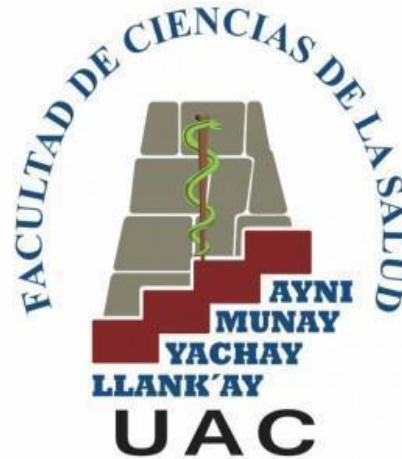




UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

ESCUELA PROFESIONAL DE MEDICINA HUMANA



TESIS

ASOCIACIÓN ENTRE LA VISCOSIDAD SANGUÍNEA CON
EL PERFIL DE LÍPIDOS EN VOLUNTARIOS SANOS
RESIDENTES A GRAN ALTITUD (CUSCO 3399MSNM)

Presentado por las Bachiller(s)

Luz Guadalupe Cruz Huanca

Paulina Estefany Damian Saavedra

Para optar al Título Profesional de
Médico Cirujano

Asesor:

Mgt. Med. Charles Augusto Huamaní

Saldaña

CUSCO - PERÚ

2021



AGRADECIMIENTOS

Nos ha dado preciosas y grandísimas promesas, para que por ellas llegaseis a ser participantes de la naturaleza divina. 2 Pedro 1:4

En primer lugar, queremos dar gracias a Dios, porque de él vienen todas las oportunidades, por su amor inmenso con nosotras, por darnos la oportunidad de crecer juntas y compartir muchos momentos durante esta hermosa etapa universitaria y por permitirnos poder lograr juntas nuestra meta añorada, sin su ayuda nada de esto podría ser posible.

Gracias a nuestros padres por creer en nosotras y nuestros sueños, por depositar su confianza en nosotras y por su apoyo constante durante todo este camino. Gracias a nuestras madres por estar siempre prestas a apoyarnos, por heredarnos su determinación y carácter ante las adversidades presentadas durante el proceso; gracias a ustedes porque fueron el motor que inspiro y logró la culminación de este trabajo. Gracias a nuestros hermanos, que con su alegría y apoyo nos ayudaron a culminar este trabajo. Gracias a nuestro asesor Mgt. Med. Charles Huamani Saldaña por haber tomado la decisión de enseñar, por compartir sus conocimientos con nosotras y creer en nuestra capacidad, por instruirnos con excelencia y disposición para aclarar cualquier tipo de duda que nos surgiera.



DEDICATORIA

A Dios por su infinito amor y paciencia conmigo, a María nuestra madre por guiar mi camino.

A mis padres José y Concepción por educarme en la fe, por brindarme todo el amor, y demostrarme con su ejemplo que siempre se puede salir adelante con Dios de la mano.

A mi linda hermana Ana, por ser mi mejor amiga, compañera y cómplice en cada etapa, por su alegría, dulzura y apoyo incondicional para lograr nuestros sueños.

A Ciro por su constante ayuda y paciencia durante esta etapa. A Wayra y Cuki por su alegría y compañía durante todos estos años

Al Mgt. Med. Charles Huamani Saldaña Charles Huamani por su apoyo y orientación constante en el desarrollo de la tesis y por enseñarnos la importancia de la investigación.

A todos los amigos que me acompañaron durante este camino, gracias por su apoyo y amistad brindada durante la universidad e internado. Y especialmente a Estefany por su amistad desde el inicio de nuestra formación profesional y terminar juntas esta bella etapa

Luz Guadalupe C.H

A Dios por darme la oportunidad de ser conocedora y participe de este mundo. Y por guiarme en cada paso que doy

A mis padres, Nestor Damian Y María Margarita Saavedra, dos ángeles que Dios me regalo y que día a día me motivan a seguir adelante, brindándome su confianza y apoyo incondicional, de igual forma a mi hermano Piero Stefano quien día a día me regala motivación, alegría y confianza. Esta tesis es dedicada a ustedes, las personas más importantes a lo largo de mi vida.

Al Mgt. Med. Charles Huamani Saldaña Charles Huamani por inculcar en nosotras el espíritu de la investigación. A todos mis docentes que, en este andar por la vida, influyeron con sus lecciones y experiencias en formarme como un profesional de bien y preparada para superar los retos que pone la vida. A todos y cada uno de ellos dedico cada una de estas páginas.

A todas esas personas que me acompañaron y formaron parte de este largo recorrido de formación profesional. en especial a Luz Guadalupe, con quien hasta el momento logramos cumplir todos los desafíos de esta larga pero satisfactoria carrera profesional. A todos y cada uno de ellos dedico cada una de estas páginas.

Paulina Estefany D.S.



CONTENIDO

	Pag
CONTENIDO	III
RESUMEN/ ABSTRACT	IX
CAPITULO I: Introducción.....	1
1.1 Planteamiento del Problema.....	3
1.2 Formulación de Problemas	5
1.2.1 Problema General	5
1.2.2 Problemas Específicos	5
1.3 Justificación	5
1.4 Objetivos de investigación	6
1.4.1 Objetivo General.....	6
1.4.2 Objetivos Específicos	6
1.5 Delimitación del estudio	6
1.5.1 Delimitación espacial	6
1.5.2 Delimitación temporal	6
CAPITULO II: Marco Teórico	8
2.1 Antecedentes de la investigación.....	8
2.1.1 Antecedentes internacionales.....	8
2.1.2 Antecedentes nacionales.....	15
2.2 Bases teóricas	16
2.3 Marco Conceptual (Definición de términos básicos)	28
2.4 Hipótesis.....	30
2.5 Variables e indicadores.....	30
CAPITULO III: Método	40
3.1 Alcance del estudio.....	40
3.2 Diseño de investigación	40
3.3 Población.....	40
3.3.1 Descripción de la población	40
3.3.2 Criterios de inclusión y exclusión:	41
3.4 Muestra	41
3.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	42
3.6 Validez y confiabilidad de instrumento	44
3.7 Plan de análisis de datos	44
CAPITULO IV: Resultados De La Investigación	46
4.1 Resultados respecto a los objetivos específicos	46
4.2 Resultados respecto al objetivo general	63



CAPITULO V DISCUSION	64
5.1 Descripción de los hallazgos más relevantes y significativos	64
5.2 Limitaciones del estudio.....	70
5.3 Comparación crítica con la literatura existente	70
5.4 Implicancias del estudio.....	74
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	75
PRESUPUESTO	86
ANEXOS.....	89



ÍNDICE DE TABLAS

TABLA N° 1. ESPECIFICACIONES DEL VISCOSÍMETRO VISCOSÍMETRO BROOKFIELD MODELO DV2T(35)	23
TABLA N° 2. VALORES DE REFERENCIA EN PERFIL LIPÍDICO BASADO EN GUÍAS DE EUA	25
TABLA N° 3. DISTRIBUCIÓN SEGÚN EL GÉNERO DE LOS VOLUNTARIOS SANOS RESIDENTES A GRAN ALTITUD (CUSCO-3399 MSNM)	46
TABLA N° 4 RESULTADOS DESCRIPTIVOS (MEDIA, DESVIACIÓN ESTÁNDAR, CUARTILES, MÍNIMO Y MÁXIMO) DE LOS VALORES DE EDAD EN VOLUNTARIOS SANOS RESIDENTES A GRAN ALTITUD (CUSCO-3399 MSNM)	47
TABLA N° 5 RESULTADOS DESCRIPTIVOS (MEDIA, DESVIACIÓN ESTÁNDAR, CUARTILES, MÍNIMO Y MÁXIMO) DE LOS VALORES DE LA CUANTIFICACIÓN DE HEMOGLOBINA Y HEMATOCRITO EN VOLUNTARIOS SANOS RESIDENTES A GRAN ALTITUD (CUSCO-3399 MSNM)	48
TABLA N° 6. RESULTADOS DESCRIPTIVOS (MEDIA, DESVIACIÓN ESTÁNDAR Y CUARTILES) DE LOS VALORES DE VISCOSIDAD SANGUÍNEA TOTAL MEDIDA A DIFERENTE NÚMERO DE REVOLUCIONES POR MINUTO (RPM): Vs10, Vs20, V30s Y Vs40 EN VOLUNTARIOS SANOS RESIDENTES A GRAN ALTITUD (CUSCO-3399 MSNM)	49
TABLA N° 7. RESULTADOS DESCRIPTIVOS (MEDIA, DESVIACIÓN ESTÁNDAR Y CUARTILES) DE LOS VALORES DE VISCOSIDAD PLASMÁTICA MEDIDA A DIFERENTE NÚMERO DE REVOLUCIONES POR MINUTO (RPM): v75 Y v100 EN VOLUNTARIOS SANOS RESIDENTES A GRAN ALTITUD (CUSCO-3399 MSNM)	50
TABLA N° 8. RESULTADOS DESCRIPTIVOS (MEDIA, DESVIACIÓN ESTÁNDAR, CUARTILES, MÍNIMO Y MÁXIMO) DE LOS VALORES DE CUANTIFICACIÓN DE COLESTEROL TOTAL, LDL, HDL Y TRIGLICÉRIDOS EN VOLUNTARIOS SANOS RESIDENTES A GRAN ALTITUD (CUSCO-3399 MSNM)	51
TABLA N° 9. RESULTADOS DE HEMOGLOBINA, HEMATOCRITO COLESTEROL TOTAL HDL, LDL, TRIGLICÉRIDOS, VISCOSIDAD SANGUÍNEA Y PLASMÁTICA DE ACUERDO AL SEXO EN VOLUNTARIOS SANOS RESIDENTES A GRAN ALTITUD (CUSCO-3399 MSNM)	53
TABLA N° 10. RESULTADOS DE HEMOGLOBINA, HEMATOCRITO COLESTEROL TOTAL HDL, LDL, TRIGLICÉRIDOS, VISCOSIDAD SANGUÍNEA Y PLASMÁTICA DE ACUERDO AL ESTADO LIPÍDICO EN VOLUNTARIOS SANOS RESIDENTES A GRAN ALTITUD (CUSCO-3399 MSNM)	54
TABLA N° 11. ANÁLISIS DE CORRELACIÓN Y REGRESIÓN LINEAL ENTRE NIVEL DE HEMOGLOBINA, HEMATOCRITO CON VALORES DE VISCOSIDAD SANGUÍNEA TOTAL (Vs) EN VOLUNTARIOS SANOS RESIDENTES A GRAN ALTITUD (CUSCO-3399 MSNM)	55
TABLA N° 12. ANÁLISIS DE CORRELACIÓN ENTRE COLESTEROL TOTAL Y VALORES DE VISCOSIDAD SANGUÍNEA TOTAL (Vs) Y PLASMÁTICA (Vp) EN VOLUNTARIOS SANOS RESIDENTES A GRAN ALTITUD (CUSCO-3399 MSNM)	57



TABLA N° 13. ANÁLISIS DE CORRELACIÓN ENTRE NIVEL DE HDL Y VALORES DE VISCOSIDAD SANGUÍNEA TOTAL (Vs) Y PLASMÁTICA (VP) EN VOLUNTARIOS SANOS RESIDENTES A GRAN ALTITUD (CUSCO-3399 MSNM).....	58
TABLA N° 14. ANÁLISIS DE CORRELACIÓN ENTRE NIVEL DE LDL Y VALORES DE VISCOSIDAD SANGUÍNEA TOTAL (Vs) Y PLASMÁTICA (VP) EN VOLUNTARIOS SANOS RESIDENTES A GRAN ALTITUD (CUSCO-3399 MSNM).....	60
TABLA N° 15. ANÁLISIS DE CORRELACIÓN ENTRE NIVEL DE TRIGLICÉRIDOS Y VALORES DE VISCOSIDAD SANGUÍNEA TOTAL (Vs) Y PLASMÁTICA (VP) EN VOLUNTARIOS SANOS RESIDENTES A GRAN ALTITUD (CUSCO-3399 MSNM).....	61
TABLA N° 16. ANÁLISIS DE CORRELACIÓN ENTRE PERFIL LIPÍDICO Y VALORES DE VISCOSIDAD SANGUÍNEA TOTAL (Vs) Y PLASMÁTICA (VP) EN VOLUNTARIOS SANOS RESIDENTES A GRAN ALTITUD (CUSCO-3399 MSNM).....	63



ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO N° 1: ESQUEMA GENERAL DE UN MECANISMO DE MEDICIÓN DE VISCOSIDAD.	19
GRÁFICO N° 2: ESQUEMA DE LA OPCIÓN CONO/PLATO EN EL EQUIPO BROOKFIELD DV2T (IZQUIERDA) Y SONDA PARA EL BAÑO TÉRMICO (DERECHA) PARA EL MISMO EQUIPO(35)..	20
GRÁFICO N° 3: DIAGRAMA DE COMPONENTES DEL VISCOSÍMETRO BROOKFIELD DV2T(35).....	22
GRÁFICO N° 4: ESQUEMA DEL ESTUDIO CORRELACIONAL.	40
GRÁFICO N° 5 DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL SEGÚN EL GÉNERO DE LOS VOLUNTARIOS SANOS RESIDENTES A GRAN ALTITUD (CUSCO-3399 MSNM).	46
GRÁFICO N° 6. DIAGRAMA EN CAJAS SEGÚN EDAD DE VOLUNTARIOS SANOS RESIDENTES A GRAN ALTITUD (CUSCO-3399 MSNM).	47
GRÁFICO N° 7. DIAGRAMA EN CAJAS SEGÚN VALOR DE HEMOGLOBINA(MG/DL) EN VOLUNTARIOS SANOS RESIDENTES A GRAN ALTITUD (CUSCO-3399 MSNM).	48
GRÁFICO N° 8. DIAGRAMA EN CAJAS SEGÚN VALOR DE HEMATOCRITO (%) EN VOLUNTARIOS SANOS RESIDENTES A GRAN ALTITUD (CUSCO-3399 MSNM).	48
GRÁFICO N° 9. DIAGRAMA EN CAJAS SEGÚN VALOR DE VISCOSIDAD SANGUÍNEA MEDIDO A DIFERENTES REVOLUCIONES POR MINUTO (RPM) EN VOLUNTARIOS SANOS RESIDENTES A GRAN ALTITUD (CUSCO-3399 MSNM).	49
GRÁFICO N° 10. DIAGRAMA EN CAJAS SEGÚN VALOR DE VISCOSIDAD SANGUÍNEA MEDIDO A DIFERENTES REVOLUCIONES POR MINUTO (RPM) EN VOLUNTARIOS SANOS RESIDENTES A GRAN ALTITUD (CUSCO-3399 MSNM).	51
GRÁFICO N° 11. DIAGRAMA EN CAJAS DE ACUERDO A VALORES OBTENIDOS DEL PERFIL LIPÍDICO EN VOLUNTARIOS SANOS RESIDENTES A GRAN ALTITUD (CUSCO-3399 MSNM).	52
GRÁFICO N° 12. DIAGRAMA DISPERSIÓN DE PUNTOS. REGRESIÓN LINEAL ENTRE NIVEL DE HEMOGLOBINA Y VISCOSIDAD SANGUÍNEA TOTAL (Vs) EN VOLUNTARIOS SANOS RESIDENTES A GRAN ALTITUD (CUSCO - 3399 MSNM).	55
GRÁFICO N° 13. DIAGRAMA DISPERSIÓN DE PUNTOS. REGRESIÓN LINEAL ENTRE NIVEL DE HEMATOCRITO Y VISCOSIDAD SANGUÍNEA TOTAL (Vs) EN VOLUNTARIOS SANOS RESIDENTES A GRAN ALTITUD (CUSCO-3399 MSNM).	56
GRÁFICO N° 14. DIAGRAMA DISPERSIÓN DE PUNTOS. REGRESIÓN LINEAL ENTRE COLESTEROL TOTAL Y VISCOSIDAD SANGUÍNEA TOTAL (Vs) EN VOLUNTARIOS SANOS RESIDENTES A GRAN ALTITUD (CUSCO-3399 MSNM).	57
GRÁFICO N° 15. DIAGRAMA DISPERSIÓN DE PUNTOS. REGRESIÓN LINEAL ENTRE COLESTEROL TOTAL Y VISCOSIDAD PLASMÁTICA (VP) EN VOLUNTARIOS SANOS RESIDENTES A GRAN ALTITUD (CUSCO- 3399 MSNM).	58
GRÁFICO N° 16. DIAGRAMA DISPERSIÓN DE PUNTOS. REGRESIÓN LINEAL ENTRE HDL Y VISCOSIDAD SANGUÍNEA TOTAL (Vs) EN VOLUNTARIOS SANOS RESIDENTES A GRAN ALTITUD (CUSCO-3399 MSNM).	59



GRÁFICO N° 17. DIAGRAMA DISPERSIÓN DE PUNTOS. REGRESIÓN LINEAL ENTRE HDL Y VISCOSIDAD PLASMÁTICA (VP) EN VOLUNTARIOS SANOS RESIDENTES A GRAN ALTITUD (CUSCO-3399 MSNM).	
-----	59
GRÁFICO N° 18. DIAGRAMA DISPERSIÓN DE PUNTOS. REGRESIÓN LINEAL ENTRE LDL Y VISCOSIDAD SANGUÍNEA TOTAL (Vs) EN VOLUNTARIOS SANOS RESIDENTES A GRAN ALTITUD (CUSCO-3399 MSNM).	
-----	60
GRÁFICO N° 19. DIAGRAMA DISPERSIÓN DE PUNTOS. REGRESIÓN LINEAL ENTRE LDL Y VISCOSIDAD PLASMÁTICA (VP) EN VOLUNTARIOS SANOS RESIDENTES A GRAN ALTITUD (CUSCO-3399 MSNM).	
-----	61
GRÁFICO N° 20. DIAGRAMA DISPERSIÓN DE PUNTOS. REGRESIÓN LINEAL ENTRE TRIGLICÉRIDOS Y VISCOSIDAD SANGUÍNEA TOTAL (Vs) EN VOLUNTARIOS SANOS RESIDENTES A GRAN ALTITUD (CUSCO-3399 MSNM).	
-----	62
GRÁFICO N° 21. DIAGRAMA DISPERSIÓN DE PUNTOS. REGRESIÓN LINEAL ENTRE TRIGLICÉRIDOS Y VISCOSIDAD PLASMÁTICA (VP) EN VOLUNTARIOS SANOS RESIDENTES A GRAN ALTITUD (CUSCO-3399 MSNM).	
-----	62



RESUMEN

“Asociación entre la viscosidad sanguínea con el perfil de lípidos en voluntarios sanos residentes a gran altitud (Cusco 3399msnm)”

Antecedentes: La viscosidad sanguínea es la resistencia interna de la sangre a fluir dentro de los vasos sanguíneos. El hematocrito es uno de los principales factores que determinan la viscosidad sanguínea, pero no es el único, estudios indican que los valores incrementados de triglicéridos, LDL y colesterol producen un aumento significativo en la viscosidad plasmática y sanguínea.

Métodos: El objetivo del estudio es establecer la correlación entre la viscosidad sanguínea con el perfil lipídico. Se realizó un estudio observacional prospectivo que incluyó adultos jóvenes con residencia mayor a 6 meses en Cusco (3399msnm) clínicamente sanos. Para los exámenes de laboratorio se obtuvieron dos tubos de sangre venosa de 3 y 5cc para determinar parámetros bioquímicos de perfil lipídico y viscosidad sanguínea para poder establecer correlación entre ellos

Resultados: La población estuvo conformada por 170 participantes entre 20 y 40 años, de los cuales el 38.82% pertenece al género masculino y 61.18% al género femenino. El valor promedio de la viscosidad sanguínea y plasmática fue de 5.21 Pa·s \pm 0.78 y 1.27 Pa·s \pm 0.05 respectivamente. El valor promedio para colesterol total fue de 185.85 mg/dl \pm 34.22, para LDL fue de 109.80 mg/dl \pm 31.67, para HDL fue de 52.66 mg/dl \pm 8.38 y de 126.34 mg/dl \pm 75.15 para triglicéridos. Los índices de correlación de Pearson para viscosidad sanguínea y plasmática con el colesterol total fueron 0.22 y 0.23 respectivamente. Para la viscosidad plasmática con HDL fue -0.18, para la viscosidad sanguínea y plasmática con el LDL fueron 0.15 y 0.19 respectivamente y para para la viscosidad sanguínea y plasmática con triglicéridos fueron 0.2y 0.27 respectivamente.

Conclusiones: La viscosidad sanguínea y plasmática tienen una correlación positiva con el colesterol total, LDL y triglicéridos, mientras que el HDL y la viscosidad plasmática tienen una correlación negativa.

Palabras clave: Viscosidad sanguínea, lípidos, colesterol total, HDL, LDL, triglicéridos.



ABSTRACT

“Association between blood viscosity, with lipid profile in healthy volunteers residents at high altitude (Cusco 3399 masl)”

Background: Blood viscosity is the internal resistance of blood to flow within blood vessels. Hematocrit is one of the main factors that determine blood viscosity, but it is not the only one. Studies indicate that increased triglyceride, LDL and cholesterol levels produce a significant increase in plasma and blood viscosity.

Methods: The objective of the study is to establish the correlation between blood viscosity and lipid profile. A prospective observational study was conducted that included clinically healthy young adults with a residence of more than 6 months in Cusco (3399 masl). For the laboratory tests, two tubes of 3 and 5cc venous blood were obtained to determine biochemical parameters of lipid profile and blood viscosity in order to establish a correlation between them.

Results: The population consisted of 170 participants between 20 and 40 years old, of which 38.82% belong to the male gender and 61.18% to the female gender. The mean value of blood and plasma viscosity was $5.21 \text{ Pa} \cdot \text{s} \pm 0.78$ and $1.27 \text{ Pa} \cdot \text{s} \pm 0.05$ respectively. The mean value for total cholesterol was $185.85 \text{ mg} / \text{dl} \pm 34.22$, for LDL was $109.80 \text{ mg} / \text{dl} \pm 31.67$, for HDL was $52.66 \text{ mg} / \text{dl} \pm 8.38$ and $126.34 \text{ mg} / \text{dl} \pm 75.15$ for triglycerides. Pearson's correlation indices for blood and plasma viscosity with total cholesterol were 0.22 and 0.23 respectively. For plasma viscosity with HDL, it was -0.18, for blood and plasma viscosity with LDL they were 0.15 and 0.19 respectively and for blood and plasma viscosity with triglycerides they were 0.2 and 0.27 respectively.

Conclusions: Blood and plasma viscosity have a positive correlation with total cholesterol, LDL and triglycerides, while HDL and plasma viscosity have a negative correlation.

Keywords: Blood viscosity, lipids, total cholesterol, HDL, LDL, triglycerides.



CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

En los lugares de gran altitud existe menos oxígeno disponible, se sabe que a 6000 msnm existe la mitad de oxígeno disponible respecto al nivel del mar(1) y también se conoce que desde hace miles de años, los seres humanos migraron encontrando lugares para asentarse y desarrollarse, muchos de esos lugares tenían altitudes hipóxicas, siendo las poblaciones más conocidas con estas características: los Amhara en Etiopia, Los Quechua y los Aymara en los Andes, y los Tibetanos de los Himalayas y meseta tibetana(2).

Se conoce que el 40% de personas que llegan hasta los 3000 msnm sufren algún tipo de mal de altura(1). El cuerpo humano al someterse a cambios ambientales responde de forma biológica, aclimatándose a diferentes rangos de temperaturas y distintas altitudes para poder captar la suficiente cantidad de oxígeno(3,4) incrementando la respiración y produciendo más glóbulos rojos(1), necesarios para desarrollarse en esas regiones del mundo(3).

Los Andes presentan la mayor densidad poblacional que vive a más de 3500 msnm(5), es necesario resaltar que muchas personas nacieron y vivieron a estas alturas durante toda su vida(4) por lo que se pudo describir que dichas adaptaciones se dieron desde recién nacidos (4,5). En esta adaptación, se manifiesta una policitemia (incremento de glóbulos rojos y hemoglobina), mejorando el transporte de oxígeno pero incrementando los valores de viscosidad sanguínea(4).

La sangre es un fluido no Newtoniano(6) porque su viscosidad, resistencia a fluir dentro de los capilares(7), se incrementa a bajas velocidades de flujo, debido a que en esta condición aumentan las interacciones moleculares entre células rojas y proteínas del plasma, provocando que los eritrocitos se junten formando cadenas de células en la microcirculación elevando la viscosidad sanguínea(6).

El plasma contiene agua en grandes proporciones y también contiene electrolitos, proteínas y otras macromoléculas más, produciéndose interacciones moleculares entre ellos, además que la adición de elementos formes al plasma pueden elevar la viscosidad plasmática(6).



Por otro lado, el perfil lipídico nos permite conocer la cantidad de lípidos en sangre, cuantificando el colesterol (dentro del cual se encuentran las fracciones HDL, LDL y VLDL) y triglicéridos; una alteración de los niveles normales de estas moléculas en este perfil está muy vinculada a problemas cardiovasculares(8).

Del mismo modo, una medición del hematocrito permite conocer en qué proporción están los glóbulos rojos en sangre, permitiendo la identificación de anemia, policitemia primaria, enfermedad pulmonar, etc(9); mientras que la cuantificación de hemoglobina nos permite saber cuánto de esta proteína, que transporta oxígeno, está presente en los eritrocitos, de esta forma se pueden detectar leucemia, anemia, enfermedad renal, residencia a gran altitud, entre otras condiciones(10).

Por lo tanto, se deben tener presente los niveles de viscosidad sanguínea y una posible asociación con otras condiciones, además que deben ser estudiadas y consideradas en personas que residen a gran altitud donde el hematocrito y la hemoglobina tienen mayores valores respecto al nivel del mar, y que también moléculas como la glucosa, ácido úrico y triglicéridos elevan la viscosidad sanguínea(11) y de ese modo pueden desencadenarse alteraciones neurológicas, visuales, hematológicas y otras más, porque una condición de hiperviscosidad dificulta el flujo normal de sangre pudiendo ser mortal(12).

En este contexto, este estudio plantea determinar la posible correlación entre la viscosidad sanguínea total y plasmática con el perfil lipídico en voluntarios que habitan en Cusco, una ciudad ubicada al sur de los andes peruanos a 3399msnm, permitiendo establecer valores normales de viscosidad e identificar los metabolitos de naturaleza lipídica que pueden alterar los niveles de la misma.

En el *Capítulo I*, se fundamenta el *Problema de la Investigación*, citando los antecedentes teóricos estudiados a nivel internacional y regional, de esta forma poder considerar todos los elementos necesarios para desarrollar este estudio y plantear si el perfil lipídico estaría relacionado con la viscosidad sanguínea en voluntarios residentes en Cusco; se describe la Justificación de la Investigación, así como también los Aspectos Éticos y Limitaciones.

