



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
CARRERA DE FISIOTERAPIA

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

TEMA:

“EFECTIVIDAD DE LA SENTADILLA ISOMÉTRICA EN PACIENTES
CON HIPERTENSIÓN ARTERIAL EN EL CUERPO DE BOMBEROS DE
IBARRA PERIODO 2025-2026”

Trabajo de titulación previo a la obtención del título en Licenciatura en
Fisioterapia

Línea de investigación: Salud y bienestar integral

AUTOR:

Camila Estefania Castro Tapia

DIRECTOR:

MSc. Verónica Johana Potosi Maya

Ibarra - Ecuador – 2026



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

Datos de Contacto			
Cédula de Identidad:	1004198998		
Apellidos y nombres:	Castro Tapia Camila Estefania		
Dirección:	Ibarra		
Email:	cecastrot@utn.edu.ec		
Teléfono fijo:		Teléfono Móvil:	0987228320

Datos de la Obra	
Título:	“EFECTIVIDAD DE LA SENTADILLA ISOMÉTRICA EN PACIENTES CON HIPERTENSIÓN ARTERIAL EN EL CUERPO DE BOMBEROS DE IBARRA PERIODO 2025-2026”
Autor (es):	Castro Tapia Camila Estefania
Fecha: (a-m-d)	2026/3/20
Solo para Trabajos de Grado	
Programa:	☒ PREGRADO ☐ POSGRADO
Título por el que opta:	Licenciatura en Fisioterapia
Director:	MSc. Verónica Johana Potosí Moya
Asesor	MSc. Ronnie Andrés Paredes Gómez

CONSTANCIAS

El (los) autor (es), manifiesta (n) que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es (son) el (los) titular (es) de los derechos patrimoniales, por lo que asume (n) la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá (n) en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 20 días, del mes de marzo de 2026

El Autor

Firma:

Camila Estefania Castro Tapia

1004198998

CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Ibarra, 20 de marzo de 2026

Msc. Verónica Johana Potosí Maya

DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

CERTIFICA:

Haber revisado el presente informe final del trabajo de Integración Curricular, el mismo que se ajusta a las normas vigentes de la Universidad Técnica del Norte; en consecuencia, autorizo a su presentación para los fines legales pertinentes.

(f).....

MSc. Verónica Johana Potosí Maya

C.C.: 1715821813

APROBACIÓN DEL COMITÉ CALIFICADOR

El Comité Calificador del trabajo de Integración Curricular titulado: “Efectividad de la sentadilla isométrica en pacientes con hipertensión arterial en el cuerpo de bomberos de Ibarra periodo 2025-2026” Elaborado por **Camila Estefania Castro Tapia**, previo a la obtención del título de LICENCIADA(O) EN FISIOTERAPIA, aprueba el presente informe de investigación en nombre de la Universidad Técnica del Norte:

(f).....

MSc. Verónica Johana Potosí Maya

CC: 1715821813

(f).....

MSc, Ronnie Andrés Paredes Gómez-

CC: 1003637822

DEDICATORIA

A la Fisioterapia, más que una carrera, un propósito de vida. Por enseñarme que sanar va más allá de lo físico, que en cada movimiento existe una historia y en cada paciente una oportunidad de transformar vidas. Gracias por elegirme y permitirme descubrir en ti no solo una profesión, sino una vocación que llevaré con orgullo y compromiso siempre.

A mis padres, Hever y Mirian, por ser mi base, mi guía y mi mayor apoyo. Gracias por cada sacrificio, por creer en mí incluso cuando yo dudaba, y por enseñarme con su ejemplo el valor del esfuerzo, la honestidad y la perseverancia. Todo lo que soy hoy tiene sus raíces en ustedes; este logro no solo me pertenece, sino que también es el reflejo de su amor y dedicación.

A mis hermanos Dario e Indira por acompañarme en este camino, por su apoyo incondicional y por ser parte de mi fortaleza en cada etapa. Gracias por las risas, la compañía y por recordarme siempre quién soy. Su presencia en mi vida ha sido un pilar fundamental y una fuente constante de motivación.

A mis perros, Sofi, Negra, Chicho y Luna por su amor puro e incondicional, por ser mi refugio en las noches de estudio y cansancio, por brindarme calma en medio de la tormenta. Recordándome siempre la importancia de las pequeñas cosas y del cariño sincero.

A cada experiencia vivida a lo largo de este camino, tanto las buenas como las difíciles, por moldear mi carácter, fortalecer mi espíritu y enseñarme que cada desafío trae consigo una oportunidad de crecimiento. Aquellos amigos que formaron parte de este proceso, por estar presente en los momentos importantes y por brindarme palabras de ánimo cuando más lo necesité.

Y, especialmente, a mí, por no rendirme.

Por continuar aun en los momentos de duda, por levantarme después de cada caída y por seguir adelante incluso cuando el camino parecía incierto. Por mi esfuerzo constante, mi

disciplina y mi capacidad de resistir y persistir. Este logro representa cada sacrificio, cada lágrima, cada madrugada de estudio y cada sueño que hoy se convierte en realidad.

Con gratitud, amor y determinación, dedico este trabajo a la persona en la que me he convertido y a la que seguiré construyendo cada día, con la convicción de que esto es solo el comienzo.

Camila Estefania Castro Tapia

AGRADECIMIENTO

Al culminar esta etapa tan importante de mi vida, expreso mi más profundo agradecimiento a Dios, por ser mi guía, mi fortaleza y mi refugio en cada momento de este camino. Gracias por iluminar mis pasos, darme sabiduría y permitirme llegar hasta aquí.

A mi familia, por su amor incondicional, por creer en mí incluso en los momentos en los que yo dudaba, y por ser el pilar fundamental que sostuvo cada uno de mis sueños. Gracias por su paciencia, apoyo constante y por impulsarme a nunca rendirme. A mis padres, por su esfuerzo, sacrificio y dedicación. Este logro no es solo mío, sino también de ustedes, quienes con su ejemplo me enseñaron el valor de la perseverancia y el trabajo honesto.

A mis amigos, por acompañarme a lo largo de este proceso, por sus palabras de aliento, su apoyo sincero y su presencia incondicional. Gracias por estar a mi lado en los momentos difíciles, por darme fuerza cuando más lo necesitaba y por celebrar conmigo cada logro alcanzado. Su amistad, comprensión y cariño han sido fundamentales para mantenerme firme y motivada en este camino.

A mis docentes, por compartir sus conocimientos y experiencias, y por contribuir de manera significativa a mi formación profesional. Gracias por su entrega, vocación y por inspirarme a amar aún más esta hermosa carrera la FISIOTERAPIA. De manera especial, a mi tutora de tesis Msc. Verónica Potosí, por su guía, paciencia y compromiso durante el desarrollo de este trabajo. Su apoyo fue fundamental para alcanzar este objetivo.

A la Universidad Técnica del Norte, institución que me formó, por brindarme las herramientas necesarias para crecer académica y personalmente, y por convertirse en el espacio donde construí no solo conocimientos, sino también sueños.

Finalmente, expreso un agradecimiento muy especial al Cuerpo de Bomberos de Ibarra y a todas las personas que formaron parte de este estudio, quienes con gran disposición y compromiso contribuyeron generosamente con su tiempo y experiencia. Gracias por su

apertura, colaboración y valioso aporte, los cuales no solo fortalecen el desarrollo de este trabajo y aportan al conocimiento en el área, sino que también me hicieron sentir parte de su gran familia durante todo este proceso.

Gracias a todos por su contribución invaluable en este camino.

Camila Estefania Castro Tapia

RESUMEN

“EFECTIVIDAD DE LA SENTADILLA ISOMÉTRICA EN PACIENTES CON HIPERTENSION EN EL CUERPO DE BOMBEROS DE IBARRA PERIODO 2025-2026”

Introducción: La hipertensión arterial es uno de los principales factores de riesgo cardiovascular a nivel mundial y nacional, especialmente en grupos ocupacionales sometidos a elevado estrés físico y emocional, como bomberos. **Objetivo:** Evaluar la efectividad de la sentadilla isométrica en pacientes con hipertensión arterial en el Cuerpo de Bomberos de Ibarra. **Metodología:** La investigación presentó un enfoque cualitativo y cuantitativo, de tipo descriptivo, diseño cuasiexperimental y cohorte longitudinal. **Población:** Estuvo conformada por 21 participantes con hipertensión arterial grado 1. **Instrumentos:** Ficha de datos generales, tallímetro de pared, balanza digital, tensiómetro digital OMRON, dinamómetro Activ-5, cuestionario GPAQ para el nivel de actividad física y escala de estrés percibido PSS-14. **Resultados:** La edad promedio fue de 42,14 años y el 57,1% tienen sobrepeso según el IMC. Se aplicó un protocolo de sentadilla isométrica durante 12 semanas, evidenciando una disminución significativa de la presión arterial sistólica de 137,57 a 125,71mmHg y de la presión arterial diastólica de 81,41 a 76,67mmHg ($p<0,001$). El estrés percibido disminuyó de 21,24 a 18,43 puntos ($p<0,05$). La fuerza no mostró cambios significativos; en cuádriceps, el lado derecho incrementó de 33,24 a 34,08kg y el izquierdo de 34,27 a 35,02kg. En isquiotibiales, la fuerza en el lado derecho aumentó de 8,89 a 10,95kg, y en el lado izquierdo se mantuvo en 10,06kg. El nivel de actividad física presentó una disminución no significativa de 5194,29 a 4640,19METs. **Conclusión:** El programa de sentadilla isométrica durante 12 semanas fue efectivo para reducir la presión arterial y el estrés percibido en bomberos activos.

Palabras clave: Hipertensión arterial, sentadilla isométrica, bomberos, estrés percibido, fuerza muscular.

ABSTRACT

EFFECTIVENESS OF THE ISOMETRIC SQUAT IN HYPERTENSIVE PATIENTS OF THE IBARRA FIRE DEPARTMENT, 2025–2026.

Introduction: Arterial hypertension is one of the leading cardiovascular risk factors worldwide, particularly in occupational groups exposed to high physical and emotional stress, such as firefighters. **Objective:** To evaluate the effectiveness of an isometric squat intervention in hypertensive patients from the Ibarra Fire Department. **Methodology:** A mixed-methods study with a descriptive scope was conducted, using a quasi-experimental and longitudinal design. The study population consisted of 21 participants diagnosed with hypertension. Data collection instruments included a general data record form, stadiometer, digital scale, OMRON digital blood pressure monitor, Activ-5 dynamometer, the Global Physical Activity Questionnaire (GPAQ), and the Perceived Stress Scale (PSS-14). **Results:** The mean age of participants was 42.14 years, with 57.1% classified as overweight according to body mass index. After a 12-week isometric squat training protocol, a statistically significant reduction in systolic blood pressure was observed (from 137.57 to 125.71mmHg), as well as in diastolic blood pressure (from 81.41 to 76.67mmHg) ($p < 0.001$). Perceived stress levels also decreased significantly, from 21.24 to 18.43 points ($p < 0.05$). Muscle strength showed no statistically significant changes: quadriceps strength increased slightly on the right side (33.24 to 34.08 kg) and left side (34.27 to 35.02kg), while hamstring strength increased on the right side (8.89 to 10.95kg) and remained unchanged on the left side (10.06 kg). Physical activity levels showed a non-significant decrease from 5194.29 to 4640.19MET-minutes. **Conclusion:** The 12-week isometric squat program was effective in reducing blood pressure and perceived stress in hypertensive firefighters, although it did not produce significant improvements in muscle strength or physical activity levels. **Keywords:** arterial hypertension, isometric exercise, blood pressure, firefighters, perceived stress, muscle strength.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CONSTANCIAS.....	3
DEDICATORIA	6
AGRADECIMIENTO	8
RESUMEN	10
ABSTRACT.....	11
ÍNDICE DE CONTENIDOS	12
ÍNDICE DE TABLAS	15
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	16
INTRODUCCIÓN	17
Formulación del Problema	18
Objetivo General	20
Objetivos Específicos.....	20
CAPÍTULO 1: MARCO TEÓRICO.....	21
Antecedentes.....	21
Fundamentación Teórica	23
Presión Arterial	23
Hipertensión Arterial.....	23
Prevalencia de la Hipertensión Arterial.....	23
Clasificación de la Hipertensión Arterial	24
Características Clínicas de la Hipertensión Arterial.....	24
Intervención Farmacológica en la Hipertensión Arterial	24
Factores de Riesgo para la Hipertensión Arterial.....	25
Anatomía del Sistema Cardiovascular	25
Anatomía del Sistema Respiratorio.....	26
Función del Sistema Cardiovascular	27
Función del Sistema Respiratorio	27

Aptitud Cardiorrespiratoria	27
Anatomía del Miembro Inferior	27
Musculatura de Miembro Inferior	29
Fisiología de la Contracción Muscular.....	30
Tipos de Contracción Muscular	30
Fuerza	30
Tipos de Fuerza	31
Actividad Física.....	32
Sentadilla Isométrica contra la pared	32
Actividad Física en Hipertensión Arterial.....	32
Actividad Física en Bomberos	32
Ejercicio Terapéutico	33
Ejercicio en Hipertensión Arterial.....	33
Actividad Física en el Estrés Laboral.....	33
Estrés Laboral en Hipertensión Arterial.....	34
Estrés laboral y Ejercicio en Bomberos	34
Cuerpo de Bomberos de Ibarra.....	34
CAPÍTULO 2: MATERIALES Y MÉTODOS	35
Diseño y tipo de Investigación	35
Diseño de la Investigación	35
Tipos de Investigación	35
Métodos, Técnicas e Instrumentos de investigación	36
Método de Recolección de Datos.....	36
Técnicas.....	36
Instrumentos	36
Preguntas de investigación	40
Matriz de operacionalización de variables	41
Participantes.....	44

Población Investigada.	44
Criterios de Selección.....	44
Procedimiento y análisis de datos.....	45
Metodología de la Intervención.....	45
Análisis de Datos.....	47
Marco Legal y Ético	48
Constitución de la República del Ecuador	48
Ley Orgánica de Salud	49
Ley Orgánica de Protección de Datos Personales	50
Plan de Desarrollo para el Nuevo Ecuador 2025-2029	52
Declaración de Helsinki	53
Consentimiento Informado.....	54
CAPÍTULO 3: RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	55
Edad.....	55
Índice de Masa Corporal (IMC)	56
Presión Arterial Sistólica y Diastólica.....	57
Fuerza de Cuádriceps e Isquiotibiales	58
Nivel de Actividad Física	60
Estrés Percibido	61
Protocolo de Intervención de Sentadilla Isométrica en Pared en Pacientes con Hipertensión Arterial	62
Respuestas de las Preguntas de Investigación	66
CONCLUSIONES	69
RECOMENDACIONES.....	70
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	71
ANEXOS	86

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Categorías de la Presión Arterial en Adultos	24
Tabla 2 Variables de Caracterización	41
Tabla 3 Variables de Interés.....	42
Tabla 4 Caracterización Según la Edad	55
Tabla 5 Caracterización de la Muestra Según el Índice de Masa Corporal (IMC) Inicial.....	56
Tabla 6 Valores Inicial y Final de la Presión Arterial Sistólica y Diastólica.....	57
Tabla 7 Valores Iniciales y Finales de la Fuerza en Cuádriceps e Isquiotibiales Derecho e Izquierdo	58
Tabla 8 Valor Inicial y Final del Nivel de la Actividad Física (GPAQ).....	60
Tabla 9 Valor Inicial Y Final De Nivel De Estrés Percibido (PSS-14)	61
Tabla 10 Progresión del Protocolo de Sentadilla Isométrica en Pared	65

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Ilustración 1 Aprobación del Tema	86
Ilustración 2 Reporte de Similitud (Compilatio).....	88
Ilustración 3 Certificado de aprobación Abstract- CAI.....	89
Ilustración 4 Aprobación de la Investigación del Cuerpo de Bomberos de Ibarra.....	90
Ilustración 5 Consentimiento Informado.....	91
Ilustración 6 Ficha De Datos Generales	93
Ilustración 7 Cuestionario del Nivel De La Actividad Física GPAC-Q.....	95
Ilustración 8 Escala de Estrés Percibido PSS-14.....	96
Ilustración 9 Ficha de Registro de Examen Físico por Etapa.....	98
Ilustración 10 Dinamómetro Activ-5	99
Ilustración 11 Estadiómetro de pared K&I.....	99
Ilustración 12 Balanza Digital Pacific Club	100
Ilustración 13 Tensiómetro Digital OMRON.....	100
Ilustración 14 Goniómetro Universal	101
Ilustración 15 Socialización de la Investigación y Firma del Consentimiento Informado ..	101
Ilustración 16 Toma de la Presión Arterial	102
Ilustración 17 Medida de la Fuerza de Cuádriceps con Dinamómetro Activ 5	102
Ilustración 18 Medida de la Fuerza e Isquiotibiales con Dinamómetro Activ 5	103
Ilustración 19 Ejecución De La Sentadilla Isométrica En Pared Con Goniómetro.....	103
Ilustración 20 Sesión supervisada de la Sentadilla Isométrica en Pared de acuerdo con el Protocolo	104
Ilustración 21 Progresión de la Sentadilla Isométrica en Pared de acuerdo con el Protocolo	104

INTRODUCCIÓN

Problema

La Organización Mundial de la Salud (OMS) define la hipertensión arterial como la elevación persistente de la presión sanguínea en los vasos arteriales por encima de 140/90mmHg. Siendo una condición frecuente en la población y potencialmente grave cuando no recibe tratamiento (1). El ejercicio isométrico se ha convertido en una estrategia no farmacológica para controlar la HTA, demostrando efectos beneficiosos en la presión arterial (PA). La sentadilla isométrica contra la pared ha reportado ser un ejercicio eficaz para reducir la PA (2).

En America Latina, la prevalencia de HTA es del 47,5% de los adultos, con tasas aún más altas en países más desarrollados, asociado a factores sociodemográficos (3). En Ecuador la HTA se presenta entre los 18 a 65 años, aumentando con la edad, además se reporta mayor prevalencia en hombres (11,2%) que en mujeres (7,5%)(4). El Ministerio de Salud Pública (MSP) en 2018, realizó un estudio en donde se estima que al menos el 19,8% de la población padece HTA. De este grupo, el 17% no tiene un control adecuado y el 56,3% no se encuentra bajo tratamiento farmacológico (5).

La HTA es uno de los principales factores de riesgo para desencadenar enfermedades cardiovasculares, favoreciendo la aparición de complicaciones graves en órganos vitales como el corazón, el cerebro y los riñones. A nivel mundial, la HTA representa la principal causa de muerte con más de 17 millones de fallecimientos anuales. De igual forma, en Ecuador, la HTA también se posiciona como una de las principales causas de mortalidad, asociándose aproximadamente 10.571 muertes anuales en el país (3).

La HTA no controlada puede provocar daños progresivos a órganos vitales, convirtiéndose en un factor de riesgo a producir enfermedades graves. A nivel cardiaco, la HTA produce hipertrofia ventricular izquierda, insuficiencia cardiaca y enfermedad coronaria

isquémica. En el cerebro, se vincula con eventos cerebrovasculares (ECV) y hemorragias intracerebrales. Asimismo, favorece la aparición de enfermedad renal crónica y retinopatía asociada a HTA (6).

En el ámbito ocupacional, los bomberos desempeñan un papel fundamental en la protección y rescate en diversas situaciones de emergencia. En el ejercicio de sus funciones, enfrentan escenarios críticos que implican riesgo vital constante, así como exposición a múltiples amenazas, elevadas exigencias físicas y una importante carga de estrés mental. A estas demandas se suma el trabajo por turnos rotativos, lo que da lugar a trastornos del sueño que, influyen negativamente en el nivel estrés y por consecuencia aumenta el riesgo de desarrollar enfermedades cardiovasculares (7).

En esta población ocupacional, la prevalencia de HTA oscila entre el 10% y el 40%. Asimismo, se ha encontrado que mayores niveles de condición física se correlacionan con valores más bajos de PA (8). De manera similar, en otras profesiones con alta carga física y emocional, como la labor policial, se encontró que el 40.4% de los policías reportaba HTA, una cifra superior a la población en general (9). Su alta prevalencia se asocia con las exigencias físicas y el estrés, características de la profesión que comparten con el cuerpo de bomberos.

En el Ecuador, la HTA constituye un problema de salud pública relacionado al desarrollo de enfermedades cardiovasculares, especialmente en grupos expuestos a altos niveles de estrés físico y emocional, como el cuerpo de bomberos. En el cantón de Ibarra, la escasa evidencia científica limita la aplicación de estrategias preventivas. Por ello, resulta pertinente investigar esta problemática, evaluando intervenciones como la sentadilla isométrica en pacientes con HTA.

