

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

Escuela Académico Profesional de Tecnología Médica Especialidad en
Laboratorio Clínico y Anatomía Patológica

Tesis

**Determinación del C-LDL mediante la ecuación
obtenida y los métodos existentes, en pacientes
del Hospital Regional del Cusco - 2022**

Ana Gabriela Vargas Vargas
Andrew Davis Cardenas Dolmos

Para optar el Título Profesional de
Licenciada en Tecnología Médica con Especialidad
en Laboratorio Clínico y Anatomía patológica

Huancayo, 2024

Repositorio Institucional Continental
Tesis digital



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

INFORME DE CONFORMIDAD DE ORIGINALIDAD DE TESIS

A : Dra. Claudia María Teresa Ugarte Taboada
Decano de la Facultad de Ciencias de la Salud

DE : Mg. María Esther Lázaro Cerrón
Asesor de tesis

ASUNTO : Remito resultado de evaluación de originalidad de tesis

FECHA : 11 de Febrero de 2024

Con sumo agrado me dirijo a vuestro despacho para saludarlo y en vista de haber sido designado asesor de la tesis titulada: "Determinación del c-LDL mediante la ecuación obtenida y los métodos existentes, en pacientes del Hospital Regional del Cusco – 2022", perteneciente al/la/los/las estudiante(s) Ana Gabriela Vargas Vargas , Andrew Davis Cardenas Dolmos de la E.A.P. de Tecnología Médica - Especialidad en Laboratorio Clínico y Anatomía Patológica; se procedió con la carga del documento a la plataforma "Turnitin" y se realizó la verificación completa de las coincidencias resaltadas por el software dando por resultado 11 % de similitud (informe adjunto) sin encontrarse hallazgos relacionados a plagio. Se utilizaron los siguientes filtros:

- Filtro de exclusión de bibliografía SI NO
- Filtro de exclusión de grupos de palabras menores (Nº de palabras excluidas: 30) SI NO
- Exclusión de fuente por trabajo anterior del mismo estudiante SI NO

En consecuencia, se determina que la tesis constituye un documento original al presentar similitud de otros autores (citas) por debajo del porcentaje establecido por la Universidad.

Recae toda responsabilidad del contenido de la tesis sobre el autor y asesor, en concordancia a los principios de legalidad, presunción de veracidad y simplicidad, expresados en el Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales – RENATI y en la Directiva 003-2016-R/UC.

Esperando la atención a la presente, me despido sin otro particular y sea propicia la ocasión para renovar las muestras de mi especial consideración.

Atentamente,



Mg. María Esther Lázaro Cerrón

DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD

Yo, Andrew Davis Cardenas Dolmos, identificado(a) con Documento Nacional de Identidad No. 71765493, de la E.A.P. de Tecnología Médica - Especialidad en Laboratorio Clínico y Anatomía Patológica de la Facultad de Ciencias de la Salud la Universidad Continental, declaro bajo juramento lo siguiente:

1. La tesis titulada: "Determinación del c-LDL mediante la ecuación obtenida y los métodos existentes, en pacientes del Hospital Regional del Cusco – 2022", es de mi autoría, la misma que presento para optar el Título Profesional de Licenciado en Tecnología Médica con especialidad en Laboratorio Clínico y Anatomía Patológica.
2. La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas, por lo que no atenta contra derechos de terceros.
3. La tesis es original e inédita, y no ha sido realizado, desarrollado o publicado, parcial ni totalmente, por terceras personas naturales o jurídicas. No incurre en autoplagio; es decir, no fue publicado ni presentado de manera previa para conseguir algún grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados son reales, pues no son falsos, duplicados, ni copiados, por consiguiente, constituyen un aporte significativo para la realidad estudiada.

De identificarse fraude, falsificación de datos, plagio, información sin cita de autores, uso ilegal de información ajena, asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a las acciones legales pertinentes.

11 de Febrero de 2024.



Andrew Davis Cardenas Dolmos
DNI. No. 71765493

DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD

Yo, Ana Gabriela Vargas Vargas , identificado(a) con Documento Nacional de Identidad No. 47841742, de la E.A.P. de Tecnología Médica - Especialidad en Laboratorio Clínico y Anatomía Patológica de la Facultad de Ciencias de la Salud la Universidad Continental, declaro bajo juramento lo siguiente:

5. La tesis titulada: "Determinación del c-LDL mediante la ecuación obtenida y los métodos existentes, en pacientes del Hospital Regional del Cusco – 2022", es de mi autoría, la misma que presento para optar el Título Profesional de Licenciado en Tecnología Médica con especialidad en Laboratorio Clínico y Anatomía Patológica.
6. La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas, por lo que no atenta contra derechos de terceros.
7. La tesis es original e inédita, y no ha sido realizado, desarrollado o publicado, parcial ni totalmente, por terceras personas naturales o jurídicas. No incurre en autoplagio; es decir, no fue publicado ni presentado de manera previa para conseguir algún grado académico o título profesional.
8. Los datos presentados en los resultados son reales, pues no son falsos, duplicados, ni copiados, por consiguiente, constituyen un aporte significativo para la realidad estudiada.

De identificarse fraude, falsificación de datos, plagio, información sin cita de autores, uso ilegal de información ajena, asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a las acciones legales pertinentes.

11 de febrero de 2024.



Ana Gabriela Vargas Vargas
DNI. No. 47841742

Determinación del c-LDL mediante la ecuación obtenida y los métodos existentes, en pacientes del Hospital Regional del Cusco – 2022

INFORME DE ORIGINALIDAD

11 %	11 %	2 %	4 %
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	3 %
2	Submitted to Universidad Continental Trabajo del estudiante	2 %
3	repositorio.uwiener.edu.pe Fuente de Internet	1 %
4	repositorio.upt.edu.pe Fuente de Internet	1 %
5	repositorio.usanpedro.edu.pe Fuente de Internet	1 %
6	www.scielo.org.ar Fuente de Internet	<1 %
7	docplayer.es Fuente de Internet	<1 %
8	repositorio.continental.edu.pe Fuente de Internet	<1 %

9	www.sabiia.cnptia.embrapa.br Fuente de Internet	<1 %
10	repositorio.ug.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
11	cybertesis.unmsm.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
12	www.mayoclinic.org Fuente de Internet	<1 %
13	www.revistasam.com.ar Fuente de Internet	<1 %
14	Submitted to Universidad Privada San Juan Bautista Trabajo del estudiante	<1 %
15	eprints.ucm.es Fuente de Internet	<1 %
16	1library.co Fuente de Internet	<1 %
17	Submitted to Universidad Andina del Cusco Trabajo del estudiante	<1 %
18	Submitted to euroinnova Trabajo del estudiante	<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 30 words

DEDICATORIA

A mi mamita Alejandrina por hacer posible mi vida entera, por estar en mi vida en todos mis momentos de felicidad y tristezas, porque sin ella jamás habría logrado tanto, gracias mamita por hacer de mí una mujer fuerte y capaz de lograrlo todo. A mi papito Gabriel por todo el sacrificio para darme mis estudios superiores y porque, aunque en un momento de mi vida estudiantil faltó la economía, nunca me negó continuar mis estudios.

A mi asesor Jose Daniel quien tuvo paciencia para guiarme por un sendero poco conocido y me ayudó a lograr el mejor resultado. A mi pequeña hija Karrie quien soportó mis ausencias para poder culminar mi trabajo y por ser ese motivo tan importante en mi vida para continuar.

DEDICATORIA II

A nuestros seres queridos, cuyo amor y apoyo inquebrantable nos han inspirado a perseguir nuestros sueños, les dedicamos este logro. Su aliento constante y comprensión han sido una fuente de fortaleza y motivación en cada paso del proceso.

A los colaboradores de los estudios citados en esta tesis, cuyas contribuciones han enriquecido nuestro trabajo, les agradecemos sinceramente por su participación y por permitirnos explorar nuevas perspectivas en nuestro campo de estudio.

A todos aquellos que han creído en nosotros, que nos han alentado y acompañado en este emocionante viaje, les dedicamos este logro. Vuestra confianza en nosotros nos ha impulsado a superar obstáculos y alcanzar nuestras metas.

Este trabajo está dedicado a todos aquellos que han dejado una huella en nuestras vidas y han sido parte de nuestro crecimiento personal y académico. Vuestra influencia perdurará en nuestros logros futuros.

¡Gracias a todos por formar parte de este capítulo importante en nuestras vidas!

AGRADECIMIENTO

A lo largo de nuestra formación profesional tuvimos la gran suerte y alegría de conocer a muchas personas que nos han servido de ejemplo, que guio parte de nuestra vida estudiantil dándonos bases esenciales para lograr el objetivo que en ese entonces fue culminar exitosamente cursos de especialidad, además de engrandecer el espíritu profesional nos brindó confianza fortaleciendo el talento humano para nuestro mejor desempeño a todos ellos les expreso mi más sincero agradecimiento.

A nuestro asesor Lic. T.M. Jose Daniel Torres Garibay quien se mostró dispuesto para brindarnos de su talento como docente, quien nos guio paso a paso en la construcción de nuestra tesis que hoy nos lleva a la culminación de nuestra etapa profesional, agradecerle por su comprensión y empeño en la realización de este trabajo que orgullosamente defenderemos.

A nuestros padres que hicieron posible llevar a cabo nuestros estudios superiores por todo el empeño que pusieron para ayudarnos a logrnos como profesionales y por sus alientos de amor, cariño y confianza en nosotros.

A todas las personas que han sido parte de nuestras vidas, porque cada uno dejo una enseñanza que forjo y forjara carácter en nosotros.

INDICE

DEDICATORIA.....	vi
AGRADECIMIENTO	viii
RESUMEN	XIII
ABSTRACT.....	XIV
INTRODUCCIÓN	XV
1. CAPÍTULOS I: Planteamiento del estudio	17
1.1 Delimitación de la investigación.....	17
1.1.1 Delimitación territorial	17
1.1.2 Delimitación temporal	17
1.1.3 Delimitación conceptual	17
1.2 Planteamiento del problema	18
1.3 Formulación del problema	20
1.3.1 Problema general	20
1.3.2 Problemas específicos	20
1.4 Objetivos de la Investigación	21
1.4.1 Objetivo general	21
1.4.2 Objetivos específicos	21
1.5 Justificación de la investigación	22
1.5.1 Justificación teórica	22
1.5.2 Justificación práctica	23
2. CAPITULO II: Marco Teórico.....	25
2.1 Antecedentes de la investigación.....	25
2.1.1 Antecedentes internacionales	25
2.1.2 Antecedentes nacionales	27
2.2 Bases teóricas	29
2.2.1 DISLIPIDEMIAS	29
2.2.2 LIPIDOS.....	29
2.2.3 TRANSPORTE SANGUINEO DE LOS LIPIDOS.....	30
2.2.4 COLESTEROL	31
2.2.5 TRIGLICERIDOS.....	31
2.2.6 LIPOPROTEINAS.....	32
2.2.7. Métodos de medición de c-LDL.....	37
2.3 Definición de términos básicos	43
3. CAPITULO III: Hipótesis y variables	46
3.1 Hipótesis.....	46

3.1.1	General	46
3.1.2	Específicas	46
3.2	Identificación de variables	47
3.2.1	Variable 1	47
3.2.2	Variable 2	47
3.3	Operacionalización de variables (ver anexos)	47
4.	CAPÍTULO IV: Metodología	48
4.1	Método, tipo y nivel de la investigación	48
4.1.1	Método de la investigación	48
4.1.2	Tipo de la investigación	48
4.1.3	Nivel de la investigación	49
4.2	Diseño de la investigación	49
4.3	Población y muestra	50
4.3.1	Población.....	50
4.3.2	Muestra.....	50
4.4	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	51
4.4.1	Técnicas.....	52
4.4.2	Instrumentos de recolección de datos	52
4.4.3	Técnicas de análisis de datos.....	53
4.4.4	Procedimiento de la investigación.....	53
4.5	Consideraciones éticas.....	54
5.	CAPITULO V: Resultados	55
5.1	Presentación de resultados	55
5.1.1	Determinación de c-LDL por medición directa y estimación por formulas	55
5.1.2	Prueba de normalidad: Kolmogórov-Smirnov.....	56
5.1.3	Resultados.....	57
5.1.4	Tablas.....	57
5.1.5	Figuras.....	59
5.2	Discusión de resultados	79
	CONCLUSIONES.....	84
	RECOMENDACIONES	87
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	88

INDICE DE TABLAS

TABLA N° 1	Normalidad de datos	56
TABLA N° 2	Correlación de Pearson.....	57
TABLA N° 3	Coeficientes de variación colesterol mayor a 200mg/dl	57
TABLA N° 4	Coeficiente de variación triglicéridos mayor a 400mg/dl	58

INDICE DE FIGURAS

FIGURA N° 1	Correlación de Pearson nivel óptimo de formula nueva	59
FIGURA N° 2	Correlación de Pearson nivel óptimo de fórmula de Friedewald	60
FIGURA N° 3	Correlación de Pearson nivel óptimo de la fórmula de Saldaña-Benites.....	60
FIGURA N° 4	Correlación de pearson nivel óptimo de la formula de hattori	61
FIGURA N° 5	Correlación de Pearson nivel óptimo para la fórmula de Anandaraja	61
FIGURA N° 6	Correlación de Pearson nivel óptimo para la fórmula de Teerakanchana	62
FIGURA N° 7	Correlación Pearson nivel óptimo para la fórmula de Ahmadi.....	62
FIGURA N° 8	Correlación de pearson nivel óptimo para la formula de Chen.....	63
FIGURA N° 9	Correlación de pearson nivel óptimo para la formula de Cordova	63
FIGURA N° 10	Correlación de Pearson nivel casi optimo formula Nuevo	64
FIGURA N° 11	Correlación de Pearson nivel casi optimo formula Friedewald	65
FIGURA N° 12	Correlación de Pearson nivel casi optimo formula Saldaña-Benites	65
FIGURA N° 13	Correlación de Pearson nivel casi optimo formula Hattori	66
FIGURA N° 14	Correlación de Pearson nivel casi optimo formula Anandaraja	66
FIGURA N° 15	Correlación de Pearson nivel casi optimo formula Teerakanchana	67
FIGURA N° 16	Correlación de Pearson nivel casi optimo formula Ahmadi	67
FIGURA N° 17	Correlación de Pearson nivel casi optimo formula Chen	68
FIGURA N° 18	Correlación de Pearson nivel casi optimo formula Cordova	69
FIGURA N° 19	Correlación de Pearson limite alto formula Nuevo	69
FIGURA N° 20	Correlación de Pearson limite alto formula Friedewald	70
FIGURA N° 21	Correlación de Pearson limite alto formula Saldaña-Benites	70
FIGURA N° 22	Correlación de Pearson limite alto formula Hattori	71
FIGURA N° 23	Correlación de Pearson limite alto formula Anandaraja.....	71
FIGURA N° 24	Correlación de Pearson limite alto formula Teerakanchana	72
FIGURA N° 25	Correlación de Pearson limite alto formula Ahmadi	72
FIGURA N° 26	Correlación de Pearson limite alto formula Chen	73

FIGURA N° 27	Correlación de Pearson limite alto formula Cordova	73
FIGURA N° 28	Correlación de Pearson nivel Muy alto formula Nuevo	74
FIGURA N° 29	Correlación de Pearson nivel Muy alto formula Friedewald	74
FIGURA N° 30	Correlación de Pearson nivel muy alto formula Saldaña-Benites	75
FIGURA N° 31	Correlación de Pearson nivel muy alto formula Hattori	75
FIGURA N° 32	Correlación de Pearson nivel muy alto formula Anandaraja	76
FIGURA N° 33	Correlación de Pearson nivel muy alto formula Teerakanchana	77
FIGURA N° 34	Correlación de Pearson nivel muy alto formula Ahmadi	77
FIGURA N° 35	Correlación de Pearson nivel muy alto formula Chen	78
FIGURA N° 36	Correlación de Pearson nivel muy alto formula Cordova	78

RESUMEN

La importancia de la determinación del colesterol de baja densidad en el ámbito clínico posee considerable relevancia, teniendo en cuenta su rol en las enfermedades cardiovasculares, ya que la capacidad aterogénica de la misma conlleva riesgos para la salud de los pacientes. Por ello tener un método adecuado para determinar este, es algo que los laboratorios clínicos deben considerar, si bien existen diversas fórmulas para su determinación debe tenerse en cuenta las limitaciones de estas, siendo que muchas de ellas poseen estudios sesgados debido a que fueron diseñadas para funcionar en una determinada población de una zona geográfica limitada. Teniendo esto en cuenta buscamos generar una fórmula nueva, basada en análisis de regresión múltiple de 5859 perfiles lipídicos atendidos en el hospital regional del cusco, cuyo uso sea el más adecuado para los pacientes de la región de Cusco, contrastándola con las ecuaciones existentes, a su vez que se tuvo en cuenta casos clínicos que presenten niveles bajos (<200 mg/dL) de triglicéridos, así como niveles muy altos del mismo (>400mg/dL); también se realizó el proyecto evaluando su funcionalidad en los diversos niveles de c-LDL, siendo estos optimo, casi optimo, alto y muy alto (<70 mg/dL., 71 – 124 mg/dL., 130 – 159 mg/dL., y >159 mg/dL respectivamente), donde se evaluó 5859 resultados de perfiles lipídicos de pacientes. Se llegó a la conclusión que la formula presentada posee una muy buena correlación, con una concordancia muy alta como el método de medición directa, tanto en niveles altos como bajos de c-LDL y triglicéridos.

ABSTRACT

The importance of low-density lipoprotein cholesterol (LDL-C) determination in the clinical setting holds considerable significance, considering its role in cardiovascular diseases, as its atherogenic capacity poses health risks for patients. Therefore, having an appropriate method for determining LDL-C is something clinical laboratories must take into account. While there are various formulas available for its determination, it is crucial to consider their limitations, as many of them are biased due to being designed for specific populations in limited geographical areas. Bearing this in mind, we aimed to develop a formula that is most suitable for patients in the Cusco region, contrasting it with existing equations. Additionally, clinical cases with low (<200 mg/dL) and very high (>400 mg/dL) triglyceride levels were taken into account, along with evaluating its functionality in different levels of c-LDL, including optimal, near-optimal, high, and very high levels (<70 mg/dL, 71 - 124 mg/dL, 130 - 159 mg/dL, and >159 mg/dL, respectively). It was concluded that the proposed formula exhibits a strong correlation and high concordance with the direct measurement method, both in high and low levels of c-LDL and triglycerides.

INTRODUCCIÓN

Las enfermedades cardiovasculares se incluyen dentro del grupo de desórdenes del corazón y vasos sanguíneos. A nivel mundial cada uno de tres personas muere debido a alguna patología relacionada con las enfermedades cardiovasculares (1). Los factores de riesgo más importantes para las enfermedades cardíacas y accidentes cerebrovasculares son el consumo de alcohol nocivo, inactividad física, consumo de tabaco y la dieta malsana, estos factores se manifiestan en los pacientes como hiperglucemia, hipertensión, hiperlipemia y obesidad (2), en tal sentido diversos estudios muestran que el factor de riesgo más importante para el desarrollo de enfermedades cardíacas es el incremento de la concentración del LDL colesterol (3), lo que llevo a distintos países del mundo a comparar ecuaciones propuestas con el método directo para el cálculo del LDL colesterol con el fin de un buen manejo de pacientes con dislipemias, con el objetivo de hallar la ecuación más óptima a la realidad de sus poblaciones, asegurar la medición exacta y real del LDL.

En relación con lo ya expuesto, la presente investigación plantea la siguiente problemática ¿Cuál es la relación entre el c-LDL adquirida mediante la ecuación obtenida y los métodos existentes en pacientes del Hospital Regional del Cusco - 2022?

Nuestro trabajo de investigación se justifica en que la ecuación propuesta demuestre una muy buena correlación así se tendría la alternativa asequible y económica que se podría poner en práctica en la institución donde se realiza esta investigación, también en toda la población cusqueña cuando la medición directa del c-LDL no fuera posible de realizar, nuestra investigación planteada surge por la necesidad de tener una ecuación adecuada a la población cusqueña y pueda usarse para el cálculo del c-LDL cuando la medición directa del c-LDL no sea posible de realizarse, en beneficio del paciente.

El objetivo principal planteado es Determinar la relación entre el c-LDL adquirido mediante la ecuación obtenida y los métodos existentes en pacientes del Hospital Regional del Cusco – 2022.

El marco teórico engloba subtemas relacionado con las variables en estudio, así también contiene planteamientos teóricos y científicos que comprueben la realidad del trabajo de investigación.

La presente investigación cuenta con cinco capítulos organizados de la siguiente

manera:

- I. **Capítulo I:** Donde podemos hallar el planteamiento del estudio y dentro de ello limitaciones, planteamiento del problema, formulación del problema, objetivos, justificación de la investigación.
- II. **Capítulo II:** En el hallaremos el marco teórico y dentro de ello antecedentes, base teórica y definición de términos básicos.
- III. **Capítulo III:** Ahí podemos hallar hipótesis, variables del estudio y dentro de ello podemos encontrar hipótesis, identificación de las variables y operacionalización de variables.
- IV. **Capítulo IV:** Podremos hallar la metodología del estudio y dentro de ello el método, tipo y nivel de la investigación, diseño de la investigación, población y muestra, técnicas e instrumentos de recolección de datos, técnicas de análisis de datos, procedimiento de la investigación y las consideraciones éticas.
- V. **Capítulo V:** Ahí encontraremos los resultados del estudio, dentro de ello presentación de resultados y discusión de resultados.

Finalmente, se encuentra las conclusiones, recomendaciones, referencias científicas y anexos donde adjuntamos la matriz de consistencia, documento de aprobación por el comité de ética, permiso institucional, instrumento de recolección de datos, validación del instrumento y fotos que servirán como evidencia del presente estudio.

1. CAPÍTULOS I: Planteamiento del estudio

1.1 Delimitación de la investigación

1.1.1 Delimitación territorial

- El trabajo de investigación se realizó en el Hospital Regional del cusco, ubicado en Av. La cultura, S/N Distrito de Cusco, provincia de Cusco- Perú.

1.1.2 Delimitación temporal

- El trabajo de investigación se desarrolló del mes de abril al mes de septiembre del 2022.

1.1.3 Delimitación conceptual

La delimitación conceptual de este estudio se centra en la comparación de los valores de colesterol de baja densidad (c-LDL) obtenidos mediante dos enfoques diferentes: la medición directa a través del analizador automático BECKMAN COULTER AU480 y la estimación a través de las diversas ecuaciones específicas para el cálculo de c-LDL (Friedewald, Saldaña-Ibáñez, Hattori, Anandaraja,

Teerakanchana, Ahmadi, Chen, Córdova, y la formula nueva que planteamos en esta investigación). (4) (5) (6) (7) Además, se considera la influencia de los niveles de triglicéridos en la precisión de estas estimaciones.

Este estudio se enfoca en pacientes que presentan una variedad de perfiles lipídicos, incluyendo normolipemia, hipercolesterolemia, hiperlipemia mixta e hipertrigliceridemia, buscando así evaluar las diferencias en la estimación de c-LDL entre los métodos en diferentes condiciones lipídicas. Asimismo, se explora la idoneidad de las ecuaciones de Friedewald modificada y de regresión como alternativas para calcular el c-LDL, particularmente en pacientes con niveles elevados de colesterol y triglicéridos. (8) (4)

1.2 Planteamiento del problema

Las enfermedades cardiovasculares se incluyen dentro del grupo de desórdenes del corazón y vasos sanguíneos. (1) A nivel mundial uno de cada tres personas muere debido a alguna patología relacionada con las enfermedades cardiovasculares (1). Los factores de riesgo más importantes para las enfermedades cardíacas y accidentes cerebrovasculares son el consumo de alcohol nocivo, inactividad física, consumo de tabaco y la dieta malsana, estos factores se manifiestan en los pacientes con hiperglucemia, hipertensión, hiperlipemia y obesidad (1) (2), en tal sentido diversos estudios muestran que el factor de riesgo más importante para el desarrollo de enfermedades cardíacas es el incremento de la concentración del LDL colesterol (3) (9), lo que llevo a distintos países del mundo a comparar ecuaciones propuestas con el método directo para el cálculo del LDL colesterol con el que se llevara un mejor manejo de pacientes con dislipemias, con el objetivo de hallar la ecuación más óptima a la realidad de sus poblaciones y asegurar la medición exacta y real del LDL. (10)

En las distintas localidades a nivel de latino américa se hallaron niveles alarmantes de triglicéridos, tales como en México teniendo en prevalencia 46.2% y 28.6% en mujeres y varones respectivamente con un nivel de triglicéridos superior a los 150 mg/dL, en Chile teniendo una relación de 20.2% y 7.2% en varones y mujeres con niveles superiores a los 200 mg/dL, en República Dominicana habiendo una prevalencia de 40.0% y 26.4% respectivamente. Por último, el Latin American

Consortium of Studies in Obesity, realizó un estudio en 8 países de la región, concluyendo que la prevalencia era aproximadamente del 25.5%, en pacientes con un nivel superior de triglicéridos mayores 150 mg/dL. (11) (1)

Según las cifras del INEI las enfermedades cardiovasculares en Perú ocupan el tercer puesto (12), así también la Organización Panamericana de la Salud (OPS) menciona que la población peruana mayor de 20 años en un 16% sufre de complicaciones cardíacas (13). En este sentido el incremento de dislipidemias y con ello las enfermedades cardíacas son un punto de interés prioritaria para incrementar la tasa de esperanza de vida en el país y poder reducir así la tasa de mortalidad que va acrecentándose año tras año. Cabe mencionar que el control de las dislipidemias también ayudaría a tener menos pacientes con alguna condición cardíaca que podría incrementar el riesgo de muerte al enfrentarse alguna otra enfermedad. (1) (12)

La medición de la lipoproteína de baja densidad (LDL) bajo métodos confiables es de vital importancia para lograr la interpretación adecuada de información clínica que es esencial para un tratamiento y prevención de las enfermedades cardiovasculares, la mayoría de ensayos para su adecuada cuantificación requiere un pretratamiento de la muestra con el que se conseguirá una precipitación selectiva de lipoproteínas que permitirá la medición de LDL del sobrenadante después de procesos de centrifugación y enfriamiento. (9) (2) Aunque este procedimiento este supeditado a muchos errores preanalíticos como el uso de instrumento descalibrado, variación del pH, inadecuada centrifugación, y así también las condiciones del paciente a la hora de la realización del examen como el consumo de fármacos, ayuno inadecuado, distintos niveles de lipoproteínas, entre otras. Así también estos errores pueden situarse a partir del cálculo matemático para hallar el LDL en base a ecuaciones sencillas como la de Friedewald (2) (4).

Debido a la gran importancia clínica de LDL, los laboratorios deben contar con métodos seguros y estandarizados para su medición. Dentro de los métodos de referencia se encuentra el método de beta-cuantificación que es de uso limitado debido a su muy laboriosa realización, consumo de tiempo y uso de volúmenes grandes de muestra (14) (15). Así también se tiene métodos homogéneos para su

medición, este también es limitado por su alto costo de reactivos. Por estas razones en la mayoría de los laboratorios se opta por la medición indirecta de la concentración de LDL haciendo uso de fórmulas como la de Friedewald (4), esta fórmula a la actualidad presenta inexactitud en pacientes con triglicéridos mayor a 400 mg/dl (5), lo que implica el uso de ecuaciones alternas para la medición del LDL como es el caso de la fórmula propuesta por de Córdova y de Córdova (16) la cual es dependiente solamente del colesterol total y el colesterol unido a lipoproteínas de alta densidad (HDL), esta ecuación la realizaron bajo el método de wako, esta fórmula reporta mayor exactitud y al ser libre de triglicéridos la hace más viable evitando así posibles errores debido a las dislipemias en pacientes (17).

Nuestra investigación surge del interés de conocer cuáles son los valores reales de c-LDL en pobladores de la región del Cusco, haciendo uso de una ecuación planteada y su validación en contraste con otros métodos de diagnóstico, en este sentido en el presente trabajo se busca proponer una nueva ecuación basada en las ya existentes con la finalidad de poder tener una alternativa de medición del LDL más económica, ajustada a nuestra realidad, con alta tasa de confiabilidad y exactitud, también se realizará la comparación de exactitud con métodos directos y la correlación con la ecuación formulada por de Cordova y Cordova (16), Martin (18) y Friedewald, etc. Para obtener mayor confiabilidad, asegurando así un nuevo método fiable para el cálculo de LDL. (4)

1.3 Formulación del problema

1.3.1 Problema general

- ¿Cuál es la relación entre el c-LDL adquirida mediante la ecuación obtenida y los métodos existentes en pacientes del Hospital Regional del Cusco - 2022?

