



**UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA**  
*La Universidad Católica de Loja*

**FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES**

**CARRERA DE BIOQUÍMICA Y FARMACIA**

**Efectos del método Wim Hof en los parámetros  
bioquímicos del cuerpo humano**

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de:

**BIOQUÍMICO FARMACÉUTICO**

**Autor:** Nuñez Nuñez, Marlene Carolina

**Director:** Sánchez Juárez, Aramis Azuri

LOJA

2023



*Esta versión digital, ha sido acreditada bajo la licencia Creative Commons 4.0, CC BY-NY-SA: Reconocimiento-No comercial-Compartir igual; la cual permite copiar, distribuir y comunicar públicamente la obra, mientras se reconozca la autoría original, no se utilice con fines comerciales y se permiten obras derivadas, siempre que mantenga la misma licencia al ser divulgada. <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es>*

2023

## Aprobación del director del Trabajo de Titulación

Loja, 01 de marzo 2023

Magister

Claudia Cruz Erazo

**Directora de la carrera de Bioquímica y Farmacia**

Ciudad.-

De mi consideración:

Me permito comunicar que, en calidad de director del presente Trabajo de Titulación denominado: Efectos del método Wim Hof en los parámetros bioquímicos del cuerpo humano realizado por Marlene Carolina Nuñez Nuñez ha sido orientado y revisado durante su ejecución, así mismo ha sido verificado a través de la herramienta de similitud académica institucional, y cuenta con un porcentaje de coincidencia aceptable. En virtud de ello, y por considerar que el mismo cumple con todos los parámetros establecidos por la Universidad, doy mi aprobación a fin de continuar con el proceso académico correspondiente.

Particular que comunico para los fines pertinentes.

Atentamente,

Director: Ph.D. Aramis Azuri Sanchez Juárez

C.I.: G30086537

Correo electrónico: aasanchez11@utpl.edu.ec

### **Declaración de autoría y cesión de derechos**

Yo, Marlene Carolina Nuñez Nuñez, declaro y acepto en forma expresa lo siguiente:

Ser autor (a) del Trabajo de Titulación denominado: Efecto del método Wim Hof en los parámetros bioquímicos del cuerpo humano, de la carrera de Bioquímica y Farmacia, específicamente de los contenidos comprendidos en: Capítulo uno: Marco teórico, Capítulo dos: Metodología, Capítulo tres: Resultados y discusión, Conclusiones y Recomendaciones siendo Ph.D. Aramis Azuri Sánchez Juárez director del presente trabajo; también declaro que la presente investigación no vulnera derechos de terceros ni utiliza fraudulentamente obras preexistentes. Además, ratifico que las ideas, criterios, opiniones, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad. Eximo expresamente a la Universidad Técnica Particular de Loja y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones judiciales o administrativas, en relación a la propiedad intelectual de este trabajo.

Que la presente obra, producto de mis actividades académicas y de investigación, forma parte del patrimonio de la Universidad Técnica Particular de Loja, de conformidad con el artículo 20, literal j), de la Ley Orgánica de Educación Superior; y, artículo 91 del Estatuto Orgánico de la UTPL, que establece: “Forman parte del patrimonio de la Universidad la propiedad intelectual de investigaciones, trabajos científicos o técnicos y tesis de grado que se realicen a través, o con el apoyo financiero, académico o institucional (operativo) de la Universidad”, en tal virtud, cedo a favor de la Universidad Técnica Particular de Loja la titularidad de los derechos patrimoniales que me corresponden en calidad de autor/a, de forma incondicional, completa, exclusiva y por todo el tiempo de su vigencia.

La Universidad Técnica Particular de Loja queda facultada para ingresar el presente trabajo al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública, en cumplimiento del artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

.....

Autor: Marlene Carolina Nuñez Nuñez

C.I.: 1725735334

Correo electrónico: [mcnunez3@utpl.edu.ec](mailto:mcnunez3@utpl.edu.ec)

### **Dedicatoria**

Con afecto dedico este trabajo Al Creador quien con su profundo amor me brinda sabiduría e ilumina mis pasos.