Formulación del Problema

¿Cuál es la efectividad de la sentadilla isométrica en pacientes con hipertensión arterial en el cuerpo de bomberos de Ibarra periodo 2025-2026?

Justificación

El motivo de este estudio fue evaluar la efectividad de la sentadilla isométrica para el control de la hipertensión arterial en el personal del Cuerpo de Bomberos de Ibarra, esta enfermedad es altamente prevalente en Ecuador y constituye un factor de riesgo cardiovascular. Esta condición puede agravarse en una población expuesta a altos niveles de estrés físico y emocional como los bomberos. La investigación cobra relevancia al proponer una estrategia accesible y económica, que busca comprobar si contribuye a la mejora de la salud cardiovascular.

El estudio fue viable se contó con el apoyo y permisos del Cuerpo de Bomberos de Ibarra, por lo mismo el acceso y consentimiento de pacientes con pre e HTA. A su vez fue factible realizarlo se dispuso de los instrumentos necesarios, como el dinamómetro Activ-5 y un tensiómetro digital. El protocolo propuesto no demandó de equipos costosos ni espacios especializados, lo que facilitó su aplicación. Asimismo, fue adaptable en duración, intensidad y progresión. Esto permitió asegurar una ejecución segura, práctica y efectiva.

El impacto que generó el estudio fue positivo al aplicar una intervención mediante el uso de la sentadilla isométrica para el manejo de la HTA en bomberos. A nivel institucional, se promovió programas de ejercicios adaptado como parte de la salud ocupacional. Además, tuvo un impacto positivo en la comunidad científica nacional. Así, se favoreció la prevención de enfermedades cardiovasculares desde la fisioterapia.

Los beneficiarios directos de este estudio fueron los bomberos con pre e HTA, el investigador quien aplicó los conocimientos adquiridos. Indirectamente, la institución al reducir el riesgo de bajas laborales por complicaciones de salud. Asimismo, la Facultad Ciencias de la Salud (FCCSS) y la Universidad Técnica del Norte, los resultados de esta investigación podrán ser utilizados para guiar y diseñar a futuro, protocolos de entrenamiento adaptado a otros cuerpos de emergencia con demandas físicas intensas del país.

Objetivos

Objetivo General

Evaluar la efectividad de la sentadilla isométrica en pacientes con hipertensión arterial en el Cuerpo de Bomberos Ibarra.

Objetivos Específicos

- Caracterizar a los sujetos de estudio según: edad e índice de masa corporal (IMC).
- Aplicar un protocolo de ejercicio mediante una sentadilla isométrica en pared con intensidades progresivas en los estudiados.
- Analizar los parámetros iniciales y finales de presión arterial, fuerza de miembro inferior, nivel de actividad física y nivel de estrés percibido posterior a los tres meses de intervención.

CAPÍTULO 1: MARCO TEÓRICO

Antecedentes

Edwards et al., en una revisión titulada “Isometric Exercise Training and Arterial Hypertension: An Updated Review”, los autores destacan que la magnitud del efecto depende de la intensidad, duración y frecuencia del protocolo, siendo parámetros importantes como el porcentaje máximo de contracción voluntaria (%MVC) y el porcentaje de frecuencia cardíaca máxima. Los autores concluyen que modalidades de ejercicio isométrico como agarre manual y sentadilla isométrica contra la pared generan reducciones significativas de la PA (10).

Mariano IM et al., en una revisión sistemática titulada “Exercise training improves blood pressure reactivity to stress: a systematic review and meta-analysis” incluyeron 1121 participantes, en los cuales evaluó cómo los programas de ejercicio físico influían en la respuesta cardiovascular ante estímulos estresante. Los resultados indicaron que el entrenamiento físico reduce significativamente la reactividad de la presión arterial sistólica (PAS) durante el estrés, con una disminución promedio de 2,5 mmHg. Los autores concluyeron que la práctica regular de ejercicio mejora la regulación cardiovascular frente al estrés, contribuyendo al control de la PA y la reducción del riesgo cardiovascular (11).

En Reino Unido, la investigación “The implementation of a home-based isometric wall squat intervention using ratings of perceived exertion to select and control exercise intensity: a pilot study in normotensive and pre-hypertensive adults” investigaron la implementación de un protocolo de sentadilla isométrica contra la pared en 30 adultos normotensos y prehipertensos, usando la percepción del esfuerzo para controlar la intensidad. Tras 4 semanas de intervención se observaron reducciones clínicas en la presión arterial sistólica (PAS) de hasta 14mmHg y diastólica (PAD) de 6 mmHg, evidenciando el efecto beneficioso del ejercicio isométrico sobre la PA (2).

En Bangladés, el estudio “Associations of physical activity levels, and attitudes towards physical activity with blood pressure among adults with high blood pressure in Bangladesh”. incluyó a 307 adultos hipertensos y relaciono el nivel de la actividad física, las actitudes hacia la misma y la PA. Los resultados mostraron que los participantes con bajo nivel de actividad física (<600 MET-min/semana) presentaron una presión arterial PAS de 153.8 mmHg y PAD de 92.4 mmHg, mientras que quienes realizaban mayor actividad física registraron PAS de 146.9 mmHg y PAD de 89.1 mmHg, lo que sugiere una relación inversa entre la actividad física y los niveles de PA(12).

En Colombia, un ECA multicéntrico titulado “Reductions in systolic blood pressure achieved with three sessions of isometric training per week are maintained with one session per week” incluyó 77 participantes hipertensos y evaluó si las reducciones de PAS alcanzadas con tres sesiones semanales de entrenamiento isométrico (fase 1), podían mantenerse con una sola sesión por semana (fase 2). Tras las 12 semanas de la fase 1 reportaron que la sentadilla isométrica produjo un descenso clínico significativo de la PAS de 12.9 mmHg y de la PAD 6.5 mmHg. En la fase 2, el grupo de la sentadilla isométrica presentó una disminución adicional de 3,8mmHg evidenciando su eficacia para mantener reducciones de la PAS a largo plazo (13).

En Ecuador, en un estudio titulado “The Role of Muscle Strength, Physical Activity, Perceived Stress, and Sleep Quality in Patients with Hypertension” incluyeron 392 pacientes con PAS entre 140-150mmHg y PAD de 90-99 mmHg. La investigación analizó la relación que existe entre la fuerza muscular, la actividad física, el estrés percibido y la calidad del sueño. Los resultados evidenciaron que estas variables se encuentran interrelacionadas, observando que niveles adecuados de actividad física y fuerza muscular se asocian con mejores indicadores de salud cardiovascular, mientras que altos niveles de estrés percibido y una baja calidad del sueño pueden influir negativamente en el control de la presión arterial (14).

Fundamentación Teórica

Presión Arterial

La PA hace referencia a la fuerza ejercida por la sangre hacia las paredes de las arterias generada durante la contracción de los ventrículos. Esta determinada principalmente por el gasto cardíaco, la volemia y la resistencia vascular. Se distingue dos componentes: la PAS durante la contracción de los ventrículos y la PAD como la fase de relajación cardíaca. La PA puede medirse con un esfigmomanómetro, representado en milímetros de mercurio (mmHg). En adultos, se considera valores normales menores de 120/80mmHg (15).

Hipertensión Arterial

La HTA se caracteriza por la elevación persistente de la PA, siendo el resultado del gasto cardíaco y resistencia vascular periférica total. Esta condición está asociada con el aumento de riesgos de eventos cardiovasculares, renales y cerebrales (6). Definida por lecturas de $\geq 130 / \geq 80$ mmHg (16).

Prevalencia de la Hipertensión Arterial

Según la OMS, la prevalencia mundial de HTA es más alta en la región del mediterráneo oriental, con un 38%. En 2024, alrededor del 33% de la población de 30 a 79 años presentan HTA, de ellos, el 44% desconocía su condición, y solo el 23% mantenía la PA controlado mediante tratamiento (1). En Ecuador la HTA afecta al 19,8% de la población, con menor prevalencia en mujeres (7,5%) que en hombres (11,2%). Además, se reporta que el 17% presenta HTA no controlada y el 56% no recibe tratamiento farmacológico para su control (4).

Clasificación de la Hipertensión Arterial

La toma precisa de la PA es primordial a la hora de determinar a qué categoría o clasificación se encuentra la persona, consigo ayuda a indicar el riesgo cardiovascular asociado:

Tabla 1

Categorías de la Presión Arterial en Adultos

	PAS		PAD
Categoría BP			
Normal	<120 mmHg	y	<80 mmHg
Elevado	120 a 129 mmHg	y	<80 mmHg
Hipertensión			
Etapas 1	130 a 139 mmHg	y	80 a 89 mmHg
Etapas 2	≥140 mmHg	y	≥90 mmHg

Nota: Esta tabla excluye a las embarazadas (16)

Características Clínicas de la Hipertensión Arterial

La HTA se caracteriza por el aumento sostenido de la PA y suele permanecer asintomática durante varios años. En su evolución clínica puede presentar cefaleas, mareos, visión borrosa, palpitaciones y disnea, síntoma que reflejan daño progresivo en órganos blancos como el corazón, cerebro, riñones y grandes vasos sanguíneos (17)

En cuadros más severos la HTA puede desarrollar hacia crisis hipertensivas, clasificadas en urgencias (sin daño agudo de órganos) y emergencias hipertensivas (con afectación orgánica severa). Dentro de estas últimas se incluye la HTA maligna, se distingue por presentar cifras mayores a 200/120 mmHg, caracterizada por hemorragias retinianas, edema de pupila, encefalopatía hipertensiva, convulsiones y alteraciones visuales (18).

Intervención Farmacológica en la Hipertensión Arterial

El uso de fármacos en la HTA permite reducir y controlar la PA con el fin de prevenir complicaciones cardiovasculares, cerebrales y renales. Según las *Guías Europeas de Hipertensión Arterial (ESH, 2023)*, el tratamiento se inicia habitualmente con fármacos como diuréticos tiazídicos, inhibidores de la enzima convertidora de angiotensina (IECA),

bloqueadores de los receptores de angiotensina II (ARA-II), antagonistas del calcio o betabloqueantes, seleccionados según las características clínicas del paciente (19).

Factores de Riesgo para la Hipertensión Arterial

Existen diversos factores de riesgo que conllevan a desarrollar HTA e incluso pueden llevar agravar esta condición en la población, los factores de riesgo modificables incluyen hábitos como una alimentación inadecuada, el sedentarismo, el consumo de tabaco y alcohol, así como el sobrepeso o la obesidad. En cambio, entre los factores no modificables se encuentran los antecedentes familiares relacionados a la HTA, la edad mayor de 65 años y enfermedades asociadas como la diabetes mellitus o afecciones renales (1).

Anatomía del Sistema Cardiovascular

El aparato cardiovascular consiste en tres componentes relacionados: la sangre, el corazón y los vasos sanguíneos. La sangre es un tejido conectivo líquido que consiste en células rodeadas por una matriz extracelular líquida, contribuye a la homeostasis del cuerpo, ayuda a regular el pH, la temperatura corporal y provee protección contra las enfermedades a través de la fagocitosis y la producción de anticuerpos (15).

El corazón, está formado por dos bombas separadas: un corazón derecho que bombea sangre hacia los pulmones y un corazón izquierdo que bombea sangre a través de la circulación sistémica que aporta flujo sanguíneo a los demás órganos y tejidos del cuerpo. A su vez, cada uno de estos corazones es una bomba bicameral pulsátil formada por una aurícula y un ventrículo. Cada una de las aurículas es una bomba débil de cebado del ventrículo, que contribuye a transportar sangre hacia el ventrículo correspondiente. Los ventrículos después aportan la principal fuerza del bombeo que impulsa la sangre: 1) hacia la circulación pulmonar por el ventrículo derecho, o 2) hacia la circulación sistémica por el ventrículo izquierdo (20).

Los vasos sanguíneos son las arterias, las arteriolas, los capilares, las vénulas y las venas (15). La función de las arterias consiste en transportar la sangre con una presión alta hacia los

tejidos, motivo por el cual las arterias tienen unas paredes vasculares fuertes y unos flujos sanguíneos importantes con una velocidad alta. Las arteriolas son las últimas ramas pequeñas del sistema arterial y actúan controlando los conductos a través de los cuales se libera la sangre en los capilares (20).

La función de los capilares consiste en el intercambio de líquidos, nutrientes, electrolitos, hormonas y otras sustancias en la sangre y en el líquido intersticial. Las vénulas recogen la sangre de los capilares y después se reúnen gradualmente formando venas de tamaño progresivamente mayor. Las venas funcionan como conductos para el transporte de sangre que vuelve desde las vénulas al corazón. Como la presión del sistema venoso es muy baja, las paredes de las venas son finas (20).

Los vasos sanguíneos contribuyen a la homeostasia al proveer estructuras para el flujo de sangre desde y hacia el corazón, cumplen una función importante en el ajuste de la velocidad y el volumen del flujo sanguíneo (15).

Anatomía del Sistema Respiratorio

El aparato respiratorio está formado por la nariz, la faringe, la laringe, la tráquea, los bronquios y los pulmones. Sus partes pueden clasificarse según la estructura y la función (15).

De acuerdo con su estructura, está formado por dos partes:

- **Aparato respiratorio superior:** incluye la nariz, la cavidad nasal, la faringe y estructuras asociadas.
- **Aparato respiratorio inferior:** la laringe, la tráquea, los bronquios y los pulmones (15).

Desde el punto de vista funcional, el aparato respiratorio se divide en dos partes:

- 1) **Zona de conducción:** formada por la nariz, la cavidad nasal, la faringe, la laringe, la tráquea, los bronquios, los bronquiolos y los bronquiolos terminales; su función es filtrar, calentar y humedecer el aire y conducirlo hacia los pulmones

- 2) **La zona respiratoria:** formada por tubos y tejidos ubicados dentro de los pulmones, donde se produce el intercambio de gases. Incluye bronquiolos respiratorios, los conductos y sacos alveolares y los alveolos, es el sitio principal de intercambio de gases entre el aire y la sangre (15).

Función del Sistema Cardiovascular

El sistema cardiovascular consta de dos circuitos principales: la circulación sistémica y la circulación pulmonar. Su función es proporcionar una circulación sanguínea adecuada en todo el cuerpo. La circulación pulmonar permite la oxigenación de la sangre, y la circulación sistémica permite que la sangre oxigenada y los nutrientes lleguen al resto del cuerpo (21).

Función del Sistema Respiratorio

La función del sistema respiratorio es extraer oxígeno del ambiente y proporcionarlo para la respiración aeróbica a nivel celular. El oxígeno se transporta a través de los alvéolos hacia la red capilar, donde puede ingresar al sistema arterial y, finalmente, perfundir el tejido (22).

Aptitud Cardiorrespiratoria

Se refiere a la capacidad de los sistemas circulatorio y respiratorio para suministrar oxígeno a las mitocondrias del músculo esquelético para la producción de energía necesaria durante la actividad física (23).

Anatomía del Miembro Inferior

Osteología De Miembro Inferior. El esqueleto de los miembros inferiores está constituido por dos segmentos: la cintura pélvica formada por dos huesos coxales, y la porción libre de cada miembro inferior formada por el fémur, la rótula (patella), la tibia, el peroné (fibula) y los huesos del pie, a su vez está conformado por los huesos del tarso: astrágalo, calcáneo, navicular, cuboides y tres cuneiformes, 5 metatarsianos y de los dedos (24)

Fisiología De La Articulación. Es el estudio de la función de las articulaciones, aquellas estructuras que mantienen unidos entre sí a los elementos óseos, permitiéndoles realizar los movimientos para los cuales están dispuestos (25).

Articulaciones De La Cintura Pélvica.

Articulación Sacroilíaca. La articulación sacroilíaca es una articulación sinovial plana, que tiene poca movilidad. Las superficies articulares son irregulares y están conformadas por la cara auricular del sacro y la cara auricular del coxal. Estas dos superficies encajan perfectamente y están rodeadas por una cápsula articular, que se inserta en los contornos de éstas. La cápsula está reforzada por los ligamentos sacroilíacos anteriores, posteriores e interóseos, y a distancia por los ligamentos iliolumbar, sacrotuberoso y sacroespinoso (24).

Articulación De Coxofemoral. Conformada por el hueso coxal con el fémur. Por lo general se la denomina articulación de la cadera. Es una sinovial esferoidea, cotiloidea. Sólida, estable y adaptada a sus funciones estáticas, posee sin embargo una notable movilidad (26).

Articulación De Rodilla. Es una articulación extensa que une el muslo a la pierna y pone en contacto tres huesos: fémur, tibia y patela. Articulación sinovial de tipo troclear, compuesta por dos articulaciones: la femorotibial, que es bicondílea, y la femoropatelar, que es una troclear (26).

Articulaciones De Pierna Y Pie.

Articulación Tibioperonea. La articulación tibioperonea corresponde al género de las sinoviales planas. Sus superficies articulares están conformadas por la cabeza del peroné y el cóndilo lateral de la tibia (24).

Articulación De Talo Crural. Es la articulación del tobillo, es una sinovial y está formada por las siguientes superficies articulares: arriba, la superficie distal de la tibia, cuadrilátera, y los maléolos peroneos y tibial, y abajo la cara superior del astrágalo con la tróclea astragalina (24).

Musculatura de Miembro Inferior

Músculos pelvi trocantéricos. Unen el hueso coxal al trocánter mayor. En número de diez, se los divide en (26)

1. **Músculos glúteos:** mayor, medio y menor, a los cuales añadimos el tensor de la fascia lata. Si bien este último no se inserta en el fémur, completa el conjunto de los glúteos por adelante y tiene una acción importante en los movimientos del muslo sobre la pelvis (26)
2. **Músculos pelvi trocantéricos:** piriforme, obturador interno, obturador externo, gemelo superior, gemelo inferior y cuadrado femoral (26)

Músculos iliopsoas. Une al fémur, no solo con el coxal a través del ilíaco, sino también con la columna vertebral a través del psoas (26)

Músculos aductores del muslo. Pectíneo, aductor mayor, aductor largo, aductor corto, aductor mínimo y grácil (24).

Músculos Del Muslo. Los músculos del muslo se agrupan en tres compartimientos principales: el grupo anterior se compone del cuádriceps femoral (recto femoral, vasto interno, vasto intermedio y lateral) sartorio e iliopsoas, del grupo posterior son los isquiotibiales (bíceps femoral, semimembranoso y semitendinoso) y los músculos de la parte interna los aductores (24).

Músculos De La Pierna. Están divididos en tres compartimientos: un compartimiento crural anterior en el que se encuentra los músculos tibial anterior, extensor largo del dedo gordo, extensor largo de dedos y tercer peroneo, un compartimiento crural lateral que se hayan los músculos peroneo largo y corto y un compartimiento crural posterior en el que se subdivide en músculos superficiales compuesto por el tríceps sural (gastrocnemios y soleo) y plantar, y los músculos profundos compuestos por el poplíteo, flexor largo de los dedos, tibial posterior y flexor largo del dedo gordo (24).

Músculos Del Pie. Los músculos propios del pie son aquellos cuyos vientres musculares se encuentran dentro del pie. Se agrupan en diferentes regiones: la región dorsal del pie encontramos los músculos; extensor corto de los dedos y extensor corto del dedo gordo y en la región plantar, que a su vez se divide en tres grupos: medial, músculos del dedo gordo, abductor, el flexor corto y aductor del dedo gordo; lateral, músculos el abductor, el flexor corto y el oponente del quinto dedo, y medio, músculos los cuales son el flexor corto de los dedos, el musculo cuadrado plantar, lo lumbricales e interóseos (26).

Fisiología de la Contracción Muscular

El concepto fisiológico de la contracción muscular se basa en dos variables: longitud y tensión. La tensión muscular puede producirse sin cambios en su longitud. Al finalizar la contracción muscular, se produce la relajación muscular, que es el retorno de las fibras musculares a un estado de baja tensión (27).

Tipos de Contracción Muscular

Isométrica. Existe un cambio en la tensión muscular pero sin modificar su longitud (27).

Isotónica. Presenta una tensión muscular constante con cambios en la longitud muscular (27).

Concéntrica. Se caracteriza por una tensión muscular suficiente para soportar la carga, donde el músculo se contrae y acorta (27).

Excéntrica. Sucede cuando el músculo trabaja para desacelerar una articulación al final de un movimiento, en lugar de tirar de ella en la dirección de la contracción (27).