1.3.2 Problemas específicos

- ¿Qué concordancia existe entre los resultados obtenidos a través de la ecuación generada y la medición obtenida por las ecuaciones existentes?

- ¿Qué concordancia existe entre los resultados obtenidos a través de la ecuación generada y la medición obtenida por las ecuaciones existentes en pacientes con un nivel óptimo de c-LDL?
- ¿Qué concordancia existe entre los resultados obtenidos a través de la ecuación generada y la medición obtenida por las ecuaciones existentes en pacientes con un nivel casi óptimo de c-LDL?
- ¿Qué concordancia existe entre los resultados obtenidos a través de la ecuación generada y la medición obtenida por las ecuaciones existentes en pacientes con un nivel alto de c-LDL?
- ¿Qué concordancia existe entre los resultados obtenidos a través de la ecuación generada y la medición obtenida por las ecuaciones existentes en pacientes con un nivel muy alto de c-LDL?
- ¿Cuál es la ecuación de determinación del c-LDL posee una mayor confiabilidad en pacientes con triglicéridos <200 mg/dL?
- ¿Cuál es la ecuación de determinación del c-LDL posee una mayor confiabilidad en pacientes con triglicéridos >400 mg/dL?

1.4 Objetivos de la Investigación

1.4.1 Objetivo general

- Determinar la relación entre el c-LDL adquirido mediante la ecuación obtenida y los métodos existentes en pacientes del Hospital Regional del Cusco – 2022.

1.4.2 Objetivos específicos

- Determinar la concordancia existente entre los resultados obtenidos a través de la ecuación generada y la medición obtenida por las ecuaciones existentes.
- Determinar la concordancia existente entre los resultados obtenidos por la ecuación desarrollada y la medición obtenida por otras ecuaciones, teniendo en cuenta como factor el nivel óptimo de c-LDL.

- Determinar la concordancia existente entre los resultados obtenidos por la ecuación desarrollada y la medición obtenida por otras ecuaciones, teniendo en cuenta como factor el nivel casi óptimo de c-LDL.
- Determinar la concordancia existente entre los resultados obtenidos por la ecuación desarrollada y la medición obtenida por otras ecuaciones, teniendo en cuenta como factor el nivel alto de c-LDL.
- Determinar la concordancia existente entre los resultados obtenidos por la ecuación desarrollada y la medición obtenida por otras ecuaciones, teniendo en cuenta como factor el nivel muy alto de c-LDL.
- Determinar el método de determinación del c-LDL que posee una mayor confiabilidad en pacientes con triglicéridos <200 mg/dL.
- Determinar el método de determinación del c-LDL que posee una mayor confiabilidad en pacientes con triglicéridos >400 mg/DI1|

1.5 Justificación de la investigación

1.5.1 Justificación teórica

La determinación del colesterol de baja densidad es una pieza de suma importancia en el diagnóstico clínico, debido al rol que el mismo representa en cuanto al riesgo cardiovascular, si bien este examen de rutina puede ser muchas veces subestimado, su adecuada determinación puede significar que un paciente reciba un tratamiento o el tratamiento adecuado de ser necesario, por lo que si bien el método de medición directa es el ideal, debido a su acceso, costo y tiempo de empleo, no es viable en todos los establecimientos médicos, por lo que es necesario el manejar una fórmula para el cálculo del c-LDL (19) (9) (18). Si bien existen diversas fórmulas diseñadas para esta labor, siendo la más conocida la de Friedewald, se debe tener en cuenta las limitaciones de estas, así como su diseño, ya que en la gran mayoría de casos fueron diseñadas para funcionar de manera adecuada en una zona geográfica exacta y con una población en mente, como es el ejemplo de la ecuación de Ahmadi pensada para su uso en la población iraní, siendo su aplicación en otras partes del mundo limitada, debido a la coyuntura propia de ese país, así como su acceso a diferentes alimentos o servicios (20) (21).

Teniendo todo esto en cuenta, planteamos una formula cuyo uso sea el más preciso

para la población de la región de Cusco, esto debido a la gran diversidad presente en Perú, siendo sus distintas regiones un factor en cuanto el acceso de distintos alimentos, las costumbres, el estrato social, etc. Por lo que un estudio realizado en otra región podría no ser del todo adecuado al momento de realizar la determinación del c-LDL siendo; que un sesgo en la población es un factor de influencia el cual puede alterar el resultado obtenido bajo distintas fórmulas (22) (23) (6).

1.5.2 Justificación práctica

En la actualidad el perfil lipídico es uno de los exámenes más solicitados en los laboratorios y esto debido a la importancia en las terapias hipolipemiantes y el requerimiento en la mayoría de las guías clínicas para el manejo de dislipemias, puesto que es un criterio importante para la determinación del riesgo aterogénico, en tal sentido es necesario poder contar con métodos estandarizados y confiables para su cuantificación. Dentro de estos métodos tenemos: el de beta-cuantificación considerado como referencia, pero que requiere ultracentrifugación y gran volumen de muestra lo cual lo hace inaccesible, también se cuenta con el método de precipitación con agentes químicos como la heparina, sulfato de dextran o polivinilsulfatos, etc. Este método hace el uso del cálculo del colesterol total y el colesterol sobrenadante no c-LDL para la obtención de la concentración del c-LDL, dentro de este método tenemos limitaciones que lo hacen también inadecuado puesto que al momento de la precipitación si el paciente muestra gran cantidad de triglicéridos podemos precipitar fracciones ricas en colesterol y ácidos grasos, que pueden causar interferencia, también al no poder automatizarse por completo representa gran inversión de tiempo para su realización.

Así también en la actualidad se cuenta con los métodos directos para la estimación del c-LDL, pero que no son muy usados debido a su alto costo. Existe también la forma indirecta para el cálculo del c-LDL que es mediante la ecuación de Friedewald que hace uso del colesterol total, triglicéridos y c-HDL, es de nulo costo y de rápida aplicación, pero que también presenta desviación cuando la concentración de triglicéridos se ve incrementada dando valores inexactos del c-LDL, por lo que nuestra investigación buscó obtener un método sencillo, fiable, adecuado para nuestra población y sin interferencia de triglicéridos para el cálculo del c-LDL (22).

El tener a mano una formula con una mayor precisión y confiabilidad, es de gran beneficio a los pacientes de la región de Cusco, previamente se tenía estas estimaciones en base a estudios enfocados en otras regiones, de esta manera el apoyo al diagnóstico brindado por un cálculo más adecuado del c-LDL, conllevará a diagnósticos más precisos y al posible tratamiento farmacológico de los pacientes de forma más adecuada. Siendo así que la utilidad de esta fórmula se plantea hacía el uso por parte del personal de laboratorio y su beneficio directo se aplica hacia los pacientes.

2. CAPITULO II: Marco Teórico

2.1 Antecedentes de la investigación

2.1.1 Antecedentes internacionales

Masson W, Siniawski D, Rossi E, Damonte J, Halsband A. (Argentina, Buenos aires, 2020) En su estudio titulado "NEW FORMULA FOR ESTIMATING LDL-CHOLESTEROL: CONSEQUENCES ON THE ASSESSMENT OF LIPID TARGETS IN CORONARY PATIENTS" (19) tiene como objetivo evaluar las consecuencias de evaluar una nueva fórmula para el cálculo de c-LDL sobre la valoración de metas lipídicas, este estudio es de corte transversal donde estimaron el c-LDL con la fórmula de friedewald y la nueva ecuación con un factor de corrección para los triglicéridos, llegaron a la conclusión que la fórmula de friedewald mostro resultados imprecisos y la nueva ecuación podría ser útil para optimizar el tratamiento hipolipemiente en pacientes de alto riesgo (19).

Chapman J, Giral P, Therond P. (Paris, Francia 2021) En su estudio titulado "Colesterol de LDL: los tiempos están cambiando" (9) tiene como objetivo aplicar una nueva fórmula para el cálculo c-LDL, dicha ecuación la plantearon mediante la regresión lineal, el presente estudio es de corte transversal donde midieron el c-LDL por las fórmulas de Friedewald, Martin y la nueva ecuación 2 que plantean Sampson et al. Donde llegaron a la conclusión que la ecuación 2 muestra resultados precisos

aun estando frente a triglicéridos por encima de 800 mg/dl y por debajo de 50 mg/dl haciendo de esta ecuación altamente confiable (9).

P Penson, S.S Martin, N.C Henney, M Banach (Estados Unidos de América, 2020) En su estudio titulado "Comparación del cálculo de LDL-C por los métodos de Friedewald y Martin/Hopkins en 12 243 adultos de los Estados Unidos de América " (18) en el presente artículo tiene como objetivo la comparación del c-LDL calculado por los métodos de Friedewald y Martin/Hopkins y su correlación con la Apo B y no-HDL-c con lo que los pacientes con alto riesgo cardiovascular podría iniciar tratamiento con estatinas, siendo un estudio de tipo transversal se tomaron datos de perfil lipídicos donde usaron las ecuaciones de Friedewald y Martin/Hopkins para el cálculo del c-LDL tuvieron como instrumento el análisis estadístico IBM SPSS para Windowsv26, así llegaron a la conclusión de que la ecuación de Martin/Hopkins tiene mayor correlación positiva con no-HDL-c y Apo-B (18).

Nicolene Steyn, H. Muller Rossouw, Tahir S. Pillay, Janine Martins, (Pretoria, Sudáfrica 2022) En su estudio "Comparability of calculated LDL-C with directly measured LDL-C in selected paediatric and adult cohorts", (24) Examinaron dos conjuntos de datos clínicos para evaluar la correlación de ecuaciones predictivas para el colesterol LDL-C (Friedewald, Sampson, Martin-Hopkins, Extended Martin-Hopkins, Hattori y Anandaraja) con ensayos directos de LDL-C en una unidad pediátrica grande con una muestra de 7598 pacientes y en una unidad de adultos con diabetes no controlada con una muestra de 57165. Siendo que en la unidad pediátrica, la ecuación Sampson presentó la mejor correlación con los ensayos directos de LDL-C, con la mayoría de los valores dentro del sesgo deseable (35.9-44%) aunque tiende a subestimar los niveles de LDL-C. La ecuación Martin-Hopkins es menos propensa a subestimar estos valores. En cuanto a la unidad de pacientes diabeticos, la ecuación Martin-Hopkins mostró la mejor correlación. En hipertrigliceridemia, la ecuación Martin-Hopkins se correlaciona mejor con los ensayos directos de LDL-C.. (24)

Mendes de cordova CM, de santa Helena ET, Galgowski C, et al. (stralsund, Alemania 2018) En su estudio "Evaluation of a new equation for LDL-c estimation and prediction of death by cardiovascular related events in a German population-

based study cohort”, realizado en el noreste de Alemania, donde proponen una ecuación simple establecida por Cordova y Cordova en un laboratorio brasileño la cual pusieron a prueba haciendo uso de 4075 personas donde la compararon con las fórmulas de Anandajara, Chen, Teerakanchana, Hattori, Martin, Friedewald y Ahmadi. De todas sus contrastaciones concluyeron que la fórmula de Cordova y Cordova tenía mejor concordancia (25).

2.1.2 Antecedentes nacionales

Saldaña Orejón I, Benites Ricra M. (Lima, Perú 2018) En su investigación “Concordancia entre la medición directa y el valor estimado de colesterol de LDL en pacientes ambulatorios” (5) evalúan la estimación del colesterol asociado a la lipoproteína de baja densidad (c-LDL) en laboratorios clínicos mediante la ecuación de Friedewald y otras ecuaciones comparativas. Se realizó el análisis de 4,644 resultados de c-LDL en el Hospital Edgardo Rebagliati Martins (Lima, Perú) utilizando diferentes ecuaciones y se estratificaron según niveles de triglicéridos elevados. Las ecuaciones de regresión y Vujovic mostraron los menores sesgos y un buen acuerdo con la determinación directa de c-LDL. La ecuación de regresión destacó en concentraciones altas de triglicéridos (≥ 401 mg/dL). Y concluyeron, que la ecuación de regresión exhibe bajo error analítico y concordancia con el método directo, incluso en niveles elevados de triglicéridos, destacando su eficacia para estimar c-LDL. (5)

Marcos Carbajal, Liz Olola (Lima, Perú 2021) en su estudio “Comparación entre la determinación directa del LDL colesterol y estimada por ecuaciones en pacientes ambulatorios en un Laboratorio Privado de Lima Metropolitana, 2021” (26); analizó 300 resultados de Perfil Lipídico de pacientes mayores de 18 años en el Laboratorio Clínico Privado BRYCER LABORATORIOS S.R.L de Lima Metropolitana entre enero y julio de 2021. Realizó su estudio aplicando diversas ecuaciones, incluyendo Friedewald, Cordova, Regresión y Logarítmica, junto con el método directo homogéneo. Todas las ecuaciones y el método directo mostraron una correlación significativa. Y logró observar que Friedewald y Cordova presentaron sesgos mayores a partir de concentraciones de triglicéridos superiores a 200 mg/dL., Asimismo las ecuaciones de Regresión y Logarítmica exhibieron una concordancia

moderada y eficiencia en diferentes niveles de triglicéridos. (26)

Quispe Espinoza E, (Lima, Perú 2021) En su estudio titulado "Concordancia entre la medición directa y el valor estimado del colesterol LDL en pacientes del Hospital de Emergencia José Casimiro Ulloa, enero - octubre 2021, Lima" (23) tienen como objetivo calcular el grado de concordancia que existe entre los valores de estimación del LDL de forma directa e indirecta, el presente trabajo es de tipo transversal cuantitativo donde tuvieron un total de 406 perfiles lipídicos como muestra del estudio, se utilizó el test de Pearson y correlación de concordancia de Lin, de donde concluyen que la fórmula de Sampson muestra mejor precisión respecto a las demás formulas en evaluación (23).

Quispe Huamán A, (Lima, Perú 2022) En su estudio titulado "Ecuaciones para estimar la concentración de lipoproteínas de baja densidad del colesterol en pacientes del hospital militar central 2022" tiene como objetivo la comparación de valores del LDL colesterol determinado por el método directo homogéneo y el estimado por las ecuaciones Friedewald, de cordova, regresión lineal múltiple y Friedewald modificada en pacientes ambulatorios del hospital militar central, teniendo como muestra a 2219 muestras de pacientes, el presente trabajo es observacional descriptivo, haciendo uso de Microsoft Excel se creó una base de datos el cual fue procesado en los programas SPSS Statistics versión 21.0 y MedCalc versión 20,106, de donde obtuvieron que la ecuación de Friedewald se deprecia al igual que la ecuación de cordova presentando mayor sesgo, obtuvieron también que las ecuaciones de regresión múltiple y Friedewald modificado tuvieron menor sesgo. Entonces se concluye que la ecuación de Friedewald modificada y de regresión lineal presenta resultados similares al obtenido con la medición directa (27).

Loreva Salas C, (Tacna, Perú 2020) en su estudio "Concordancia de la medición enzimática directa de colesterol – LDL versus el valor estimado por las ecuaciones de Martin, Córdoba, Regresión múltiple y Friedewald, en pacientes atendidos en el hospital III Daniel Alcides Carrión de Essalud - Tacna, 2020" tienen como objetivo la determinación de la concordancia entre la medición directa del colesterol – LDL y el valor estimado a través de las ecuaciones de Martin, Cordova, Friedewald y

Regresión múltiple, en pacientes atendidos en el hospital III Daniel Alcides Carrión de Essalud, este trabajo es de enfoque cuantitativo, de nivel relacional, observacional, transversal y retrospectivo. Tuvo como muestra a 7196 pacientes, sus resultados fueron que la fórmula de Cordova y Cordova muestra mejor concordancia cuando el nivel de triglicéridos oscila entre < 100mg/dl y 200 mg/dl, así también la Formula de Friedewald muestra mejor concordancia cuando el nivel de triglicéridos esta entre 201mg/dl y 400mg/dl y por último obtuvieron que la fórmula de regresión lineal muestra mejor concordancia cuando los triglicéridos son mayor de 400 mg/dl. Así llegan a la conclusión que la fórmula de Cordova y Cordova tienen mejor fuerza de concordancia (28).

2.2 Bases teóricas

2.2.1 DISLIPIDEMIAS

Es la alteración de los niveles de lípidos séricos; que pueden deberse al incremento del colesterol y triglicéridos, estos pueden llegar a incrementar el riesgo de desarrollar aterosclerosis debido a que facilitan el depósito de lípidos a la pared arterial formando ateromas, en los párpados pueden formar xantelasma y xantomas a nivel dérmico. Así también el incremento de triglicéridos aumenta la probabilidad de desarrollar pancreatitis aguda, incrementando así el riesgo de morbilidad y mortalidad. Entonces para términos de mejor abordaje del tema de investigación se describirán más información sobre lípidos en sangre (29).

2.2.2 LÍPIDOS

Los lípidos son un grupo de biomoléculas heterogéneas que son solubles en disolventes orgánicos e insolubles en medio acuoso, contribuyen en funciones orgánicas como: estructural, energética y hormonal. Según su composición podemos clasificarlos en lípidos simples y complejos. Los lípidos simples están constituidos por C, H y O; dentro de esta clasificación tenemos a los ácidos grasos, acilglicéridos, ceras y colesterol. Así también tenemos los lípidos complejos que están constituidos por C, H, O y también pueden poseer P, N o S; entre estos tenemos a los fosfoglicéridos y esfingolípidos (30).

2.2.3 TRANSPORTE SANGUINEO DE LOS LIPIDOS

En el plasma sanguíneo los lípidos poseen una naturaleza insoluble, por lo que necesitan de lipoproteínas como la albumina y proteínas plasmáticas. Las lipoproteínas poseen dos partes una apolar y otra polar, en su parte apolar o nuclear de las lipoproteínas se encuentran, algunas moléculas como los triglicéridos y el colesterol esterificado son apolares; así mismo su densidad esta proporcionada por la cantidad de lípidos y proteínas que este contenga, donde los más ricos en lípidos son los quilomicrones y el HDL es quien posee mayor número de proteínas de entre el resto de lipoproteínas, de esta manera la composición de las lipoproteínas puede variar. (31) En la dieta los lípidos obtenidos principalmente son los triglicéridos y el colesterol, son llevados al intestino delgado con acción de la lipasa y sales biliares situándolos en el duodeno donde llegan a la circulación linfática tras ser transformados en quilomicrones; quienes son encargados de transportar triglicéridos endógenos. (31)

Por otro lado, se encuentra la lipoproteína de muy baja densidad o VLDL por sus siglas en inglés (very low density lipoprotein), siendo de procedencia endógena, esta se transporta desde el hígado, por tanto, se puede dar un incremento de triglicéridos sanguíneos gracias a estas dos lipoproteínas después de una ingesta de alimentación basada en grasas o en ayunas. (32)

Las HDL son sintetizadas en el hígado e intestino delgado, se originan al combinar el colesterol libre de células al transportador cassette ligado al ATP A1 y este a su vez se combina con las apoproteínas A-1 (33), teniendo como resultado un HDL naciente, para llegar a su maduración debe realizarse un proceso de esterificación del colesterol situado en esta lipoproteína, aquí la LCAT o lecitina colesterol acil-transferasa interviene convirtiendo las moléculas en apolares (29). Estas lipoproteínas tienen por función movilizar el colesterol de tejidos periféricos al hígado para su catabolismo a ácidos biliares, llevando a cabo el transporte inverso. (31)

El LDL o lipoproteína de baja densidad, son el resultado de la degradación final de las lipoproteínas de densidad intermedia y estas a su vez se producen por la degradación de las VLDL, las LDL son ricas en colesterol esterificado y tienen como función distribuir colesterol a los tejidos, regresar el restante al hígado y participa

también en la biosíntesis del colesterol (14).

2.2.4 COLESTEROL

Es una molécula cuya función vital es ser parte de las membranas, interviene en la fluidez, permeabilidad y también en su función, pues la cantidad de colesterol en la membrana altera la actividad de enzimas fijadas, proteínas transportadoras y de receptores de membrana (34).

Siendo así componente elemental en sales biliares, vitaminas, hormonas, vitamina D y membranas plasmáticas. Por ser de naturaleza hidrofóbica a nivel sanguíneo es transportada por lipoproteínas y a nivel celular esta forma parte de membranas o citoplasma, pasando por una esterificación con un ácido graso ya que su exceso es toxico para la célula. La acumulación de colesterol esterificado en macrófagos es peligrosa para el hombre pues favorece las lesiones ateroscleróticas, pues no logramos metabolizar completamente el colesterol (35).

La tasa de síntesis de colesterol se regula por la enzima 3-hidroxi-3-metilglutaril-coenzima A reductasa (HMG-CoAR), y a su vez su actividad se regula por el flujo de colesterol intestinal hacia el hígado. La principal vía de entrada es el intestino delgado, la cual deriva de la secreción biliar, la ingesta alimentaria y menor proporción de la descamación intestinal (34).

2.2.5. TRIGLICERIDOS

Los triglicéridos son macromoléculas compuestas principalmente por tres ácidos grasos enlazados a una de glicerol, siendo el VLDL o very low density lipoprotein y los quilomicrones los derivados de estos. Estando asociados a su vez esterés colestáticos, apolipoproteínas de superficie, fosfolípidos y colesterol libre. Los triglicéridos endógenos producidos por el hígado son transportados como VLDL, mientras que aquellos obtenidos a través de la dieta son transportados como quilomicrones por medio de la linfa desde los intestinos. (36) (37)

La Lipoproteinlipasa, se encarga de hidrolizar el VLDL y quilomicrones, en remanentes de quilomicrones, ácidos grasos libres, e IDL (lipoproteínas de densidad intermedia). Los quilomicrones y el IDL (15), son removidos por la acción de la

apolipoproteína E, o por la lipoproteinlipasa, y luego asimilados por los hepatocitos a través de receptor de lipoproteínas de baja densidad (LDLR). Por otro lado, el incremento en VLDL es la principal pista que puede conllevar a la hipertrigliceridemia, la cual tiende a llevar a distintos problemas de salud como la insulino-resistencia, diabetes mellitus tipo 2 y obesidad. (38) (37) (9)

2.2.6. LIPOPROTEINAS

Son moléculas complejas rodeadas por una membrana hidrófila y a su vez presentando un núcleo no polar hidrofóbico, con una composición de fosfolípidos, colesterol libre, apolipoproteínas, esterios colestáticos y triglicéridos, respectivamente. (15)

Siendo estos clasificados según su densidad:

- Quilomicrones: >0.930 gramos/mililitro
- Remanentes de los quilomicrones: 0.930 – 1.006 gramos/mililitro
- VLDL: 0.930 – 1.005 gramos/mililitro
- IDL: 1.006 – 1.018 gramos/mililitro
- LDL: 1.019 – 1.062 gramos/mililitro
- HDL 1.063 – 1.210 gramos/mililitro
- Lp: 1.055 – 1.085 gramos/mililitro

(15)

Quilomicrones

Moléculas grandes producidas a nivel intestinal y cuyo destino es el hígado o los tejidos periféricos. Una alimentación alta en lípidos lleva a la formación de los quilomicrones debido a la alta ingesta de triglicéridos, a zonas con una cantidad disminuidas de estos. (15)

Los quilomicrones contienen apolipoproteínas, entre ellas están A-I, II, IV, V, B-48, C-II, III; Y E, siendo la principal la apolipoproteína (APO B-48), estando presente en todos los quilomicrones. (15)

Son requeridos principalmente por el tejido adiposo y los músculos. (36)

Remanentes de los quilomicrones

Estas moléculas son proaterogénicas, y se forman al remover los triglicéridos de los quilomicrones, por el tejido periférico. (15)

Son llevados al hígado y se unen a este a través de los receptores de LDL, debido a APO E. (36)

VLDL

Cuando la cantidad de triglicéridos que ingresan al hígado se ven incrementados, esto conlleva a una producción elevada de VLDL, siendo estos ricos en triglicéridos. Contienen las apolipoproteínas C-I, II, III; E y B-100, siendo Apo B-100 la apolipoproteína principal y están presente en todas las moléculas de VLDL. (15)

Es liberado al torrente sanguíneo por el hígado horas después de ser adquiridos por la alimentación, el VLDL puede inducir neuro inflamación, conllevando a una disfunción cognitiva, además de lograr afectar a los riñones al promover la liberación de aldosterona y de esta manera elevar la presión sanguínea. (39)

IDL

Siendo proaterogénicas, estas moléculas se producen al separar los triglicéridos del VLDL esto producido por los músculos y el tejido adiposo, siendo ricas en colesterol y conteniendo Apo B-100 y E. (15)

Son partículas estables, producidas por el catabolismo del VLDL a nivel intravascular, siendo solo posible si existe el nivel mínimo de lípidos para que se pueda llevar a cabo la lipólisis en los triglicéridos. Adicionalmente puede ser llevado a nivel hepático por un proceso de endocitosis y posteriormente catabolismo. (31)

LDL

Siendo aún más ricas en colesterol estas moléculas derivadas del VLDL y el IDL, el LDL se lleva la mayoría del colesterol que se encuentra en circulación en el cuerpo. (14) Poseyendo distintos tamaños y densidades, las moléculas pequeñas de LDL se encuentran asociadas a la hipertrigliceridemia, niveles bajos de HDL, obesidad entre otros. Las más pequeñas son consideradas más proaterogénicas, ya que poseen una menor afinidad al receptor de LDL, así como una mayor facilidad para atravesar

las paredes arteriales, siendo su principal apolipoproteína es el Apo B-100. (15)

El LDL ha reemplazado al colesterol total como la causa de hiperlipidemia como se creía anteriormente, todo esto debido a su capacidad de provocar enfermedades cardiovasculares. (40)

Los valores de esta lipoproteína tienden a ser clasificados según el riesgo que representan para los pacientes con enfermedades cardiovasculares, siendo el nivel óptimo de esta menos a 70 mg/dl los niveles altos entre 130-159 mg/dl y los niveles muy altos superiores a 160 mg/dL. (37)

HDL

Estas partículas son ricas en colesterol y fosfolípidos, encargadas principalmente de transportar el colesterol al hígado desde los tejidos periféricos, el cual es el principal motivo por lo que es considerada anti-aterogénica. Sin mencionar sus capacidades antitrombóticas, antiinflamatorias. Sus apolipoproteínas son A-I, A-II, A-IV; C-I, II, III y E, Siendo la principal la Apo A-1. (15)

El HDL puede llegar a mediar la respuesta inmune, tal como la activación linfocítica o estar estrechamente relacionado al funcionamiento de macrófagos. (41) (37)

Apolipoproteínas

Siendo estos componentes de las lipoproteínas plasmáticas, pueden transportar lípidos a distintas zonas del cuerpo para su uso y metabolismo. Debido a esto, pueden ser estos los detonantes para el desarrollo de hiperlipidemias, aterosclerosis, y enfermedades cerebrovasculares. (10)

Las apolipoproteínas incluyen A, B, C, D, E, F, M, N, H, L, y Familias de la R, más allá de su función de transporte, muchas otras poseen distintas funciones desde activación de enzimas al reconocimiento de receptores. (42)

Apolipoproteína A-I

Componente primordial para las lipoproteínas de alta densidad, juega un rol vital en el transporte reverso del colesterol. Sin embargo, posee una capacidad

multifuncional, ligado a la inmunidad, inflamación, apoptosis viral, etc. Estando vinculado de manera estrecha a la función del HDL protectora a nivel cardiovascular. (43)

Estructuralmente está compuesto por 243 aminoácidos, siendo sintetizada a nivel hepático e intestinal, además de componer el 70% de las moléculas de HDL. (33)

Apolipoproteína A-II

Siendo la segunda apolipoproteína más importante del HDL, aunque cabe mencionar que su función no es del todo clara, se tienen indicios que su rol es la activación de lipoproteína lipasa (LPL). (44)

Apolipoproteína A-IV

Es una proteína ligadora de lípidos, siendo sintetizada a nivel del intestino delgado y vinculado principalmente a los quilomicrones para su transporte a través de la linfa, también teniendo funciones en la agregación plaquetaria, homeostasis, trombosis, y antiaterosclerótica. (45)

Apolipoproteína A-V

Posee un rol importante en la regulación de los triglicéridos teniendo su déficit altamente ligado con la hipertrigliceridemia. El catabolismo de los triglicéridos es promovido por esta apolipoproteína ya sean de origen intestinal o hepático, debido a la activación de LPL. (46)

Apolipoproteína B-48

Conocido como el único marcador de quilomicrones intestinales, su secuencia de 45 aminoácidos, representa el 48% de la constitución del APO B100. (47)

Apolipoproteína B-100

Es una proteína encargada del transporte del colesterol, siendo este las lipoproteínas de baja densidad (LDL), su alteración puede conllevar al hipercolesterolemia. (48)

Es necesaria para la producción y secreción de VLDL, teniendo fuertes áreas

hidrófobas se vincula de buena manera a los lípidos. Además, tiene un receptor de LDL, permite una vinculación sencilla entre el LDL y el receptor de LDL a nivel hepático. (32)

Apolipoproteína C

La apolipoproteína C, se divide en 3, siendo estas APO C-I, II y III, son producidas en menor medida por el intestino y de manera principal a nivel hepático. (10)

C-I posee la capacidad de inactivar el LPL, la lipasa hepática, y demás, la C-II, posee un rol inverso a la anterior teniendo gran importancia en el metabolismo de triglicéridos, al activar el LPL. Finalmente el C-III se encuentra vinculado a la producción de LDL en menor proporción. (10)

El C-III se encuentra estrechamente relacionada con la hipercolesterolemia, al facilitar la producción de LDL y encontrarse vinculado al VLDL. (10)

Apolipoproteína E

Altamente vinculada con la enfermedad de Alzheimer, la principal función del APO E, es el metabolismo del colesterol a nivel neuronal, funciones mitocondriales, interviene en el sistema cardiovascular y respuestas inmunes. (49)

Hiperlipidemias

Las hiperlipidemias son la causa modificable más común para las enfermedades cardiovasculares. Es una condición de salud en la cual los lípidos plasmáticos, así como las lipoproteínas se encuentran incrementadas. (8) (50)

La hipertrigliceridemia y el hipercolesterolemia, contribuyen al desarrollo de aterosclerosis. (50)

Su clasificación es la siguiente:

- **Elevación aislada del colesterol:** Es definida como el aumento en los niveles serológicos de colesterol total y triglicéridos, siendo la causa más usual un incremento en la dieta des estos. (29)
- **Hipercolesterolemia familiar:** Provocadas por defectos a nivel genético,

tienden a presentar una deficiencia en la producción de lipoproteinlipasa (LPL).

