. CDC. Centers for Disease Control and Prevention. 2019 [citado 28 de abril de 2024]. Los hispanos o latinos en los Estados Unidos y la diabetes tipo 2. Disponible en: https://www.cdc.gov/diabetes/spanish/resources/features/hispanic-diabetes.html

43. Lundqvist MH, Pereira MJ, Almby K, Hetty S, Eriksson JW. Regulation of the Cortisol Axis, Glucagon, and Growth Hormone by Glucose Is Altered in Prediabetes and Type 2 Diabetes. J Clin Endocrinol Metab. 14 de septiembre de 2023;109(2):e675-88.

44. Tong C, Wu Y, Zhang L, Yu Y. Insulin resistance, autophagy and apoptosis in patients with polycystic ovary syndrome: Association with PI3K signaling pathway. Front Endocrinol. 2022;13:1091147.

45. Navarrete Telenchana JG. Resistencia a la insulina en mujeres con síndrome de ovario poliquístico [Internet] [bachelorThesis]. Universidad Técnica de Ambato/ Facultad de Ciencias de Salud /Carrera de Laboratorio Clínico; 2023 [citado 29 de abril de 2024]. Disponible en: https://repositorio.uta.edu.ec:8443/jspui/handle/123456789/39928

46. Arnaud C, Bochaton T, Pépin JL, Belaidi E. Obstructive sleep apnoea and cardiovascular consequences: Pathophysiological mechanisms. Arch Cardiovasc Dis. 1 de mayo de 2020;113(5):350-8.

47. Ramirez JLD, Peláez CEA, Ramirez JLD, Peláez CEA. Obesidad e hipertensión arterial y su relación con la pérdida de peso. Rev Virtual Soc Paraguaya Med Interna. marzo de 2023;10(1):87-97.

48. Li JX, Cummins CL. Fresh insights into glucocorticoid-induced diabetes mellitus and new therapeutic directions. Nat Rev Endocrinol. 2022;18(9):540-57.

49. Harbuwono DS, Nenfiati, Tahapary DL, Setiati S, Yunihastuti E, Tarigan TJE. Defining the optimum HOMA-IR cut-off value for insulin resistance among ARV-treated HIV patients in Indonesia. Diabetes Metab Syndr Clin Res Rev. 1 de febrero de 2023;17(2):102719.

50. Chávez RM, Morales-García NL, Morales-López S, Lemus MR, Fortoul TI. El tejido adiposo, ¿solo un almacén de energía? Rev Fac Med UNAM. 20 de mayo de 2022;65(3):19-23.

51. Tang S ping, Mao X li, Chen Y hong, Yan L ling, Ye L ping, Li S wei. Reactive Oxygen Species Induce Fatty Liver and Ischemia-Reperfusion Injury by Promoting Inflammation and Cell Death. Front Immunol [Internet]. 29 de abril de 2022 [citado 27 de marzo de 2024];13. Disponible en: https://www.frontiersin.org/journals/immunology/articles/10.3389/fimmu.2022.870239/full

52. Artasensi A, Pedretti A, Vistoli G, Fumagalli L. Type 2 Diabetes Mellitus: A Review of Multi-Target Drugs. Mol Basel Switz. 23 de abril de 2020;25(8):1987.

53. Caballero JVC, Maurath NDJM. Determinar los factores de riesgo y el régimen nutricional en pacientes con síndrome metabólico por resistencia a la insulina. Dominio Las Cienc. 13 de enero de 2024;10(1):66-86.

54. Bovolini A, Garcia J, Andrade MA, Duarte JA. Metabolic Syndrome Pathophysiology and Predisposing Factors. Int J Sports Med. marzo de 2021;42(3):199-214.

55. Tanase DM, Gosav EM, Costea CF, Ciocoiu M, Lacatusu CM, Maranduca MA, et al. The Intricate Relationship between Type 2 Diabetes Mellitus (T2DM), Insulin Resistance (IR), and Nonalcoholic Fatty Liver Disease (NAFLD). J Diabetes Res. 4 de agosto de 2020;2020:e3920196.