Fuerza

Es la capacidad para generar tensión bajo determinadas condiciones definidas por la posición del cuerpo, el movimiento en que se aplica la fuerza, el tipo de activación de contracción muscular y la velocidad de movimiento (28).

Tipos de Fuerza

Fuerza Máxima Isométrica. Cuando el sujeto realiza una contracción voluntaria máxima contra una resistencia insalvable, es decir, la resistencia externa y la fuerza interna producida tienen la misma magnitud (28).

Fuerza Máxima Excéntrica. Se manifiesta cuando la máxima capacidad de contracción muscular se opone ante una resistencia que se desplaza en sentido opuesto al deseado por el sujeto. En este caso la fuerza expresada depende de la velocidad a la que se produce la contracción excéntrica (28).

Fuerza Máxima Concéntrica. La tensión es generada de forma máxima, en el mismo sentido deseado por el sujeto. En ella, la fuerza muscular interna supera la resistencia a vencer (28).

Fuerza Dinámica Máxima. La fuerza dinámica máxima se refiere al ángulo que produce el movimiento por una mínima velocidad de desplazamiento, que suma las fases; concéntrica y excéntrica (28).

Fuerza Explosiva. La habilidad del sistema neuromuscular para desarrollar una alta velocidad de acción o para crear una fuerte aceleración en la expresión de fuerza (28).

Fuerza Elástico-Explosiva. La velocidad de acción o aceleración debe asociarse junto al componente elástico que actúa por efecto del estiramiento previo. En este caso, la capacidad contráctil y el mecanismo nervioso de reclutamiento y sincronización influyen menos, puesto que parte del rendimiento se debe a la elasticidad (28).

Fuerza Elástico-Explosiva-Reactiva. En este tipo de fuerza interviene un relevante efecto de facilitación neuronal generado por el reflejo miotático, propio del ciclo del estiramiento-acortamiento (CEA), el cual ocurre de forma rápida y una transición lenta (28).

Fuerza Resistencia. Es la capacidad de realizar un trabajo sostenido en el tiempo, con una elevada tolerancia a la fatiga y sin alterar significativamente la técnica del gesto (28).

Fuerza Absoluta. Es la fuerza que un sujeto puede producir independientemente de su peso corporal (28).

Fuerza Relativa. Es la fuerza producida en relación a su peso corporal (28).

Actividad Física

La OMS describe la actividad física como cualquier movimiento del cuerpo generado por los músculos esqueléticos que implica un gasto energético. Este concepto abarca todo movimiento, ya sea durante el tiempo libre, traslados diarios o como parte de las labores ocupacionales y domésticas (29)

Sentadilla Isométrica contra la pared

La sentadilla isométrica contra la pared se caracteriza por ser un ejercicio de tipo isométrico en el que hay una contracción muscular sin cambios en la longitud del musculo ni movimiento observable en la articulación. Para la ejecución del ejercicio el participante coloca la espalda contra la pared con los pies paralelos y separados a la anchura de los hombros y que luego descendieran hasta alcanzar un ángulo definido en la articulación de la rodilla (30)

Actividad Física en Hipertensión Arterial

Una revisión sistemática y metaanálisis realizada en 18 países de ingresos medios y bajos, encontró que las intervenciones con actividad física condujeron a una reducción promedio de -7,70 mmHg en la PAS y -3,60 mmHg en la PAD en comparación con grupos control (31). Reforzando la recomendación de programas de diferentes tipos de ejercicio sean parte integral del tratamiento no farmacológico de la HTA, en relación con el cambio de estilo de vida y seguimiento clínico.

Actividad Física en Bomberos

Los bomberos recién reclutados generalmente exhiben niveles más altos de condición física y mejor salud al inicio de sus carreras. Sin embargo, estos estándares y niveles de salud y condición física a menudo disminuyen a lo largo de su servicio, al no cumplir con los niveles

recomendados de actividad física aumenta el riesgo de enfermedades cardíacas e incidentes cardíacos durante las llamadas de emergencia para bomberos, afectando directamente las tareas ocupacionales y salud en general (32)

Ejercicio Terapéutico

El ejercicio terapéutico se define como un conjunto de intervenciones basadas en el movimiento, que buscan disminuir la discapacidad y potenciar tanto la capacidad funcional como la condición física de las personas. Su aplicación se extiende tanto a la prevención como a la rehabilitación de múltiples afecciones, incluyendo trastornos de tipo neurológico, cardiorrespiratorio y musculoesquelético (33).

Ejercicio en Hipertensión Arterial

La evidencia reciente demuestra que la eficacia del ejercicio en la HTA depende del tiempo y la modalidad empleada, de manera que un estudio en pacientes con HTA estadio 1 indican que el tiempo mínimo efectivo de ejercicio puede ser suficiente para inducir efectos hipotensores (34). Por otro lado, se mostró que acumular alrededor de 150 minutos semanales de ejercicio de intensidad moderada produce descensos significativos de la PAS y PAD relacionándolos con niveles más bajos de PA (35).

Actividad Física en el Estrés Laboral

El estrés laboral produce un deterioro de la salud física y mental, desarrollando consigo depresión y enfermedades cardiovasculares. La combinación de la actividad física de tipo moderada a vigorosa y el ejercicio regular, realizada durante y fuera del horario laboral muestra; menor estrés percibido, mejora la recuperación emocional y aumenta la capacidad de afrontamiento, en comparación a quienes son físicamente inactivos (36), por lo tanto, la actividad física actuara como un modulador protector frente al estrés ocupacional.

Estrés Laboral en Hipertensión Arterial

El estrés laboral se ha convertido en un factor de riesgo de la HTA. Una revisión realizada en trabajadores de la África, quienes fueron expuestos a altos niveles de estrés ocupacional, se les asocia con mayor riesgo de desarrollar HTA, debiéndose a dos factores la activación sostenida del sistema simpático y el aumento crónico de la PA. Además, se resalta el desconocimiento de los trabajadores sobre su HTA y la necesidad de implementar estrategias de prevención y manejo del estrés en el entorno laboral (37).

Estrés laboral y Ejercicio en Bomberos

El estrés laboral en bomberos surge principalmente de la exposición a eventos traumáticos, las altas demandas organizacionales, los turnos prolongados y las exigencias físicas del trabajo, factores que incrementan la carga psicológica (38). Por otro lado, la evidencia indica que bomberos físicamente activos presentan hasta un 50% menos riesgo de estrés laboral (39), demostrando que el ejercicio funciona como un mecanismo de protector ante las demandas propias de la profesión.

Cuerpo de Bomberos de Ibarra

El Cuerpo de Bomberos de Ibarra es una institución dedicada a la seguridad y asistencia ciudadana, conformada por profesionales capacitados para responder a emergencias y proteger a la comunidad. Su trabajo se sustenta en valores como la voluntad de servicio, la abnegación, la disciplina, la honestidad, el respeto y el trabajo en equipo, lo que refuerza su compromiso ético y su rol como referente de atención y prevención en el cantón Ibarra (40).

CAPÍTULO 2: MATERIALES Y MÉTODOS

Diseño y tipo de Investigación

Diseño de la Investigación

Cuasiexperimental. Hace referencia a un diseño de investigación en el cual “se seleccionan grupos que ya existen naturalmente o se utilizan grupos que se dividen según algún criterio preexistente por el investigador. Se aplica una intervención o tratamiento a uno o más grupos y se mide el efecto resultante”(41). En el presente estudio, se aplicó un protocolo de sentadilla isométrica durante 12 semanas, tras lo cual se evaluaron las variables como la presión arterial, fuerza en miembro inferiores, actividad física y nivel de estrés percibido para obtener datos para la investigación, en una población a conveniencia a criterio del investigador.

Cohorte Longitudinal. Los diseños longitudinales son aquellos que “recaban datos en diferentes puntos del tiempo para realizar inferencias acerca de la evolución del problema de investigación o fenómeno, sus causas y sus efectos”(42). En este estudio se recolectó información sobre las variables de interés; presión arterial, fuerza en miembros inferiores, nivel de actividad física y estrés percibido, en dos tiempos, definidos como: etapa inicial y etapa final, posterior al protocolo de intervención.

Tipos de Investigación

Cuantitativo. Se define por la “recopilación sistemática de información que puede ser cuantificada, seguida de un análisis riguroso mediante técnicas estadísticas, se distingue por su énfasis en la medición y el análisis numérico de datos”(41).

Descriptivo. Este tipo de investigación “tienen como finalidad especificar propiedades y características de conceptos, fenómenos, variables o hechos en un contexto determinado”(42).

Métodos, Técnicas e Instrumentos de investigación

Método de Recolección de Datos

Método Deductivo. Se relaciona con las “conclusiones estableciéndose a partir de generalizaciones, discerniendo las ideas a profundidad para posterior lograr obtener un enfoque más amplio” (43).

Método Estadístico. Permite “a los investigadores recopilar, analizar y comprender datos de manera científica y replicable. Esta contribución a la generación de conocimiento y la toma de decisiones se refleja a lo largo de diferentes etapas de la investigación”(44).

Método Bibliográfico. “Este método es considerado cualitativo, porque consiste en la revisión de cada uno de los materiales bibliográfico existente, en cuanto al tema que relaciona la idea principal de la investigación ya que se obtiene de fuente confiable” (45).

Técnicas

La Encuesta. “Se define como un conjunto de procedimientos estandarizados de investigación que recopila y analiza datos de una muestra representativa de una población más amplia. Este proceso tiene como objetivo explorar, describir, predecir y/o explicar diversas características” (46).

Instrumentos

Ficha de Datos Generales del Paciente. La ficha de datos generales del paciente permitió recolectar información sociodemográfica y clínica esencial, como edad, género, etnia, peso, talla, IMC, consumo de alcohol y tabaco. Su finalidad fue caracterizar a la población participante en el estudio y establecer posibles factores que influyen en la respuesta a la intervención. A su vez registra valores iniciales de presión arterial, fuerza en miembro inferior, nivel de actividad física y estrés percibido. Esta información sirvió como base para el análisis estadístico y la comparación de resultados antes y después del protocolo de sentadilla isométrica **Ilustración 6.**

Tensiómetro Digital. El monitor de PA de brazo automático HEM-7122, utiliza un método oscilométrico de medición de la PA y el pulso en pacientes adultos. Está diseñado para su uso en el hogar y cuenta con características como inflado automático, pantalla digital LCD y memoria para almacenar lecturas anteriores. El brazalete se adapta a circunferencia de brazo entre 22 y 42cm, lo que hace adecuado para la mayoría de los adultos. Este modelo indica una precisión en la PA de ± 3 mmHg y el pulso de $\pm 5\%$ de la lectura de pantalla (47) **Ilustración 13.**

Diversos monitores de presión arterial OMRON clínicamente validados, han demostrado tener una sensibilidad del 95%, una especificidad del 98% y una precisión del 97% y una especificidad del 95.9% (48).

Talla. Es una medición antropométrica que permite determinar la estatura de un individuo desde la planta de los pies hasta el vértex de la cabeza en posición erguida. Un instrumento común para medir la altura del paciente es el estadímetro, el cual consta de una regla vertical y un cabezal horizontal deslizante que se coloca sobre la cabeza para registrar la medida de la talla (49).

Estudios recientes han demostrado una alta fiabilidad del estadímetro estándar con un coeficiente de correlación intraclase (ICC) de 0,99 (50). En el presente estudio se utilizó un estadímetro portátil de pared marca Knowledge and Innovation (K&I), con una capacidad máxima de medición de 2m, para registrar la talla de los participantes **Ilustración 11.**

Peso. Para la medición del peso corporal se utilizó una báscula digital Pacific Club, con una precisión de $\pm 0,1$ Kg y una capacidad máxima de 180Kg. Durante la evaluación, el participante permaneció de pie sobre la báscula, sin realizar movimiento ni apoyo externo, distribuyendo el peso equitativamente entre ambos pies. Los valores se registraron en kilogramos (kg) (51) **Ilustración 12.**

Índice de Masa Corporal (IMC). Se define como un indicador antropométrico el cual se ha utilizado para evaluar el estado nutricional en adultos. Se calcula a partir de la relación entre el peso corporal en kilogramos y la talla en metros al cuadrado (kg/m^2). Para su obtención, el peso y la talla se miden mediante instrumentos antropométricos adecuados (52). En el presente estudio, el IMC de los participantes se obtuvo mediante la medición directa del peso y la talla realizada por el investigador.

El IMC permite clasificar a la población de manera sencilla y no invasiva de acuerdo con su estado nutricional. Se establecen cuatro categorías: estado de bajo peso o desnutrición ($<18,5 \text{ kg/m}^2$); IMC normal ($18,5\text{--}25,0 \text{ kg/m}^2$); estado de sobrepeso ($25,0\text{--}30,0 \text{ kg/m}^2$); y personas con obesidad $\geq 30,0 \text{ kg/m}^2$, esta última se puede subcategorizar según su gravedad (52). Estudios de validación han demostrado una adecuada concordancia entre las mediciones utilizadas para su cálculo, reportándose un coeficiente de correlación intraclase (ICC) de 0.81 para el IMC, lo que indica una buena fiabilidad de este indicador antropométrico (53).

Dinamómetro Activ-5. Es un dinamómetro portátil que mide la fuerza máxima generada por un grupo muscular específico, los resultados obtenidos se envían a través de Bluetooth hacia un teléfono inteligente mediante una aplicación móvil. El dispositivo presenta una capacidad máxima de 90Kg, una precisión de ($0,635\text{Kg} + 5\%$ de la fuerza aplicada) y un coeficiente de correlación intraclase (ICC) superior a 0,91 (54). Estos resultados sugieren que el Activ5 es una herramienta válida y confiable para la evaluación de la fuerza muscular isométrica máxima **Ilustración 10.**

Goniómetro. Es un instrumento que ayuda a evaluar clínicamente el rango de movimiento (ROM), parámetro fundamental para analizar la funcionalidad del movimiento y la movilidad de las articulaciones del cuerpo humano. El goniómetro universal es un dispositivo portátil compuesto por dos brazos: uno fijo y otro móvil, que permiten determinar el ángulo de movimiento articular (55) **Ilustración 14.**

Se ha demostrado una alta fiabilidad de este instrumento, reportándose coeficientes de correlación intraclass (ICC) cercanos a 0,99 (55), lo que respalda su utilización como herramienta complementaria para la medición del movimiento articular.

Cuestionario Global Sobre el Nivel de Actividad Física (GPA-Q). Este cuestionario fue desarrollado por la OMS con la finalidad de evaluar el nivel de actividad física en adultos durante una semana típica. Consiste de 16 preguntas que abarca varios componentes de la actividad física, como la intensidad, la duración y la frecuencia, y evalúa tres dominios: actividad física ocupacional, actividad física relacionada con el transporte y actividad física durante el tiempo libre o discrecional (56) **Ilustración 7.**

Los resultados se expresan en minutos por semana de actividad física moderada o vigorosa, y se clasifican en tres niveles: bajo, moderado y alto. En un estudio menciona la confiabilidad del instrumento con un α de Cronbach de 0,83-0,96 el cual indica una excelente consistencia interna para una escala o cuestionario (57).

Escala de Estrés Percibido (PSS-14). La Escala de Estrés Percibido en su versión de 14 ítems (PSS-14), instrumento ampliamente aceptado internacionalmente para la medición del estrés psicológico en población adulta. La PSS-14 evalúa la percepción subjetiva de imprevisibilidad, falta de control y sobrecarga frente a las demandas de la vida durante el último mes, mediante una escala tipo Likert de cinco puntos (58).

Diversos estudios de validación y revisiones de consenso en psicometría han demostrado que la PSS-14 presenta adecuada consistencia interna, con valores del alfa de Cronbach de 0.85(58), lo que confirma su fiabilidad y reproducibilidad en contextos clínicos, ocupacionales y poblaciones sometidas a altos niveles de estrés laboral **Ilustración 8.**

Preguntas de investigación

- ¿Cuál es la caracterización de los sujetos en cuanto edad, e índice de masa corporal (IMC)?
- ¿En qué consiste el protocolo de ejercicio mediante una sentadilla isométrica en pared con intensidades progresivas en pacientes con hipertensión arterial?
- ¿Qué cambios se evidencia en la presión arterial, fuerza de miembros inferiores, nivel de la actividad física y nivel de estrés percibido luego de la intervención con sentadilla isométrica?

Matriz de operacionalización de variables

Tabla 2

Variables de Caracterización

Variables	Tipo de Variable	Dimensión	Indicador	Escala	Instrumento	Definición
Edad	Cuantitativa Continua	Edad	Promedio de edad	Mayor a 18 años	Ficha de datos general del paciente	Tiempo que ha vivido una persona u otro ser vivo hasta el momento que se considera (59).
Índice de masa corporal (IMC)	Cualitativa Ordinal Politómica	Masa corporal en relación con el peso y talla	Bajo peso	<18.5 Kg/ m ²		Este índice es un marcador indirecto de la grasa. Las categorías del IMC varían en función a la edad y género (60).
			Peso normal	18.5 – 24.9 Kg/ m ²		
			Sobrepeso	25 – 29.9 Kg/ m ²		
			Obesidad I	30 – 34.9 Kg/ m ²		
			Obesidad II	35 – 39.9 Kg/ m ²		
			Obesidad III	>40 Kg/ m ²		

Tabla 3*Variables de Interés*

Variables	Tipo de Variable	Dimensión	Indicador	Escala	Instrumento	Definición
Presión arterial	Cuantitativa Continua	Promedio de la presión arterial	Valores de presión arterial sistólica	≥ 130 - ≥ 140 / mmHg	Tensiómetro Digital OMRON	La tensión arterial se genera por la fuerza de la sangre que empuja las paredes de los vasos sanguíneos (arterias) cuando el corazón bombea (1).
			Valores de presión arterial diastólica	≥ 80 / ≥ 90 mmHg		
Fuerza isométrica máxima	Cuantitativa Continua	Valores de fuerza	Promedio del valor de la fuerza en cuádriceps Promedio valor de la fuerza en isquiotibiales	0 - 90 Kg	Dispositivo Activ5	La fuerza isométrica máxima ocurre cuando un músculo aplica su máxima fuerza contra una resistencia fija e inamovible, sin producir movimiento articular y sin restricciones en la duración de la aplicación de la fuerza (61).
Actividad física	Cuantitativa Continua	Nivel de actividad física	Nivel alto de AF	>1500 MET	Cuestionario Global de la	La OMS define la actividad física como todo movimiento corporal producido por los músculos
			Nivel moderado de AF	600 a 1500 MET		

			Nivel bajo de AF	<600 MET	Actividad Física (G-PAQ)	esqueléticos que requiere consumir energía (29)
Estrés Laboral	Cuantitativa Continua	Nivel de estrés percibido	Estrés elevado	26-56	Escala de Estrés Percibido (PSS-14)	Es aquello que afecta a las personas en el ámbito laboral o en su ocupación, tras sufrir presiones y exigencias laborales excesivas para las que no cuentan con los recursos necesarios (62).
			Estrés moderado	20-25		
			Estrés bajo	0-19		

Participantes

Población Investigada.

La población del estudio estuvo conformada por 168 bomberos activos pertenecientes al Cuerpo de Bomberos de Ibarra. Tras la aplicación de los criterios de inclusión y exclusión, el estudio quedo conformado inicialmente por 27 participantes HTA cabe mencionar que al finalizar el protocolo la población quedo establecida por 21 bomberos activos de sexo masculino debido a la salida de participantes por motivos laborales.

Criterios de Selección

Criterios de Inclusión.

- Pacientes que hayan firmado el consentimiento informado.
- Pacientes diagnosticados hipertensión categorizados en bajo riesgo.
- Pacientes con hipertensión grado 1 con cifras de PAS 130-139mmHg y PAD 85-89mmHg.
- Pacientes con hipertensión grado 2, sin manejo farmacológico con cifras de PAS mayor a 140mmHg y PAD mayor a 90mmHg.
- Pacientes que pertenezcan al Cuerpo de Bomberos de Ibarra.
- Pacientes sin dolor articular en miembros inferiores.
- Edad mayor a 18 años.

Criterios de Exclusión.

- Pacientes que no cumplen con los criterios de inclusión.
- Pacientes embarazadas o en estado de lactancia.
- Pacientes con HTA secundaria.
- Pacientes con HTA con manejo farmacológico.
- Pacientes con dolor a nivel de rodilla que limite la actividad física.
- Pacientes con enfermedades osteoarticulares severas.

- Pacientes con antecedentes de eventos cardiovasculares mayores.

Criterios de Salida.

- Motivos de salud no relacionados con el protocolo de intervención.
- Lesiones musculoesqueléticas ajenas al estudio.
- Retiro voluntario debido a la falta de disponibilidad de tiempo y compromisos laborales.