- **Hipercolesterolemia liga a la deficiencia de APO B-100:** Al haber un déficit en la producción de esta apolipoproteína, así como del APO C-II se provoca una activación deficiente del LPL (8)
- **Hipercolesterolemia poligénico:** Trastorno ocasionado a nivel genético, el cual usualmente tiene como consecuencia las enfermedades coronarias. (8)
- **Hipertrigliceridemia:** El descenso en la actividad del APO C-II, así como el LPL pueden conllevar a este trastorno debido a una lipólisis deficiente, conlleva a un nivel sérico elevado de los triglicéridos, incapaz de ser catabolizados apropiadamente. (50)

2.2.7. Métodos de medición de c-LDL

La ecuación de Friedewald es ampliamente usada para el cálculo del c-LDL, la cual requiere el cálculo de los triglicéridos, c-HDL, y colesterol total a nivel sérico.

Teniendo esto en cuenta el método de referencia para el cálculo de LDL es la beta-cuantificación; siendo para esta necesaria la ultra centrifugación para lograr remover el VLDL, y los quilomicrones. Su principal problema es lo tedioso y laborioso para su realización debido a esto, no es factible su uso diario en el laboratorio, por ello se utilizan métodos directos homogéneos o las distintas ecuaciones existentes para el cálculo de LDL. (51)

2.2.6.1. Métodos directos

Primera Generación

Basado principalmente en la precipitación química, era utilizado mediante el uso de reactivos tales como la heparina, sulfato de polivinilo, polímeros anfipáticos, entre otros; para la separación del LDL. (4) Sin embargo, carecía de ventajas claras, ya que su precisión o especificidad quedaba ensombrecida a comparación de los resultados obtenidos por la ecuación Friedewald, teniendo en cuenta que los problemas de esta última también se encuentran presentes en esta generación. (4)

En esta generación también se consiguió la separación del LDL de los demás elementos interferentes, mediante la combinación de un precipitante químico y un anticuerpo anti-HDL, considerado así una inmunoprecipitación permitiendo el análisis del LDL a nivel del sobrenadante, aunque es limitado en hipercolesterolemia y niveles elevados de triglicéridos. (52)

Segunda Generación

La inmunoprecipitación se hace más presente, aunque teniendo falencias clave como la incapacidad de separar del todo el VLDL e impidiendo un cálculo del IDL adecuado, teniendo incluso un rango de error cercano al 15%. Siendo constantemente comparado a la Beta Cuantificación, su mayor problema se encuentra en las muestras con pacientes que presentan hipertrigliceridemia. (4)

Tercera Generación

En esta se hallan los métodos homogéneos; estos presentaron una gran ventaja al ser más fiables y ser analizados de manera automatizada completa, demostrando grandes ventajas a nivel de tiempo y economía. Aunque en su consideración siempre se tiene la fórmula de Friedewald debido a su fiabilidad y menor uso de recursos. (4)

El LDL es separado por medio de surfactantes, del resto de las fracciones del colesterol, si bien una gran parte de estos métodos caen en las falencias como en las anteriores generaciones siendo la hipertrigliceridemia su mayor inconveniente, se han logrado desarrollar métodos homogéneos últimamente que intentan dejar este problema atrás, no se debe olvidar la fiabilidad que se tiene en estos y en especial al poder usarse de manera automatizada en su totalidad. (51)

Beta cuantificación

La Ultracentrifugación, es un método de separación para el LDL, considerado tedioso y que consume una gran cantidad de tiempo, aun así, la beta cuantificación es considerado el método de referencia para el resto de los métodos, debido a su gran precisión y pocas interferencias. Siendo la principal de esta el tiempo requerido y el volumen alto de muestra requerido. (4)

El aspecto más útil de la beta cuantificación es su eficacia al remover las partículas ricas en triglicéridos como lo es VLDL, el cual es el principal interferente al calcular el LDL, los quilomicrones son retirados en la etapa temprana de la ultra centrifugación al utilizar velocidades bajas, (53)

2.2.6.2. Métodos para el cálculo del c-LDL

Ecuación de Friedewald

La mayoría de los laboratorios utilizan la ecuación de Friedewald, sin embargo, esta ecuación es incompatible con pacientes con nivel elevado de quilomicrones o que presenta hipertrigliceridemia, debido a que está basado en la idea de que el nivel de VLDL se encuentra bajo con relación al LDL (51)

Inicialmente propuesta por motivos epidemiológicos, fue rápidamente adoptada en al ámbito clínico para la determinación de LDL, esto debido al nulo costo que representa su empleo, y la facilidad que posee para su uso, siendo la fórmula: (4)

$$\text{LDL} = \text{TC} - \text{HDL} - (\text{TG}/5)$$

Posee una gran afinidad para determinar los niveles de LDL en pacientes, relativamente sanos, estableciéndose en 1972, aunque sus limitaciones han llevado al desarrollo de otras ecuaciones, tales como la de Martin-Hopkins (54)

Ecuación de Martin

La ecuación de Friedewald, presenta una gran deficiencia en cuanto a pacientes con un nivel de VLDL, debido a la relación que estos presentan con los triglicéridos, por la tanto fue requerida una modificación en dicha fórmula dando origen a lo que se conoce como la ecuación de Martin, proponiendo un factor ajustable para el cálculo de VLDL, derivando de la concentración de triglicéridos y las lipoproteínas excluyendo al HDL (55)

El factor se obtiene mediante la fórmula: Colesterol total – HDL, este el factor a usar en la fórmula de Martin, siendo esta:

$$\text{LDL} = \text{CT} - \text{HDL} - (\text{TG}/\text{factor})$$

Ecuación de Córdova

La ecuación de Martin represento un progreso más en cuanto a la de Friedewald, sin embargo, aún puede entregar resultados, elevados de LDL en comparación con los métodos homogéneos. Buscando una fórmula más fiable, cordova plantea la ecuación de la siguiente manera $\frac{3}{4}$ (CT-HDL-c), de donde se obtiene como factor 0.756, debido a que es la media de 0.65 y 0.85 que representa el indicie promedio. (16)

Ecuaciones de Regresión Lineal.

Ecuación iraní o de Ahmadi

Esta ecuación posee el defecto que presenta la ecuación de Friedewald, teniendo una sobrestimación en el LDL en aquellos pacientes con un nivel alto o bajo de triglicéridos, conllevando a una disparidad en los resultados obtenidos entre el LDL hallado por un método directo y el calculado. (56) Su fórmula es la siguiente:

$$\text{LDL-C} = (\text{TC}/1.19) - (\text{HDL-C}/1.1) - (\text{TG}/1.9) - 38$$

Por otro lado, esta fórmula ha logrado demostrar una precisión mayor en pacientes con niveles entre los 150 – 300 md/dL, pero teniendo una clara deficiencia en aquellos con cantidades inferiores o superiores a esto. (20)

Ecuación de Saldaña-Benites

El principal objetivo al desarrollar esta ecuación fue poder obtener una estimación del c-LDL, a través del análisis de regresión lineal, el cual puede ser definido de manera simple como una técnica de análisis de datos, que permite la predicción de un valor, al utilizar otro valor ya conocido. (6) El NCEP requiere una exactitud cercana al $\pm 12\%$ al realizar un método de cálculo para c-LDL. La fórmula establecida es:

$$\text{c-LDL} = 0,974 \times \text{Colesterol Total} - 0,160 \times \text{Triglicéridos} - 0,968 \times \text{c-HDL} + 5,361$$

Teniendo como su constante 5,361; el coeficiente de correlación para el colesterol total con un valor de 0,974, a su vez el coeficiente de los triglicéridos es 0,160. Este método se llevó a cabo corroborando la dispersión que presenta frente a un método

homogéneo para el cálculo de LDL y contra la ecuación de Friedewald, mostrando una mayor cercanía al valor obtenido por métodos directos, siendo el margen de error $\pm 1,96$ en la desviación estándar (5) (6).

Ecuación de Sampson

Esta ecuación fue desarrollada teniendo en mente el calcular el valor adecuado de c-LDL en aquellos pacientes que presente un valor bajo de este a nivel sérico, así como un valor elevado de triglicéridos, siendo especialmente implementado en aquellos pacientes con un valor de 800 mg/dL de triglicéridos; pero a su vez es eficaz en pacientes que presente una normolipidemia. (57)

La fórmula es:

$$\text{c-LDL} = \text{Colesterol total} / 0.948 - \text{HDL} / 0.971 - (\text{Triglicéridos} / 8.56 + \text{Triglicéridos} \times \text{no-HDL} / 2140 - \text{Triglicéridos}^2 / 16100) - 9.44$$

Para determinar adecuadamente el factor de corrección efectivo en cada elemento, se utilizó la comparación directa con la beta cuantificación para los triglicéridos, o una isolínea en cada factor para determinar en cada posible valor de triglicéridos y No-HDL. (57)

Ecuación de Hattori

Esta ecuación fue ideada como una alternativa a la de Friedewald, con la diferencia que está basada en la proporción de Apo B (Apolipoproteína B), en relación con el colesterol total. Siendo la primera y principal proteína transportadora de lipoproteínas aterogénicas. (33)

La fórmula de Hattori está pensada para ser aplicada en pacientes con triglicéridos en nivel elevado ($>400\text{mg/dL}$). Esto se debe a su relación con el Apo B. Su fórmula es la siguiente:

$$\text{C-LDL} = (0.94 \times \text{Colesterol Total}) - (\text{c-HDL} \times 0.94) - (0.19 \times \text{Triglicéridos})$$

No obstante, también tiene limitaciones y la principal es su tendencia a subestimar el c-LDL, en pacientes que poseen niveles de Apolipoproteína B elevados. (58)

Ecuación de Anandaraja

Al igual que otras fórmulas, la ecuación de Anandaraja fue creada a causa de la deficiencia encontrada en la de Friedewald, presentando la primera que es una constante de corrección diferente y un factor de corrección para los triglicéridos.

Siendo la formula la siguiente: (7)

$$\text{C-LDL} = 0.9 \times \text{Colesterol Total} - 0.9 \times (\text{Triglicéridos}/5) - 28$$

A su vez tiene limitaciones en pacientes con niveles elevados de triglicéridos, y teniendo una aplicación limitada fuera de su lugar de origen ya que fue pensada para el uso de esta en India. (7)

Ecuación de Teerakanchana

Esta fórmula surge buscando una forma de cálculo fiable para la población tailandesa, debido a las inconsistencias que presentaba la fórmula de Friedewald; teniendo esta una diferencia principal en la constante utilizada que afecta al colesterol, siendo de 0.16, mientras que la de Friedewald usa una de 0.45. (4)

La fórmula es la siguiente:

$$\text{C-LDL} = 0.910 \times \text{Colesterol Total} - 0.634 \times \text{c-HDL} - 0.111 \times \text{Triglicéridos} - 6.75$$

Sus limitaciones se encuentran al tratar con pacientes con un nivel de triglicéridos superior a 400 mg/dL y a su vez al ser una fórmula ideada para la población de Tailandia requiere mayor estudio de manera global. (59)

Ecuación de Chen

Esta fórmula fue propuesta para el cálculo de c-LDL en pacientes chinos, usando como base la de Friedewald, la fórmula es: (4)

$$\text{C-LDL} = \text{Colesterol total} - \text{c-HDL} \times 0.9 - \text{Triglicéridos} \times 0.1$$

Sin embargo, hay que tener en cuenta que esta fórmula palidece al utilizarla en pacientes con triglicéridos en niveles muy altos o bajos, así como en pacientes diabéticos que no se encuentran bajo tratamiento. (21)

2.3 Definición de términos básicos

Colesterol total: Es la suma de todas las lipoproteínas que transportan el colesterol en la sangre, incluyendo LDL, HDL y otras lipoproteínas. El colesterol total es utilizado como una medida general de los niveles de colesterol en el organismo. (10)

Niveles de referencia: Son valores establecidos por organismos de salud para el colesterol total, LDL, HDL y triglicéridos que se consideran deseables para mantener una buena salud cardiovascular. Estos valores pueden variar según la edad, el sexo y otros factores de riesgo. (10)

LDL (lipoproteínas de baja densidad): También conocido como "colesterol malo", las LDL son partículas de colesterol que transportan el colesterol desde el hígado hacia los tejidos del cuerpo. Un nivel elevado de LDL se ha asociado con un mayor riesgo de enfermedades cardiovasculares, como aterosclerosis y enfermedades del corazón. (37) (31)

HDL (lipoproteínas de alta densidad): Comúnmente conocido como "colesterol bueno", las HDL ayudan a transportar el exceso de colesterol de los tejidos y las arterias hacia el hígado, donde es eliminado del cuerpo. Un nivel elevado de HDL se considera beneficioso, ya que puede reducir el riesgo de enfermedades cardiovasculares. (37) (31)

Triglicéridos: Los triglicéridos son un tipo de grasa presente en la sangre que se forma a partir del exceso de calorías que no se necesitan inmediatamente para obtener energía. Altos niveles de triglicéridos también pueden aumentar el riesgo de enfermedades del corazón. (38)

Perfil lipídico: Es un conjunto de pruebas de laboratorio que mide los niveles de colesterol total, LDL, HDL y triglicéridos en la sangre. Proporciona información valiosa sobre el riesgo de enfermedades cardiovasculares y la salud del sistema circulatorio. (60)

Aterosclerosis: Es una enfermedad en la que las placas formadas por lípidos y otras sustancias se acumulan en las paredes de las arterias, estrechando y

endureciendo los vasos sanguíneos, lo que puede obstaculizar el flujo sanguíneo y aumentar el riesgo de eventos cardiovasculares graves. (1) (61)

Dislipidemia: Es un término utilizado para describir trastornos en los niveles de lípidos en la sangre, incluyendo altos niveles de LDL, bajos niveles de HDL o elevados triglicéridos. La dislipidemia se asocia comúnmente con un mayor riesgo de enfermedades cardiovasculares. (29)

Metabolismo del colesterol: Es el conjunto de procesos biológicos que regulan la producción, absorción, transporte y eliminación del colesterol en el cuerpo. Un adecuado metabolismo del colesterol es esencial para mantener un equilibrio saludable de lípidos en la sangre. (8)

Índice aterogénico: Es una relación entre el colesterol total y el HDL. Se utiliza como un indicador del riesgo de enfermedades cardiovasculares, ya que niveles más altos de esta relación sugieren un mayor riesgo. (62)

Factores de riesgo cardiovascular: Son elementos que aumentan la probabilidad de desarrollar enfermedades cardiovasculares, incluyendo el colesterol alto, la hipertensión, el tabaquismo, la obesidad, la diabetes y la falta de actividad física. (10)

Estatinas: Son medicamentos utilizados para reducir los niveles de colesterol LDL en la sangre. Actúan inhibiendo una enzima clave en la síntesis del colesterol en el hígado, lo que ayuda a disminuir los niveles de LDL y reducir el riesgo de enfermedades cardiovasculares. (63)

Pruebas de laboratorio para el colesterol: Incluyen análisis de sangre como el perfil lipídico, que mide los niveles de colesterol total, LDL, HDL y triglicéridos. También existen pruebas más avanzadas, como el análisis de partículas de lipoproteínas, que pueden proporcionar información más detallada sobre el riesgo cardiovascular. (20)

Estenosis: Es el estrechamiento anormal de una arteria debido a la acumulación de placa, lo que puede reducir el flujo sanguíneo y causar problemas de salud graves (64) (63).

3. CAPITULO III: Hipótesis y variables

3.1 Hipótesis

3.1.1 General

- **Hipótesis nula (Ho):** No Existe relación entre el c-LDL adquirida mediante la ecuación obtenida y los métodos existentes en pacientes del Hospital Regional del Cusco – 2022.
- **Hipótesis alterna (Ha):** Existe relación entre el c-LDL adquirida mediante la ecuación obtenida y los métodos existentes en pacientes del Hospital Regional del Cusco - 2022

3.1.2 Específicas

- **Ho1:** No Existe concordancia entre los resultados obtenidos a través de la ecuación generada y la medición obtenida por las ecuaciones existentes
- **Ha1:** Existe concordancia entre los resultados obtenidos a través de la ecuación generada y la medición obtenida por las ecuaciones existentes.
- **Ho2:** La ecuación generada para la determinación de c-LDL no posee una mayor confiabilidad en pacientes con triglicéridos <200 mg/dl.
- **Ha2:** La ecuación generada para la determinación de c-LDL posee una mayor confiabilidad en pacientes con triglicéridos <200 mg/dl.
- **Ho3:** La ecuación generada para la determinación de c-LDL no posee una mayor confiabilidad en pacientes con triglicéridos >400 mg/dl.

- **Ha3:** La ecuación generada para la determinación de c-LDL posee una mayor confiabilidad en pacientes con triglicéridos >400 mg/dl.

3.2 Identificación de variables

3.2.1 Variable 1

Medición directa

3.2.2 Variable 2

Valor estimado

- Formula de Friedewald
- Formula de Martin
- Formula de Cordova
- Formula de Ahmadi
- Fórmulas de Regresión lineal

3.3 Operacionalización de variables (ver anexos)

4. CAPÍTULO IV: Metodología

4.1 Método, tipo y nivel de la investigación

4.1.1 Método de la investigación

El uso del método cuantitativo y observacional es esencial para obtener resultados precisos y confiables. En primer lugar, el método cuantitativo, nos permite medir las concentraciones de c-HDL en muestras biológicas de manera numérica y objetiva. (65) Este enfoque permite extraer conclusiones confiables y fundamentadas científicamente, lo que es esencial para tomar decisiones clínicas adecuadas y diseñar estrategias de tratamiento o prevención efectivas. Además, el método observacional en el laboratorio asegura que las muestras se manipulen y procesen con cuidado para evitar cualquier contaminación o alteración en los datos. Al seguir procedimientos rigurosos de observación y medición, se garantiza la integridad de las muestras y la precisión de los resultados. (66)

Al combinar el enfoque cuantitativo y observacional, se obtiene una comprensión completa y sólida de los niveles de colesterol HDL en el suero sanguíneo y su relación con la salud cardiovascular. (67)

4.1.2 Tipo de la investigación

La presente investigación es de tipo básico, puesto que contribuye al conocimiento

científico, los datos fueron recolectados en un solo momento sin manipulación del observador. (68)

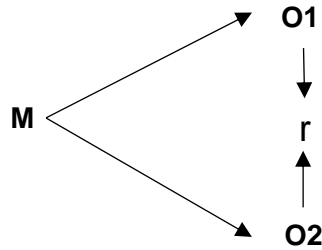
4.1.3 Nivel de la investigación

Al poseer distintas variables proporcionadas por las distintas fórmulas existentes, se optó por el nivel de la investigación correlacional ya que, por la propia naturaleza de este, nos permite la comparación entre las diferentes variables, de manera sistemática, estadística y precisa. (69)

4.2 Diseño de la investigación

El presente estudio se fundamenta en la elección de un diseño no experimental, observacional, correlacional, transversal y retrospectivo debido a diversas razones de índole ética, temporal y metodológica. En primer lugar, se aborda un tema de investigación delicado en el cual sería poco ético o inviable realizar manipulaciones experimentales en los participantes. La adopción de un enfoque observacional permite examinar las variables de interés sin intervenir en su naturaleza. Además, se considera la eficiencia temporal y los recursos disponibles, donde un diseño no experimental resulta más práctico y económico, permitiendo abordar un amplio rango de datos en un período de tiempo limitado. Este enfoque también se adecua a la naturaleza exploratoria de la investigación, ya que se pretende obtener una descripción detallada y generar hipótesis para futuros estudios.

Asimismo, la disponibilidad de datos existentes que son pertinentes al tema de investigación facilita la elección de un diseño retrospectivo, aprovechando información previamente recopilada y ahorrando tiempo en la recolección de datos primarios. También, se considera que un diseño transversal permitirá obtener una instantánea representativa de las relaciones entre las variables en un momento específico, contribuyendo a una comprensión más completa del fenómeno estudiado. En última instancia se considera un diseño correlacional puesto que permitirá evaluar la relación de variables entre si evaluando su grado de correlación (69) (70).



M: Muestra: 5859 pacientes con resultados de perfiles lipídicos que se encuentran dentro de nuestros criterios de inclusión y exclusión.

O1: Variable 1: Medición directa

O2: Variable 2: Valor estimado

r: Correlación entre dichas variables.

4.3 Población y muestra

4.3.1 Población

La población de la presente investigación está conformada por todos los resultados de perfiles lipídicos registrados en el software del laboratorio clínico central del Hospital Regional del Cusco, estos resultados provienen de pacientes que se atendieron por consulta externa durante el periodo de abril a septiembre del 2022, el número total de población está constituido por 6000 resultados de perfiles lipídicos. (71)

4.3.2 Muestra

Se investigó la correlación de Colesterol LDL, en una población de 6000 pacientes. Con el Fin de obtener una muestra que pueda representar a la población; y tener un margen de error mínimo, en la estimación poblacional, se usó un muestreo probabilístico bajo la ecuación de poblaciones finitas por tener un objetivo de naturaleza correlacional (72). Para ellos se empleará la siguiente formula:

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * p * q}{e^2 * (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q}$$

Donde:

n: Tamaño de muestra buscada

N: Tamaño de la población o Universo

Z: Parámetro estadístico que depende del nivel de confianza

e: Error de estimación máximo aceptado

p: Probabilidad de que ocurra el evento estudiado

q: (1 - p): Probabilidad de que no ocurra el evento estudiado

Reemplazando:

$$n = \frac{(6000 \times 3 \times 50 \times 49)}{0.3^2 \times (6000 - 1) + 3 \times 50 \times 49}$$

$$n = 5859.39$$

Por otro lado, los pacientes que presentaron resultados de perfiles lipídicos incompletos u observados por no cumplir con los criterios de inclusión y exclusión de algún modo fueron excluidos.

A. Criterios de inclusión

- Resultados de perfil lipídicos de sujetos mayores de 18 años de ambos sexos.
- Resultados de pacientes que presenten datos completos del perfil lipídico.
- Resultados provenientes de sujetos que se atendieron por consulta externa en el hospital Regional del Cusco y se realizó la medición de perfil de lípidos por métodos de ensayo directo en el periodo de abril a septiembre del 2022.

B. Criterios de exclusión

- Resultados que presenten alguna observación con respecto a la calidad de la muestra (hemolisis o ictericia),
- Resultado de pacientes que no hayan respetado el tiempo de ayuno (8 a 12 horas).
- Resultados de perfiles lipídicos de sujetos menores de 18 años.
- Resultados que no presenten datos completos del perfil lipídico.

4.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

4.4.1 Técnicas

La presente investigación hará uso de la técnica de observación y revisión documental para la evaluación de la variable independiente y para la evaluación de la variable dependiente se hará uso de la técnica de observación directa.

Esto implica realizar una observación sistemática y directa de los resultados obtenidos mediante nuestra formula, nuestro gold estándar y aquellos obtenidos al aplicar las diversas fórmulas mencionadas en el capítulo II. Además, se llevará a cabo una exhaustiva revisión de documentos existentes, como informes, registros y estudios previos, con el objetivo de obtener información relevante y contextualizar el problema de investigación. Por otro lado, para evaluar la variable dependiente, se empleará la técnica de observación directa. Estas técnicas de recolección de datos se seleccionaron y aplicaron de manera rigurosa, sistemática, garantizando la validez y confiabilidad de los datos obtenidos para su posterior análisis y conclusiones en la tesis. (73)

4.4.2 Instrumentos de recolección de datos

A. Diseño (ver en anexos)

B. Confiabilidad y validez

El coeficiente de Pearson, también conocido como correlación de Pearson o correlación lineal, es una medida estadística utilizada para evaluar la fuerza y la dirección de la relación lineal entre dos variables continuas. El coeficiente de Pearson se representa con el símbolo "r" y varía entre -1 y 1. Su uso está justificado debido a su capacidad para medir y evaluar la relación lineal entre dos variables continuas. Al utilizar el coeficiente de Pearson, podemos determinar la fuerza y la dirección de la relación entre las variables de interés. (74)

Se evaluará cuan confiable es el uso de la ecuación generada, mediante el uso de la correlación de Pearson dada por la aplicación de la siguiente ecuación:

$$r = \frac{\sum xy}{\sqrt{(\sum x^2 - (\sum x)^2) (\sum y^2 - (\sum y)^2)}}$$

Donde:

r: número de datos

x: medición directa

y: Valor estimado del colesterol LDL

4.4.3 Técnicas de análisis de datos

Se procederá a la realización de la base de datos en Excel que posteriormente se plasmará en el programa SPSS, versión 26 donde se hará uso de la estadística descriptiva a través de frecuencias y porcentajes, también de la estadística inferencial para demostrar las hipótesis. Tras organizar los datos y obtener la muestra a examinar, utilizando una hoja de cálculo, se sometió los datos clínicos de los pacientes a prueba con las distintas ecuaciones para el cálculo de c-LDL, descritas en el capítulo II; al mismo tiempo se diseñó una ecuación que pueda comparar al “Gold Estándar”, a la vez que esta pueda cumplir a cabalidad con los objetivos generales y específicos de la investigación.

4.4.4 Procedimiento de la investigación

- a) Se procedió a la obtención de la autorización del jefe de servicio de laboratorio clínico y anatomía patológica del Hospital Regional del Cusco.
- b) Tras la autorización se procedió a la recaudación de los perfiles lipídicos de la base de datos del equipo clínico bioquímico BECKMAN COULTER AU480 que hace uso del reactivo BECKMAN COULTER para la determinación de c-LDL, colesterol, triglicéridos, HDL y VLDL.
- c) Los datos recolectados se descargaron a una hoja de cálculo de Excel, una vez completados, se entregaron a un estadista quien estableció una nueva fórmula.
- d) Posteriormente estos datos serán trabajados haciendo uso del programa SPSS v.26.
- e) Una vez obtenida la formula se procedió a la aplicación de esta y demás ya existentes para su evaluación bajo el coeficiente de Pearson y los gráficos de correlación en el programa Real Statistics.

4.5 Consideraciones éticas

Se solicitó la evaluación del Comité Institucional de Ética en Investigación de la Universidad Continental y luego de su revisión se envió al Comité de Ética del Hospital Regional del Cusco. Se tuvo en cuenta los aspectos éticos de autonomía, justicia, Beneficencia y no maleficencia. Debido a que se trabajó con fuentes secundarias no se requiere de consentimiento informado.

