



**UNIVERSIDAD PERUANA
CAYETANO HEREDIA**
FACULTAD DE MEDICINA

**“EFECTO DEL ESTIRAMIENTO ESTÁTICO PASIVO EN LA FUERZA
MUSCULAR DE LA PRENSIÓN GRIP EN TRABAJADORES MINEROS
DE EMPRESAS COMUNALES DE SERVICIOS MÚLTIPLES”**

**“EFFECT OF PASSIVE STATIC STRETCHING ON THE MUSCULAR
FORCE OF GRIP PRESSURE IN MINING WORKERS OF MULTIPLE
SERVICES COMMUNITY COMPANIES”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE LICENCIADO EN
TECNOLÓGÍA MÉDICA EN LA ESPECIALIDAD TERAPIA FÍSICA Y
REHABILITACIÓN**

AUTORES:

GRANADOS BALDEÓN, ROSMERY

NAJARRO CURO, LUZ MELISA

VELASQUEZ SIFUENTES, EDSON

ASESOR(ES):

Lic. CORREA ÑAÑA, Raúl

Lic. PERALTA LAZO, José

LIMA-PERÚ

2021

MIEMBROS DEL JURADOS

Dr. Santisteban Huaranga, Oscar Pablo – Presidente

Lic. Melendez Olivari, Elizabeth – Secretaria

Mg. Arakaki Villavicencio, Jose Miguel Akira – Vocal

DEDICATORIA

A Dios, a nuestros padres por brindarnos el apoyo incondicional durante nuestra formación profesional y a nuestros asesores por su ayuda.

AGRADECIMIENTOS

Un agradecimiento a nuestros asesores, en especial al Dr. Raúl Edwin Correa Ñaña por su paciencia y comprensión.

Agradecemos a la familia Baldeón del departamento de Pasco por el apoyo brindado durante la ejecución del proyecto.

FUENTES DE FINANCIAMIENTO

Autofinanciado

DECLARACIÓN DEL AUTORES

Los autores declaran que no existe conflictos de intereses.

RESULTADO DEL INFORME DE SIMILITUD

“EFECTO DEL ESTIRAMIENTO ESTÁTICO PASIVO EN LA FUERZA MUSCULAR DE LA PRENSIÓN GRIP EN TRABAJADORES MINEROS DE EMPRESAS COMUNALES DE SERVICIOS MÚLTIPLES”

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.utn.edu.ec Fuente de Internet	3 %
2	documents.mx Fuente de Internet	2 %
3	issuu.com Fuente de Internet	2 %
4	riull.ull.es Fuente de Internet	1 %
5	bdigital.ces.edu.co:8080 Fuente de Internet	1 %
6	www.elsevier.es Fuente de Internet	1 %
7	core.ac.uk Fuente de Internet	1 %
8	mystretchingvital.blogspot.com Fuente de Internet	1 %

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCION	1
MATERIAL Y MÉTODO	7
RESULTADOS	12
DISCUSIÓN	15
CONCLUSIÓN	19
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	21
TABLAS Y GRÁFICOS	27

RESUMEN

Los problemas que los trabajadores mineros presentan en la mano son ocasionados por los movimientos repetitivos y sostenidos que realizan durante su jornada laboral; lo que conlleva que las fibras musculares se encuentren acortadas y débiles provocando una disminución gradual de fuerza muscular, para contrarrestar este problema se aplicó un programa de estiramiento estático pasivo.

Objetivo: Determinar el efecto del estiramiento estático pasivo en la fuerza muscular de la prensión grip en trabajadores mineros de empresas comunales de servicios múltiples del Departamento de Pasco 2019.

Material y método: El estudio es cuasi-experimental de diseño pre-prueba y post-prueba y grupo control. La muestra estuvo conformada por 50 mineros para cada grupo (experimental y control). Para recoger información se utilizó una ficha de recolección de datos y el instrumento para medir la fuerza muscular fue el dinamómetro hidráulico JAMAR. El programa se aplicó durante un mes con una frecuencia de 6 veces por semana.

Resultado: El programa provocó diferencias estadísticamente significativas de la fuerza muscular de la prensión grip en las tres mediciones tanto en la mano derecha ($p=0,02$) como en la izquierda ($p=0,002$). Mientras que, en el grupo control la fuerza en ambas manos no presentó una diferencia significativa $p>0,05$.

Conclusión: El efecto del estiramiento estático pasivo sobre la fuerza muscular de la prensión grip resultó ser beneficioso en los trabajadores mineros de las empresas comunales de servicios múltiples del departamento de Pasco.

Palabras Claves: Estiramiento estático pasivo, Acortamiento, Fuerza muscular, Dinamometría, Biomecánica de la presión, Mineros.

ABSTRACT

Problems that mine workers present in their hands are caused by the repetitive and sustained movements they make during their working day; this leads to shortened and weak muscle fibers causing a gradual decrease in muscle strength, to counteract this problem, an passive static stretching program was applied.

Objective: To determine the effect of passive static stretching on the muscle strength of the grip in mining workers of multi-service community enterprises in the Department of Pasco 2019.

Material and Method: The study is quasi-experimental in pre-test and post-test design and control group. The sample was made up of 50 miners for each group (experimental and control). A data collection sheet was used to collect information and the instrument used to measure muscle strength was the JAMAR hydraulic dynamometer.

The program was applied during one month with a frequency of 6 times per week.

Result: The program caused statistically significant differences in the muscle strength of the grip in all three measurements in both the right hand ($p=0.02$) and the left hand ($p=0, 002$). While in the control group the strength in both hands did not show a significant difference $p>0.05$.

Conclusion: The effect of passive static stretching on the muscle strength of the hand grip in mining workers of the communal multi-service companies of the department of Pasco turned out to be beneficial, while, for the control group, no changes in muscle strength were evidenced.

Keywords: Active static stretching, Shortening, Muscle strength, Dynamometry, Biomechanics of pressure, Miners.

INTRODUCCIÓN

La minería es una actividad extractiva de minerales del suelo y subsuelo que se desarrolla en todo el mundo, tiene un rol fundamental al ser fuente de crecimiento, sustento y desarrollo de la población de un país. Perú es uno de los principales países mineros y uno de los mayores productores de metales a nivel mundial, sus exportaciones totales en el 2015 representaron el 39% (1).

Según el Ministerio de Energía y Minas, la minería es una de las principales actividades económicas que genera mayor cantidad de empleo, el subsector generó en junio del 2019 un incremento de 4,39% en comparación al mismo mes del año anterior, el empleo se mantuvo superior al promedio anual a comparación del 2018 (2). En el Perú, esta actividad se desarrolla en distintas zonas geográficas. Las empresas mineras del departamento de Pasco representan una importante fuente laboral puesto que, según la distribución de empleo minero a nivel regional dicho departamento representó el 6,76% en el 2019 (2).

Las empresas mineras de Pasco han optado por estrechar lazos con las comunidades aledañas mediante la formación de empresas comunales de servicios múltiples brindándoles trabajo con el propósito de evitar conflictos sociales. Estas son empresas contratistas que se desempeñan en el ámbito de la minería, dedicadas a promover y ejecutar todo tipo de obras. Muchas de las empresas comunales brindan servicios de construcción de represas de relaves, canales de re-circulación de aguas ácidas, muros de contención, saneamientos básicos y otras actividades propias del sector minero (3).

Los trabajadores que realizan estas actividades se encuentran expuestos a riesgos

químicos, biológicos, mecánicos, físicos y ergonómicos. Dentro de los riesgos físicos más relevantes se encuentran el ruido, trabajo en altura y las vibraciones. Estas pueden ser transmitidas a una zona del cuerpo, pero, generalmente afectan a los miembros superiores. El ser humano percibe las vibraciones no solo en el punto de contacto con el agente vibratorio, sino también en el interior del cuerpo, causando menor o mayor efecto según sean las características de las vibraciones, la postura corporal, la tensión muscular y las características propias del trabajador. Las vibraciones de alta frecuencia (20 a 100 Hz) son las más comunes, estas son originadas por las herramientas manuales rotativas, alternativas o percutoras (4). Por otro lado, en los ergonómicos resaltan los movimientos repetitivos, permanencia en posturas inadecuadas por largos períodos, fatiga muscular o nerviosa y sobrecarga de las extremidades superiores (5).

Dentro de la jornada laboral que realiza el trabajador en el sector minero, una de las partes del cuerpo con mayor actividad son las manos, siendo estas consideradas como un órgano de prensión muy especial y eficiente tanto por sus habilidades motoras como por su discriminación sensitiva (6). Constituida por huesos, ligamentos, músculos, tendones, nervios y vasos sanguíneos por tal razón está dotada de una riqueza funcional y gran abundancia de posiciones, movimientos y acciones (7).

En el año 2019, el Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo del Perú registró un total de 4,35% de accidentes de trabajo en la actividad de explotación de minas y canteras. Asimismo, reportó que el esfuerzo físico y falso movimiento representa un 5,39% de todas las formas de accidente y la parte del cuerpo más afectada fue los dedos de la mano con un 22,08% (8).

La importancia de evaluar la función de la mano en relación a este tipo de actividad se centra en conocer y medir la fuerza muscular. La fuerza muscular es definida según Hincapié (9) como la tensión que un músculo puede oponer a una resistencia en un esfuerzo máximo, por su parte Heyward (10) menciona que es la capacidad de un grupo muscular para producir la tensión necesaria para iniciar el movimiento, controlar o mantener una postura.

Neumann (11) considera que el músculo está constituido por fibras que se encuentran en una disposición longitudinal formadas por una gran cantidad de miofibrillas. La fibra muscular es la unidad estructural del músculo que consta de células con mayor contenido de proteínas como son la miosina, actina, troponina, tropomiosina y filamentos conectores como la titina. El músculo también posee proteínas contráctiles empaquetados por una red de tejido conectivo de epimisio, perimisio y endomisio.

El sistema muscular inicia su función cuando la fibra muscular se despolariza al ser estimulada por la acetilcolina conllevando a la liberación de calcio del retículo sarcoplásmico hacia el citoplasma. Dentro del citoplasma se encuentran las miofibrillas de actina y miosina las cuales al unirse al calcio producen un acortamiento conllevando a la contracción de la fibra muscular (12).