En el *Capítulo II*, se desarrolla el *Marco Teórico*, donde se explican conocimientos sobre Residentes a Gran Altitud, Sangre y sus Componentes, Reología y Viscosidad Sanguínea, Perfil Lipídico, entre otros, además se presentan las hipótesis generales



y específicas y se definen las variables dependientes e independientes con sus respectivas definiciones operacionales.

En el *Capítulo III, Métodos de Investigación*, se definen el tipo y el diseño del estudio, se determina la población y muestra con sus respectivos criterios de inclusión, además se detallan las especificaciones para recolección de datos, toma y procesamiento de muestras de sangre y los elementos necesarios para el análisis estadístico.

En el *Capítulo IV*, se detallan los *Resultados*, de acuerdo a los objetivos general y específicos, mostrándose de forma ordenada en tablas y gráficos todos los datos colectados y procesados estadísticamente en este estudio, los cuales son para: la muestra de voluntarios, cuantificaciones de elementos de la sangre y perfil lipídico, los valores de las viscosidades plasmática y sanguínea, así como los análisis de correlación respectivos

En el *Capítulo V, Discusión*, en el apartado de *Descripción de los hallazgos más relevantes y significativos* se interpretan los datos e información mostrados en el capítulo anterior, luego se explican las *Limitaciones* halladas al momento de realizar la investigación, posteriormente se realiza la *Comparación crítica con literatura existente* y se definen las *Implicancias del estudio*.

Finalmente, se expresan de forma ordenada las *Conclusiones y Recomendaciones*, y también se proponen sugerencias a los investigadores que puedan tomar este estudio como referencia o punto de partida.

1.1 Planteamiento del Problema

La viscosidad sanguínea es la resistencia interna de la sangre a fluir dentro de los vasos sanguíneos. Los principales factores que lo determinan son: hematocrito, deformabilidad de los glóbulos rojos, agregación globular, componente lipídico, viscosidad plasmática, albúmina, células blancas, presencia de células tumorales, discrasias sanguíneas, entre otras(13).

Estudios han demostrado que los valores incrementados de triglicéridos, LDL y colesterol producen un aumento significativo en la viscosidad plasmática(14,15) ,el incremento de la concentración del colesterol en la membrana del eritrocito tiende a disminuir la deformación de glóbulos rojos, y consecuentemente modificar la viscosidad sanguínea(15,16). También se ha visto una mayor agregación de los



eritrocitos frente a un incremento de las lipoproteínas de baja densidad (C-LDL) lo cual genera una mayor viscosidad sanguínea(17) , y la formación de placas de ateromas de manera indirecta, generando un flujo turbulento que también altera los niveles de viscosidad(18)

En zonas de gran altitud (más de 2500 msnm), existe una baja presión barométrica y por ello se reduce la presión parcial de oxígeno en el aire inspirado(5), como consecuencia Estos pobladores se someten a un proceso de adaptación a nivel fisiológico, conocido como aclimatación, que les enfrentarse a ambientes hipóxicos, este fenómeno toma su tiempo y tiene unos límites, el proceso de aclimatación a este ambiente adverso inicia aproximadamente a las tres semanas y se estabiliza cerca a los tres meses y puede desaparecer cuando ya no existe los condicionantes. Entre estos cambios se presentan un aumento en el número de hematíes y hemoglobina, proceso conocido como policitemia, con lo cual se mejora la captación y el transporte de O₂ a los tejidos (1).

Los estudios de altura han demostrado que el incremento de hematíes y hemoglobina, puede generar serios inconvenientes como el aumento de la viscosidad sanguínea(4) incrementando así la resistencia al flujo sanguíneo intravascular, y el riesgo de producir daño de órganos diana(13,19)., actualmente no existen muchas investigaciones en regiones de altura que relacionen la viscosidad sanguínea con el perfil lipídico.

Si bien a la fecha contamos con datos teóricos sobre valores normales de viscosidad sanguínea en la población sana, estos valores fueron obtenidos a nivel del mar, en donde las condiciones de habitad difieren con respecto a las ciudades de altura, como en la ciudad del Cusco que se encuentra ubicada a 3399 msnm, por lo que los residentes podrían presentar parámetros de viscosidad sanguínea y perfil lipídico diferentes a los que habitan a nivel del mar, el obtener estos valores en nuestra zona nos permitirá tener un punto de partida para futuras investigaciones sobre a viscosidad sanguínea y su relación con enfermedades cardiovasculares.



1.2 Formulación de Problemas

1.2.1 Problema General

¿Existirá correlación entre viscosidad sanguínea y perfil lipídico en voluntarios sanos residentes a gran altitud (Cusco 3399msnm)?

1.2.2 Problemas Específicos

- 1) ¿Cuáles serán los niveles de viscosidad sanguínea y plasmática en voluntarios sanos residentes a gran altitud (Cusco 3399msnm)?
- 2) ¿Cuáles serán los valores del perfil lipídico en voluntarios sanos residentes a gran altitud (Cusco 3399msnm)?
- 3) ¿Cuál será la correlación entre el nivel de colesterol total y los niveles de viscosidad sanguínea y plasmática en voluntarios sanos residentes a gran altitud (Cusco 3399msnm)?
- 4) ¿Cuál será la correlación entre el nivel de HDL y los niveles de viscosidad sanguínea y plasmática en voluntarios sanos residentes a gran altitud (Cusco 3399msnm)?
- 5) ¿Cuál será la correlación entre el nivel de LDL y los niveles de viscosidad sanguínea y plasmática en voluntarios sanos residentes a gran altitud (Cusco 3399msnm)?
- 6) ¿Cuál será la correlación entre el nivel de triglicéridos y los niveles de viscosidad sanguínea y plasmática en voluntarios sanos residentes a gran altitud (Cusco 3399msnm)?

1.3 Justificación

El estudio busca consolidar investigaciones en medicina de altura en el área de la reología y ampliar el conocimiento de valores de viscosidad en población aparentemente sana y comprender mejor su correlación existente con diferentes factores bioquímicos que intervienen en su determinación.

El análisis de la viscosidad sanguínea y su relación con el perfil lipídico en personas aparentemente sanas de nuestra ciudad, es importante debido a que dichos valores tanto normales como patológicos no han sido determinados aún. Al mismo tiempo existen estudios que proponen que la alteración de estos valores al parecer tiene implicancia en el desarrollo de enfermedades cardiovasculares (ACV, infarto agudo de miocardio, entre otros), las cuales han ido en un incremento de su incidencia en los últimos años del cual nuestra ciudad no es ajena.



Este proyecto ya que forma parte de un proyecto mayor tendrá mayor alcance en los estudios de medicina de altura en el área de reología, al comprender mejor la fisiología de los cambios hemodinámicos que se producen a raíz de esta variación por aclimatación en la viscosidad. En el aspecto práctico, se podrá establecer los valores normales de viscosidad sanguínea, plasmática y perfil lipídico, los cuales podrían servir de referencia para estudios posteriores.

1.4 Objetivos de investigación

1.4.1 Objetivo General

Determinar la correlación entre viscosidad sanguínea y perfil lipídico en voluntarios sanos residentes a gran altitud (Cusco 3399msnm).

1.4.2 Objetivos Específicos

- 1) Determinar los niveles de viscosidad sanguínea y plasmática en voluntarios sanos residentes a gran altitud (Cusco 3399msnm).
- 2) Determinar los valores del perfil lipídico en voluntarios sanos residentes a gran altitud (Cusco 3399msnm).
- 3) Determinar la correlación entre el nivel de colesterol total y los niveles de viscosidad sanguínea y plasmática en voluntarios sanos residentes a gran altitud (Cusco 3399msnm).
- 4) Determinar la correlación entre el nivel de HDL y los niveles de viscosidad sanguínea y plasmática en voluntarios sanos residentes a gran altitud (Cusco 3399msnm).
- 5) Determinar la correlación entre el nivel de LDL y los niveles de viscosidad sanguínea y plasmática en voluntarios sanos residentes a gran altitud (Cusco 3399msnm).
- 6) Determinar la correlación entre el nivel de triglicéridos y los niveles de viscosidad sanguínea y plasmática en voluntarios sanos residentes a gran altitud (Cusco 3399msnm).

1.5 Delimitación del estudio

1.5.1 Delimitación espacial

El ámbito de estudio fue realizado en la Provincia y Departamento de Cusco, ciudad ubicada a 3399msnm.

1.5.2 Delimitación temporal

El estudio fue realizado durante el periodo comprendido entre el mes octubre del 2020 hasta mayo del 2021



1.6 Aspectos éticos

El presente proyecto fue elaborado teniendo en cuenta las consideraciones éticas según la declaración de los principios éticos de la Declaración de Helsinki, el informe de Belmont teniendo como principios básicos como la autonomía, justicia y no maleficencia y las contenidas en el **“Compendio de Normativa Ética para uso por los Comités de Ética en Investigación”** compilado por el Instituto Nacional de Salud cuya publicación fue aprobada por la Resolución Jefatural N°032-2012-J-OPE/INS, expedida por el Ministerio de Salud el año 2011, en los cuales se establecen las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud.

El estudio fue regido por los aspectos éticos antes mencionados. La participación en el proyecto fue de manera voluntaria y anónima, el material de estudio en este caso las muestras biológicas solo fueron usados estrictamente para los propósitos del estudio. Para la ejecución del estudio se solicitó la aceptación del consentimiento informado a cada uno de los seleccionados, dicho consentimiento informado explicó de forma concisa y entendible el proceso. La aceptación del consentimiento informado pudo ser revocada por parte del participante en cualquier momento del proceso de la investigación.

Debido a que el estudio mayor titulado “Valores normales de viscosidad sanguínea y su correlación con el flujo sanguíneo cerebral en población clínicamente sana residente a gran altura (Cusco, 3300msnm)” fue enviado y aprobado por el comité de ética del HNAGV-EsSalud Cusco con resolución N° 419-GRACU-ESSALUD-2020, nuestro proyecto al formar parte de este, no requirió una nueva autorización por un nuevo comité de ética. La documentación correspondiente está incluida en el anexo N°4.

Solo se tuvo registro de los pacientes durante el tiempo del estudio o hasta que los participantes acepten que se dispongan de ellos.

Las tomas de muestras de sangre venosa se realizaron con el cuidado que ameritan los procedimientos invasivos de esta naturaleza. **(ANEXO 5)**. Se procedió a realizar la toma de la cantidad mínima necesaria para su adecuado procesamiento. Las muestras fueron analizadas dentro del mismo día de haberse obtenido. Las muestras no procesadas en los tiempos establecidos, fueron eliminadas inmediatamente siguiendo los protocolos de bioseguridad del laboratorio. Por ningún motivo las muestras fueron conservadas o se realizaron análisis adicionales a los circunscritos en el presente estudio.



CAPITULO II MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

2.1.1 Antecedentes internacionales

Rasyid A, Harris S, Kurniawan M, Mesiano T, Hidayat R (Yakarta, Indonesia, 2019) en su estudio titulado “Influencia del fibrinógeno y LDL en la viscosidad sanguínea y el resultado de los pacientes con accidente cerebrovascular isquémico agudo en Indonesia”.

Cuyo objetivo fue investigar el papel de los factores de riesgo del síndrome metabólico en la viscosidad de la sangre y el pronóstico del ACV isquémico agudo en Indonesia basado en el NIHSS y la escala modificad de Rankin. En este estudio se incluyeron a 135 pacientes con ictus isquémico agudo. Los pacientes fueron sometidos a mediciones de viscosidad y evaluación de factores de riesgo. Donde se determinó la viscosidad sanguínea mediante el uso del microcapilar digital, niveles de hematocrito, fibrinógeno, LDL, HDL triglicéridos y la evaluación con la escala NIHSS al 3er y 7mo día post ACV y la Rankin modificada 1 mes después del tratamiento. Para el análisis bivariado se usó el test chi cuadrado, y las variables con $p < 0,25$ se realizó un análisis multivariado usando regresión logística. Los resultados demostraron que el fibrinógeno, LDL, y el hematocrito afectan la viscosidad sanguínea. Este estudio concluyo que las proteínas como el fibrinógeno y las LDL afectan la viscosidad de la sangre , y la puntuación la escala NIHSS y Rankin modificada en pacientes con ictus isquémico agudo, por lo que es necesario tratarlos en la prevención primaria y secundaria del ictus isquémico(20)

Zhong R, Liu H, Wang H, Li X, et al. (Deyang, Meseta tibetana China, 2015) en su estudio titulado “Adaptación a gran altitud: una evaluación de la calidad de almacenamiento de glóbulos rojos suspendidos preparados a partir de la sangre total de los migrantes de la meseta tibetana”.

Cuyo objetivo fue comparar la calidad de almacenamiento de los glóbulos rojos en suspensión proveniente de inmigrantes a la meseta tibetana (3650 msnm) que viven a con los de los residentes de las tierras bajas de Deyang durante un período de almacenamiento de 35 días. Para lo cual se recolectaron muestras de sangre de 8 donantes voluntarios en el centro de sangre de la Región Autónoma del Tíbet y de 8 donantes voluntarios de las tierras bajas en el Centro de Sangre de Deyang, todos



los donantes del Tíbet eran chinos que emigraron a la meseta tibetana durante más de un año, los 16 donantes eran hombres y sus edades oscilaban entre los 19 – 40 y las características de las muestras se examinaron los días 1, 7, 14 y 35 al agregar al agregar un volumen normal de fosfato de manitol-adenina, se examinaron los niveles de glóbulos rojos, Hb y Hct y el volumen corpuscular medio (MCV), niveles de potasio (K +) y sodio (Na +) y más Se pudo hallar que la hemoglobina de la meseta fue $165,62 \pm 10,15$ y las tierras bajas $137,43 \pm 7,38$ g / L, las viscosidades de los de los glóbulos rojos almacenados a velocidades de cizallamiento altas y bajas durante toda la duración del almacenamiento fueron más altas en las muestras obtenidas de población del Tíbet, además de los niveles más altos de Hct y Hb y la viscosidad inducida por la gran altitud, las tasas de metabolismo de electrolitos y lactato de los pobladores del Tíbet fueron más altas que las de los de tierras bajas durante el almacenamiento, también se tuvo la mayor fragilidad osmótica y hemólisis en las muestras de los habitantes del Tíbet durante todo el período de almacenamiento. Se pudo concluir que la calidad de almacenamiento de las muestras de los habitantes del Tíbet era inferior a la de los de tierras bajas cuando se usaba el mismo volumen de la solución aditiva de manitol-adeninfosfato.(21)

Irace C, Carallo C, Scavelli F, Esposito T, et al. (Catanzaro-Italia,2014) en su estudio titulado “Influencia de los lípidos sanguíneos en el plasma y la viscosidad de la sangre”.

Cuyo objetivo fue intentar aclarar la relación entre los lípidos sanguíneos y la viscosidad. Estudio en el que se contó con la participación de 410 sujetos aparentemente sanos, se excluyeron fumadores, diabéticos, obesos e hipertriglicéridémicos con valores > 400 mg / dl. Se midió la viscosidad sanguínea y plasmática, rigidez de los eritrocitos, lípidos y la glucosa en sangre. Los resultados fueron que 315 pacientes hiperlipidémicos tenían valores más altos de viscosidad plasmática (1.44 ± 0.13 vs. 1.40 ± 0.12 cP, $p = 0.007$), y viscosidad sanguínea (4.51 ± 0.54 vs. 4.35 ± 0.55 cP, $p = 0.013$), en comparación con sujetos normolipidémicos ($n = 95$), en un análisis de correlación simple, la viscosidad plasmática se asoció directamente con el colesterol LDL e inversamente con el colesterol, rigidez de los eritrocitos y HDL. En el análisis de regresión múltiple, la asociación con LDL y HDL se fortaleció, aunque estas dos variables en su conjunto representaron solo el 5% (R^2 ajustado) de la variabilidad de la viscosidad plasmática; mientras que la viscosidad sanguínea se asoció significativamente con el hematocrito, la viscosidad



plasmática, rigidez de los eritrocitos. Se pudo concluir que el LDL y el HDL influyen en la viscosidad plasmática, pero no en la viscosidad sanguínea total, sin embargo, la contribución del colesterol LDL y HDL a la viscosidad plasmática parece bastante limitada.(14)

Velcheva, I., Antonova, N., Dimitrova, V., Dimitrov, N. & Ivanov, I (Sofia-Bulgaria, 2006), en su trabajo titulado “Lípidos plasmáticos y viscosidad sanguínea en pacientes con enfermedad cerebrovascular”.

Cuyo objetivo fue evaluar la relación entre los parámetros de viscosidad sanguínea y los lípidos plasmáticos en pacientes con enfermedad cerebrovascular ,en el cual se incluyeron a 43 pacientes con ataque isquémico transitorios, 43 pacientes con infartos cerebrales unilaterales crónicos 57 pacientes con factores de riesgo de ECV donde se evaluaron parámetros como Viscosidad de sangre total a diferentes velocidades de cizallamiento por viscosímetro rotacional Couette Contraves Low Shear 30, viscosidad plasmática con viscosímetro capilar, hematocrito, fibrinógeno, colesterol, triglicéridos.

Los resultados obtenidos demostraron un aumento de Hematocrito, Fibrinógeno, viscosidad sanguínea y viscosidad plasmática en los pacientes con Ataque isquémico transitorio e infarto cerebral crónico, la elevación de colesterol y triglicéridos se correlacionaron significativamente con la viscosidad plasmática de los pacientes con ataque isquémico transitorio. En conclusión la elevada concentración de Triglicéridos plasmáticos está relacionado como una disminución de la fluidez sanguínea y el deterioro de la circulación cerebral en la enfermedad cerebrovascular (16).

Rosenson R, Shott S, Tangney C. (Chicago-EE. UU, 2002) en su estudio titulado “La hipertrigliceridemia se asocia con una viscosidad sanguínea elevada”.

Cuyo objetivo fue evaluar las asociaciones entre lípidos plasmáticos en ayunas, fibrinógeno, proteína sérica total, hematocrito y viscosidad sanguínea. Para ello se realizó un estudio transversal de 257 sujetos adultos donde la viscosidad de la sangre fue medido a 37 ° C con un microviscosímetro de cilindro coaxial a velocidades de corte de 100 y 1 s-1. Se informan los valores de viscosidad sanguínea tanto medidas no corregidas como medidas corregidas a un hematocrito del 45% mediante una ecuación de regresión. Se utilizó SPSS para Windows (versión 7.5) para los datos gestión y análisis estadístico a una significancia de 0.05 Se utilizó el nivel para todas las pruebas estadísticas. Se utilizó el análisis de regresión escalonada para investigar



relaciones entre el logaritmo natural de viscosidad de la sangre corregida y no corregida a la velocidad de cizallamiento de 100 s^{-1} , y el logaritmo natural de viscosidad de la sangre corregido a la velocidad de cizallamiento de 1 s^{-1} , versus triglicéridos, fibrinógeno, colesterol total, colesterol HDL, proteína sérica total, hematocrito (para viscosidad sanguínea solamente), edad y variables indicadoras que representan resentimiento de género, enfermedad coronaria, accidente cerebrovascular, diabetes mellitus, insuficiencia renal crónica, tabaquismo y uso de diuréticos, fármacos hipolipemiantes, betabloqueantes y cápsulas de aceite de pescado. Las correlaciones de Pearson también se obtuvieron para estas variables. Se encontró que la viscosidad sanguínea sin corrección a una velocidad de cizallamiento de 100 s^{-1} se asoció significativamente con triglicéridos, fibrinógeno, lipoproteínas de alta densidad (HDL) colesterol, proteína sérica total y hematocrito mediante el análisis de regresión multivariante por pasos. Cuando se corrige la viscosidad sanguínea corregida a 1 s^{-1} se asoció significativamente con triglicéridos, fibrinógeno, proteína sérica total y una variable indicadora de diabetes mellitus. Se concluyó que, los triglicéridos pueden contribuir al riesgo cardiovascular.(15)

Sloop G, Mercante D. (Nueva Orleans-EE. UU, 1998) en su estudio titulado “Efectos opuestos de baja densidad y lipoproteínas de alta densidad en la viscosidad de la sangre en sujetos en ayunas”.

Cuyo objetivo fue determinar si las lipoproteínas modulan el proceso aterogénico al afectar la viscosidad de la sangre. Para ello, se recolectaron sangre y suero en ayunas de 16 voluntarios sanos, para la determinación de la viscosidad sanguínea y los niveles de lipoproteínas séricas. La viscosimetría se realizó en un viscosímetro capilar. Se consideraron valores de p iguales o inferiores a 0,05 como estadísticamente significativo. Estadísticas descriptivas que incluyen medias, desviaciones estándar y correlaciones, se calcularon sobre todas las variables. La principal herramienta de análisis fue el análisis estadístico de regresión múltiple. Se utilizó Analysis System versión 6.11 para realizar todos los análisis. Se evaluaron dos conjuntos de datos. El primer conjunto de datos se obtuvo de los 16 sujetos descritos anteriormente. El segundo conjunto de datos se obtuvo de un artículo publicado anteriormente de este grupo(A). En el primer conjunto de datos, se utilizó un modelo de regresión múltiple para evaluar la relación de dependencia de la viscosidad sanguínea a LDL-C y HDL-C. Se realizó un análisis de regresión múltiple en el segundo conjunto de datos para confirmar los resultados del primer conjunto de



datos. Se encontró que el colesterol unido a lipoproteínas de baja densidad se asoció positivamente con la viscosidad sanguínea ($r = 0.610$, $p = 0.01$). La lipoproteína de colesterol de alta densidad se asoció negativamente con viscosidad de la sangre ($r = -0.479$, $p = 0.06$). Se desarrolló un modelo de regresión múltiple con estos datos, que reveló que el 54% de la variación en la viscosidad de la sangre fue atribuible a estas lipoproteínas. Este modelo fue validado en un segundo conjunto de datos, en el que estas lipoproteínas representaron el 28% de variación en la viscosidad de la sangre. Un segundo modelo, que incluye hematocrito, viscosidad sérica y colesterol unido a niveles de lipoproteínas de alta densidad, explicaron el 73% de la variación en la viscosidad sanguínea. Se concluyó que, modulando la viscosidad y el flujo sanguíneo, las lipoproteínas pueden afectar el tiempo de residencia de partículas aterogénicas y aterogénesis.(22)

Rosenson R, McCormick A, Uretz E. (Chicago-EE. UU, 1996) en su estudio titulado “Distribución de los valores de viscosidad sanguínea y factores bioquímicos en adultos sanos”.

Cuyo objetivo fue determinar valores de referencia establecidos a partir de una población sana libre de enfermedad. Para ello se determinó una cohorte de 126 (71 hombres, 55 mujeres) adultos sanos no fumadores los cuales se sometieron a análisis de sangre en ayunas después de un ayuno de 12 a 14 h. las mediciones de Viscosidad se realizaron en muestras de sangre completa, plasma y suero a $37\text{ }^{\circ}\text{C}$, en un microviscosímetro de cilindro coaxial. Se encontró que la viscosidad media de la sangre a velocidades de cizallamiento de 100, 50 y 1 s⁻¹ fue $3,26 \pm 0,43$, $4,37 \pm 0,60$ y $5,46 \pm 0,84$ mPa s, respectivamente. Los hombres tenían valores de viscosidad sanguínea significativamente más altos que las mujeres esta diferencia no siguió siendo significativa después que los valores de viscosidad sanguínea se normalizaron a un hematocrito del 45%. Para todo el grupo, los valores de viscosidad sanguínea normalizados a cada tasa medida se correlacionaron inversamente con el colesterol HDL y directamente con el fibrinógeno. La viscosidad plasmática media fue $1,39 \pm 0,08$ mPa y la viscosidad sérica media fue $1,27 \pm 0,06$ mPa s. La viscosidad plasmática se correlacionó con el fibrinógeno ($r = 0,51$, $P < 0,0001$), la proteína sérica total ($r = 0,33$, $P < 0,0001$) y las concentraciones de triglicéridos ($r = 0,33$, $P < 0,0015$). La viscosidad sérica se correlacionó con la proteína sérica total ($r = 0,50$, $P < 0,0001$) y el colesterol LDL ($r = 0,24$, $P = 0,0065$). Se concluyó que, La viscosidad de la sangre fue más alta en los hombres que en las mujeres debido a las concentraciones más



altas de hematocrito en los hombres, este hallazgo puede ser una causa adicional de la mayor incidencia de enfermedad cardiovascular en los hombres. Los lípidos plasmáticos se asociaron de forma independiente con la sangre, el plasma y la viscosidad del suero después de ajustar la concentración de fibrinógeno y proteína sérica total.(23)

Crowley J, Metzger M, Annlouise B, Carleton R, et al. (Massachusetts - EE. UU, 1994) en su estudio titulado “Lipoproteínas de baja densidad y viscosidad en sangre total”.

Cuyo objetivo fue investigar si existía una correlación estadísticamente significativa entre las lipoproteínas y los triglicéridos con la viscosidad en sangre total. En cuyo estudio participaron 982 individuos con edades promedio de $41,3 \pm 14,5$ (rango 18-73), 43,5% hombres y 56,7% mujeres, la viscosidad de la sangre total se midió utilizando un lecho poroso (PBV) y los demás parámetros bioquímicos con técnicas rutinarias, todas las variables se analizaron en un análisis de regresión múltiple y se calcularon coeficientes de correlación parcial. En todos los casos $p < 0,05$ se consideró significativo. Se demostraron correlaciones positivas significativas entre la viscosidad y el colesterol ($r = 0,22$, $p < 0,001$), triglicéridos ($r = 0,14$, $p < 0,001$) y cLDL ($r = 0,21$, $p < 0,001$), se encontró una correlación negativa significativa entre HDLc y WBV ($r = -0,20$, $p < 0,001$). Se concluyó que muestra LDLc es la principal lipoproteína que influye de forma independiente en la variación de la viscosidad de la sangre total.(24)

Koenig W, Sund M, Ernst E, Mraz W, et al. (Pawtucket- EE. UU, 1992) en su estudio titulado “Asociación entre reología y componentes de lipoproteínas en sangre humana”.