5. CAPITULO V: Resultados

5.1 Presentación de resultados

5.1.1 Determinación de c-LDL por medición directa y estimación por formulas

Determinamos el perfil lipídico de 5859 pacientes que ingresaron al área de bioquímica del laboratorio del hospital regional del cusco, durante las fechas de abril a diciembre del 2022; en la búsqueda de la mayor fiabilidad en los resultados, se utilizó la población total de pacientes que acudieron en esas fechas, de esta manera se logra generalizar el uso clínico de la formula en diversos pacientes, reduciendo así las limitaciones y adquiriendo una mayor precisión.

De estos datos recolectados se derivó la nueva fórmula, la cual está basada en el análisis de regresión múltiple.

La fórmula nueva es:

$$\text{c-LDL} = (0.9899 \times \text{COLESTEROL TOTAL}) - (\text{c-HDL} \times 0.999) - ((\text{TRIGLICERIDOS} / 6.99) \times 1.099)$$

Una vez generada la formula nueva se procedió a su validación mediante el estudio

de concordancia con el método directo, nuestro Gold estándar.

5.1.2 Prueba de normalidad: Kolmogórov-Smirnov

Preliminar a la concentración del c-LDL obtenido por los diferentes métodos, se estimó la distribución de datos en las variables de interés. En la tabla 1, se observan los resultados de la prueba probabilística de Kolmogórov-Smirnov, cuyos valores de probabilidades fueron de 0.000 ($p > 0.05$) para los nueve casos c-LDL Medido, Nuevo (2023), Friedewald (1972), Lima (2017), Hattori (1998), Anandaraja (2005), Teerakanchana (2007), Ahmadi (2008), Chen (2010) y Cordova (2013)). Por lo tanto, se confirma que los datos en las nueve variables tuvieron distribución normal. Esta característica es parte de la evaluación de supuestos, para conocer si es necesario el uso de una prueba paramétrica o no paramétrica en la comparación de concentraciones de c-LDL.

TABLA N° 1 Normalidad de datos

	Kolmogórov-Smirnov		
	Estadístico	gl	p-valor
c-LDL medido	0.038	5657	0.000
Nuevo (2023)	0.036	5657	0.000
Friedewald (1972)	0.031	5657	0.000
Lima (2017)	0.035	5657	0.000
Hattori (1998)	0.031	5657	0.000
Anandaraja (2005)	0.021	5657	0.041
Teerakanchana (2007)	0.029	5657	0.000
Ahmadi (2008)	0.074	5657	0.000
Chen (2010)	0.035	5657	0.000
Cordova (2013)	0.043	5657	0.000

Fuente: Propia

Descripción de la Tabla 1: Prueba de normalidad de datos en SPSS con Kolmogórov-Smirnov.

5.1.3 Resultados.

5.1.4 Tablas

En la tabla 2 se observa la correlación de Pearson para cada nivel de c-LDL medido y calculado bajo la fórmula nueva y ya existentes, donde podemos notar que la fórmula nueva muestra una correlación alta en todos los niveles de c-LDL en referencia a las demás fórmulas existentes.

TABLA N° 2 Correlación de Pearson

LDL	FRIED	LIMA	HATT	ANAND	TEER	AHM	CHEN	CORDO	
COLEST	NUEV	EWAL	(2017)	ORI	ARAJA	AKAN	ADI	(2010)	VA
EROL	O	D		(1998)	(2005)	CHAN	(2008		(2013)
MEDIDO	(2023)	(1972)				A)		
						(2007)			
OPTIMO	0.996	0.994	0.991	0.994	0.963	0.991	0.534	0.991	0.943
CASI	0.983	0.894	0.950	0.944	0.656	0.654	0.453	0.620	0.888
OPTIMO									
LIMITE	0.988	0.916	0.951	0.945	0.723	0.671	0.403	0.560	0.864
ALTO									
ALTO	0.999	0.986	0.999	0.985	0.908	0.976	0.183	0.861	0.914

Fuente: Propia

Descripción de la Tabla 2: Correlación de Pearson comparando la fórmula planteada con las distintas fórmulas existentes para el cálculo de c-LDL

En la tabla 3 se observa coeficientes de variación aplicada a pacientes que mostraron hipercolesterolemia, con un colesterol total mayor a 200mg/dl, donde se puede observar que la fórmula nueva muestra una variabilidad moderada con respecto a las demás fórmulas aplicadas haciéndolo más veraz y fiable para su aplicación.

TABLA N° 3 Coeficientes de variación colesterol mayor a 200mg/dl

	FRIEDE	LIMA	HATT	ANAND	TEERAKAN	AHM	CHEN	CORD	
NUEV	WALD	(2017)	ORI	ARAJA	CHANA	ADI	(2010)	OVA	
O	(1972)		(1998)	(2005)	(2007)	(2008)		(2013)	
(2023)									
VARIA	1338.5	1347.432	1339.8	1349.4	1360.4055	1301.0173	1294.3	1309.2	1316.6
NZA	0056	1	89	004			102	637	599
DES.	36.597	36.70738	36.604	36.734	36.883676	36.069618	35.976	36.183	36.285

ESTÁN DAR	1269	4	495	186			523	749	809
COEF.	0.341	0.34772	0.341	0.342	0.34483	0.3479212	0.345	0.347	0.348
VARIA CION	3349	93	4347	9824	39		3988	3229	6797

Fuente: Propia

Descripción de la Tabla 3: Coeficiente de variación demostrado en pacientes con niveles de colesterol mayor a 200 mg/dL. La capacidad de la fórmula planteada para calcular de manera adecuada el c-LDL en pacientes con un nivel superior a 200 mg/dL de Colesterol Total, demuestra de manera fehaciente su uso en pacientes con hipercolesterolemia, obteniendo un coeficiente de variación alto.

En la tabla 4 observamos coeficientes de variación aplicados a pacientes que mostraron triglicéridos mayores a 400mg/dl donde se observa que la nueva fórmula muestra una variabilidad moderada mientras que las demás formulas muestran una alta variabilidad lo que nos indica que la formula nueva es aplicable en aquellos pacientes que no cumplen con la pre analítica necesaria para medir correctamente el perfil lipídico en sangre y los que poseen niveles altos de triglicéridos, superando la limitación de fórmulas anteriores que no son recomendadas en pacientes con triglicéridos mayores a 300mg/dl.

TABLA N° 4 Coeficiente de variación triglicéridos mayor a 400mg/dl

	FRIED NUE VO (2023)	LIM EWAL D (1972)	HAT A (2017)	ANAN TOR I (1998)	ANAN DARAJ A (2005)	TEERAK ANCHAN A (2007)	AH MA DI (2008)	CHE N (2010)	COR DOV A (2013)
VARIAN ZA	1945	3826.67	3784.	3788.	3800.65	3784.0506	1162	1071	9865.
	2.489	2178	6364	2089	5302	43	8.239	1.658	01679
	9		6	7			1	1	
DES. ESTÁND AR	139.4	61.8601	61.51	61.54	61.6494	61.514637	107.8	103.4	99.32
	7218	0167	9399	8427	55	63	3431	9714	27909
	3		1	8			3		
COEF. VARIACI ON	0.397	0.41936	0.411	0.424	0.42909	0.4194265	0.601	0.583	0.560
	6519	2379	9256	9514	0953	73	1304	6035	86974
			4	5					

Fuente: Propia

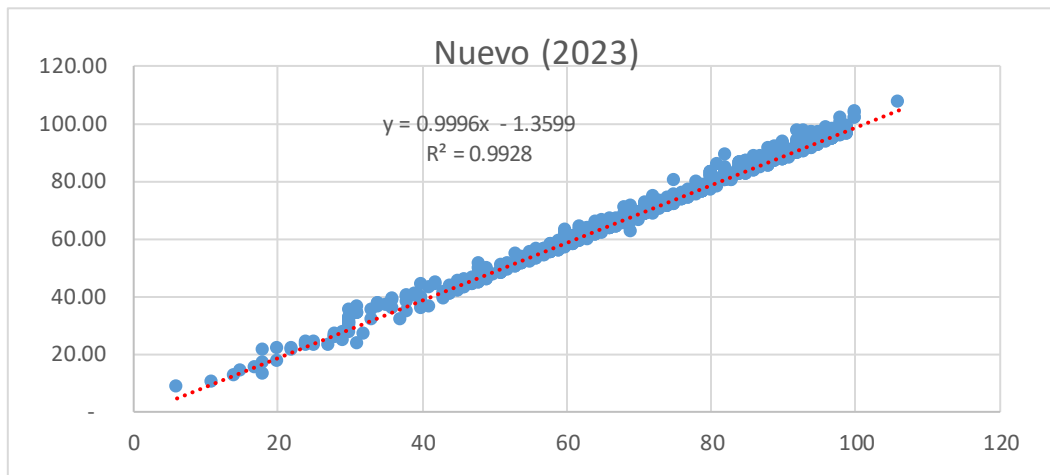
Descripción de la tabla 4: En esta tabla se establece el coeficiente de variación de las distintas fórmulas, junto con la nueva fórmula planteada, para pacientes con niveles de triglicéridos mayor a 400 mg/dL

5.1.5 Figuras

5.1.5.1 Figuras del nivel Óptimo de c-LDL

En las figuras del nivel óptimo del c-LDL podemos observar la aplicación de la correlación de Pearson para la fórmula planteada en la investigación y las fórmulas ya existentes con el que se busca percibir el grado de relación.

FIGURA N° 1 Correlación de Pearson nivel óptimo de formula nueva

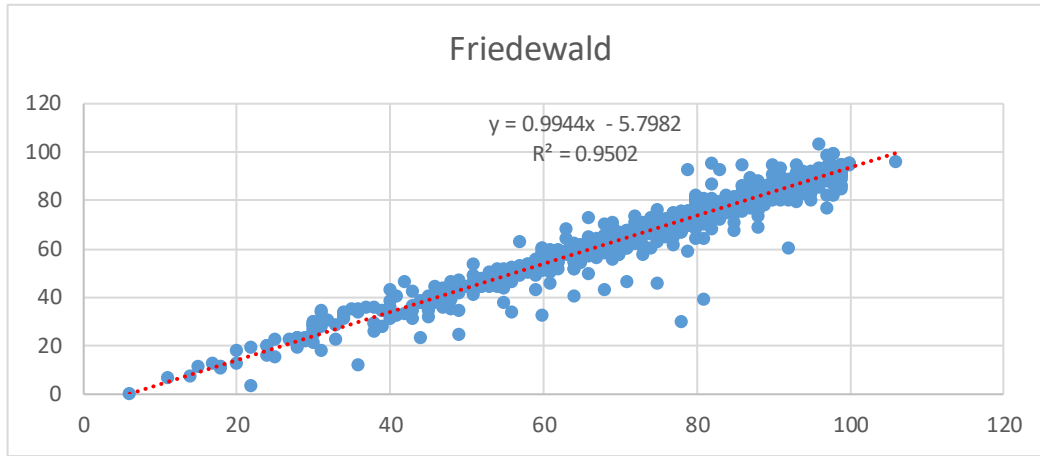


Descripción de la figura 1: Gráfico de dispersión de la formula nueva planteada en la investigación, en pacientes con niveles *óptimos* de c-LDL.

La fórmula nueva refleja una correlación positiva fuerte, con un valor de Pearson de 0.996, mientras que para las demás formulas ya existentes como la fórmula de Friedewald tenemos una correlación positiva con presencia de puntos alejados de la línea de tendencia lo que nos indica baja precisión a la hora de aplicar la formula, obteniendo un Pearson de 0.994 observada en la figura 2.

FIGURA N° 2 Correlación de Pearson nivel óptimo de fórmula de Friedewald

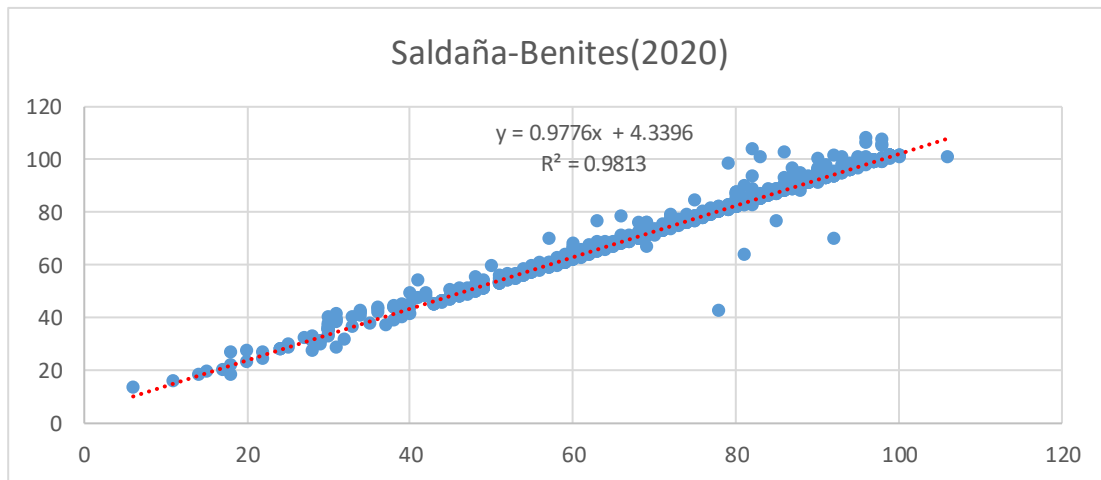
Descripción de la figura 2: Gráfico de dispersión de la formula Friedewald, en pacientes con un nivel óptimo



de c-LDL.

Para la fórmula de Saldaña-Benites, figura 3, se obtuvo una buena dispersión en la línea de tendencia con un Pearson de 0.991 casi cercano a la obtenida en la formula nueva planteada en esta investigación mostrando también puntos alejados de la línea de tendencia lo que indica cierta inconsistencia de resultados a la hora de la aplicación de la formula.

FIGURA N° 3 Correlación de Pearson nivel óptimo de la fórmula de Saldaña-



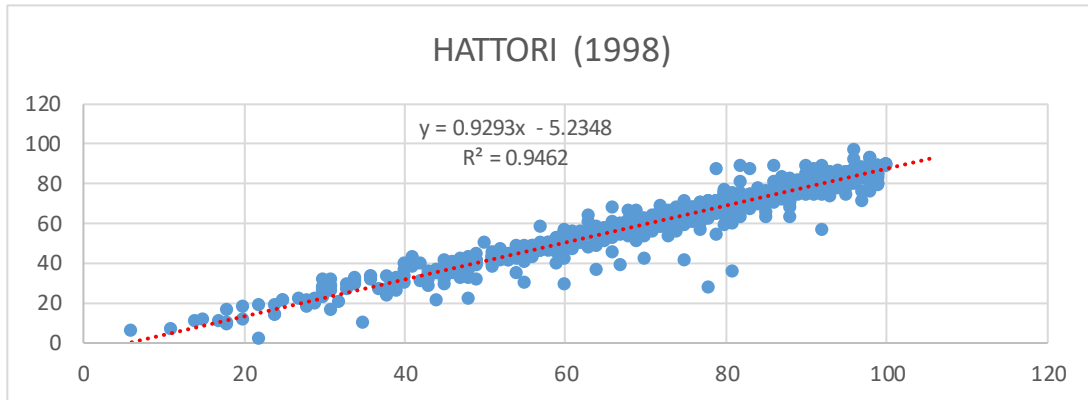
Benites

Descripción de la figura 3: Gráfico de dispersión de la formula Lima, en pacientes con un nivel óptimo de c-LDL. nivel óptimo de c-LDL.

En la figura 4 se puede analizar puntos en detrimento de la línea de tendencia

pudiendo apreciarse baja precisión y confiabilidad para la aplicación de la fórmula de Hattori que alcanza un Pearson de 0.994.

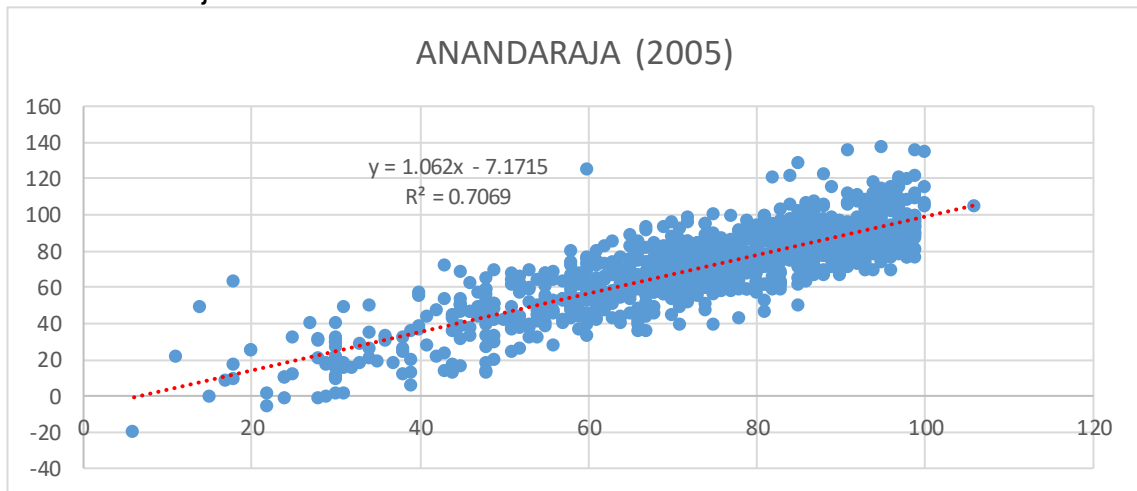
FIGURA N° 4 Correlación de pearson nivel óptimo de la formula de hattori



Descripción de la figura 4: Gráfico de dispersión de la formula Hattori, en pacientes con un nivel óptimo de c-LDL. nivel óptimo de c-LDL.

La figura 5 muestra una dispersión en los puntos, dispar y alejada de la línea de tendencia, comportamiento percibido para la fórmula de Anandaraja en la que se tiene un coeficiente de Pearson de 0.963.

FIGURA N° 5 Correlación de Pearson nivel óptimo para la fórmula de Anandaraja

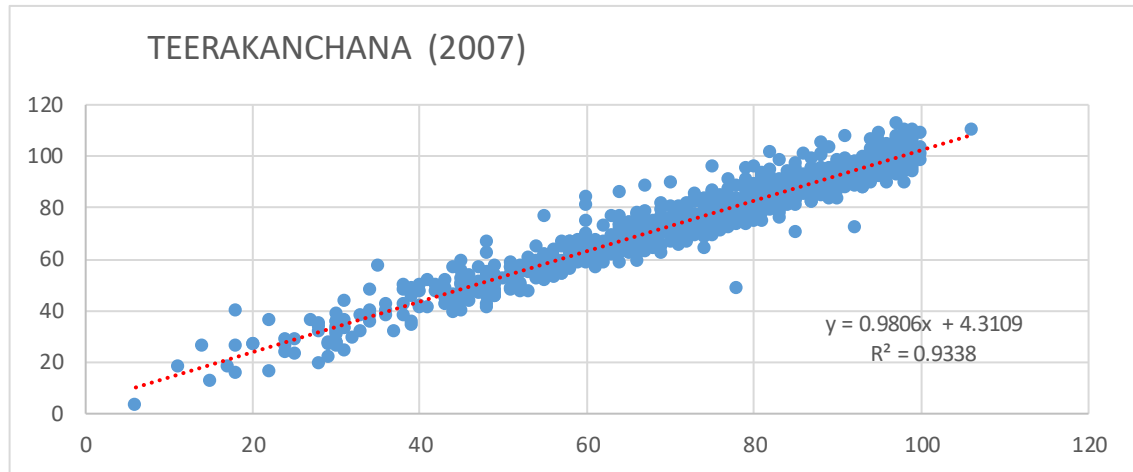


Descripción de la figura 5: Gráfico de dispersión de la formula Anandaraja, en pacientes con un nivel óptimo de c-LDL. nivel óptimo de c-LDL.

La fórmula de Teerakanchana muestra un desempeño pobre e impreciso puesto que se obtuvo un Pearson de 0.991 observable en la figura 6 con muchos puntos

alejados de la línea de tendencia.

FIGURA N° 6 Correlación de Pearson nivel óptimo para la fórmula de

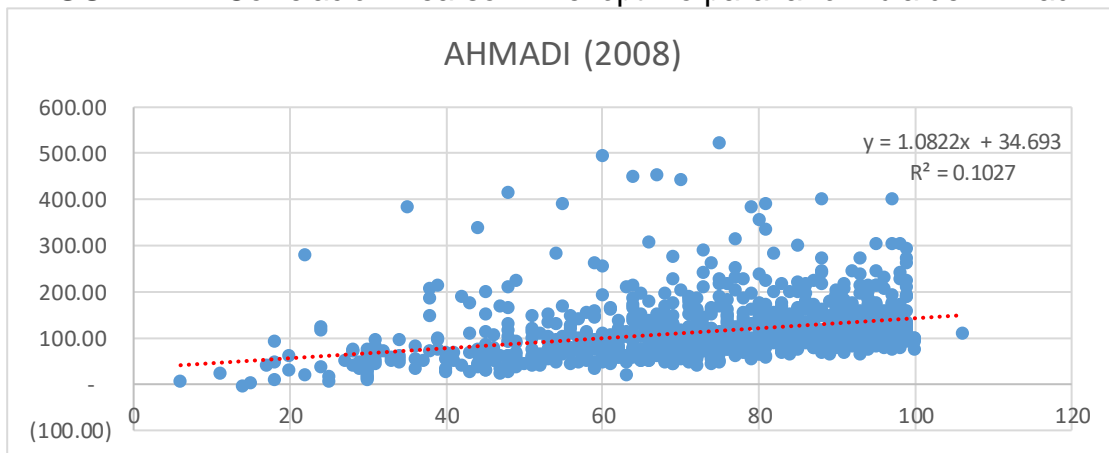


Teerakanchana

Descripción de la figura 6: Gráfico de dispersión de la formula Teerakanchana, en pacientes con un nivel óptimo de c-LDL. nivel óptimo de c-LDL.

En la figura 7 notamos una correlación moderada para la fórmula de Ahmadi la cual alcanzo un Pearson de 0.534 y que nos indica su casi nula fiabilidad a la hora de su aplicación.

FIGURA N° 7 Correlación Pearson nivel óptimo para la fórmula de Ahmadi

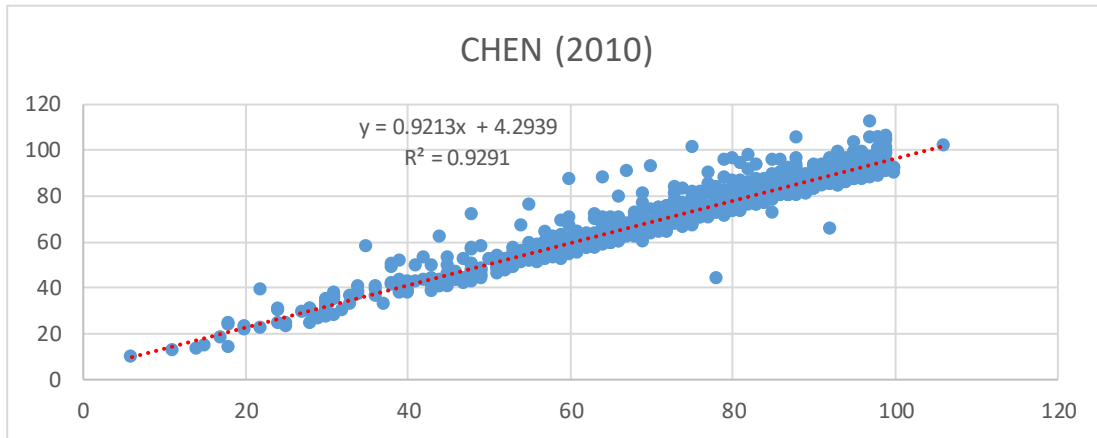


Descripción de la figura 7: Gráfico de dispersión de la formula Ahmadi, en pacientes con un nivel óptimo de c-LDL. nivel óptimo de c-LDL.

En la figura 8 se aprecia el comportamiento de la fórmula de Chen mostrando una similitud con la correlación de la fórmula de Teerakanchana, puesto que también se

evidencia puntos relativamente alejados de la línea de tendencia y alcanza un Pearson de 0.991.

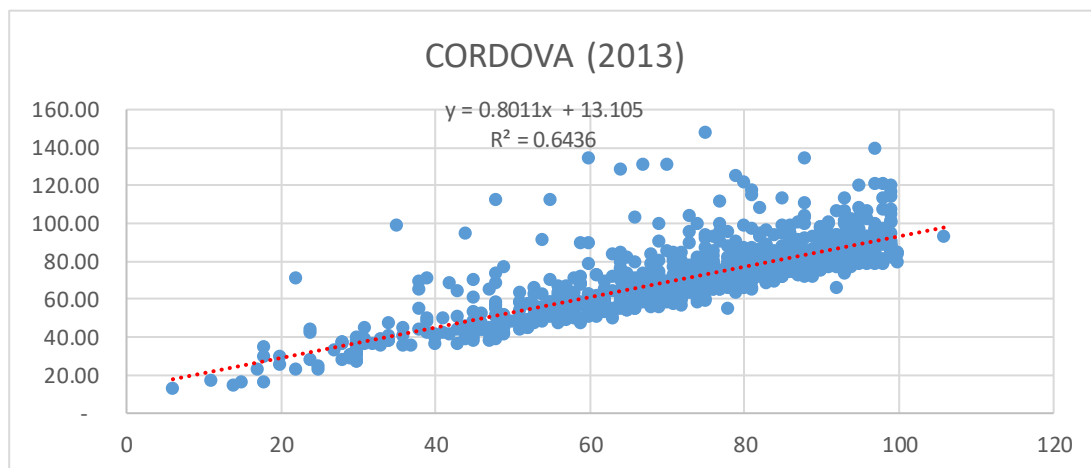
FIGURA N° 8 Correlación de pearson nivel óptimo para la formula de Chen



Descripción de la figura 8: Gráfico de dispersión de la formula Chen, en pacientes con un nivel óptimo de c-LDL. nivel óptimo de c-LDL.

La fórmula de Cordova nos presenta puntos de dispersión elevados y alejados de la línea de tendencia haciendo su precisión variable y no del todo negativo, aunque su uso sigue siendo poco recomendable ya que obtuvo un Pearson de 0.943 para la aplicación en pacientes con un nivel óptimo de c-LDL.

FIGURA N° 9 Correlación de pearson nivel óptimo para la formula de Cordova

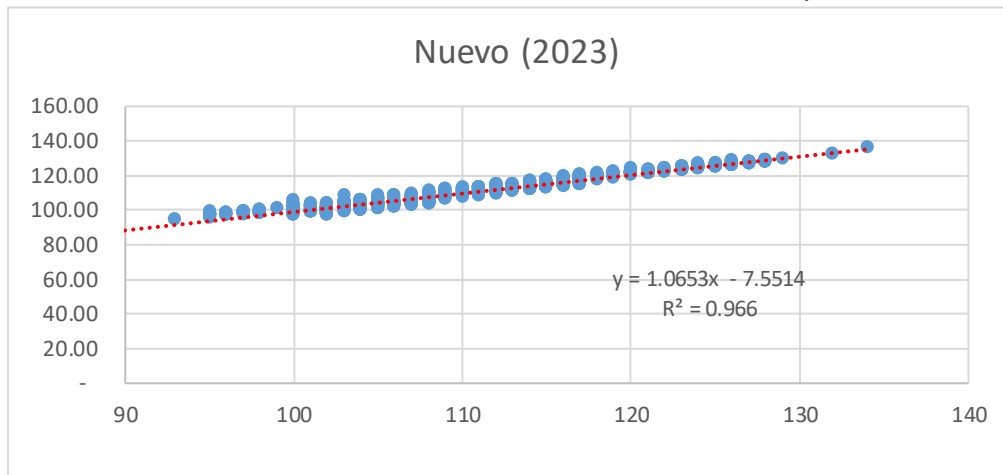


Descripción de la figura 9: Gráfico de dispersión de la formula Cordova, en pacientes con un nivel óptimo de c-LDL. nivel óptimo de c-LDL.