A mi familia, en especial a quienes admiro y me aman incondicionalmente mi madre y hermana Gardenia.

A mi abuelita Hilda Gonzáles que desde el cielo me brinda fortaleza para perseverar en mis sueños.

A mis sobrinos, Jhon, Bianca y Joey por el cariño y la confianza que tienen en mí.

A mis amigas por su apoyo incondicional y consejos en los momentos más oportunos, y a todas las personas con quienes compartí gratos momentos, un eterno gracias.

Carolina Marlene Nuñez

## **Agradecimiento**

A Dios, quien me ha guiado en cada uno de mis pasos para poder culminar mi carrera profesional.

A mis padres, hermanas y sobrinos por todo el apoyo incondicional y la motivación que me brindaron durante mi formación.

A mis amigas que fueron parte importante del desarrollo de este trabajo.

A la Universidad Técnica Particular de Loja por permitirme formar tanto profesional como personalmente, a mis docentes quienes compartieron su conocimiento académico a lo largo de la carrera en especial a mi tutor de trabajo de titulación, Aramis Sánchez Ph.D por la paciencia y los conocimientos brindados para que fuera posible realizar el presente trabajo.

Carolina Marlene Nuñez

## Índice de contenido

Carátula .....	I
Aprobación del director del Trabajo de Titulación .....	II
Declaración de autoría y cesión de derechos.....	III
Dedicatoria .....	V
Agradecimiento.....	VI
Índice de contenido .....	VII
Resumen.....	1
Abstract.....	2
Introducción .....	3
Capítulo uno.....	5
Marco Teórico .....	5
1.1 Medicina no convencional.....	5
1.1.1 <i>Medicina Alternativa</i> .....	5
1.1.2 <i>Medicina Complementaria</i> .....	5
1.2 Crioterapia.....	5
1.2.1 <i>Métodos mínimamente invasivos</i> .....	6
1.2.2 <i>Cabinas de frío</i> .....	6
1.2.3 <i>Crioterapia de aplicación directa</i> .....	6
1.2.4 <i>Beneficios del frío en diferentes enfermedades</i> .....	7
1.2.5 <i>Efectos fisiológicos del hielo</i> .....	9
1.3 Oxigenoterapia.....	9
1.3.1 <i>La respiración</i> .....	9
1.3.2 <i>Frecuencia de respiración</i> .....	10
1.3.3 <i>Fuentes de Oxígeno</i> .....	10
1.3.3.1 <i>Sistemas estáticos</i> .....	10
1.3.3.2 <i>Sistemas portátiles</i> .....	11
1.3.3.3 <i>Sistemas de liberación</i> .....	11

<b>1.3.4 Oxigenoterapia hiperbárica (HBOT)</b> .....	11
<b>1.3.4.1 Mecanismo de función OHB.</b> .....	12
<b>1.3.4.2 Beneficios de la OHB.</b> .....	13
<b>1.4 Método de Wim Hof</b> .....	14
<b>1.4.1 Exposición al frío</b> .....	15
<b>1.4.2 Ejercicios de respiración</b> .....	16
<b>1.4.3 Meditación</b> .....	17
<b>1.5 Parámetros bioquímicos y signos vitales</b> .....	18
<b>1.5.1 Glucosa</b> .....	18
<b>1.5.2 Saturación de oxígeno</b> .....	18
<b>1.5.3 Presión Arterial</b> .....	18
<b>1.5.4 Temperatura</b> .....	19
<b>Capítulo dos</b> .....	20
<b>Metodología</b> .....	20
<b>2.1 Objetivos</b> .....	20
<b>2.1.1 Propósito u objetivo general de la investigación</b> .....	20
<b>2.1.2 Componente u objetivo específico de la investigación</b> .....	20
<b>2.2 Diseño Experimental</b> .....	20
<b>2.3 Voluntarios</b> .....	20
<b>2.4 Cuantificación de Parámetros</b> .....	21
<b>2.4.2 Glucosa</b> .....	21
<b>2.4.3 Presión Arterial</b> .....	21
<b>2.4.4 Temperatura</b> .....	22
<b>2.4.5 Oxigenación</b> .....	22
<b>2.4.6 Temperatura de agua</b> .....	23
<b>2.5 Práctica</b> .....	23
<b>2.5.1 Respiración</b> .....	23
<b>2.5.2 Baños de agua fría</b> .....	24