La fuerza de prensión o agarre es considerada como el método más simple para evaluar la función muscular. Esta es el resultado de una flexión forzada voluntaria máxima de los dedos por un individuo en condiciones normales (13) y es generada a partir del trabajo de los músculos intrínsecos y extrínsecos de la mano (14). Asimismo, es importante la co-contracción de los flexores y extensores del antebrazo para estabilizar la muñeca y lograr una prensión con una fuerza máxima,

la disminución de esta se asociada a la longitud del músculo y la tensión de los agonistas y antagonistas (15).

La dinamometría es una técnica de medición de la fuerza isométrica máxima, es decir, la tensión ejercida contra una resistencia mayor sin desplazar las palancas por medio de un dispositivo que proporciona una resistencia controlada, velocidad constante y registra la fuerza ejercida por el músculo contra la misma (16).

El dinamómetro hidráulico Jamar es un instrumento de evaluación de la fuerza muscular reproducible, barata, sencilla que presenta alta sensibilidad y especificidad (14), el cual expresa la fuerza de presión en Kilogramos y Libras. Posee 5 posiciones ajustables y separadas por una distancia de 0,5 pulgadas (1,39 cm.) lo que permite analizar la fuerza ejercida en distintas posiciones de cierre de la mano, o lo que cinesiológicamente debe entenderse como la fuerza ejercida en diferentes longitudes del aparato flexor de los dedos. Puede determinar una fuerza máxima de 90 Kg. (200 libras) y la unidad de la escala es de 2 Kg. (5 libras) (17). Algunos investigadores mencionan que la fuerza de presión óptima se da en el rango de extensión de 20°- 45° de la muñeca (15).

Se conoce que existen rangos articulares establecidos para todas las articulaciones del cuerpo humano, el desarrollo insuficiente de la amplitud de movimiento como consecuencia de una musculatura acortada es un factor que impide habilidades motrices y el desarrollo de actividades básicas como la fuerza, coordinación, velocidad y resistencia (18). La elasticidad de los tejidos se reduce después de las enfermedades y lesiones musculoesqueléticas; por ello se produce un cambio en la relación longitud-tensión del músculo.

La recuperación de la flexibilidad está relacionada con el estiramiento que es una

maniobra que ayuda a elongar o alargar los tejidos blandos, con la finalidad de aumentar la elasticidad. También provoca un incremento de la síntesis proteica lo que conlleva a favorecer el aumento de la fuerza muscular. Ha sido considerado como un método efectivo a la hora de prevenir lesiones en los músculos y tendones como consecuencia de la actividad (18). Existen dos técnicas de estiramiento: El estiramiento dinámico y estático. El estiramiento dinámico es un tipo de estiramiento reservado, casi siempre, a ciertas modalidades deportivas en las que es necesario un excelente control de la movilidad en toda su amplitud, esta modalidad está orientada fundamentalmente en músculos de mayor longitud y área de sección transversal (12,19).

El estiramiento estático es la elongación de los tejidos se produce con lentitud sobre la base de una posición sostenida, donde el movimiento articular se detiene en el punto máximo de estiramiento del músculo tratado, manteniendo la posición por más de un segundo, siendo esta la técnica más utilizada por su fácil ejecución y gran eficacia que permite una adecuada adaptación del tejido muscular y facilita la elongación plástica de los tejidos conectivos con menor gasto energético sin desencadenar el reflejo miotático (20). Asimismo, incrementa la flexibilidad de diferentes tejidos como músculos, tendones, cápsulas articulares, ligamentos, nervios, piel, etc. ya que afecta tanto a las propiedades mecánicas como neurológicas de la unidad músculo-tendón (12,21)

Existen dos tipos de estiramiento estático: activo y pasivo. El primero no requiere de asistencia externa gracias a que el individuo mantiene la posición de estiramiento por la activación isométrica de la musculatura agonista al movimiento (21). El estiramiento estático pasivo elonga a los músculos sin generar contracción y es

realizado por un agente externo como un compañero (asistido), el propio sujeto (autoasistido) o por un instrumento (12,21).

En cuanto a la biomecánica del tejido miotendinoso cuando se realiza el estiramiento muscular estático se produce dos tipos de respuestas: Creep o deformación progresiva; el cual sucede cuando se somete un tejido viscoelástico a la acción de una carga constante durante un periodo de tiempo e inicialmente se produce una deformación rápida y luego una deformación lenta, progresiva y creciente hasta alcanzar el equilibrio, mientras que en la relajación el material viscoelástico se mantiene en una longitud constante durante un periodo de tiempo generando una respuesta que consiste en un elevado estrés inicial en el tejido (20).

La teoría de los umbrales de estímulo en el ejercicio físico es también válida en los estiramientos. Según esta teoría un estiramiento demasiado suave no producirá casi ningún efecto en el organismo, ni una mejora en la movilidad articular. Mientras que un estiramiento demasiado violento o extremo producirá una lesión, o en el mejor de los casos, una contracción protectora de los músculos (19).

Bandy WD y colaboradores (22) realizaron un estudio donde compararon el estiramiento estático con el dinámico durante 6 semanas con una frecuencia de 5 veces por semana. Donde encontraron que el estiramiento estático de 30 seg. aumentó el doble de rango articular que el estiramiento dinámico.

El impacto del estiramiento estático sobre la fuerza muscular ha sido ampliamente discutido en la literatura, sin consenso todavía. La gran mayoría menciona que hay una reducción en la capacidad de producir fuerza muscular inmediatamente después de los protocolos de estiramiento estático (23,24). Mientras que, la investigación de Happiness A et al (25) quienes aplicaron un programa de estiramiento estático sobre

los flexores de la muñeca durante 35, 45 y 60 seg. concluyeron que el efecto agudo del estiramiento no ocasiono una disminución significativa de la fuerza muscular.

Respecto al efecto crónico del estiramiento, Nelson AG y colaboradores (26) aplicaron estiramientos estáticos en miembro inferior durante 10 semanas con una frecuencia de 3 veces por semana con 4 repeticiones de 30 seg. de estiramiento con periodo de descanso de 30 seg. entre cada estiramiento donde encontraron un aumento significativo de la fuerza muscular y el rango articular en el miembro estirado.

Después de la búsqueda exhaustiva no se encontraron estudios sobre la relación del efecto crónico del estiramiento en miembro superior, por lo tanto, el objetivo del presente estudio es determinar el efecto del estiramiento estático pasivo en la fuerza muscular de la prensión grip en trabajadores mineros de empresas comunales de servicios múltiples del Departamento de Pasco 2019.

MATERIAL Y MÉTODO

Diseño de estudio

Estudio cuasi-experimental con diseño con pre-prueba post-prueba y grupo de control (27). Se siguió el diagrama de estudio con su respectiva simbología (anexo 1).

Población:

Estuvo conformado por mineros que laboran en 9 empresas comunales de servicios múltiples del departamento de Pasco.

Criterios de inclusión:

- Trabajadores mineros de 18-40 años que laboran en las empresas comunales de servicios múltiples.

Criterios de exclusión:

- Trabajadores mineros con lesiones, problemas articulares y enfermedades degenerativas actuales.
- Trabajadores de áreas administrativas de las empresas comunales de servicios múltiples.

Muestra

Unidad de análisis

Un trabajador minero de la empresa comunal de servicios múltiples Ecosem Rancas, Ecosem Quiulacocha, Ecosem Yurajhuanca y Ecosem Tingo-palca.

Tamaño muestral

Para el cálculo del tamaño de muestra se utilizó la siguiente fórmula:

$$n = \frac{(Z_{1-\frac{\alpha}{2}} + Z_{1-\beta})^2 * (S_1^2 + S_2^2)}{(X_1 - X_2)^2}$$

Donde:

$$Z_{1-\alpha/2} = 1,64$$

$$Z_{1-\beta} = 0,84$$

$S_1^2 + S_2^2 = (8,6)^2 + (8,6)^2 = 147,2$ (desviación estándar común basado en el estudio de Happiness et al. (25)).

$(X_1 - X_2)^2 = (4,5)^2 = 20,25$ (La diferencia de medias a detectar fue consultada a un experto en el tema)

n= 45

Al tamaño de muestra obtenida (anexo 2) se incrementó un 10% como tasa de rechazo y se evaluó a 50 trabajadores mineros de las empresas comunales Ecoferm Rancas, Ecoferm Quiulacocha como grupo de tratamiento y 50 trabajadores mineros de las empresas Ecofermy Yurajhuanca y Ecoferm Tingo-palca como grupo control durante el periodo de diciembre de 2019.

Marco muestral:

Registro del personal por el área de recursos humanos de las empresas comunales de servicios múltiples: Ecoferm Rancas, Ecoferm Quiulacocha, Ecofermy Yurajhuanca y Ecoferm Tingo-palca, localizada en el departamento Pasco.

Muestreo

De la población de trabajadores mineros, distribuidos en 9 empresas comunales de servicios múltiples se han seleccionado 4 empresas de forma aleatoria estas fueron: Ecoferm Rancas (100 trabajadores), Ecoferm Quiulacocha (50 trabajadores), Ecofermy Yurajhuanca (35 trabajadores) y Ecoferm Tingo-palca (47 trabajadores). Del total de trabajadores (232) se seleccionaron 50 trabajadores para el grupo tratamiento, 33 de la empresa Ecoferm rancas y 17 Ecoferm Quiulacocha y 50 trabajadores para el grupo control, 22 de la empresa Ecofermy Yurajhuanca y 28 Ecoferm Tingo Palca.

Variables (ver anexo 3):

Fuerza muscular de la prensión grip (Dependiente): Capacidad de un grupo muscular para desarrollar una fuerza contráctil máxima, contra una resistencia en una sola contracción.

Estiramiento estático pasivo (Independiente): Consiste en alargar el músculo de manera lenta, deliberada y sostenida en una determinada posición por más de 1 segundo donde el movimiento articular se detiene en el punto máximo de estiramiento del músculo tratado, para facilitar así la elongación plástica del tejido conectivo (20). Este estiramiento es realizado por el mismo sujeto.

Instrumentos de medición

Los materiales utilizados para la medición de la fuerza muscular de la prensión grip y de las medidas antropométricas de la mano fueron los siguientes:

- Dinamómetro Jamar
- Cinta métrica
- Cono
- 2 Baja lenguas

Procedimiento de recolección de información

- El protocolo de estudio fue aprobado por el Comité Institucional de Ética para Humanos (CIEH) de la Universidad Peruana Cayetano Heredia y autorizado por la gerencia de cada empresa comunal.