5.2.2.2. Figuras del nivel Casi Óptimo de c-LDL

En las figuras del nivel casi óptimo del c-LDL se observan la aplicación de la correlación de Pearson para la fórmula planteada en la investigación y las fórmulas ya existentes con el que se busca percibir el grado de relación, entonces en la figura 10 se aprecia la correlación fuerte positiva en favor de la fórmula nueva planteada en esta investigación la cual alcanzó un Pearson de 0.996

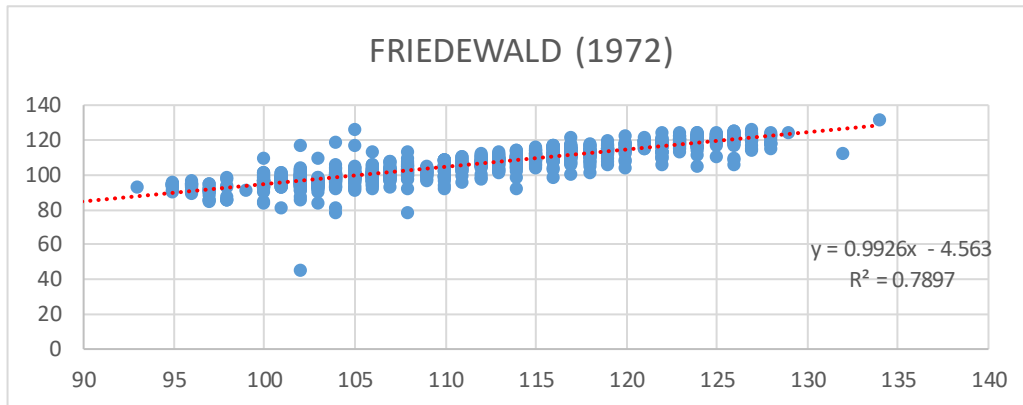
FIGURA N° 10 Correlación de Pearson nivel casi óptimo fórmula Nuevo



Descripción de la figura 10: Gráfico de correlación de la fórmula nueva planteando en la investigación, en pacientes con niveles *casi óptimos* de c-LDL.

En la figura 11 se denota los puntos de dispersión alejados de la línea de tendencia para la fórmula de Friedewald mostrando una diferencia de hasta el doble del valor a evaluar, por lo que expresa una baja precisión puesto que alcanzó un coeficiente de Pearson de 0.894.

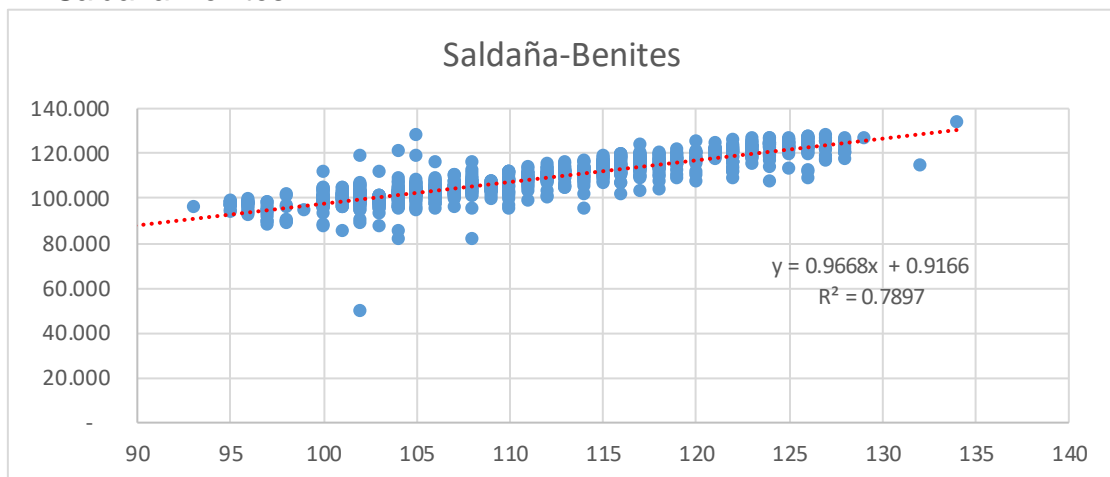
FIGURA N° 11 Correlación de Pearson nivel casi optimo formula Friedewald



Descripción de la figura 11: Gráfico de correlación de la fórmula de Friedewald, en pacientes con niveles casi óptimos de c-LDL.

En la figura 12 se tiene a la fórmula de Saldaña-Benites con un actuar similar a la fórmula de Friedewald, teniendo puntos de dispersión lejanos en relación la línea de tendencia, la fórmula de Saldaña-Benites presenta un Pearson de 0.950.

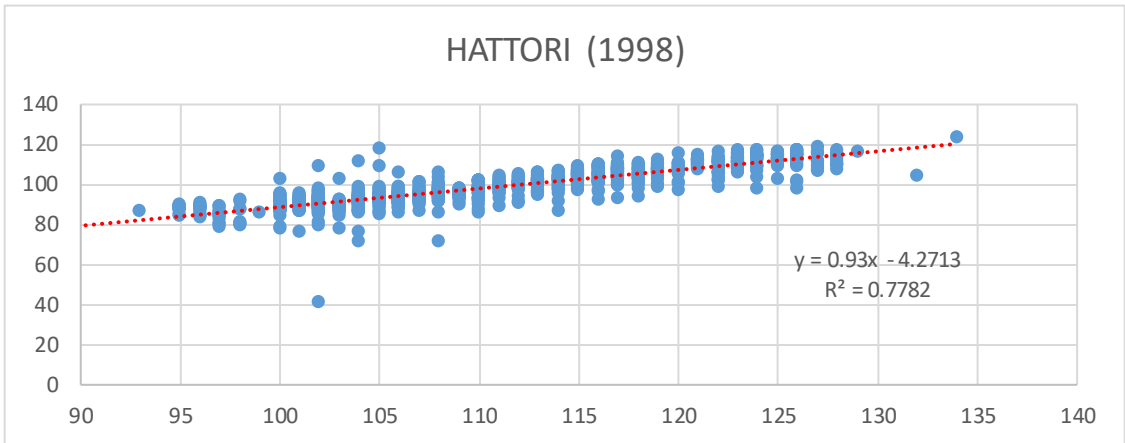
FIGURA N° 12 Correlación de Pearson nivel casi optimo formula Saldaña-Benites



Descripción de la figura 12: Gráfico de correlación de la fórmula de Lima, en pacientes con niveles casi óptimos de c-LDL.

En la figura 13 se logra observar una baja precisión y confiabilidad por parte de la fórmula de Hattori, habiendo una dispersión alejada de los puntos, en la relación a la línea de tendencia; esto se ve reflejado en el coeficiente de Pearson que alcanzó el cual es 0.944.

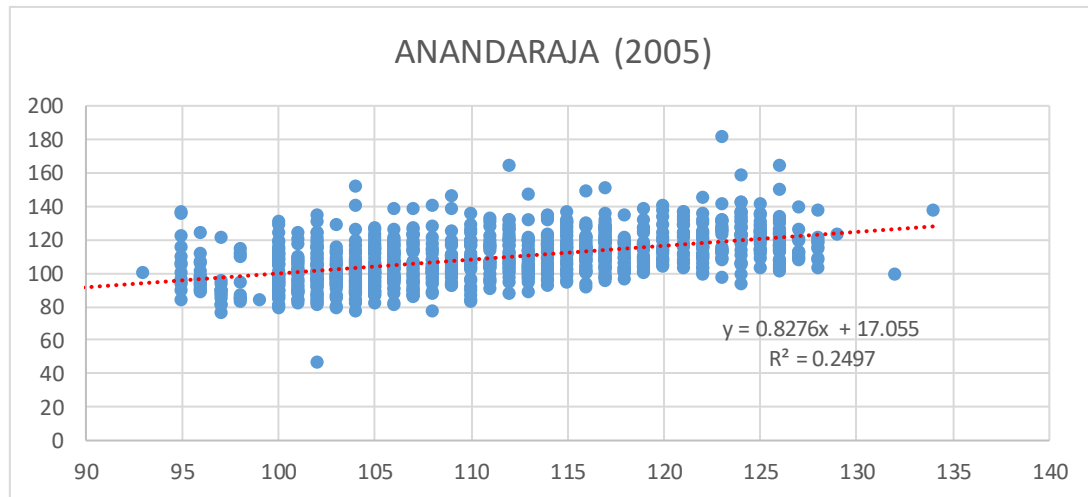
FIGURA N° 13 Correlación de Pearson nivel casi optimo formula Hattori



Descripción de la figura 13: Gráfico de correlación de la fórmula de Hattori, en pacientes con niveles *casi óptimos* de c-LDL.

A su vez en la figura 14 se aprecia una dispersión considerablemente dispar y distal de la línea de tendencia demostrando una baja precisión y confiabilidad de la fórmula de Anandaraja con un coeficiente de Pearson de 0.656.

FIGURA N° 14 Correlación de Pearson nivel casi optimo formula Anandaraja

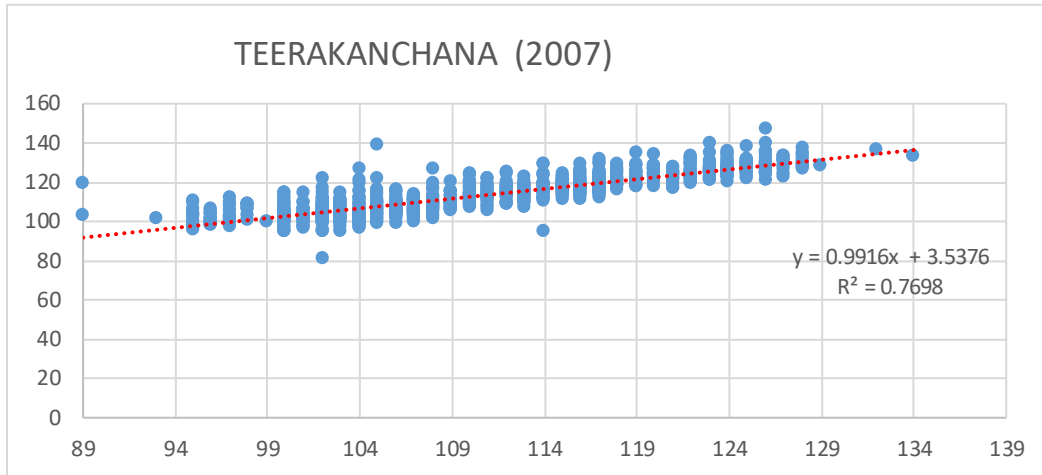


Descripción de la figura 14: Gráfico de correlación de la fórmula de Anandaraja, en pacientes con niveles *casi óptimos* de c-LDL.

En la figura 15 se observa como la formula Teerakanchana tiene un pobre desempeño y precisión, teniendo los puntos de dispersión alejados de la línea de

tendencia, presenta un coeficiente de Pearson de 0.654.

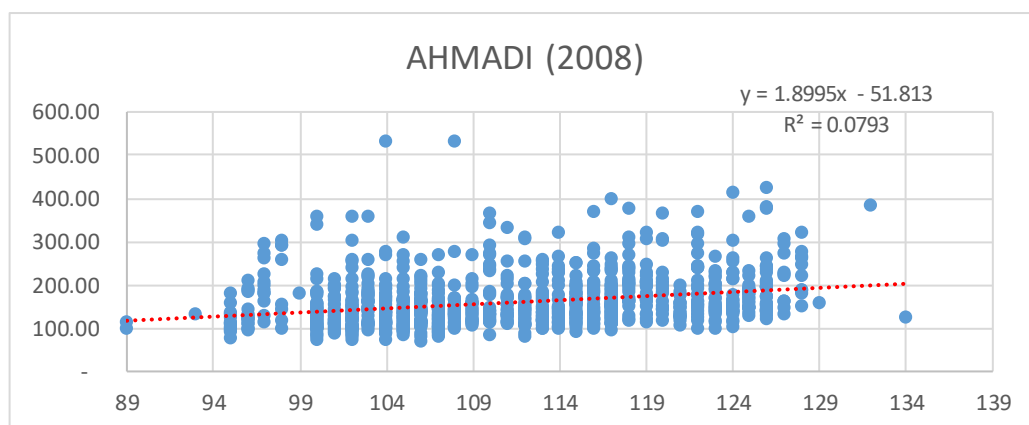
FIGURA N° 15 Correlación de Pearson nivel casi optimo formula Teerakanchana



Descripción da la figura 15: Gráfico de correlación de la fórmula de Teerakanchana, en pacientes con niveles *casi óptimos* de c-LDL.

En cuanto a la fórmula de Ahmadi se tuvo un coeficiente de Pearson de 0.453 mostrando así una imprecisión y poca correlación en cuanto al cálculo de c-LDL, con una gran cantidad de puntos fuera de la línea de tendencia expresando una casi nula fiabilidad y precisión observado en el grafico 16.

FIGURA N° 16 Correlación de Pearson nivel casi optimo formula Ahmadi

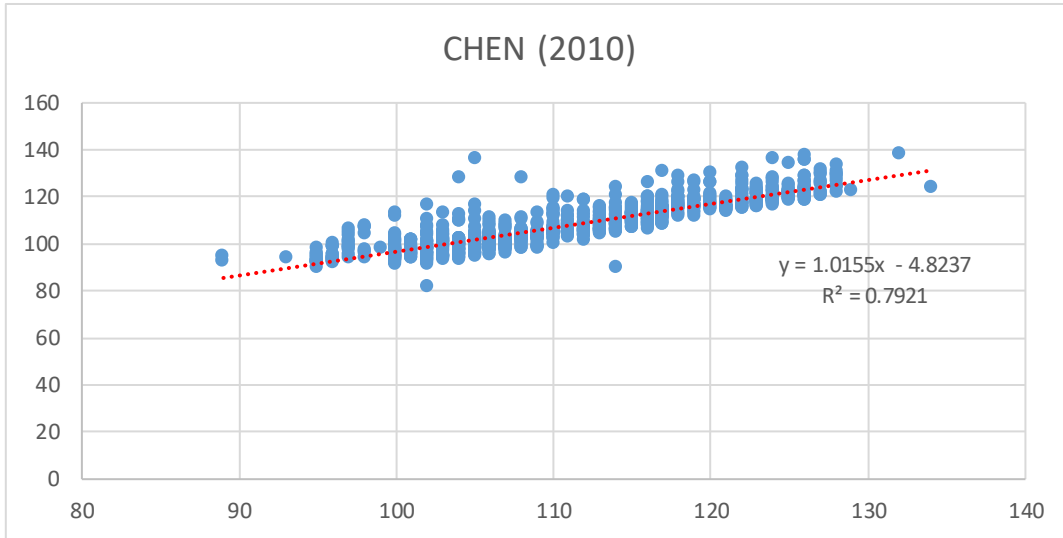


Descripción de la figura 16: Gráfico de correlación de la fórmula de Ahmadi, en pacientes con niveles *casi óptimos* de c-LDL.

En la figura 17 tenemos a la fórmula de Chen que muestra un coeficiente de Pearson

de 0.620 que denota una correlación débil, en la que podemos apreciar puntos fuera de la línea de tendencia y demostrando así una imprecisión en cuanto al cálculo de c-LDL.

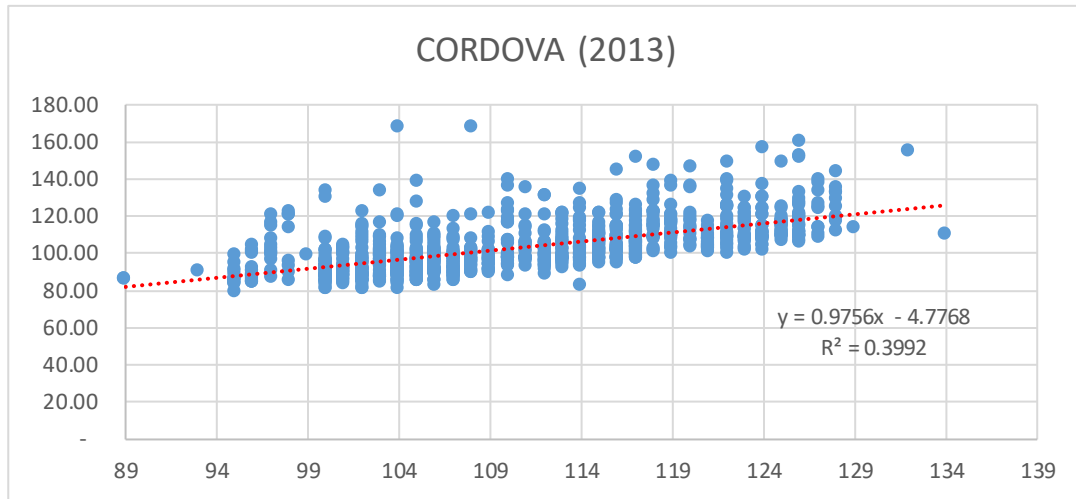
FIGURA N° 17 Correlación de Pearson nivel casi optimo formula Chen



Descripción de la figura 17: Gráfico de correlación de la fórmula de Chen, en pacientes con niveles *casi óptimos* de c-LDL.

Como ultimo tenemos el comportamiento de la fórmula de Cordova en la figura 18 donde obtuvo un Pearson de 0.888 y se percibe puntos fuera de la línea de tendencia lo que le otorga una precisión variable haciéndola menos precisa y confiable a la hora de su aplicación en pacientes con un nivel casi óptimo de c-LDL.

FIGURA N° 18 Correlación de Pearson nivel casi optimo formula Cordova

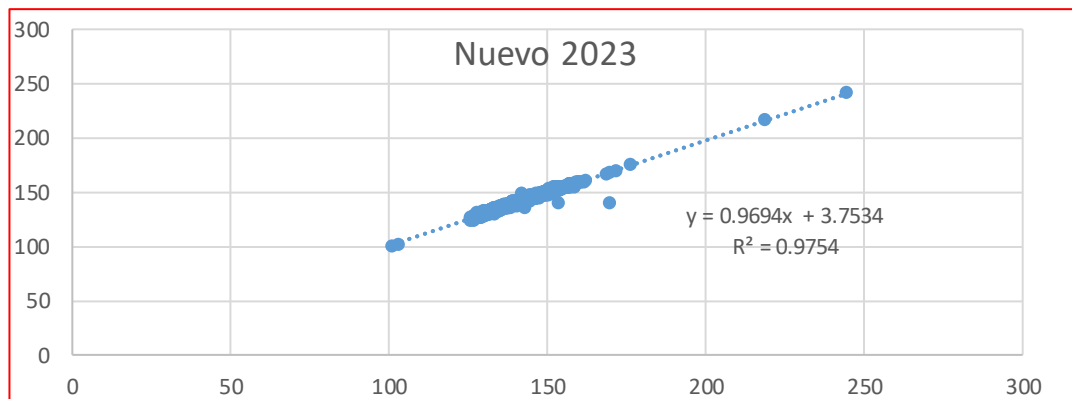


Descripción de la figura 18: Gráfico de correlación de la fórmula de Cordova, en pacientes con niveles *casi óptimos* de c-LDL.

5.2.2.3. Figuras limite Alto de c-LDL

Para el grupo de pacientes con un límite alto de c-LDL se realizó la correlación de Pearson por el que se busca el grado de relación entre el c-LDL medido y el calculado a través de la formula Nueva propuesta en esta investigación y las ya existentes, así se tiene la figura 19 donde se logró demostrar la alta precisión de la formula Nueva puesto que se obtuvo un Pearson de 0.988 lo que le otorga una correlación fuerte.

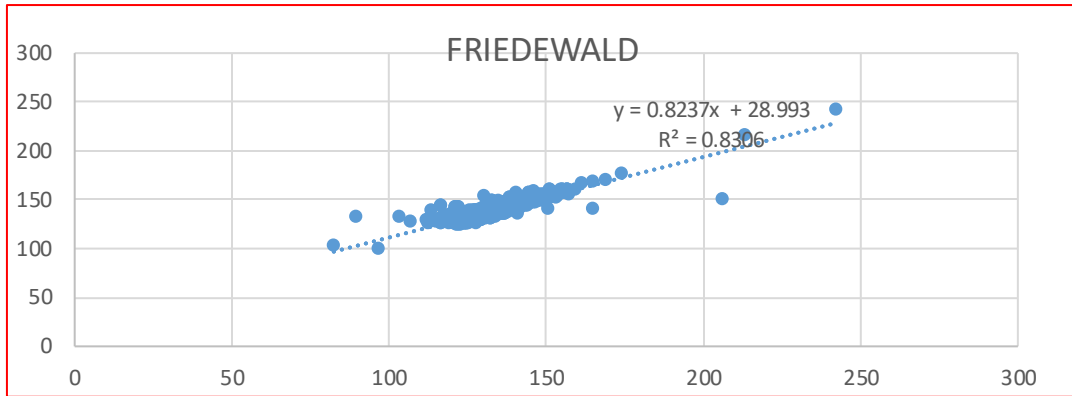
FIGURA N° 19 Correlación de Pearson limite alto formula Nuevo



Descripción de la figura 19: Gráfico de correlación de la formula Nueva para aquellos pacientes con un nivel de c-LDL en el nivel *alto*.

En el grafico 20 podemos denotar su baja precisión al aplicar la fórmula de Friedewald ya que alcanza un coeficiente de Pearson de 0.916 y se observan puntos notablemente fuera de la línea de tendencia.

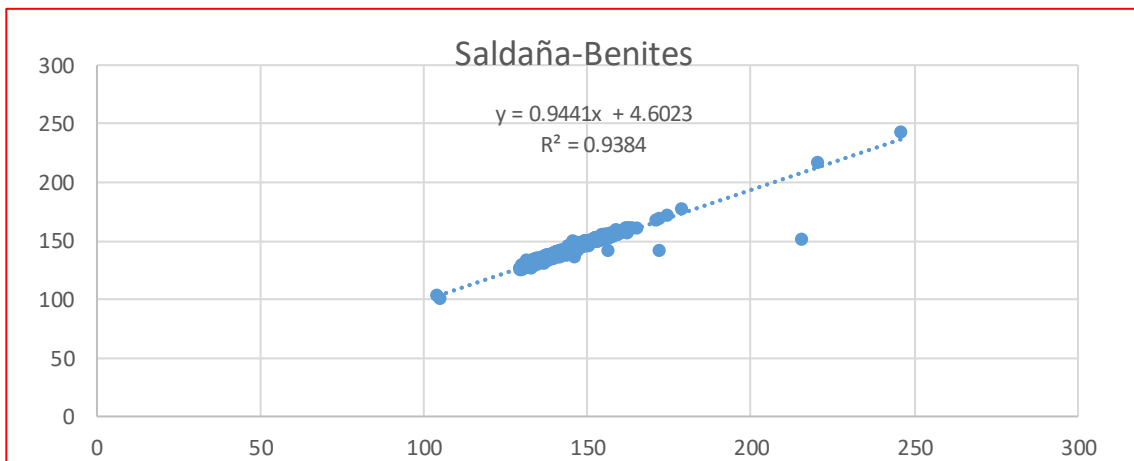
FIGURA N° 20 Correlación de Pearson limite alto formula Friedewald



Descripción de la figura 20: Grafico de correlación de la formula Friedewald para aquellos pacientes con un nivel de c-LDL en el nivel *alto*.

Para la fórmula de Saldaña-Benites, en la figura 21, se observa una correlación fuerte al igual que la formula Nueva, pero en la que se puede apreciar ligero margen inferior puesto que presenta puntos fuera de la línea de tendencia, alcanzando un coeficiente de Pearson de 0.951.

FIGURA N° 21 Correlación de Pearson limite alto formula Saldaña-

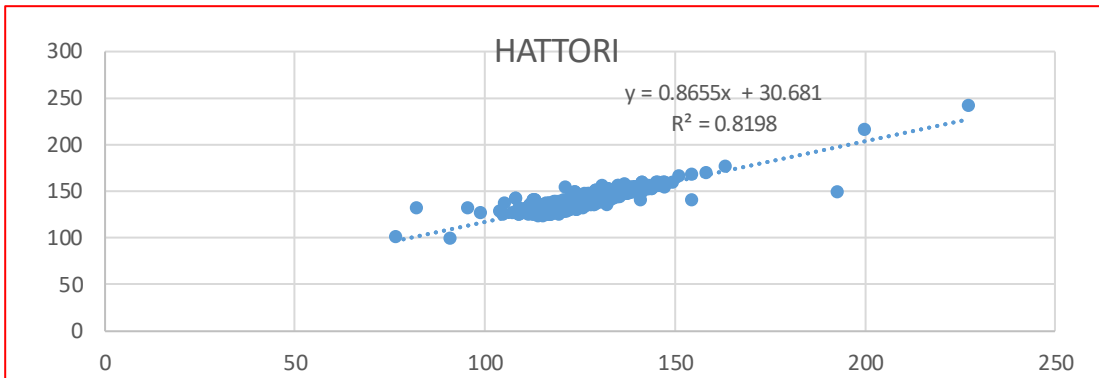


Benites

Descripción de la figura 21: Grafico de correlación de la formula Lima para aquellos pacientes con un nivel de c-LDL en el nivel *alto*.

En el grafico 22 se obtuvo un coeficiente de Pearson de 0.945 que le corresponde a la fórmula de Hattori teniendo una cantidad de puntos de dispersión considerable alejados de la línea de tendencia, por lo que su precisión al momento de calcular el c-LDL, no posee una gran confiabilidad.

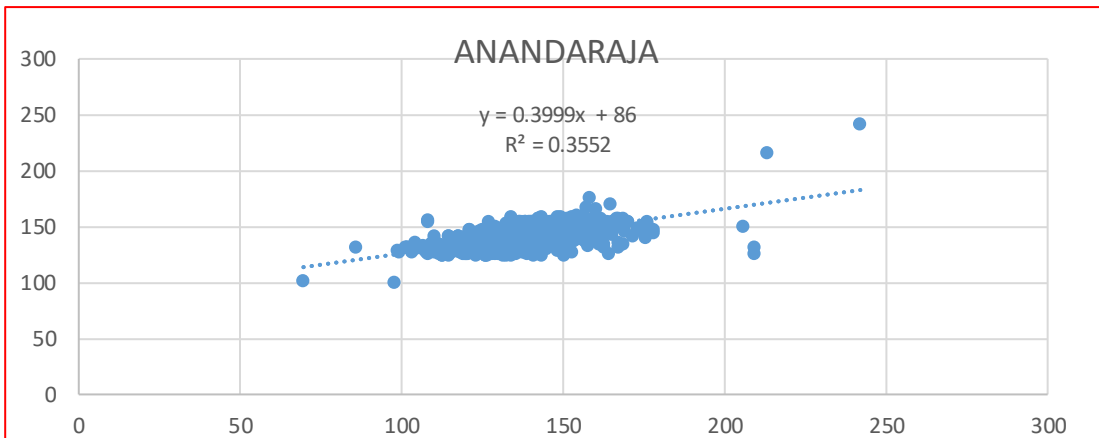
FIGURA N° 22 Correlación de Pearson limite alto formula Hattori



Descripción de la figura 22: Grafico de correlación de la formula Hattori para aquellos pacientes con un nivel de c-LDL en el nivel *alto*.

En la figura 23 la fórmula de Anandaraja que tuvo un coeficiente de Pearson de 0.723, enseña una dispersión de puntos lejanos a la línea de tendencia, demostrando su poca confiabilidad y precisión.

FIGURA N° 23 Correlación de Pearson limite alto formula Anandaraja

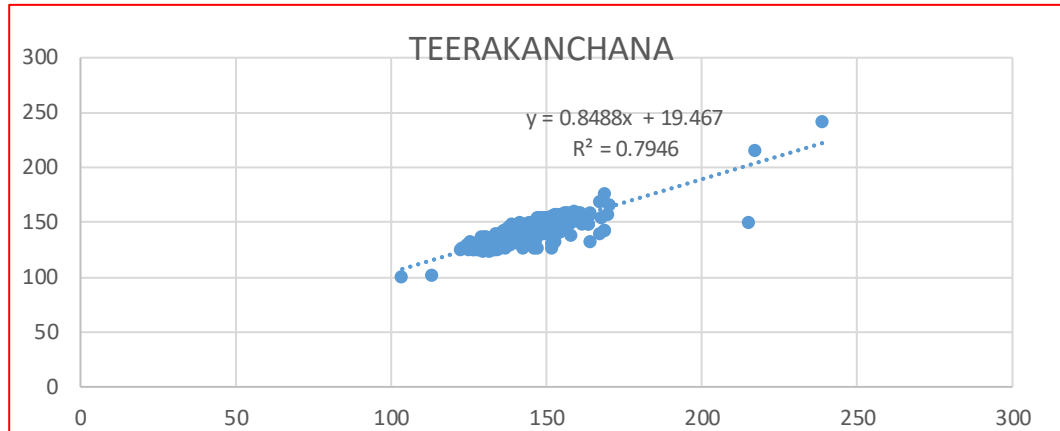


Descripción de la figura 23: Grafico de correlación de la formula Anandaraja para aquellos pacientes con un nivel de c-LDL en el nivel *alto*.