56. Fujii H, Kawada N, Japan Study Group Of Nafld Jsg-Nafld null. The Role of Insulin Resistance and Diabetes in Nonalcoholic Fatty Liver Disease. Int J Mol Sci. 29 de mayo de 2020;21(11):3863.

57. Placzkowska S, Pawlik-Sobecka L, Kokot I, Piwowar A. Indirect insulin resistance detection: Current clinical trends and laboratory limitations. Biomed Pap. 23 de septiembre de 2019;163(3):187-99.

58. Reyes-Muñoz E, Martínez-Herrera EM, Ortega-González C, Arce-Sánchez L, Ávila-Carrasco A, Zamora-Escudero R, et al. Valores de referencia de HOMA-IR y QUICKI durante el embarazo en mujeres mexicanas. Ginecol Obstet México. 2017;85(5):306-13.

59. Argoty-Pantoja AD, Velázquez-Cruz R, Meneses-León J, Salmerón J, Rivera-Paredez B. Triglyceride-glucose index is associated with hypertension incidence up to 13 years of follow-up in mexican adults. Lipids Health Dis. 27 de septiembre de 2023;22(1):162.

60. Nishi SK, Viguiliouk E, Kendall CWC, Jenkins DJA, Hu FB, Sievenpiper JL, et al. Nuts in the Prevention and Management of Type 2 Diabetes. Nutrients. 9 de febrero de 2023;15(4):878.

61. Herman R, Kravos NA, Jensterle M, Janež A, Dolžan V. Metformin and Insulin Resistance: A Review of the Underlying Mechanisms behind Changes in GLUT4-Mediated Glucose Transport. Int J Mol Sci. enero de 2022;23(3):1264.

62. Manual-de-toma-2019-1.pdf [Internet]. [citado 2 de abril de 2024]. Disponible en: https://pncq.org.br/wp-content/uploads/2020/05/Manual-de-toma-2019-1.pdf

63. Maglumi.pdf [Internet]. [citado 19 de abril de 2024]. Disponible en: https://www.incmnsz.mx/2019/Maglumi.pdf

64. Abyntek. Diferencias entre ensayos ELISA y CLIA [Internet]. Abyntek Biopharma. 2018 [citado 19 de abril de 2024]. Disponible en: https://www.abyntek.com/diferencias-entre-ensayos-elisa-y-clia/

65. manual_de_mantenimiento.pdf [Internet]. [citado 20 de abril de 2024]. Disponible en: https://www.exactas.unlp.edu.ar/uploads/docs/manual_de_mantenimiento.pdf

66. American Diabetes Association Professional Practice Committee. 2. Diagnosis and Classification of Diabetes: Standards of Care in Diabetes—2024. Diabetes Care. 11 de diciembre de 2023;47(Supplement_1):S20-42.

67. Fernando Carrasco N, José Eduardo Galgani F, Marcela Reyes J. Síndrome de resistencia a la insulina. estudio y manejo. Rev Médica Clínica Las Condes. 1 de septiembre de 2013;24(5):827-37.

68. Ramos M del CN, Rmos RS, Castillo HFO. Resistencia a la insulina en adultos con sobrepeso y obesidad. Rev Eugenio Espejo. 14 de mayo de 2024;18(2):18-33.

ANEXOS

Anexo 1. Consentimiento informado

CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA RECOLECCIÓN, USO Y ALMACENAMIENTO DE MUESTRAS BIOLÓGICAS Y DATOS PERSONALES

Título del estudio: Factores de riesgo de la resistencia a la insulina en pacientes de 45 a 65 años de la Parroquia de Mulliquindil Santa Ana

Doménica Yajaira Jiménez Silva

Salcedo

0979046175

A. HOJA DE INFORMACIÓN:

Estimado señor(a), le estamos solicitando que autorice la recolección y uso de muestras de sangre necesarias durante la realización del estudio Factores de riesgo de la resistencia a la insulina en pacientes de 45 a 65 años de la Parroquia de Mulliquindil Santa Ana.

Su participación es completamente voluntaria; puede ACEPTAR O NO ACEPTAR participar en el estudio, sin que ello le provoque inconveniente alguno en su atención médica.

Lea toda la información que se le ofrece en este documento y haga todas las preguntas que necesite al investigador que se lo está explicando, antes de tomar una decisión. También lo alentamos a consultarlo con su familia, amigos y médico de cabecera.