- Se realizó una charla a los trabajadores de las 4 empresas comunales explicando el procedimiento del estudio y cuáles eran los criterios de inclusión y exclusión.
- Los trabajadores que cumplían con los criterios de inclusión y quienes aceptaban participar en el estudio se procedía a firmar el consentimiento informado (anexo 10)
- Se realizó una encuesta para rellenar la ficha de recolección de datos (anexo 8). Luego se registró las medidas antropométricas de la mano en la ficha elaborada (anexo 9) siguiendo el protocolo (anexo 4) y la medición de la fuerza de prensión grip fue anotado en la ficha (anexo 9) de acuerdo a la recomendación de la ASHT (anexo 5).
- Adicionalmente a los trabajadores que pertenecían al grupo de tratamiento se le realizó un programa de estiramientos (anexo 6) que consto de 4 ejercicios (anexo 7).
- Para ambos grupos la fuerza muscular se midió a la segunda y cuarta semana después de la primera medición.

Plan de análisis

Los datos obtenidos se almacenaron en una hoja Excel luego fueron migrados al software STATA V16. Para las variables cuantitativas se calcularon medidas de tendencia central y dispersión y para las variables categóricas frecuencia y porcentajes. Para hallar la distribución de normalidad de las variables y de las fuerzas medidas se realizó un análisis con el test de Shapirro Wilk. Se usó ANOVA

de medidas repetidas con el fin de analizar el efecto del estiramiento estático pasivo sobre la fuerza muscular de la prensión grip.

Aspectos éticos

El protocolo de estudio fue aprobado por el Comité Institucional de Ética para Humanos (CIEH) de la Universidad Peruana Cayetano Heredia antes de ser ejecutado. Los datos recolectados fueron de manera confidencial y a cada trabajador se le asignó un código. Sólo los investigadores tuvieron conocimiento de la identidad de los participantes.

RESULTADOS

En el presente estudio participaron 100 trabajadores mineros de empresas comunales de servicios múltiples asociadas a la compañía minera Cerro SAC, seleccionados aleatoriamente. 50 de estos trabajadores fueron asignados al grupo de tratamiento y 50 al grupo control. Durante el estudio 10 participantes se retiraron, finalizando la investigación con 90 sujetos (**ver Fig. 1**).

Las características demográficas de los trabajadores mineros, nos muestran que en ambos grupos los participantes son adultos jóvenes, no existiendo diferencias significativas en la edad $p > 0,05$. Respecto a la variable peso y talla se puede apreciar que se trata de una población dentro de los promedios normales y no existió diferencia significativa entre ambos grupos $p > 0,05$. El tiempo de servicio observado indica que el 50% de los trabajadores en el grupo control están por encima de los 14 meses, mientras que en el grupo de tratamiento fue de 8 meses, no existiendo diferencias significativas en ambos grupos $p > 0,05$ (**Tabla 1**).

Respecto a los puestos de trabajo se encontró que la gran mayoría de participantes

se desempeñaban como operador de planta para ambos grupos (26,7%), respecto al puesto de mantenimiento mecánico en el grupo de tratamiento la frecuencia fue de 26,7% siendo ligeramente superior al grupo de control con 20,0%. Para el puesto de trabajo de peón en el grupo de tratamiento la frecuencia fue de 24,4% en comparación del grupo control con un 13,3%. (**Tabla 2**).

Los resultados de las características antropométricas de la mano derecha e izquierda de ambos grupos muestran que las medidas de la longitud máxima y longitud palmar, ancho y ancho máximo, espesor, diámetro, circunferencia máxima y circunferencia, longitudes de la primera, segunda, tercera, cuarta y quinta falange mostraron ser homogéneos. Es importante señalar que los datos mostrados son resultado de un análisis preliminar de la normalidad por lo cual se optó considerar las medidas de tendencia central y dispersión. (**Tabla 3**).

La **Tabla 4** muestra la medición de la fuerza muscular de la prensión grip de ambas manos en tres momentos: al inicio en el grupo de tratamiento se observa que la mano derecha muestra una fuerza de $43,62 \pm 6,85$ kg. y la mano izquierda una fuerza de $44,71 \pm 6,79$ kg., valores que se incrementaron luego de aplicar el programa de estiramiento estático pasivo, observándose un incremento de la fuerza en la mano derecha a $44,97 \pm 7,08$ kg. y en la mano izquierda a $46,26 \pm 7,16$ kg. luego de medir a las dos semanas. Asimismo, podemos apreciar que el incremento de la fuerza al final de la intervención fue de $45,47 \pm 6,83$ kg en la mano derecha y de $46,66 \pm 7,71$ kg. en la mano izquierda. También se muestran las mediciones de la fuerza muscular de prensión grip del grupo control donde se aprecia que las fuerzas se encuentran en el intervalo de $41,35 \pm 5,54$ y $42,28 \pm 5,34$ kg. en ambas manos.

La **Tabla 5** muestra la fuerza muscular expresada en la mediana y su respectivo rango intercuartil de 45 participantes que recibieron el programa de estiramientos estático pasivo, los resultados de la fuerza muscular de la prensión grip medidas inicialmente, después de dos semanas y al final según lateralidad no mostraron diferencia significativa $p>0.05$.

En la **Tabla 6** se muestra la clasificación de la fuerza de prensión grip dividida en dos subgrupos: favorable y desfavorable, el primero incluye la fuerza excelente, muy bueno y bueno, mientras que, el segundo agrupa las fuerzas regular, malo y deficiente. Esta clasificación se realizó con el propósito de comparar la cantidad de participantes con fuerza favorable en cada grupo. Esta comparación se detalla en el gráfico 1 y 2.

El Gráfico 1 muestra la comparación del porcentaje de participantes con fuerza favorable de la mano derecha de ambos grupos. En el grupo de tratamiento en la medición inicial se obtuvo un 15,55% de participantes con fuerza favorable luego de dos semanas aumentó a 17,79% de participantes y a la cuarta semana se aprecia un mayor incremento hasta 24,45% de participantes. El grupo control inicio con una cantidad de 6,66% de participantes, después de dos semanas hubo un descenso a 2,22% de participantes y esta se mantuvo hasta la cuarta semana. En el Gráfico 2 se muestra el porcentaje de participantes con fuerza favorable en la mano izquierda. El 35,55% de participantes del grupo de tratamiento medidos inicialmente muestran una fuerza favorable, luego de dos semanas el porcentaje de participantes con fuerza favorable se incrementó a 42,22% y la medición final indica una fuerza favorable en 44,45% participantes. Asimismo, en el grupo control se aprecia que la cantidad de participantes se mantienen homogéneos.

Para determinar las diferencias en la fuerza muscular de la prensión grip después de aplicar un programa de estiramiento estático pasivo con tres mediciones (inicial, a dos semanas y final), se aplicó la prueba estadística ANOVA de medidas repetidas unidireccionales en una muestra de 45 participantes seleccionados para el grupo de tratamiento. Los resultados mostraron que el programa de estiramiento estático pasivo provocó diferencias estadísticamente significativas en las medias de la fuerza muscular de la prensión grip a lo largo de las tres mediciones tanto en la mano derecha ($p=0,02$) como en la izquierda ($p=0,002$). A diferencia del grupo control donde la fuerza muscular de la prensión grip en ambas manos en las tres mediciones no presentó una diferencia significativa $p>0,05$ (**Tabla 7**).

DISCUSIÓN

El propósito de esta investigación fue determinar el efecto del estiramiento estático pasivo sobre la fuerza muscular de prensión grip en trabajadores mineros, debido a que la mano en este grupo poblacional realiza una gran actividad durante la jornada laboral. En el sector minero se realizan diversas actividades como la construcción las cuales podrían ocasionar disminución de la fuerza muscular en miembro superior exponiendo a los trabajadores a sufrir accidentes laborales y pérdidas económicas a la empresa minera. Esto se respalda con el estudio realizado por Roja Z y colaboradores (28) quienes mencionan que a pesar de la mecanización en el sector de construcción los factores ergonómicos como la carga física, posturas inadecuadas, rigidez en los músculos siguen ocasionando trastornos musculoesqueléticos.

De acuerdo a la revisión bibliográfica esta investigación sería el primer estudio que presenta valores de referencia de la fuerza muscular de la prensión grip en

trabajadores mineros de 18-40 años en la región de Pasco, y para clasificar la fuerza muscular de la muestra de este estudio se utilizó la baremación realizada por Vera V (29) en Chile en el año 2018 basándonos en esta clasificación encontramos que en el grupo que realizó los estiramientos el porcentaje de participantes con fuerza favorable aumentó para ambas manos, mientras que, el grupo control culminó con una disminución de la cantidad de participantes con la fuerza favorable para la mano derecha y un ligero aumento para la mano izquierda.

Los resultados obtenidos indican que después de la aplicación del estiramiento estático pasivo durante un mes, con una frecuencia de 6 veces por semana en el grupo de tratamiento, mostró un cambio significativo de la fuerza muscular de la prensión grip ($p < 0,02$), mientras que en el grupo control no se evidenció cambios significativos desde la evaluación inicial, a las dos semanas y final ($p > 0,05$).

Es importante una óptima longitud del sarcómero para generar fuerza, si esta se llega a acortar las proteínas contráctiles se encontrarían muy juntas ocasionado que no pueda desarrollar su capacidad contráctil por lo que sería un músculo débil (11). Por ende, los cambios evidenciados en el grupo que recibió el programa de estiramiento estático pasivo, podría explicarse a que este tipo de estiramiento mejora la longitud muscular influyendo en la longitud de la sarcómera(30), la circulación sanguínea y el metabolismo local (31). También inhibe el reflejo miotático llegando a eliminar la rigidez articular y disminuir el tono muscular incluso estimula a los órganos tendinosos de Golgi frente a la tensión anulando así la respuesta del huso, para que el músculo llegue a relajarse como respuesta refleja al cambio de longitud produciendo así adaptaciones neuromusculares (32). Algunos estudios mencionan que también el aumento de la fuerza muscular se debe

al incremento del número de sarcómeros en serie, esto no se manifestaría en este estudio ya que en la investigación de Lima et al (33) y Kokkonen et al (30) mencionan que para generar este cambio el programa de estiramientos debe ser de alta intensidad y con una duración de 30 minutos al día.