2.5.3 Meditación.....	24
2.6 Criterios de exclusión.....	24
2.7 Procedimiento y valores de referencia de los parámetros medidos .....	24
2.8 Análisis estadístico.....	25
Capítulo tres .....	27
Resultados y Discusión.....	27
4.1 Presión Arterial .....	28
4.1.1 Presión Arterial Sistólica.....	28
4.1.2 Presión Arterial Diastólica.....	29
4.2 Oxigenación .....	31
4.2.1 Oxigenación inicial.....	31
4.2.2 Oxigenación final .....	32
4.3 Retención de la respiración .....	33
4.4 Temperatura .....	35
4.5 Glucosa.....	37
Conclusiones .....	40
Recomendaciones .....	41
Referencias .....	42
Apéndice.....	49
Apéndice A. Consentimiento previo informado.....	49
Apéndice B. Valores obtenidos durante las cuatro semanas de estudio .....	54

**Índice de tablas**

<b>Tabla 1 Métodos de implementación de frío .....</b>	<b>7</b>
<b>Tabla 2 Características de los voluntarios (n=3) .....</b>	<b>27</b>
<b>Tabla 3 Valores de presión sistólica.....</b>	<b>28</b>
<b>Tabla 4 Valores de presión diastólica.....</b>	<b>29</b>
<b>Tabla 5 Valores de oxigenación inicial .....</b>	<b>31</b>
<b>Tabla 6 Valores de oxigenación final.....</b>	<b>32</b>
<b>Tabla 7 Valores de tiempo de retención de respiración .....</b>	<b>34</b>
<b>Tabla 8 Valores de temperatura superficial .....</b>	<b>35</b>
<b>Tabla 9 Valores de glucosa .....</b>	<b>37</b>

**Índice de figuras**

<b>Figura 1 Imagen de cámara hiperbárica .....</b>	<b>12</b>
<b>Figura 2 Glucómetro .....</b>	<b>21</b>
<b>Figura 3 Tensiómetro.....</b>	<b>22</b>
<b>Figura 4 Termómetro .....</b>	<b>22</b>
<b>Figura 5 Oxímetro .....</b>	<b>23</b>
<b>Figura 6 Termómetro .....</b>	<b>23</b>
<b>Figura 7 Flujograma de procedimientos .....</b>	<b>25</b>
<b>Figura 8 Gráfica de presión arterial sistólica .....</b>	<b>28</b>
<b>Figura 9 Gráfica de presión arterial distólica.....</b>	<b>29</b>
<b>Figura 10 Gráfica de Oxigenación Inicial .....</b>	<b>31</b>
<b>Figura 11 Gráfica de Oxigenación final .....</b>	<b>33</b>
<b>Figura 12 Gráfica de retención de respiración.....</b>	<b>34</b>
<b>Figura 13 Gráfica de temperatura .....</b>	<b>36</b>
<b>Figura 14 Gráfica de glucosa .....</b>	<b>38</b>

## Resumen

El presente estudio tiene como objetivo evaluar los efectos de la práctica del método Wim Hof (MWH) en los parámetros bioquímicos del cuerpo humano a través de una revisión bibliográfica de la literatura y un estudio piloto. El MWH es una práctica no médica que ha ganado popularidad debido a sus alegados efectos curativos, pero que carece de una base científica sólida que respalde su funcionalidad, mecanismos de acción y efectos adversos. La revisión de la literatura mostró que el MWH puede fortalecer el sistema inmunitario, pero se requiere más investigaciones para determinar su impacto a largo plazo. El estudio piloto incluyó a tres voluntarios y se llevó a cabo durante cuatro semanas. Se realizaron mediciones de presión arterial, oxigenación, temperatura y glucosa antes y después de la aplicación del método. Los resultados mostraron cambios fisiológicos durante la práctica, pero no fueron significativos después de un análisis estadístico. Se requiere una evaluación a largo plazo para determinar el verdadero impacto del MWH en los parámetros bioquímicos del cuerpo humano.