1. Por qué se realiza este estudio?

- El propósito de esta investigación es establecer los factores de riesgo que están desencadenando la resistencia a la insulina en habitantes entre 45 a 65 años de la Parroquia de Mulliquindil Santa Ana.

2. ¿Qué pasará si participo de estudio que me indica?

Luego de que firme este Consentimiento Informado, realizaremos las siguientes actividades con usted:

a. Se le solicitara llenar el test de Frindrisk el mismo que está divido en dos partes la primera consta de 6 preguntas con respecto a su edad y estilo de vida.

b. El investigador principal Doménica Yajaira Jiménez Silva procederá a pesar, tallar y medir el perímetro de su cintura, datos que serán utilizados para la determinación del

Índice de Masa Corporal y circunferencia de la cintura, datos que serán registrados en la segunda parte del test Frindrisk.

c. Usted tendrá que realizar un ayuno de máximo 8 horas previo a la toma de la muestra sanguínea.

d. Le tomaremos una sola muestra de 5 ml de sangre a través de la punción de una vena del brazo tomando todas las medidas de asepsia requeridas para estos casos.

3. ¿Qué estudios harán con mis datos/muestras?

Toda su información registrada en el test Frindrisk como su edad, estilos de vida, IMC, valor de circunferencia de la cintura se utilizara para relacionar con el desarrollo de resistencia a la insulina que a su vez se determinara mediante la muestra de sangre venosa, para esto se realizara las determinaciones en suero de glucosa e insulina que posteriormente estos valores serán utilizados en la ecuación para calcular el índice HOMA IR y QUICKI, los mismos que en base a sus puntos de corte nos indicara la presencia o ausencia de resistencia a la insulina, logrando de esta manera relacionar todos sus datos obtenidos en el laboratorio clínico con los factores de riesgo evaluados en el test.

4. ¿Qué riesgos podría tener si participo?

Los riesgos asociados con la toma de muestras de sangre de su brazo son el dolor momentáneo y la posibilidad de un hematoma (moretón) en raros casos infección, en la zona de la extracción. También hay algún riesgo potencial para su privacidad, a pesar de que se tomarán todas las medidas necesarias para mantener la privacidad de su identidad y la confidencialidad de sus datos personales.

5. ¿Qué se sabe de este tipo de estudios?

Estudio realizado en la población de Venezuela menciona que la resistencia a la insulina determinada por el índice HOMA IR revela una prevalece de un 70.8% en el sexo femenino y un 23.5% en el sexo masculino entre los 40 a 49 años donde a partir de esto se considera que la resistencia a la insulina estaría relacionada con el aumento de la edad la disminución te tejido adiposo subcutáneo, pérdida de masa y función del tejido muscular además del aumento de tejido adiposo visceral. Por otra parte se demuestra que pacientes adultos con Lupus Eritematoso Sistémico (LES), hipertensos y con un elevado índice de masa corporal presentan resistencia a la insulina en un 64.2%. A partir de estas investigaciones a nivel clínico se considera como los principales factores de riesgo para el desarrollo de RI a la obesidad, sobrepeso, consumo de alcohol, inactividad física, sedentarismo los mismos que ponen en riesgo la vida del paciente.

6. ¿Cuánto tiempo me tomará participar en el estudio?

Está previsto que su participación dure máximo de 30 minutos a 1 hora.

7. ¿Tendré beneficios por participar?

Es probable que usted se beneficie con los resultados de este estudio especialmente del análisis del laboratorio sobre la determinación de la resistencia a la insulina, donde usted podrá conocer y retirar sus resultados, acudir a un médico privado o público para su respectiva evaluación.

8. ¿Me darán información sobre los resultados del estudio, luego de su finalización?

Una vez terminado el proyecto de investigación se les informara a todos los participantes los resultados generales obtenidos y de ser necesario se implementará estrategias para mejorar el estilo de vida de los habitantes de la Parroquia Mulliquindil Santa Ana.

9. ¿Qué gastos tendré si participo del estudio?

Ud. no tendrá gasto alguno relacionado a los procedimientos y materiales necesarios para esta investigación. También se le cubrirán los gastos médicos que requiera en caso de sufrir algún daño o lesión relacionada con la investigación.