Por otro lado, estos resultados obtenidos coinciden con otros estudios donde demostraron que el efecto crónico del estiramiento estático aumenta el rango de movimiento (ROM) y la fuerza muscular (26,30,33,34). De estos estudios Lima et al (33) encontraron un aumento en la fuerza muscular después de aplicar un programa de estiramientos estáticos durante 8 semanas con una frecuencia de 3 veces por semana con 3 series de 30 segundos de estiramiento y 30 segundos de descanso, pero no encontró cambios en la longitud del fascículo y ángulo de penetración esto pudo haber ocurrido debido a que solo aplicó un ejercicio de estiramiento mientras que, en este estudio se aplicó 4 ejercicios de estiramiento lo que podría ocasionar un cambio en la arquitectura muscular. Esto se respalda con la investigación de Freitas y colaboradores (34) quienes mencionan que para generar un mayor aumento de rango articular y cambios en los parámetros de la arquitectura muscular depende de la intensidad, duración, repeticiones y frecuencia de la aplicación del estiramiento.

Luego de una extensa búsqueda en la literatura no se logró encontrar estudios que relacionan el efecto crónico del estiramiento estático sobre la fuerza muscular en miembro superior, la mayoría de ellos analizan solo los efectos agudos del estiramiento sin investigar los cambios crónicos en la unidad musculo-tendón siendo este un determinante funcional y biomecánico importante de la producción y velocidad de la fuerza (33).

En la revisión sistemática de Shrier (24) concluye que el efecto crónico del estiramiento puede mejorar la fuerza muscular, pero los episodios agudos de estiramiento pueden llegar a ser perjudiciales para el rendimiento, esto último concuerda con la investigación de Jelmini et al. (23) donde mencionan que los efectos agudos del estiramiento pueden disminuir la producción de fuerza en un 4,4% de la extremidad superior estirada. Esto podría explicarse debido a que en el estiramiento agudo no se llega a conseguir la etapa plástica solo se queda en la elástica ocasionando que la estructura estirada recupera su longitud de reposo sin llegar a separar las actinas de las miosinas. Asimismo, hay una disminución de la rigidez muscular que afecta la rapidez en la que se genera y se transmiten de la fuerza hacia las palancas óseas. En el presente estudio se aplicó un programa de estiramientos con periodos cortos de elongación obteniendo un aumento significativo en la fuerza muscular, coincidiendo con la investigación de Nelson et al. (26) que obtuvieron resultados similares. Cabe resaltar que este estudio realizó estiramientos en la pantorrilla con 30 seg de estiramientos durante 10 semanas con una frecuencia de 3 veces a la semana.

Con respecto al efecto del estiramiento estático pasivo de los 45 participantes se encontró resultados similares en la fuerza muscular de prensión grip tanto en trabajadores con la lateralidad derecha como trabajadores con lateralidad izquierda. Por otro lado, esta investigación determino nueve medidas antropométricas de la mano de los trabajadores mineros, de acuerdo a nuestra revisión bibliográfica en nuestro país este sería el primer registro, lo que constituye una importante base para continuar con la línea de estudio. Sin embargo, existe un estudio realizado en la sierra central del Perú, sobre la antropometría en trabajadores mineros donde sólo consideraron el largo y ancho de la mano (35).

RECOMENDACIONES

Realizar más estudios con la misma propuesta de esta investigación.

Realizar estudios con una estructura semejante al nuestro con la diferencia que la medición de la fuerza se realice antes de la jornada laboral.

Se sugiere realizar una baremación de la fuerza muscular en nuestro país en una población amplia.

LIMITACIONES

Poca disponibilidad de las empresas para invitar a sus trabajadores, esto fue una dificultad para reunir la cantidad de participantes de la muestra

El Perú no cuenta con un sistema de baremación propia. De fuerza muscular de prensión grip.

Los accidentes laborales, despidos y vencimientos de contratos ocasionaron la pérdida de 10 participantes.

CONCLUSIONES

- El efecto del estiramiento estático pasivo sobre la fuerza muscular de la prensión grip resultó ser beneficioso en los trabajadores mineros de las empresas comunales de servicios múltiples del departamento de Pasco.
- Las mediciones de nueve características antropométricas de las manos fueron similares para el grupo de tratamiento y control.
- La fuerza muscular de la prensión grip medidas antes del programa de estiramiento en el grupo de tratamiento y grupo control resultó ser en promedio mayor en la mano izquierda respecto a la mano derecha.

- La fuerza muscular de la prensión grip medidas después de dos semanas y al final del programa de estiramiento se mantuvo superior en la mano izquierda frente a la mano derecha en el grupo de tratamiento. Mientras que, en el grupo control se encontró una media similar para fuerza muscular en ambas manos.
- El efecto del estiramiento estático pasivo no influyó en la fuerza muscular de la prensión grip según la lateralidad de los trabajadores mineros.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Tamayo J, Salvador J, Vásquez A, Víctor Z. La industria de la minería en el Perú 20 años de contribución al crecimiento y desarrollo económico del país. Lima: Osinergmin; 2017.
2. Ministerio de energía y Minas [Internet]. Lima: Dirección de Promoción Minera; 2019 [Consultado el 19 de agosto del 2020]. Disponible en: http://www.minem.gob.pe/_publicacion.php?idSector=1&idPublicacion=615
3. Jáurigue K, Bravo C, Díaz D, Quilcate O, Ríos M. Empresa minera, comunidades y empresas comunales: el caso de Consorcio Minero Horizonte. Lima: ESAN; 2017.
4. Díaz R. Salud y Seguridad en trabajadores mineros. Argentina: Aulas y Andamios; 2009.
5. Shumate A, Yeoman K, Victoroff T, Evans K, Karr R, Sanchez T, et al. Morbidity and Health Risk Factors Among New Mexico Miners: A Comparison Across Mining Sectors. *J Occup Environ Med.* 2017; 59(8): 789–794.
6. Ramírez. E. Determinación de la fuerza de agarre y medidas antropométricas de mano en la población indígena de la comunidad Miguel Egas – Otavalo, provincia de Imbabura año 2016. [Tesis para el grado de Licenciado]. Ibarra, Ecuador: Universidad Técnica del Norte; 2016.
7. Escalona P, Naranjo J, Lagos V, Solís F. Parámetros de Normalidad en Fuerzas de Prensión de Mano en Sujetos de Ambos Sexos de 7 a 17 Años de Edad. *Rev Chil Pediatr.* 2009; 80(5):435-443.

8. Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo [Internet]. Lima: OGETIC; 2019 [Consultado 22 de agosto del 2020]. Disponible en: <http://www2.trabajo.gob.pe/estadisticas/estadistica-de-accidentes-por-actividad-economica/>
9. Hincapié O. Elaboración de estándares de fuerza de prensión en individuos sanos entre 20 y 70 años residentes en la localidad de Usaquén, Bogotá. *Rev. colomb. Rehabilitar.* 2007;6 (6): 5-19.
10. Heyward VH. Evaluación de la aptitud muscular. En: Alcocer A, editor. Evaluación de la aptitud física y prescripción del ejercicio. 5 ed. México: Editorial Médica panamericana; 2008.
11. Neumann DA. Fundamentos de Rehabilitación Física. Madrid. Editorial Paidotribo; 2007.
12. Nakazato TS, Alarcón R. Técnicas de estiramiento y de fortalecimiento para el tratamiento del dolor musculoesquelética. 2 Ed. Lima: Ediciones Cedomuh; 2011.
13. Archana C, Bharat K. Relation of hand anthropometry and hand grip strength in junior basketball boys. *Int J Health Sci Res.* 2014; 4 (11): 166-173.
14. Miranda Mayordomo M. Análisis dinamométrico de la mano: valores normativos en la población española [Tesis Doctoral]. Madrid: Universidad Complutense Madrid; 2011.
15. Shimose R, Matsunaga A, Muro M. Effect of submaximal isometric wrist extension training on grip strength. *Eur J Appl Physiol* [Internet]. 2011[Consultado el 07 abril del 2018]; 111(3): 557-565. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs00421-010-1675-4>

16. Agredao Silva V. Caracterización de la fuerza de agarre en la población entre 18 y 62 años de la ciudad de Medellín (Antioquía) [Tesis de grado de Licenciatura Fisioterapia]. Medellín: Universidad Autónoma de Manizales; 2010.
17. Proaño Robalino MA. Determinación de la fuerza de agarre y medidas antropométricas de mano en la población afroecuatorina en la parroquia Mascarilla, cantón Mira, provincia del Carchi año, 2016 [Tesis de grado de Licenciatura en Terapia Física Médica]. Ibarra: Universidad Técnica del Norte; 2017.
18. Calle P, Muñoz-Cruzado y Barba M, Catalán D, Fuentes MT. Los efectos de los estiramientos musculares: ¿qué sabemos realmente? *Rev Iberoam Fisioter Kinesiol.* 2006;9(1):36-44.
19. Moran Esquerdo O. Enciclopedia de ejercicios de estiramientos. 6 Ed. España: Editorial Pila Teleña; 2009.
20. Ramírez C, Dallos DC, Montañez C. Tiempo y frecuencia de aplicación del estiramiento muscular estático en sujetos sanos: una revisión sistemática. *Revista Salud UIS.* 2006; 38(3): 209- 220.
21. Ayala F, Sainz de Baranda P, Cejudo A. El entrenamiento de la flexibilidad: técnicas de estiramiento. *Rev Andal Med Deporte.* 2012; 5(3): 105-112.
22. Bandy WD, Irion JM, Briggler M. The Effect of Static Stretch and Dynamic Range of Motion Training on the Flexibility of the Hamstring Muscles. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1998; 27(4): 295-300.
23. Jelmini J, Cornwell A, Khodiguian N. et al. Acute effects of unilateral static stretching on handgrip strength of the stretched and non-stretched limb. *Eur J*