Procedimiento y análisis de datos

Metodología de la Intervención

Etapas Iniciales. Se reunió a la población de estudio para socializar el objetivo de la investigación y el protocolo planteado. Posteriormente, se seleccionó a los participantes en base a los criterios de inclusión establecidos. Para confirmar su condición de HTA se realizaron mediciones de la PA a la misma hora del día durante 3 días consecutivos. A cada participante seleccionado se le explicó sobre el consentimiento informado, tras lo cual se obtuvo su firma

Ilustraciones 5 y 15.

Posterior a ello se completó la ficha de datos generales del paciente que incluyó: nombres, edad, fecha de nacimiento, número de cédula, género, etnia, nivel de educación, ocupación, consumo de alcohol y tabaco. Se registró la estatura con el estadiómetro de pared y el peso con la balanza digital con el fin de calcular el IMC.

Para la medición de la PA el participante permaneció en posición sedente, con la espalda apoyada y los pies en contacto completo con el suelo, evitando cruzar las piernas. El brazo evaluado se colocó apoyado sobre una superficie firme a la altura del corazón, con la palma de la mano hacia arriba y los músculos relajados. Se solicitó al participante mantener reposo, sin hablar, ni realizar movimientos. La medición de la PA se efectuó en dos ocasiones con un intervalo de 30 segundos **Ilustración 16.**

La valoración de la fuerza muscular de los miembros inferiores se realizó mediante el dinamómetro Activ5. La fuerza de cuádriceps se evaluó en ambas extremidades inferiores mediante tres intentos por cada lado. Los participantes se colocaron en posición sedente, con la espalda apoyada en el respaldo de la silla, rodillas flexionadas a 90° y pies completamente apoyados en el suelo. Se indicó a los participantes ejercer presión sobre el dinamómetro únicamente con su talón, evitando elevar la punta del pie, despegar la cadera del asiento, flexionar el tronco o realizar movimientos compensatorios que pudieran alterar los resultados de la medición.

Para la evaluación de la fuerza de los isquiotibiales se mantuvo la misma posición inicial, colocando el dinamómetro en la región posterior del talón y solicitando ejercer una presión hacia atrás, manteniendo la contracción isométrica durante la medición.

Posteriormente, se indicó a los participantes realizar una sentadilla isométrica en pared a 95° durante 120 segundos para determinar el nivel inicial de entrenamiento: quienes completaron el tiempo iniciaron en el nivel 2 (125° de flexión de rodilla) y quienes no, en el nivel 1 (135°).

Finalmente, esta evaluación inicial incluyó la aplicación del cuestionario global de actividad física (G-PAQ), y el cuestionario de estrés percibido (PSS-14).

Intervención con sentadilla isométrica. El protocolo de intervención consistió en un programa de sentadilla isométrica en pared de 12 semanas, mediante una progresión por niveles. En cada cambio de nivel, se verificó y enseñó a los participantes la correcta adopción de la posición de acuerdo con el ángulo articular establecido, empleando un goniómetro como instrumento de medición para garantizar la precisión en la ejecución del ejercicio. Además, se efectuaron visitas de seguimiento para supervisar la correcta ejecución del ejercicio y reforzar las indicaciones del protocolo. Como parte del control del protocolo, los participantes enviaron

registros audiovisuales (fotografías o videos) de la realización del ejercicio, los cuales permitieron verificar la técnica y el cumplimiento del protocolo.

El protocolo inició con los niveles 1 (135° de flexión de rodilla) y 2 (125° de flexión de rodilla), durante las primeras 4 semanas, cada uno con una duración de dos semanas, con una frecuencia de tres sesiones semanales, cuatro series por sesión, dos minutos de trabajo y dos minutos de descanso.

Posteriormente, en las dos semanas siguientes se implementó el nivel 3 (115° de flexión de rodilla) manteniendo el mismo número de series por sesión, tiempos de trabajo y descanso, pero con una frecuencia de dos sesiones por semana. Luego se aplicó el nivel 4 (105° de flexión de rodilla) con una duración de dos semanas, conservando las mismas características del nivel anterior.

En las últimas cuatro semanas del protocolo, se trabajó una semana en el nivel 4 (105° de flexión de rodilla) y durante las tres últimas semanas en el nivel 5 (95° de flexión de rodilla) con una frecuencia de una sesión semanal, conservando el mismo número de repeticiones, tiempos de trabajo y descanso.

Etapas Final. La evaluación final se realizó al culminar los cinco niveles del protocolo, es decir, a las 12 semanas de intervención, aplicando los mismos parámetros e instrumentos establecidos en la etapa inicial, registrando los valores obtenidos en la ficha de registro de examen físico por etapa **Ilustración 9**.

Análisis de Datos

Tras haber obtenido los datos mediante los instrumentos aplicados en el presente estudio se procedió a realizar una base de datos en Microsoft® Excel® para Microsoft 365 MSO (16.0.14332.20848) 64 bits, para posteriormente describir la variable cualitativa índice de masa corporal IMC mediante frecuencias y porcentajes, las variables cuantitativas; edad, presión arterial, fuerza en cuádriceps e isquiotibiales, nivel de actividad física y estrés

percibido, valores de la media (M), desviación estándar ($\pm$), diferencia entre medias (Δ), valores máximos (Máx.) y valores mínimos (Mín.), dividida en dos tiempos de evaluación: inicial y final.

La estadística inferencial se realizó con ayuda del programa paquete estadístico en el cual se iniciará con la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk seleccionada debido al tamaño de la población, donde se buscará la diferencia entre las intervenciones; para los datos no paramétricos se utilizó la prueba de Wilcoxon, para las variables como la presión arterial sistólica, presión arterial diastólica, y el nivel de actividad física. En los datos paramétricos se empleó la prueba de t Student para muestras relacionadas, en las variables de fuerza de cuádriceps, fuerza de isquiotibiales y el estrés percibido, con el fin de determinar diferencias estadísticamente significativas entre los dos tiempos de evaluación.

Marco Legal y Ético

La investigación está sustentada de acuerdo con la Constitución de la República del Ecuador, la Ley Orgánica de Salud, la Ley Orgánica de Protección de Datos Personales, el Plan de Desarrollo para el Nuevo Ecuador 2025 – 2029 y la Declaración de Helsinki.

Constitución de la República del Ecuador

Art. 32.- “La salud es un derecho que garantiza el Estado, cuya realización se vincula al ejercicio de otros derechos, entre ellos el derecho al agua, la alimentación, la educación, la cultura física, el trabajo, la seguridad social, los ambientes sanos y otros que sustentan el buen vivir" (63)

El Estado garantizará este derecho mediante políticas económicas, sociales, culturales, educativas y ambientales; y el acceso permanente, oportuno y sin exclusión a programas, acciones y servicios de promoción y atención integral de salud, salud sexual y salud reproductiva. La prestación de los servicios de salud se regirá por los

principios de equidad, universalidad, solidaridad, interculturalidad, calidad, eficiencia, eficacia, precaución y bioética, con enfoque de género y generacional (63).

Art. 359.- “El sistema nacional de salud comprenderá las instituciones, programas, políticas, recursos, acciones y actores en salud; abarcará todas las dimensiones del derecho a la salud; garantizará la promoción, prevención, recuperación y rehabilitación en todos los niveles; y propiciará la participación ciudadana y el control social” (63).

Ley Orgánica de Salud

Art. 1.- “La presente Ley tiene como finalidad regular las acciones que permitan efectivizar el derecho universal a la salud consagrado en la Constitución Política de la República y la ley. Se rige por los principios de equidad, integralidad, solidaridad, universalidad, irrenunciabilidad, indivisibilidad, participación, pluralidad, calidad y eficiencia; con enfoque de derechos, intercultural, de género, generacional y bioético”(64).

Art. 3.- “La salud es el completo estado de bienestar físico, mental y social y no solamente la ausencia de afecciones o enfermedades. Es un derecho humano inalienable, indivisible, irrenunciable e intransigible, cuya protección y garantía es responsabilidad primordial del Estado; y, el resultado de un proceso colectivo de interacción donde Estado, sociedad, familia e individuos convergen para la construcción de ambientes, entornos y estilos de vida saludables” (64).

Art. 7.- “Toda persona, sin discriminación por motivo alguno, tiene en relación a la salud, los siguientes derechos:” (64).

- a) Acceso universal, equitativo, permanente, oportuno y de calidad a todas las acciones y servicios de salud;

[...]

- d) Respeto a su dignidad, autonomía, privacidad e intimidad; a su cultura, sus prácticas y usos culturales; así como a sus derechos sexuales y reproductivos;

- e) Ser oportunamente informada sobre las alternativas de tratamiento, productos y servicios en los procesos relacionados con su salud, así como en usos, efectos, costos y calidad; a recibir consejería y asesoría de personal capacitado antes y después de los procedimientos establecidos en los protocolos médicos. Los integrantes de los pueblos indígenas, de ser el caso, serán informados en su lengua materna;
- f) Tener una historia clínica única redactada en términos precisos, comprensibles y completos; así como la confidencialidad respecto de la información en ella contenida y a que se le entregue su epicrisis;
[...]
- h) Ejercer la autonomía de su voluntad a través del consentimiento por escrito y tomar decisiones respecto a su estado de salud y procedimientos de diagnóstico y tratamiento, salvo en los casos de urgencia, emergencia o riesgo para la vida de las personas y para la salud pública;
[...]
- l) No ser objeto de pruebas, ensayos clínicos, de laboratorio o investigaciones, sin su conocimiento y consentimiento previo por escrito; ni ser sometida a pruebas o exámenes diagnósticos, excepto cuando la ley expresamente lo determine o en caso de emergencia o urgencia en que peligre su vida (64).

Ley Orgánica de Protección de Datos Personales

Art. 4.-Términos y definiciones. - Para los efectos de la aplicación de la presente Ley se establecen las siguientes definiciones: anonimización, base de datos o fichero, consentimiento, dato personal, datos relativos a salud, datos sensibles, delegado de protección de datos, destinatario, elaboración de perfiles, encargado del tratamiento de datos personales, fuente accesible al público, responsable de tratamiento de datos personales, titular,

transferencia o comunicación, tratamiento, vulneración de la seguridad de los datos personales (65).

Art. 5.- Integrantes del sistema de protección de datos personales. - Son parte del sistema de protección de datos personales, los siguientes:

- 1) Titular;
- 2) Responsable del tratamiento;
- 3) Encargado del tratamiento;
- 4) Destinatario;
- 5) Autoridad de Protección de Datos Personales; y,
- 6) Delegado de protección de datos personales (65).

Art. 8.- Consentimiento Se podrán tratar y comunicar datos personales cuando se cuente con la manifestación de la voluntad del titular para hacerlo. El consentimiento será válido, cuando la manifestación de la voluntad se:

- 1) Libres, es decir, cuando se encuentre exenta de vicios del consentimiento
- 2) Específica, en cuanto a la determinación concreta de los medios y fines del tratamiento
- 3) Informada, de modo que cumpla con el principio de transparencia y efectivice el derecho por el titular (65).

El consentimiento podrá revocarse en cualquier momento sin que sea necesaria una justificación para lo cual el responsable del tratamiento de datos personales establecerá mecanismos que garanticen celeridad, eficiencia, eficacia y gratuidad, así como un procedimiento sencillo, similar al proceder con el cual recabó el consentimiento (65).

Art. 39.-Protección de datos personales desde el diseño y por defecto.-Se entiende a la protección de datos desde el diseño como el deber del responsable del tratamiento de tener en cuenta, en las primeras fases de concepción y diseño del proyecto, que determinados tipos

de tratamientos de datos personales entrañan una serie de riesgos para los derechos de los titulares en atención al estado de la técnica, naturaleza y fines del tratamiento, para lo cual, implementará las medidas técnicas, organizativas y de cualquier otra índole, con miras a garantizar el cumplimiento de las obligaciones en materia de protección de datos, en los términos del reglamento (65).

Plan de Desarrollo para el Nuevo Ecuador 2025-2029

Eje Social: Objetivo 1.- “Mejorar el bienestar social y la calidad de vida de la población, para garantizar el goce efectivo de los derechos y la reducción de las desigualdades”(66).

Eje Social: Objetivo 1-Política 1.3: “Mejorar la prestación de los servicios de salud de manera integral y con calidad, enfatizando la atención a grupos prioritarios y todos aquellos en situación de vulnerabilidad” (66).

Estrategias.

a. “Promover la salud y el bienestar de la población a lo largo del curso de vida, con un enfoque de equidad, a través de la consolidación de entornos, comunidades y hábitos saludables” (66).

[...]

d. “Promover la formación continua de los profesionales de la salud” (66).

e. “Impulsar la investigación y el desarrollo de tecnologías sanitarias y la incorporación de servicios de la medicina tradicional y comunitaria” (66).

Eje Social: Objetivo 1-Política 1.4: “Fortalecer la prevención y control de enfermedades transmisibles y no transmisibles, incluyendo vigilancia sanitaria e implementación de sistemas de calidad en los servicios de salud” (66).

Estrategias.

- a. “Diseñar e implementar acciones para la prevención, diagnóstico y tratamiento oportuno de enfermedades transmisibles y no transmisibles” (66).

[...]

Declaración de Helsinki

Los principios propuestos aseguran que el estudio se realice con responsabilidad, integridad y compromiso con los derechos humanos.

Principios Generales.

- “La investigación médica con participantes humanos está sujeta a estándares éticos que promueven y aseguran el respeto a todos los participantes y protegen su salud y sus derechos”(67).
- “El propósito principal de la investigación médica con participantes humanos es generar conocimiento para comprender las causas, evolución y efectos de las enfermedades, mejorar las intervenciones preventivas, diagnósticas y terapéuticas y, en última instancia, promover la salud individual y pública” (67).
- “En la investigación médica, es deber del médico proteger la vida, la salud, la dignidad, la integridad, autonomía, la privacidad y la confidencialidad de la información personal de los participantes de la investigación. La responsabilidad de la protección de las personas que participan en la investigación debe recaer siempre en un médico u otro investigador y nunca en los participantes de la investigación, aunque hayan otorgado su consentimiento” (67).
- “La investigación con participantes humanos debe tener un diseño y ejecución científicamente sólidos y rigurosos que tenga la probabilidad de producir conocimientos confiables, válidos y valiosos y evite el desperdicio en la investigación. La investigación debe ceñirse a los principios científicos generalmente aceptados y basarse en un profundo conocimiento de la bibliografía

científica, otras fuentes relevantes de información y experimentos adecuados de laboratorio y con animales, según corresponda” (67).

- “El diseño y la realización de toda investigación médica con participantes humanos deben describirse y justificarse claramente en un protocolo de investigación” (67).
- “El consentimiento libre e informado es un componente esencial del respeto de la autonomía individual. La participación de personas capaces de dar su consentimiento informado en la investigación médica debe ser voluntaria. Aunque puede ser apropiado consultar a familiares o representantes de la comunidad, ninguna persona capaz de dar su consentimiento informado debe ser incluida en una investigación a menos que ella acepte libremente” (67).

Consentimiento Informado

En la presente investigación se proporcionó el consentimiento informado a cada participante con el fin de que su colaboración sea voluntaria y basada en un conocimiento adecuado sobre la intervención. Este proceso permitió respetar la decisión de cada participante que formó parte del estudio. A través de este documento se les explicó con claridad en qué consistía la investigación, los parámetros evaluados, el tiempo estimado de participación, los posibles beneficios y riesgos del proyecto en caso de existir (68).

Asimismo, se informó que los datos recolectados serían tratados con estricta confidencialidad y utilizados únicamente con fines académicos y científicos, de acuerdo con los principios éticos para la investigación en seres humanos establecidos. Por otro lado, la firma del consentimiento informado expresa la aceptación voluntaria del protocolo y del tiempo de intervención, además, que el participante podía retirarse del estudio en cualquier momento sin repercusión alguna, tal como lo establecen los principios éticos para la investigación en seres humanos descritos en la Declaración de Helsinki (67).

CAPÍTULO 3: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Edad

Tabla 4

Caracterización Según la Edad

Estadísticos descriptivos	Edad
M	42,14 ± 8
Mín.	29
Máx.	57

M: media; ±: desviación estándar

El estudio se realizó en 21 participantes, bomberos hombres, con una edad promedio de 42,14 años, con una desviación estándar de ($\pm$) 8, con edad mínima de 29 años y una máxima de 57 años, lo que indica que la muestra estuvo conformada por adultos en etapa media de la vida.

Los resultados obtenidos se alinean con lo reportado por Khaja et al., en Estados Unidos, donde la edad media de los participantes masculinos fue de $41,9 \pm 9,2$ (69) evidenciando una distribución etaria comparable a la observada en nuestra población de estudio. Este paralelismo resulta relevante, ya que Khaja et al. documentaron que la prevalencia de hipertensión aumenta significativamente con la edad entre los bomberos, pasando de aproximadamente 45% en el grupo de 20–29 años a más del 77 % en el grupo de 50–59 años (69). Esto respalda que el grupo etario predominante en nuestro estudio corresponde a una etapa de mayor riesgo para el desarrollo de hipertensión, en concordancia con la evidencia disponible para esta población ocupacional.

Índice de Masa Corporal (IMC)

Tabla 5

Caracterización de la Muestra Según el Índice de Masa Corporal (IMC) Inicial

IMC	Frecuencia (n)	Porcentaje (%)
Bajo peso	0	0
Normal	0	0
Sobrepeso	12	57,1
Obesidad I	6	28,6
Obesidad II	2	9,5
Obesidad III	1	4,8
Total	21	100,0

En relación con la caracterización de la población según el índice de masa corporal (IMC), se observó que el 57,1% de los participantes (n = 12) se clasificó en la categoría de sobrepeso, mientras que el 28,6% (n = 6) presentó obesidad grado I, el 9,5% (n = 2) obesidad grado II y el 4,8% (n = 1) obesidad grado III. No se registraron sujetos con bajo peso ni con IMC dentro del rango normal.

Los resultados concuerdan con investigaciones previas realizadas en bomberos. Una revisión sistemática y metaanálisis realizada por Beckett et al. reportó una prevalencia agrupada de sobrepeso del 44,1% y obesidad del 35,6%, evidenciando que el exceso de peso constituye una condición altamente prevalente en este grupo ocupacional (70). De manera similar, en un estudio transversal realizado por Damacena et al. en bomberos brasileños, se encontró que el 48,65% presentaba sobrepeso y el 10,99% obesidad según IMC (71). Estos hallazgos confirman que el IMC elevado en bomberos indica un problema de salud ocupacional relevante, asociado a un mayor riesgo cardiometabólico.

Por otro lado, Bernabe-Ortiz et al. señalan que el exceso de peso constituye un determinante importante de presión arterial, su efecto puede verse modulado por características sociodemográficas y el entorno geográfico (72). Es importante señalar que en el presente

estudio no se realizó un control específico del estado nutricional ni de la ingesta alimentaria de los participantes.

Presión Arterial Sistólica y Diastólica

Tabla 6

Valores Inicial y Final de la Presión Arterial Sistólica y Diastólica

mmHg	PAS				PAD			
	Inicial	Final	p	Δ	Inicial	Final	p	Δ
M	137,57 $\pm$ 4,87	125,71 $\pm$ 5,38			81,41 $\pm$ 7,38	76,67 $\pm$ 8,12		
Mín.	131,5	115	<0,01 ^W	11,86	66,5	61	<0,01 ^W	4,74
Máx.	146,5	137			92	92		

M: media; $\pm$: desviación estándar; p < 0,05: W = prueba de Wilcoxon para muestras relacionadas; Δ : diferencia de medias

Los resultados entre las mediciones inicial y final evidenciaron que la PAS mostró una disminución de la media de 137,57 $\pm$ 4,87 mmHg a 125,71 $\pm$ 5,38 mmHg, una diferencia de 11,86 mmHg entre medias, mientras que, la PAD descendió de 81,41 $\pm$ 7,38 mmHg a 76,67 $\pm$ 8,12 mmHg, una diferencia entre 4,74 mmHg entre medias, dicha diferencia tanto en la PAS como la PAD fueron significativo (p < 0,01).

Los resultados obtenidos en el presente estudio concuerdan con investigaciones previas sobre el entrenamiento isométrico, como el efectuado por Cohen et al., donde el grupo que ejecutó la sentadilla isométrica en pared mostró una reducción de 13 mmHg en la PAS y 4 mmHg en la PAD tras 12 semanas de intervención (73). En comparación, en la presente investigación se observó una disminución de 11,86 mmHg en la PAS y 4,74 mmHg en la PAD, magnitudes muy similares a las reportadas en dicho ensayo clínico.