Cuyo objetivo fue estudiar la relación entre determinantes de la reología sanguínea y componentes de lipoproteínas en una muestra de una población de entre 25 y 64 años. Donde los parámetros reológicos investigados fueron la viscosidad, la hemoglobina, y el total de proteína; las variables de lipoproteínas incluían colesterol total, colesterol unido a lipoproteínas de alta densidad (HDL) y las apoproteínas AI, A-II y B; covariables considerados para posibles factores de confusión fueron la edad, el IMC, consumo de alcohol e hipertensión. Se tuvo como resultados que la viscosidad plasmática tiene una asociación lineal positiva con colesterol total y apoproteína B (correlaciones parciales después del ajuste para todas las covariables



incluye proteína sérica total para hombres y mujeres fue $r = 0.2310.19$ y $0.24 / 0.25$, respectivamente) y un pequeño valor negativo asociación lineal con colesterol HDL ($r = -0,14 / -0,10$) y con apoproteína AI ($r = -0,081-0,06$). La regresión polinomial mostró una fuerte relación cuadrática con el colesterol HDL en los hombres. Las conclusiones fueron que los mecanismos reológicos pueden estar involucrados con el síndrome de hiperlipemias. (25)

Mayer G, et al. (Kingston-Canada, 1964) en su estudio titulado “Viscosidad sanguínea en sujetos sanos y pacientes con cardiopatía coronaria”

Cuyo objetivo fue medir la viscosidad en sangre total y en plasma en sujetos aparentemente sanos y en pacientes con evidencia inequívoca de enfermedad coronaria crónica. En el presente estudio se utilizó un viscosímetro de tipo capilar, los resultados obtenidos en sangre se expresaron en centipoises, el error estándar de la técnica fue $+ - 0,5\%$ para líquidos de calibración y $\pm 1\%$ para sangre. Como resultados se obtuvieron que los niños, independientemente del sexo y las mujeres jóvenes sanas tienen una viscosidad baja en sangre total y en plasma en comparación a los varones jóvenes y de mediana edad, los pacientes masculinos y femeninos que padecen enfermedad coronaria crónica tienen una viscosidad sanguínea y plasmática significativamente mayor que los grupos sanos del mismo sexo y edad. Se pudo concluir que la viscosidad elevada de la sangre total y del plasma es un factor que contribuye al desarrollo de las manifestaciones clínicas de la enfermedad coronaria y posiblemente de la propia lesión vascular básica.(26)



2.1.2 Antecedentes nacionales

Stauffer E, Loyrion E, Hanco I, Waltz X, et al (Puno-Perú, 2020) en su estudio titulado “Viscosidad sanguínea y sus determinantes en la ciudad más alta del mundo”. Cuyo objetivo fue Evaluar el efecto de vivir a gran altura sobre la hemoglobina, el hematocrito y los parámetros hemorreológicos (viscosidad sanguínea y agregación de glóbulos rojos), e investigar su relación con el mal de montaña crónico en montañeses que viven en la ciudad más alta del mundo (La Rinconada, Perú, 5100 msnm). Para este estudio participaron 93 hombres: 10 habitantes de tierras bajas (a nivel del mar), 13 montañeses andinos que vivían a 3800 msnm y 70 montañeses que vivían a 5100 msnm (35 asintomáticos para mal de montaña crónico; 15 con síntomas leves; 20 con sintomatología moderada a grave). La viscosidad de la sangre se midió tanto en el hematocrito original y corregido (40%), los análisis estadísticos se realizaron utilizando IBM SPSS versión 22. Todos los datos se expresan como media \pm SD. Como resultados se tuvieron que la concentración de hemoglobina y de hematocrito aumentaron respecto a la altitud de residencia, la viscosidad de la sangre también aumentó con la altitud (a 45 s⁻¹: $6,7 \pm 0,9$ mPa.s al nivel del mar, $14,0 \pm 2,0$ mPa.s a 3800 msnm y $27,1 \pm 8,8$ mPa.s a 5100 msnm; $P < 0,001$). A 5100 msnm, la viscosidad de la sangre al hematocrito corregido fue mayor en los montañeses con mal de montaña crónico de moderada a grave (a 45 s⁻¹: $18,9 \pm 10,7$ mPa.s) que en los habitantes de las tierras altas sin mal de montaña crónico ($10,2 \pm 5,9$ mPa s) o con mal de montaña crónico leve ($12,1 \pm 6,1$ mPa s) ($P < 0,05$). En conclusión, la viscosidad de la sangre puede contribuir a la sintomatología del mal de montaña crónico, pero el aumento de la viscosidad de la sangre en los pacientes con mal de montaña crónico no puede explicarse únicamente por el aumento del hematocrito.(27)



2.2 Bases teóricas

2.2.1 GENERALIDADES SOBRE REOLOGÍA

La reología de la sangre conocida también como hemorreología proviene de los términos griegos “αίμα, haima” = “sangre” y “ρεω, rheo” = “deslizar,fluir”. En tanto es una rama de la reología que estudia las características de la sangre como un fluido(13).

Para poder comprender el comportamiento de la viscosidad sanguínea y plasmática es necesario conocer que la sangre es un tipo de fluido, por tanto no posee rigidez y tiene la capacidad de deformarse o fluir por acción de fuerzas externas(13,28).

La viscosidad es una característica propia de los fluidos que expresa la deformación que sufren estos cuando se les somete a fuerzas externas, y consecuentemente tienden a perder energía por fricción.

Se representa con el símbolo η (eta) y sus unidades de medida son:

- SISTEMA INTERNACIONAL (SI).- Pascal-Segundo (Pa·s).
- SISTEMA CEGESIMAL. - Poise(P)= 1 g/cm.s

La unidad de medida más utilizada es el centiPoise(cP) el cual equivale a la milésima un Pa.s. Por lo tanto 1000 cP = 1000 mPa.s = 1 Pa = 10 cP (13,29).

Existen 3 grandes factores que afectan la viscosidad, los cuales son: temperatura, velocidad de deformación y presión(29).

2.2.2 SANGRE Y SUS COMPONENTES

SANGRE

Es un tipo de tejido conectivo especializado conformado por elementos formes (eritrocitos, leucocitos y plaquetas, plasma) que se hallan dentro de una matriz extracelular líquida conocida como plasma. Sus componentes tienden a separarse por diferencia de densidades por lo que los elementos formes se sedimentan mientras que el plasma queda como sobrenadante. La sangre constituye el 6-8% del peso corporal total y su densidad aproximadamente es $1056 \pm 9 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ (29).

COMPONENTES SANGUINEOS

1. **ELEMENTOS FORMES:** Lo constituyen los eritrocitos, leucocitos y plaquetas(29).



ERITROCITOS O GLÓBULOS ROJOS: Constituyen las células más abundantes en la sangre, aproximadamente entre 4 a 6 millones por mm^3 o μl . Son células anucleadas con forma de disco bicóncavo cuya principal función es el transporte del oxígeno y del dióxido de carbono. La fracción porcentual de cada volumen de sangre ocupado por los eritrocitos se denomina hematocrito. En diversas circunstancias la sangre por la presencia y agregación de los eritrocitos muestra un comportamiento viscoso no newtoniano (29,30).

LEUCOCITOS O GLÓBULOS BLANCOS: Son células sanguíneas de 7 - 15 μm de diámetro cuya principal función es la defensa del organismo contra patógenos externos mediante la producción de anticuerpos (linfocitos) o la destrucción directa de los patógenos (neutrófilos, eosinófilos, basófilos y monocitos). Estos constituyen solo el 0,7% del volumen sanguíneo (30).

PLAQUETAS: Estas células, consideradas por algunos autores como fragmentos celulares, constituyen los componentes sanguíneos más abundantes después de los glóbulos rojos. Poseen un tamaño muy pequeño y un diámetro de 2 μm aproximadamente. Entre sus principales funciones tenemos: adhesión a la pared de vasos sanguíneos lesionados, agregación plaquetaria formando tapones hemostáticos y la producción de mediadores que regulan el endotelio y el sistema de coagulación (30).

- 2. PLASMA:** Es el componente más abundante de la sangre, representando aproximadamente el 55% del volumen sanguíneo total y su densidad es $1021 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ aproximadamente. Está formado en un 90-92% por agua y 8% por solutos como proteínas (fibrinógeno, albumina), lípidos (colesterol), glúcidos y electrolitos (29,31).

2.2.3 PARÁMETROS HEMORREOLÓGICOS: VISCOSIDAD SANGUÍNEA Y PLASMÁTICA

Los parámetros más conocidos que caracterizan las propiedades del flujo sanguíneo son la viscosidad sanguínea y la viscosidad plasmática (29).

VISCOSIDAD SANGUÍNEA TOTAL (η_s)

La sangre se comporta como un fluido no newtoniano, por lo que la viscosidad sanguínea total (η_s) varía de acuerdo a la tasa de corte a la que es procesada. El



valor de la viscosidad sanguínea (η_s) normal es de 3 a 5 cP con una tasa de corte de $100. s^{-1}$ o mayor.

Los principales determinantes de la viscosidad sanguínea: viscosidad plasmática, hematocrito y la deformación y agregación de glóbulos rojos. Las características de la η_s están determinadas por las propiedades particulares de sus componentes. La η_s varía dependiendo la tasa de corte a la que es procesada, por lo tanto, se requiere realizar su medición a diferentes tasas de corte o cizallamiento (17,29).

COMPORTAMIENTO DE LA VISCOSIDAD SANGUÍNEA TOTAL SEGÚN LA TASA DE CORTE O CIZALLAMIENTO

La (η_s) varía de acuerdo a la tasa de corte a la que es procesada. A altas tasas de corte (alta velocidad de cizallamiento), la (η_s) depende del hematocrito y la (η_p), mientras que a bajas tasas de corte (baja tasa de cizallamiento) la (η_s) dependerá de la agregación plaquetaria, proteínas, triglicéridos, colesterol (29).

La (η_s) a tasas de corte próximas a cero es muy elevada debido a que la sangre tiene un comportamiento no newtoniano ya que al estar en reposo los eritrocitos están agregados formando rouleaux(29).

Para tasas de corte entre $0,01$ y $100 s^{-1}$ la sangre se comporta como un líquido dilatante , es decir, la (η_s) aumenta a medida que se incrementa la tasa de corte alcanzando un valor máximo de 3 a 5 cP a $100 s^{-1}$,mientras que a tasas de corte mayores a $100 s^{-1}$ la sangre se comporta como un fluido newtoniano es decir la (η_s) ya no varía con incrementos posteriores de tasa de corte (29).

VISCOSIDAD PLASMÁTICA(η_p)

El plasma tiene un comportamiento de tipo Newtoniano y su viscosidad (η_p) es 80% mayor que la del agua. A $37 ^\circ C$ la (η_p) normal es 1,22 cP (1,10 - 1,35 cP). La (η_p) varía con la concentración de proteínas plasmáticas, particularmente de macromoléculas como el fibrinógeno y las lipoproteínas.

Existe un modo indirecto de calcular la (η_p) mediante la fórmula de Bayliss (1952) , la cual estima el valor de la (η_p) en función de la viscosidad del agua(η_a)y la concentración de proteínas. Pero esta estimación es imprecisa, por lo que se recomienda realizar la medición mediante el viscosímetro (17,29).

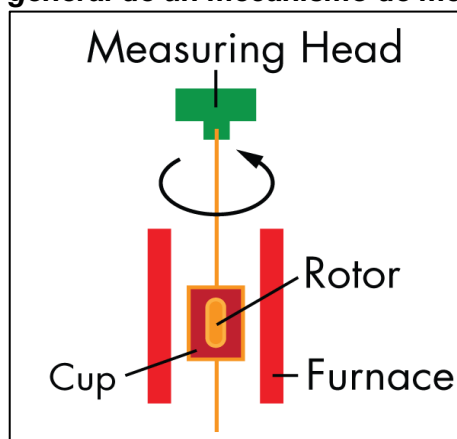
2.2.4 VISCOSIMETRO

La medición de la viscosidad requiere de un viscosímetro entre los más usados tenemos los de tipo: capilares, rotacionales y de cuerpo móvil, el uso de estos depende del fluido que se quiere medir. Para medir la viscosidad sanguínea y plasmática se recomienda el uso de viscosímetros rotacionales (32).

La mayoría de los viscosímetros rotacionales operan a velocidades de corte constantes y deben tener un amplio rango de tasa de corte entre $0,1$ a 400 s^{-1} , para una correcta valoración de la (η_s) y (η_p) se recomienda hacer 2 mediciones de la viscosidad, tanto a altas y bajas tasas de velocidad de corte (33,34). Estos viscosímetros poseen un anillo de protección para evitar que diversos artefactos externos afecten la superficie donde se colocará la muestra, del mismo modo es importante que las superficies del viscosímetro que estén en contacto con la muestra sanguínea deben ser accesibles para su limpieza tras cada análisis de sangre ya que de no ser así los resultados de la viscosidad serían alterados especialmente a baja tasa de corte (33).

Como se puede apreciar en el gráfico N°1 Se aprecia que posee un cabezal medidor (measuring head), un husillo rotatorio (rotor), un depósito para la muestra (cup) y un baño para control de temperatura (furnace)(35).El viscosímetro a parte de las características mencionadas anteriormente debe poseer insensibilidad a los efectos de las corrientes de aire o vibraciones, así como también funcionar en un ambiente con un adecuado sistema de control de temperatura, es decir en un ambiente cerrado, donde no ingrese la luz solar de modo directo y así evitar cambios de temperatura no deseados(33).

Gráfico N° 1: Esquema general de un mecanismo de medición de viscosidad.



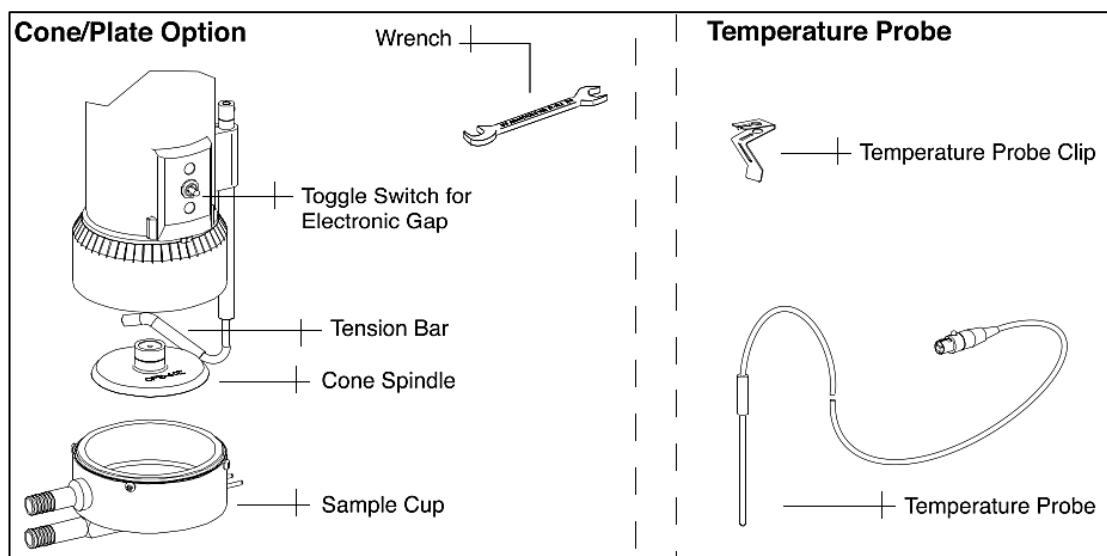
Fuente: TA Instruments. VIS 403 [Internet]. 2020. Disponible en: <https://www.tainstruments.com/vis403>

Viscosímetro Cono/Plato

Viscosímetro es de tipo rotacional que detecta la resistencia a la rotación provocada por la muestra fluida entre el cono y la placa estacionaria(35).

La resistencia a la rotación del cono produce un torque que es proporcional a la tasa de corte que se aplica al fluido, esta resistencia se expresa en centipoise (cP). El plato estacionario es removible y posee un fondo cóncavo, donde se puede depositar 0.5ml a 2.0ml de muestra, y cuenta con una conexión para baño térmico constante recirculante(35).

Gráfico N° 2: Esquema de la opción Cono/Plato en el equipo Brookfield DV2T (Izquierda) y Sonda para el Baño Térmico (derecha) para el mismo equipo(35)..



Fuente: Brookfield Engineering Laboratories. BROOKFIELD DV2T Viscometer Operating Instructions - manual No. M13-167-B0614. Vol. 8139. 2018

2.2.5 PROCEDIMIENTOS GENERALES PARA LA MEDICIÓN Y PROCESAMIENTO DE LA VISCOSIDAD SANGUINEA Y PLASMÁTICA

Según la Sociedad Internacional de Hemorreología Clínica, da recomendaciones para la toma y el procesamiento de muestras en estudios experimentales y clínicos, las cuales son:

A. TIEMPO DE RECOLECCIÓN DE MUESTRA Y CONDICIONES PARA LA TOMA DE MUESTRA



Los parámetros hemorreológicos pueden verse afectados por diversos factores como lugar de la toma, nivel de hidratación, actividad física, uso de fármacos, factores ambientales como temperatura y humedad, transfusiones sanguíneas entre otros, por todo ello se recomienda que la muestra debe ser recogida preferentemente en un ambiente tranquilo, con temperatura ambiental normal después de un periodo de reposo o descanso no menor de 10 minutos.

Después de la colocación del torniquete la muestra debe ser tomada dentro del minuto y medio, ya que sea visto que si se prolonga el tiempo del torniquete puede afectar en la viscosidad de la muestra. Para la obtención de muestra se recomienda usar una aguja de 21 G y tubos con ácido etileno-diamina-tetraacético (EDTA) (33).

B. ALMACENAMIENTO Y MANEJO DE LA MUESTRA

Las propiedades reológicas de la sangre cambian con la temperatura a la cual se encuentran almacenadas. Por ello se recomienda que en el caso que las muestras no puedan ser procesadas de inmediato o dentro de una hora estas deben ser almacenadas a 4°C por no más de 4 horas(33).

C. MEDICION DE LA VISCOSIDAD PLASMATICA (η_p)

La (η_p) es un factor importante que influye en la viscosidad sanguínea y está directamente correlacionada con la concentración de proteínas y lípidos. Para medir la (η_p) se pueden usar diferentes tipos de viscosímetros (cono-placa, Couette, bola rodante, tubo), los cuales si son usados apropiadamente producen valores idénticos. -

Ya que el plasma es un fluido con comportamiento newtoniano se recomienda procesarlo a una moderada tasa de corte ya que a altas tasas de corte se genera un flujo secundario dando lugar a lecturas erróneas con valores elevados. El plasma debe ser procesado a una temperatura de 37 ° C, ya que la (η_p) cambia aproximadamente 2% por cada grado Celsius(33).

D. MEDICION DE LA VISCOSIDAD SANGUÍNEA (η_s)

El hematocrito es un factor reológico importante que influye en la medición de la (η_s) Los estudios clínicos a menudo utilizan el hematocrito nativo ya que reflejan valores reales. Cuando la (η_s) es procesada a bajas tasas de corte generalmente los glóbulos rojos tienden a agregarse o se sedimentan, lo que genera resultados

erróneos de medición, por lo que se recomienda que la muestra debe ser homogenizada primero, antes de ser procesada (33,34).

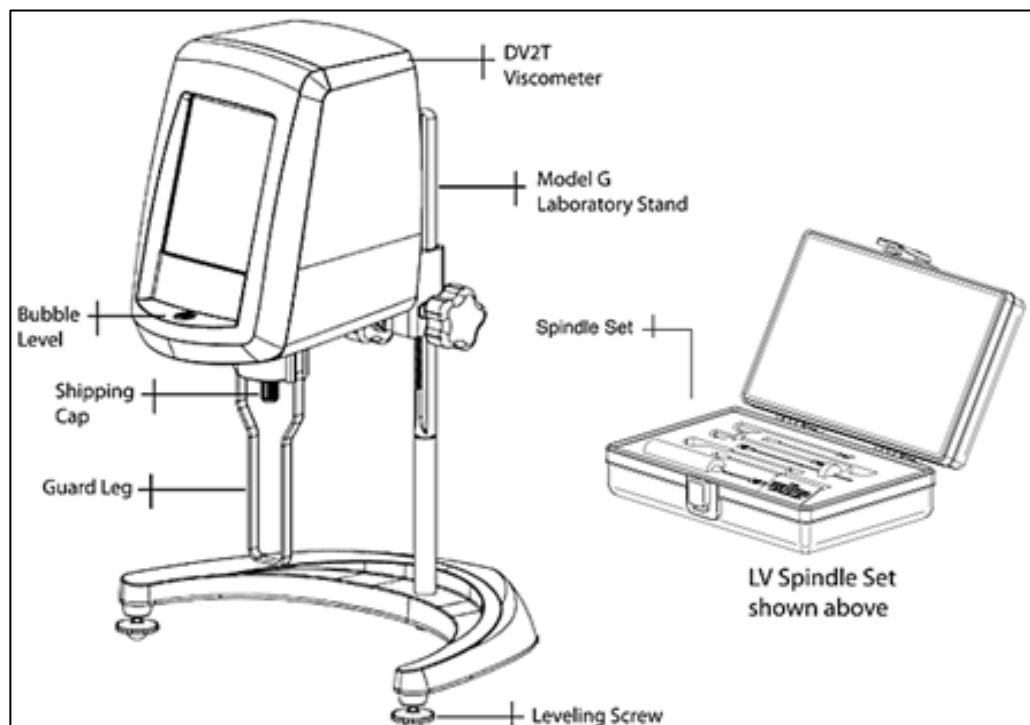
La (η_s) varía de manera inversa con la temperatura por tanto se recomienda que las muestras deben ser procesadas a una de temperatura constante de 37 °C (33).

E. VISCOSIMETRO A USAR

Especificaciones del Viscosímetro Brookfield DV2T

El Viscosímetro de marca Brookfield Ametek (Figura 3) modelo DV2T LV CP (cono-plato) será usado para la medición de (η_s) y (η_P). Este viscosímetro tiene parámetros de confiabilidad muy altos (precisión de +/- 1% y repetitividad de +/- 0.2%), puede evaluar la viscosidad en un rango de 0.2 a 3000 centipoises (cP), en cuanto a la temperatura posee un rango de 5 a 80°. Este viscosímetro cumple con los lineamientos de guías internacionales para la medición de la (η_s) y (η_P). Dado que la temperatura juega un rol muy importante en la variación de la viscosidad de las muestras serán procesadas a 37°C por acción del controlador de temperatura del viscosímetro (35)

Gráfico N° 3: Diagrama de Componentes del Viscosímetro Brookfield DV2T(35)



Fuente: Brookfield Engineering Laboratories. BROOKFIELD DV2T Viscometer Operating Instructions - manual No. M13-167-B0614. Vol. 8139. 2018(35)



Especificaciones físicas

- Pantalla táctil a color de 5 pulgadas(35).
- Sonda de temperatura incorporada(35)
- Software PG Flash(35)
- Sonda de temperatura RTD(35)
- Pata de protección del eje(35)
- Soporte de laboratorio (modelo G) (35)
- Protector de pantalla(35)
- Estuche de transporte(35)

Especificaciones de funcionamiento

- Viscosidad (cP/mP · s) (35)
- Temperatura (° C / ° F) (35)
- Precisión de ± 1.0% del rango con datos de prueba mostrados(35)
- Repetibilidad de ± 0,2%(35)
- Estándares de viscosidad rastreables por NIST disponibles(35).

Tabla N° 1. Especificaciones del viscosímetro viscosímetro Brookfield modelo DV2T(35)

RANGO DE VISCOSIDAD cP (mPa · s)	Min.	1†
	Max.	6M
VELOCIDADES	RPM	.1-200
	Número de incrementos	200
PAR DE RESORTE	Dyne-cm	673.7
	Milli Newton-m	0.0673
† 1 cP logrado con el accesorio Adaptador UL. 15 cP en BT con husillos estándar. †† La viscosidad mínima se logra con el husillo opcional RV / HA / HB. M = 1 millón de cP = Centipoise mPa · s = Millipascal · segundos(35)		

Fuente: Brookfield Engineering Laboratories. BROOKFIELD DV2T Viscometer Operating Instructions - manual No. M13-167-B0614. Vol. 8139. 2018



2.2.6 PERFIL LIPÍDICO

Es el conjunto de análisis laboratoriales frecuentemente solicitados en la práctica clínica que mide la concentración de distintos tipos de lípidos en la sangre, como son el colesterol total (CT), lipoproteína de alta densidad (HDL), lipoproteína de baja densidad (LDL) y triglicéridos(38).

La Academia Estadounidense de Médicos de Familia, recomienda que un adulto varón sano haga su primer perfil lipídico a los 35 años, y en la mujer a los 45 años, mientras que si presentan patología o factores de riesgo de enfermedades cardiovasculares, estos deben ser un examen de rutina(39).

METABOLITOS A MEDIR

Como se indicó anteriormente, se procederá a medir colesterol total, HDL, LDL y triglicéridos(38).

- A. Colesterol total:** Es la sumatoria del contenido de colesterol en la sangre(38,40), comprende al HDL, LDL (39) .El colesterol está presente en tejidos y plasma, libre o combinado con un ácido graso de cadena larga, en el plasma se transporta mediante las lipoproteínas(41). El colesterol es un lípido anfipático, componente estructural de las membranas celulares y de la capa externa de las lipoproteínas plasmáticas, es precursor de esteroides, hormonas sexuales, ácidos biliares y vitamina D en el organismo, y se puede incorporar al organismo por ingesta de alimentos de origen animal(41).Este se sintetiza a partir de acetil-CoA (42).
- B. HDL:** Son llamadas lipoproteínas de alta densidad, conocida comúnmente como colesterol bueno(43), se sintetizan en el hígado y en el intestino(41). El HDL posee una densidad elevada y un pequeño tamaño (5-17nm) (44). El colesterol en exceso se elimina de los tejidos por medio de la HDL plasmática y se transporta hacia el hígado, donde es eliminado por un proceso llamado transporte inverso de colesterol, siendo finalmente excretado por la bilis como sales biliares, mediante la circulación enterohepática una pequeña fracción del colesterol puede ser absorbida(41). El HDL tiene un rol importante en la ateroprotección y disminución del riesgo cardiovascular(45).
- C. LDL:** Son llamadas lipoproteínas de baja densidad, comúnmente conocidas como colesterol malo porque niveles elevados de LDL conllevan a la formación de



placas de aterosclerosis en las arterias(46), lo cual contribuye incrementando el riesgo de enfermedad coronaria(47) ya que puede atravesar las arterias y provocar inflamación a nivel tisular(48). El LDL está compuesto por colesterol libre y esterificado, proteínas, fosfolípidos y triglicéridos. El LDL tiene forma discoidal con un diámetro de 21.4nm y 12.1nm de alto y una baja densidad (49). El dosaje de LDL es empleado como prueba primaria para la evaluación de lipoproteínas aterogénicas, prefiriéndola sobre la medición de colesterol total(48).