- Appl Physiol* [Internet]. 2018 [Consultado 8 de julio del 2020];118: 927–936.
Disponible en : <https://doi.org/10.1007/s00421-018-3810-6>.
24. Shrier I. Does stretching improve performance? A systematic and critical review of the literature. *Clin J Sport Med*. 2004; 14(5): 267–273.
25. Happiness A, Ashiyat A, Ifeanyi A. Effect of static stretching of wrist flexors on handgrip strength and endurance of apparently healthy individuals. *S Afr J Physiother* [Internet]. 2016 [Consultado el 04 de octubre del 2019]; 7(1):1-9. Disponible en: <https://www.semanticscholar.org/paper/EFFECT-OF-STATIC-STRETCHING-OF-WRIST-FLEXORS-ON-AND-Aweto-Akodu/f4dbb4ee89eb867144484a5b5f568f1a0be7ee8d>
26. Nelson AG, Kokkonen J, Winchester JB, Kalani W, Peterson K, Kenly MS, Arnall DA. A 10-week stretching program increases strength in the contralateral muscle. *J Strength Cond Res*. 2012; 26(3): 832-836.
27. Hernández-Sampiere R, Fernández C, Baptista P. Metodología de la investigación. 6 ed. México: Rocha MI; 2014.
28. Roja Z, Kalkis V, Vain A, Kalkis H, Eglite M. Assessment of skeletal muscle fatigue of road maintenance workers based on heart rate monitoring and myotonometry. *J Occup Med Toxicol*. 2006; 1:1-9.
29. Vera Giglio V. Medición de la fuerza de agarre de mano con dinamometría en población adulta de la región metropolitana [Tesis para el grado de Magister]. Chile: Universidad de Chile; 2018.
30. Kokkonen J, Nelson AG, Tarawhiti T, Buckingham P, Winchester JB. Early-phase resistance training strength gains in novice lifters are enhanced by doing static stretching. *J Strength Cond Res* [Internet]. 2010 [Consultado 11 de julio

del 2020];24(2):502-506. Disponible en:

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20124795/>

31. Ylinen J. Estiramientos terapéuticos en el deporte y en las terapias manuales. España: Masson; 2009.
32. Salcedo Padilla P. Estiramiento estático vs estiramiento dinámico post-ejercicio de flexibilidad de los isquiotibiales y su efecto en el rendimiento físico de niños de 9-12 años [Tesis para el grado de licenciada]. Ecuador. Universidad de las Américas; 2017.
33. Lima E, Carneiro K, Alves S, Peixinho D, Oliveira F. Assessment of muscle architecture of the biceps femoris and vastus lateralis by ultrasound after a chronic stretching program. *Clin J Sport Med* [Internet]. 2015 [Consultado 12 de julio del 2020]; 25(1): 55–60. Disponible en: https://journals.lww.com/cjsportsmed/Fulltext/2015/01000/Assessment_of_Muscle_Architecture_of_the_Biceps.8.aspx?casa_token=PkBnEOpKCTkAAAAA:mpVIB1xPgh8Ej71NCBN8xwSNj6aAFew4_btmW84erGnC6x4K8T8JSCfEy0ynUIJx0_PiFxt8w4bP23Z9u5H1YoYBHn5TPSKi4mvO
34. Freitas S, Mil-Homens P. Effect of 8-week high-intensity stretching training on biceps femoris architecture. *J Strength Cond Res*.2015;29(6):1737-1740.
35. Ramírez A. Antropometría del trabajador minero de la altura. *An. Fac. med.* 2006; 67(4): 298-309.
36. Yunis M. Anthropometric characteristics of the hand based on laterality and sex among Jordanian. *Int. J. Ind. Ergon.* 2005; 35(8):747-754.
37. Page P. Current concepts in muscle stretching for exercise and rehabilitation. *Int J Sports Phys Ther*.2012; 7(1): 109-119.

38. Pereira de Paula G, Santos M, Dos Santos JA, Santos L, Schettino L, Perreira e Silva L, et al. Efeito do tempo de manutenção do alongamento estático sobre a capacidade de produzir força muscular. *REVISTA CIENTÍFICA Da FAMINAS*. 2012; 8(1): 61-69.
39. Walker B. Anatomía y Estiramiento: Guía de estiramiento. Descripción anatómica. España:Editorial Paidotribo; 2009

TABLAS Y GRÁFICOS

Tabla 1. Características demográficas según los grupos tratamiento y control de los trabajadores mineros de Empresas Comunales de Servicio Múltiples Cerro de Pasco, 2019

Características demográficas	Grupos		P
	Tratamiento	Control	
Edad	39(10)	29(6)	0,169**
Peso	60 (10)	64(10)	0,052**
Talla	163,42±5,72	164,62±4,39	0,263*
Tiempo de servicio	8 (19)	14 (29)	0,167**

(*) t Student para muestras independientes

(**) Wilconxon

Tabla 2. Puesto de trabajo según grupos de tratamiento y control de los trabajadores mineros de Empresas Comunales de Servicio Múltiples Cerro de Pasco, 2019

Puesto de trabajo	Grupos			
	Tratamiento		Control	
	n=45	%	n=45	%
Peón	11	24,4	6	13,3
Operario de equipo pesado	1	2,2	8	17,80
Operario civil	3	6,7	3	6,7
Operario de planta	12	26,7	12	26,7
Operario de residuos sólidos	0	0,0	3	6,7
Electricista	4	8,9	1	2,2
Mantenimiento mecánico	12	26,7	9	20,0
Operador de bomba	1	2,2	3	6,7
Soldador	1	2,2	0	0,0
Elaboración propia				

Tabla 3. Características antropométricas de las manos derecha e izquierda en los grupos control y tratamiento de trabajadores mineros de Empresas Comunales de Servicio Múltiples Cerro de Pasco, 2019

Características antropométricas	Grupos			
	Tratamiento		Control	
	Mano derecha	Mano izquierda	Mano derecha	Mano izquierda
Longitud máxima	19,70±0,92	19,60±0,88	19,50±1,01	19,50±1,00
Longitud palmar	11,90±0,76	11,96±0,76	11,90±0,74	11,90±0,73
Ancho	9,20±0,39	9,11±0,40	9,20±0,47	9,10±0,51
Ancho máximo	10,50(0,70*)	10,44±0,47	10,60(10,80*)	10,57±0,61
Espesor	2,34±0,16	2,36±0,13	2,40(0,20*)	2,39±0,16
Diámetro	4,55 (0,45*)	4,61±0,28	4,60(0,35*)	4,61±0,38
Circunferencia máxima	24,23±0,98	24,08±0,99	24,40±1,11	24,33±1,04
Circunferencia	20,50±0,88	20,35±0,80	20,40±1,01	20,36±0,96
Longitud primera falange	6,45±0,37	6,42±0,36	6,50±0,39	6,49±0,44
Longitud segunda falange	9,50 (0,30*)	9,52±3,67	9,70±0,48	9,69±0,56
Longitud tercera falange	10,70±0,42	10,70(0,60*)	10,90±0,56	10,82±0,60
Longitud cuarta falange	10,20±0,38	10,23±3,93	10,20 (0,60*)	10,20(0,50*)
Longitud quinta falange	8,22±0,57	8,12±0,54	8,10 (0,60*)	8,22±0,45

(*) Mediana y Rango intercuartil

Tabla 4. Fuerza muscular de la prensión grip en ambas manos medidas al inicio, luego de dos semanas y al final en los grupos de tratamiento y control en trabajadores mineros de Empresas Comunales de Servicio Múltiples Cerro de Pasco, 2019

Fuerza muscular de la prensión grip	Grupo			
	Tratamiento		Control	
	Mano			
	Derecha	Izquierda	Derecha	Izquierda
Inicial	43,62 ± 6,85	44,71 ± 6,79	41,53 ± 6,05	41,88 ± 5,53
A las dos semanas	44,97 ± 7,08	46,26 ± 7,16	42,06 ± 5,15	42,28 ± 5,34
Final	45,47 ± 6,83	46,66 ± 7,71	41,35 ± 5,54	42,06 ± 5,98

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5. Fuerza muscular inicial, después de dos semanas y final según lateralidad en el grupo tratamiento de los trabajadores mineros de Empresas Comunales de Servicio Múltiples Cerro de Pasco, 2019

Fuerza muscular de la prensión grip	Lateralidad		p
	Derecha	Izquierda	
Inicial	42 (11)	40.5 (9.5)	0.70
Después de dos semanas	44(8)	44 (12)	0.92
Final	44 (12)	41.5 (9)	0.88

Test suma de rangos de Wilcoxon

Tabla 6. Clasificación de la fuerza de prensión grip según grupos en tres tiempos de los trabajadores mineros de Empresas Comunales de Servicio Múltiples Cerro de Pasco, 2019

Clasificación de la fuerza	Tiempo											
	Inicial				A dos semanas				Final			
	D		I		D		I		D		I	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Grupo tratamiento												
Favorable	7	15,55	16	35,55	8	17,79	19	42,22	11	24,45	20	44,45
Excelente	0	0	5	11,11	0	0	3	6,66	1	2,22	7	15,56
Muy bueno	1	2,22	5	11,11	1	2,22	9	20	2	4,44	5	11,11
Bueno	6	13,33	6	13,33	7	15,57	7	15,56	8	17,79	8	17,78
Desfavorable	38	84,45	29	64,45	37	82,21	26	57,78	34	75,39	25	39,56
Regular	7	15,56	12	26,67	11	24,44	13	28,89	4	8,89	11	24,44
Malo	7	15,56	8	17,78	11	24,44	9	20	15	33,33	7	15,56
Deficiente	24	53,33	9	20	15	33,33	4	8,89	15	33,33	7	15,56
Grupo control												
Favorable	3	6,66	6	13,33	1	2,22	7	15,55	1	2,22	7	15,56
Excelente	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2,22
Muy bueno	1	2,22	1	2,22	0	0	1	2,22	0	0	3	6,67
Bueno	2	4,44	5	11,11	1	2,22	6	13,33	1	2,22	3	6,67
Desfavorable	42	93,34	39	86,67	44	97,78	38	84,45	44	97,78	38	84,44
Regular	2	4,44	11	24,44	7	15,56	14	31,12	5	11,11	10	22,22
Malo	14	31,12	18	39,01	12	26,67	15	33,33	13	28,89	17	37,78
Deficiente	26	57,78	10	22,22	25	39,39	9	20	26	57,78	11	24,44

Tabla 7. Fuerza muscular de la prensión grip según grupos en tres tiempos de los trabajadores de Empresas Comunales de Servicio Múltiples Cerro de Pasco, 2019

Grupo	Fuerza muscular de la prensión grip			p
	Inicial	A dos semanas	Final	
	media ± DS	media ± DS	media ± DS	
Tratamiento				
Mano derecha	43,62 ± 6,85	44,97 ± 7,08	45,47 ± 6,83	0,02 (*)
Mano izquierda	44,71 ± 6,79	46,26 ± 7,16	46,66 ± 7,71	0,002 (*)