De forma similar, los datos presentados coinciden con el estudio prospectivo de O'Driscoll et al., el cual demostró que un año de entrenamiento isométrico en pared generó reducciones significativas de 8,5 $\pm$ 5 mmHg en la PAS y 7,3 $\pm$ 5,8 mmHg en la PAD en

hombres con presión elevada (74). La comparación entre estos estudios sugiere que el entrenamiento isométrico genera adaptaciones hemodinámicas clínicamente relevantes tanto a corto como a largo plazo.

Fuerza de Cuádriceps e Isquiotibiales

Tabla 7

Valores Iniciales y Finales de la Fuerza en Cuádriceps e Isquiotibiales Derecho e Izquierdo

Cuádriceps								
Kg	Derecho				Izquierdo			
	Inicial	Final	p	Δ	Inicial	Final	p	Δ
M	33,24 ± 9,71	34,08 ± 9,01			34,27 ± 3,15	35,02 ± 7,15		
Mín.	16	21	0,698 ^t	0,84	17	21,3	0,759 ^t	0,75
Máx.	59,3	55,3			65,3	46,7		

Isquiotibiales								
Kg	Derecho				Izquierdo			
	Inicial	Final	p	Δ	Inicial	Final	p	Δ
M	8,89 ± 3,02	10,95 ± 3,55			10,06 ± 3,15	10,06 ± 2,65		
Mín.	2,3	5,3	0,059 ^t	2,06	4,3	6,7	1 ^t	0
Máx.	15	17,7			15	16,7		

M: media; ±: desviación estándar; p=>0,05: t = prueba t de Student para muestras relacionadas, Δ: Diferencia de medias.

La comparación de la fuerza del cuádriceps derecho e izquierdo, en el miembro derecho, la media pasó de 33,24 ± 9,71 kg a 34,08 ± 9,01 kg, con una diferencia de media de 0,84kg, este cambio no fue significativo (p=0,698). Mientras que, en el miembro izquierdo se observó que la media paso de 34,27 ± 3,15 kg a 35,02 ± 7,15 kg, con una diferencia de media de 0,75kg, de igual forma no existió un cambio significativo (p=>0,05).

En relación con la fuerza en isquiotibiales, aunque la media en el miembro derecho fue de 8,89 ± 3,02 kg a 10,95 ± 3,55 kg, observando un aumento de 2,06 Kg, esta variación no fue significativa (p=>0,05); por otro lado, en el miembro izquierdo, la fuerza se mantuvo de 10,06 ± 3,15 kg a 10,06 ± 2,65 kg, no fue estadísticamente significativa (p=>0,05).

Aunque no se identificaron estudios que reporten específicamente cambios en fuerza expresada en kilogramos tras protocolos similares, los hallazgos del presente estudio son coherentes con la evidencia actual sobre entrenamiento isométrico en hipertensión arterial.

Baffour-Awuah et al. indican que los programas de entrenamiento isométrico en pacientes con HTA suelen aplicarse en intensidades submáximas cercanas al 30-40% MVC (75). En la misma línea, estos autores señalan que la sentadilla isométrica en pared puede producir una reducción del flujo sanguíneo muscular a una intensidad relativa de 15-25% de la MVC, lo cual se relaciona con la compresión vascular producida por la contracción sostenida de la musculatura de las extremidades (76). Además, la intensidad del ejercicio puede modificarse mediante la progresión del ángulo de la flexión de la rodilla en la sentadilla isométrica, de manera que a mayor flexión articular, mayor esfuerzo muscular, sin embargo dicha intensidad seguirá siendo baja para generar aumentos en la fuerza, en ambos estudios se prioriza la seguridad cardiovascular y la reducción de la presión arterial, más que el desarrollo de fuerza máxima muscular.

En consecuencia, los incrementos mínimos observados en la fuerza isométrica del cuádriceps en ambos miembros (<1 kg y sin significancia estadística) son coherentes con la naturaleza del protocolo aplicado, el cual generó adaptaciones cardiovasculares y de resistencia local más que mejoras sustanciales en la fuerza máxima.

Desde el punto de vista biomecánico, investigaciones electromiografías como la de Lee et al., han demostrado que durante variaciones de ejercicios de sentadilla la activación del cuádriceps es significativamente mayor que la de los isquiotibiales (77) justificando la mayor tendencia al aumento en la fuerza de cuádriceps y la menor respuesta adaptativa de los isquiotibiales en los resultados tras la intervención.

.

Nivel de Actividad Física

Tabla 8

Valor Inicial y Final del Nivel de la Actividad Física (GPAQ)

METs	Inicial	Final	p	Δ
M	5194,29 ± 3694,74	4640,19 ± 2866,66		
Mín.	480	1200	0,709 ^W	—554
Máx.	16800	14160		

M: Media; ±: desviación estándar; p=>0,05: W = prueba de Wilcoxon para muestras relacionadas, Δ: Diferencia de medias

Los valores iniciales y finales del nivel de actividad física, medidos en METs mostraron cambios en la media (de 5194,29 ± 3694,74 a 4640,19 ± 2866,66 METs); una disminución de 554 METs, sin embargo, esta variación no fue estadísticamente significativa ($p = >0,05$). Los datos obtenidos tanto inicial como final se mantuvieron, ubicándolos ampliamente en la categoría de actividad física alta según la clasificación de GPAQ.

Los resultados del presente estudio no coinciden con estudios previos que reportan incrementos significativos en el nivel de la actividad física tras intervenciones. En un ensayo clínico, Zhang et al., basado en tecnología mHealth aplicado en hombres adultos, se evidenció un aumento total de 1848 MET-min/semana (78). De manera similar, Arijia et al., en el ensayo comunitario “Pas a Pas” reportó un incremento de hasta 774,81 MET-min/semana en el grupo de intervención, sin embargo, en el grupo control existió una disminución de 357 MET-min/semana (79). Estos resultados indican que la efectividad de programas con seguimiento aumenta la actividad física en adultos, sin embargo, en la presente investigación la intervención se centró en un protocolo específico, orientado principalmente a generar adaptaciones cardiovasculares, más que a aumentar el volumen total de actividad física semanal.

Por otro lado, la discrepancia de los resultados en el estudio radica en las características propias de la población evaluada, investigaciones en bomberos como la reportada por Barry et al., han demostrado que estos profesionales presentan niveles elevados de actividad física

durante su jornada laboral en comparación con los periodos fuera de servicio, evidenciando un alto nivel basal de actividad física ocupacional (80). Asimismo, Gallardo -Gomez et al., estima que se requiere 100 a 159 MET-min/día como dosis efectiva para inducir cambios funcionales significativos, lo que sugiere que intervenciones que no superan dicho umbral pueden no generar modificaciones sustanciales en los niveles de actividad física total (81).

Estrés Percibido

Tabla 9

Valor Inicial Y Final De Nivel De Estrés Percibido (PSS-14)

Estrés	Inicial	Final	p	Δ
M	21,24 ± 5,7	18,43 ± 6,94		
Mín.	11	2	0,049 ^t	2,81
Máx.	33	31		

M: media; ±: desviación estándar; p=<0,05: t = prueba t de Student para muestras relacionadas, Δ: Diferencia de medias.

Los valores iniciales y finales del nivel de estrés percibido, mostró una reducción en la media de 21,24 ± 5,7 a 18,43 ± 6,94. La diferencia media observada fue de 2,81 puntos ubicando a la población de estudio con un estrés bajo. La prueba t de Student para muestras emparejadas evidenció que dicha variación fue estadísticamente significativa (p=<0,05).

La magnitud de la reducción obtenida en la presente investigación es comparable a la reportada por Castellote-Caballero et al., quienes evidenciaron una disminución aproximada de 3 puntos en la PSS tras una intervención de 12 semanas de yoga terapéutico (de 25,82 ± 7,24 a 22,77 ± 6,45), en estudiantes universitarios (82). Aunque la población de este estudio fue en su mayoría joven, los resultados sugieren que este tipo de intervención puede contribuir de manera positiva a la reducción del estrés percibido, independientemente del contexto clínico.

Asimismo, los hallazgos obtenidos son consistentes con lo reportado por Santos et al. quienes realizaron una intervención de 13 semanas de Tai Chi y Qigong en pacientes brasileños

con HTA y diabetes mellitus, observaron una reducción significativa del estrés percibido, con una disminución estimada de 9,29 puntos (83). Aunque la magnitud del cambio en dicho estudio fue mayor que la observada en la presente investigación, ambas intervenciones comparten el componente de ejercicio estructurado y control corporal, lo que sugiere que diferentes modalidades de actividad física pueden generar efectos favorables sobre la percepción del estrés en pacientes con HTA.

Protocolo de Intervención de Sentadilla Isométrica en Pared en Pacientes con Hipertensión Arterial

Objetivo. Evaluar la efectividad de la sentadilla isométrica en pacientes con hipertensión arterial

Materiales para el Protocolo. Para la aplicación del protocolo de intervención se utilizaron los siguientes materiales:

- Goniómetro universal para la medición directa del ángulo de flexión de rodilla durante la evaluación inicial y las sesiones de entrenamiento **Ilustración 14.**
- Cronómetro o temporizador para controlar el tiempo de ejecución y descanso.
- Pared estable para realizar la sentadilla isométrica.
- Dispositivo de móvil (celular) para el seguimiento y registro del cumplimiento del protocolo por parte de los participantes (84).

Estos instrumentos permitieron estandarizar la técnica del ejercicio y garantizar la correcta ejecución del protocolo durante el periodo de intervención, no se requirió de espacios especializados o materiales de mayor complejidad.

Población Dirigida. Este protocolo estuvo dirigido al personal operativo del Cuerpo de Bomberos de Ibarra que presentaba hipertensión arterial grado 1, o catalogado de bajo riesgo confirmado mediante evaluación clínica y registro de presión arterial en reposo $\geq 130/80$ mmHg (16).

El protocolo se orientó a personas mayores de 18 años que pudieran realizar actividad física sin limitaciones; como dolor articular importante en miembros inferiores. No se consideraron candidatos aquellos individuos con condiciones que pudieran interferir con la práctica del ejercicio, como enfermedades osteoarticulares severas, dolor de rodilla que limite el movimiento, embarazo o en estado de lactancia, antecedentes de eventos cardiovasculares mayores (84).

Consideraciones de Seguridad. La intervención se considera de riesgo mínimo, ya que emplea procedimientos no invasivos y estandarizados. Durante la ejecución del ejercicio, los participantes serán supervisados por personal de salud capacitado, quienes brindarán instrucciones previas sobre la técnica correcta para reducir el riesgo de caídas. Además, el ejercicio se realizará con progresión gradual y, ante cualquier evento adverso, el participante será evaluado y se tomarán las medidas correspondientes (84).

Descripción del Ejercicio. El ejercicio consiste en una sentadilla isométrica en pared, en la cual el participante se coloca con la espalda apoyada contra una pared y desciende hasta alcanzar aproximadamente 95° de flexión en la articulación de la rodilla (84).

Previo al inicio del entrenamiento se realizó una prueba inicial de sentadilla isométrica a 95° de flexión de rodilla, con el objetivo de determinar el nivel de inicio de cada participante. En esta prueba inicial, el participante debía mantener la posición de sentadilla contra la pared durante dos minutos, rodillas en 95° de flexión y brazos cruzados sobre el pecho (84).

El ángulo de la articulación de la rodilla fue medido mediante el goniómetro universal colocado en puntos anatómicos de referencia: el eje en el epicóndilo lateral del fémur, el brazo móvil alineado hacia el trocánter mayor y el brazo fijo dirigido a la cabeza del peroné (84)

Ilustración 19.

Dependiendo del desempeño en esta prueba, los participantes iniciaron el entrenamiento en distintos niveles de intensidad. Los participantes que no lograron mantener

la posición durante los dos minutos comenzaron en el nivel 1 (135°). En cambio, aquellos que si completaron los dos minutos iniciaron en el nivel 2 (125°) (84).

Posteriormente, con el fin de facilitar la correcta ejecución del ejercicio durante las sesiones no supervisadas, los participantes recibieron una capacitación previa sobre el nivel y ángulo correspondiente, esto permitió estimar el ángulo de flexión de la rodilla durante la sentadilla isométrica, proporcionando una referencia que ayudó a mantener la posición adecuada según el nivel correspondiente del protocolo (84).

Duración del Protocolo. La intervención se desarrolló en un total de 12 semanas, durante las cuales se realizaron 24 sesiones de entrenamiento. Cada sesión tuvo una duración aproximada de 16 minutos, incluyendo los periodos de trabajo y descanso entre series de 2 minutos (84).

El método de ejercicio utilizado fue entrenamiento isométrico, específicamente la sentadilla isométrica contra la pared, la cual fue aplicada de forma progresiva según los niveles establecidos en el protocolo (84).

Progresión y Frecuencia Semanal del Protocolo

La progresión del protocolo de sentadilla isométrica se estructuró en cinco niveles, los cuales variaron según el ángulo de flexión de la rodilla, la duración del nivel y la frecuencia semanal de entrenamiento. (84).

Tabla 10*Progresión del Protocolo de Sentadilla Isométrica en Pared*

Nivel	Ángulo de rodilla	Duración del nivel (semanas)	Tiempo de trabajo	Tiempo de pausa	Series	Frecuencia semanal
Nivel 1	135°	2	2 min	2 min	4	3 sesiones
Nivel 2	125°	2	2 min	2 min	4	3 sesiones
Nivel 3	115°	2	2 min	2 min	4	2 sesiones
Nivel 4	105°	3	2 min	2 min	4	2 sesiones
Nivel 5	95°	3	2 min	2 min	4	1 sesión

Esta progresión permitió incrementar gradualmente la carga del ejercicio y favorecer la adaptación del participante. Asimismo, la progresión del protocolo de sentadilla isométrica en pared se presenta de forma gráfica en la **Ilustración 21**.

Seguimiento de la Intervención. Para favorecer la adherencia al programa, se realizará un seguimiento semanal por parte del investigador. Este seguimiento puede efectuarse mediante:

- Visitas presenciales aleatorias
- Registro de sesiones mediante videos o fotografías enviados por los participantes

Durante estas sesiones se realizará al menos una sesión supervisada de entrenamiento de aproximadamente 16 minutos, en la que se verificará la técnica del ejercicio, se brindarán recomendaciones y se evaluará el progreso del participante **Ilustración 20**. Además, se registrarán posibles eventos adversos o dificultades durante la intervención, con el fin de garantizar la seguridad de los participantes (84).

Respuestas de las Preguntas de Investigación

¿Cuál es la caracterización de los sujetos en cuanto edad, e índice de masa corporal (IMC)?

Las características de la población hipertensa correspondiente al Cuerpo de Bomberos de Ibarra se realizaron en un total de 21 participantes con una media de edad de 42,14 años, la edad mínima del estudio fue de 29 años y la máxima de 57 años, donde el 100% de los participantes conformaron el género masculino.

El IMC se analizó de manera cualitativa, de acuerdo con la clasificación de la OMS. El 57,1% (n=12) de los participantes presentó sobrepeso, el 28,6% (n=6) obesidad tipo I, el 9,5% (n=2) obesidad tipo II y el 4,8% (n=1) obesidad tipo III. No se registraron sujetos con bajo peso ni con IMC dentro del rango normal.

¿En qué consiste la aplicación del protocolo de ejercicio mediante una sentadilla isométrica en pared con intensidades progresivas en pacientes con hipertensión arterial?

El protocolo se caracterizó por ser una intervención de fácil ejecución, corta duración y con progresión controlada, lo que favoreció la adherencia de los participantes. Los pacientes iniciaron el ejercicio con un ángulo de flexión de rodilla de 135° durante las primeras dos semanas, avanzando progresivamente a 125° en las siguientes dos semanas, 115° durante tres semanas, 105° por tres semanas, y finalmente 95° en las últimas tres semanas, completando un total de 12 semanas de intervención. Esta progresión permitió adaptar la carga del ejercicio a la capacidad funcional de los participantes, manteniendo la seguridad durante todo el protocolo.

¿Qué cambios se evidencia en la presión arterial, fuerza de miembros inferiores, nivel de la actividad física y nivel de estrés percibido luego de la intervención con sentadilla isométrica?

Tras la intervención, se evidenciaron cambios diferenciados según cada variable evaluada:

- **Presión arterial:** La PAS presentó una media inicial de 137,57 mmHg con desviación estándar de 4,87 y la media final fue de 125,71 mmHg con una desviación estándar de 5,38. Los valores mínimos: inicial de 131,5 mmHg y final 115 mmHg, los máximos: inicial de 146,5 mmHg y final de 137 mmHg. Esta reducción fue estadísticamente significativa ($p < 0,01$; W), se obtuvo una diferencia de medias de 11,86 mmHg.

La PAD mostró una media inicial de 81,41 mmHg con desviación estándar de 7,38 y la media final fue de 76,67 mmHg con desviación estándar de 8,12. Los valores mínimos disminuyeron de 66,5 mmHg a 61 mmHg, mientras que el valor máximo se mantuvo en 92 mmHg. Esta reducción fue estadísticamente significativa ($p < 0,01$; W), se obtuvo una diferencia de medias de 4,74 mmHg.

Fuerza de miembros inferiores: En relación con la fuerza muscular de los miembros inferiores, la fuerza de cuádriceps derecho presentó una media inicial de 33,24 kg con una desviación estándar de 9,71, y una media final de 34,08 kg con una desviación estándar de 9,01. El valor mínimo aumentó de 16 a 21 kg, mientras que el valor máximo disminuyó de 59,3 a 55,3 kg. Se obtuvo una diferencia de medias de 0,84 kg. No se observaron diferencias estadísticamente significativas ($p = 0,698$; t).

En el cuádriceps izquierdo, la media inicial fue de 34,27 kg con una desviación estándar de 3,15, y la media final de 35,02 kg con una desviación estándar de 7,15. El valor mínimo aumentó de 17 a 21,3 kg, mientras que el valor máximo disminuyó de 65,3 a 46,7 kg. La diferencia de medias fue de 0,75 kg. Del mismo modo, no se evidenciaron diferencias estadísticamente significativas ($p = 0,759$; t).

En cuanto a la fuerza de isquiotibiales derechos, la media inicial fue de 8,89 kg con una desviación estándar de 3,02, y la media final de 10,95 kg con una desviación estándar de 3,55. El valor mínimo aumentó de 2,3 a 5,3 kg, mientras que el valor máximo pasó

de 15 a 17,7 kg. Sin embargo, no se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas ($p = 0,059$; t), se registró una diferencia de medias de 2,06 kg.

Finalmente, en los isquiotibiales izquierdos, la media inicial fue de 10,06 kg con una desviación estándar de 3,15, y la media final se mantuvo en 10,06 kg con una desviación estándar de 2,65. El valor mínimo aumentó de 4,3 a 6,7 kg, mientras que el valor máximo pasó de 15 a 16,7 kg. No se evidenciaron diferencias estadísticamente significativas ($p = 1$; t), con una diferencia de medias de 0 kg.

- **Nivel de actividad física:** El nivel de actividad física medido con el cuestionario GPAQ expresado en METs, mostró una disminución de la media de inicial 5194,29 METs con una desviación estándar de 3694,74, mientras que la media final fue de 4640,19 METs con una desviación estándar de 2866,66. El valor mínimo aumento de 480 a 1200 METs y el valor máximo disminuyo de 16800 a 14160 METs. No se evidenciaron diferencias significativas entre ambos momentos de evaluación ($p=0,709$; W), con una diferencia de medias de 554 METs.
- **Nivel de estrés percibido:** El estrés percibido presentó una disminución estadísticamente significativa ($p=0,049$; t), con una reducción de la media inicial de $21,24 \pm 5,7$ a una media final de $18,43 \pm 6,94$. Los valores mínimos disminuyeron de 11 a 2 puntos y los valores máximos pasaron de 33 a 31 puntos. Se observó una diferencia media de 2,81 puntos. El estrés percibido presentó una disminución estadísticamente significativa ($p=0,049$; t), con una reducción de la media inicial de $21,24 \pm 5,7$ a una media final de $18,43 \pm 6,94$. Los valores mínimos disminuyeron de 11 a 2 puntos y los valores máximos pasaron de 33 a 31 puntos. Se observó una diferencia media de 2,81 puntos, evidenciando un impacto positivo tras la intervención sobre el componente psicoemocional.