D. Triglicéridos: Son lípidos formados por un glicerol y tres ácidos grasos(50) covalentemente unidos, provienen de la dieta y también son sintetizados en el hígado, Son la forma principal de almacenar ácidos grasos(51). Constituyen a los quilomicrones en un 86%, a los VLDL en un 55% y a los IDL en un 23%(52). Podemos hallar valores elevados de triglicéridos en diabetes tipo 2 y síndrome metabólico (53).

SIGNIFICACIÓN CLÍNICA

Para interpretar los resultados de las cuantificaciones de metabolitos en el perfil lipídico, pueden tomarse en cuenta estos valores de uso general(40):

Tabla N° 2. Valores de Referencia en Perfil Lipídico basado en Guías de EUA

Prueba	Valores	Observaciones
Colesterol Total	Menor de 200mg/dL	Deseable
	200-239mg/dL	Límite alto
	Mayor de 240mg/dL	Valores Altos
Colesterol LDL	Menor de 70mg/dL	Lo mejor para pacientes con enfermedad de arteria coronaria o que tuvieron ataques al corazón, angina, stents o bypass coronario.
	Menor de 100mg/dL	Óptimo para personas con riesgo de enfermedad de arteria coronaria o quienes tienen historial de diabetes, casi óptimo para personas con enfermedad coronaria no complicada.
	100-129 mg/dL	Casi óptimo si no hay enfermedad coronaria. Alto si hay esa enfermedad.
	130-159mg/dL	Límite alto si no hay enfermedad de arteria coronaria, alto si existe esa enfermedad.
	160-189mg/dL	Alto si no hay enfermedad coronaria, muy alto si existe esa enfermedad.
	Mayor de 190mg/dL	Muy alto.
Colesterol HDL	Menos de 40mg/dL (varones) Menos de 50mg/dL (mujeres)	Valor pobre



	40-59mg/dL (varones) 50-59mg/dL (mujeres)	Valor bueno
	Mayor de 60mg/dL	El mejor valor
Triglicéridos	Menos de 150mg/dL	Valor deseable
	150-199 mg/dL	Limite alto
	200-499 mg/dL	Valor alto
	Mayor de 500mg/dL	Valor muy alto

Fuente: Extraído de Mayo Clinic, 2019(40).

2.2.7 RELACIÓN ENTRE EL PERFIL LIPÍDICO Y LA VISCOSIDAD SANGUINEA

Niveles bajos de lipoproteínas de alta densidad (HDL) se han asociado con elevaciones en la (η_s) y (η_p), sin embargo, esta observación se ha atribuido a hipertrigliceridemia concomitante. Se ha visto que las alteraciones del metabolismo de los triglicéridos y sus elevadas concentraciones generan alteraciones en la (η_s) y (η_p) aumentando el valor de la (η_p) exponencialmente, sin embargo estos conceptos no están del todo demostrados(54).

El colesterol en general se considera una macromolécula con un peso molecular alto que, al estar en mayor proporción en la sangre humana, origina estructuras más complejas que se oponen en mayor grado al flujo normal, esto provoca que el corazón tenga que trabajar más para poder transportar la sangre, pero los demás órganos también se ven afectados, ya que el desgaste de las venas y arterias es mayor. Como la sangre comienza a fluir a un ritmo más lento, se forman depósitos de calcio en las venas, lo que restringe todavía más la circulación sanguínea y el problema se agrava(34).

2.2.9 VOLUNTARIOS SANOS RESIDENTES A GRAN ALTITUD

“El término sano se refiere al paciente con ausencia de enfermedades basado en la evaluación clínica”(55).

La ciudad del Cusco, ubicada aproximadamente a 3399 metros sobre el nivel del mar(msnm), está localizada en los Andes peruanos(56).Según clasificación propuesta por la Sociedad Internacional de Medicina de Montaña la ciudad del Cusco es catalogada como zona de gran altitud(1500 - 3500 msnm)(57).

En zonas de gran altitud, la disminución de presión atmosférica da como resultado la disminución de oxígeno disponible. A nivel del mar, la presión atmosférica es de 760mmHg y la presión de oxígeno es de 149mmHg(58); mientras que en Cusco, la presión atmosférica es de 505mmHg y la presión de oxígeno es de 106.5mmHg; además la altitud produce la disminución de humedad y de la temperatura (1°C de



temperatura cada 150m de elevación)(59). Un poblador del nivel del mar, al trasladarse a zonas mayores de 2400m de altitud puede presentar “mal de montaña agudo”, mientras que los residentes en zonas de altitud viven con normalidad debido al fenómeno de adaptación, explicando las diferencias morfológicas y fisiológicas entre residentes andinos y residentes a nivel del mar(mayor circunferencia torácica, mayor capacidad pulmonar, hiperplasia de médula ósea roja, mayor tiempo de vida de eritrocitos, mayor concentración de Hemoglobina entre otros)(59).



2.3 Marco Conceptual (Definición de términos básicos)

Colesterol: Lípido anfipático estructural de membranas y lipoproteínas plasmáticas, precursor de esteroides, hormonas sexuales, ácidos biliares, vitamina D; que puede incorporarse al organismo con alimentos de origen animal(41).

Colesterol total: Sumatoria del contenido total de colesterol en sangre, comprendiendo a HDL, LDL (38–40).

Cusco: Ciudad ubicada en los Andes peruanos a 3399 metros sobre el nivel del mar(56).

HDL: Lipoproteína de alta densidad, conocido como “colesterol bueno” que se sintetiza en hígado e intestino, transporta formas de colesterol de la sangre para su eliminación(41,43).

LDL: Significa lipoproteínas de baja densidad, llamado “colesterol malo” debido a que sus niveles altos están relacionados a acumulación de colesterol en arterias(46).

Lípido: Sustancia insoluble en agua, pero soluble en solventes orgánicos .están involucrados en el almacenamiento de energía, formación de estructuras y señalización celular(60–62).

Lipoproteína: Proteína sérica de núcleo esférico hidrofóbico de triglicéridos rodeado de una monocapa anfipática de fosfolípidos, colesterol y apolipoproteínas, importante para el transporte de colesterol de la sangre(63).

Voluntario sano: Persona con ausencia de enfermedad basado en función a evaluación clínica(55).

Perfil de lípidos: Análisis sanguíneos que miden distintos tipos de lípidos en sangre como colesterol, HDL, LDL y triglicéridos(38).

Poise: Unidad de viscosidad del sistema cegesimal, expresada en g/cm.s (64,65).



Triglicéridos: Lípido formado por un glicerol y tres ácidos grasos, son la forma principal de almacenar ácidos grasos, provienen de la dieta y pueden ser sintetizados por el organismo(50–52).

Viscosidad Sanguínea: Es la resistencia de la sangre a fluir dentro de los vasos sanguíneos(19).

Viscosidad Plasmática: Es la resistencia del plasma a fluir dentro de los vasos sanguíneos(33).

Viscosímetro: Equipo que mide el esfuerzo cortante y la velocidad de corte de un husillo rotatorio sumergido en un reservorio que contiene un fluido a temperatura controlada(66).

Zona de gran altitud: Zona situada a una altitud ubicada entre 1500 msnm y 3500 msnm(57).



2.4 Hipótesis

2.4.1. Hipótesis General

Existe correlación entre la viscosidad plasmática y perfil lipídico en voluntarios sanos residentes a gran altitud (Cusco 3399msnm) en la ciudad del Cusco, 2020.

2.4.2. Hipótesis Específicas

- 1) La viscosidad sanguínea y plasmática están incrementadas en voluntarios sanos residentes a gran altitud (Cusco 3399msnm).
- 2) El perfil lipídico se encuentra dentro de valores normales en voluntarios sanos residentes a gran altitud (Cusco 3399msnm).
- 3) Existe relación positiva entre el nivel de colesterol total y los niveles de viscosidad sanguínea y plasmática en voluntarios sanos residentes a gran altitud (Cusco 3399msnm).
- 4) Existe relación negativa entre el nivel de HDL y los niveles de viscosidad sanguínea y plasmática en voluntarios sanos residentes a gran altitud (Cusco 3399msnm).
- 5) Existe relación positiva entre el nivel de LDL y los niveles de viscosidad sanguínea y plasmática en voluntarios sanos residentes a gran altitud (Cusco 3399msnm).
- 6) Existe relación positiva entre el nivel de triglicéridos y los niveles de viscosidad sanguínea y plasmática en voluntarios sanos residentes a gran altitud (Cusco 3399msnm).

2.5 Variables e indicadores

2.5.1 Identificación de Variables

2.5.1.1 Variables implicadas

Variable independiente

- Perfil lipídico (colesterol total, HDL, LDL y triglicéridos)

Variable dependiente

- Viscosidad sanguínea total
- Viscosidad plasmática

2.5.1.2 Variables no implicadas/ intervinientes

- Sexo
- Edad

2.5.2 Operacionalización de Variables



VARIABLE INTERVINIENTE DEPENDIENTE	DEFINICION CONCEPTUAL	NATURALEZA DE LA VARIABLE	FORMA DE MEDICION	INDICADOR	ESCALA DE MEDICION	INSTRUMENTO O PROCEDIMIENTO DE MEDICION	EXPRESION FINAL DE LA VARIABLE	ITEM	DEFINICION OPERACIONAL	
Viscosidad sanguínea	Viscosidad sanguínea total	Resistencia de la sangre a fluir dentro de los vasos sanguíneos (19).	Cuantitativa continua	Directa	centiPoise cP	Razón	Viscosímetro DV2T LV CP (cono-plato)	Reporte de la medición por el viscosímetro	12	Valor numérico obtenido de la viscosidad de sangre total expresado en cP.
	Viscosidad plasmática	Resistencia del plasma a fluir en los vasos sanguíneos(33)	Cuantitativa continua	Directa	centiPoise cP	Razón	Viscosímetro DV2T LV CP (cono-plato)	Reporte de la medición por el viscosímetro	13	Valor numérico obtenido de la viscosidad de sangre total expresado en cP.

VARIABLE INTERVINIENTE INDEPENDIENTE	DEFINICION CONCEPTUAL	NATURALEZA DE LA VARIABLE	FORMA DE MEDICION	INDICADOR	ESCALA DE MEDICION	INSTRUMENTO O PROCEDIMIENTO DE MEDICION	EXPRESION FINAL DE LA VARIABLE	ITEM	DEFINICION OPERACIONAL	
Perfil Lipídico	Colesterol total	Es la sumatoria del contenido de colesterol en la sangre(38,40), comprende al HDL, LDL (39)	Cuantitativa continua	Directa	mg/dL	Razón	Ficha de recolección de datos	Reporte de nivel de colesterol	8	Valor numérico obtenido de colesterol, expresado en mg/dl.
	LDL	proteínas de baja densidad, se le llama colesterol malo porque niveles altos de LDL lleva a acumulación de colesterol en las arterias(46)	Cuantitativa continua	Directa	mg/dL	Razón	Ficha de recolección de datos	Reporte de nivel de LDL	9	Valor numérico obtenido de LDL expresado en mg/dl.



HDL	Lipoproteína de alta densidad, conocida como colesterol bueno por que transporta otras formas de colesterol de la sangre para ser eliminadas(43)	Cuantitativa continua	Directa	mg/dL	Razón	Ficha de recolección de datos	Reporte de nivel de HDL	10	Valor numérico obtenido de HDL, expresado en mg/dl.
Triglicéridos	Son una forma de éster lípido que contiene glicerol y tres ácidos grasos(50)	Cuantitativa continua	Directa	mg/dL	Razón	Ficha de recolección de datos	Reporte de nivel de Triglicéridos	11	Valor numérico obtenido de Triglicéridos, expresado en mg/dl.

VARIABLES NO IMPLICADAS INTERVINIENTES	DEFINICION CONCEPTUAL	NATURALEZA DE LA VARIABLE	FORMA DE MEDICION	INDICADOR	ESCALA DE MEDICION	INSTRUMENTO O PROCEDIMIENTO DE MEDICION	EXPRESION FINAL DE LA VARIABLE	ITEM	DEFINICION OPERACIONAL
Sexo	Se refiere a los atributos biológicos en humanos asociado a características fisiológicas que incluyen genética, hormonas y anatomía reproductiva(67).	Cualitativa	Indirecta	Masculino Femenino	Nominal	Dato que figura en el DNI	Masculino Femenino	1	Es el género femenino o masculino que identifica al paciente.
Edad	Tiempo que ha vivido una persona(68)	Cuantitativa Discreta	Indirecta	Edad en años	De razón	Ficha de recolección de datos	años	2	La edad actual expresada números en años

CAPITULO III MÉTODO

3.1 Alcance del estudio

El estudio es analítico, porque busca determinar una posible relación entre la variable independiente (perfil lipídico) y la variable dependiente (viscosidad sanguínea). Es de tipo correlacional porque se evaluará la correlación entre las dos variables principales del estudio (perfil lipídico y viscosidad sanguínea). Es prospectivo porque todos los datos se generarán a partir del inicio del estudio. Es transversal porque todas las variables serán medidas una sola vez en el estudio.

3.2 Diseño de investigación

El diseño de la investigación es un estudio no experimental, observacional.

Un estudio es observacional cuando los investigadores solo observaran los hechos o fenómenos en estudio, es decir no manipulan ninguna de las variables del estudio(69).

A continuación, graficamos el esquema del estudio

Gráfico N° 4: Esquema del estudio correlacional.

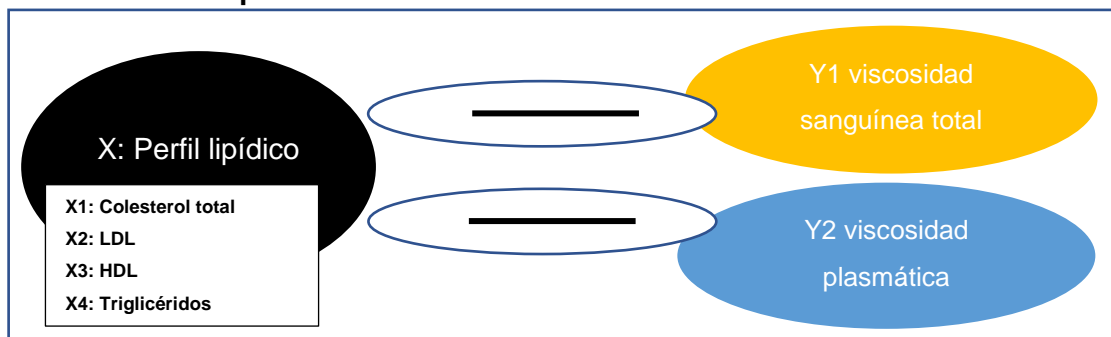


Figura 8: Elaboración propia

3.3 Población

3.3.1 Descripción de la población

La población de estudio fueron las personas aparentemente sanas residentes en la ciudad de Cusco (altitud 3399msnm) en diciembre 2020.

Se consideró como residente en Cusco a aquellas personas que radicaron por más de seis (6) meses continuos en la región de Cusco, permitiendo viajes de menos de una (1) semana a ciudades ubicada a menos de 2500msnm en ese periodo. Se



consideró este periodo en base a estudios previos que indican que el periodo de aclimatación para presentar cambios fisiológicos dentro de una ciudad se inicia a partir de las primeras tres semanas y se estabiliza en aproximadamente tres meses.

3.3.2 Criterios de inclusión y exclusión:

Criterios de inclusión:

- Mujeres y varones adultos entre 20 a 40 años. De acuerdo a datos del INEI al 2019, a nivel nacional, la ocurrencia de enfermedades crónicas en este grupo de edad es menor en ambos sexos respecto a grupos de edades mayores(70), y específicamente para colesterol total y sus fracciones, se ha reportado que las enfermedades hipercolesterolemicas afectarían a personas de 40 años a más, por lo que se propuso que el estudio es importante en poblaciones sanas y jóvenes como datos base y con fines de prevención(71).
- Personas que no presentaron síntomas agudos y crónicos de alguna patología, al momento del examen.
- Personas que aceptaron participar del estudio y firmaron el consentimiento informado.
- Personas a los que se les recolectó la muestra de sangre venosa para medir la viscosidad sanguínea y perfil lipídico.
- Voluntarios con más de 6 meses de residencia a gran altura.

Criterios de exclusión:

- Personas con patología de tipo hematológico u oncológico, a pesar de encontrarse aparentemente sanas.
- Personas con descompensación hemodinámica, sangrado o necesidad de recibir fluidos en volúmenes mayores a la necesidad mínima diaria, durante las últimas 72 horas.
- Personas que hayan consumido medicaciones tales como: antiinflamatorios no esteroideos (AINES), anticoagulantes, alcohol o tabaco, durante las últimas 72 horas

3.4 Muestra

La muestra se identificó a partir del total de las personas aparentemente sanas residentes en la ciudad de Cusco (altitud 3399msnm) en diciembre 2020, que cumplan con los criterios de inclusión y exclusión.

Tamaño de muestra



- **Para la medición de viscosidad sanguínea.** Se emplearon los siguientes estimados:
 - Promedio de viscosidad sanguínea en nuestra población de 6cP
 - Desviación estándar se ubique a 2cp
- **Para el cálculo de la correlación entre la viscosidad sanguínea y perfil lipídico:** Para determinar la regresión lineal entre viscosidad y los parámetros del perfil lipídico, se consideró una diferencia de correlación de 0.30, con una potencia estadística al 90% y una significancia de $p < 0.05$, se requirió 150 participantes (Anexo 3).

Método de muestreo

Método de muestreo: No probabilístico, por conveniencia, hasta completar el tamaño de muestra requerido para el objetivo.

3.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.5.1 Técnicas de recolección de datos

Para la presente investigación la técnica de recolección de datos constó de 2 procesos, el primero fue la identificación de los participantes en el estudio para iniciar el llenado de la ficha de recolección y en segundo lugar la recolección de la muestra en sangre venosa de los participantes en el proyecto, previa autorización del participante.

- **Sobre la identificación de los participantes**
 - La identificación de los voluntarios sanos residentes a gran altitud (Cusco 3399msnm) se realizó a través de invitación abierta donde se les ofreció la realización de exámenes de laboratorio de rutina sin costo alguno.
 - Se aplicó una ficha de recolección de datos donde se indicó si presentaron o no alguna sintomatología de alguna patología aguda o crónica, así como si consumieron fármacos tales como: antiinflamatorios no esteroideos (AINES), anticoagulantes, alcohol o tabaco, durante las últimas 72 horas, además de consignar datos de filiación (edad, sexo).
 - Los voluntarios que cumplieron con los criterios de elegibilidad pasaron al servicio de toma de muestra.



- **Sobre la toma de muestras sanguíneas**
 - Con el paciente identificado y que haya aceptado, se procedió a realizar la toma de muestras para determinar la viscosidad sanguínea y perfil lipídico.
 - Para ello se procedió a tomar las muestras de 3ml-5ml de sangre venosa en un tubo con HDTA, para la viscosidad sanguínea y otro tubo con anticoagulante heparina sódica para el perfil lipídico.
 - Este procedimiento se realizó siguiendo las indicaciones de bioseguridad respectivas, con el paciente en sedestación, a nivel de la flexura del brazo izquierdo.
 - Las muestras fueron rotuladas y almacenadas en una caja térmica (cooler) para mantener temperaturas debajo de 20°C.
 - La toma de muestras fue realizada por un laboratorio clínico de la ciudad del Cusco que cumple con los estándares para la toma de muestras.

3.5.2 Instrumentos de recolección de datos

La recolección de los datos fue realizada por las investigadoras del estudio a través del llenado de las fichas de recolección de datos construida ad hoc para este fin (Anexo 1), previo consentimiento informado (Anexo 2).

La ficha de recolección estuvo constituida en los siguientes apartados: I) datos de filiación, II) Datos clínicos III) valores del perfil lipídico, IV) Valores de viscosidad sanguínea y plasmática.

El instrumento creado ha pasado por una validación lógica para cumplir con los objetivos de la investigación, no se está evaluando la calidad de ningún contenido ni se está realizando mediciones adicionales, por lo que no necesitó de un proceso de validación.



3.6 Validez y confiabilidad de instrumento

- **Sobre el procesamiento del perfil lipídico:**

El procesamiento del perfil lipídico se realizó en un laboratorio clínico de la ciudad del Cusco, siguiendo los estándares de bioseguridad y procesamiento del perfil lipídico.

- **Sobre el procesamiento de la viscosidad sanguínea:**

El procesamiento de la viscosidad sanguínea se realizó en los laboratorios de la Universidad Andina del Cusco sede Qollana (distrito de San Jerónimo, Provincia de Cusco), en las instalaciones de la Facultad de Ciencias de la Salud.

Las tomas de muestras de viscosidad sanguínea se realizaron con material adquirido por la Universidad Andina del Cusco (UAC) específicamente para el estudio.

Para el procesamiento de la viscosidad sanguínea se utilizó el Viscosímetro de marca Brookfield Ametek, modelo DV2T LV CP (cono-plato)(35). Este viscosímetro tiene parámetros de confiabilidad muy altos (precisión de +/- 1%, rango de viscosidad que puede evaluar de 0.2 a 3000 centipoises (cP), rango de temperatura de 5 a 80°C, repetitividad de +/- 0.2%) y cuyo uso ha sido demostrado en otros estudios en salud que evaluaron viscosidad sanguínea, cumpliendo con las guías internacionales para su medición(35).

El proceso de estandarización de la medición de la viscosidad incluyó la calibración periódica empleando una solución estándar de 5 cP a 25°C. Las determinaciones de hemorreología se realizaron siguiendo las recomendaciones estandarizadas para procedimientos de viscosimetría de la "International Society for Clinical Hemorheology (33).

3.7 Plan de análisis de datos

Los datos obtenidos en las fichas de recolección de datos fueron digitados conforme eran completados, se confeccionó una base de datos del estudio madre en Excel 2016.

Una vez construida la base de datos correctamente, fue exportada al programa estadístico STATA v16, donde se procedió a la codificación, revisión de las variables y análisis estadístico.



El análisis estadístico incluyó la descripción de las variables estudiadas, empleando frecuencias absolutas y relativas, así como promedios aritméticos con sus respectivas desviaciones estándar y reporte de percentiles, además de las significancias correspondientes obtenidas después de analizar su normalidad y homogeneidad.

En los voluntarios se evaluó la correlación entre los parámetros del perfil lipídico con el nivel basal de viscosidad a través de un modelo de regresión lineal bivariado, presentados con un nivel de confianza al 95%, por lo que se considerarán como significativas las asociaciones y diferencias con un valor $p < 0.05$.



CAPITULO IV RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

4.8 Resultados respecto a los objetivos específicos

Se presentan los resultados de los objetivos propuestos para el estudio "Asociación entre la viscosidad sanguínea con el perfil de lípidos en voluntarios sanos residentes a gran altitud (Cusco 3399msnm)".

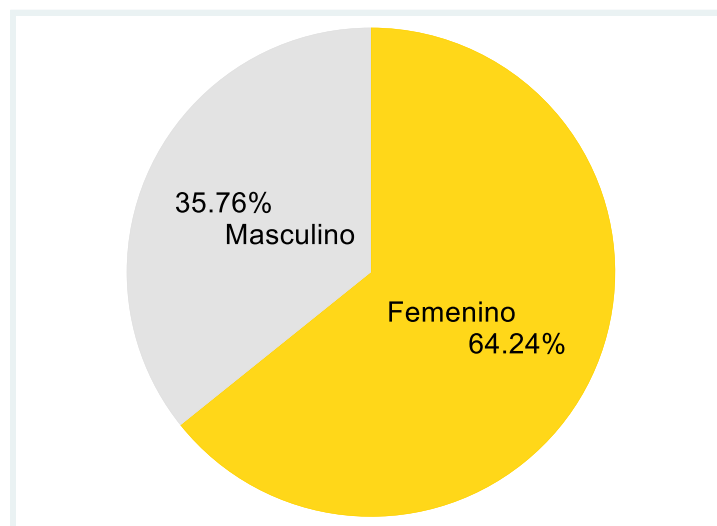
De un total de 176 voluntarios de los cuales 165 cumplían con los criterios de inclusión del estudio

Tabla N° 3. Distribución según el género de los voluntarios sanos residentes a gran altitud (Cusco-3399 MSNM).

	N	%
Masculino	59	35.76%
Femenino	106	64.24%
Total	165	100%

Fuente: base de recolección de datos del proyecto

Gráfico N° 5 Distribución porcentual según el género de los voluntarios sanos residentes a gran altitud (Cusco-3399 MSNM).



Fuente: base de recolección de datos del proyecto

De acuerdo a la Tabla N°3 y Gráfico N°5 se reporta que, de los 165 participantes incluidos en el estudio, 59 participantes pertenecen al género masculino



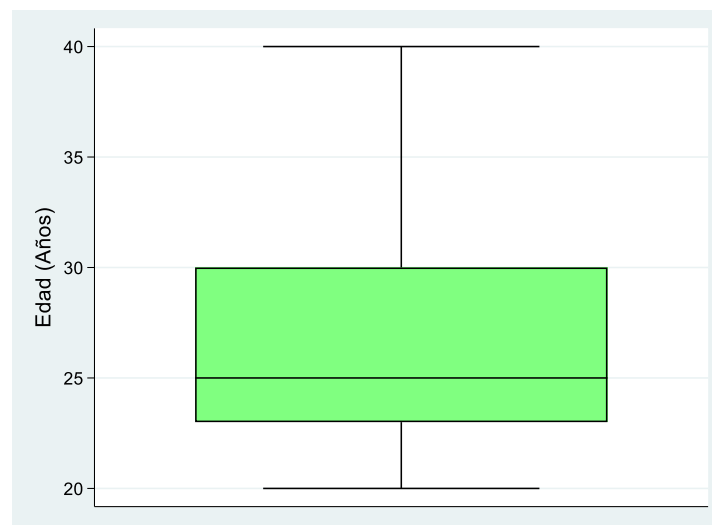
correspondiente al 35.76% de la población de estudio y 106 participantes pertenecen al género femenino, correspondientes al 64.24%.

Tabla N° 4 Resultados Descriptivos (Media, Desviación Estándar, Cuartiles, Mínimo y Máximo) de los valores de edad en voluntarios sanos residentes a gran altitud (Cusco-3399 MSNM).

	Media	Desviación estándar	p25	p50	p75	Min	Max
edad	26	+/-5	23	25	30	20	40

Fuente: base de recolección de datos del proyecto

Gráfico N° 6. Diagrama en cajas según edad de voluntarios sanos residentes a gran altitud (Cusco-3399 MSNM).



Fuente: base de recolección de datos del proyecto

En cuanto a la edad de los participantes en el estudio, según la tabla N°4 y el gráfico N°6 nos reporta una media de 26 años, con una desviación estándar de ± 5 años. Una edad mínima de 20 años y máxima de 40 años. Una mediana de 25 años. Los valores de los percentiles 25, 50 y 75 son 23, 25 y 30 años respectivamente.