Control

Mano derecha	41,53± 6,05	42,06 ± 5,15	41,35 ± 5,54	0,32 (*)
Mano izquierda	41,88 ± 5,53	42,28 ± 5,34	42,06 ± 5,98	0,77 (*)

(*) ANOVA de medidas repetidas

Figura 1: Diagrama de flujo del progreso de los participantes en el estudio

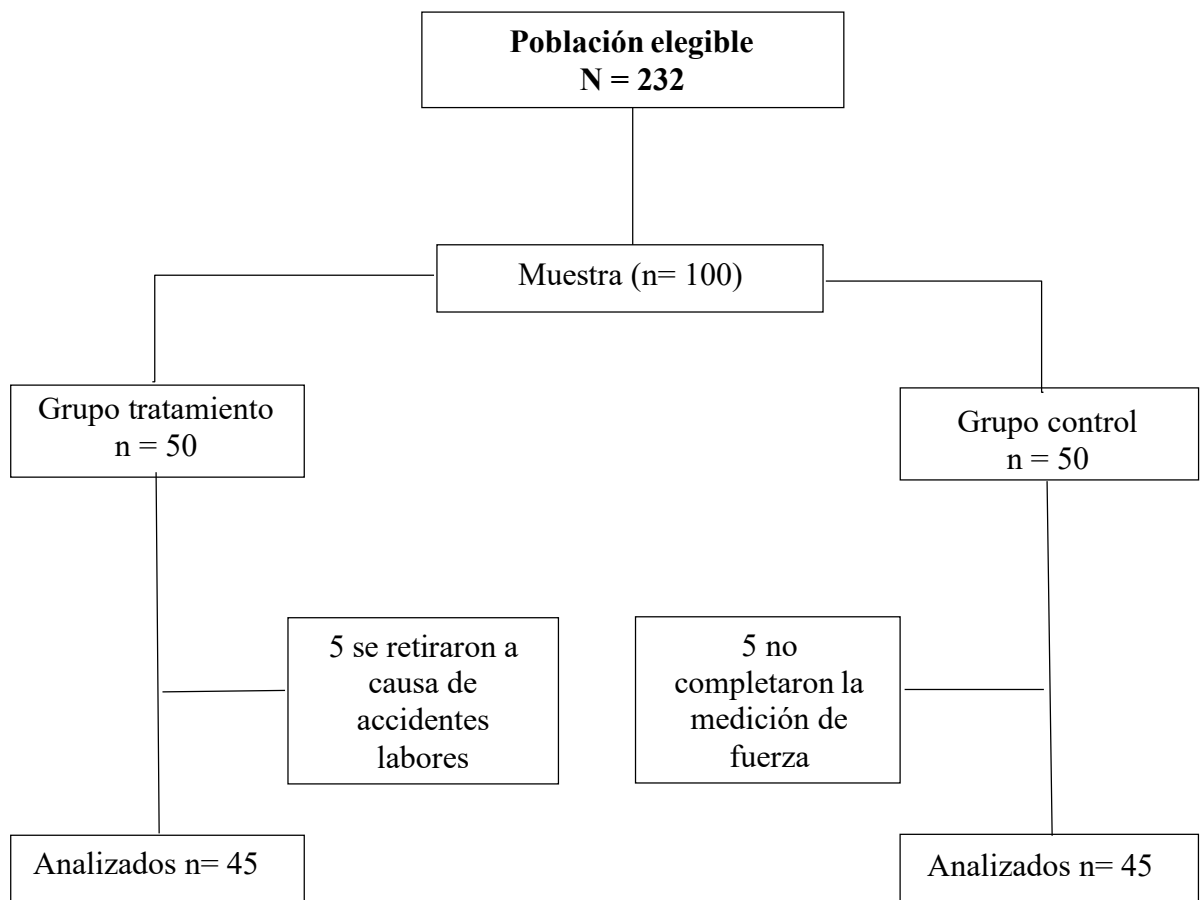


Grafico 1. Comparación de mediciones de la fuerza de la prension grip favorable de la mano derecha en el grupo de tratamiento y control en trabajadores mineros, Pasco 2019.

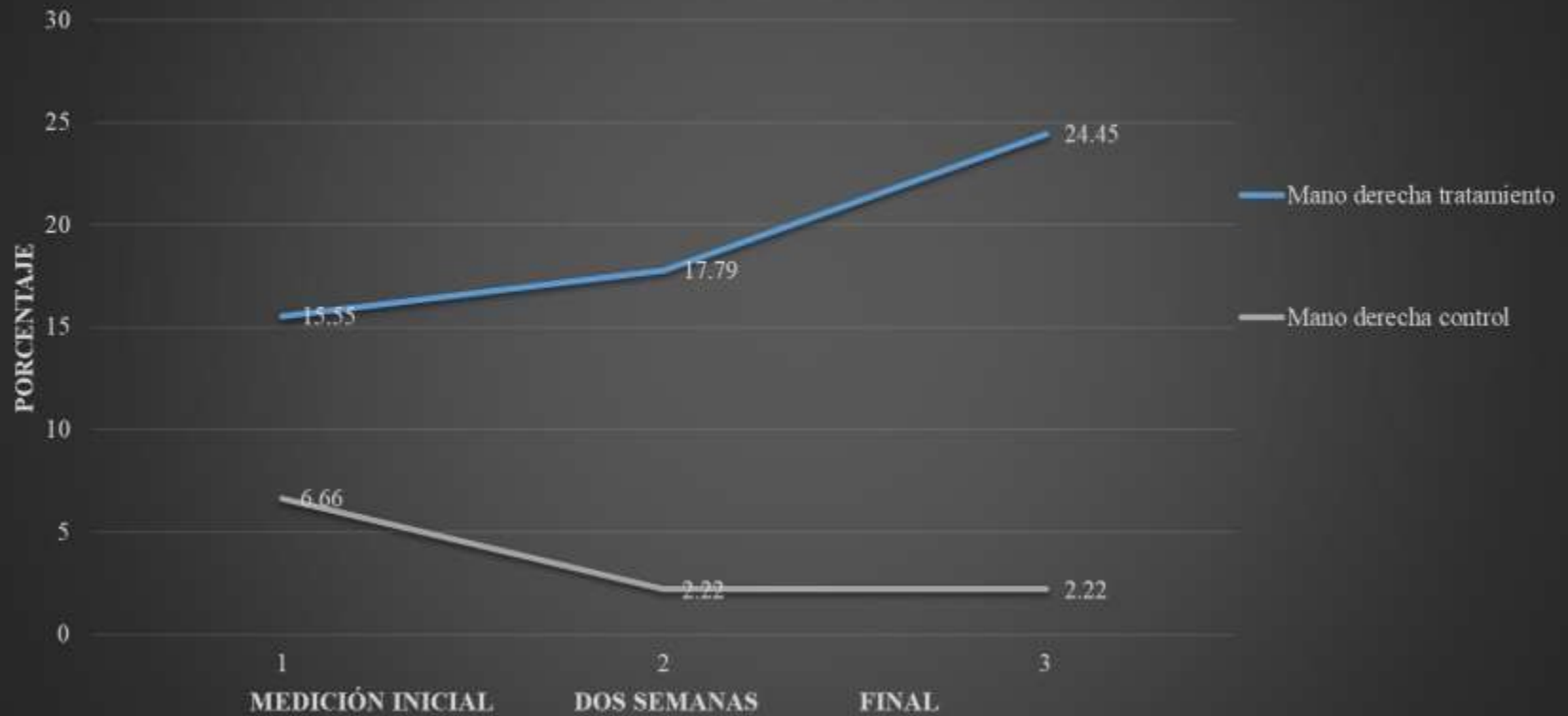
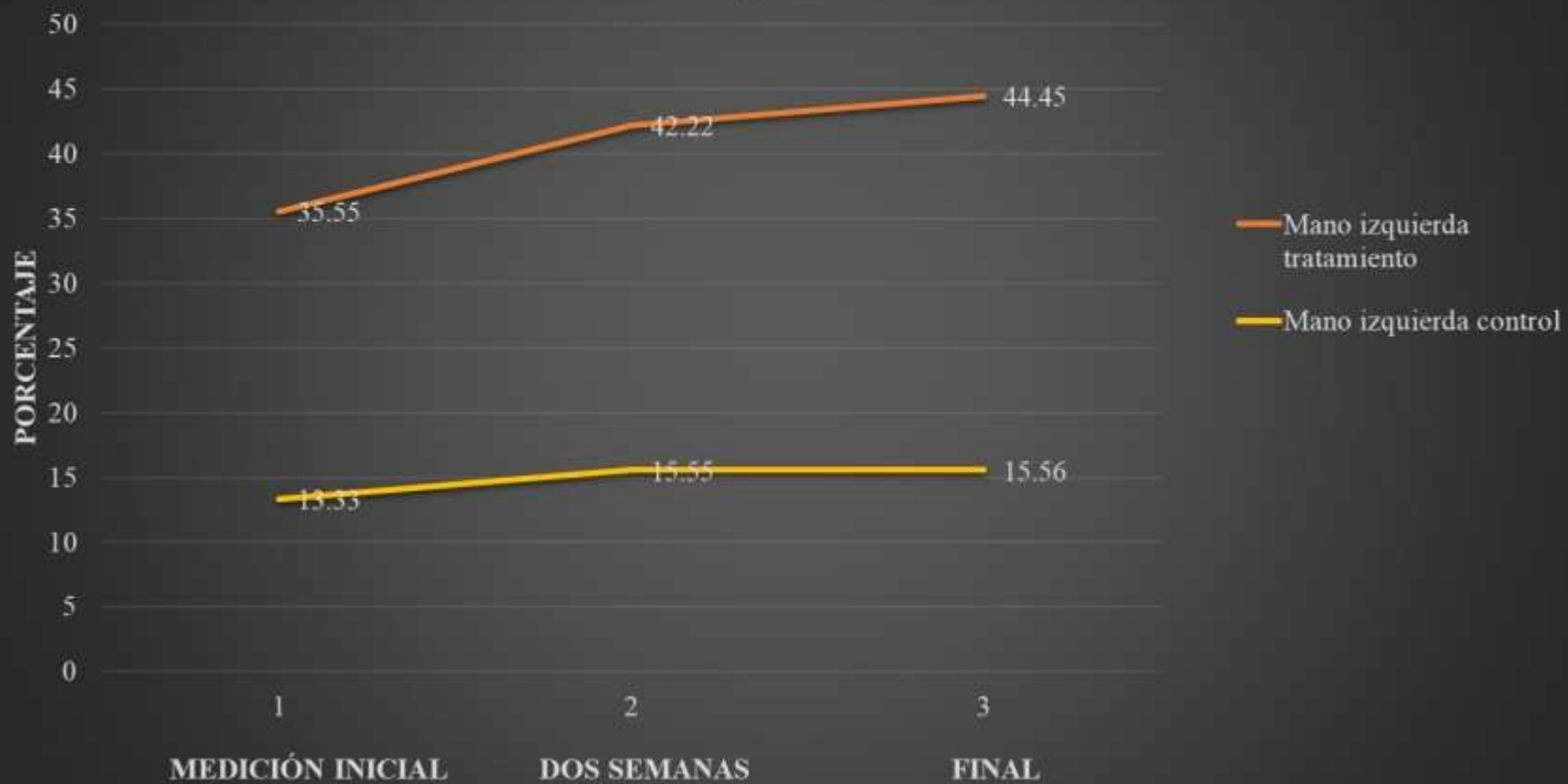
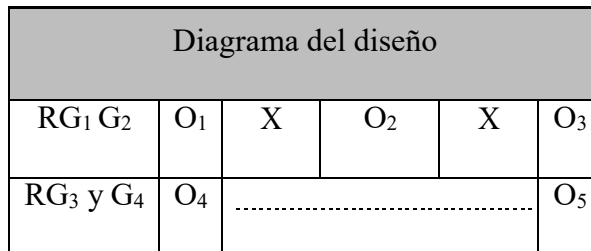