De igual manera se muestra la fórmula de Teerakanchana en la figura 24 con un coeficiente de Pearson de 0.671, demuestra poca correlación con el método directo

y su uso no permite calcular apropiadamente el c-LDL.

FIGURA N° 24 Correlación de Pearson limite alto formula Teerakanchana



Descripción de la figura 24: Grafico de correlación de la formula Teerakanchana para aquellos pacientes con un nivel de c-LDL en el nivel *alto*.

En la figura 25 observamos a la fórmula de Ahmadi presentando los puntos de dispersión alejados de la línea de tendencia y un extremo distal, demostrando su poco uso practico y confiabilidad; alcanzo un coeficiente de Pearson de 0.403.

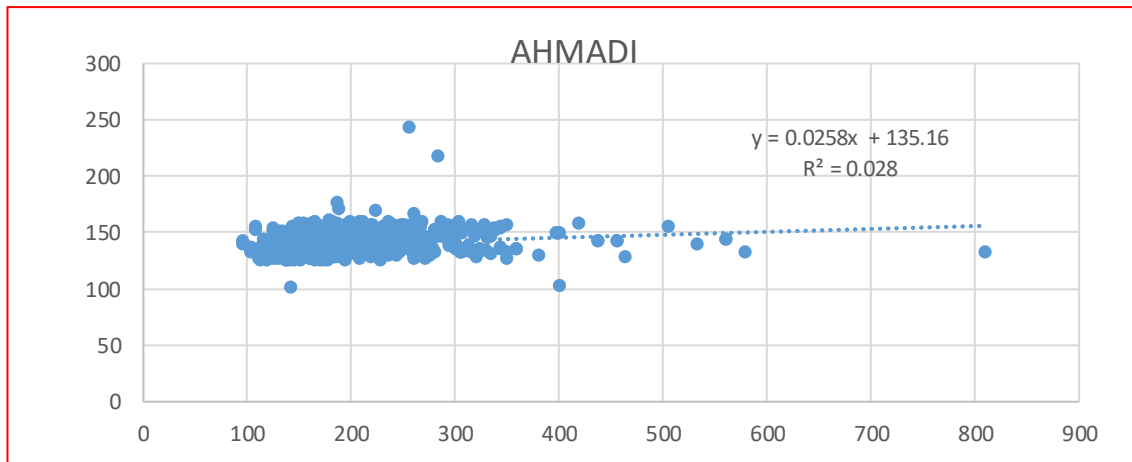


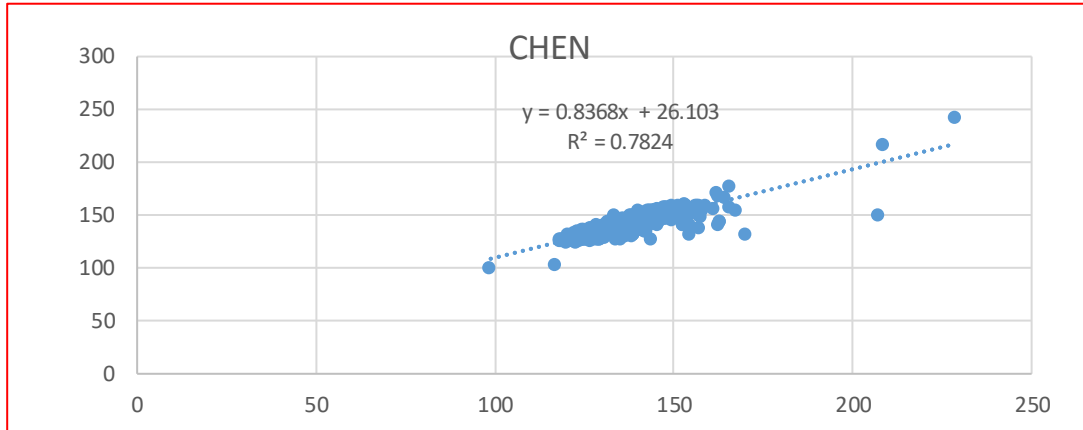
FIGURA N° 25 Correlación de Pearson limite alto formula Ahmadi

Descripción de la figura 25: Grafico de correlación de la formula Ahmadi para aquellos pacientes con un nivel de c-LDL en el nivel *alto*.

Con semejante desempeño tenemos a la fórmula de Chen en la figura 26 que

también muestra puntos fuera de la línea de tendencia y una correlación débil, así enseñando su poca precisión, tan solo alcanzo un coeficiente de Pearson de 0.560.

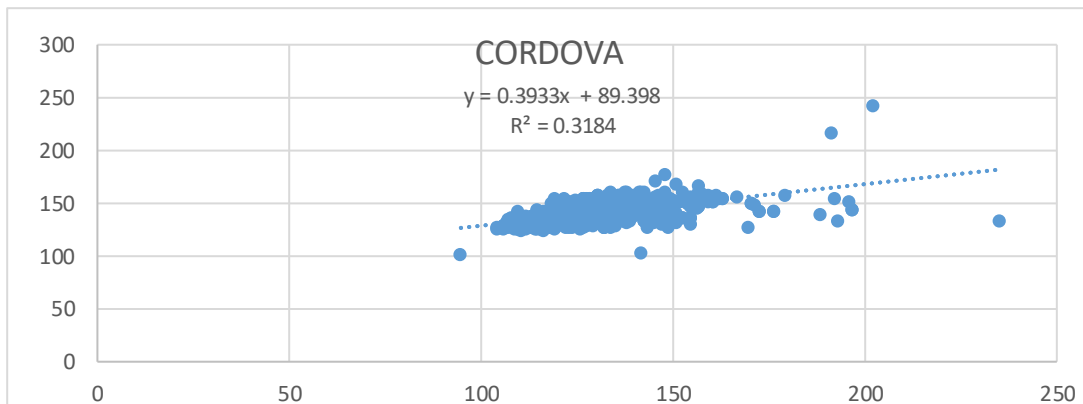
FIGURA N° 26 Correlación de Pearson limite alto formula Chen



Descripción de la figura 26: Grafico de correlación de la formula Chen para aquellos pacientes con un nivel de c-LDL en el nivel *alto*.

Finalmente observamos a la fórmula de Cordova con un comportamiento variable y no del todo negativo, pero poco recomendable con un Pearson de 0.864 en la figura 27.

FIGURA N° 27 Correlación de Pearson limite alto formula Cordova



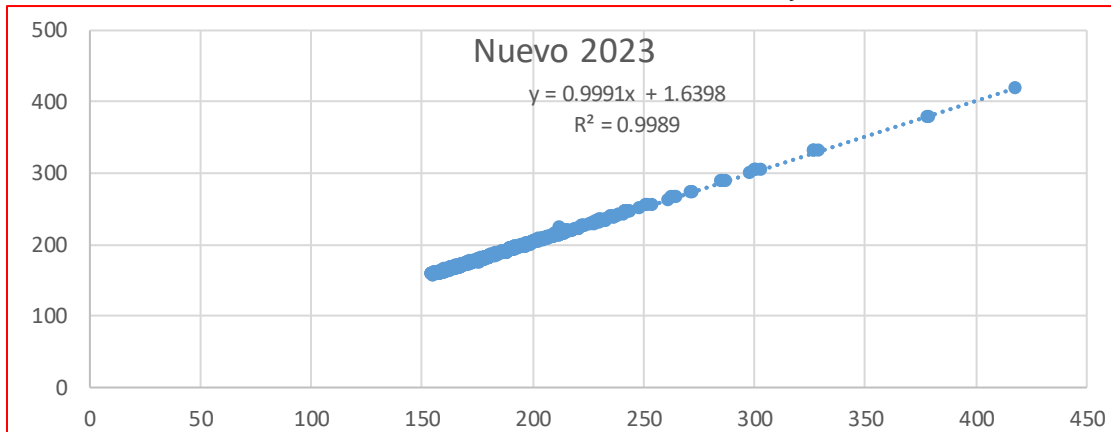
Descripción de la figura 27: Grafico de correlación de la formula Cordova para aquellos pacientes con un nivel de c-LDL en el nivel *alto*.

5.2.2.4. Figuras del nivel Muy Alto de c-LDL

Para la evaluación del nivel de correlación de la Nueva fórmula planteada en esta investigación y demás formulas existentes para pacientes con un nivel alto de c-LDL

se realizó de igual modo que en los anteriores niveles de c-LDL gráficos de correlación, entonces se muestra en la figura 28 la gran precisión y confiabilidad que nos otorga la Nueva fórmula ya que todos los puntos de dispersión se encuentran dentro de la línea de tendencia denotando una correlación fuerte la cual es contrastable con el Pearson alcanzado que fue de 0.999.

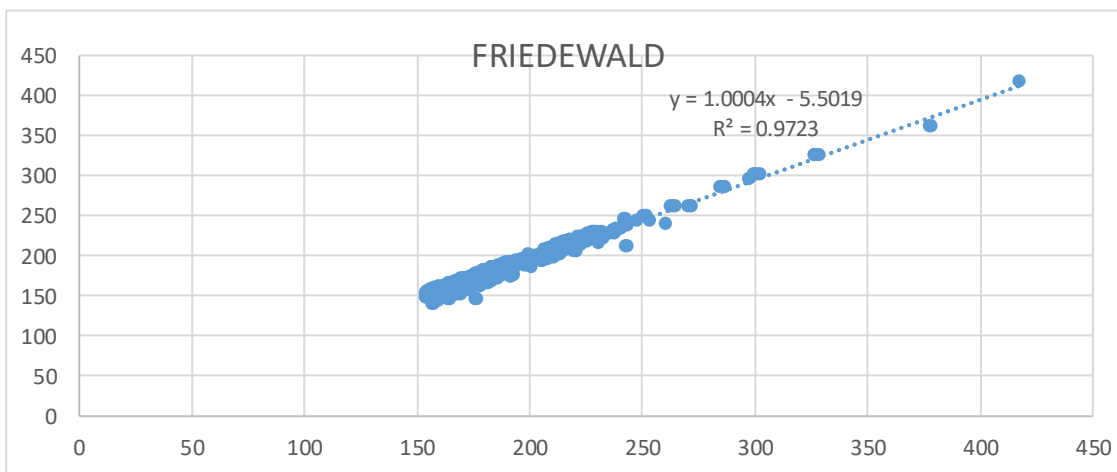
FIGURA N° 28 Correlación de Pearson nivel Muy alto formula Nuevo



Descripción de la figura 28: Grafica de correlación de la formula Nueva para pacientes con el nivel muy alto de c-LDL

Así en la figura 29 evaluamos a la fórmula de Friedewald que muestra un coeficiente de Pearson de 0.986 siendo este nivel de c-LDL en el que mejor desempeño denota, pero cabe resaltar que se pueden apreciar puntos de dispersión alejados de la línea de tendencia demostrando una precisión parcial y no del todo confiable.

FIGURA N° 29 Correlación de Pearson nivel Muy alto formula Friedewald

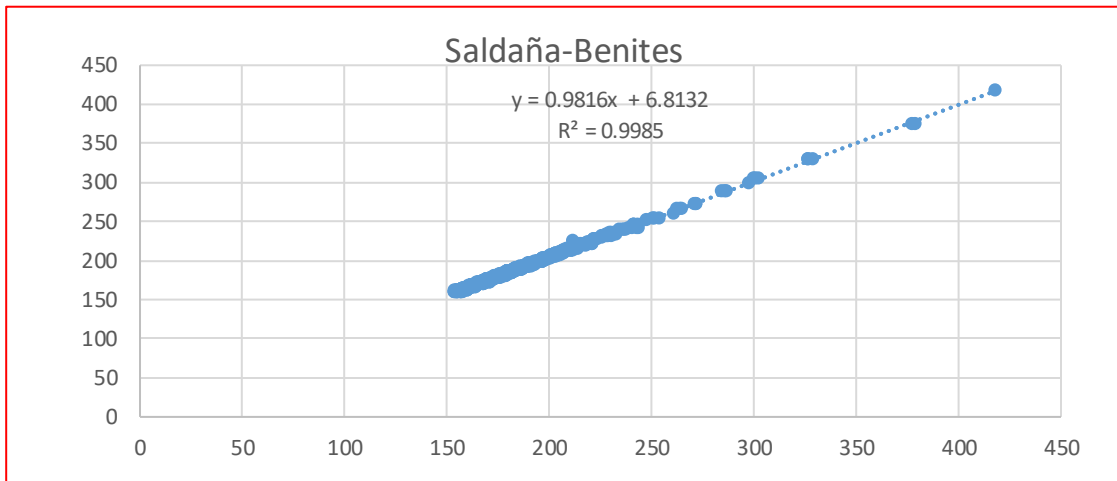


Descripción de la figura 29: Grafica de correlación de la formula Friedewald para pacientes con el nivel

muy alto de c-LDL.

En la Figura 30 se muestra el comportamiento de la Formula de Saldaña-Benites que refleja una correlación fuerte ya que alcanza un Pearson de 0.999 al igual que la formula Nueva, pero con un ligero margen inferior de comparación.

FIGURA N° 30 Correlación de Pearson nivel muy alto formula Saldaña-

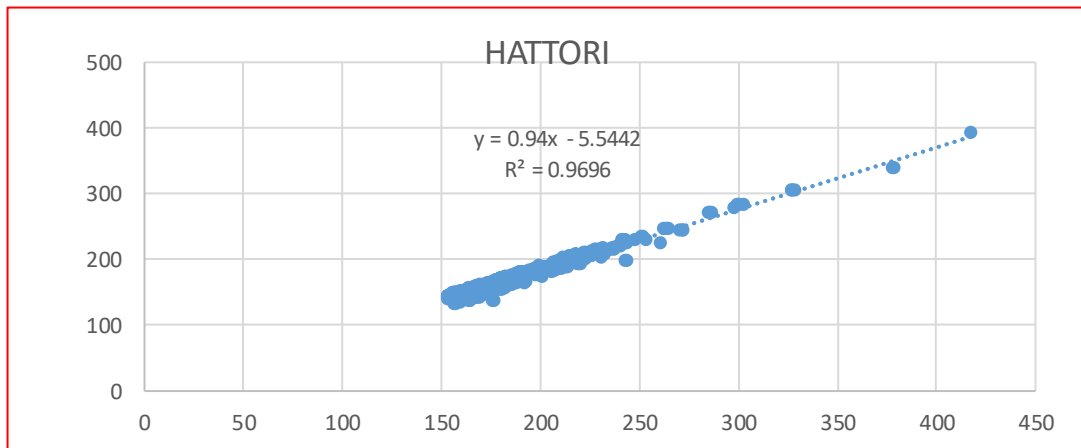


Benites

Descripción de la figura 30: Grafica de correlación de la formula Lima para pacientes con el nivel muy alto de c-LDL.

Para la fórmula de Hattori se obtuvo un Pearson de 0.985 con algunos puntos de dispersión fuera de la línea de tendencia siendo que demuestra así una precisión y confiabilidad baja en comparación con otras fórmulas; todo esto en la figura 31.

FIGURA N° 31 Correlación de Pearson nivel muy alto formula Hattori

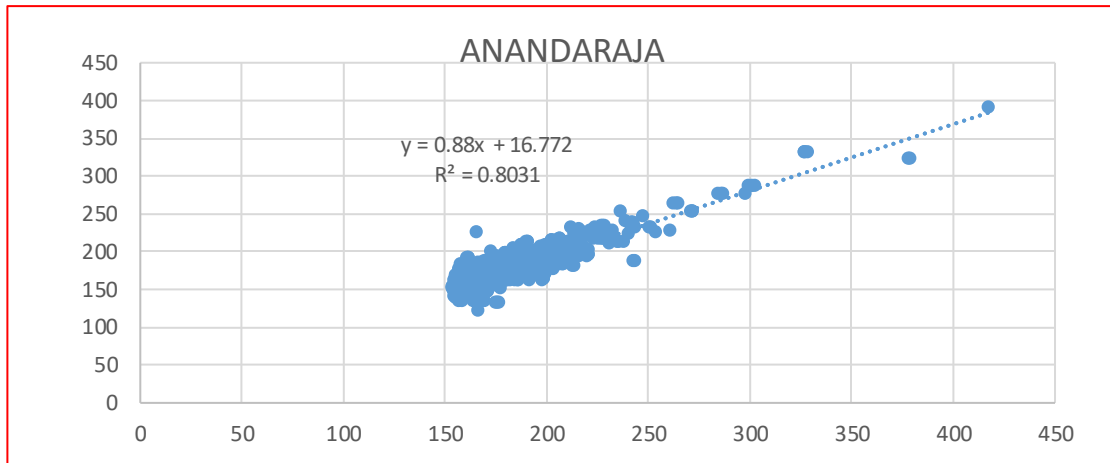


Descripción de la figura 31: Grafica de correlación de la formula Hattori para pacientes con el nivel muy

alto de c-LDL.

En la figura 32 se evidencia una dispersión dispar de la línea de tendencia y con una tendencia propia hacia subestimar el calculo de c-LDL, lo cual expresa baja precisión y confiabilidad para la fórmula de Anandaraja la cual alcanzo un Pearson de 0.908.

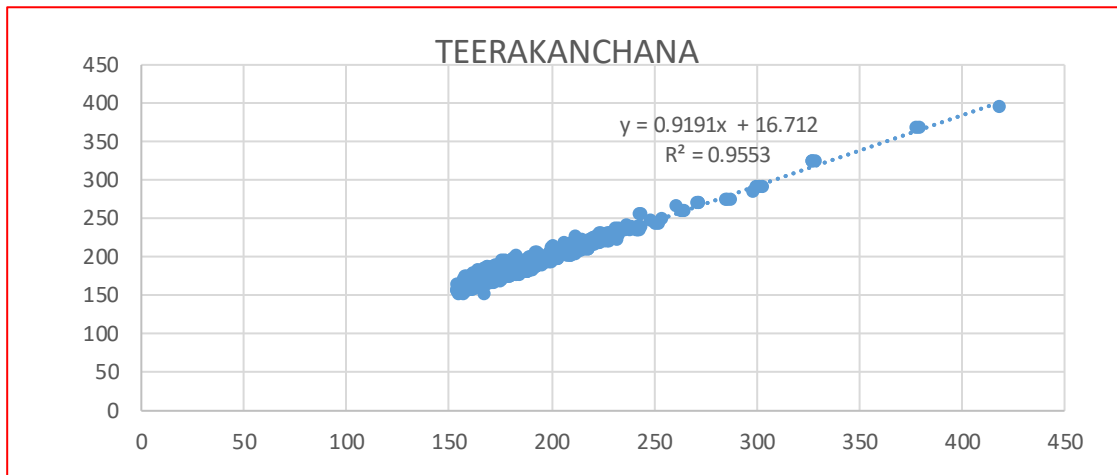
FIGURA N° 32 Correlación de Pearson nivel muy alto formula Anandaraja



Descripción de la figura 32: Grafica de correlación de la formula Anandaraja para pacientes con el nivel muy alto de c-LDL.

La fórmula de Teerakanchana muestra un Pearson de 0.976 siendo este su mejor desempeño, posee una confiabilidad parcial, ya que no logra tener utilidad en cuanto a pacientes hiperlipemicos, con algunos puntos de dispersión fuera de la línea de tendencia todo esto plasmado en la figura 33.

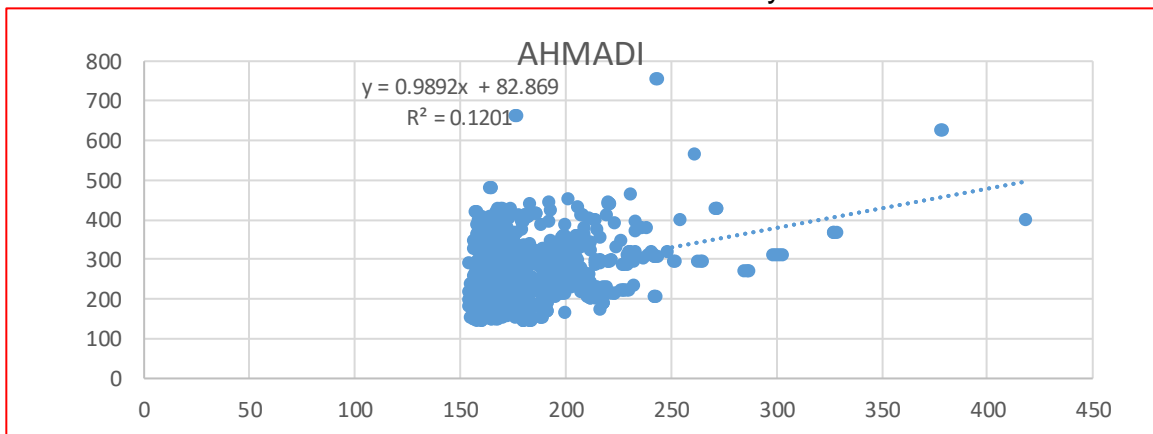
FIGURA N° 33 Correlación de Pearson nivel muy alto formula Teerakanchana



Descripción de la figura 33: Grafica de correlación de la formula Teerakanchana para pacientes con el nivel muy alto de c-LDL.

Para la fórmula de Ahmadi se demostro una nula fiabilidad y casi ninguna precisión pues que solo se obtuvo un Pearson de 0.183 lo que indica una correlación inexistente, descartándolo como posibilidad para su aplicación, todo esto observable en la figura 34.

FIGURA N° 34 Correlación de Pearson nivel alto formula Ahmadi

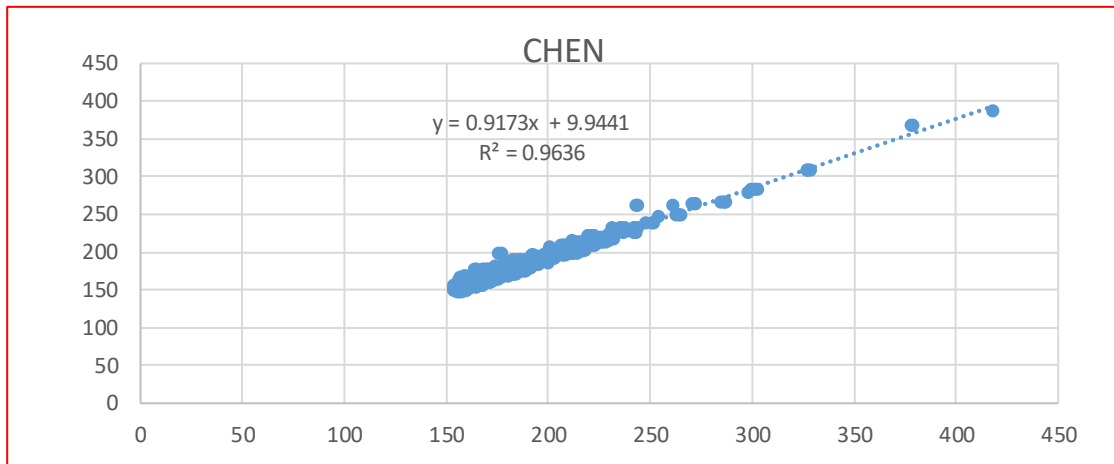


Descripción de la figura 34: Grafica de correlación de la formula Ahmadi para pacientes con el nivel muy alto de c-LDL.

En la figura 35 se tuvo un coeficiente de Pearson de 0.861 para la fórmula de Chen en el que se ven algunos puntos de dispersión fuera de línea de tendencia, pero con

mejor preformas que la fórmula de Ahmadi.

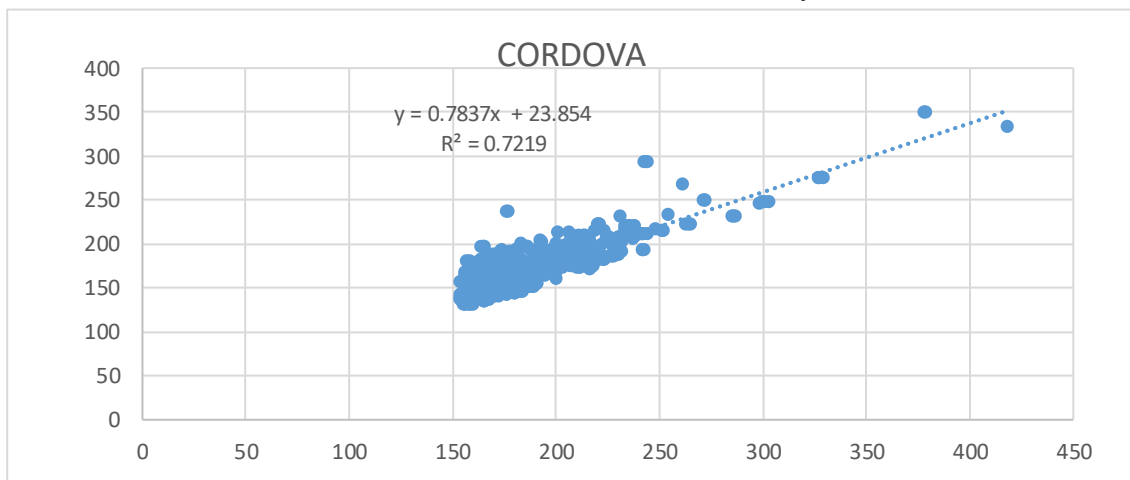
FIGURA N° 35 Correlación de Pearson nivel muy alto formula Chen



Descripción de la figura 35: Grafica de correlación de la formula Chen para pacientes con el nivel muy alto de c-LDL.

Por último, se tiene a la fórmula de Córdoba mostrada en la figura 36 en la que se presenta muchos puntos de dispersión elevados y alejados de la línea de tendencia denotando una precisión variable que pone en duda su aplicación, todo esto apreciado en un Pearson de 0.914.

FIGURA N° 36 Correlación de Pearson nivel muy alto formula Cordova



Descripción de la figura 36: Grafica de correlación de la formula Cordova para pacientes con el nivel muy alto de c-LDL.

5.2 Discusión de resultados

La presente discusión de resultados se adentra en un análisis exhaustivo de los datos obtenidos en el estudio, contrastando los hallazgos con antecedentes tanto a nivel nacional como internacional. Este enfoque comparativo ofrece una perspectiva integral sobre la eficacia y aplicabilidad de las metodologías evaluadas en el presente trabajo.

Al examinar la investigación llevada a cabo por W. Masson, se observan discrepancias atribuibles a las limitaciones inherentes a dicha indagación teniendo en contraste con la fórmula propuesta en nuestra propia investigación, es crucial destacar que Masson no efectuó una medición directa del c-LDL. De este modo, aunque el trabajo de W. Masson ostente relevancia, se concentra en pacientes con niveles óptimos de c-LDL y triglicéridos elevados, evidenciando eficacia limitada en casos donde los pacientes no cumplen con dichas condiciones. Por ende, presenta una desventaja inequívoca en comparación con nuestra investigación, la cual demuestra obtener resultados con notable precisión en los diversos niveles de c-LDL. (19).

En cuanto a la investigación propuesta por Chapman J. La cual fue realizada teniendo como base la fórmula de Sampson, si bien esta fórmula tiene una gran precisión en pacientes con hipertrigliceridemia a la hora del cálculo de c-LDL, aspecto coincidente con la fórmula propuesta en la presente tesis, es imperativo tener en consideración que la utilidad de dicho método se circunscribe exclusivamente a la precisión en pacientes con estas características específicas. Por lo que su uso en diversos pacientes con diferentes características clínicas es no recomendable, por lo que posee puntos de discrepancia con nuestra investigación en ese aspecto (9).

Por otro lado, el trabajo de P. Penson hace uso de la fórmula de Martin y Hopkins, usándola de contraste frente a la Friedewald, demostrando un mejor desempeño al señalar la tendencia a subestimar el nivel de c-LDL de esta última fórmula, de esa manera denotando un nivel de coincidencia con la fórmula que presentamos en esta investigación debido a su precisión y confiabilidad, aunque aún presenta las limitaciones propias de la fórmula de Martin/Hopkins (18).