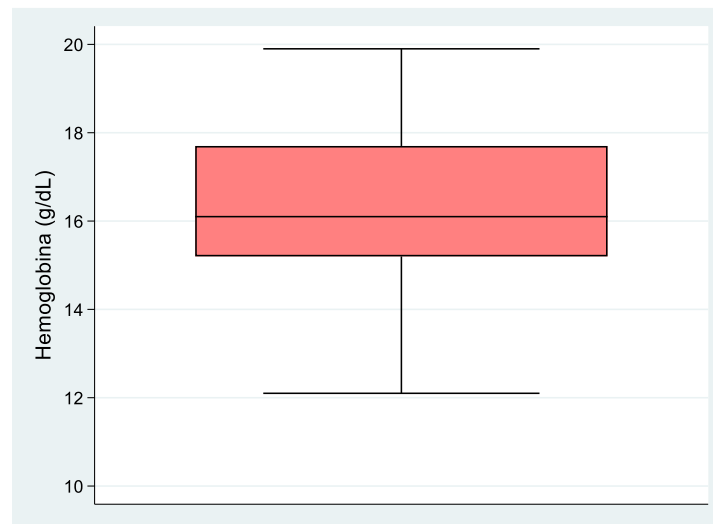


Tabla N° 5 Resultados descriptivos (Media, Desviación Estándar, Cuartiles, Mínimo y Máximo) de los valores de la cuantificación de Hemoglobina y Hematocrito en voluntarios sanos residentes a gran altitud (Cusco-3399 MSNM).

	Media	Desviación estándar	p25	p50	p75	Min	Max
Hemoglobina(g/dl)	16.29	1.83	15.20	16.10	17.70	10.8	19.9
Hematocrito (%)	48.16	4.89	44.70	47.8	52.2	35.8	58.1

Fuente: base de recolección de datos del proyecto

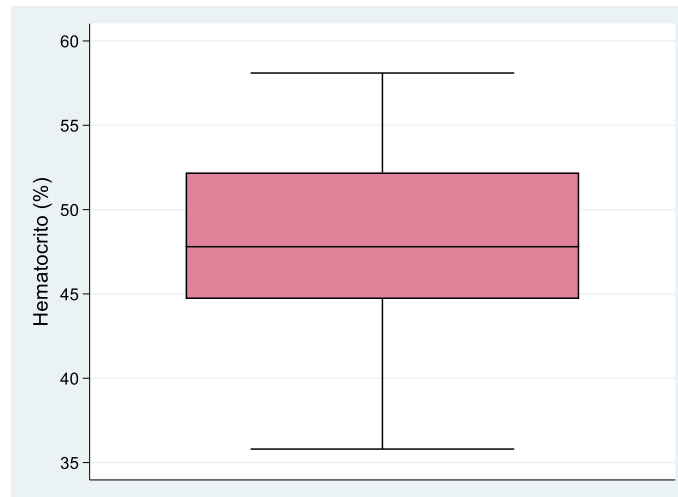
Gráfico N° 7. Diagrama en cajas según valor de hemoglobina(mg/dl) en voluntarios sanos residentes a gran altitud (Cusco-3399 MSNM).



Fuente: base de recolección de datos del proyecto

En cuanto a la **hemoglobina**, según la tabla N°5 y el gráfico N°7 nos reporta una media de 16.29 g/dL, desviación estándar de ± 1.83 g/dL. Un valor mínimo de 10.8g/dL y un máximo de 19.9 g/dL. Una mediana de 16.1 g/dL y los valores de los percentiles 25, 50 y 75 son 15.2 g/dL, 16.1 g/dL y 17.7 g/dL respectivamente.

Gráfico N° 8. Diagrama en cajas según valor de Hematocrito (%) en voluntarios sanos residentes a gran altitud (Cusco-3399 MSNM).



Fuente: base de recolección de datos del proyecto

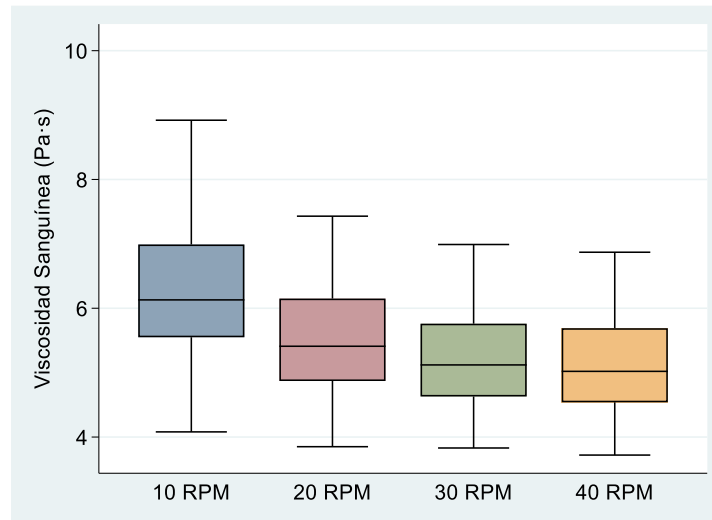
En cuanto al hematocrito, según la tabla N°5 y el gráfico N°8 nos reporta, una media de $48.16 \pm 4.89\%$, un valor mínimo registrado fue de 35.8%, y máximo fue de 58.1%. Una mediana de 47.8%, los valores de los percentiles 25, 50 y 75 son 44.7%, 47.8% y 52.2% respectivamente.

Tabla N° 6. Resultados descriptivos (Media, Desviación Estándar y Cuartiles) de los valores de viscosidad sanguínea total medida a diferente número de revoluciones por minuto (RPM): Vs10, Vs20, V30s y Vs40 en voluntarios sanos residentes a gran altitud (Cusco-3399 MSNM).

	Media	Desviación estándar	p25	p50	p75
v10(Pa·s)	6.27	0.97	5.55	6.13	6.99
v20(Pa·s)	5.51	0.82	4.87	5.41	6.15
v30(Pa·s)	5.22	0.74	4.63	5.12	5.76
v40(Pa·s)	5.13	0.73	4.54	5.02	5.69

Fuente: base de recolección de datos del proyecto

Gráfico N° 9. Diagrama en cajas según valor de viscosidad sanguínea medido a diferentes revoluciones por minuto (RPM) en voluntarios sanos residentes a gran altitud (Cusco-3399 MSNM).



Fuente: base de recolección de datos del proyecto

En cuanto a la viscosidad sanguínea total, según la tabla N°6 y gráfico N° 9 se obtuvieron resultados a diferentes números de revoluciones por minuto (RPM): A la velocidad de 10 RPM, una media de 6.27 Pa·s, con desviación estándar de ± 0.97 Pa·s, una mediana de 6.13 Pa·s, los valores de los percentiles 25, 50 y 75 son 5.55 Pa·s, 6.13 Pa·s y 6.99 Pa·s respectivamente.

A la velocidad de 20 RPM, una media de 5.51 Pa·s, con desviación estándar de ± 0.82 Pa·s, una mediana de 5.41 Pa·s, los valores de los percentiles 25, 50 y 75 son 4.87 Pa·s, 5.41 Pa·s y 6.15 Pa·s respectivamente.

A la velocidad de 30 RPM, una media de 5.22 Pa·s, con una desviación estándar de ± 0.74 Pa·s, una mediana de 5.12 Pa·s, los valores de los percentiles 25, 50 y 75 son 4.63 Pa·s, 5.12 Pa·s y 5.76 Pa·s respectivamente.

A la velocidad de 40 RPM, una media de 5.13 Pa·s con una desviación estándar de ± 0.73 Pa·s, una mediana de 5.02 Pa·s, los valores de los percentiles 25, 50 y 75 son 4.54 Pa·s, 5.02 Pa·s y 5.69 Pa·s respectivamente.

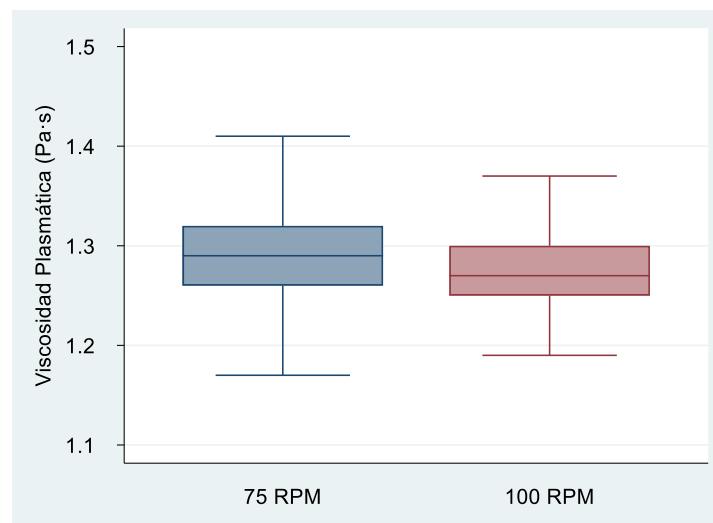
Tabla N° 7. Resultados descriptivos (Media, Desviación Estándar y Cuartiles) de los valores de viscosidad plasmática medida a diferente número de revoluciones por minuto (RPM): v75 y v100 en voluntarios sanos residentes a gran altitud (Cusco-3399 MSNM).



	Media	Desviación estándar	p25	p50	p75
v75 (Pa·s)	1.29	0.05	1.26	1.29	1.32
v100(Pa·s)	1.27	0.05	1.25	1.27	1.30

Fuente: base de recolección de datos del proyecto

Gráfico N° 10. Diagrama en cajas según valor de viscosidad sanguínea medido a diferentes revoluciones por minuto (RPM) en voluntarios sanos residentes a gran altitud (Cusco-3399 MSNM).



Fuente: base de recolección de datos del proyecto

En cuanto a la viscosidad plasmática, según la tabla N° 7 y gráfico N° 10 se obtuvieron resultados a diferente número de revoluciones por minuto(RPM):

A la velocidad de 75 RPM, una media de 1.29 Pa·s, con desviación estándar de ± 0.05 Pa·s, una mediana de 1.29 Pa·s. y los valores de los percentiles 25, 50 y 75 son 1.26 Pa·s, 1.29 Pa·s y 1.32Pa·s respectivamente.

A la velocidad de 100 RPM, una media de 1.27 Pa·s, con una desviación estándar de ± 0.05 Pa·s, una mediana de 1.27 Pa·s. y los valores de los percentiles 25, 50 y 75 de 1.25 Pa·s, 1.27 Pa·s y 1.30 Pa·s respectivamente

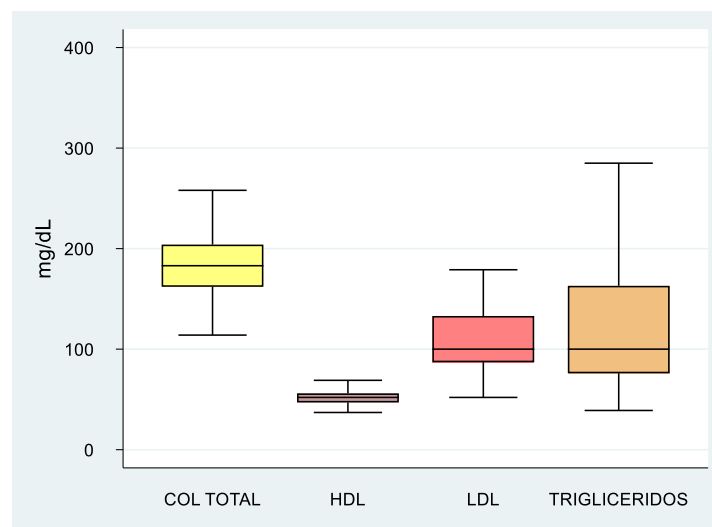
Tabla N° 8.Resultados descriptivos (Media, Desviación Estándar, Cuartiles, Mínimo y Máximo) de los valores de cuantificación de Colesterol Total, LDL, HDL y Triglicéridos en voluntarios sanos residentes a gran altitud (Cusco-3399 MSNM).



	Media	Desviación estándar	p25	p50	p75	Min	Max
Col total(mg/dl)	184.05	32.94	162	183	204	114	292
LDL (mg/dl)	108.65	30.66	87	100	133	52	205
HDL (mg/dl)	52.19	7.32	47	52	56	37	71
Triglicéridos(mg/dl)	123.37	66.46	76	100	163	39	379

Fuente: base de recolección de datos del proyecto

Gráfico N° 11. Diagrama en cajas de acuerdo a valores obtenidos del perfil lipídico en voluntarios sanos residentes a gran altitud (Cusco-3399 MSNM).



Fuente: base de recolección de datos del proyecto

En cuanto a los componentes del perfil lipídico, según la tabla N° 8 y gráfico N° 11 se obtuvieron resultados:

Para **Colesterol total**, una media de 184.05 mg/dL, con desviación estándar de ± 32.94 mg/dL, un valor mínimo de 114mg/dL y máximo de 292mg/dL, una mediana de 183mg/dL., los valores de los percentiles 25, 50 y 75 son 162mg/dL, 183mg/dL y 204mg/dL respectivamente.

Para **LDL**, una media de 108.65mg/dL, con desviación estándar de ± 30.66 mg/dL, un valor mínimo de 52 mg/dL y máximo de 205 mg/dL, una mediana de 100 mg/dL. los valores de los percentiles 25, 50 y 75 son 87mg/dL, 100 mg/dL y 133mg/dL respectivamente.

Para **HDL**, una media de 52.19 mg/dL, con desviación estándar de ± 7.32 mg/dL, un valor mínimo de 37 mg/dL y máximo fue de 71 mg/dL, una mediana de 52 mg/dL. Los



valores de los percentiles 25, 50 y 75 son 47 mg/dL, 52 mg/dL y 56 mg/dL respectivamente.

Para **Triglicéridos**, una media de 123.37 mg/dL, con desviación estándar de ± 66.46 mg/dL, un valor mínimo de 39 mg/dL y máximo de 379 mg/dL, una mediana de 100 mg/dL. Los valores de los percentiles 25, 50 y 75 son 76 mg/dL, 100mg/dL y 163 mg/dL respectivamente.

Tabla N° 9. Resultados de hemoglobina, hematocrito colesterol total HDL, LDL, triglicéridos, viscosidad sanguínea y plasmática de acuerdo al sexo en voluntarios sanos residentes a gran altitud (Cusco-3399 MSNM).

	MASCULINO (66)	FEMENINO (104)	P=
Hemoglobina	18.06 \pm 0.97	15.30 \pm 1.41	<0.001
Hematocrito	53.00 \pm 2.71	45.46 \pm 3.57	<0.001
Colesterol Total	186.52 \pm 29.90	182.67 \pm 34.58	
HDL	50.70 \pm 6.69	53.02 \pm 7.55	0.049
LDL	111.23 \pm 29.99	107.21 \pm 31.07	
Trigliceridos	142.02 \pm 71.60	112.99 \pm 61.35	0.003
Viscosidad sanguínea	5.79 \pm 0.55	4.76 \pm 0.55	<0.001
Viscosidad plasmática	1.27 \pm 0.05	1.27 \pm 0.05	

Fuente: base de recolección de datos del proyecto

En cuanto a los resultados obtenidos de acuerdo a la tabla N° 9, de los distintos parámetros bioquímicos según el género fueron:

Para la **hemoglobina**, una media de 18.06 g/dl \pm 0.97, género masculino y 15.30 g/dl \pm 1.41 para el femenino.

Para el **hematocrito** una media de 53.00% \pm 2.71 para el género masculino y 45.46% \pm 3.57 en el género femenino.

Para el **colesterol total** una media de 186.52 mg/dl \pm 29.90 para el género masculino y 182.67 mg/dl \pm 34.58 en el género femenino.

Para el **HDL** una media de 50.70 mg/dl \pm 6.69 para el género masculino y 53.02 mg/dl \pm 7.55 en el género femenino.

Para el **LDL** una media de 111.23 mg/dl \pm 29.99 para el género masculino y 107.21 mg/dl \pm 31.07 el género femenino.



Para los **triglicéridos** una media de 142.02 mg/dl \pm 29.99 para el género masculino y 112.99 mg/dl \pm 61.35 en el género femenino.

Para la **viscosidad sanguínea total**, una media de 5.79(Pa·s) \pm 0.55 en el género masculino y 4.76 (Pa·s) \pm 0.55 en el género femenino.

Para la **viscosidad plasmática**, una media de 1.28(Pa·s) \pm 0.05 para el género masculino y 1.27(Pa·s) \pm 0.05 en el género femenino.

Tabla N° 10. Resultados de hemoglobina, hematocrito colesterol total HDL, LDL, triglicéridos, viscosidad sanguínea y plasmática de acuerdo al estado lipídico en voluntarios sanos residentes a gran altitud (Cusco-3399 MSNM).

	Lipemia Normal 96	Lipemia elevada 69	P=
Hemoglobina	15.99 \pm 1.80	16.70 \pm 1.81	0.0134
Hematocrito	47.33 \pm 4.77	49.31 \pm 4.85	0.0109
Colesterol total	165.03 \pm 21.28	210.50 \pm 27.65	<0.001
HDL	55.1 \pm 6.39	48.15 \pm 6.62	<0.001
LDL	90.33 \pm 16.78	134.14 \pm 27.21	<0.001
Trigliceridos	86.16 \pm 26.62	175.15 \pm 70.63	<0.001
Viscosidad sanguinea	4.97 \pm 0.70	5.35 \pm 0.73	0.0009
Viscosidad plasmatica	1.26 \pm 0.04	1.28 \pm 0.05	0.0057

Fuente: base de recolección de datos del proyecto

En cuanto a la tabla N°10 donde se observaron el valor de los distintos parámetros bioquímicos según el estado lipídico, los resultados fueron:

Para la **hemoglobina**, una media de 15.99 g/dl \pm 1.80 para los participantes con lipemia normal, mientras y 16.70 mg/dl \pm 1.81 en participantes con lipemia elevada.

Para el **hematocrito**, una media de 47.33 % \pm 4.77 para los participantes con lipemia normal y 49.31 % \pm 4.85 en participantes con lipemia elevada.

Para el **colesterol total**, una media de 165.03 mg/dl \pm 21.28 para los participantes con lipemia normal y 210.5 mg/dl \pm 27.65 en los participantes con lipemia elevada.

Para el **HDL** una media de 55.1 mg/dl \pm 6.39 para los participantes con lipemia normal y 48.15 mg/dl \pm 6.62 para los participantes con lipemia elevada.



Para el **LDL** una media de 90.33 mg/dl \pm 16.78 para los participantes con lipemia normal y 134.14 mg/dl \pm 27.21 para los participantes con lipemia elevada.

Para los **triglicéridos** una media de 86.16 mg/dl \pm 26.62 para los participantes con lipemia normal y 175.15 mg/dl \pm 70.63 para los participantes con lipemia elevada.

Para la **viscosidad sanguínea total**, una media de 4.97 (Pa·s) \pm 0.70 para los participantes con lipemia normal y 5.35 (Pa·s) \pm 0.73 para los participantes con lipemia elevada.

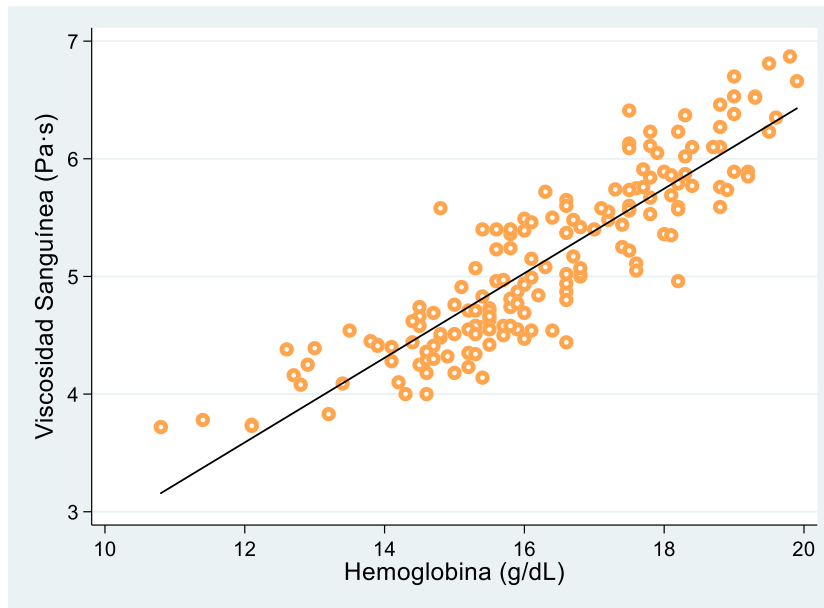
Para la **viscosidad plasmática**, una media de 1.26 (Pa·s) \pm 0.04 para los participantes con lipemia normal y 1.28(Pa·s) \pm 0.05 para los participantes con lipemia elevada.

Tabla N° 11. Análisis de Correlación y regresión lineal entre nivel de hemoglobina, hematocrito con valores de viscosidad sanguínea total (Vs) en voluntarios sanos residentes a gran altitud (Cusco-3399 MSNM).

		Viscosidad sanguínea (Vs)
Hemoglobina (g/dl)	Correlación Pearson(R)	0.89
	(R²)	0.793
	Sig.(bilateral)	<0.001
	total	165
Hematocrito (%)	Correlación Pearson(R)	0.90
	(R²)	0.816
	Sig.(bilateral)	<0.001
	total	165

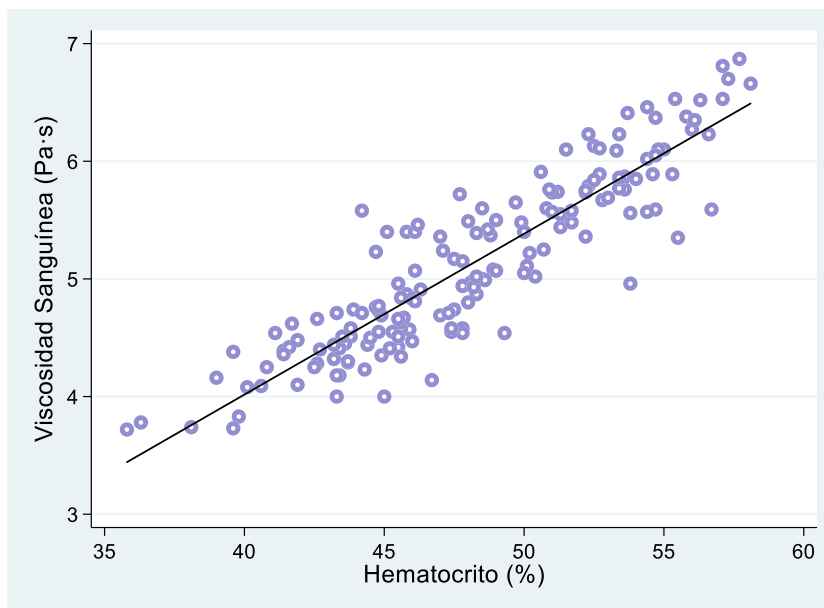
Fuente: base de recolección de datos del proyecto

Gráfico N° 12. Diagrama dispersión de puntos. Regresión Lineal entre nivel de hemoglobina y viscosidad sanguínea total (Vs) en voluntarios sanos residentes a gran altitud (Cusco - 3399 MSNM).



Fuente: base de recolección de datos del proyecto

Gráfico N° 13. Diagrama dispersión de puntos. Regresión Lineal entre nivel de hematocrito y viscosidad sanguínea total (Vs) en voluntarios sanos residentes a gran altitud (Cusco-3399 MSNM).



Fuente: base de recolección de datos del proyecto

En cuanto a la tabla N°11, grafico N°12, grafico N°13 se tuvo como resultados en cuanto a la correlación entre la hemoglobina y hematocrito con la viscosidad sanguínea total (Vs). Un coeficiente de correlación de Pearson (R) 0.89, R^2 de 0.793 y un sig <0.001 para la hemoglobina y un coeficiente de correlación de Pearson (R)



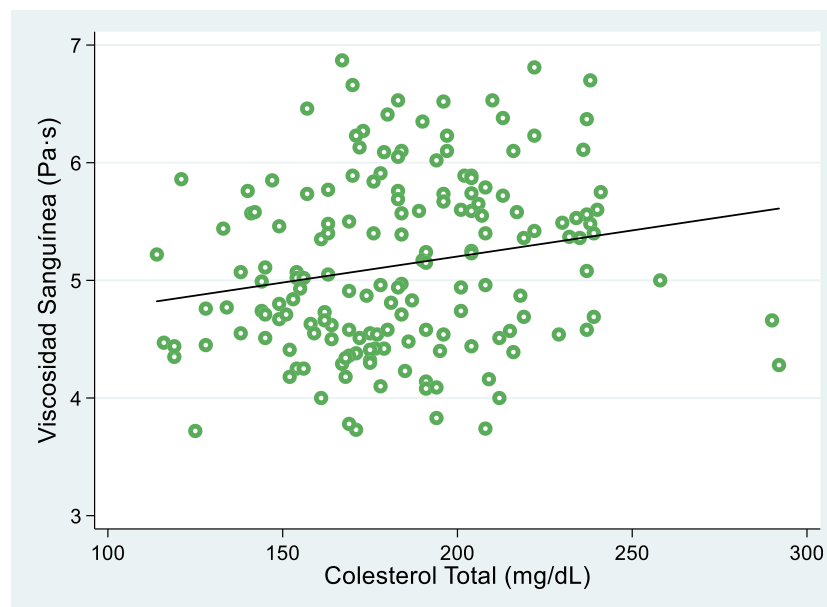
0.90, R^2 de 0.816 y un sig <0.001 para el hematocrito, para una observación total de 169 casos.

Tabla N° 12. Análisis de Correlación entre colesterol total y valores de viscosidad sanguínea total (Vs) y plasmática (Vp) en voluntarios sanos residentes a gran altitud (Cusco-3399 MSNM).