CONCLUSIONES

- Los sujetos de estudio estuvieron conformados por 21 participantes con una edad media de 42,14 años. En relación con el índice de masa corporal, el 57,1% de los participantes presentaron un IMC inicial dentro de la categoría de sobrepeso según la OMS.
- El protocolo de ejercicio mediante sentadilla isométrica en pared con intensidades progresivas fue aplicado de manera efectiva durante un periodo de 12 semanas, cumpliendo con la progresión planificada en los ángulos de flexión de rodilla (135°, 125°, 115°, 105° y 95°). Esta intervención se caracterizó por ser de fácil ejecución, corta duración y adaptable, lo que favoreció la adherencia de los participantes y permitió su implementación segura en pacientes con hipertensión arterial, sin reportarse eventos adversos durante su aplicación, por lo que, no tuvo complicaciones lo que demuestra viabilidad y seguridad.
- Posterior a los tres meses de intervención, se evidenciaron cambios diferenciados según cada parámetro evaluado. La presión arterial sistólica disminuyó de 11,86 mmHg, y la presión arterial diastólica tuvo una reducción de 4,74 mmHg. En cuanto a la fuerza muscular del miembro inferior, en cuádriceps derecho existió un aumento de 0,84Kg y en el izquierdo un aumento de 0,75Kg, mientras que en la fuerza en isquiotibiales derechos se presentó un aumento de 2,06Kg y en el izquierdo se mantuvo la fuerza, sin embargo, este aumento de fuerza en cada grupo muscular evaluado no fue significativo. El nivel de actividad física redujo 554 METs siendo este cambio no significativo, mientras que el nivel de estrés percibido presentó una reducción de la media de 2,81 puntos.

RECOMENDACIONES

- Realizar un seguimiento periódico de la presión arterial y del nivel de estrés percibido en el personal, especialmente en aquellos con diagnóstico de hipertensión arterial, con el fin de evaluar la sostenibilidad de los efectos observados y prevenir posibles complicaciones cardiovasculares asociadas al estrés laboral.
- Considerar en futuras investigaciones la inclusión de un componente nutricional dentro del protocolo de intervención, ya sea mediante el seguimiento de un registro dietético o la asesoría directa de un profesional en nutrición, el acompañamiento nutricional permitiría reducir posibles variables de confusión y fortalecer el enfoque integral del tratamiento en poblaciones con hipertensión arterial.
- Implementar el protocolo de sentadilla isométrica en pared dentro de instituciones operativas como cuerpos policiales, agentes de tránsito, agentes municipales y guardias de seguridad, evaluando variables como la adherencia al ejercicio, la seguridad y la aceptabilidad del protocolo, a fin de verificar si los resultados obtenidos pueden replicarse en una población más amplia y bajo condiciones institucionales similares y controladas.
- Se sugiere que el personal de salud y médicos ocupacionales consideren el entrenamiento isométrico como una estrategia complementaria al tratamiento médico convencional en pacientes con hipertensión arterial, dado su impacto positivo en parámetros cardiovasculares y psicoemocionales. Su implementación podría contribuir a mejorar la condición física, reducir el estrés y favorecer un estilo de vida más activo, sin sustituir el tratamiento farmacológico indicado por el personal médico.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Organización Mundial de la Salud. Hipertensión [Internet]. 2025 [citado 2 de marzo de 2026]. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/hypertension>
2. Lea JWD, O'Driscoll JM, Wiles JD. The implementation of a home-based isometric wall squat intervention using ratings of perceived exertion to select and control exercise intensity: a pilot study in normotensive and pre-hypertensive adults. *European Journal of Applied Physiology*. 17 de julio de 2024; [citado 2 de marzo de 2026];124(1):281-93. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00421-023-05269-2>
3. Varela REP, Guevara JRZ, Morales JP, Loor TAS, Zambrano A. Epidemiología, diagnóstico y manejo de la hipertensión arterial en Ecuador: Un análisis integral desde una revisión de la literatura. *UNESUM - Ciencias Revista Científica Multidisciplinaria*. 20 de mayo de 2024 [citado 2 de marzo de 2026];8(2):162-78. Disponible en: <https://revistas.unesum.edu.ec/index.php/unesumciencias/article/view/804>
4. Pico ALP, Reyes EYR, Alvia DAA, Cobos M de los ÁM. Comportamiento epidemiológico de la hipertensión arterial en el Ecuador. *RECIMUNDO*. 28 de octubre de 2023 [citado 2 de marzo de 2026];7(4):299-307. Disponible en: <https://recimundo.com/index.php/es/article/view/2151>
5. Organización Panamericana de la Salud. Ecuador conmemora el Día Mundial de la Hipertensión con importantes logros para su prevención y control - OPS/OMS | Organización Panamericana de la Salud [Internet]. 2023 [citado 2 de marzo de 2026]. Disponible en: <https://www.paho.org/es/noticias/17-5-2023-ecuador-conmemora-dia-mundial-hipertension-con-importantes-logros-para-su>
6. Pérez RFT, León MSQ, Rodríguez MRP, Toca EPM, Orellana FMÁ, Toca SCM, et al. Factores de riesgo de la hipertensión arterial esencial y el riesgo cardiovascular. *Revista Latinoamericana de Hipertensión*. 9 de diciembre de 2021 [citado 2 de marzo de 2026]

- 2026];16(4):321-8. Disponible en:
https://www.revhipertension.com/rlh_4_2021/9_factores_riesgo_hipertensio_arterial.pdf
7. Yook YS. Firefighters' occupational stress and its correlations with cardiorespiratory fitness, arterial stiffness, heart rate variability, and sleep quality. *PLOS ONE*. 23 de diciembre de 2019 [citado 2 de marzo de 2026];14(12):e0226739. Disponible en:
<https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0226739>
 8. Ras J, Kengne AP, Smith DL, Soteriades ES, Leach L. Association between Cardiovascular Disease Risk Factors and Cardiorespiratory Fitness in Firefighters: A Systematic Review and Meta-Analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 4 de febrero de 2023 [citado 2 de marzo de 2026];20(4):2816. Disponible en: <https://www.mdpi.com/1660-4601/20/4/2816>
 9. Greeshma J, Mini GK, Marthanda Pillai A, Irazola V. Cardiovascular disease risk factor prevalence among police officials: findings from a cross-sectional study in Kerala, India. *J Occup Health*. 7 de mayo de 2024 [citado 2 de marzo de 2026];66(1):uia025. Disponible en: <https://doi.org/10.1093/joccuh/uia025>
 10. Edwards JJ, Coleman DA, Ritti-Dias RM, Farah BQ, Stensel DJ, Lucas SJE, et al. Isometric Exercise Training and Arterial Hypertension: An Updated Review. *Sports Med*. 1 de junio de 2024 [citado 2 de marzo de 2026];54(6):1459-97. Disponible en:
<https://doi.org/10.1007/s40279-024-02036-x>
 11. Mariano IM, Amaral AL, Ribeiro PAB, Puga GM. Exercise training improves blood pressure reactivity to stress: a systematic review and meta-analysis. *Sci Rep*. 6 de julio de 2023;13(1):10962 [citado 13 de marzo de 2026]. Disponible en:
<https://www.nature.com/articles/s41598-023-38041-9>
 12. Islam FMA, Islam MA, Hosen MA, Lambert EA, Maddison R, Lambert GW, et al. Associations of physical activity levels, and attitudes towards physical activity with blood

- pressure among adults with high blood pressure in Bangladesh. PLOS ONE. 3 de febrero de 2023 [citado 2 de marzo de 2026];18(2):e0280879. Disponible en: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0280879>
13. Cohen DD, Aroca-Martinez G, Carreño-Robayo J, Castañeda-Hernández A, Herazo-Beltran Y, Camacho PA, et al. Reductions in systolic blood pressure achieved by hypertensives with three isometric training sessions per week are maintained with a single session per week. *The Journal of Clinical Hypertension*. 25 de marzo de 2023 [citado 2 de marzo de 2026];25(4):380-7. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/jch.14621>
 14. Potosi-Moya V, Paredes-Gómez R, Burgos-Vera S, Báez-Narváez S. The Role of Muscle Strength, Physical Activity, Perceived Stress, and Sleep Quality in Patients with Hypertension. *Journal of Functional Morphology and Kinesiology*. 5 de marzo de 2026 [citado 16 de marzo de 2026];11(1). Disponible en: <https://www.mdpi.com/2411-5142/11/1/112>
 15. Tortora GJ, Derickson B. *Principios de Anatomía y Fisiología*. 15.^a ed. Ciudad de México: panamericana; 2018. 1220 p.
 16. Jones DW, Ferdinand KC, Taler SJ, Johnson HM, Shimbo D, Abdalla M, et al. Guideline for the Prevention, Detection, Evaluation and Management of High Blood Pressure in Adults: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Joint Committee on Clinical Practice Guidelines. *Circulation*. 16 de septiembre de 2025 [citado 2 de marzo de 2026];152(11):e114-218. Disponible en: <https://www.ahajournals.org/doi/10.1161/CIR.0000000000001356>
 17. Grassi G, Cuspidi C, Dell’Oro R, Quarti-Trevano F. Diagnostic and Therapeutic Approach to Different Hypertensive Phenotypes According to the 2023 ESH Guidelines.

- High Blood Press Cardiovasc Prev. 1 de mayo de 2025 [citado 2 de marzo de 2026];32(3):275-85. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s40292-025-00716-x>
18. Alley WD, Schick MA. Hypertensive Emergency. En: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025 [citado 4 de marzo de 2026]. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK470371/>
 19. Mancia G, Kreutz R, Brunström M, Burnier M, Grassi G, Januszewicz A, et al. 2023 ESH Guidelines for the management of arterial hypertension The Task Force for the management of arterial hypertension of the European Society of Hypertension: Endorsed by the International Society of Hypertension (ISH) and the European Renal Association (ERA). Journal of Hypertension. 1 de diciembre de 2023 [citado 4 de marzo de 2026];41(12):1874-2071. Disponible en: https://journals.lww.com/jhypertension/fulltext/2023/12000/2023_esh_guidelines_for_the_management_of_arterial.2.aspx
 20. Hall JE, Guyton AC. Tratado de Fisiología Médica. Decimotercero. España: ELSEVIER; 2016. 2924 p.
 21. Chaudhry R, Miao JH, Rehman A. Physiology, Cardiovascular. En: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2022 [citado 8 de marzo de 2026]. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK493197/> PubMed PMID: 29630249.
 22. Haddad M, Sharma S. Physiology, Lung. En: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023 [citado 8 de marzo de 2026]. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK545177/>
 23. Geetha Raghuveer, Jacob Hartz, David R. Lubans, Timothy Takken, Jennifer L. Wiltz, Michele Mietus-Snyder, et al. Cardiorespiratory Fitness in Youth: An Important Marker of Health: A Scientific Statement From the American Heart Association. Circulation. 20

- de julio de 2020 [citado 8 de marzo de 2026];142(7):e101-18. Disponible en:
<https://www.ahajournals.org/doi/10.1161/CIR.0000000000000866>
24. Pró EA. Anatomía Clínica. Primera. Argentina: panamericana; 2012. 1027 p.
 25. Arango JCA, Nieto DC, Riaño HAB. El sistema de palancas base para el análisis mecánico del movimiento corporal humano y sus alteraciones. ACTIVIDAD FÍSICA Y DESARROLLO HUMANO. 29 de enero de 2017 [citado 8 de marzo de 2026];8(1):1-11. Disponible en: <https://ojs.unipamplona.edu.co/index.php/afdh/article/view/670>
 26. Latarjet M, Ruiz Liard A. Anatomía Humana. Quinta. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: panamericana; 2019. 847 p.
 27. Gash MC, Kandle PF, Murray IV, Varacallo MA. Physiology, Muscle Contraction. En: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023 [citado 8 de marzo de 2026]. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK537140/>
 28. Ramírez Villada JF. Fuerza muscular, funcionalidad y envejecimiento: consideraciones y perspectivas para su incorporación en los modelos de intervención. Bogotá: Universidad Santo Tomás; 2011. 142 p.
 29. Organización Mundial de la Salud. Actividad física [Internet]. 2024 [citado 7 de marzo de 2026]. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/physical-activity>
 30. Zabarmawi J, Miller CT, Owen PJ. Efficacy of an acute bout of isometric wall squat exercise on pain sensitivity and clinical pain intensity in adults with knee osteoarthritis: a randomised controlled trial in outpatient physiotherapy clinics in Saudi Arabia. Vol. 15. 11 de diciembre de 2025 [citado 3 de marzo de 2026];15(12):e103756. Disponible en: <https://bmjopen.bmj.com/content/15/12/e103756.abstract>
 31. Monfared V, Hashemi M, Kiani F, Javid R, Yousefi M, Hasani M, et al. The effect of physical activity intervention on blood pressure in 18 low and middle-income countries: a

- systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. Clin Hypertens. 1 de agosto de 2024 [citado 3 de marzo de 2026];30(1):22. Disponible en:
<https://doi.org/10.1186/s40885-024-00281-w>
32. Achmat G, Erasmus C, Kanaley J, Noviembre R, Leach L. Impact of physical activity on cardiovascular health in firefighters: Scoping review. Health SA Gesondheid. 28 de enero de 2025 [citado 3 de marzo de 2026];30:a2713. Disponible en:
<https://hsag.co.za/index.php/hsag/article/view/2713/5481>
33. Touche RL, Alemany AP. Sobre el Concepto de Ejercicio Terapéutico. La identidad profesional y la organización de la Fisioterapia. Journal of MOVE and Therapeutic Science. 9 de agosto de 2023 [citado 3 de marzo de 2026];5(1):504-15. Disponible en:
<https://publicaciones.lasallecampus.es/index.php/MOVE/article/view/1056>
34. Aghaei Bahmanbeglou N, Ebrahim K, Maleki M, Nikpajouh A, Ahmadizad S. Short-Duration High-Intensity Interval Exercise Training Is More Effective Than Long Duration for Blood Pressure and Arterial Stiffness But Not for Inflammatory Markers and Lipid Profiles in Patients With Stage 1 Hypertension. Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation and Prevention. enero de 2019 [citado 3 de marzo de 2026];39(1):50-5. Disponible en:
https://journals.lww.com/jcrjournal/abstract/2019/01000/short_duration_high_intensity_interval_exercise.9.aspx
35. Guan T, Cao M, Zheng C, Zhou H, Wang X, Chen Z, et al. Dose-response association between physical activity and blood pressure among Chinese adults: A nationwide cross-sectional study. Journal of Hypertension. 1 de febrero de 2024 [citado 5 de marzo de 2026];42(2):360-70. Disponible en:
https://journals.lww.com/jhypertension/fulltext/2024/02000/dose_response_association_between_physical.20.aspx

36. Abe T, Okuyama K, Motohiro A, Shiratsuchi D, Isomura M. Combined associations of regular exercise and work-related moderate-to-vigorous physical activity with occupational stress responses: a cross-sectional study. *Frontiers in sports and active living*. 8 de mayo de 2024 [citado 5 de marzo de 2026];6:1386775. Disponible en: <https://www.frontiersin.org/journals/sports-and-active-living/articles/10.3389/fspor.2024.1386775/full>
37. Kumbu RK, Matondo H, Labat A, Kianu B, Godin I, Kiyombo G, et al. Job stress, a source of hypertension among workers in Sub-Saharan Africa: a scoping review. *BMC Public Health*. 23 de noviembre de 2023 [citado 3 de marzo de 2026];23(1):2316. Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s12889-023-17248-5>
38. Nurul Ahad Choudhury, Kaden Bush, Pratima Saravanan. Firefighter Stressors: A Systematic Review on Individual, Occupational, and Environmental Stressors. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*. 13 de julio de 2025 [citado 3 de marzo de 2026];69(1):1608-15. Disponible en: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/10711813251357882>
39. Soteriades ES, Vogazianos P, Tozzi F, Antoniadou A, Economidou EC, Psaltis L, et al. Exercise and Occupational Stress among Firefighters. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 1 de mayo de 2022 [citado 6 de marzo de 2026];19(9):4986. Disponible en: <https://www.mdpi.com/1660-4601/19/9/4986>
40. Cuerpo de Bomberos Ibarra. Quienes Somos [Internet]. 2023 [citado 8 de marzo de 2026]. Disponible en: <https://www.bomberosibarra.gob.ec/quienes-somos/>
41. Zúñiga PIV, Cedeño RJC, Palacios IAM. Metodología de la investigación científica: guía práctica. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*. 27 de septiembre de 2023 [citado 9 de marzo de 2026];7(4):9723-62. Disponible en: <https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/7658>

42. Hernández Sampieri R, Mendoza Torres CP. Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. First edition. México: McGraw-Hill Education; 2018. 714 p.
43. Espinoza-Freire EE. La enseñanza de las ciencias sociales mediante el método deductivo. *Revista Mexicana de Investigación e Intervención Educativa*. 1 de mayo de 2023 [citado 9 de marzo de 2026];2(2):34-41. Disponible en:
<https://pablolatapisarre.edu.mx/revista/index.php/rmiie/article/view/50>
44. Toledo MC, Álvarez EM, Espinoza IA, Celis PM, Jiménez DS. La estadística, una herramienta indispensable para la investigación en Ciencias de la Salud. *South Florida Journal of Development*. 21 de diciembre de 2023 [citado 9 de marzo de 2026];4(10):3957-67. Disponible en:
<https://ojs.southfloridapublishing.com/ojs/index.php/jdev/article/view/3375>
45. Peña Ponce DK, Pincay MYT, Pincay BAT. Sobrecarga de trabajo: efectos sobre la productividad y calidad de vida. *RECIMUNDO*. 6 de junio de 2022 [citado 11 de marzo de 2026];6(suppl 1):29-40. Disponible en:
<https://recimundo.com/index.php/es/article/view/1625>
46. Duarte Sánchez DD, Barreto R. La encuesta como instrumento de recolección de datos, confiabilidad y validez en investigación científica. *Revista de ciencias empresariales, tributarias, comerciales y administrativas*. 1 de diciembre de 2024 [citado 11 de marzo de 2026];3(2):94-107. Disponible en:
<https://educaciontributaria.com.py/revista/index.php/rcetca/article/view/70>
47. OMRON Healthcare. Monitor de presión arterial de brazo automático HEM-7122: Manual de instrucciones. [Internet]. Brasil; 2019 [citado 10 de marzo de 2026]. Disponible en:
https://cdn.omronhealthcare.la/2899648_3_B_HEM_7122_LA_IM_1f76f5ae8f.pdf

48. OMRON Healthcare. AFib Detection Technology [Internet]. 2025 [citado 8 de marzo de 2026]. Disponible en: <https://omronhealthcare.com/afib-detection-technology>
49. Warriar V, Krishan K, Shedje R, Kanchan T. Height Assessment. En: StatPearls [Internet] [Internet]. StatPearls Publishing; 2023 [citado 8 de marzo de 2026]. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/sites/books/NBK551524/>
50. Sørensen GVB, Riis J, Danielsen MB, Ryg J, Masud T, Andersen S, et al. Reliability and agreement of a novel portable laser height metre. PLOS ONE. 8 de abril de 2020 [citado 9 de marzo de 2026];15(4):e0231449. Disponible en: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0231449>
51. Akinci UN, Dogan C, Tural E, Dayan A. The Relationship Between Body Fat Percentage, Anthropometric Measurements, and Diabetes Complications in Female Patients with Type 2 Diabetes. J Clin Med. 6 de noviembre de 2025 [citado 11 de marzo de 2026];14(22):7898. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2077-0383/14/22/7898>
52. Yilun Wu, Dan Li, Sten H. Vermund. Advantages and Limitations of the Body Mass Index (BMI) to Assess Adult Obesity. Int J Environ Res Public Health. 10 de junio de 2024 [citado 9 de marzo de 2026];21(6):757. Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11204233/>
53. Aminianfar A, Saneei P, Nouri M, Shafiei R, Hassanzadeh-Keshteli A, Esmailzadeh A, et al. Validity of Self-reported Height, Weight, Body Mass Index, and Waist Circumference in Iranian Adults. Int J Prev Med. 5 de julio de 2021 [citado 10 de marzo de 2026]; 12:75. Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8356979/>
54. Pino-Ortega J, Carvajal-Espinoza R, Becerra-Patiño BA. Evaluation of Hand Muscle Strength Using Manual Dynamometry: A Reliability and Validity Study of the Activ5 Instrument. Applied Sciences. 27 de septiembre de 2024 [citado 10 de marzo de 2026];14(19):8775. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2076-3417/14/19/8775>