Nicolene Steyn, desarrollo un estudio aplicando diversas fórmulas para el cálculo de c-LDL, si bien sus resultados mostraron la precisión y correlación de la fórmula de Martin-Hopkins, se debe tener en cuenta que el estudio se enfocó de manera única en pacientes pediátricos, diabéticos sin tratamiento y pacientes con hiperlipemia, ignorando de esta forma a pacientes con normolipemia o hipolipemia, sesgando de esta manera sus resultados, frente a la fórmula que planteamos en este trabajo y la cual tiene un gran desempeño en los distintos tipos de pacientes que puedan presentar los distintos niveles de lípidos séricos. (24)

Mendes de cordova CM y Galgowski C, condujeron una investigación que posee y presenta notables similitudes con la presente; con excepción de sus conclusiones, donde destacan la significativa precisión de la fórmula de Córdova en la población de Pomerania, viéndose sesgada la investigación al encontrarse limitada a esta región. A pesar de la marcada concordancia en lo que respecta a nuestro trabajo con pacientes normolipémicos, resulta imperativo señalar las limitaciones inherentes al empleo de dicha fórmula en pacientes afectados por hipercolesterolemia o hipertrigliceridemia, cayendo así en discrepancia parcial con nuestra investigación (25).

Al tener bajo contraste de nuestros antecedentes, se tiene claro que los niveles de c-LDL, es un criterio clave para la evaluación de riesgo cardiovascular, debido a su rol en las funciones aterogénicas, tal como es planteado en la investigación hecha por Jhon M. Chapman (9), y a su vez denotando la importancia central que posee un adecuado método para determinar el c-LDL, como es establecido por W. Masson (19) y P. Pensson (18), la precisión y confiabilidad de un método de medición es indispensable para la evaluación clínica.

En cuanto a los puntos tratados por Ítalo Saldaña, en su trabajo titulado “Concordancia entre la medición directa y el valor estimado de colesterol de LDL en pacientes ambulatorios” (22) (6) (5) se propuso una ecuación para el cálculo de c-LDL si bien su trabajo es adecuado presenta limitaciones al haberse enfocado en la población de la ciudad de Lima, por lo que se ve limitado en cuanto a pacientes de distintas procedencias. Por otro lado el trabajo presentado por Liz marcos titulado “Comparación entre la determinación directa del LDL colesterol y estimada por

ecuaciones en pacientes ambulatorios en un Laboratorio Privado de Lima Metropolitana, 2021” (26) busca demostrar cual método es el más óptimo para el cálculo preciso del colesterol de baja densidad en un laboratorio privado; aunque realiza un trabajo demostrando cuales formulas presentan una concordancia más adecuada, se limita a la una población pequeña de 180 individuos, por lo que su uso para la población de la región de Cusco, podría ser no la más adecuada o precisa. (26)

En el trabajo “Concordancia entre la medición directa y el valor estimado del colesterol LDL en pacientes del Hospital de Emergencia José Casimiro Ulloa, enero - octubre 2021, Lima” se realizó la comparación de diversas fórmulas con la conclusión de que la fórmula de Sampson era la más apropiada para el cálculo de c-LDL. No obstante, es necesario señalar que, aunque nuestro trabajo comparte puntos de coincidencia con esta conclusión, también presenta discrepancias fundamentadas en las limitaciones inherentes a la fórmula de Sampson. (23)

El estudio “Concordancia de la medición enzimática directa de colesterol – LDL versus el valor estimado por las ecuaciones de Martin, Córdova, Regresión múltiple y Friedewald, en pacientes atendidos en el hospital III Daniel Alcides Carrión de Essalud - Tacna, 2020” presenta notables puntos de coincidencia con nuestra investigación y respalda de manera consistente nuestros objetivos específicos al evidenciar la ineficacia de varias fórmulas. Aunque se observa que la utilización de la fórmula de Córdova proporciona respaldo para pacientes con hipertrigliceridemia, se destaca que esta carece de una fiabilidad extensiva en los diversos niveles de colesterol LDL (28).

Por ultimo en la investigación “Ecuaciones para estimar la concentración de lipoproteínas de baja densidad del colesterol en pacientes del hospital militar central 2022” se constatan puntos de coincidencia con nuestro trabajo, particularmente en lo concerniente a la ineficacia demostrada del empleo de la fórmula de Friedewald y otras formulaciones afines; a su vez estipulan que el uso de la fórmula de Córdova da una concordancia mejor pero debe tenerse en cuenta las limitaciones de esta, Es pertinente señalar que se destaca el sesgo presente en la investigación de Quispe Huamán A, quien, al trabajar con una población reducida, podría no haber

obtenido una muestra representativa, lo cual constituye una consideración fundamental en la evaluación de la aplicabilidad de la fórmula de Córdova (27).

En los distintos niveles de c-LDL la fórmula nueva que presentamos en esta tesis, posee una correlación superior a las demás siendo esto indicativo de la confiabilidad de los resultados generados por esta; sin embargo, la fórmula de Saldaña-Benites planteada en el 2017 (6); se encuentra por detrás de esta. Si bien los resultados conseguidos por ambas fórmulas poseen una variación reducida, al ser puestos junto al método de medición directa, la nueva fórmula tiende a generar valores más cercanos a la medición directa, siendo este nuestro Gold estándar, puede establecerse que la fórmula planteada en esta investigación posee una aplicación más adecuada para la población de la región de Cusco.

Como previamente se estableció, nuestra base de datos fue sometida a las distintas fórmulas planteadas y descritas en el marco teórico, se realizó los gráficos correspondientes para ejemplificar el desempeño de estas, teniendo así que la fórmula de Saldaña-Benites (6) (5), es aquella que se aproxima más a la fórmula nueva, como se puede observar en los distintos gráficos (grafico 1 – 36), ha de mencionarse que los gráficos realizados en el anterior punto se realizaron en base la correlación de Pearson, si bien esta herramienta estadística permite poner de manera visual la confiabilidad y precisión de las diversas fórmulas, así como la correlación que estas tienen con el Método de Medición Directa, se debe tener en cuenta las limitaciones que presentan estas, así como sus fortalezas, de esta manera Friedewald (4) puede presentar una correlación de 0.986 en el nivel muy alto de c-LDL, posicionándose de esta manera como una fórmula medianamente aceptable, pero se debe tener en cuenta su poca capacidad de cálculo adecuado al enfrentarse a muestras de pacientes con niveles elevados de colesterol total o triglicéridos. Por otro lado; fórmulas como la de Ahmadi (20) planteada en el 2008, Cordova (2013) (16), Chen (2010) (48) o Anandaraja (2005) (7) poseen una confiabilidad baja, y al ser utilizadas tienden a alejarse de manera considerablemente del valor propuesto por el Gold Estándar.

Ha de considerarse que las distintas fórmulas tienden a sobrestimar o subestimar el nivel medido, siendo las fórmulas de Friedewald (4) (56) (20) (21), Hattori (58) o Córdova (16) las que más tienden a distanciar del resultado obtenido por medición

directa. Esto debido a la población y origen geopolítico en la que cada fórmula fue planteada y diseñada; siendo las causas, las diversas localidades alrededor del mundo, las diferentes coyunturas, costumbres, acceso a alimentos y causas similares, en las que se desarrolló las fórmulas mencionadas en el marco teórico.

En pacientes con nivel de colesterol total superior a 200 mg/dL, la fórmula que presentamos posee una muy alta correlación, alcanzando un valor de coeficiente de Pearson superior a las demás fórmulas analizadas en esta investigación, seguido de cerca por la de Saldaña-Benites (6) (5). Siendo así que logra demostrar su capacidad de cálculo, al superar una de las limitaciones más comunes entre las fórmulas para el cálculo de c-LDL, la hipercolesterolemia o el nivel elevado de Colesterol Total a nivel serológico en los pacientes.

En los distintos niveles de c-LDL (Óptimo, Casi Óptimo, Alto y Muy Alto) (15), la fórmula planteada en esta investigación demuestra una correlación muy alta, estando cercana a 1 en la correlación de Pearson, y obteniendo números casi a la par del método directo, siendo la correlación obtenida en 0.996, 0.982, 0.987 y 0.999 para los niveles de c-LDL Óptimo, Casi Óptimo, Alto y Muy Alto (15), respectivamente. Es en este último punto donde se denota la mayor diferencia entre la fórmula de Saldaña-Benites y la propuesta, donde ésta vuelve a demostrar su limitación al sobreestimar el valor de c-LDL ligeramente en comparación con nuestra fórmula.

En cuanto a la correlación del valor medido frente a las demás fórmulas de cálculo del c-LDL se demostró una correlación superior a estas; siendo así la fórmula establecida para su uso en la población de la región Cusco, la más adecuada teniendo en cuenta los patrones alimenticios de la misma, así como el acceso y diversidad de alimentos que se encuentra en esta región, los cuales fueron establecidos en el capítulo I. Se debe tener en cuenta que, a pesar de la alta correlación entre los resultados obtenidos mediante la fórmula diseñada, y el valor por el método medido, es de importancia tener las limitaciones de la investigación en cuenta. Siendo estas aquellas que podrían sesgar los resultados por diversos problemas metabólicos o dietéticos que pueda tener el paciente, así como tratamientos de los cuales no se tenga conocimiento, como la separación según edad, o actividad física.

CONCLUSIONES

1. La investigación titulada “Determinación del c-LDL mediante la ecuación obtenida y los métodos existentes, en pacientes del Hospital Regional del Cusco – 2022”; logró demostrar correlación entre el p valor medido del C-LDL y la fórmula planteada, así como su correlación con las demás formulas ya existentes, presentando resultados con una similitud muy próxima a los valores obtenidos por el método de medición directa del c-LDL, en los diferentes niveles del mismo siendo estos los niveles de c-LDL Optimo, Casi Optimo, limite Alto y Alto, demostrando una precisión adecuada y eficaz.
2. Los hallazgos refuerzan la utilidad y confiabilidad de la nueva fórmula de estimación de c-LDL propuesta en el contexto de la evaluación clínica. La fórmula nueva fórmula planteada en esta investigación para la estimación de c-LDL, obtenida mediante un análisis de regresión lineal múltiple. Los resultados revelaron la ausencia de diferencias significativas entre los p valores de c-LDL derivados de la medición directa y los generados por la fórmula propuesta. Al comparar nuestra fórmula con la de Saldaña Benites, se evidenció una mínima disparidad en los p valores del Coeficiente de Pearson en diferentes niveles de c-LDL (0.996 para el nivel óptimo, 0.983 para el nivel casi óptimo, 0.988 para el nivel límite alto y 0.999 para el nivel alto para la nueva fórmula). A diferencia de la fórmula de Saldaña-Benites, que mostró una tendencia a distanciarse significativamente del p valor obtenido por nuestro Gold Estándar, sobrestimando ligeramente el c-LDL. Por otro lado, la fórmula propuesta en esta tesis demostró una mayor concordancia con la medición directa, como se ilustra en el gráfico de dispersión, indicando una distribución uniforme y respaldando así su validez y precisión.
3. Tras demostrar una muy alta correlación; se concluye que la formula establecida por esta tesis, tiene una gran fiabilidad y precisión en pacientes con niveles óptimos de c-LDL (p valor 0.996), así mismo se establece que a pesar de la diferencia existente al generar resultados, entre la fórmula propuesta por

Saldaña-Benites y nuestra formula, esta última tiende a dar resultados más cercanos a los resultados calculados de manera directa.

4. La correlación Muy Alta, establecida en los estudios denota gran precisión en aquellos pacientes con un nivel de C-LDL casi optimo, como en el punto anterior, la fórmula de Saldaña-Benites conlleva una correlación similar (p valor 0.950), aunque inferior a la establecida en esta investigación (p valor 0.983), volviendo a denotar su capacidad para sobreestimar ligeramente su p valor calculado frente al medido.
5. En cuanto al nivel alto (p valor 0.988) y muy alto (p valor 0.999) de c-LDL, se obtuvo una Correlación Muy Alta en la relación al método de medición directa, de esta manera demostrando que su aplicación se puede realizar obteniendo una precisión y fiabilidad casi a la par del Gold Estándar.
6. En pacientes con nivel de triglicéridos superior a 400 mg/dL, la fórmula que presentamos posee una gran correlación (p valor 0.9994), siendo la de mayor coeficiente de Pearson, seguido de cerca por la de Saldaña-Benites (p valor 0.9993); de esta manera superando la limitación en pacientes con hipertrigliceridemia que presentan las diversas fórmulas mencionadas en el marco teórico. La correlación que presenta la formula presentada en esta investigación al ser puesta en práctica con pacientes que poseen niveles superiores a 200 mg/DL de Colesterol total o aquellos que se encuentran con Hipercolesterolemia, demuestra su capacidad para calcular el c-LDL de manera confiable, sin sacrificar su precisión presentando una correlación muy alta (p valor 0.99964).
7. La correlación de Pearson de fórmulas diversas como la de Amhadi, Chen o Córdova, llegaron a presentar p valores de 0.453, 0.620 o 0.888 en el nivel casi optimo, así como en los demás niveles de c-LDL siendo que un valor de 1 o lo más cercano a este representa una correlación con el método medición directa, demostrando de esta manera un cálculo deficiente del mismo, siendo que sus limitaciones se hayan presentes de manera inequívoca y su uso no es factible a nivel clínico.

8. En cuanto al ámbito clínico, lo hallado en la investigación posee una relevancia significativa en el apoyo al diagnóstico clínico, debido a que la medición del c-LDL es vital para el tratamiento, prevención y bienestar de los pacientes, teniendo en cuenta la alta tasa de mortalidad en pacientes con enfermedades cardiovasculares derivados de un nivel elevado de colesterol, más específicamente de aquellos con niveles alto o muy alto de c-LDL, siendo así que el tener acceso, no solo a una mejor fórmula para el cálculo del c-LDL sino también su fácil uso y nulo costo provisto por la fórmula establecida en esta investigación conllevan a un diagnóstico y/o tratamiento farmacológico adecuado, teniendo en cuenta la gran precisión y confiabilidad que presenta nuestra fórmula.

RECOMENDACIONES

1. Pese a que se obtuvo una buena correlación entre los valores de la medición directa del c-LDL y los estimados por las fórmulas obtenidas, Saldaña-Benites, Friedewald, Hattori, Anandaraja, Teerakanchana, Ahmadi, Chen y Córdoba; se recomienda ampliar la población para poder brindar mejores resultados en una población menos centralizada.
2. Considerar la fórmula propuesta en nuestra tesis para el cálculo de c-LDL por aquellos laboratorios clínicos, que no dispongan del presupuesto para poder realizar un cálculo directo del mismo.
3. Una vez realizado el estudio prospectivo considerar la fórmula de Cusco como alternativa para la determinación del c-LDL, debido a la precisión que presenta en contraste con las demás formulas y sus limitaciones.
4. La difusión de esta fórmula hacia los distintos y diversos laboratorios de la Ciudad del Cusco, ya que gracias a esta podría darse un mejor diagnóstico de los pacientes, beneficiando así al público general como a los propios laboratorios sin incrementar en gastos o costos.
5. La correlación que presenta la fórmula planteada en la investigación sugiere que el cálculo de c-LDL mediante esta puede ser de gran utilidad debido a su precisión, en aquellos pacientes que no puedan tener acceso a un cálculo medido del mismo, así como también a aquellos establecimientos de salud, cuyo presupuesto y acceso a los reactivos sea limitado, permitiendo de esa forma un acceso mayor al público general.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Andrea MBMG. Enfermedad cardiovascular: primera causa. *Cardiología*. 2016 julio-septiembre; 27(3).
2. Alexis J. Correlación entre la concentración de lipoproteína de baja densidad calculada por métodos de Friedewald y Vujovic con el analizador Chemray-120. 2022..
3. Arregocés L, González AE, Caicedo Revelo IT, Barragán Ríos ÓA. Guía de práctica clínica para la prevención, detección temprana, diagnóstico, tratamiento y seguimiento de las dislipidemias en la población mayor de 18 años. Ministerio de Salud y Protección Social - Colciencias. 2014 Junio; 27(1).
4. Matthias Nauck GRWNR. Methods for Measurement of LDL-Cholesterol: A Critical Assessment of Direct Measurement by Homogeneous Assays versus Calculation. In Ishwarlal Jialal SD, editor. *Clinical Chemistry*. 2nd ed.: Remnant Lipoproteins: Measurement and Clinical Significance; 2002. p. 236–254.
5. Saldaña Orejón , Benites Ricra MA. Concordancia entre la medición directa y el valor estimado de colesterol de LDL en pacientes ambulatorios. *Acta Bioquímica Clínica Latinoamericana*. 2018 septiembre; 52(1).
6. Saldaña Orejón M, Benites Ricra Á. Medición directa versus el valor estimado del colesterol de LDL por las ecuaciones de Friedewald, Friedewald modificada y de regresión. *Acta Bioquímica Clínica Latinoamericana*. 2020 Mayo; 54(3): p. 267-277.
7. Anandaraja S NRGRLRTK. Low-density lipoprotein cholesterol estimation by a new formula in Indian population. *Int J Cardiol*. 2005; 98(3): p. 441-442.
8. Ezeh KJ EO. Hyperlipidemia: A Review of the Novel Methods for the Management of Lipids. *Cureus*. 2021 julio 15; 13(7).
9. John PP. Colesterol de LDL: los tiempos están cambiando. *Scielo*. 2021 Enero; 55(1).

10. Alan T. Remaley TDDaGRW. Lipids, Lipoproteins, Apolipoproteins, and Other Cardiovascular Risk Factors. In Alan T. Remaley TDDaGRW. Tietz Textbook of Clinical Chemistry and Molecular Diagnostics.: Elsevier, Inc; 2018. p. 539-603.
11. Bautista LE, Casas JP, Herrera VM, Miranda JJ, Perel P, Pichardo R, et al. The Latin American Consortium of Studies in Obesity (LASO). International Association for the Study of Obesity. 2009 Febrero; 10: p. 364-370.
12. Instituto Nacional de Estadística e Informática. INEI. [Online].; 2021 [cited 2022 Abril 14]. Available from: <https://m.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/noticias/nota-de-prensa-no-080-2021-inei.pdf>.
13. Clínica Anglo Americana. [Online]. [cited 2022 octubre 19]. Available from: <https://clinicaangloamericana.pe/anglo-salud/>.
14. Fernando LT. Metabolismo de los Lípidos y las Lipoproteínas. .
15. Feingold KR ABBA. National Library of Medicine. [Online].; 2019 [cited 2022 noviembre 3]. Available from: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK305896/#_ncbi_dlg_citbx_NBK305896.
16. Querales M, Domínguez MI, Rojas S. Estimación del colesterol LDL a través de la ecuación brasilera: comparación con otras metodologías. Revista Latinoamericana de Patología Clínica. 2015 febrero 05; LXII(2).
17. Marvin MS. Estimación del colesterol LDL a través de la ecuación brasilera: comparación con otras metodologías. Patología Clínica. 2015 febrero; 62(2).
18. Penson MH. Comparación del cálculo de LDL-C por los métodos de Friedewald y Martin/Hopkins en 12 243 adultos de los Estados Unidos de América. European Heart Journal. 2020 Noviembre; 41(2).
19. Walter D, Emiliano JA. NEW FORMULA FOR ESTIMATING LDL-CHOLESTEROL: CONSEQUENCES ON THE ASSESSMENT OF LIPID TARGETS IN CORONARY PATIENTS. Revista argentina de medicina. 2020 Abril; 8(2).

20. Ahmadi SA BMGMKTPDS. The impact of low serum triglyceride on LDL-cholesterol estimation. Archives of Iranian medicine. 2008 Mayo; 11(3): p. 318–321.
21. Chen Y ZXPBJXYHCBZYGJCH. A modified formula for calculating low-density lipoprotein cholesterol values. Lipids Health Dis. 2010 Mayo 21; 20(9).
22. Italo MJ. Derivación y validación de una ecuación para estimar el colesterol ligado a lipoproteínas de baja densidad en una población de Lima, Peru. An Fac med. 2017 Agosto; 78(01).
23. Quispe Espinoza F. Concordancia entre la medición directa y el valor estimado del colesterol LDL en pacientes del Hospital de Emergencia José Casimiro Ulloa, enero - octubre 2021, Lima. Tesis de Licenciatura. Lima: Universidad Continental; 2021.
24. Nicolene Steyn HMRTSPJM. Comparability of calculated LDL-C with directly measured LDL-C in selected paediatric and adult cohorts. Clinica Chimica Acta. 2022 Diciembre 1; 537: p. 158-166.
25. Mendes de Cordova CM,dSHET,GC,FVH,SGB,MMRP,SCO,VH,&IT. Evaluation of a new equation for LDL-c estimation and prediction of death by cardiovascular related events in a German population-based study cohort. Scandinavian journal of clinical and laboratory investigation. 2018 Marzo 8; 78(3): p. 187-196.
26. Marcos Carbajal LO. Comparación entre la determinación directa del LDL colesterol y estimada por ecuaciones en pacientes ambulatorios en un Laboratorio Privado de Lima Metropolitana,2021. Primera ed. Saldaña Orejon I, editor. Lima: Universidad Norbert Wiener; 2022.
27. Quispe Huaman AJ. Ecuaciones para estimar la concentración de lipoproteinas de baja densidad del colesterol en pacientes del hospital militar central 2022. Primera ed. Mg. Saldaña Orejón ÍM, editor. Lima: Universidad Norbert Wiener; 2022.
28. LOVERA SALAS Y. CONCORDANCIA DE LA MEDICIÓN ENZIMÁTICA DIRECTA DE COLESTEROL – LDL VERSUS EL VALOR ESTIMADO POR LAS ECUACIONES DE MARTIN, CÓRDOVA, REGRESIÓN MÚLTIPLE Y FRIEDEWALD, EN PACIENTES ATENDIDOS EN EL HOSPITAL III DANIEL ALCIDES CARRIÓN DE ESSALUD -

- TACNA, 2020. 1st ed. Tacna: UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD ESCUELA PROFESIONAL DE TECNOLOGÍA MÉDICA; 2021.
29. Miguel Soca PE. Dislipidemias. Actividad Científico Informativa en la Medicina. 2009; 20(6): p. 265-273.
30. Junta de andalucia. [Online]. [cited 2022 Noviembre 07. Available from: <https://www.juntadeandalucia.es/averroes/centros-tic/29000694/helvia/aula/archivos/repositorio/0/10/html/lipidos.html#GlossA>.
31. R. Zamora FJH. Lipoproteins. In R. Zamora FJH. Encyclopedia of Food and Health.: Academic Press; 2016. p. 544-549.
32. Bayly GR. CHAPTER 37 - Lipids and disorders of lipoprotein metabolism. In William J. Marshall MLAPDRMA, editor. Clinical Biochemistry: Metabolic and Clinical Aspects. tercera ed.: Churchill Livingstone; 2014. p. 702-736.
33. Dominiczak MH CM. Apolipoproteins: metabolic role and clinical biochemistry applications. In Dominiczak MH CM. Annals of Clinical Biochemistry.: Clinical Sciences Reviews Committee of the Association for Clinical Biochemistry.; 2011. p. 498-515.
34. Maldonado Saavedra O, Ramirez Sanchez I, Garcia Sanchez JR, Ceballos Reyes GM. Colesterol: Función biológica e implicaciones médicas. Revista mexicana de ciencias farmacéuticas. 2012 Junio; 43(2).
35. Argueso Armesto, R; et al. Galicia Clin/ Sociedade Galega de Medicina Interna. [Online].; 2011 [cited 2024 Enero 15. Available from: **¡Error! Referencia de hipervínculo no válida..**
36. Rahmany S, Jialal I. Biochemistry, Chylomicron Jialal I, editor.: Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2022.
37. American Heart Association. American Heart Association. [Online].; 2020 [cited 2022 diciembre 16. Available from: <https://www.heart.org/en/health-topics/cholesterol/hdl-good-ldl-bad-cholesterol-and-triglycerides>.

38. Jacobson A, Duffy E, Blumenthal R, shay martin s. AMERICAN COLLEGE OF CARDIOLOGY. [Online].; 2020. Available from: <https://www.acc.org/latest-in-cardiology/articles/2020/03/03/15/08/clinical-review-on-triglycerides>.
39. Huang JK LH. Emerging Evidence of Pathological Roles of Very-Low-Density Lipoprotein (VLDL). International journal of molecular sciences. 2022 Abril 13; 23(8).
40. Rishi K. Wadhera DLSIKRPGJMF. A review of low-density lipoprotein cholesterol, treatment strategies, and its impact on cardiovascular disease morbidity and mortality. In Rishi K. Wadhera DLSIKRPGJMF. Journal of Clinical Lipidology.; 2016. p. 472-489.
41. Elena Grao-Cruces SLEMMSMdIP. High-density lipoproteins and immune response: A review. In Elena Grao-Cruces SLEMMSMdIP. International Journal of Biological Macromolecules.: International Journal of Biological Macromolecules; 2022. p. 117-123.
42. Liu Ting CJMZDZQPXLTH. Identification of Apolipoproteins and Their Subfamilies With Multifarious Features. Frontiers in Cell and Developmental Biology. 2021; 8.
43. Mangaraj M,NR,&PS. Apolipoprotein A-I: A Molecule of Diverse Function. Indian journal of clinical biochemistry. 2016; 31: p. 253–259.
44. Josep Julvea CMGDSFBVJCEG. La apolipoproteína A-II altera la composición apolipoproteica de HDL y su capacidad para activar la lipoproteína lipasa. CIBER de Diabetes y Enfermedades Metabólicas Asociadas. 2010; 22(5): p. 192-197.
45. Qu J,KCW,TP,&BA. Apolipoprotein A-IV: A Multifunctional Protein Involved in Protection against Atherosclerosis and Diabetes. CELLS. 2019; 8(4): p. 319.
46. Nilsson SK HJOGMM. National Library of Medicine. [Online].; 2011. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21831376/>.
47. Nakajima K&NT&FM&AM&TA&SE. Apolipoprotein B-48: a unique marker of chylomicron metabolism. In Nakajima K&NT&FM&AM&TA&SE. Advances in clinical chemistry.: PubMed; 2014. p. 117-177.

48. Chen MA. A.D.A.M. Inc. [Online].; 2022 [cited 2022 Noviembre 3. Available from: <http://thnm.adam.com/content.aspx?productid=618&pid=5&gid=003502>.
49. Takahisa Kanekiyo GB. Chapter 6 - Apolipoprotein E and Amyloid- β -Independent Mechanisms in Alzheimer's Disease. In Takahisa Kanekiyo GB. Genes, Environment and Alzheimer's Disease.: Academic Press; 2016. p. 171-196.
50. Francisco Fuentes-Jimenez JLM. TEMA 4. HIPERCOLESTEROLEMIA POLIGÉNICA, HIPERTRIGLICERIDEMIA DE BASE FAMILIAR Y OTROS TRASTORNOS SECUNDARIOS DEL METABOLISMO LIPÍDICO: CLÍNICA Y DIAGNÓSTICO: Unidad de Lípidos y Arteriosclerosis, Servicio de Medicina Interna. Hospital Universitario Reina Sofía; 2020.
51. Yano M,MA,HS,ZB,KE,TM,&SK. Comparison of Two Homogeneous LDL-Cholesterol Assays Using Fresh Hypertriglyceridemic Serum and Quantitative Ultracentrifugation Fractions. Journal of atherosclerosis and thrombosis. 2019 Noviembre 1; 26(11).
52. Lorenz Kerscher SSBDMJZ. Precipitation methods for the determination of LDL-cholesterol. In GMBH BM, editor. Clinical Biochemistry. 2nd ed. Tutzing: Biochemical Research Center; 1985. p. 118-125.
53. National Heart and Lung Institute. Beta – Quantification (Ultracentrifugation). In U.S. Government Printing Office 1, editor. Manual of Laboratory Operations.: U.S. Government Printing Office, 1974; 1974. p. 75-628.
54. Shi B, Wang HY, Yin D, Zhu C, Feng L, Wang H, et al. Comparison of Estimated LDL Cholesterol Equations with Direct Measurement in Patients with Angiographically Confirmed Coronary Artery Disease. J. Cardiovasc. Dev. Dis. 2022 Octubre; 9(10).
55. S. C. Usefulness of the Martin Method for Estimation of Low-Density Lipoprotein Cholesterol in Coronary Atherosclerosis. Medical principles and practice : international journal of the Kuwait University, Health Science Centre. 2018 Diciembre; XXXVII(1): p. 8-14.
56. Atabi F,MR. Clinical Validation of Eleven Formulas for Calculating LDL-C in Iran. Iranian Journal of Pathology. 2020 Octubre 4; 15(4): p. 261-267.