		Viscosidad sanguínea (Vs)	Viscosidad plasmática (Vp)
Colesterol total (mg/dl)	Correlación Pearson	0.19	0.23
	Sig.(bilateral)	0.011	0.002
	R²	0.038	0.054
	total	165	165

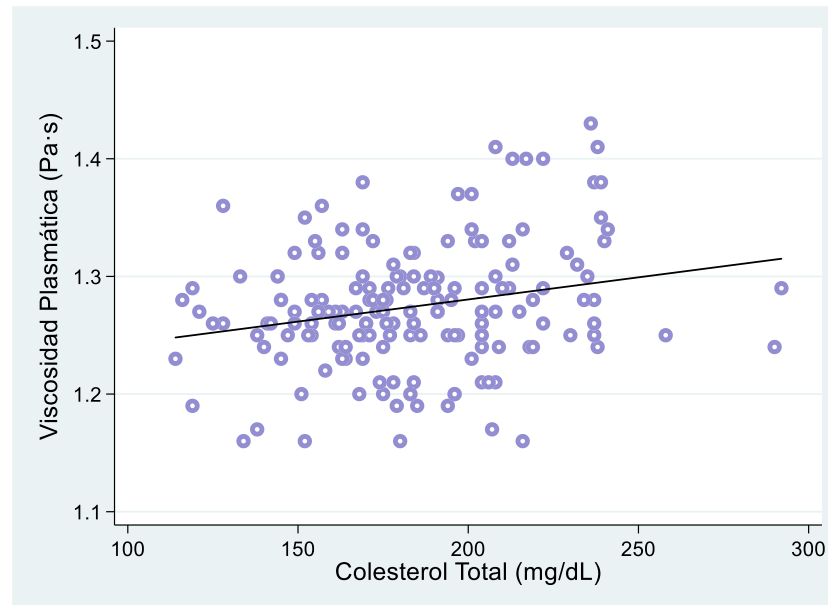
Fuente: base de recolección de datos del proyecto

Gráfico N° 14. Diagrama dispersión de puntos. Regresión Lineal entre colesterol total y viscosidad sanguínea total (Vs) en voluntarios sanos residentes a gran altitud (Cusco-3399 MSNM).



Fuente: base de recolección de datos del proyecto

Gráfico N° 15. Diagrama dispersión de puntos. Regresión Lineal entre colesterol total y viscosidad plasmática (Vp) en voluntarios sanos residentes a gran altitud (Cusco-3399 MSNM).



Fuente: base de recolección de datos del proyecto

En cuanto a la tabla N°12, grafico N°14 y grafico N°15 se tuvo como resultados: Para la correlación entre la viscosidad sanguínea total (Vs) con el colesterol total, el coeficiente de correlación de Pearson (R) fue de 0.19, R^2 de 0.038 y un sig de 0.011 para un total de 165 observaciones.

Para la correlación entre la viscosidad plasmática (Vp) con el colesterol total, el coeficiente de correlación de Pearson (R) fue de 0.23, R^2 de 0.054 y un sig de 0.002 para un total de 165 observaciones.

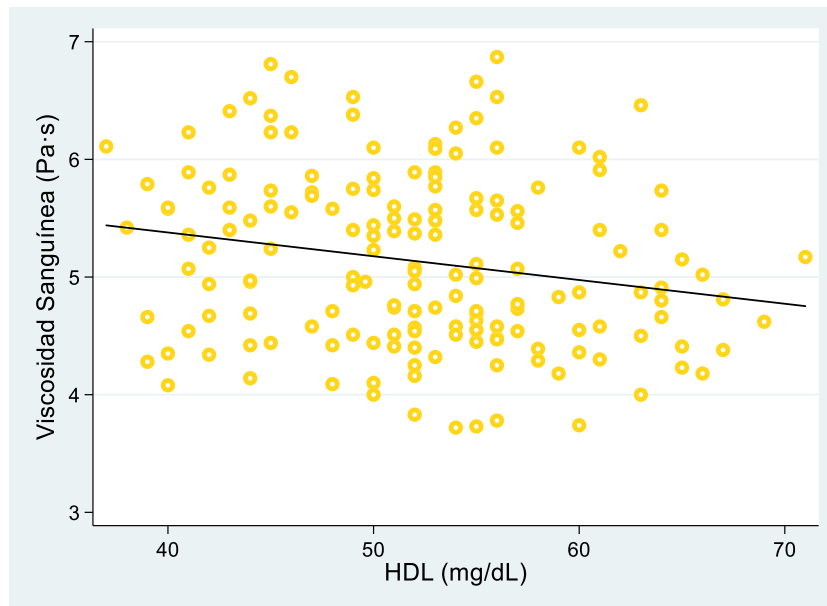
Tabla N° 13. Análisis de Correlación entre nivel de HDL y valores de viscosidad sanguínea total (Vs) y plasmática (Vp) en voluntarios sanos residentes a gran altitud (Cusco-3399 MSNM).

		Viscosidad sanguínea (Vs)	Viscosidad plasmática (Vp)
HDL (mg/dl)	Correlación Pearson	-0.19	-0.18
	Sig.(bilateral)	0.010	0.015
	R²	0.039	0.035
	total	165	165

Fuente: base de recolección de datos del proyecto

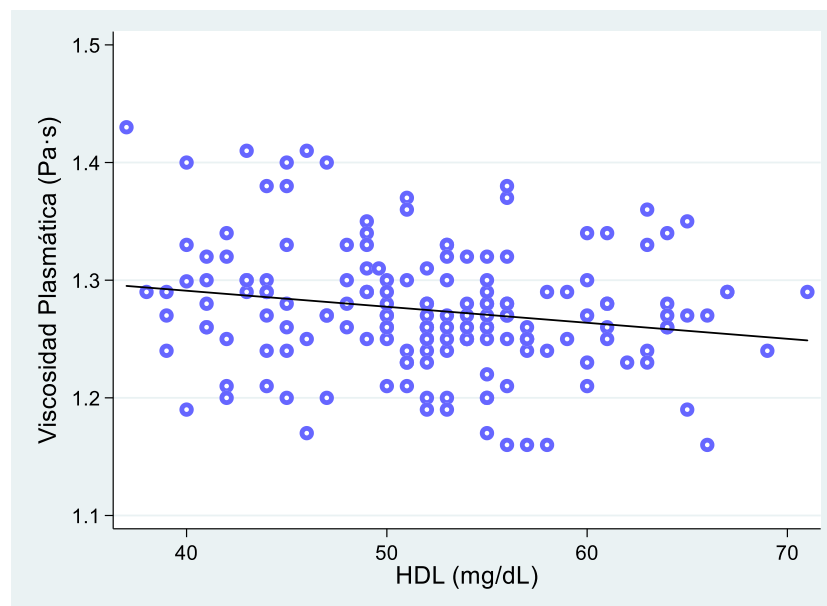


Gráfico N° 16. Diagrama dispersión de puntos. Regresión Lineal entre HDL y viscosidad sanguínea total (Vs) en voluntarios sanos residentes a gran altitud (Cusco-3399 MSNM).



Fuente: base de recolección de datos del proyecto

Gráfico N° 17. Diagrama dispersión de puntos. Regresión Lineal entre HDL y viscosidad plasmática (Vp) en voluntarios sanos residentes a gran altitud (Cusco-3399 MSNM).



Fuente: base de recolección de datos del proyecto



En cuanto a la tabla N°13, grafico N°16 y grafico N°17 se tuvo como resultados:

Para la correlación entre la viscosidad sanguínea total (Vs) con el HDL, el coeficiente de correlación de Pearson (R) de -0.19, R^2 de 0.039 y un sig de 0.010 para un total de 165 observaciones.

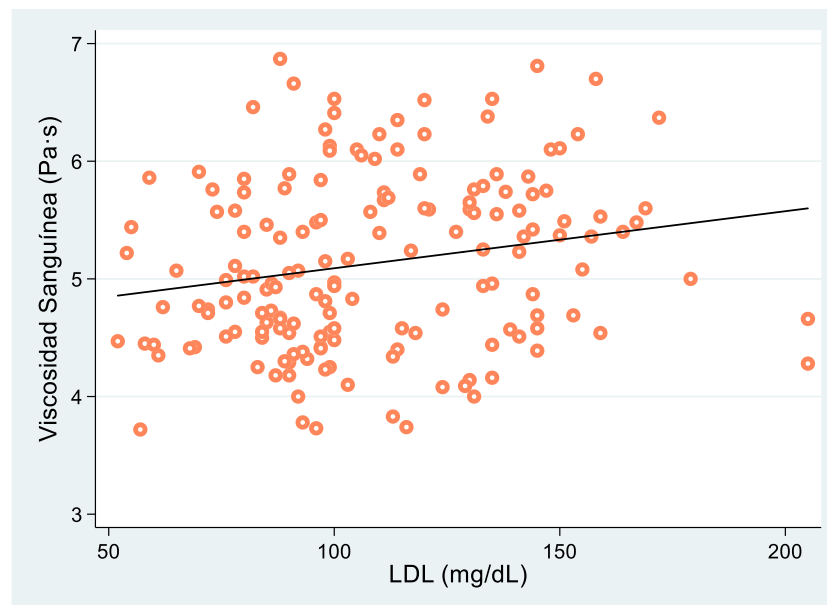
Para la correlación entre la viscosidad plasmática (Vp) con el HDL, el coeficiente de correlación de Pearson (R) de -0.18, R^2 de 0.035 y un sig de 0.015 para un total de 165 observaciones.

Tabla N° 14. Análisis de Correlación entre nivel de LDL y valores de viscosidad sanguínea total (Vs) y plasmática (Vp) en voluntarios sanos residentes a gran altitud (Cusco-3399 MSNM).

		Viscosidad sanguínea (Vs)	Viscosidad plasmática (Vp)
LDL (mg/dl)	Correlación Pearson	0.20	0.22
	Sig.(bilateral)	0.009	0.004
	R2	0.048	0.052
	total	165	165

Fuente: base de recolección de datos del proyecto

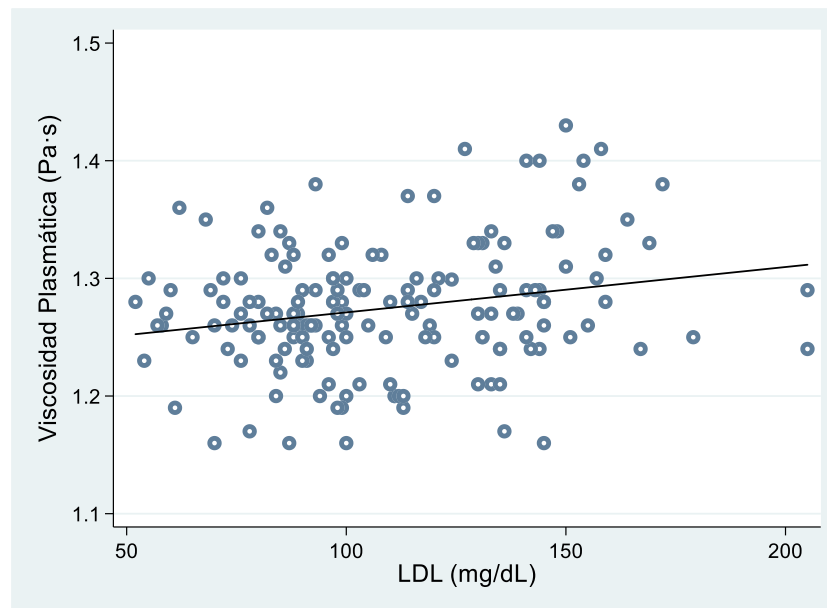
Gráfico N° 18. Diagrama dispersión de puntos. Regresión Lineal entre LDL y viscosidad sanguínea total (Vs) en voluntarios sanos residentes a gran altitud (Cusco-3399 MSNM).



Fuente: base de recolección de datos del proyecto



Gráfico N° 19. Diagrama dispersión de puntos. Regresión Lineal entre LDL y viscosidad plasmática (Vp) en voluntarios sanos residentes a gran altitud (Cusco-3399 MSNM).



Fuente: base de recolección de datos del proyecto

En cuanto a la tabla N°14, gráfico N°18 y gráfico N°19 se tuvo como resultados:

Para la correlación entre la viscosidad sanguínea total a 40 RPM con el LDL, el coeficiente de correlación de Pearson (R) de 0.20, R^2 de 0.048 y un sig. de 0.009 para un total de 165 observaciones.

Para la correlación entre la viscosidad plasmática con el LDL, el coeficiente de correlación de Pearson (R) de 0.22, R^2 de 0.052 y un sig. de 0.004 para un total de 165 observaciones.

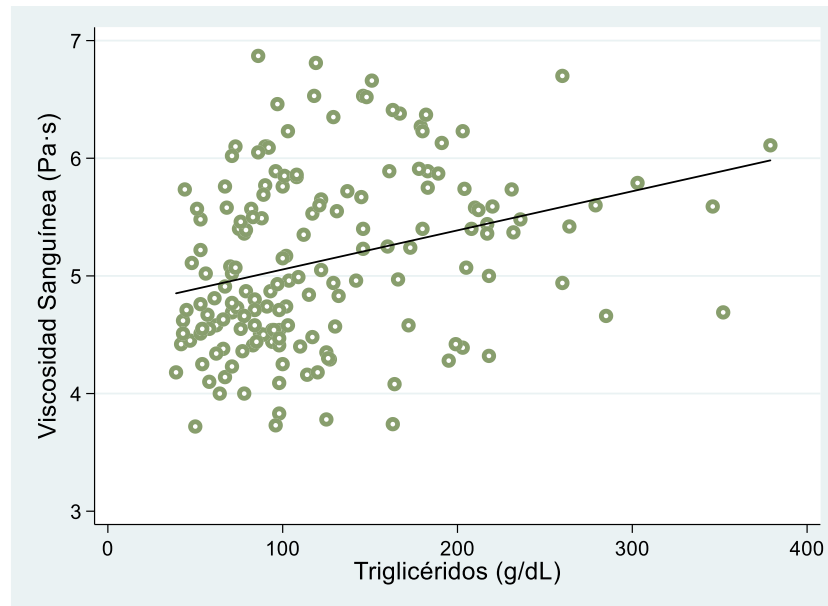
Tabla N° 15. Análisis de Correlación entre nivel de Triglicéridos y valores de viscosidad sanguínea total (Vs) y plasmática (Vp) en voluntarios sanos residentes a gran altitud (Cusco-3399 MSNM).

		Viscosidad sanguínea (v40)	Viscosidad plasmática (v100)
Triglicéridos (mg/dl)	Correlación Pearson	0.29	0.31
	Sig.(bilateral)	0.001	<0.001
	R^2	0.089	0.097
	total	165	165

Fuente: base de recolección de datos del proyecto

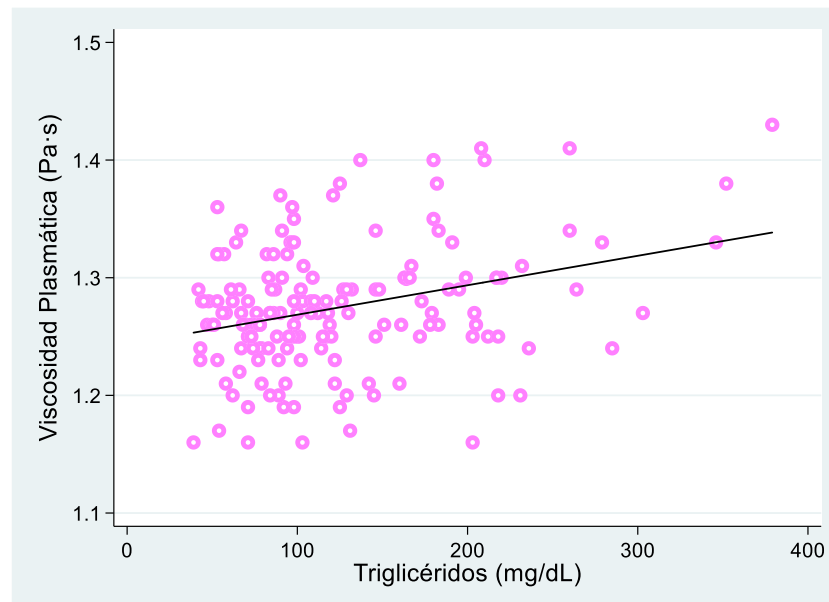


Gráfico N° 20. Diagrama dispersión de puntos. Regresión Lineal entre triglicéridos y viscosidad sanguínea total (Vs) en voluntarios sanos residentes a gran altitud (Cusco-3399 MSNM).



Fuente: base de recolección de datos del proyecto

Gráfico N° 21 Diagrama dispersión de puntos. Regresión Lineal entre triglicéridos y viscosidad plasmática (Vp) en voluntarios sanos residentes a gran altitud (Cusco-3399 MSNM).



Fuente: base de recolección de datos del proyecto



En cuanto a la tabla N°15, grafico N°20 y grafico N°21 se tuvo como resultados:

Para la correlación entre la viscosidad sanguínea total con los triglicéridos, el coeficiente de correlación de Pearson (R) de 0.29, R^2 de 0.089 y un sig. de <0.001 para un total de 165 observaciones.

Para la correlación entre la viscosidad plasmática con los triglicéridos, el coeficiente de correlación de Pearson (R) de 0.31, R^2 de 0.097 y un sig. de 0.001 para un total de 165 observaciones.

4.1 Resultados respecto al objetivo general

Tabla N° 16. Análisis de Correlación entre perfil lipídico y valores de viscosidad sanguínea total (Vs) y plasmática (Vp) en voluntarios sanos residentes a gran altitud (Cusco-3399 MSNM).

		Viscosidad sanguínea (Vs)	Viscosidad plasmática (Vp)
Perfil Lipídico	Correlación Pearson	0.30	0.32
	Sig.(bilateral)	0.005	0.001
	R²	0.090	0.103
	total	165	165

Fuente: base de recolección de datos del proyecto

En cuanto a la tabla N°16 se tuvo como resultados:

Para la correlación entre la viscosidad sanguínea total (Vs) con el perfil lipídico, el coeficiente de correlación de Pearson (R) de 0.30, R^2 de 0.090 y un sig. de 0.005 para un total de 165 observaciones.

Para la correlación entre la viscosidad plasmática (Vp) con el perfil lipídico, el coeficiente de correlación de Pearson (R) de 0.32, R^2 de 0.103 y un sig. de 0.001 para un total de 165 observaciones



CAPITULO V DISCUSIÓN

5.1 Descripción de los hallazgos más relevantes y significativos

Según los resultados de la Tabla N°3 y Gráfico N°5, ambos acerca de la distribución de participantes según el género, se puede inferir una mayor participación del público femenino con un 64.24%.

Según los resultados de la Tabla N°4 y el Gráfico N°6, que tratan de la edad de los voluntarios, la edad promedio de los participantes en el estudio fue de 26 años. La edad mínima registrada fue de 20 años y la edad máxima registrada fue de 40 años. El punto medio del conjunto de datos fue de 25 años (p50); además que el 25%, 50% y 75% de los datos de edad obtenidos representaron valores menores o iguales a 23, 25 y 30 años respectivamente.

Según los resultados de la Tabla N°5 y Gráfico N°7, valores obtenidos de la cuantificación de Hemoglobina, el valor promedio fue 16.29 g/dL, y los valores de esta cuantificación en este conjunto de datos se desvían respecto a la media en ± 1.83 g/dL. El valor mínimo registrado fue de 10.8g/dL, y el valor máximo registrado fue de 19.9 g/dL. El punto medio del conjunto de datos de cuantificación de hemoglobina fue de 16.10 g/dL (p50); además que el 25%, 50% y 75% de los datos obtenidos tuvieron valores menores o iguales a 15.20 g/dL, 16.10 g/dL y 17.70 g/dL respectivamente.

Según los resultados de la Tabla N°5 y Gráfico N°8 en cuanto a la cuantificación hematocrito, el valor promedio fue de 48.16%, los valores de esta cuantificación en este conjunto de datos se desvían respecto a la media en $\pm 4.89\%$. El valor mínimo y máximo de hematocrito encontrado en los participantes fue de 35.8%, y 58.1% respectivamente. El punto medio del conjunto de datos de cuantificación de hematocrito fue de 47.8% (p50); además que el 25%, 50% y 75% de los datos obtenidos tuvieron valores menores o iguales a 44.70%, 47.8% y 52.2% respectivamente.

Según los resultados de la tabla N°6 y gráfico N°9 se infiere de los resultados y análisis descriptivo de la viscosidad sanguínea total procesados a diferente número



de revoluciones por minuto(RPM): A la velocidad de 10 RPM, la viscosidad sanguínea total promedio fue de 6.27Pa·s, los valores cuantificados de este conjunto de datos se desviaron respecto a la media en ± 0.97 Pa·s, el punto medio de este conjunto de datos fue de 6.12 Pa·s (p50), mientras que el 25%, 50% y 75% de los datos obtenidos tienen valores menores o iguales a 5.55 Pa·s, 6.13 Pa·s y 6.99Pa·s respectivamente.

A la velocidad de 20 RPM, la viscosidad sanguínea total promedio fue de 5.51 Pa·s, los valores cuantificados de este conjunto de datos se desviaron respecto a la media en ± 0.82 Pa·s, el punto medio de este conjunto de datos fue de 5.41 Pa·s (p50), mientras que el 25%, 50% y 75% de los datos obtenidos tienen valores menores o iguales a 4.87 Pa·s, 5.41 Pa·s y 6.15 Pa·s respectivamente.

A la velocidad de 30 RPM, la viscosidad sanguínea total promedio fue de 5.22 Pa·s, los valores cuantificados de este conjunto de datos se desviaron respecto a la media en ± 0.74 Pa·s, el punto medio de este conjunto de datos fue de 5.12 Pa·s (p50), mientras que el 25%, 50% y 75% de los datos obtenidos tienen valores menores o iguales a 4.63 Pa·s, 5.12 Pa·s y 5.76 Pa·s respectivamente.

A la velocidad de 40 RPM, la viscosidad sanguínea total promedio fue de 5.22 Pa·s, los valores cuantificados de este conjunto de datos se desviaron respecto a la media en ± 0.73 Pa·s, el punto medio de este conjunto de datos es de 5.02 Pa·s (p50), mientras que el 25%, 50% y 75% de los datos obtenidos tuvieron valores menores o iguales a 4.54 Pa·s, 5.02 Pa·s y 5.69 Pa·s respectivamente.

Según los resultados de la Tabla N°7 y Grafico N°10 se pudo inferir de los resultados de la viscosidad plasmática promedio a 75 RPM fue de 1.29 Pa·s, los valores cuantificados de este conjunto de datos se desviaron respecto a la media en ± 0.05 Pa·s, el punto medio de este conjunto de datos fue de 1.29 Pa·s (p50), mientras que el 25%, 50% y 75% de los datos obtenidos tienen valores menores o iguales a 1.26 Pa·s, 1.29 Pa·s y 1.32 Pa·s respectivamente. La viscosidad plasmática promedio a 100 RPM fue de 1.27 Pa·s, los valores cuantificados de este conjunto de datos se desviaron respecto a la media en ± 0.05 Pa·s, el punto medio de este conjunto de datos fue de 1.27 Pa·s (p50), mientras que el 25%, 50% y 75% de los datos obtenidos tuvieron valores menores o iguales a 1.25 Pa·s, 1.27 Pa·s y 1.30 Pa·s respectivamente.



Según los resultados de la Tabla N°8 y grafico N°11 se pudo inferir que los valores cuantificados de los componentes del perfil lipídico:

Para Colesterol total, el valor cuantificado promedio obtenido fue de 184.05 mg/dL, los valores cuantificados de este conjunto de datos se desviaron respecto a la media en ± 32.94 mg/dL, el valor mínimo de colesterol total cuantificado fue de 114 mg/dL y el valor máximo fue de 292 mg/dL, el punto medio de este conjunto de datos fue de 183 mg/dL (p50); mientras que el 25%, 50% y 75% de los datos obtenidos tienen valores menores o iguales a 162 mg/dL, 183 mg/dL y 204 mg/dL respectivamente.

Para LDL, el valor cuantificado promedio obtenido fue de 108.65 mg/dL, los valores cuantificados de este conjunto de datos se desviaron respecto a la media en ± 30.66 mg/dL, el valor mínimo de LDL cuantificado fue de 52 mg/dL y el valor máximo fue de 205 mg/dL, el punto medio de este conjunto de datos fue de 100 mg/dL (p50); mientras que el 25%, 50% y 75% de los datos obtenidos tuvieron valores menores o iguales a 87 mg/dL, 100 mg/dL y 133 mg/dL respectivamente.

Para HDL, el valor cuantificado promedio obtenido fue de 52.19mg/dL, los valores cuantificados de este conjunto de datos se desviaron respecto a la media en ± 7.32 mg/dL, el valor mínimo de HDL cuantificado fue de 37 mg/dL y el valor máximo fue de 71 mg/dL, el punto medio de este conjunto de datos fue de 52 mg/dL (p50); mientras que el 25%, 50% y 75% de los datos obtenidos tuvieron valores menores o iguales a 47 mg/dL, 52 mg/dL y 56 mg/dL respectivamente.

Para Triglicéridos, el valor cuantificado promedio obtenido fue de 123.37mg/dL, los valores cuantificados de este conjunto de datos se desviaron respecto a la media en ± 66.46 mg/dL, el valor mínimo cuantificado para el HDL fue de 39 mg/dL y el valor máximo fue de 379 mg/dL, el punto medio de este conjunto de datos fue de 100 mg/dL (p50); mientras que el 25%, 50% y 75% de los datos obtenidos tuvieron valores menores o iguales a 76 mg/dL, 100mg/dL y 163 mg/dL respectivamente.

Según los resultados de la Tabla N°9, comparación de medias de los datos anteriores de acuerdo a género, se pudo inferir que al comparar los parámetros bioquímicos respecto al sexo se encontraron diferencias estadísticamente significativas con respecto al valor de hemoglobina, hematocrito, HDL, triglicéridos, y viscosidad sanguínea. Observando que el género masculino posee valores promedios más elevados de hemoglobina, hematocrito, triglicéridos y viscosidad sanguínea total en comparación al género femenino, (hemoglobina 18.06 g/dl; 15.30g/dl, hematocrito 53.00%; 45.46%, triglicéridos 142.02 mg/dl; 112.99mg/dl, viscosidad sanguínea total



5.79 Pa·s; 4.76Pa·s) respectivamente; mientras que en el género femenino posee valores promedios más elevados en el HDL con respecto al género masculino(53.02mg/dl;50.70)respectivamente.

Según los resultados de la Tabla N°10, comparación de medias de los valores antes reportados de acuerdo a lipemia, se pudo inferir que al comparar los parámetros bioquímicos con respecto al estado lipídico se encontraron diferencias estadísticamente significativas con el valor de hemoglobina, hematocrito en los participantes con lipemia elevada frente a participantes con lipemia normal (16.70 g/dl frente a 15.99 g/dl; 49.31% frente a 47.33%), colesterol total, LDL, triglicéridos (210.50 mg/dl frente a 165.03 mg/dl; 134.14 mg/dl frente a 90.33 mg/dl; 175.15 mg/dl frente a 86.16 mg/dl), y también para el HDL donde el valor promedio es mayor en los participantes con lipemia normal frente a participantes con lipemia elevada (55.53 mg/dl frente a 48 mg/dl). Se observó que en los participantes con lipemia elevada posee valores más elevados de viscosidad sanguínea total (5.35 Pa·s frente a 4.97 Pa·s y viscosidad plasmática (1.28 Pa·s frente a 1.26 Pa·s) frente a participantes con lipemia normal.