10. ¿Qué pasará si sufro algún evento adverso mientras participo en el estudio?

El investigador Doménica Yajaira Jiménez Silva será responsable de los daños que usted pueda sufrir en su salud como consecuencia de su participación en el estudio. Si durante el transcurso del mismo usted sufre un daño físico, una lesión o una consecuencia en su salud relacionada con el estudio, se le proveerá toda la asistencia médica inmediata y necesaria para su tratamiento. Los costos de dicha asistencia estarán a cargo de *investigador*.

Si esto ocurriera, comuníquese de inmediato con el investigador, quien le dirá cómo debe proceder.

De todas formas, con la firma de este consentimiento informado usted no renuncia a los derechos que posee de acuerdo con el Código Civil y las leyes ecuatorianas en materia de responsabilidad por daños.

11. ¿Puedo dejar de participar en cualquier momento, aún luego de haber aceptado?

Usted es libre de retirar su consentimiento para participar en esta investigación en cualquier momento, sin que esto lo perjudique en su atención médica posterior; simplemente deberá notificar al investigador de su decisión de manera verbal y escrita.

Luego de que retire su consentimiento, no se podrán obtener datos sobre Ud. y su salud, pero toda la información obtenida con anterioridad sí será utilizada.

12. ¿Puedo retirar mi consentimiento para la utilización de muestras biológicas, aún luego de haber aceptado?

Si Ud. ha dado su autorización para almacenar sus muestras biológicas (tejido/células/sangre) para estudios a realizarse en el futuro, puede cambiar de opinión en cualquier momento. Debe notificar al investigador del estudio en forma oral o por escrito sobre su decisión.

13. *¿Cómo mantendrán la confidencialidad de mis datos/muestras?*

Toda la información obtenida en el test será manejada únicamente por el investigador principal cabe mencionar que en ningún momento se registrara sus nombres o datos personales en el proyecto de investigación, con respecto a sus muestras de sangre serán identificadas mediante códigos creados en base a su nombre y número de cedula, muestras que de igual manera serán manipuladas exclusivamente por el investigador.

14. ¿Dónde y cuánto tiempo almacenarán mis datos/muestras? ¿Cómo las destruirán luego de su utilización?

Todos los datos obtenidos tras la aplicación del test de FRINDRISC serán almacenados de manera digital con la finalidad de que la información no se pierda durante el proceso de investigación en el caso de los resultados de glucosa, colesterol, índice HOMA IR y QUICKI serán registrados en una matriz Excel donde conste el nombre (código), fecha, hora, lugar de la toma de muestra y resultado, además se solicitara al gerente del laboratorio el registro en su sistema informático. Es importante mencionar que sus muestras serán procesadas dentro de las 2 horas posteriores a la toma de muestra, una vez validado todos los resultados estas serán destruidas con los métodos que cumplan con los procedimientos pertinentes vigentes en la institución.

Se le pedirá que indique si desea que las muestras sean destruidas o que se vuelvan anónimas en el caso de que no lo sean para su posterior utilización en otra investigación. Recuerde que si sus muestras son anónimas, el investigador no podrá destruirlas si usted así lo requiere, ya que no es posible relacionar la muestra o dato con usted.

Toda información que se haya obtenido hasta el momento en que retire su consentimiento será usada, pero no se obtendrá ningún otro dato.

15. ¿Puedo ser retirado del estudio aún si yo no quisiera?

El investigador, el Comité Ética para la investigación en Seres Humanos (CEISH), pueden decidir retirarlo si consideran que es lo mejor para usted. También pueden decidir retirarlo por las siguientes causas: mujer embarazada o en periodo de lactancia, uso de medicamentos cardiacos, analgésicos, anti rítmicos, presencia de enfermedades crónicas (pancreatitis, cirrosis, hepatitis, ovario poli quístico).

16. ¿Me pagarán por participar?

No se le pagará por su participación en este estudio.

17. ¿Cómo mantendrán la confidencialidad de mis datos personales? ¿Cómo harán para que mi identidad no sea conocida?