55. Kiatkulanusorn S, Luangpon N, Sriunto W, Watechagit S, Pitchayadejanant K, Kuharat S, et al. Analysis of the concurrent validity and reliability of five common clinical goniometric devices. *Sci Rep*. 27 de noviembre de 2023 [citado 9 de marzo de 2026];13(1):20931. Disponible en: <https://www.nature.com/articles/s41598-023-48344-6>
56. Ribeiro M, Fernandes E, Borges M, Pires M, Melo X, Pinto FJ, et al. Reliability and Validity of the Global Physical Activity Questionnaire for Portuguese Adults. *Percept Mot Skills*. 1 de octubre de 2024 [citado 9 de marzo de 2026];131(5):1548-70. Disponible en: <https://doi.org/10.1177/00315125241266341>
57. Amaravadi SK, Maiya GA, K V, Shastry BA. Effectiveness of structured exercise program on insulin resistance and quality of life in type 2 diabetes mellitus—A randomized controlled trial. *PLOS ONE*. 21 de mayo de 2024 [citado 11 de marzo de 2026];19(5):e0302831. Disponible en: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0302831>
58. Ruisoto P, López-Guerra VM, Paladines MB, Vaca SL, Cacho R. Psychometric properties of the three versions of the Perceived Stress Scale in Ecuador. *Physiology & Behavior*. 1 de octubre de 2020 [citado 11 de marzo de 2026];224:113045. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0031938420303590>
59. Real Academia Española. Diccionario de la lengua española [Internet]. Madrid: 23; 2014 [citado 7 de marzo de 2026]. edad | Diccionario de la lengua española. Disponible en: <https://dle.rae.es/edad>
60. Organización Mundial de la Salud. Obesidad y sobrepeso [Internet]. 2025 [citado 7 de marzo de 2026]. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>
61. Lachlan P. James, Jonathon Weakley, Paul Comfort, Minh Huynh. The Relationship Between Isometric and Dynamic Strength Following Resistance Training: A Systematic

- Review, Meta-Analysis, and Level of Agreement. Vol. 19. 23 de septiembre de 2023 [citado 7 de marzo de 2026];19(1):2-12. Disponible en:
<https://journals.humankinetics.com/view/journals/ijsp/19/1/article-p2.xml>
62. Omeje HO, Okereke GKO, Asogwa JO, Obe PI, Nwaodo SI, Ariyo SO, et al. Occupational stress among Nigerian construction trade artisans in the building construction sector. *Medicine (Baltimore)*. 21 de mayo de 2021 [citado 7 de marzo de 2026];100(20):e26028. Disponible en:
<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8137109/>
63. Decreto Legislativo. Constitución de la República del Ecuador [Internet]. Vol. 449. 2021 [citado 7 de marzo de 2026]. Disponible en: https://www.defensa.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/02/Constitucion-de-la-Republica-del-Ecuador_act_ene-2021.pdf
64. Red Interamericana de Prevención de la Violencia y el Delito. Ley Orgánica de la Salud - Ecuador [Internet]. 2023 [citado 7 de marzo de 2026]. Disponible en:
<https://www.oas.org/ext/es/seguridad/red-prevencion-crimen/Recursos/Biblioteca-Digital/ley-org225nica-de-la-salud-del-ecuador>
65. Hugo del Pozo Barrezueta. Ley Orgánica de Protección de Datos Personales [Internet]. 2021[citado 7 de marzo de 2026]. Disponible en: <https://www.cpccs.gob.ec/wp-content/uploads/2025/07/LEY-ORGANICA-DE-PROTECCION-DE-DATOS.pdf>
66. Secretaría Nacional de Planificación. Plan Nacional de Desarrollo 2025-2029 Ecuador no se detiene [Internet]. Quito: Secretaría Nacional de Planificación; 2025[citado 7 de marzo de 2026]. 398 p. Disponible en: <https://www.planificacion.gob.ec/plan-nacional-de-desarrollo-2025-2029-ecuador-no-se-detiene/>
67. Asamblea Médica Mundial. WMA - The World Medical Association [Internet]. 2024 [citado 7 de marzo de 2026]. Declaración de Helsinki de la AMM – Principios éticos para

las investigaciones médicas con participantes humanos. Disponible en:

<https://www.wma.net/es/polices-post/declaracion-de-helsinki-de-la-amm-principios-eticos-para-las-investigaciones-medicas-en-seres-humanos/>

68. Ministerio de Salud Pública. Modelo de Gestión de Aplicación del Consentimiento Informado en la Práctica Asistencial [Internet]. Quito: Editogran-Medios Públicos EP; 2016 [citado 7 de marzo de 2026]. Disponible en: https://www.salud.gob.ec/wp-content/uploads/2022/09/A.M.5316-Consentimiento-Informado_-AM-5316.pdf
69. Khaja SU, Mathias KC, Bode ED, Stewart DF, Jack K, Moffatt SM, et al. Hypertension in the United States Fire Service. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 18 de mayo de 2021 [citado 11 de marzo de 2026];18(10). Disponible en: <https://www.mdpi.com/1660-4601/18/10/5432>
70. Beckett A, Scott JR, Chater AM, Ferrandino L, Aldous JWF. The Prevalence of Metabolic Syndrome and Its Components in Firefighters: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Int J Environ Res Public Health*. 23 de septiembre de 2023 [citado 11 de marzo de 2026];20(19):6814. Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10572458/>
71. Camargo Damacena F, Batista TJ, Rocha Ayres L, Zandonade E, Nívea Sampaio K. Obesity prevalence in Brazilian firefighters and the association of central obesity with personal, occupational and cardiovascular risk factors: a cross-sectional study | *BMJ Open*. Vol. 10. 12 de marzo de 2020 [citado 11 de marzo de 2026];10(3):e032933. Disponible en: <https://bmjopen.bmj.com/content/10/3/e032933>
72. Bernabe-Ortiz A, Carrillo-Larco RM, Miranda JJ. Association between body mass index and blood pressure levels across socio-demographic groups and geographical settings: analysis of pooled data in Peru. *PeerJ*. 21 de abril de 2021 [citado 11 de marzo de 2026];9:e11307. Disponible en: <https://peerj.com/articles/11307>

73. Cohen DD, Aroca-Martinez G, Carreño-Robayo J, Chacon-Manosalva MA, Lopez-Lopez J, Otero J, et al. Work-Based Isometric Exercises Effects on Blood Pressure: The EEFIT Study. *Journal of Hypertension*. junio de 2022 [citado 11 de marzo de 2026];40(Suppl 1):e295. doi:10.1097/01.hjh.0000838592.23755.20
74. O'Driscoll JM, Edwards JJ, Coleman DA, Taylor KA, Sharma R, Wiles JD. One year of isometric exercise training for blood pressure management in men: a prospective randomized controlled study. *Journal of Hypertension*. 1 de diciembre de 2022 [citado 2 de marzo de 2026];40(12):2406-12. doi:10.1097/HJH.0000000000003269
75. Baffour-Awuah B, Pearson MJ, Dieberg G, Smart NA. Isometric Resistance Training to Manage Hypertension: Systematic Review and Meta-analysis. *Curr Hypertens Rep*. 1 de abril de 2023 [citado 2 de marzo de 2026];25(4):35-49. Disponible en: https://journals.lww.com/jhypertension/abstract/2022/06001/work_based_isometric_exercises_effect_on_blood.825.aspx
76. Baffour-Awuah B, Pearson MJ, Dieberg G, Wiles JD, Smart NA. An evidence-based guide to the efficacy and safety of isometric resistance training in hypertension and clinical implications. *Clinical Hypertension*. 15 de marzo de 2023 [citado 2 de marzo de 2026];29(1):9. Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s40885-022-00232-3>
77. Lee JH, Kim S, Heo J, Park DH, Chang E. Differences in the muscle activities of the quadriceps femoris and hamstrings while performing various squat exercises. *BMC Sports Sci Med Rehabil*. 21 de enero de 2022 [citado 2 de marzo de 2026];14(1):12. Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s13102-022-00404-6>
78. Zhang Q, Li Z, Jiang L, Gao Y, Gong T, Li J, et al. Effects of an Exercise Intervention Based on mHealth Technology on the Physical Health of Male University Students With Overweight and Obesity: Randomized Controlled Trial. *Journal of Medical Internet*

- Research. 31 de julio de 2025 [citado 4 de marzo de 2026];27(1):e69451. Disponible en: <https://www.jmir.org/2025/1/e69451>
79. Arija V, Villalobos F. Effectiveness of a physical activity program on cardiovascular disease risk in adult primary health-care users: the “Pas-a-Pas” community intervention trial. *BMC Public Health*. 15 de junio de 2017 [citado 4 de marzo de 2026];17:576. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1186/s12889-017-4485-3>
80. Barry AM, Lyman KL, Dicks ND, McGeorge CR, Carper MJ, Walch TJ. Firefighters Are More Physically Active On-Duty Compared to Off-Duty. *Int J Environ Res Public Health*. 15 de diciembre de 2020 [citado 4 de marzo de 2026];17(24):9380. Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7765253/>
81. Gallardo-Gómez D, Pozo-Cruz J del, Pedder H, Alfonso-Rosa RM, Álvarez-Barbosa F, Michael Noetel, et al. Optimal dose and type of physical activity to improve functional capacity and minimise adverse events in acutely hospitalised older adults: a systematic review with dose-response network meta-analysis of randomised controlled trials. *British Journal of Sports Medicine*. 3 de agosto de 2023;57(19):1272-8. Disponible en: <https://bjsm.bmj.com/content/57/19/1272.abstract>
82. Castellote Caballero Y, Carcelén Fraile M del C, Aibar Almazán A, Rivas Campo Y, González Martín AM. Yoga as a therapeutic approach to mental health in university students: a randomized controlled trial. *Vol. 12*. 5 de junio de 2024 [citado 5 de marzo de 2026];12:1406937. Disponible en: <https://www.frontiersin.org/journals/public-health/articles/10.3389/fpubh.2024.1406937/full>
83. Santos LRAC, Taíra A, Possobon R de F, Meneghim M de C, Su CL, Lavin P, et al. Effects of Tai Chi and Qigong intervention on anxiety and stress in diabetic and hypertensive Brazilian patients: a randomized controlled trial. *Einstein (Sao Paulo)*. 17 de

marzo de 2025 [citado 5 de marzo de 2026];23:eAO1076. Disponible en:

<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12002851/>

84. Cohen D, López Jaramillo P. Entrenamiento Isométrico de Sentadilla en Pared como Coadyuvante del Control de la Presión Arterial: Un Estudio Multicéntrico en Iberoamérica. Universidad de Santander: EEFIT; 2023.

ANEXOS

Ilustración 1

Aprobación del Tema



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
 Acreditada Resolución Nro. 173-SE-33-CACES-2020
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
 Ibarra-Ecuador



Resolución Nro. 0105-HCD-FCCSS-2025

El Honorable Consejo Directivo la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad Técnica del Norte, en sesión ordinaria realizada del 30 de mayo de 2025, considerando;

Que el Art. 226 de la Constitución de la República del Ecuador establece: “Las instituciones del Estado, sus organismos, dependencias, las servidoras o servidores públicos y las personas que actúen en virtud de una potestad estatal ejercerán solamente las competencias y facultades que les sean atribuidas en la Constitución y la ley. Tendrán el deber de coordinar acciones para el cumplimiento de sus fines y hacer efectivo el goce y ejercicio de los derechos reconocidos en la Constitución”.

Que el Art. 350 de la Constitución indica: “El sistema de educación superior tiene como finalidad la formación académica y profesional con visión científica y humanista; la investigación científica y tecnológica; la innovación, promoción, desarrollo y difusión de los saberes y las culturas; la construcción de soluciones para los problemas del país, en relación con los objetivos del régimen de desarrollo”.

Que el Art. 355 de la Carta Magna señala: “El Estado reconocerá a las universidades y escuelas politécnicas autonomía académica, administrativa, financiera y orgánica, acorde con los objetivos del régimen de desarrollo y los principios establecidos en la Constitución (...)”.

Que, el Art. 17 de la LOES, señala: “El Estado reconoce a las universidades y escuelas politécnicas autonomía académica, administrativa financiera y orgánica, acorde a los principios establecidos en la Constitución de la Republica (...)”.

Que el Reglamento de la Unidad de Integración Curricular de Grado de la Universidad Técnica del Norte, en su artículo 12, determina: Aprobación de la unidad de Integración curricular. Se considera aprobada la UIC, una vez que el estudiante haya aprobado las asignaturas que forman parte de la misma. Al concluir octavo nivel gestionara en la secretaria de carrera el acta de inicio y fin de su carrera; y una que presente este documento estará apto para sustentar su trabajo de integración curricular, o, de rendir el examen complejo, según sea el caso.

Que el Reglamento de la Unidad de Integración Curricular de Grado de la Universidad Técnica del Norte, en su artículo 28, determina: “*Formatos: para el desarrollo del Plan, informe y evaluación de trabajo de integración curricular se utilizaran formatos establecidos en la institución*”.

Que el Reglamento de la Unidad de Integración Curricular de Grado de la Universidad Técnica del Norte, en su artículo 30, determina: Director y Asesor del trabajo de integración curricular. -Para el desarrollo del TIC, las unidades académicas realizaran el listado de directores y asesores para el trabajo de titulación; además establecerá un banco de temas sugeridos para el desarrollo de dichos trabajos, que serán aprobados por el Honorable Consejo Directivo de cada Facultad.

Que, la Guía Operativa de la Unidad de Integración curricular para las carreras de Grado de la Universidad Técnica del Norte, en su página 8, determina 1) *Trabajo de Integración Curricular:*



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
Acreditada Resolución Nro. 173-SE-33-CACES-2020
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

Ibarra-Ecuador



“en el séptimo nivel se aprobará el tema, el plan de trabajo de integración Curricular y se elaborará el marco teórico para las carreras de área social y metodología para las carreras de ingeniería”.

Que, mediante memorando nro. UTN-FCS-SD-2025-0203-M, de 28 de mayo de 2025, suscrito por la MSc. Katherine Esparza, Subdecana (E) de la Facultad, dirigido al Mg. Widmark Báez Morales MD., Decano de la Facultad de Ciencias de la Salud, señala: *“ASUNTO: Fisioterapia - Sugerir Aprobación Planes de Integración Curricular. Para que sea tratado en el Consejo Directivo me permito adjuntar Memorando nro. UTN-FCS-CFT-2025-0014-M, suscrito por la Magister Marcela Baquero, Coordinadora de la Carrera de Fisioterapia. En sesión ordinaria realizada el 26 de mayo de 2025, la Comisión Asesora de la Carrera de Fisioterapia conoció los planes de trabajo de integración curricular presentados por el Magister Cristian Torres, docente de la asignatura Titulación I., mismos fueron revisados, corregidos y se sugiere la aprobación de los Planes período marzo – agosto 2025 con sugerencia de directores y asesores, como se indica a continuación:*

No.	TEMA	OBJETIVOS	LÍNEA DE INVESTIGACIÓN	AUTOR	PROPUESTA DE DIRECTOR/A	PROPUESTA DE ASESOR/A
1	“Incontinencia urinaria y función sexual en mujeres con episiotomía y desgarro obstétrico, Parroquia El Sagrario, Ibarra 2025-2026”.	Evaluar la incontinencia urinaria y función sexual en mujeres con episiotomía y desgarro obstétrico, Parroquia El Sagrario, Ibarra 2025-2026.	Salud y bienestar integral	ANDINO SARMIENTO KARLA CAROLINA	MSc. Cristian Torres	MSc. Verónica Celi
2	“Efectividad de la sentadilla isométrica en paciente con hipertensión arterial en el Cuerpo de Bomberos de Ibarra, periodo 2025-2026”.	Evaluar la efectividad de la sentadilla isométrica en pacientes con hipertensión arterial en el Cuerpo de Bomberos de Ibarra, periodo 2025-2026”.	Salud y bienestar integral	CASTRO TAPIA CAMILA ESTEFANIA	MSc. Verónica Potosí	MSc. Ronnie Paredes
3	“Capacidad aeróbica y fuerza resistencia de miembros inferiores, entre adultos sedentarios y activos físicamente, Barrio San Vicente Guayllabamba, 2025-2026”.	Evaluar la capacidad aeróbica y fuerza resistencia de miembros inferiores, entre adultos sedentarios y activos físicamente, Barrio San Vicente Guayllabamba, 2025-2026.	Salud y bienestar integral	CHAVEZ REINOSO MELANY ALEXANDRA.	MSc. Daniela Zurita	MSc. Jorge Zambrano
4	“Capacidad aeróbica y coordinación motora en escolares, según su índice de masa corporal, U.E.F. Hermano Miguel La Salle, Tulcán 2025-2026”.	Evaluar la capacidad aeróbica y coordinación motora en escolares, según su índice de masa corporal, U.E.F. Hermano Miguel La Salle, Tulcán 2025-2026.	Salud y bienestar integral	CHULDE PADILLA ALISON MAYERLI	MSc. Juan Vásquez	MSc. Marcela Baquero

Ilustración 2

Reporte de Similitud (Compilatio)



Certificado de análisis

Compilatio Magister+ | UTN-ECU - UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Resumen-Bibliografía

ID : ffcad5af45e4311472393bc1b6f54c4537b976bf



9%

Textos sospechosos

Nombre del fichero : Resumen-Bibliografía.txt

Tamaño del archivo original : 187,31 kB

Número de palabras : 18.149

Número de caracteres : 124249

Depositante : Verónica Johana Potosí Moya

Fecha de depósito : 19 de marzo de 2026

Tipo de carga : interface

fecha de fin de análisis : 19 de marzo de 2026

Resumen (sección 1/2)

Localización de los textos sospechosos en el documento :



Incluido en el porcentaje de textos sospechosos :



Similitudes

94%

Sintáctica 94%

Semántica No medido

Pasajes con similitudes a fuentes encontradas en diferentes colecciones.



Detección de IA

3%

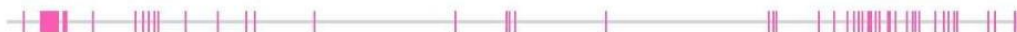
Textos estilísticamente próximos a un texto generado por una IA. Este índice es un indicador y no una prueba. Comprueba con el autor si domina los conocimientos mencionados en el documento.



Idiomas no reconocidos

5%

Pasajes en los que parte del vocabulario utilizado no forma parte del diccionario de la lengua. Puede tratarse de un intento del autor de modificar el texto para evitar ser detectado.



No incluido en el porcentaje de textos sospechosos :



Textos entre comillas

6%

Pasajes entre comillas, a menudo indicativos de una cita.

Ilustración 3

Certificado de aprobación Abstract- CAI



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
 Acreditada Resolución Nro. 173-SE-33-CACES-2020
EMPRESA PÚBLICA "LA UEMEPRENDE E.P."



ABSTRACT

EFFECTIVENESS OF THE ISOMETRIC SQUAT IN HYPERTENSIVE PATIENTS OF THE IBARRA FIRE DEPARTMENT, 2025–2026.

Introduction: Arterial hypertension is one of the leading cardiovascular risk factors worldwide, particularly in occupational groups exposed to high physical and emotional stress, such as firefighters. **Objective:** To evaluate the effectiveness of an isometric squat intervention in hypertensive patients from the Ibarra Fire Department. **Methodology:** A mixed-methods study with a descriptive scope was conducted, using a quasi-experimental and longitudinal design. The study population consisted of 21 participants diagnosed with hypertension. Data collection instruments included a general data record form, stadiometer, digital scale, OMRON digital blood pressure monitor, Activ-5 dynamometer, the Global Physical Activity Questionnaire (GPAQ), and the Perceived Stress Scale (PSS-14). **Results:** The mean age of participants was 42.14 years, with 57.1% classified as overweight according to body mass index. After a 12-week isometric squat training protocol, a statistically significant reduction in systolic blood pressure was observed (from 137.57 to 125.71 mmHg), as well as in diastolic blood pressure (from 81.41 to 76.67 mmHg) ($p < 0.001$). Perceived stress levels also decreased significantly, from 21.24 to 18.43 points ($p < 0.05$). Muscle strength showed no statistically significant changes: quadriceps strength increased slightly on the right side (33.24 to 34.08 kg) and left side (34.27 to 35.02 kg), while hamstring strength increased on the right side (8.89 to 10.95 kg) and remained unchanged on the left side (10.06 kg). Physical activity levels showed a non-significant decrease from 5194.29 to 4640.19 MET-minutes. **Conclusion:** The 12-week isometric squat program was effective in reducing blood pressure and perceived stress in hypertensive firefighters, although it did not produce significant improvements in muscle strength or physical activity levels.

Keywords: arterial hypertension, isometric exercise, blood pressure, firefighters, perceived stress, muscle strength.