Según los resultados de la Tabla N°11, Grafico N°12 y Grafico N°13, correlación de la viscosidad sanguínea con hemoglobina y hematocrito, se puede inferir que el coeficiente de correlación de Pearson (R) entre el nivel de hemoglobina y la viscosidad sanguínea total (Vs) en este estudio de 165 voluntarios fue de 0.89 lo cual indico una Correlación Positiva Alta, siendo esta prueba significativa (sig. < 0.05) con un nivel de confianza del 95% y un Coeficiente de Determinación o Varianza de Factores Comunes (R^2) es 0.793, lo que significa que la variación del nivel de hemoglobina determina o explica el 79.3% de la variación de la viscosidad sanguínea total. Mientras que el coeficiente de correlación de Pearson (R) entre el nivel de hematocrito y la viscosidad sanguínea (Vs) en este estudio de 165 voluntarios fue de 0.90 lo cual indico una Correlación Positiva Alta, siendo esta prueba significativa (sig. < 0.05) con un nivel de confianza del 95% y un Coeficiente de Determinación o Varianza de Factores Comunes (R^2) es 0.816, lo que significa que la variación del nivel de hemoglobina determina o explica el 81.6% de la variación de la viscosidad sanguínea total.



Según los resultados de la Tabla N°12, Grafico N°14 y Grafico N°15, correlación de colesterol total con viscosidades sanguínea y plasmática se pudo inferir:

Para la correlación entre la viscosidad sanguínea total (Vs) con el colesterol total, una correlación positiva muy débil ya que se tuvo un R de 0.19, siendo esta prueba significativa ($\text{sig} < 0.05$) con un nivel de confianza del 95%. El Coeficiente de Determinación o Varianza de Factores Comunes (R^2) fue de 0.038, lo que significa que la variación del nivel de colesterol total determina o explica el 3.8% de la variación de la viscosidad sanguínea total a 40 RPM.

Para la correlación entre la viscosidad plasmática con el colesterol total, una correlación positiva débil ya que se tuvo un R de 0.23, siendo esta prueba significativa ($\text{sig} < 0.05$) con un nivel de confianza del 95%. El Coeficiente de Determinación o Varianza de Factores Comunes (R^2) fue de 0.054, lo que significa que la variación del nivel de colesterol total determina o explica el 5.4% de la variación de la viscosidad plasmática.

Según los resultados de la Tabla N°13, Grafico N°16 y Grafico N°17, correlación de HDL con viscosidades sanguínea y plasmática se pudo inferir:

Para la correlación entre la viscosidad sanguínea total (Vs) con el HDL, una correlación negativa muy débil ya que se tuvo un R de -0.19 siendo esta prueba significativa ($\text{sig} < 0.05$) con un nivel de confianza del 95%. El Coeficiente de Determinación o Varianza de Factores Comunes (R^2) fue de 0.039, lo que significa que la variación del nivel de HDL determina o explica el 3.9% de la variación inversa de la viscosidad sanguínea total.

Para la correlación entre la viscosidad plasmática con el HDL, una correlación negativa débil ya que se tuvo un R de -0.18 siendo esta prueba significativa ($\text{sig} < 0.05$) con un nivel de confianza del 95%. El Coeficiente de Determinación o Varianza de Factores Comunes (R^2) fue de 0.035, lo que significa que la variación del nivel de HDL determina o explica el 3.5% de la variación inversa de la viscosidad plasmática.

Según los resultados de la Tabla N° 14, Grafico N°18 y Grafico N°19, correlación de LDL con viscosidades sanguínea y plasmática, se pudo inferir:

Para la correlación entre la viscosidad sanguínea total (Vs) con el LDL, una correlación positiva débil ya que se tuvo un R de 0.20, siendo esta prueba significativa ($\text{sig} < 0.05$) con un nivel de confianza del 95%. El Coeficiente de Determinación o Varianza de Factores Comunes (R^2) es 0.048, lo que significa que la variación del nivel de LDL determina o explica el 4.8 % de la variación de la viscosidad sanguínea.



Para la correlación entre la viscosidad plasmática con el LDL, una correlación positiva muy débil ya que se tuvo un R de 0.22, siendo esta prueba significativa ($\text{sig} < 0.05$) con un nivel de confianza del 95%. El Coeficiente de Determinación o Varianza de Factores Comunes (R^2) es 0.052, lo que significa que la variación del nivel de LDL determina o explica el 5.2% de la variación de la viscosidad plasmática.

Según los resultados de la Tabla N°15, Grafico N°20 y Grafico N°21, correlación de triglicéridos con viscosidades sanguínea y plasmática, se pudo inferir:

Para la correlación entre la viscosidad sanguínea total (Vs) con los triglicéridos, una correlación positiva débil ya que se tuvo un R de 0.31, siendo esta prueba significativa ($\text{sig} < 0.05$) con un nivel de confianza del 95%. El Coeficiente de Determinación o Varianza de Factores Comunes (R^2) es 0.096, lo que significa que la variación del nivel de Triglicéridos determina o explica el 9.6 % de la variación de la viscosidad sanguínea v40.

Para la correlación entre la viscosidad plasmática con los triglicéridos, una correlación positiva débil ya que se tuvo un R de 0.30, siendo esta prueba significativa ($\text{sig} < 0.05$) con un nivel de confianza del 95%. El Coeficiente de Determinación o Varianza de Factores Comunes (R^2) es 0.090, lo que significa que la variación del nivel de triglicéridos determina o explica el 9.0 % de la variación de la viscosidad plasmática.

Según los resultados de la Tabla N°16, correlación entre perfil lipídico y viscosidades sanguínea y plasmática, se pudo inferir:

Para la correlación entre la viscosidad sanguínea total con el perfil lipídico, una correlación positiva débil ya que se tuvo un R de 0.30, siendo esta prueba significativa ($\text{sig} < 0.05$) con un nivel de confianza del 95%. El Coeficiente de Determinación o Varianza de Factores Comunes (R^2) es 0.090, lo que significa que la variación del nivel de perfil lipídico determina o explica el 9.0 % de la variación de la viscosidad sanguínea.

Para la correlación entre la viscosidad plasmática con el perfil lipídico, una correlación positiva débil ya que se tuvo un R de 0.32, siendo esta prueba significativa ($\text{sig} < 0.05$) con un nivel de confianza del 95%. El Coeficiente de Determinación o Varianza de Factores Comunes (R^2) es 0.103, lo que significa que la variación del nivel de perfil lipídico determina o explica el 10.3 % de la variación de la viscosidad plasmática.



5.2 Limitaciones del estudio

Es posible que la participación en el estudio se vea afectada por la indisposición de los participantes a asistir a la toma de muestra, ya que la mayoría de la población especialmente la aparentemente sana muestra cierto rechazo a asistir a centros de salud o laboratorios donde se tomaran las muestras por miedo al contagio con el COVID-19, pandemia con la que se está conviviendo en la actualidad, motivo por el cual se tendrá que emplear estrategias que nos permitan obtener las muestras necesarias durante la ejecución de nuestro estudio, por supuesto sin poner en riesgo la salud de los participantes.

Algunas otras personas podrían ocultar el padecimiento de alguna patología que sea causante de alteraciones en la viscosidad sanguínea, con el propósito de poder ser incluidos en el estudio. Ya que las pruebas a realizar no tendrán ningún costo para los participantes. Es posible que algún participante del estudio oculte la toma reciente de medicación que altere el nivel de viscosidad, tal como el consumo de AINES o alcohol; para ello se realizará la pregunta correspondiente previa a la toma de muestras.

Otra limitación importante radica en que actualmente no existe consenso sobre el proceso de medición de la viscosidad sanguínea, a pesar de la existencia de técnicas estandarizadas.

Debido a que también la viscosidad sanguínea es un atributo dinámico, puede variar de acuerdo al tiempo en que se extrajo y procesó la muestra, y la temperatura en la que se conserva la muestra. para intentar superar esta limitación se realizará la medición según las técnicas estandarizadas, por ello nuestro punto de corte máximo para su procesamiento será de tres horas post obtención, sin embargo, por la cercanía de nuestro laboratorio es muy probable que la muestra sea analizada dentro de la primera hora. Por último, se implementará en el laboratorio un ambiente adecuado para procesar todas las muestras a la misma temperatura.

5.3 Comparación crítica con la literatura existente

Realizando una comparación del presente estudio con el estudio de **Strauffer**(27), estudio realizado a 3800 msnm y a 5100 msnm donde se obtuvieron valores de Hb 18.3 g/dL +/- 1.3 y hematocrito 57.0% +/- 4.7 para una altura de 3800 msnm, los valores obtenidos en nuestro estudio fueron menores, esto podría ser explicado porque la ciudad del Cusco se encuentra ubicada a una menor altitud(3399 msnm)



ya que el valor de hemoglobina disminuye proporcionalmente a menor altitud(72).Obteniendo en nuestro estudio valores de hemoglobina de 16.29g/dL +/- 1.83 y hematocrito de 48.16 % +/-4.89.

Se conoce que la viscosidad sanguínea normal oscila entre los valores de 3-5 Pa·s(29). En estudios realizados a nivel del mar en personas aparentemente sanas se determinó que la viscosidad sanguínea oscila en alrededor de $4,35 \pm 0,55 \text{ cP}^6$, por otro lado en cuanto a estudios realizados a grandes alturas(27), no existen resultados normales basales ya que la mayoría de estudios incluye población residente a grandes alturas con mal de montaña. En el estudio de *Rosenson*(15).La viscosidad media de la sangre evaluada a velocidades diferentes (20,30,40 RPM) por ser un fluido no newtoniano fue de $3,26 \pm 0,43$; $4,37 \pm 0,60$ y $5,46 \pm 0,84 \text{ mPa s}$ respectivamente(23). En nuestro estudio la viscosidad sanguínea promedio fue analizada a 10,20,30 y 40 RPM, encontrándose en las muestras analizadas a 40 RPM que los valores de viscosidad promedio se ubican a no más de una desviación estándar donde el valor promedio de la viscosidad sanguínea fue de $5.13 \text{ Pa}\cdot\text{s} \pm 0.73$ en la población aparentemente sana residente a gran altura (Cusco-3399 msnm). En cuanto a la viscosidad plasmática en el estudio de *Rosenson*(15) se halló un valor promedio de $1.39 \pm 0,08 \text{ Pa}\cdot\text{s}$ mientras que en nuestro estudio se halló un valor promedio de $1.27 \pm 0.05 \text{ Pa}\cdot\text{s}$ similar al estudio antes mencionado.

Con respecto al perfil lipídico en el estudio de *Rosenson*(15), estudio realizado a nivel del mar determino que el valor de colesterol total fue de 244.02 mg/dL, el valor de LDL fue de 116.18mg/dl, de HDL fue de 35.98 mg/dl y el valor de triglicéridos fue de 191.12 mg/dL. Según **Mejía y cols**(73) quien realizó estudios en altura se encontró que los valores de perfil lipídico a gran altura (4300 msnm) fueron: colesterol total 190.1 mg/dL, HDL 46.4 mg/dL, LDL 124.9 mg/dL, triglicéridos 122.0 mg/dL, y a mediana altura (2500 msnm): colesterol total 182.7 mg/dL, HDL 41.1 mg/dl, LDL 111.7 mg/dL, triglicéridos 150.0 mg/dl. En comparación con el estudio de **Mejía y cols** (73)nuestro estudio fue realizado a 3399 msnm, altitud intermedia a la altitud antes mencionadas, por lo que los resultados promedios (colesterol total 184.05 mg/dL, HDL 52.19 mg/dL, LDL 108.65 mg/dL, triglicéridos 123.37mg/dl) de nuestro estudio se encuentran dentro de parámetros similares del estudio antes mencionado.

Adicional a esto realizando diferencias entre los niveles de los diferentes parámetros bioquímicos medidos en este estudio en comparación al sexo tenemos que en el estudio realizado por **lrace y cols** (14) encontraron un mayor nivel de



triglicéridos en el género masculino(135 mg \pm 66) frente al género femenino(119 mg/dl \pm 62), al igual que un mayor nivel de hematocrito en el género masculino(47.35% \pm 3.77) frente al género femenino (43.28% \pm 3.96) con un $p < 0.05$, un mayor nivel de viscosidad sanguínea en el género masculino (4.65 Pa·s \pm 0.50) frente al género femenino (4.21 Pa·s \pm 0.49) con un $p = 0.037$ y un menor nivel de LDL en el género masculino(153 mg/dL \pm 43) frente al género femenino (162 mg \pm 44) con un $p = 0.037$, un menor nivel de HDL en el género masculino (45 mg/dL \pm 12) frente al género femenino (54 mg/dL \pm 14) con un $p < 0.05$, un menor nivel de colesterol total en el género masculino (225 mg/dL \pm 47) frente al género femenino (240 mg/dL \pm 48) con un $p = 0.002$, en nuestro estudio se obtuvo resultados similares con respecto al valor de hematocrito, triglicéridos y viscosidad sanguínea, masculino frente a femenino(hematocrito 52.81%- 45.70%; triglicéridos 147.24 mg/dL- 113.09 mg/dl; viscosidad sanguínea 5.88 Pa·s - 4.79Pa.s) respectivamente. Al igual que en el estudio realizado por **Irace y cols** (14) los parámetros bioquímicos que varían de forma significativamente en relación al género son(Hemoglobina, hematocrito, HDL, triglicéridos y viscosidad sanguínea total).

En cuanto a los resultados de los diferentes parámetros bioquímicos considerados en el presente estudio comparados de acuerdo al nivel de perfil lipídico, se pudo encontrar que en el estudio realizado por **Irace y cols**(14) donde encontraron un mayor nivel de viscosidad sanguínea en participantes hiperlipidémicos (4.51 Pa·s \pm 0.54) frente participantes normolipidémicos (4.35 Pa·s \pm 0.55) con un $p = 0.013$; al igual que un mayor nivel de viscosidad plasmática en participantes hiperlipidémicos (1.44 Pa·s \pm 0.13) frente participantes normolipidémicos (1.40 Pa·s \pm 0.12) con un $p = 0.07$, en comparación con nuestro estudio se encontraron resultados similares pues en nuestro estudio también se encontraron mayores niveles de viscosidad sanguínea y plasmática en voluntarios hiperlipidémicos en comparación a los normolipidémicos (viscosidad sanguínea total 5.37 Pa·s frente a 4.97 Pa·s; viscosidad plasmática 1.28 Pa·s frente a 1.26 Pa·s) respectivamente.

Según bases teóricas se conoce que un mecanismo de adaptación a la altura es la policitemia, el aumento del número de hematíes y hemoglobina. esta adaptación tiene efectos positivos en cuanto a que se mejora la capacidad de transporte de O₂ a los tejidos, pero a su vez tiene un efecto perjudicial, ya que este incremento influye indirectamente en un aumento de la viscosidad sanguínea aumentando la



resistencia del flujo sanguíneo(4). Lo cual condiciona un tiempo circulatorio mayor por la altura, esto se debe a una mayor hipervolemia por una concentración de hematíes(74). En el estudio de **Rosenson y cols** (23) se obtuvo valores de correlación entre hematocrito y viscosidad sanguínea total con una R de Pearson de=0.70 con una $P<0.0001$, en comparación con nuestro estudio se obtuvieron resultados similares. Donde obtuvimos una R de Pearson =0.90, con un $P<0.001$, mientras que nuestro estudio obtuvo una correlación positiva muy alta entre hematocrito y viscosidad sanguínea total.

Mientras que en el estudio realizado por **Crowley** (24) en su análisis realizado para la viscosidad sanguínea total y el colesterol total se encontró una R de Pearson de 0.22 (correlación positiva débil) con un $p<0.001$, en comparación con nuestro estudio se obtuvieron valores similares al estudio mencionado obteniendo una R de Pearson de 0.19 (correlación positiva muy débil) estadísticamente significativa. En el mismo estudio realizado por **Crowley** (24) en el análisis realizado para la viscosidad sanguínea total y el valor del HDL se encontró una R de Pearson de -0.20, una correlación negativa débil con un $p<0.001$, según **Irace**(14) en el análisis para la viscosidad sanguínea total y el valor del HDL encontró una R de Pearson de -0.19 con una correlación negativa muy débil con un $p<0.001$ estadísticamente significativa y en el estudio de **Rosenson y cols** (23) se obtuvo valores de correlación entre el valor de HDL y viscosidad sanguínea total con una R de Pearson de -0.18 con una $P<0.004$ y por ende una correlación negativa muy débil; en comparación con los estudios anteriores nuestro estudio encontró una correlación *negativa muy débil* ya que se tuvo un R de -0.19 estadísticamente significativo similar a los estudios anteriormente mencionados. Según **Irace**⁶ en el análisis para la viscosidad plasmática y el valor del HDL no encontró correlación estadísticamente significativa a diferencia de nuestro estudio donde se encontró una correlación negativa muy débil estadísticamente significativa ya que se tuvo un R de -0.18 y un $\text{sig} < 0.05$. En el estudio realizado por **Crowley** (24) en el análisis realizado para la viscosidad sanguínea total y el LDL se encontró una R de Pearson de 0.21, una correlación positiva débil con un $p<0.001$. Según **Irace** (14) en el análisis para la viscosidad sanguínea total y el valor del LDL encontró una R de Pearson de 0.156 una correlación positiva muy débil con un p de 0.002 estadísticamente significativa. En el estudio de **Rosenson y cols** (23) se obtuvo una correlación positiva débil entre el valor de LDL y viscosidad sanguínea total



con una R de Pearson de 0.25 con una $P < 0.007$, nuestro estudio obtuvo resultados similares encontrando una correlación positiva débil estadísticamente significativa, ya que se tuvo un R de 0.20 y un $\text{sig} < 0.05$ hallando similitud con los estudios antes mencionados.

En el estudio de **Rosenon** (15) se encontró una correlación positiva débil entre la viscosidad sanguínea total y el valor de triglicéridos con un R de 0.35 y un $p = 0.003$ mientras que según **Irace** (14) en el análisis para la viscosidad sanguínea total y el valor de triglicéridos encontró una R de Pearson de 0.181 con una correlación positiva muy débil con un $p = 0.000$ estadísticamente significativa, en comparación a estos en nuestro estudio se encontró una correlación positiva débil, ya que se tuvo un R de 0.29 y un $\text{sig} < 0.05$ al igual que en los estudios anteriormente mencionados. Según **Irace y cols** (14) en el análisis para la viscosidad plasmática y el valor del triglicéridos no existe correlación estadísticamente significativa mientras que en el estudio de **Rosenon y cols** (23) se obtuvieron valores de correlación positiva débil entre triglicéridos y viscosidad plasmática con un R de 0.25 y una $P < 0.007$, mientras que en nuestro estudio se encontró una correlación positiva débil al igual que el estudio de **Rosenon** (15). ya que se tuvo un R de 0.31 y un $\text{sig.} < 0.05$.

5.4 Implicancias del estudio

Las implicancias del estudio que se realizó fueron:

En el ámbito académico, este estudio ha permitido abordar y ampliar el limitado conocimiento sobre reología sanguínea en altura, brindando información sobre los componentes bioquímicos sanguíneos como la viscosidad sanguínea, plasmática y perfil lipídico. Logrando identificar valores promedios de los componentes mencionados anteriormente, en especial de la viscosidad sanguínea y plasmática ya que no existen antecedentes en cuanto a la determinación de valores para estos parámetros bioquímicos. En el presente estudio se logró determinar la existencia de correlación positiva estadísticamente significativa entre el perfil lipídico con la viscosidad sanguínea y plasmática, corroborando teorías propuestas por estudios predecesores al nuestro, cabe resaltar que nuestra investigación podría ser considerada innovadora ya que no existe mucha información en investigaciones en altura referentes al tema.



En el ámbito práctico, el tener conocimiento de valores normales de viscosidad sanguínea, plasmática, perfil lipídico en población residente en altura constituye un aporte importante para la práctica clínica, abriendo camino para realizar nuevas investigaciones a futuro y determinar si la alteración de estos componentes guarda relación con la aparición de enfermedades cardiovasculares. Ello permitirá que la viscosidad sanguínea y plasmática sean consideradas como parámetros bioquímicos predictores para enfermedades cardiovasculares. Lo cual tendría implicancia importante en la prevención y manejo de estas enfermedades, beneficiando de forma importante a la población.



CONCLUSIONES

- Se concluye que existe correlación positiva débil con un R de Pearson de 0.30 estadísticamente significativa entre el perfil lipídico con la viscosidad sanguínea; y una correlación débil positiva con una R de Pearson de 0.32 estadísticamente significativa entre el perfil lipídico con la viscosidad plasmática. Lo cual indica que el perfil lipídico si está relacionada con el nivel y variación de la viscosidad sanguínea total y plasmática, con una mayor influencia a nivel de la viscosidad plasmática.
- Se concluye que el valor promedio de la viscosidad sanguínea total resulto 5.13 Pa·s \pm 0.73 y el valor de la viscosidad plasmática promedio fue de 1.27 Pa·s \pm 0.05 valores mayores en comparación a los valores reportados a nivel del mar.
- Se obtuvo como valor promedio de 184.05 mg/dl \pm 32.94 para colesterol total 108.65 mg/dl \pm 30.66 para LDL, 52.19 mg/dl \pm 7.32 para HDL y 123.37 mg/dl \pm 66.46 para triglicéridos. Por ende, los valores de LDL, colesterol total y triglicéridos están en niveles similares a los valores promedios a nivel del mar, a diferencia del HDL el cual tiene valores promedios mayores al de los valores a nivel del mar.
- Se obtuvo una correlación muy débil positiva con un R de Pearson de 0.19 estadísticamente significativa entre el colesterol total con la viscosidad sanguínea; y una correlación débil positiva con una R de Pearson de 0.23 estadísticamente significativa entre el colesterol total con la viscosidad plasmática. Por ende, los valores de la viscosidad sanguínea total y plasmática están relacionadas con los niveles de colesterol total.
- Se obtuvo una correlación negativa muy débil con una R de Pearson de -0.19 significativa entre el HDL con la viscosidad sanguínea; y una correlación negativa muy débil con una R de Pearson de -0.18 estadísticamente significativa entre el HDL con la viscosidad plasmática. Por ende, los valores de la viscosidad sanguínea total y plasmática están inversamente relacionadas con los niveles de HDL.
- Se obtuvo una correlación positiva débil con un R de Pearson de 0.20 estadísticamente significativa entre el LDL con la viscosidad sanguínea; y una correlación débil positiva con una R de Pearson de 0.22 estadísticamente



significativa entre el LDL con la viscosidad plasmática. Por ende, los valores de la viscosidad sanguínea total y plasmática están relacionadas con los niveles de LDL.

- Se obtuvo una correlación positiva débil con un R de Pearson de 0.29 estadísticamente significativa entre triglicéridos con la viscosidad sanguínea; y una correlación positiva débil con una R de Pearson de 0.31 estadísticamente significativa entre triglicéridos con la viscosidad plasmática. Por ende, los valores de la viscosidad sanguínea total y plasmática están relacionadas con los niveles de triglicéridos en mayor proporción que los otros componentes del perfil lipídico.



RECOMENDACIONES

Nuestro estudio puede ser tomado por otros investigadores como referencia o punto de partida para futuros estudios sobre el tema, ya que la región altoandina cuenta con una importante densidad poblacional, residente a más de 3500 msnm, ya que como es de conocimiento la población residente a gran altitud es fisiológicamente diferente a la población residente a nivel del mar, con mayores valores en diferentes parámetros bioquímicos como por ejemplo hematocrito, hemoglobina y otras que llegan incluso a incrementar valores de viscosidad sanguínea y plasmática, como los triglicéridos. En la actualidad son muy pocos los estudios realizados en este grupo poblacional, y de manera específica en la Ciudad del Cusco no se cuenta con antecedentes locales por lo que se recomienda continuar con la ampliación de estos estudios.

Se recomienda continuar los estudios de perfil lipídico y viscosidad sanguínea y plasmática ya que se observó que los participantes con mayor valor concentración lipídica sanguínea obtuvieron valores más elevados de viscosidad sanguínea y plasmática frente a participantes con lipemia normal. Esto podría tener influencia en la predisposición enfermedades cardiovasculares como de accidente cerebrovascular, infarto al miocardio entre otros, por lo que se deben ampliar los estudios.

Se sugiere incluir al examen clínico un screening bioquímico previo para poder diferenciar de manera más eficaz a los participantes sanos con valores bioquímicos normales ya que en este trabajo se evidenció en los resultados que una población importante con lipemia elevada con examen clínico normal, esto permitirá hacer un estudio más dirigido y específico.

Para futuros estudios se sugiere dosar otros componentes como el fibrinógeno, ya que nuestro estudio identificó una correlación positiva débil del perfil lipídico con la viscosidad plasmática, por lo que sería necesario identificar el nivel de influencia de otros componentes en la viscosidad plasmática.

Se recomienda continuar el estudio en un mayor tamaño de muestra para poder extrapolar los resultados en población residente en la altura, ya que nuestro estudio se vio limitado por la pandemia COVID 19.