Los datos que lo identifiquen serán tratados en forma confidencial como lo exige la Ley. Salvo para quienes estén autorizados a acceder a sus datos personales, Ud. no podrá ser identificado y para ello, se le asignará un código compuesto por su nombre y número de cedula. En caso de que los resultados de este estudio sean publicados en revistas científicas o presentados en congresos u otros eventos académicos-científicos, su identidad no será revelada.

El titular de los datos personales (o sea usted) tiene la facultad de ejercer el derecho de acceso a los mismos en forma gratuita hasta seis meses de haber concluido este estudio.

18. ¿Los resultados genéticos que obtengan de mis muestras biológicas, pueden ser usados con un fin distinto al que aquí se explica?

No aplica

19. *¿Quiénes tendrán acceso a mis datos personales?*

Como parte del estudio, el Investigador Principal y el tutor del proyecto de investigación tendrán acceso a los resultados de sus estudios, como las pruebas de laboratorio (glucosa, insulina, índice HOMA IR y QUICKI), cálculos realizados para obtener el IMC, diámetro de la cintura y toda información presente en el test.

20. ¿A quiénes puedo contactar si tengo dudas sobre el estudio y mis derechos como participante del mismo?

a) ***Sobre el estudio:*** contactar al Investigador Principal: Doménica Yajaira Jiménez Silva en la calle central vía Ambato junto a la sala de recepciones "Imperio Real'' o al 0979046175.

b) ***Sobre sus derechos como participante en el estudio de investigación:***

Al Comité Ética para la Investigación con Seres Humanos de la Universidad Técnica de Ambato.

B. HOJA DE FIRMAS DEL CONSENTIMIENTO INFORMADO

1. Título del estudio: Factores de riesgo de la resistencia a la insulina en pacientes de 45 a 65 años de la Parroquia de Mulliquindil Santa Ana

2. Doménica Yajaira Jiménez Silva, Salcedo, 0979046175

YO……

- ❖ He recibido una explicación satisfactoria sobre el procedimiento del estudio, su finalidad, riesgos, beneficios y alternativas.
- ❖ He quedado satisfecho/a con la información recibida, la he comprendido, se me han respondido todas mis dudas y comprendo que mi participación es voluntaria.
- ❖ Doy mi consentimiento para el procedimiento propuesto y conozco mi derecho a retirarlo cuando lo desee, con la única obligación de informar mi decisión al investigador responsable del estudio.

FECHA DD/MM/AAAA	NOMBRES COMPLETOS DEL PARTICIPANTE	N° DE CÉDULA	FIRMA

DATOS DE LA PERSONA QUE REALIZA EL PROCEDIMIENTO DE OBTENCIÓN DEL CONSENTIMIENTO INFORMADO

FECHA DD/MM/AAAA	NOMBRES COMPLETOS DEL RESPONSABLE Y FUNCIÓN	N° DE CÉDULA	FIRMA

Anexo 2. Test de FINDRISC

UNIVERSIDAD TÈCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
CARRERA DE LABORATORIO CLÌNICO

Tema: Factores de riesgo de la resistencia a la insulina en pacientes de 45 a 65 años de la Parroquia de Mulliquindil Santa Ana

La encuesta basada en el test de FINDRISC será utilizado en esta investigación para evaluar factores de riesgo y en base al punto de corte la presencia o ausencia de resistencia a la insulina, el test está dirigido a personas adultas de 45 a 65 años de la Parroquia de Mulliquindil Santa Ana.

Indicaciones: Tras firmar el consentimiento informado procede a llenar el siguiente cuestionario con ayuda del estudiante a cargo del proyecto, seleccione la opción que corresponda y marque con una X. Se le solicita llenar con total honestidad y responsabilidad.

DATOS INFORMATIVOS

Sexo: Masculino ☐ Femenino ☐

Sector/Barrio al que pertenece:_____

TEST DE FINDRISC

1. Edad:

☐ Menos de 45 años (1p)

☐ 45 a 54 años (2p)

☐ 55 a 64 años (3p)

- Más de 64 años (4)

2. ¿Realiza habitualmente al menos 30 minutos de actividad física, en el trabajo y/o en el tiempo libre?

- Si (0p.)
- No (2p.)

3. ¿Con qué frecuencia come verduras o frutas?