*Palabras clave:* Wim Hof, Medicina Alternativa, Método

### **Abstract**

The present study aims to evaluate the effects of the practice of the Wim Hof method (MWH) on the biochemical parameters of the human body through a literature review and a pilot study. MWH is a non-medical practice that has gained popularity due to its alleged healing effects, but lacks a solid scientific basis to support its functionality, mechanisms of action, and adverse effects. The literature review showed that MWH can strengthen the immune system, but more research is needed to determine its long-term impact. The pilot study included three volunteers and was conducted over four weeks. Blood pressure, oxygenation, temperature and glucose measurements were taken before and after the application of the method. The results showed physiological changes during practice, but were not significant after statistical analysis. Long-term evaluation is required to determine the true impact of MWH on the biochemical parameters of the human body.

*Keywords:* Wim Hof, Alternative Medicine, Method.

## Introducción

El campo de la medicina alternativa y complementaria (CAM) ha experimentado un aumento en la popularidad en los últimos años y es reconocido por la Organización Mundial de la Salud (OMS). Sin embargo, la literatura científica presenta escasa evidencia científica sobre la efectividad, mecanismo de acción y efectos adversos de la terapia CAM (Instituto Nacional del Cáncer, 2021; Secretaría de salud, 2022). Una práctica que ha cobrado importancia en los últimos años es el método de Wim Hof (MWH), creado por el atleta holandés de 60 años del mismo nombre, reconocido por sus 20 récords mundiales en diferentes actividades físicas como: correr maratones en el polo ártico, escalar el monte Kilimanjaro y soportar temperaturas bajo cero. Este método se basa en tres componentes: 1) ejercicios de respiración en los que se realiza períodos de hiperventilación seguido de retenciones voluntarias de aire, 2) exposiciones repetidas de frío y 3) meditación (Hof & Jong, 2015).

A pesar de la limitada información disponible sobre el MWH, algunos hallazgos recientes sugieren que tiene efectos positivos sobre la función inmunológica demostrado en un estudio en el que se administró vía intravenosa un lipopolisacárido que al entrar en contacto con el organismo causa síntomas similares a los de la gripe, y estos fueron atenuados al practicar el método de Wim Hof.

El objetivo de este estudio piloto fue evaluar los efectos del MWH en parámetros bioquímicos del cuerpo humano. Se realizó una prueba durante 4 semanas con voluntarios sanos de 23 años de edad, a los cuales se les midió los niveles de glucosa, presión arterial, oxigenación y temperatura antes y después de realizar el MWH. Con los resultados obtenidos, se espera contribuir a la generación de información que permite determinar si este método tiene influencia en los parámetros medidos.

En esta investigación en el capítulo 1 se muestra una revisión bibliográfica de la medicina alternativa, la crioterapia, oxigenoterapia y el método de Wim Hof con algunos estudios realizados. El capítulo 2 de Materiales y Métodos se centra en detallar como se

realizó la prueba piloto y el capítulo 3 de resultados y discusión presenta un análisis del comportamiento cualitativo y cuantitativo de los voluntarios.

## **Capítulo uno**

### **Marco Teórico**

#### **1.1 Medicina no convencional**

El término “medicina no convencional” se refiere a un conjunto de prácticas y productos que no se encuentran dentro del sistema de salud. La literatura científica proporciona una evidencia limitada que respalda la utilidad de estas prácticas, por lo que la medicina occidental no las considera necesarias para su inclusión en los tratamientos convencionales debido a la falta de información clara sobre su funcionamiento, mecanismo de acción y efectos adversos. La existencia y la eficacia de estas prácticas se basan en testimonios personales, información que no es suficiente para establecer su veracidad de manera concluyente (Almeida & Schlechta, 2018).

##### **1.1.1 Medicina Alternativa**

La medicina alternativa se define como el conjunto de prácticas no médicas que incluyen: acupuntura, tai chi, quiropráctica, yoga, meditación, entre otras, las cuales se atribuyen efectos sanadores, sin fundamentos científicos y son utilizadas con el fin de remplazar la atención convencional (Urits et al., 2021).