Se recomienda continuar con las investigaciones sobre la viscosidad sanguínea en estudios longitudinales para determinar su real implicancia como valor predictor de eventos cardiovasculares.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Enfermedad de la altura - Lesiones y envenenamientos [Internet]. Manual Merck versión para profesionales. [citado 30 de mayo de 2021]. Disponible en: <https://www.merckmanuals.com/es-us/professional/lesiones-y-envenenamientos/enfermedad-de-la-altura/enfermedad-de-la-altura>
2. Ilardo M, Nielsen R. Human adaptation to extreme environmental conditions. *Curr Opin Genet Dev* [Internet]. diciembre de 2018 [citado 30 de mayo de 2021];53:77-82. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7193766/>
3. Human Biological Adaptability: Overview [Internet]. [citado 30 de mayo de 2021]. Disponible en: https://www2.palomar.edu/anthro/adapt/adapt_1.htm
4. Muñoz IA. Fisiología a grandes alturas. *Cuad Tomás* [Internet]. 2017 [citado 21 de mayo de 2021];(9):9-16. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6245301>
5. Efectos de la exposición a grandes alturas en la circulación pulmonar [Internet]. [citado 30 de mayo de 2021]. Disponible en: <https://www.revespcardiol.org/es-pdf-S0300893212004605>
6. Fisiología CV | Viscosidad de la sangre [Internet]. [citado 30 de mayo de 2021]. Disponible en: <https://www.cvphysiology.com/Hemodynamics/H011>
7. Frontiers | Blood Rheology: Key Parameters, Impact on Blood Flow, Role in Sickle Cell Disease and Effects of Exercise | Physiology [Internet]. [citado 30 de mayo de 2021]. Disponible en: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fphys.2019.01329/full>
8. Todo lo que debes saber sobre el perfil lipídico - Clínica Las Condes [Internet]. [citado 30 de mayo de 2021]. Disponible en: <https://www.clinicalascondes.cl/BLOG/Listado/Nutricion/Todo-lo-que-debes-saber-sobre-el-perfil-lipidico>
9. Análisis de hematocrito - Mayo Clinic [Internet]. [citado 30 de mayo de 2021]. Disponible en: <https://www.mayoclinic.org/es-es/tests-procedures/hematocrit/about/pac-20384728>
10. Análisis de hemoglobina - Mayo Clinic [Internet]. [citado 30 de mayo de 2021]. Disponible en: <https://www.mayoclinic.org/es-es/tests-procedures/hemoglobin-test/about/pac-20385075>
11. Salazar-Lugo R, Barahona A, Tarupi Y, Victoria C, Santamaría M, Oleas M. Factores bioquímicos y nutricionales asociados a la viscosidad sanguínea en adultos de la sierra urbana (Imbabura), Ecuador. *Investig Clínica* [Internet]. 2016 [citado 30 de mayo



- de 2021];57(3):293-304. Disponible en:
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=372946635007>
12. Avila D. Manual de Terapeutica Medica y procedimientos de urgencias [Internet]. 2020 [citado 30 de mayo de 2021]. Disponible en:
https://www.academia.edu/40861543/Manual_de_Terapeutica_Medica_y_procedimientos_de_urgencias
 13. Noriega Borge MJ. Hemodinámica o física del flujo sanguíneo [Internet]. [citado 13 de octubre de 2020]. Disponible en: <https://ocw.unican.es/mod/page/view.php?id=537>
 14. Irace C, Carallo C, Scavelli F, Esposito T, De Franceschi MS, Tripolino C, et al. Influence of blood lipids on plasma and blood viscosity. Clin Hemorheol Microcirc [Internet]. 1 de enero de 2014 [citado 22 de mayo de 2020];57(3):267-74. Disponible en: <https://content.iospress.com/articles/clinical-hemorheology-and-microcirculation/ch1705>
 15. Rosenson RS, Shott S, Tangney CC. Hypertriglyceridemia is associated with an elevated blood viscosity Rosenson: triglycerides and blood viscosity. Atherosclerosis [Internet]. 1 de abril de 2002 [citado 22 de mayo de 2020];161(2):433-9. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0021915001006566>
 16. Velcheva I, Antonova N, Dimitrova V, Dimitrov N, Ivanov I. Plasma lipids and blood viscosity in patients with cerebrovascular disease. Clin Hemorheol Microcirc. 2006;35(1-2):155-7.
 17. Viscosity of Whole Blood – viscosity table and viscosity chart:: Anton Paar Wiki [Internet]. Anton Paar. [citado 13 de octubre de 2020]. Disponible en: <https://wiki.anton-paar.com/en/whole-blood/>
 18. Brun J-F, Varlet-Marie E, Raynaud de Mauverger E. Hematocrit and hematocrit viscosity ratio during exercise in athletes: Even closer to predicted optimal values? Clin Hemorheol Microcirc. 2016;64(4):777-87.
 19. Traystman RJ. Cerebrovascular Anatomy and Hemodynamics. En: Primer on Cerebrovascular Diseases: Second Edition. Elsevier Inc.; 2017. p. 5-12.
 20. Rasyid A, Harris S, Kurniawan M, Mesiano T, Hidayat R. Fibrinogen and LDL Influence on Blood Viscosity and Outcome of Acute Ischemic Stroke Patients in Indonesia. Ann Neurosci. julio de 2019;26(3-4):30-4.
 21. Zhong R, Liu H, Wang H, Li X, He Z, Gangla M, et al. Adaption to High Altitude: An Evaluation of the Storage Quality of Suspended Red Blood Cells Prepared from the Whole Blood of Tibetan Plateau Migrants. Bönig H, editor. PLOS ONE [Internet]. 4 de



- diciembre de 2015 [citado 16 de mayo de 2020];10(12):e0144201. Disponible en: <https://dx.plos.org/10.1371/journal.pone.0144201>
22. Sloop GD, Mercante DE. Opposite effects of low-density and high-density lipoprotein on blood viscosity in fasting subjects. *Clin Hemorheol Microcirc.* noviembre de 1998;19(3):197-203.
 23. Rosenson RS, McCormick A, Uretz EF. Distribution of blood viscosity values and biochemical correlates in healthy adults. *Clin Chem [Internet].* agosto de 1996 [citado 22 de mayo de 2020];42(8 Pt 1):1189-95. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8697575/>
 24. Crowley JP, Metzger J, Assaf A, Carleton RC, Merrill E, Valeri CR. Low density lipoprotein cholesterol and whole blood viscosity. *Ann Clin Lab Sci [Internet].* 11 de enero de 1994 [citado 13 de octubre de 2020];24(6):533-41. Disponible en: <http://www.annclinlabsci.org/content/24/6/533>
 25. Koenig W, Sund M, Ernst E, Mraz W, Hombach V, Keil U. Association between rheology and components of lipoproteins in human blood. Results from the MONICA project. *Circulation [Internet].* 1 de junio de 1992 [citado 13 de octubre de 2020];85(6):2197-204. Disponible en: <https://www.ahajournals.org/doi/abs/10.1161/01.CIR.85.6.2197>
 26. Mayer GA. Blood Viscosity in Healthy Subjects and Patients with Coronary Heart Disease. *Can Med Assoc J [Internet].* 31 de octubre de 1964 [citado 13 de octubre de 2020];91(18):951-4. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1927778/>
 27. Blood viscosity and its determinants in the highest city in the world - Stauffer - 2020 - The Journal of Physiology - Wiley Online Library [Internet]. [citado 13 de octubre de 2020]. Disponible en: <https://physoc.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1113/JP279694>
 28. Martín I, Salcedo R, Font R. Mecánica de fluidos [Internet]. p. 72. Disponible en: https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/20299/1/tema1_Flujo%20interno.pdf
 29. Moggi L. Hemorreología y microcirculación. *Rev argent anestesiología [Internet].* 2011 [citado 15 de octubre de 2020];61-84. Disponible en: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/lil-649154>
 30. Pregrado de Hematología 4ª Edición | booksmedicos [Internet]. 2018 [citado 15 de octubre de 2020]. Disponible en: <https://booksmedicos.org/pregrado-de-hematologia-4a-edicion/>



31. Guyton y Hall. Tratado de fisiología médica - 13th Edition [Internet]. [citado 15 de octubre de 2020]. Disponible en: <https://www.elsevier.com/books/guyton-y-hall-tratado-de-fisiologia-medica/hall/978-84-9113-024-6>
32. Técnicas reométricas [Internet]. [citado 15 de octubre de 2020]. Disponible en: <https://pdfslide.tips/documents/tema-5-tecnicas-reometricas.html>
33. Baskurt O, Boynard M, Cokelet G, Connes P, Cooke BM, Forconi S, et al. New guidelines for hemorheological laboratory techniques. Clin Hemorheol Microcirc [Internet]. 2009 [citado 19 de julio de 2020];42(2):75-97. Disponible en: <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00709840>
34. Moreno L, Calderas F, Sanchez-Olivares G, Medina-Torres L, Sánchez-Solís A, Manero O. La sangre humana desde el punto de vista de la reología. Mater Av. 5 de marzo de 2013;33-7.
35. Brookfield Ametek. DVNext Cone/Plate Rheometer [Internet]. Laboratory Viscometer. 2019 [citado 1 de mayo de 2020]. Disponible en: <https://www.brookfieldengineering.com/products/viscometers/laboratory-viscometers/dvnext-cone-plate-rheometer>
36. Brookfield Engineering Laboratories. BROOKFIELD DV2T Viscometer Operating Instructions - manual No. M13-167-B0614. Vol. 8139. 2018.
37. DV2T Touch Screen Viscometer [Internet]. [citado 2 de agosto de 2021]. Disponible en: <https://www.brookfieldengineering.com/products/viscometers/laboratory-viscometers/dv2t-touch-screen-viscometer>
38. The Nemours Foundation. Análisis de sangre: perfil lipídico [Internet]. Para Padres. 2020 [citado 3 de mayo de 2020]. Disponible en: <https://kidshealth.org/es/parents/blood-test-lipid-panel-esp.html>
39. American Academy of Family Physicians. Perfil de Lípidos en el Análisis de Sangre [Internet]. Pruebas y Procedimientos. 2017 [citado 3 de mayo de 2020]. Disponible en: <https://es.familydoctor.org/perfil-de-lipidos-en-el-analisis-de-sangre/>
40. Mayo Clinic. Cholesterol test [Internet]. Test and Procedures. 2019 [citado 3 de mayo de 2020]. Disponible en: <https://www.mayoclinic.org/tests-procedures/cholesterol-test/about/pac-20384601>
41. Botham K, Mayes PA. Síntesis, transporte y excreción de colesterol. En: Harper Bioquímica Ilustrada. 30.ª ed. México D.F.: McGraw-Hill Interamericana; 2016.
42. Bhagavan NV, Ha C-E. Lipids II. Essent Med Biochem. 2011;209-23.



43. Mayo Clinic. Colesterol HDL: cómo aumentar el colesterol «bueno» [Internet]. 2019 [citado 3 de mayo de 2020]. Disponible en: <https://www.mayoclinic.org/es-es/diseases-conditions/high-blood-cholesterol/in-depth/hdl-cholesterol/art-20046388>
44. März W, Kleber ME, Scharnagl H, Speer T, Zewinger S, Ritsch A, et al. HDL cholesterol: reappraisal of its clinical relevance. *Clin Res Cardiol.* 2017;106(9):663-75.
45. Kosmas CE, Martinez I, Sourlas A, Bouza K V., Campos FN, Torres V, et al. High-density lipoprotein (HDL) functionality and its relevance to atherosclerotic cardiovascular disease. *Drugs Context.* 2018;7:1-9.
46. National Institutes of Health. Colesterol malo (LDL) [Internet]. *Temas de Salud.* 2019 [citado 3 de mayo de 2020]. Disponible en: <https://medlineplus.gov/spanish/ldlthebadcholesterol.html>
47. Holmes M V., Ala-Korpela M. What is 'LDL cholesterol'? *Nat Rev Cardiol.* 2019;16(4):197-8.
48. Wadhera RK, Steen DL, Khan I, Giugliano RP, Foody JM. A review of low-density lipoprotein cholesterol, treatment strategies, and its impact on cardiovascular disease morbidity and mortality. *J Clin Lipidol.* 2016;10(3):472-89.
49. Rajman I, Eacho PI, Chowienczyk PJ, Ritter JM. LDL particle size: An important drug target? *Br J Clin Pharmacol.* 1999;48(2):125-33.
50. Healio. Triglycerides [Internet]. *Topic Reviews.* 2020 [citado 4 de mayo de 2020]. Disponible en: <https://www.healio.com/cardiology/learn-the-heart/cardiology-review/topic-reviews/triglycerides>
51. Botham K, Mayes PA. Lípidos importantes desde el punto de vista fisiológico. En: *Harper Bioquímica Ilustrada.* 30.ª ed. México D.F.: McGraw-Hill Interamericana; 2016.
52. Sweeney ME. Hypertriglyceridemia [Internet]. *Endocrinology.* 2019 [citado 4 de mayo de 2020]. Disponible en: <https://emedicine.medscape.com/article/126568-overview#a3>
53. Talayero BG, Sacks FM. The role of triglycerides in atherosclerosis. *Curr Cardiol Rep.* 2011;13(6):544-52.
54. Stamos TD, Rosenson RS. Low high density lipoprotein levels are associated with an elevated blood viscosity. *Atherosclerosis* [Internet]. septiembre de 1999 [citado 15 de octubre de 2020];146(1):161-5. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0021915099001148>
55. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Chapter I [Internet]. *Human Vitamin and Mineral Requirements.* 2001 [citado 5 de mayo de 2020]. Disponible en: <http://www.fao.org/3/y2809e07.htm>



56. World Heritage Convention. City of Cusco [Internet]. World Heritage List. 2015 [citado 5 de mayo de 2020]. Disponible en: <https://whc.unesco.org/en/list/273/>
57. Sociedad Internacional de Medicina de Montaña - ISMM [Internet]. [citado 23 de septiembre de 2020]. Disponible en: <https://ismm.org/>
58. Rolan T. Neurology and altitude illness. *Neurol Clin Pract.* 2015;5(2):102-7.
59. Pereira-Victorio CJ, Huamanquispe-Quintana J, Castelo-Tamayo LE. Gasometría arterial en adultos clínicamente sanos a 3350 metros de altitud. *Rev Peru Med Exp Salud Pública.* 2014;31(3):473-9.
60. Biology Online Editors. Lipid [Internet]. Biology Online Dictionary. 2020 [citado 6 de mayo de 2020]. Disponible en: <https://www.biologyonline.com/dictionary/lipid>
61. Universidad de Salamanca. Lípido [Internet]. Dicciomed. 2017 [citado 6 de mayo de 2020]. Disponible en: <https://dicciomed.usal.es/palabra/lipido>
62. Clínica Universidad de Navarra. Lípido [Internet]. Diccionario Médico. 2020. Disponible en: <https://www.cun.es/diccionario-medico/terminos/lipido>
63. Biology Online Editors. Lipoprotein [Internet]. Biology Online Dictionary. 2020 [citado 6 de mayo de 2020]. Disponible en: <https://www.biologyonline.com/dictionary/lipoprotein>
64. Real Academia Española. Poise [Internet]. Diccionario de la lengua española. 2014 [citado 6 de mayo de 2020]. Disponible en: <https://dle.rae.es/poise>
65. Merriam-Webster. Poise [Internet]. Merriam Webster.com Dictionary. 2020 [citado 6 de mayo de 2020]. Disponible en: <https://www.merriam-webster.com/dictionary/poise>
66. TA Instruments. VIS 403 [Internet]. 2020 [citado 1 de mayo de 2020]. Disponible en: <https://www.tainstruments.com/vis403/>
67. Canadian Institutes of Health Research. Definitions of Sex and Gender [Internet]. Gender and Health. 2015 [citado 2 de mayo de 2020]. Disponible en: <https://cihr-irsc.gc.ca/e/47830.html>
68. RAE. Definición de edad - Diccionario panhispánico del español jurídico - RAE [Internet]. Diccionario panhispánico del español jurídico - Real Academia Española. [citado 14 de octubre de 2020]. Disponible en: <https://dpej.rae.es/lema/edad>
69. Métodos de Investigación Clínica y Epidemiológica 4ª Edición | booksmedicos [Internet]. [citado 14 de octubre de 2020]. Disponible en: <https://booksmedicos.org/metodos-de-investigacion-clinica-y-epidemiologica-4a-edicion/>
70. Instituto Nacional de Estadística e Informática [Internet]. [citado 24 de agosto de 2021]. Disponible en: <http://m.inei.gob.pe/estadisticas/indice-tematico/morbilidad-7991/>



71. Caceres Pilares J, Rojas Bravo ML, Caceres Espinoza L, Ortiz Martinez J del C. Colesterol total y sus fracciones en adultos de 30 a 39 años, según genero y sub-grupos de edad: Cusco. SITUA [Internet]. 2004 [citado 24 de agosto de 2021];12-9. Disponible en: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/lil-423692>
72. Contribución peruana a la hematología [Internet]. [citado 21 de mayo de 2021]. Disponible en: https://sisbib.unmsm.edu.pe/bvrevistas/acta_andina/v07_n2/contribucion.htm
73. Mejia CR, Cáceres OJ, Rodriguez Alarcon JF, Corrales-Reyes IE, Mejia CR, Cáceres OJ, et al. Variaciones fisiológicas y antropométricas en trabajadores según su residencia en tres altitudes geográficas del Perú. Rev Cuba Investig Bioméd [Internet]. septiembre de 2020 [citado 21 de mayo de 2021];39(3). Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0864-03002020000300011&lng=es&nrm=iso&tlng=es
74. Contribución peruana a la hematología(2) [Internet]. [citado 21 de mayo de 2021]. Disponible en: [https://sisbib.unmsm.edu.pe/bvrevistas/acta_andina/v07_n2/contri\(2\).htm](https://sisbib.unmsm.edu.pe/bvrevistas/acta_andina/v07_n2/contri(2).htm)



PRESUPUESTO

El presente proyecto de investigación forma parte de la investigación titulada: “Valores normales de viscosidad sanguínea y su correlación con el flujo sanguíneo cerebral en población clínicamente sana residente a gran altura (Cusco, 3399msnm)”.

El aporte monetario para el estudio deriva de los fondos obtenidos a través de la Convocatoria: "PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN: CIENCIAS BÁSICAS" Organizado por el Fondo Nacional de Desarrollo Científico, Tecnológico y de Innovación Tecnológica – FONDECYT, y del aporte no monetario brindado por la Universidad Andina del Cusco.

Los montos estimados para las actividades son los siguientes:

	Costo unitario (S/.)	Unidades	Total (S/.)
Materiales e Insumos			
Equipos de protección personal	90.0	10	90
- Mascarillas N95	45.0	6	270
- Protector facial	15.0	200	3000
- Mandilones	1.5	500	750
- Mascarillas quirúrgicas	1.4	1000	1400
- Guantes			
Material para toma de muestra			
- Vacutainer	0.315	1000	315
- Aguja para tubos	0.315	1000	315
- Ligadores simples	5	10	50
- Holder	2.5	10	25
Materiales de limpieza (algodón, alcohol, bolsas rojas, cajas rígidas)	--	--	1000
Insumos de laboratorio	--	--	1500
Pago de personal			
Personal para procesamiento de muestras de viscosidad	1000	6	6000
Personal para doppler transcraneal	12000	1	12000
Personal para traducción del artículo	1200	2	2400
Personal para digitación de resultados	1	2000	2000
Coordinadora administrativa UAC	2500	1	2500
Difusión			
Organización de eventos	1500	2	3000
Procesamiento de muestras (hemoglobina, perfil hepático, perfil lipídico)	120	300	36000
TOTAL			72615



Otros aportes.

Aportes no monetarios U. Andina del Cusco.

Consiste en el pago parcial del incentivo a los investigadores, acceso a base de datos, logística para organización de eventos (dos webinar), alimentación a los recolectores de muestras, papelería y administración.



CRONOGRAMA

	Revisión Bibliográfica	1ra redacción	Cálculo de muestra	1ra revisión	Ejecución	Análisis	2da revisión
Agos-20	X						
Sep-20	X	X					
Oct-20	X	X	X				
Nov-20		X	X	X			
Dic-20 a marzo-21					X		
Abril-21						X	
Abril-21							X



ANEXOS

ANEXO 1.

FICHA DE RECOLECCION DE DATOS

ESTUDIO: ASOCIAACION ENTRE LA VISCOSIDAD SANGUÍNEA CON EL PERFIL DE LIPIDOS EN VOLUNTARIOS SANOS RESIDENTES A GRAN ALTITUD (CUSCO 3399MSNM)

CÓDIGO DE FICHA: _____

FECHA: ____/____/____

I. FILIACIÓN

1. Sexo: 1.0. Femenino () 1.1. Masculino ()
2. Edad: _____ años
3. Distrito y provincia de procedencia: _____
4. Grado de instrucción (Marcar solo el mayor grado obtenido)
 - Primaria: 4.1. Completa () 4.0. Incompleta ()
 - Secundaria 4.3. Completa () 4.2. Incompleta ()
 - Superior técnica. 4.5. Completa () 4.4. Incompleta ()
 - Superior universitaria 4.7. Completa () 4.6. Incompleta ()
 - Sin instrucción: 4.9 ()

II.DATOS CLINICOS

5. Presencia de algún síntoma: NO () SI() Especificar_____
6. Presencia de alguna patología: NO () SI() Especificar_____
7. Consumo de fármacos: AINEs, anticoagulantes, alcohol o tabaco, durante las últimas 72 horas
NO () SI() Especificar_____

III.VALORES DE PERFIL LIPIDICO

8. Valor de colesterol total _____mg/dl.
9. Valor de LDL _____mg/dl.
10. Valor de HDL _____mg/dl.
11. Valor de triglicéridos _____mg/dl.

IV. VALORES DE VISCOSIDAD SANGUINEA Y PLASMATICA

9. Nivel de viscosidad sanguínea: _____cP.
- 10.. Nivel de viscosidad plasmática: _____cP.



ANEXO 2 CONSENTIMIENTO INFORMADO

Consentimiento Informado para Participantes de Investigación

El propósito de esta ficha de consentimiento es proveer a los participantes en esta investigación con una clara explicación de la naturaleza de la misma, así como de su rol en ella como participantes.

La presente investigación es desarrollada por la Universidad Andina del Cusco, siendo el autor responsable el Dr Charles A. Huamaní Saldaña. La meta de este estudio determinar los Valores normales de viscosidad sanguínea y su correlación con el flujo sanguíneo cerebral en población clínicamente sana.

El título del proyecto es **“Valores normales de viscosidad sanguínea y su correlación con el flujo sanguíneo cerebral en población clínicamente sana residente a gran altura (Cusco, 3399msnm)”**

Si usted accede a participar en este estudio, sus datos clínicos y de laboratorio serán recogidos en una ficha de recolección.

La evaluación de la viscosidad sanguínea consiste en medir el nivel de viscosidad de una muestra de sangre venosa extraída del antebrazo, el mismo procedimiento se requiere para el estudio de un panel de exámenes de laboratorio de rutina que incluyen la determinación de la hemoglobina, perfil lipídico, proteínas, albúmina, plaquetas, entre otros. Este procedimiento será gratuito y los resultados serán brindados a los participantes. La cantidad de la muestra será de 5ml, lo cual es lo mínimo necesario para este estudio. Esta muestra de sangre no será conservada para otros estudios distintos a los aquí señalados. La muestra de sangre venosa para esta medición será solicitada por única vez. En ambos casos, la recolección de la muestra estará a cargo de un personal de laboratorio capacitado para este fin.

Algunos de los participantes, que serán seleccionados al azar, podrán ser candidatos para el estudio del flujo sanguíneo cerebral a través de un doppler transcraneal, el cual consiste en un estudio no invasivo similar a una ecografía, donde el transductor del ecógrafo se colocará a nivel de la región comprendida entre el hueso frontal, porción superior de la oreja, y el pómulo; comúnmente conocida como “sien”, estando el paciente en reposo y recostado; este examen es indoloro y toma entre 15 a 20 minutos.

También se les brindará una evaluación clínica completa a cargo de los investigadores a todos los participantes al inicio del estudio, los cuales se realizarán en la clínica de salud de la Universidad Andina del Cusco.

La participación en este estudio es estrictamente voluntaria. La información que se recoja será confidencial y no se usará para ningún otro propósito fuera de los objetivos de esta investigación. Sus respuestas y la muestra sanguínea serán codificadas usando un número de identificación y por lo tanto, serán anónimas.



Si tiene alguna duda sobre este proyecto, puede hacer preguntas en cualquier momento durante su participación en él. Igualmente, puede retirarse del proyecto en cualquier momento sin que eso lo perjudique en ninguna forma. Si alguna de las acciones durante la entrevista le parecen incómodas, tiene usted el derecho de hacérselo saber al investigador o de no realizárselas.

Desde ya le agradecemos su participación.

Acepto participar voluntariamente en esta investigación, el Dr. _____ me ha informado sobre los objetivos del estudio, atendiendo a mis preguntas si las hubiese tenido. Me han indicado también que sobre el uso de mi información clínica con fines de la investigación y sobre la necesidad de la toma de dos muestras de sangre venosa para el estudio. Además, que se me entregarán estos resultados.

Reconozco que la información que yo provea en el curso de esta investigación es estrictamente confidencial y no será usada para ningún otro propósito fuera de los de este estudio sin mi consentimiento. He sido informado de que puedo hacer preguntas sobre el proyecto en cualquier momento y que puedo retirarme del mismo cuando así lo decida, sin que esto acarree perjuicio alguno para mi persona. De tener preguntas sobre mi participación en este estudio, puedo contactar a los investigadores o sus asistentes al teléfono _____.

Entiendo que una copia de esta ficha de consentimiento me será entregada, y que puedo pedir información sobre los resultados de este estudio cuando éste haya concluido. Para esto, puedo contactar al teléfono anteriormente mencionado.

Nombre del Participante (en letras de imprenta)	Firma del Participante	Fecha
--	------------------------	-------

REVOCACIÓN DEL CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA EL ACCESO Y PUBLICACIÓN DE DATOS DE SALUD

Yo _____, REVOCO la autorización para la publicación de mis datos de salud otorgada al profesional:
_____, y firmada con fecha ___/___/_____



ANEXO 3.

CALCULO DEL TAMAÑO DE MUESTRA

Cálculo de tamaño de muestra realizado en PASS, asumiendo valores de tamaños de muestra de 150, 200 y 250 personas. El objetivo fue calcular la diferencia de correlación que se puede detectar con dichos tamaños de muestra.

One Correlation Power Analysis

Numeric Results when Ha: $R_0 <> R_1$

Power	N	Alpha	Beta	R0	R1
0.90000	150	0.01000	0.10000	0.00000	0.30720
0.90000	200	0.01000	0.10000	0.00000	0.26769
0.90000	250	0.01000	0.10000	0.00000	0.24032
0.90000	150	0.05000	0.10000	0.00000	0.26032
0.90000	200	0.05000	0.10000	0.00000	0.22638
0.90000	250	0.05000	0.10000	0.00000	0.20298

References

Graybill, Franklin. 1961. An Introduction to Linear Statistical Models. McGraw-Hill. New York, New York.

Guenther, William C. 1977. 'Desk Calculation of Probabilities for the Distribution of the Sample Correlation

Coefficient', The American Statistician, Volume 31, Number 1, pages 45-48.

Zar, Jerrold H. 1984. Biostatistical Analysis. Second Edition. Prentice-Hall. Englewood Cliffs, New Jersey.

Report Definitions

Power is the probability of rejecting a false null hypothesis. It should be close to one.

N is the size of the sample drawn from the population. To conserve resources, it should be small.

Alpha is the probability of rejecting a true null hypothesis. It should be small.

Beta is the probability of accepting a false null hypothesis. It should be small.

R0 is the value of the population correlation under the null hypothesis.

R1 is the value of the population correlation under the alternative hypothesis.



Summary Statements

A sample size of 150 achieves 90% power to detect a difference of -0.30720 between the null hypothesis correlation of 0.00000 and the alternative hypothesis correlation of 0.30720 using a two-sided hypothesis test with a significance level of 0.01000.