- Todos los días (0p.)
- No todos los días (1p.)

4. ¿Toma medicación para la hipertensión regularmente?

- No (0p.)
- SI (2p.)

5. ¿Le han encontrado alguna vez valores de glucosa altos? (Ej. En un control médico, durante una enfermedad, durante el embarazo)

- No (0p.)
- Si (5p.)

6. ¿Se le ha diagnosticado diabetes (tipo 1 o 2) a alguno de sus familiares allegados u otros parientes?

- No (0p.)
- Si: Abuelos, tía, tío, primo hermano (no padres, hermanos o hijos) (3p.)
- Si: Padres, hermanos, hijos (5p.)

7. Índice de masa corporal (IMC). **Llenar con ayuda del investigador**

Mediante la siguiente ecuación: Peso (kg)/talla^2 (m)

- Menor de 25 Kg/m^2 (0p)
- Entre 25-30 Kg/m^2 (1p)
- Más de 30 Kg/m^2 (3p)

8. Perímetro de cintura medido por debajo de las costillas. **Llenar con ayuda del investigador**

Mujeres

- Menos de 80 cm (0p.)
- Entre 80-88 cm (3p.)
- Más de 88 cm (4p.)

Hombres

- Menos de 94 cm (0p)
- Entre 94-102 cm (3p)
- Más de 102 cm (4p)

PUNTOS TOTALES

Importante: Los puntos totales serán llenados por el investigador principal. Si la prueba da mayor de 8 puntos, se realizará la determinación del índice HOMA- IR y QUICKI. Datos obtenidos de Varela, Y., Roy, I., Pérez, M., & Velázquez, L. (2023). Certeza diagnóstica del instrumento FINDRISC para identificar resistencia a la insulina en adultos [Diagnostic performance of the FINDRISC questionnaire to identify insulin resistance in adults]. Revista médica del Instituto Mexicano del Seguro Social, 61(1), 33–41.

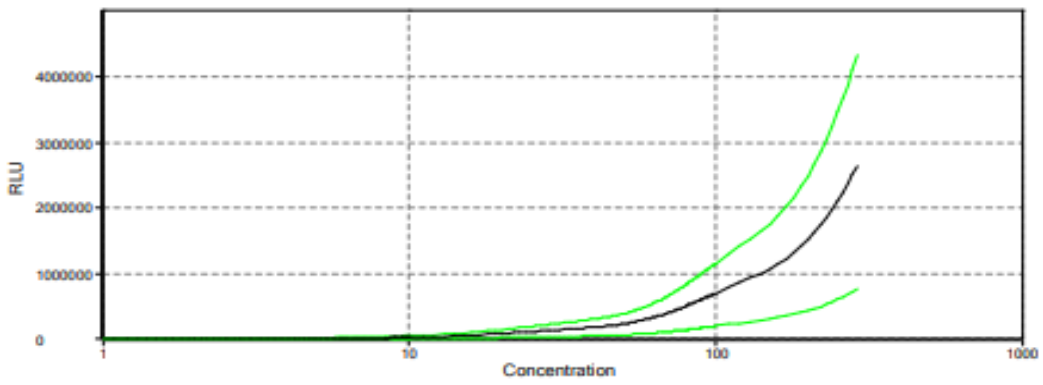
Anexo 3. Curva de calibración de la prueba insulina

Calibration : INS II **MAGLUMI 800**

Mastercurve ID : *2642302110101*
Lot Number : *264230211*
Kit Number : *2010*
Expiration Date : *2024-05-13 12:17:08*
Execution Date : *2024-04-15 12:17:08*
Calibration Status : *Finalizado. Validado*

	Calibrator1	Calibrator2
1 :	*21100*	*1119224*
2 :	*22695*	*1169414*
3 :		
Mean :	*21897*	*1144319*
CV :	*5.147*	*3.101*
Deviation [%] :	*-3.380*	*3.803*
	(-70..+70%)	*(-70..+70%)*
Concentration :	*uIU/mL*	
Expected Concentration :	*7.861*	*159*
Calculated Concentration :	*7.861*	*159.000*
Deviation [%] :	*-0.001*	*0.000*
	(-70..+70%)	*(-70..+70%)*

Geometric Curve Check : *B/A*
A :
B :
Ratio :
(..)