Gráfico 2. comparación de mediciones de la fuerza de prensión grip favorable de la mano izquierda en el grupo de tratamiento y control en trabajadores mineros, Pasco 2019.



Anexo 1. DIAGRAMA DEL DISEÑO DE ESTUDIO Y SIMBOLOGÍA.



R:	En los diseños cuasi-experimentales, los sujetos no se asignan al azar a los grupos ni se emparejan, sino que dichos grupos ya están conformados antes del experimento.
G:	Grupo de sujetos (G ₁ y G ₂ =Grupo experimental (población de 150 mineros empresa comunal de servicios múltiples Rancas y Quiulacocha), G ₃ y G ₄ =Grupo control (población de 82 mineros empresas comunales de servicios múltiples Tingo Palca y Yurajhuanca))
X:	Intervención del programa de estiramiento estático pasivo.
O _{1, 2, 3, 4, 5} :	Son las mediciones de las observaciones antes y después del tratamiento.
---:	Ausencia de la intervención del programa de estiramiento estático pasivo.

Anexo 2. CÁLCULO DEL TAMAÑO DE MUESTRA.

Potencia (%)	Tamaño de la muestra		
	Población 1	Población 2	Total
80.0	45	45	90

Anexo 3. OPERALIZACIÓN DE VARIABLES.

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	TIPO DE VARIABLE	ESCALA DE MEDICIÓN	INDICADOR
Edad	Tiempo que ha vivido una persona	Fecha de nacimiento brindado por D.N.I	Numérico	Intervalo	Años
Lateralidad	La lateralidad es un predominio funcional de un lado del cuerpo humano sobre el otro para la realización de tareas (16).	Test de Harris	Categorico	Nominal	Derecha-Izquierda
Puesto de trabajo	Lugar o área ocupada por una persona dentro de una organización empresa o entidad donde se desarrolla una serie de actividades las cuales satisfacen	Lugar donde los mineros realizan una determina actividad.	Categorico	Nominal	Peón Operario Civil Operario de Equipos pesados Conductor de

	expectativas.				volquete
Tiempo de servicio	Años que los mineros laboran en la empresa.	Certificado de trabajo	Numérico	Intervalo	Años
Fuerza muscular de la prensión grip Variable dependiente	Capacidad de un grupo muscular para desarrollar una fuerza contráctil máxima, contra una resistencia en una sola contracción (10).	La fuerza ejercida por los músculos de la mano derecha e izquierda del minero será medida por un dinamómetro tanto en el grupo control y experimental al inicio, después de dos semanas y al termino del tratamiento.	Numérico	Intervalo	Kg
Estiramiento estático pasivo Variable independiente	Consiste en alargar el músculo de manera lenta, deliberada y sostenida en una determinada posición por más de 1 segundo donde el movimiento articular se detiene en el punto máximo de estiramiento del músculo tratado, para facilitar así la elongación plástica del tejido conectivo (20). Este estiramiento es realizada por el mismo sujeto.	Se aplicará el estiramiento a un grupo (experimental) durante un mes después de cada jornada laboral y se realizados en las instalaciones de cada empresa comunal.	Categorica	Nominal	Presente (grupo experimental) Ausente (grupo control)

Peso	Masa corporal medida en kilogramos	Medición de la masa corporal del minero con una balanza	Numérico	Razón	Kg
Talla	Estatura de una persona	Medida desde la planta de pie hasta el vértice de la cabeza.	Numérico	Razón	Cm
Longitud máxima de la mano	Distancia considerada desde el pliegue más distal y palmar de la muñeca, hasta el extremo distal de la tercera falange (39).	Longitud medida desde el extremo distal y palmar de la muñeca hasta el extremo distal de la tercera falange con una cinta métrica	Numérico	Intervalo	Derecha cm Izquierda cm
Longitud de la mano o longitud palmar	Distancia considerada desde el pliegue más distal y palmar de la muñeca hasta una línea proyectada desde el pliegue más proximal de la segunda falange (39).	Longitud desde el extremo distal y palmar de la muñeca hasta el pliegue más proximal de la segunda falange, medida con una cinta métrica	Numérico	Intervalo	Derecha cm Izquierda cm
Ancho de la mano	Distancia entre las cabezas del segundo y quinto metacarpiano desde su zona más lateral (39).	Longitud entre las cabezas del segundo y quinto metacarpiano, con el uso de una cinta métrica	Numérico	Intervalo	Derecha cm Izquierda cm
Ancho máximo de la mano	Distancia entre la cabeza del quinto metacarpiano por lateral hasta la cabeza del primer metacarpiano por lateral (39).	Longitud entre la cabeza del quinto metacarpiano hasta la cabeza del primer metacarpiano	Numérico	Intervalo	Derecha cm Izquierda cm

		por lateral, medida con una cinta métrica			
Espesor de la mano	Distancia entre la línea proyectada desde la cabeza del segundo metacarpiano por palmar, hasta una línea proyectada del segundo metacarpiano por dorsal (39).	Se mide con la mano desde una proyección lateral. Desde una línea proyectada de la cabeza del segundo metacarpiano hasta la línea proyectada del segundo metacarpiano por dorsal. Medida con una cinta métrica.	Numérico	Intervalo	Derecha cm Izquierda cm
Diámetro de agarre	Distancia máxima de agarre solicitado en una estructura cónica entre la primera y tercera falange (39).	Se toma el diámetro máximo de agarre con una estructura cónica entre la primera y tercera falange. Se mide con una cinta métrica	Numérico	Intervalo	Derecha cm Izquierda cm
Circunferencia máxima de la mano	Se rodea la muñeca en torno a la cabeza del primer metacarpiano pasando por la eminencia hipotenar (39).	Se mide desde la cabeza del primer metacarpiano hasta la eminencia hipotenar con una cinta métrica.	Numérico	Intervalo	Derecha cm Izquierda cm
Circunferencia de la mano	Se rodea la mano a modo de perímetro pasando por la cabeza del quinto metacarpiano y la cabeza del segundo metacarpiano (39).	Se inicia desde la cabeza del quinto metacarpiano hasta la cabeza del segundo metacarpiano, a través de una cinta métrica	Numérico	Intervalo	Derecha cm Izquierda cm

Longitud de las falanges	Distancia entre la cabeza del metacarpiano correspondiente y el extremo de la misma falange (39).	Las falanges se miden por la cara dorsal flexionadas a 90°, entre la cabeza del metacarpiano correspondiente y el extremo de la misma falange, con una cinta métrica.	Numérico	Intervalo	Derecha cm Izquierda cm
---------------------------------	---	---	----------	-----------	----------------------------

Anexo 4. PROTOCOLO DE LAS MEDICIONES ANTROPOMÉTRICAS.

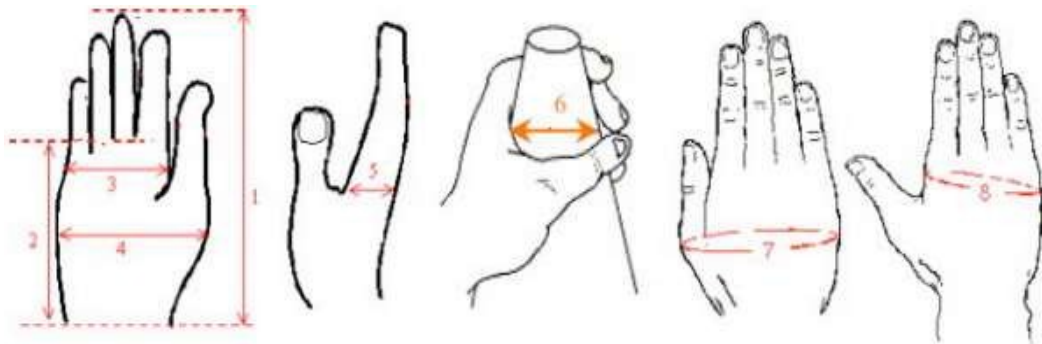
El fisioterapeuta solicitará al minero que se mantenga sentado con la mano a medir adelante y se procederá a tomar las mediciones correspondientes a través de una cinta métrica flexible. Las mediciones y recolección de datos serán realizadas siempre por el mismo evaluador. Estas mediciones se realizaron al final de la jornada laboral.