57. Sampson M LCSQHRAMWRSFAFJOJMJDSJASRAMRA. A New Equation for Calculation of Low-Density Lipoprotein Cholesterol in Patients With Normolipidemia and/or Hypertriglyceridemia. *JAMA Cardiology*. 2020 Febrero 26; 5(5): p. 540–548.
58. Hattori Y, Suzuki M, Tsushima M, Yoshida M, Tokunaga Y, Wang Y, et al. Development of approximate formula for LDL-cholesterol, LDL-apo B and LDL-cholesterol/LDL-apo B as indices of hyperapobetalipoproteinemia and small dense LDL. *Atherosclerosis Journal*. 1998 junio 23; 138(2): p. 289-299.
59. Teerakanchana T PWSKTR. Comparative study of LDL-cholesterol levels in Thai patients by the direct method and using the Friedewald formula. *Southeast Asian J Trop Med Public Health*. 2007 Mayo; 38(3): p. 519-527.
60. Jafar Mohammadshahi HGGMMHBMRA. Role of Lipid Profile and Its Relative Ratios (Cholesterol/HDL-C, Triglyceride/HDL-C, LDL-C/HDL-C, WBC/HDL-C, and FBG/HDL-C) on Admission Predicts In-Hospital Mortality COVID-19. *Journal of Lipids*. 2023 Febrero; 2023: p. 10.
61. von Eckardstein. *Atherosclerosis*. [Online].; 2023 [cited 2023 Abril 15. Available from: <https://www.sciencedirect.com/journal/atherosclerosis/about/aims-and-scope>.
62. Niroumand S, Khajedaluae M, Khadem Rezaiyan M, Abrishami M, Juya M, Khodae G, et al. Atherogenic Index of Plasma (AIP): A marker of cardiovascular disease. *Medical journal of the Islamic Republic of Iran*. 2016 Enero; 29(1): p. 240.
63. CLSI: Harmonized Terminology Database. [Online]. [cited 2023 Diciembre 1. Available from: <https://htd.clsi.org/listallterms.asp>.
64. Real Academia Nacional de Medicina: Presentación Diccionario de términos médicos. [Online].; 1012 [cited 2023 Diciembre 1. Available from: <https://dtme.ranm.es/index.aspx>.
65. Babbie ER. *The Practice of Social Research*. Novena ed. Learning WT, editor. Michigan: Wadsworth Thomson Learning; 2007.

66. Creswell JW, Creswell JD. Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches. Quinta ed. SAGE Publications , editor. Michigan: SAGE Publications,; 2018.
67. Maxwell J. Qualitative research design: An interactive approach. segunda ed. publications S, editor. Michigan: Sage publications; 2012.
68. Galloso Ceroni M. ¿Investigación básica, aplicada o sólo investigación? [Online].; 2010 [cited 2023 Septiembre 26. Available from: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-634X2010000100001&lng=es&tlng=es.
69. Hernández R,FC,&BP. Metodología de la Investigación. Sexta ed. McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES SADCV, editor. Ciudad de Mexico: McGraw-Hill.; 2014.
70. Moreno Galindo E. Metodología de investigación, pautas para hacer Tesis.: INVESTIGACION CORRELACIONAL. [Online].; 2018 [cited 2023 Diciembre 2. Available from: <https://tesis-investigacion-cientifica.blogspot.com/2018/04/investigacion-correlacional.html>.
71. Thompson SK. Sampling. Tercera ed. Sons JW&, editor. Hoboken: John Wiley & Sons; 2012.
72. Lopez Rondan P, Fachelli S. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN SOCIAL CUANTITATIVA. [Online]. [cited 2023 Diciembre 2. Available from: <https://ddd.uab.cat>.
73. Martínez Mediano C GGA. Técnicas e instrumentos de recogida y análisis de datos. Primera ed. UNED , editor. Madrid: UNED; 2014.
74. Hernández Lalinde JD ECFRJCJRJTSCATM. Sobre el uso adecuado del coeficiente de correlación de Pearson: definición, propiedades y suposiciones. Primera ed. Terapéutica AVdFy, editor. Cucuta: Archivos Venezolanos de Farmacología y Terapéutica; 2018.

75. Segovia F. Repositorio institucional de la UNSA. [Online]. [cited 2022 Noviembre 11]. Available from: <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/5549>.
76. Nasrin N,&HMM. Newly-developed De Cordova's Formula for Calculation of LDL Cholesterol in Bangladeshi Population. Borneo Journal of Medical Sciences (BJMS). 2017 Diciembre; 11(3).

ANEXO

ANEXO 1

MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMAS	OBJETIVOS	VARIABLES	METODOLOGIA
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL		
<ul style="list-style-type: none"> ¿Cuál es la relación entre el c-LDL adquirida mediante la ecuación obtenida y los métodos existentes en pacientes del Hospital Regional del Cusco - 2022? <p>PROBLEMAS ESPECIFICOS</p> <ul style="list-style-type: none"> ¿Qué concordancia existe entre los resultados obtenidos a través de la ecuación generada y la medición obtenida por las ecuaciones existentes? ¿Qué concordancia existe entre los resultados obtenidos a través de la ecuación generada y la medición obtenida por las ecuaciones existentes en pacientes con un nivel óptimo de c-LDL? ¿Qué concordancia existe entre los resultados obtenidos a través de la ecuación generada y la medición obtenida por las ecuaciones existentes en 	<ul style="list-style-type: none"> Determinar la relación entre el c-LDL adquirido mediante la ecuación obtenida y los métodos existentes en pacientes del Hospital Regional del Cusco – 2022. <p>OBJETIVOS ESPECIFICOS</p> <ul style="list-style-type: none"> Determinar la concordancia existente entre los resultados obtenidos a través de la ecuación generada y la medición obtenida por las ecuaciones existentes. Determinar la concordancia existente entre los resultados obtenidos por la ecuación desarrollada y la medición obtenida por otras ecuaciones, teniendo en cuenta como factor el nivel óptimo de c-LDL. Determinar la concordancia existente entre los resultados 	<p>Variable de supervisión</p> <ol style="list-style-type: none"> Medición directa del c-LDL <p>Variable de asociación</p> <ol style="list-style-type: none"> Valor estimado <ul style="list-style-type: none"> Formula de Friedewald Formula de Martin Formula de Cordova Formula de Ahmadi Fórmulas de Regresión lineal 	<p>Método: Cuantitativo y observacional</p> <p>Tipo: Básico</p> <p>Nivel: Correlacional</p> <p>Diseño: No experimental, observacional, transversal y retrospectivo.</p> <p>Población y muestra:</p> <p>Población: Está conformada por todos los resultados de perfiles lipídicos registrados en el software del laboratorio clínico central del hospital regional del cusco durante el periodo de abril a septiembre del 2022.</p> <p>Muestra: estará conformada por 5657 resultados de perfiles lipídicos que cumplieron con el criterio de inclusión.</p> <p>Técnicas e instrumento:</p> <ol style="list-style-type: none"> Técnica: De observación y revisión documental Instrumento: ficha de recolección de datos. <p>Técnica de procesamiento de datos.</p>

<p>pacientes con un nivel casi óptimo de c-LDL?</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿Qué concordancia existe entre los resultados obtenidos a través de la ecuación generada y la medición obtenida por las ecuaciones existentes en pacientes con un nivel alto de c-LDL? • ¿Qué concordancia existe entre los resultados obtenidos a través de la ecuación generada y la medición obtenida por las ecuaciones existentes en pacientes con un nivel muy alto de c-LDL? • ¿Cuál es la ecuación de determinación del c-LDL posee una mayor confiabilidad en pacientes con triglicéridos <200 mg/dL? • ¿Cuál es la ecuación de determinación del c-LDL posee una mayor confiabilidad en pacientes con triglicéridos >400 mg/dL? 	<p>obtenidos por la ecuación desarrollada y la medición obtenida por otras ecuaciones, teniendo en cuenta como factor el nivel casi óptimo de c-LDL.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Determinar la concordancia existente entre los resultados obtenidos por la ecuación desarrollada y la medición obtenida por otras ecuaciones, teniendo en cuenta como factor el nivel alto de c-LDL. • Determinar la concordancia existente entre los resultados obtenidos por la ecuación desarrollada y la medición obtenida por otras ecuaciones, teniendo en cuenta como factor el nivel muy alto de c-LDL. • Determinar el método de determinación del c-LDL que posee una mayor confiabilidad en pacientes con triglicéridos <200 mg/dL. • Determinar el método de determinación del c-LDL que posee una mayor confiabilidad en pacientes 		<ul style="list-style-type: none"> • SPSS V.26 • EXCEL 2019 <p>Prueba de correlación entre las variables: coeficientes de Pearson</p> <p>Para la realización de la representación gráfica el programa de Real Statistics</p>
--	--	--	---

	con triglicéridos >400 mg/dL		
--	---------------------------------	--	--

ANEXO 2

MATRIZ DE OPERACIONALIZACION DE LAS VARIABLES						
VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICION	TIPO DE VARIABLE
Medición directa	c-LDL: son lipoproteínas de baja densidad ricas en colesterol esterificado que distribuyen colesterol en los tejidos (29).	La medición directa será valorada en el analizador con reactivos y calibradores según las indicaciones del fabricante	Concentración del c-LDL	Óptimo: < 100 Moderado: 101 - 150 Alto :150 – 189 Muy alto: > 190	De razón	Cuantitativa continua
	Triglicéridos: Son moléculas constituidas por un glicerol y 3 ácidos grasos, de estos los TG endógenos son sintetizados en el hígado y los provenientes de la	Serán procesados en el autoanalizador con reactivos y calibradores según indicaciones del fabricante	Concentración de los triglicéridos	Normal < 150. Límitrofe alto: 150 a 199 mg/dl Alto: 200 a 499 mg/dl Muy alto: 500 mg/dl	De razón	

	dieta a nivel del intestino (38).					
Valor estimado del colesterol LDL	Formula de Friedewald: Es la ecuación que permite la obtención del c-LDL a partir del colesterol, triglicéridos y HDL (50).	Formula de Friedewald $LDL=TC-HDL-(TG/5)$	Formula de Friedewald	Optimo: < 100 Moderado: 101 - 150 Alto :150 – 1 89 Muy alto: > 190	De razón	Cuantitativa continua
	Formula de Martin: Ecuación que utiliza un factor que deriva de TG y lipoproteínas no HDL (54).	Formula de Martin $LDL= CT-HDL-(TG/factor)$	Formula de Martin		De razón	
	Formula de Cordova: Ecuación que utiliza factor que representa $\frac{3}{4}$ partes de CT – HDL-c (16).	Formula de cordova $\frac{3}{4} (CT-HDL-c)$	Formula de Cordova		De razón	
	Formula de	Formula de Ahmadi	Formula de		De razón	

<p>Ahmadi: Ecuación que hace uso de promedios derivados de concentraciones altas y bajas de triglicéridos (20).</p>	$\text{LDL-C} = (\text{TC}/1.19) - (\text{HDL-C}/1.1) - (\text{TG}/1.9) - 38$	<p>Ahmadi</p>			
<p>Formula de Regresión Lineal: Ecuación que hace uso de regresión de Passing-Bablok (5).</p>	<p>Formula de regresión lineal</p> $\text{c-LDL} = 0,974 \times \text{Colesterol Total} - 0,160 \times \text{Triglicéridos} - 0,968 \times \text{c-HDL} + 5,361$	<p>Formula de regresión lineal</p>		<p>De razón</p>	
<p>Ecuación de Hattori Está basada en la</p>	$\text{c-LDL} = (0.94 \times \text{Colesterol Total}) - (\text{c-HDL} \times 0.94) - (0.19 \times \text{Triglicéridos})$			<p>De razón</p>	

<p>proporción de Apo B (Apolipoproteína B), en relación con el colesterol total. (58)</p>				
<p>Ecuación de Anandaraja creada a causa de la deficiencia encontrada en la de Friedewald, presentando la primera una constante de corrección diferente y un factor de corrección para los triglicéridos.</p>	$c\text{-LDL} = 0.9 \times \text{Colesterol Total} - 0.9 \times (\text{Triglicéridos}/5) - 28$			<p>De razón</p>
<p>Ecuación de Teerakanchana Debido a las inconsistencias que presentaba la</p>	$c\text{-LDL} = 0.910 \times \text{Colesterol Total} - 0.634 \times c\text{-HDL} - 0.111 \times \text{Triglicéridos} - 6.75$			<p>De razón</p>

	<p>fórmula de Friedewald; teniendo esta una diferencia principal en la constante utilizada que afecta al colesterol, siendo de 0.16, mientras que la de Friedewalde usa una de 0.45.</p>					
	<p>Ecuación de Chen Esta fórmula fue propuesta para el cálculo de c-LDL en pacientes chinos, usando como base la de Friedewalde</p>	<p>c-LDL= Colesterol total – c-HDL x 0.9 - Triglicéridos x 0.1</p>			<p>De razón</p>	

ANEXO 3

OFICIO DE APROBACION DEL COMITÉ DE ETICA



"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

Huancayo, 30 de marzo del 2023

OFICIO N°0162-2023-CIEI-UC

Investigadores:

ANA GABRIELA VARGAS VARGAS
ANDREW DAVIS CARDENAS DOLMOS

Presente-

Tengo el agrado de dirigirme a ustedes para saludarles cordialmente y a la vez manifestarles que el estudio de investigación titulado: **DETERMINACIÓN DEL C-LDL MEDIANTE LA ECUACIÓN OBTENIDA Y LOS MÉTODOS EXISTENTES, EN PACIENTES DEL HOSPITAL REGIONAL DEL CUSCO – 20.**

Ha sido **APROBADO** por el Comité Institucional de Ética en Investigación, bajo las siguientes precisiones:

- El Comité puede en cualquier momento de la ejecución del estudio solicitar información y confirmar el cumplimiento de las normas éticas.
- El Comité puede solicitar el informe final para revisión final.

Aprovechamos la oportunidad para renovar los sentimientos de nuestra consideración y estima personal.

Atentamente,



Walter Calderín Gerstein
Presidente del Comité de Ética
Universidad Continental

C.c. Archivo.

Arequipa
Av. Los Incas S/N,
José Luis Bustamante y Rivero
(054) 492 030

Calle Alfonso Ugarte 607, Yanahuasi
(054) 492 030

Huancayo
Av. San Carlos 1960
(084) 491 430

Cusco
Urb. Manuel Prado - Lote B, N° 7 Av. Colcauyo
(084) 480 070

Sector Arganzana KM. 10,
carretera San Jerónimo - Saylla
(084) 480 070

Lima
Av. Alfredo Mendocino 5210, Los Olivos
(01) 213 2700

Jr. Junín 355, Miraflores
(01) 213 2700

ANEXO 4

DOCUMENTO DE PERMISO PARA LA RECOLECCION DE DATOS DEL HOSPITAL REGIONAL DEL CUSCO



GOBIERNO REGIONAL CUSCO
DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD CUSCO

HOSPITAL REGIONAL DEL CUSCO



El Servicio de Patología Clínica del Hospital Regional del Cusco reconoce a los Sres:

VARGAS VARGAS, ANA GABRIELA
CARDENAS DOLMOS, ANDREW DAVIS

Quiénes se presentan a nuestra institución con el Proyecto de Tesis:

"DETERMINACIÓN DEL LDLc MEDIANTE LA ECUACIÓN OBTENIDA Y LOS MÉTODOS EXISTENTES EN PACIENTES DEL HOSPITAL REGIONAL DEL CUSCO 2022"

Otorgándole la aprobación correspondiente para la realización, investigación y recopilación de información necesaria. Se otorga la presente constancia para los fines que estimen los interesados.

Cusco, 16 de Abril del 2023

HOSPITAL REGIONAL DEL CUSCO

Lic. TM. Daniel Torres Garibay
TOLOGÍA CLÍNICA
CTMP 07377

ANEXO 6
FICHAS DE EVALUACION DEL INSTRUMENTO

 **Universidad Continental**

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
SOLICITUD DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO- CUESTIONARIO
JUICIO DE EXPERTO

Estimado Especialista: Jose David Torres Quispe

Considerando su actitud ética y trayectoria profesional, permítame considerarlo como **JUEZ EXPERTO** para revisar el contenido del siguiente instrumento de recolección de datos:

Matriz de Consistencia, Matriz de Operacionalización de Variables

Le adjunto las matrices de consistencia y operacionalización de variables para la revisión respectiva del proyecto de tesis:

Título del proyecto de tesis:	Determinación del c-IDL mediante la ecuación obtenida y los métodos existentes, en pacientes del Hospital Regional del Cusco - 2022
--------------------------------------	--

El resultado de esta evaluación permitirá la **VALEZ DE CONTENIDO** del instrumento.

De antemano le agradezco sus aportes y sugerencias.

Huancaayo, 26 de Agosto 2022


Tesis: Ana Gabriela Vargas Vargas; Anderson D. Cordero Ordaz
D.N.I. 472541742 ; 71263493

ADJUNTO:
Matriz de consistencia
Matriz de operacionalización de variables

VALIDACIÓN DE CUESTIONARIO

Para validar el instrumento debe colocar, en el casillero de los criterios: **suficiencia, claridad, coherencia y relevancia**, el número (entre 1-5) que según su evaluación corresponda, cada ítem tendrá un valor máximo de 20 = 100%

Nombre del Instrumento: <i>Índice del experto</i>							
Autor del Instrumento: <i>Archie D. Corderos Delacruz, Ana Gabriela Rojas Rojas</i>							
VARIABLE: MEDICIÓN DIRECTA							
Dimensión: Concentración del c-LDL	Ítems	Suficiencia	Claridad	Coherencia	Relevancia	Puntuación	Observaciones o recomendaciones
Indicadores							
ÓPTIMO	<100 mg/dL	5	5	5	5	20	
MODERADO	101 - 150 mg/dL	5	5	5	5	20	
ALTO	150 - 189 mg/dL	5	5	5	5	20	
MUY ALTO	>190mg/dL	5	5	5	5	20	
Dimensión: Concentración de los triglicéridos	Ítems	Suficiencia	Claridad	Coherencia	Relevancia	Puntuación	Observaciones o recomendaciones
Indicadores							
NORMAL	<150 mg/dL	5	5	5	5	20	
LIMITROFE ALTO	150 - 199 mg/dL	5	5	5	5	20	
ALTO	200 - 499 mg/dL	5	5	5	5	20	
MUY ALTO	500 mg/dL	5	5	5	5	20	
Total						<i>20</i>	<i>Veinte</i>
%						<i>100</i>	
Puntuación decimal						<i>1,0</i>	

Nombre del Instrumento: <i>Juicio del experto</i>							
Autor del Instrumento: <i>Andrés P. Cordero Delgado; Day Elizabeth Vargas Vargas</i>							
VARIABLE: Valor estimado del colesterol LDL							
Dimensión: Formula NUEVA CUSCO (2022)	Ítems	Suficiencia	Claridad	Coherencia	Relevancia	Puntuación	Observaciones o recomendaciones
Indicadores							
ÓPTIMO	<100 mg/dL	5	5	5	5	20	
MODERADO	101 - 150 mg/dL	5	5	5	5	20	
ALTO	150 - 189 mg/dL	5	5	5	5	20	
MUY ALTO	>190mg/dL	5	5	5	5	20	
		Total				20	<i>Veinte</i>
		%				100	
		Puntuación decimal				1,0	

INFORMACIÓN DEL ESPECIALISTA

Nombres y Apellidos	Jose Daniel Torres Garibay
Profesión y Grado Académico	Tecnólogo Médico / Magister
Especialidad	Laboratorio Clínico y Anatomía Patológica
Institución y años de experiencia	Hospital Regional del Cusco / 14 años
Cargo que desempeña actualmente	Responsable del Área de Bioquímica

Puntaje del Instrumento Revisado: 20

Opinión de aplicabilidad:

APLICABLE

APLICABLE LUEGO DE REVISIÓN ()

NO APLICABLE ()



Nombres y apellidos Jose Daniel Torres Garibay

DNI: 40638006

COLEGIATURA: 07877

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
SOLICITUD DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO- CUESTIONARIO
JUICIO DE EXPERTO

Estimado Especialista: Doña Zaida Virginia Velazco Alvarado

Considerando su actitud ética y trayectoria profesional, permítame considerarlo como **JUEZ EXPERTO** para revisar el contenido del siguiente instrumento de recolección de datos:

Matriz de Consistencia, Matriz de Operacionalización de Variables

Le adjunto las matrices de consistencia y operacionalización de variables para la revisión respectiva del proyecto de tesis:

Título del proyecto de tesis:	Determinación del c-LDL mediante la ecuación obtenida y los métodos existentes, en pacientes del Hospital Regional del Cusco - 2022
-------------------------------	---

El resultado de esta evaluación permitirá la **VALIDEZ DE CONTENIDO** del instrumento.

De antemano le agradezco sus aportes y sugerencias.

Huancayo, 28 de Agosto 2021



Tesista: San Esteban de Vega Vega, Anderson D. Roberto Adriano

D.N.I. 43641942; 78265903

ADJUNTO:

Matriz de consistencia

Matriz de operacionalización de variables

VALIDACIÓN DE CUESTIONARIO

Para validar el instrumento debe colocar, en el casillero de los criterios: **suficiencia, claridad, coherencia y relevancia**, el número (entre 1-5) que según su evaluación corresponda, cada ítem tendrá un valor máximo de 20 = 100%

Nombre del Instrumento: <i>Índice del experto</i>							
Autor del Instrumento: <i>Arquí D. Corderos Delgado, Ana Gabriela López Rojas</i>							
VARIABLE: MEDICIÓN DIRECTA							
Dimensión: Concentración del c-LDL	Ítems	Suficiencia	Claridad	Coherencia	Relevancia	Puntuación	Observaciones o recomendaciones
Indicadores							
ÓPTIMO	<100 mg/dL	5	5	5	5	20	
MODERADO	101 - 150 mg/dL	5	5	5	5	20	
ALTO	150 - 189 mg/dL	5	5	5	5	20	
MUY ALTO	>190mg/dL	5	5	5	5	20	
Dimensión: Concentración de los triglicéridos	Ítems	Suficiencia	Claridad	Coherencia	Relevancia	Puntuación	Observaciones o recomendaciones
Indicadores							
NORMAL	<150 mg/dL	5	5	5	5	20	
LIMITROFE ALTO	150 - 199 mg/dL	5	5	5	5	20	
ALTO	200 - 499 mg/dL	5	5	5	5	20	
MUY ALTO	500 mg/dL	5	5	5	5	20	
Total						20	<i>Verink</i>
%						100	
Puntuación decimal						1,0	

Nombre del Instrumento: <i>Juicio del experto</i>							
Autor del Instrumento: <i>Andrés P. Cordero Delgado; Day Elizabeth Vargas Lopez</i>							
VARIABLE: Valor estimado del colesterol LDL							
Dimensión: Formula NUEVA CUSCO (2022)	Ítems	Suficiencia	Claridad	Coherencia	Relevancia	Puntuación	Observaciones o recomendaciones
Indicadores							
ÓPTIMO	<100 mg/dL	5	5	5	5	20	
MODERADO	101 - 150 mg/dL	5	5	5	5	20	
ALTO	150 - 189 mg/dL	5	5	5	5	20	
MUY ALTO	>190mg/dL	5	5	5	5	20	
		Total				20	<i>Veinte</i>
					%	100	
		Puntuación decimal				1,0	

INFORMACIÓN DEL ESPECIALISTA

Nombres y Apellidos	Dra. Zaida Virginia Melgar Herrera
Profesión y Grado Académico	Medico Patólogo Clínico
Especialidad	Patología Clínica
Institución y años de experiencia	Hospital de la Estabilidad / 13 años
Cargo que desempeña actualmente	Jefe Validador de resultados de laboratorio Clínico

Puntaje del Instrumento Revisado: 20

Opinión de aplicabilidad:

APLICABLE (X)

APLICABLE LUEGO DE REVISIÓN ()

NO APLICABLE ()


Dra. Zaida Melgar H.
CNEP 015450/RNE 6702
MÉDICO PATÓLOGO CLÍNICO

Nombres y apellidos

DNI: 08249304

COLEGIATURA: 015450/RNE 6702

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
SOLICITUD DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO- CUESTIONARIO
JUICIO DE EXPERTO

Estimado Especialista: Ronald Pineda Vera Obledo

Considerando su actitud ética y trayectoria profesional, permítame considerarlo como **JUEZ EXPERTO** para revisar el contenido del siguiente instrumento de recolección de datos:

Notas de Consulta, Tabla de Operacionalización de Variables


Le adjunto las matrices de consistencia y operacionalización de variables para la revisión respectiva del proyecto de tesis:

Título del proyecto de tesis:	Determinación del c-LDL mediante la ecuación obtenida y los métodos existentes, en pacientes del Hospital Regional del Cusco - 2022
-------------------------------	---

El resultado de esta evaluación permitirá la **VALIDEZ DE CONTENIDO** del instrumento.

De antemano le agradezco sus aportes y sugerencias.

Huancayo, 22 de Agosto 2023


Tesis: Juan Blas de Vega Vega, Andrea P. Caballero Pedraza
D.N.I. 92047711, 91865483

ADJUNTO:

Matriz de consistencia

Matriz de operacionalización de variables

VALIDACIÓN DE CUESTIONARIO

Para validar el instrumento debe colocar, en el casillero de los criterios: **suficiencia, claridad, coherencia y relevancia**, el número (entre 1-5) que según su evaluación corresponda, cada ítem tendrá un valor máximo de 20 = 100%

Nombre del Instrumento: <i>Índice del experto</i>							
Autor del Instrumento: <i>Artha D. Corderos Delgado, Ana Gabriela Rojas Rojas</i>							
VARIABLE: MEDICIÓN DIRECTA							
Dimensión: Concentración del c-LDL	Ítems	Suficiencia	Claridad	Coherencia	Relevancia	Puntuación	Observaciones o recomendaciones
Indicadores							
ÓPTIMO	<100 mg/dL	5	5	5	5	20	
MODERADO	101 - 150 mg/dL	5	5	5	5	20	
ALTO	150 - 189 mg/dL	5	5	5	5	20	
MUY ALTO	>190mg/dL	5	5	5	5	20	
Dimensión: Concentración de los triglicéridos	Ítems	Suficiencia	Claridad	Coherencia	Relevancia	Puntuación	Observaciones o recomendaciones
Indicadores							
NORMAL	<150 mg/dL	5	5	5	5	20	
LIMITROFE ALTO	150 - 199 mg/dL	5	5	5	5	20	
ALTO	200 - 499 mg/dL	5	5	5	5	20	
MUY ALTO	500 mg/dL	5	5	5	5	20	
Total						20	<i>Veinte</i>
%						100	
Puntuación decimal						1,0	

Nombre del Instrumento: <i>Juicio del experto</i>							
Autor del Instrumento: <i>Antonio P. Calderon Delacruz; Day Elizabeth Vargas Lopez</i>							
VARIABLE: Valor estimado del colesterol LDL							
Dimensión: Formula NUEVA CUSCO (2022)	Ítems	Suficiencia	Claridad	Coherencia	Relevancia	Puntuación	Observaciones o recomendaciones
Indicadores							
ÓPTIMO	<100 mg/dL	5	5	5	5	20	
MODERADO	101 - 150 mg/dL	5	5	5	5	20	
ALTO	150 - 189 mg/dL	5	5	5	5	20	
MUY ALTO	>190mg/dL	5	5	5	5	20	
						Total 20	<i>Veinte</i>
						% 100	
						Puntuación decimal 1,0	

INFORMACIÓN DEL ESPECIALISTA

Nombres y Apellidos	Ronald Dumas Loza Obillos
Profesión y Grado Académico	Tecnólogo Químico
Especialidad	Laboratorio Clínico y Anatomía Patológica
Institución y años de experiencia	Hospital de la Solidaridad / 5 años
Cargo que desempeña actualmente	Responsable del Área de Bioquímica

Puntaje del Instrumento Revisado: 20

Opinión de aplicabilidad:

APLICABLE

APLICABLE LUEGO DE REVISIÓN

NO APLICABLE


 Lic. Leon Obillos Ronald Dumas
 Tecnólogo Médico
 Laboratorio Clínico y Anatomía Patológica
 C.T.M.R. 17129

Nombres y apellidos Ronald Dumas Loza Obillos

DNI: 72437437

COLEGIATURA: 17129

ANEXO 7

FOTOGRAFIAS DEL SERVIDOR Y ANALIZADOR BIOQUIMICO DEL HOSPITAL REGIONAL DEL CUSCO