##### **1.1.2 Medicina Complementaria**

La medicina complementaria es un conjunto de técnicas que se usa como complemento a los tratamientos convencionales, los mismos que sirven de apoyo en problemas médicos graves, pero no se convierten en remplazables de la medicina occidental (Kemper, 2022).

#### **1.2 Crioterapia**

La crioterapia es una técnica que se basa en la utilización de frío como agente terapéutico, la aplicación se realiza a diferentes temperaturas y con una variedad de tiempo dependiendo de la técnica implementada. Los métodos van desde los mínimamente invasivos con gases fríos administrados por profesionales médicos hasta aplicaciones superficiales o sistémicas no convencionales (Piana et al., 2018).

### **1.2.1 Métodos mínimamente invasivos**

El uso de nitrógeno líquido como agente terapéutico es conocido como crioterapia, este gas que se encuentra a una temperatura de  $-195^{\circ}\text{C}$ , es inerte, incoloro e inodoro, y se utiliza en afecciones de lesiones dermatológicas y en etapas de control de afecciones cancerosas. La aplicación del nitrógeno líquido congela el tejido deseado, causando la formación de cristales de hielo, alteración de pH y electrolitos, lo que es letal para las células porque conduce a la destrucción tisular (Fraile et al., 2014). Durante la descongelación, los cristales se combinan para formar cristales más grandes, que alteran la membrana celular, y un tiempo de descongelación prolongado causará un mayor daño celular. Además, la crioterapia produce un fenómeno ectásico en la vasculatura local, lo que provoca hipoxia en el tejido y contribuye a la destrucción tisular. Finalmente, después de la descongelación, se produce un edema e inflamación en los tejidos circundantes (Darias et al., 2021).

### **1.2.2 Cabinas de frío**

Son cabinas personalizadas que se utilizan para generar temperaturas frías reguladas, se caracterizan por tener un espacio suficiente para acomodar una persona de cuerpo completo con poca ropa. La temperatura dentro de estas cabinas se controla específicamente y se encuentra entre  $-110^{\circ}\text{C}$  a  $-140^{\circ}\text{C}$ , dependiendo del sistema de refrigeración utilizado. El tiempo recomendado de exposición a estas temperaturas se encuentra entre 2 a 3 minutos (Patel et al., 2019).

### **1.2.3 Crioterapia de aplicación directa**

El enfriamiento local es una técnica fisioterapéutica que se utiliza como tratamiento tradicional para disminuir los efectos hipóxicos, el edema y las lesiones. Se basa en la aplicación de frío de manera localizada para reducir la actividad metabólica y el flujo sanguíneo. La duración típica de la aplicación de hielo es de 10 a 20 minutos, tiempo suficiente para ejercer una acción terapéutica. Diversos métodos que implementan el frío con fines terapéuticos se describen en la Tabla 1 (García et al., 2015).

**Tabla 1***Métodos de implementación de frío*

<b>Método</b>	<b>Temperatura °C</b>	<b>Características</b>
Bolsas de hielo	-5 a 0	Son bolsas de hielo o gel que se pueden utilizar en áreas localizadas, por periodos cortos para no causar daños en el tejido.
Masajes con hielo	10 a 15	Se presenta como una forma segura y de fácil acceso al frío para usar en lesiones superficiales con poco volumen de tejido.
Baños de hielo	-4.4 a -10	Se consideran adecuadas para enfriar partes del cuerpo grandes, para realizar estos baños de hielo es necesario que el cuerpo este en una posición dependiente.
Aerosoles vapocoolant	20	Son útiles para el uso inmediato de una lesión directa, puesto que se emplea como analgésico local de la piel.

*Nota.* Esta tabla describe los métodos de aplicación de frío para los diferente tratamientos (Gabriel P Brooks, 2021).