Según Yunis las mediciones de las dimensiones antropométricas requeridas se realizarán tomando en cuenta los siguientes puntos anatómicos (36):

- 1) Longitud máxima de la mano:** medido desde el pliegue más distal y palmar de la muñeca, hasta el extremo distal de la tercera falange.
- 2) Longitud de la mano o longitud palmar:** desde el pliegue más distal y palmar de la muñeca hasta la una línea proyectada desde el pliegue más proximal de la segunda falange.
- 3) Ancho de la mano:** distancia entre las cabezas del segundo y quinto metacarpiano desde su zona más lateral.
- 4) Ancho máximo de la mano:** distancia entre la cabeza del quinto metacarpiano por lateral hasta cabeza del primer metacarpiano por lateral.
- 5) Espesor de la mano:** Se mide con la mano desde una proyección lateral y es la distancia que se comprende entre una línea proyectada desde la cabeza del segundo metacarpiano por palmar, hasta una línea proyectada del segundo metacarpiano por dorsal.
- 6) Diámetro de agarre:** Se toma el diámetro máximo de agarre solicitado en una estructura cónica entre la primera y tercera falange.
- 7) Circunferencia máxima de la mano:** Se registra rodeando la muñeca en torno a la cabeza del primer metacarpiano pasando por la eminencia hipotenar.
- 8) Circunferencia de la mano:** Se registra rodeando la mano a modo de perímetro

pasando por la cabeza del quinto metacarpiano siendo como punto de partida y término algún punto en la cabeza del segundo metacarpiano.

9) Longitud de las falanges: Se miden por la cara dorsal de la mano con las falanges flexionadas en 90° y se mide la distancia entre la cabeza del metacarpiano correspondiente y el extremo de la misma falange



(Yunis A. 2004)

Anexo 5. PROTOCOLO DE MEDICIÓN DE LA FUERZA MUSCULAR DE LA PRENSIÓN GRIP.

El instrumento que se usó en este estudio para la medición de la fuerza muscular es el dinamómetro hidráulico JAMAR, fue diseñado por Bechtol con la finalidad de obtener una lectura objetiva y precisa. Este es un instrumento con alta validez y reproductibilidad en sus medidas considerado como el gold estándar.

El protocolo que se siguió para medir la fuerza muscular de la prensión grip de los trabajadores fue bajo los aspectos recomendado por la Asociación Americana de Terapeutas de la Mano (ASHT): el individuo debe permanecer en bípedo con la espalda recta, el hombro debe estar en aducción sin rotación, codo en un rango de flexión de 80° a 90°, antebrazo en posición neutra y la muñeca debe permanecer libre en un rango de extensión de 0°- 30° con en una desviación cubital de 0°- 15°. Asimismo, recomienda usar la segunda posición del dinamómetro Jamar (4,8 cm) para realizar estudios, debido a que se considera esta posición como la más óptima para obtener mayor fuerza. Ambas manos fueron medidas alternamente, se realizó tres intentos por cada mano con un periodo de descanso de un minuto para la recuperación de ATP y evitar la fatiga muscular(14). De los tres intentos realizados se seleccionó el mayor valor obtenido en cada mano(16).

El evaluador explicó el procedimiento, pidió al participante que durante la medición no mueva el brazo o el cuerpo mientras apriete el instrumento. Después que el participante se posicionó de forma adecuada el evaluador sostuvo ligeramente el dinamómetro para evitar que cargue el dispositivo luego se le pidió al trabajador que apretara el mango una vez tan fuerte como pudiera durante 3 segundos. La fuerza muscular se midió después de la jornada laboral en tres momentos: antes de aplicar el programa de estiramiento, después dos semanas y al final de este.

Anexo 6. PROGRAMA DE ESTIRAMIENTO.

Dentro de la literatura científica se investiga los efectos agudos y crónicos del estiramiento donde Page P (37) menciona que el efecto agudo mide los resultados dentro de los 60 minutos posterior al estiramiento, mientras que, Lima et al y Freitas et (33-34) al hacen referencia que los efectos crónicos son el resultado del estiramiento durante un periodo de tiempo. Basándonos en esos conceptos el presente estudio determinará el efecto crónico del estiramiento con el siguiente programa que se detalla a continuación:

Los ejercicios de estiramiento se realizaron al final de cada jornada laboral 6 veces por semana de lunes a sábado y el día domingo se consideró como recuperación muscular.

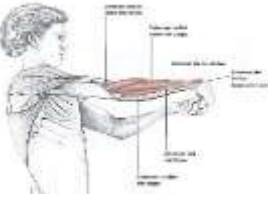

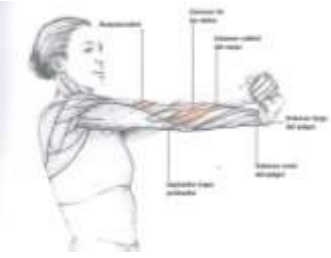

Por cada estiramiento se realiza tres repeticiones en ambas manos. La primera semana la duración del estiramiento serán 15 segundos en cada mano y posteriormente cada semana se irá incrementando 5 segundos a cada estiramiento finalizando la cuarta semana con 30 segundos. Las pausas en las 4 semanas de intervención serán de un minuto después de cada estiramiento de ambas manos. Los mineros al realizar los ejercicios en sus manos deberán controlar el límite del estiramiento, evitando llegar a causar dolor máximo.

Para el tiempo de estiramiento se tomó como referencia el estudio de Pereira et al (38) quienes recomiendan realizar periodos cortos de estiramiento (30seg). En varios estudios (27,31,34,35) el programa de estiramiento fue realizado durante 6 a 8 semanas con una frecuencia de tres veces por semana, pero por factibilidad en esta investigación el programa duro 1 mes con una frecuencia de 6 veces por semana llegando a conseguir el mismo número de sesiones.

Semana	1^a	2^a	3^a	4^a
Sesiones	6 x semana	6 x semana	6 x semana	6x semana
Duración de los ejercicios	Estiramiento 15 seg. relajación 60 seg	Estiramiento 20 seg. relajación 60seg.	Estiramiento 25 seg. relajación 60seg.	Estiramiento 30 seg. relajación 60seg.
Duración de la sesión	15 min.	16 min.	17min	18 min
Repeticiones del ejercicio	3	3	3	3

Anexo 7. PROCEDIMIENTO DE ESTIRAMIENTO ESTÁTICO PASIVO DE LA MUSCULATURA PRENSORA EN GRIP.

El programa constará de 4 ejercicios de estiramientos estáticos pasivos (23, 25, 39) y será dirigido por el fisioterapeuta quien verificará la posición correcta y la zona de sensación del estiramiento.

 <p>Primer ejercicio de estiramiento</p>	<p>Consistirá en mantener el hombro en flexión de 80 a 90° con el codo extendido, el antebrazo pronación, la muñeca en flexión, oposición del pulgar y los dedos flexionados. La mano contraria aplicará hacia posterior hasta percibir sensación de incomodidad.</p>
 <p>Segundo ejercicio de estiramiento</p>	<p>Llevar el hombro a una flexión de 80° a 90° con codo extendido, antebrazo en supinación, muñeca en extensión, dedos extendidos con el pulgar en abducción. La mano contraria aplicará hacia posterior hasta percibir sensación de incomodidad.</p>
 <p>Tercer ejercicio de estiramiento</p>	<p>Mantener el hombro en una flexión de 80-90° con el codo extensión, antebrazo en supinación, muñeca y dedos en flexión. La mano contraria aplicará hacia posterior hasta percibir sensación de incomodidad.</p>
 <p>Cuarto ejercicio de estiramiento</p>	<p>Sostener el hombro en una flexión de 80-90° con el codo en extensión, antebrazo en pronación, muñeca y dedos en extensión. La mano contraria aplicará fuerza sobre los dedos hacia posterior hasta percibir sensación de incomodidad.</p>

GRUPO		
Experimental	Control	
FECHA DE EVALUACION		
Día	Mes	Año

Anexo 8. FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS.

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS					FRD-01				
DATOS GENERALES									
Apellidos y Nombres					Código de trabajador (5 número del dni)				
Fecha de nacimiento	Día	Mes	Año	Número de D.N.I	Lugar de nacimiento				
					Lugar de residencia o procedencia				
					Peso			Talla	
					Kg			cm	
Lateralidad de la mano (test de Harris)				Grado de instrucción					
Derecho	Izquierdo			Primaria incompleta			Primaria completa		
				Secundaria incompleta			Secundaria completa		
				Superior técnico Incompleta			Superior técnico completa		
INFORMACIÓN LABORAL									
Ocupación anterior			¿Cuántos años?		Puesto de trabajo actual				
					Peón				
					Operario civil				
Fecha de ingreso a la empresa comunal de servicios múltiples (Día/mes/año)					Operario de equipos pesados				
					Mantenimiento mecánico				
					Otros:				

Anexo 8. TEST DE LATERALIDAD DE DOMINANCIA DE HARRIS.

TLDH-02

DOMINANCIA DE LA MANO	DER.	IZQ
Tirar la pelota		
Sacar punta a un lápiz		
Clavar un clavo		
Cepillarse los dientes		
Girar el manilla de la puerta		
Sonarse la nariz		
Cortar con las tijeras		
Cortar con un cuchillo		
Peinarse		
Escribir		

VALORACIÓN

D: cuando efectúa las 10 pruebas con la mano derecha

I: cuando efectúa las 10 pruebas con la mano izquierda

d: 7,8,9 pruebas con la mano derecha

i: 7,8,9 pruebas con la mano izquierda

A o M: todos los demás casos

CONCLUSIÓN:

Diestro completo

D.D.D.D

Zurdo completo

I. I. I. I.

Lateralidad cruzada

D. I. D. I

Lateralidad mal afirmada

d. d. D. d

Anexo 9-GE

FRD-03 GE									
Características antropométricas			Derecha	Izquierda	Características antropométricas			Derecha	Izquierda
Longitud máximo de la mano					Diámetro de agarre				
Longitud de la mano o longitud palmar					Circunferencia máxima de la mano				
Ancho de la mano					Circunferencia de la mano				
Ancho máximo de la mano						Longitud de las falanges	Primera		
							Segunda		
							Tercera		
							Cuarta		
Espesor de la mano							Quinta		
FUERZA MUSCULAR DE LA PRENSIÓN GRIP									
MEDICION DE LA FUERZA DEL GRUPO EXPERIMENTAL CON EL DINAMOMETRO (Kg)	Inicial	MANO DERECHA	1 ^{er} intento	2 ^{do} intento	3 ^{er} intento	MANO IZQUIERDA	1 ^{er} intento	2 ^{do} intento	3 ^{er} intento
	Media								
	Final								