Reviewed by:
 MSc. Luis Paspuezán Soto
CAPACITADOR-CAI
 March 18, 2026

Ilustración 4

Aprobación de la Investigación del Cuerpo de Bomberos de Ibarra



Ibarra, 08 de agosto del 2025
Oficio Nro. CBI-CG-164-25

+593 (6) 2 997 900
www.bomberosibarra.gob.ec

Bomberos_Ibarra
Bomberos Ibarra

Magister
Widmark Báez, Md
DECANO FACULTAD DE LA SALUD
UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
Ciudad. –

En atención al oficio Nro. UTN-FCS-D-2025-0136-O recibido con fecha 08 de julio del 2025, que muy comedidamente dirige a fin de gestionar las facilidades para que el Cuerpo de Bomberos de Ibarra permita realizar el estudio de investigación la estudiante CASTRO TAPIA CAMILA ESTEFANÍA, me permito indicar que luego del análisis realizado por parte de nuestra institución esta Jefatura, Encargada **AUTORIZA** la vinculación de la estudiante a partir del día martes 12 de agosto del 2025, para lo cual dejo manifiesto que por parte del CBI la Ing. Silvia Ruiz Analista de Seguridad y Salud Ocupacional será la tutora con quien la estudiante deberán coordinar el desarrollo del cronograma, actividades y demás en los horarios acordados hasta el cumplimiento del objetivo.

Considero que este proceso académico constituye un proceso de formación importante para que los estudiantes adquieran experiencia profesional, por lo que esperamos garantizar todos los espacios y actividades a satisfacción y en beneficio institucional.

Particular que comunico para los fines pertinentes.

Atentamente,
ABNEGACIÓN Y DISCIPLINA




(IB) Wilson Collaguazo
JEEF DE BOMBEROS, Encargado
CUERPO DE BOMBEROS DE IBARRA
MP/WC

CC Ing. Silvia Ruiz – Especialista de Seguridad y Salud Ocupacional CBI
Archivo

Luis Fernando Villamar 1-84 y José Joaquín de Olmedo

Ilustración 5

Consentimiento Informado



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
UNIVERSIDAD ACREDITADA RESOLUCIÓN Nro. 173 – SE-33 – CEAACES – 2020
Ibarra – Ecuador
CARRERA DE FISIOTERAPIA

CONSENTIMIENTO INFORMADO

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: “EFECTIVIDAD DE LA SENTADILLA ISOMÉTRICA EN PACIENTES CON HIPERTENSIÓN ARTERIAL EN EL CUERPO DE BOMBEROS DE IBARRA PERIODO 2025-2026”

Usted está siendo invitado/a a participar de forma voluntaria, en un estudio de investigación que tiene como finalidad evaluar los efectos de una estrategia de ejercicio físico sobre la salud cardiovascular de personas con hipertensión arterial. Antes de decidir participar, es importante que lea cuidadosamente esta información, que comprende los objetivos del estudio, el procedimiento a seguir, los posibles riesgos y beneficios, así como sus derechos como participante. Su participación contribuirá al desarrollo de conocimiento científico en el área de salud y al mejoramiento de estrategias terapéuticas accesibles para el control de la hipertensión.

Objetivo general de la investigación: Evaluar la efectividad de la sentadilla isométrica en pacientes con hipertensión arterial en el Cuerpo de Bomberos Ibarra.

Objetivos específicos:

- Caracterizar a los sujetos de estudio según: edad, género e índice de masa corporal (IMC).
- Realizar la valoración inicial de la presión arterial, fuerza de miembro inferiores y nivel de actividad física.
- Aplicar un protocolo de ejercicio mediante una sentadilla isométrica en pared con intensidades progresivas en los estudiados.
- Analizar los parámetros finales de presión arterial, fuerza de miembro inferior y nivel de actividad física posterior a la intervención.

Detalle del Procedimiento: El protocolo de intervención se desarrollará durante 12 semanas, con tres sesiones semanales, en las que el participante realizará la sentadilla isométrica en pared, manteniendo una posición estática similar a estar sentado/a con la espalda apoyada, sin movimiento. Esta actividad ha demostrado ser útil para reducir la presión arterial y fortalecer los músculos de los miembros inferiores.

Antes y después de la intervención, se aplicarán varios instrumentos de evaluación: ficha de datos generales, ficha de seguimiento de examen físico al mes, después a las 4 semanas y al sexto mes, el cuestionario GPAQ para medir el nivel de actividad física, la escala de adherencia al ejercicio terapéutico, el índice de calidad del sueño de Pittsburgh y pruebas de fuerza muscular con dinamómetro Activ5. Durante las sesiones, se controlarán los signos vitales (presión arterial) para garantizar la seguridad del participante.

Riesgo y beneficios de la sentadilla isométrica:

Como todo ejercicio físico, puede generar cansancio o fatiga muscular en las piernas, molestia leve durante la actividad o aumento temporal de la presión arterial si no se realiza adecuadamente. Entre los beneficios esperados están la disminución de la presión arterial, el fortalecimiento de los músculos de las piernas, la mejora en la condición física general, y la prevención de complicaciones cardiovasculares asociadas con la hipertensión. Además, puede promover el desarrollo de hábitos saludables.

Beneficios del estudio: La información recopilada en esta investigación servirá como base para el desarrollo de tratamientos, procedimientos e intervenciones que beneficien a personas con hipertensión arterial, especialmente en contextos similares al del Cuerpo de Bomberos. Su participación es fundamental para generar conocimiento científico aplicado, que pueda mejorar la salud cardiovascular en poblaciones expuestas a altos niveles de estrés físico y emocional. Además, usted estará contribuyendo activamente a la formación

académica y profesional en el campo de la fisioterapia en el país.

Participación en el estudio: Su participación en esta investigación es completamente voluntaria. Usted tiene el derecho de decidir si desea participar o no, y puede retirarse del estudio en cualquier momento, sin necesidad de dar explicaciones y sin que esto le cause ningún tipo de consecuencia legal, institucional o personal. El consentimiento otorgado no implica obligación ni compromiso de ningún tipo más allá de lo establecido en este documento.

Confidencialidad: La información personal y clínica recolectada durante este estudio será tratada con absoluta confidencialidad. Su identidad no será divulgada en ningún momento, y los datos serán utilizados únicamente con fines académicos, analizados de manera grupal sin identificarle de forma individual. Además, en las evidencias digitales tomadas no se mostrará el rostro ni datos sensibles del participante.

Este estudio cumple con lo establecido en la Ley Orgánica de Protección de Datos Personales del Ecuador, Artículo 66, numeral 19 de la Constitución de la República, establece el derecho a la protección de datos de carácter personal, que incluye el acceso y la decisión sobre información y datos de este carácter, así como su correspondiente protección. La recolección, archivo, procesamiento, distribución o difusión de estos datos o información requerirán la autorización del titular o el mandato de la ley.

Encargados: Para su seguridad y confiabilidad puede consultar en cualquier momento sobre información del proyecto de investigación al director de tesis MSc. Verónica Potosí docente de la Universidad Técnica del Norte.

Declaración del Participante

Yo _____ con C.I. _____ he sido informado/a acerca de la finalidad del estudio y estoy dispuesto a participar de manera libre y voluntaria en todas las actividades que el mismo implique. Además, he realizado preguntas oportunas por mi seguridad e integridad.

Por lo cual, en prueba de conformidad firmo este documento:

Firma _____, el _____ de _____ del _____

Ilustración 6

Ficha De Datos Generales



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
UNIVERSIDAD ACREDITADA RESOLUCIÓN Nro. 173 – SE-33 – CEAACES – 2020

Ibarra – Ecuador

CARRERA DE FISIOTERAPIA

FICHA DE DATOS GENERALES DEL PACIENTE

Nota: Estimado Sr/Sra. lea y responda o marque con una **X** de manera libre y voluntaria los enunciados mencionados en este documento, con la seguridad de que todos los datos recopilados serán tratados con confidencialidad y con un objetivo académico

1. Nombre y apellido

2. Edad

14. Ocupación

3. Fecha de nacimiento

15. Consume alcohol

SI__ NO__

4. Número de cédula

16. Consume tabaco

SI__ NO__

5. Número de teléfono

6. Estado civil

7. Lugar donde reside

8. Género

- Masculino
- Femenino
- Otro

9. Etnia

- Afroecuatoriano
- Mestizo
- Indígena

10. Nivel de educación

11. Estatura

12. Peso

13. IMC

PRESION ARTERIAL**TOMA 1:** _____**TOMA 2:** _____

Perímetro cintura (cm)	
Perímetro cadera (cm)	
Relación cintura/cadera	
Escala de evaluación del dolor FAD	
Tiempo en segundos de sentadilla en 95°	

ACTIV 5: FUERZA EN MIEMBROS INFERIORES**FUERZA EN CUADRICEPS**

DERECHO	IZQUIERDO

FUERZA EN ISQUIOTIBIALES

DERECHO	IZQUIERDO

Ilustración 7

Cuestionario del Nivel De La Actividad Física GPAC-Q



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
UNIVERSIDAD ACREDITADA RESOLUCIÓN Nro. 173 – SE-33 – CEAACES – 2020
Ibarra – Ecuador

CARRERA DE FISIOTERAPIA

CUESTIONARIO MUNDIAL SOBRE ACTIVIDAD FÍSICA

Pregunta	Respuesta	Código
En el trabajo		
1 ¿Exige su trabajo una actividad física vigorosa que implica una aceleración importante de la respiración o del ritmo cardíaco, como [levantar pesos, cavar o trabajos de construcción]?	Si 1 No 2 Si No, Saltar a P 4	P1
2 En una semana típica, ¿cuántos días realiza usted actividades físicas vigorosas en su trabajo?	Número de días	P2
3 En uno de esos días en los que realiza actividades físicas vigorosas, ¿cuánto tiempo suele dedicar a esas actividades?	Horas : minutos : hrs mins	P3 (a-b)
4 ¿Exige su trabajo una actividad de intensidad moderada que implica una ligera aceleración de la respiración o del ritmo cardíaco, como caminar deprisa [o transportar pesos ligeros]?	Si 1 No 2 Si No, Saltar a P7	P4
5 En una semana típica, ¿cuántos días realiza usted actividades de intensidad moderada en su trabajo?	Número de días	P5
6 En uno de esos días en los que realiza actividades físicas de intensidad moderada, ¿cuánto tiempo suele dedicar a esas actividades?	Horas : minutos : hrs mins	P6 (a-b)
Para desplazarse		
En las siguientes preguntas, dejaremos de lado las actividades físicas en el trabajo, de las que ya hemos tratado. Ahora me gustaría saber cómo se desplaza de un sitio a otro . Por ejemplo, cómo va al trabajo, de compras, al mercado, al lugar de culto.		
7 ¿Camina usted o usa usted una bicicleta en sus desplazamientos?	Si 1 No 2 Si No, Saltar a P 10	P7
8 En una semana típica, ¿cuántos días camina o va en bicicleta en sus desplazamientos?	Número de días	P8
9 En un día típico, ¿cuánto tiempo pasa caminando o yendo en bicicleta para desplazarse?	Horas : minutos : hrs mins	P9 (a-b)
En el tiempo libre		
Las preguntas que van a continuación excluyen la actividad física en el trabajo y para desplazarse, que ya hemos mencionado. Ahora me gustaría tratar de deportes, ejercicio físico (por ejemplo, alguna modalidad de fitness) u otras actividades físicas que practica en su tiempo libre .		
10 ¿En su tiempo libre, practica usted deportes, ejercicio físico (por ejemplo, alguna modalidad de fitness) u otras actividades vigorosas que implican una aceleración importante de la respiración o del ritmo cardíaco como [correr, jugar al fútbol]?	Si 1 No 2 Si No, Saltar a P 13	P10
11 En una semana típica, ¿cuántos días practica usted deportes, ejercicio físico (por ejemplo, alguna modalidad de fitness) u otras actividades vigorosas en su tiempo libre?	Número de días	P11
12 En uno de esos días en los que practica deportes, ejercicio físico (por ejemplo, alguna modalidad de fitness) u otras actividades vigorosas, ¿cuánto tiempo suele dedicar a esas actividades?	Horas : minutos : hrs mins	P12 (a-b)

Actividad física (en el tiempo libre) sigue.

Pregunta	Respuesta	Código
13 ¿En su tiempo libre practica usted alguna actividad de intensidad moderada que implica una ligera aceleración de la respiración o del ritmo cardíaco, como caminar deprisa, [ir en bicicleta, nadar, jugar al volleyball]?	Si 1 No 2 Si No, Saltar a P16	P13
14 En una semana típica, ¿cuántos días practica usted actividades físicas de intensidad moderada en su tiempo libre?	Número de días	P14
15 En uno de esos días en los que practica actividades físicas de intensidad moderada, ¿cuánto tiempo suele dedicar a esas actividades?	Horas : minutos : hrs mins	P15 (a-b)
Comportamiento sedentario		
La siguiente pregunta se refiere al tiempo que suele pasar sentado o recostado en el trabajo, en casa, en los desplazamientos o con sus amigos. Se incluye el tiempo pasado [ante una mesa de trabajo, sentado con los amigos, viajando en autobús o en tren, jugando a las cartas o viendo la televisión], pero no se incluye el tiempo pasado durmiendo.		
16 ¿Cuánto tiempo suele pasar sentado o recostado en un día típico?	Horas : minutos : hrs mins	P16 (a-b)

Ilustración 8

Escala de Estrés Percibido PSS-14



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
UNIVERSIDAD ACREDITADA RESOLUCIÓN Nro. 173 – SE-33 – CEAACES – 2020

Ibarra – Ecuador

CARRERA DE FISIOTERAPIA

ESCALA DE ESTRÉS PERCIBIDO

Las preguntas en esta escala hacen referencia a tus sentimientos y pensamientos durante el último mes. En cada caso, por favor indica con una “X” cómo te has sentido o cómo has enfrentado cada situación.

	Nunca	Casi nunca	De vez en cuando	A menudo	Muy a menudo
1. En el último mes, ¿con qué frecuencia te has sentido afectado por algo que ocurrió inesperadamente?	0	1	2	3	4
2. En el último mes, ¿con qué frecuencia te has sentido incapaz de controlar las cosas importantes en tu vida?	0	1	2	3	4
3. En el último mes, ¿con qué frecuencia te has sentido nervioso o estresado?	0	1	2	3	4
4. En el último mes, ¿con qué frecuencia has manejado con éxito los pequeños problemas irritantes de la vida?	4	3	2	1	0
5. En el último mes, ¿con qué frecuencia has sentido que has afrontado efectivamente los cambios importantes que han estado ocurriendo en tu vida?	4	3	2	1	0
6. En el último mes, ¿con qué frecuencia has estado seguro sobre tu capacidad para manejar tus problemas personales?	4	3	2	1	0
7. En el último mes, ¿con qué frecuencia has sentido que las cosas van bien?	4	3	2	1	0

	Nunca	Casi nunca	De vez en cuando	A menudo	Muy a menudo
8. En el último mes, ¿con qué frecuencia has sentido que no podías afrontar todas las cosas que tenías que hacer?	0	1	2	3	4
9. En el último mes, ¿con qué frecuencia has podido controlar las dificultades de tu vida?	4	3	2	1	0
10. En el último mes, ¿con qué frecuencia has sentido que tenías todo bajo control?	4	3	2	1	0
11. En el último mes, ¿con qué frecuencia has estado enfadado porque las cosas que te han ocurrido estaban fuera de tu control?	0	1	2	3	4
12. En el último mes, ¿con qué frecuencia has pensado sobre las cosas que te faltan por hacer?	0	1	2	3	4
13. En el último mes, ¿con qué frecuencia has podido controlar la forma de pasar el tiempo?	4	3	2	1	0
14. En el último mes, ¿con qué frecuencia has sentido que las dificultades se acumulan tanto que no puedes superarlas?	0	1	2	3	4

Ilustración 9

Ficha de Registro de Examen Físico por Etapa



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
UNIVERSIDAD ACREDITADA RESOLUCIÓN Nro. 173 – SE-33 – CEAACES – 2020
Ibarra – Ecuador

CARRERA DE FISIOTERAPIA

FICHA DE REGISTRO DE EXAMEN FÍSICO POR ETAPA

Nota: Esta ficha de registro de seguimiento de la presión arterial es una herramienta utilizada para monitorear de forma sistemática los valores de presión arterial de los participantes durante el desarrollo de la intervención. Su propósito es observar la evolución de esta variable a lo largo del protocolo, identificar posibles cambios significativos y asegurar la seguridad de los participantes

NOMBRE: _____ **ETAPA:** _____

PRESION ARTERIAL

TOMA 1: _____

TOMA 2: _____

Talla (cm)	
Peso (Kg)	
IMC	
Perímetro cintura (cm)	
Perímetro cadera (cm)	
Relación cintura/cadera	
Escala de evaluación del dolor FAD	

ACTIV 5: FUERZA EN MIEMBROS INFERIORES

FUERZA EN CUADRICEPS

DERECHO	IZQUIERDO

FUERZA EN ISQUIOTIBIALES

DERECHO	IZQUIERDO

Ilustración 10*Dinamómetro Activ-5***Ilustración 11***Estadiómetro de pared K&I*

Ilustración 12

Balanza Digital Pacific Club

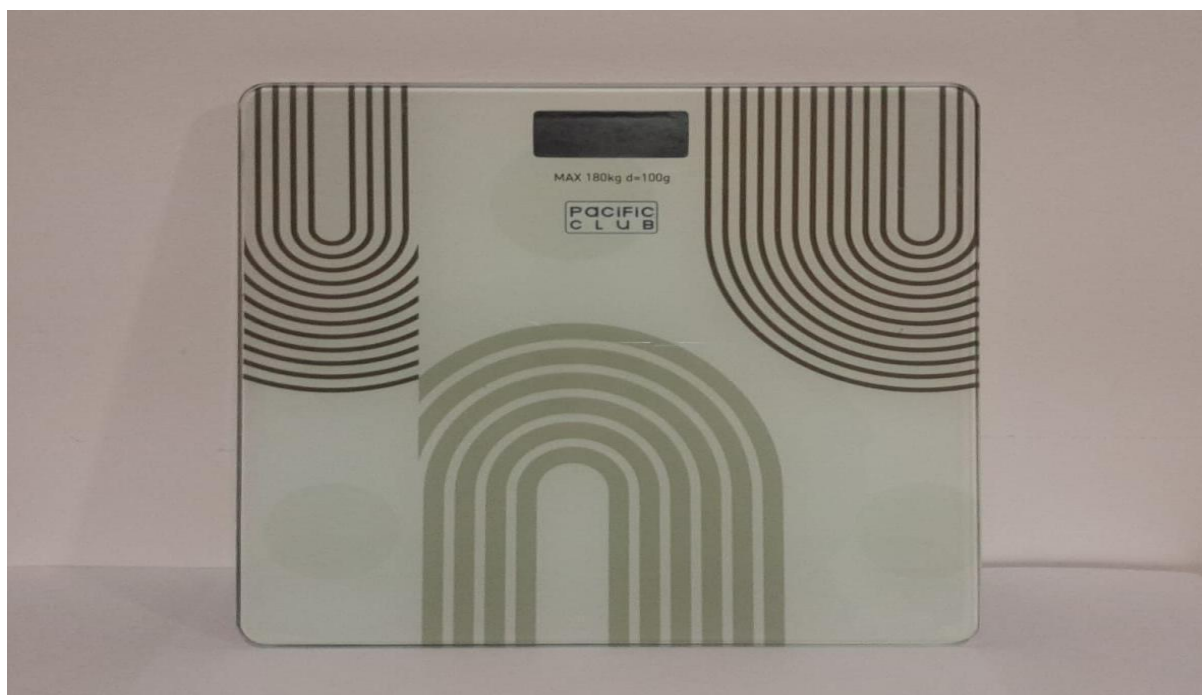


Ilustración 13

Tensiómetro Digital OMRON



Ilustración 14*Goniómetro Universal***Ilustración 15***Socialización de la Investigación y Firma del Consentimiento Informado*

Ilustración 16

Toma de la Presión Arterial



Ilustración 17

Medida de la Fuerza de Cuádriceps con Dinamómetro Activ 5



Ilustración 18

Medida de la Fuerza e Isquiotibiales con Dinamómetro Activ 5

**Ilustración 19**

Ejecución De La Sentadilla Isométrica En Pared Con Goniómetro



Ilustración 20

Sesión supervisada de la Sentadilla Isométrica en Pared de acuerdo con el Protocolo



Ilustración 21

Progresión de la Sentadilla Isométrica en Pared de acuerdo con el Protocolo

Progresión del Protocolo de Sentadilla Isométrica en Pared