#### **1.2.4 Beneficios del frío en diferentes enfermedades**

**Artritis Reumatoide.** La Artritis Reumatoide (AR) es una enfermedad sistémica, progresiva, crónica e inflamatoria de naturaleza autoinmunitaria, que tiene su principal afectación en las articulaciones y se caracteriza por presentar dolor articular, rigidez, limitación funcional y fatiga (Méndez et al., 2013). La etiología de la AR es desconocida y su prevalencia se encuentra alrededor del 1% de la población en general, con una predilección por las mujeres. Uno de los mayores riesgos asociados a la AR es el desarrollo de enfermedades cardiovasculares, cuyo origen es incierto, ya que no se ha determinado si se debe a las inflamaciones generadas por la enfermedad o por los fármacos administrados para controlar sus efectos nocivos (Chico et al., 2019). En la actualidad, la crioterapia se encuentra incorporada como complemento en el tratamiento de la AR, con el objetivo de mantener bajos

niveles de inflamación, fortalecimiento muscular y capacidad aeróbica. La crioterapia en pacientes con AR ha demostrado ser efectiva en la disminución de la actividad de la enfermedad y el alivio del dolor, aunque los mecanismos aún no se encuentran del todo claros. Sin embargo, diversos estudios han sugerido que la crioterapia puede ser una estrategia innovadora para mejorar la capacidad aeróbica en pacientes con AR, y en consecuencia, disminuir el riesgo cardiovascular (Peres et al., 2017).

**Daños de tendones.** Los tendones son bandas de tejido fibroso que conectan los músculos con los huesos y son responsables de iniciar y controlar diferentes movimientos en las articulaciones. Si los tendones se estiran demasiado o se rompen, pueden ocurrir distensiones. Para tratar una distensión, se recomienda aplicar hielo en el área lesionada durante 20 minutos, lo que ayudará a reducir el dolor y la hinchazón. En un estudio realizado en ratones, se encontró que la crioterapia podría ser efectiva en el tratamiento de lesiones de tendones, se demostró que la crioterapia reduce la producción de una molécula antiinflamatoria (prostaglandina E2), que causa dolor, vasodilatación e hiperalgesia después de ser sometida a grandes cargas mecánicas y ejercicios (Zhang et al., 2014). La crioterapia también ayuda a reducir el flujo de sangre en una zona lesionada, lo que acelera el tiempo de curación muscular, que normalmente es de 2 a 4 semanas. Sin embargo, es importante tener en cuenta que una aplicación prolongada de hielo puede comprometer la función neuromuscular( Wang & Ni, 2021).

**Daños de ligamentos.** Los ligamentos son estructuras de tejido conectivo duros compuestos en un 85% por colágeno tipo 1 dispuesto de manera paralela. Estos son esenciales para la estabilidad del esqueleto y el control de los movimientos, según ha sido reportado por Zaragoza y Fernández. (2013). Un esguince ocurre cuando los ligamentos de las articulaciones de las rodillas, muñecas o tobillos se desgarran. Los esguinces en los ligamentos son clasificados en diferentes grados y la terapia de frío es útil para esguinces de menor grado para disminuir la hinchazón y el dolor en un corto periodo de tiempo. Sin embargo, en caso de un desgarro completo, la aplicación de frío no es suficiente y el tiempo de curación aproximadamente es de 10 a 12 semanas (Wang & Ni, 2021).

### **1.2.5 Efectos fisiológicos del hielo**

La exposición al frío tiene efectos que se asocian con cambios a nivel de la electrofisiología neuromuscular, reflejado por la disminución de la temperatura cutánea. Este proceso resulta en la disminución de la apertura y cierre de los canales de sodio, lo que a su vez enlentece las corrientes de sodio, y reduce la conducción nerviosa del axón. Un periodo refractario extenso produce una disminución del potencial de acción, y junto con la frecuencia de descarga de los nociceptores, explica el aumento del umbral de dolor y el efecto hipoalésgico atribuido a la crioterapia. La crioterapia produce intercambio de calor mediante mecanismos físicos como la conducción, convección y evaporación. Una respuesta rápida a estos procesos es la activación de los receptores cutáneos del frío, que estimulan la musculatura lisa de las paredes del vaso sanguíneo para producir vasoconstricción a través de la contracción que se ejerce. Esta acción produce el aumento de mediadores como la serotonina y bradicardia, lo que facilita esta respuesta y resulta en la reducción y liberación de vasodilatadores como histamina y prostaglandina (Garcia et al., 2015; Sandoval et al., 2011)