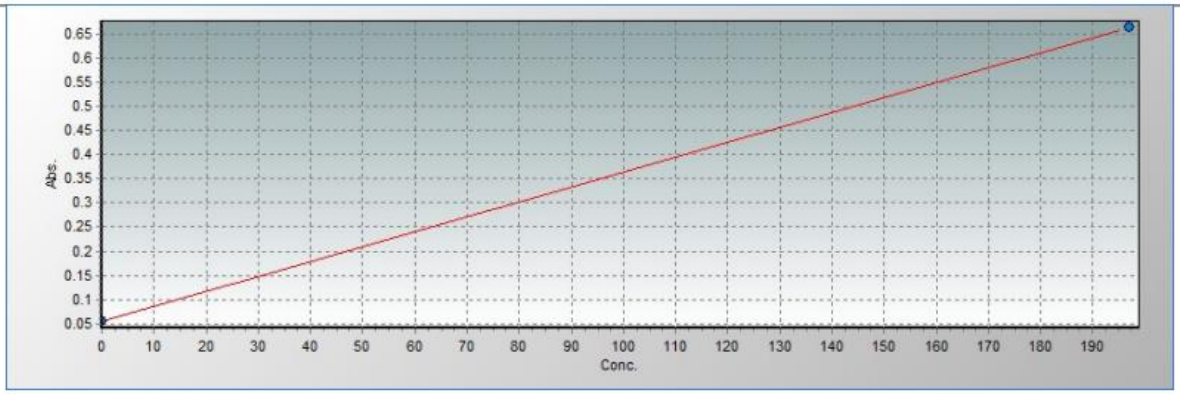
Anexo 4. Curva de calibración de la prueba glucosa

Calibration Curve

Calibration Method: 2 Point Linear
Calibration Time: 15/04/2024 9:18:02
Test Item: GLU
Absorbance: 0.0548
Calibrator: 1

S1 Abs	K	A	B	C
0.0548	323.428	0	0	0

Calibration	Concentration	Abs.	Calibration	Concentration	Abs.
1.	0	0.0548	6.	0	0
2.	197	0.6639	7.	0	0
3.	0	0	8.	0	0
4.	0	0	9.	0	0
5.	0	0	10.	0	0



Anexo 5. Fotografías sobre los procedimientos realizados durante el desarrollo del proyecto.



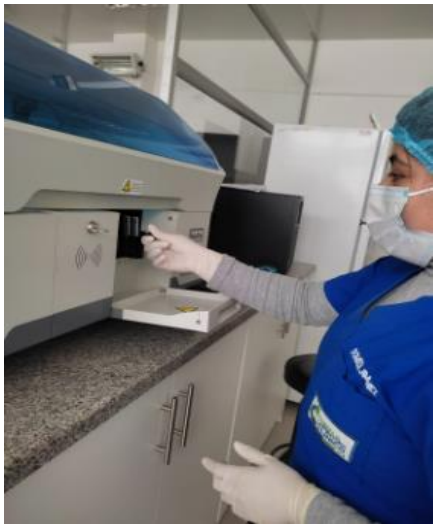
Fotografía 1. Aplicación del test de FINDRISC.



Fotografía 2. Toma de la muestra sanguínea.



Fotografía 3. Preparación de las muestras para el análisis de insulina y glucosa.



Fotografía 4. Uso del equipo automatizado Maglumi 800 para determinar insulina.



Fotografía 5. Uso del equipo automatizado de bioquímica CS-T180 para determinar glucosa.



Fotografía 6. Explicación sobre la importancia de añadir frutas y verduras a su alimentación, junto con la entrega de una ensalada de frutas con la finalidad de incentivar al cuidado de la salud.

Anexo 6. Resultados obtenidos del cuestionario FINDRISC, concentraciones de glucosa e insulina, HOMA IR y QUICKI de los 90 participantes de la Parroquia de Mulliquindil.

https://utaedu-my.sharepoint.com/:b:/g/personal/djimenez4693_uta_edu_ec/EUF96pCKNwlPuXEgAAdM8XwBOuH3Bu4DvbySxgqKHyPW2Q?e=rr1Twi