## **1.3 Oxigenoterapia**

La oxigenoterapia se define como la práctica terapéutica que implica la administración de oxígeno en concentraciones superiores a las del ambiente, con el propósito de prevenir o tratar las manifestaciones de la hipoxia. El uso de esta medida terapéutica ha demostrado mejorar la supervivencia en pacientes que presentan enfermedad obstructiva crónica (EPOC) e insuficiencia respiratoria (Luna et al., 2009).

### **1.3.1 La respiración**

La respiración es el proceso mediante el cual se produce el intercambio de gases entre el oxígeno y dióxido de carbono. Este intercambio tiene lugar durante la fase de inspiración, que corresponde a la entrada de aire, y la espiración, que es la salida de aire. El oxígeno es un elemento vital, ya que al ser consumido en las células, permite la producción de energía en forma de adenosín trifosfato (ATP) para llevar a cabo diversos procesos del cuerpo humano (Turchetto et al., 2016)

### **1.3.2 Frecuencia de respiración**

La frecuencia de respiración hace referencia al número de veces que una persona respira en un minuto, el cual varía en función de la edad. Durante los primeros años de vida, este rango se encuentra en valores elevados, mientras que a medida que la persona crece, estos valores disminuyen hasta alcanzar los valores normales de un adulto. Este fenómeno se debe a las variaciones fisiológicas que ocurren en el aparato respiratorio y que influyen en la frecuencia respiratoria (Melo, 2011).

### **1.3.3 Fuentes de Oxígeno**

Son equipos o sistemas que se utilizan para el suministro de oxígeno en presencia de hipoxemias.

#### **1.3.3.1 Sistemas estáticos.**

**Bombonas de oxígeno.** Los cilindros de aluminio son recipientes que almacenan gas a una presión de 200 bares. Su utilidad radica en pacientes con movilidad reducida o aquellos que se encuentran en cama de hospital debido a que el tamaño de la bombona dificulta su portabilidad. Sin embargo, se ha evidenciado que este sistema es poco utilizado en la actualidad (Gutiérrez, 2014).

**Concentradores de oxígeno.** Los concentradores de oxígeno son dispositivos que proveen de manera constante y confiable oxígeno a un gran número de pacientes. Estos dispositivos utilizan electricidad para extraer oxígeno del aire ambiente, produciendo oxígeno puro al 95%. Por lo general, estos equipos tienen un peso mínimo de 27 kg y cuentan con ruedas para facilitar la movilidad del paciente. Además, pueden proporcionar oxígeno continuo de flujo de hasta 10 l/min (Organización Mundial de la Salud, 2016).

**Oxígeno líquido.** Es capaz de proporcionar un flujo continuo de hasta 15 l/min de oxígeno con una pureza 99%. Este tipo de oxígeno se encuentra almacenado en un contenedor especial diseñado para mantener el oxígeno en estado líquido a temperaturas bajas de -180°C (Gutiérrez, 2014).

**1.3.3.2 Sistemas portátiles.** Estos sistemas se han desarrollado con el objetivo de brindar a los pacientes una mejor calidad de vida, proporcionando equipos tipo mochila. Sin embargo, estos sistemas presentan limitaciones en cuanto a la capacidad de almacenamiento, ya que suelen tener un peso no superior a 4 kg y producir oxígeno con una pureza del 90% (González et al., 2018).

#### **1.3.3.3 Sistemas de liberación**

**Catéter transtraqueal.** El catéter transtraqueal es un dispositivo que administra oxígeno directamente a la tráquea mediante un pequeño catéter de alrededor de 1.6-2 mm de diámetro. Permite ahorrar hasta el 50% del oxígeno durante el reposo y el 30% durante el ejercicio en comparación con otros métodos de administración de oxígeno. Es comúnmente utilizado en pacientes que requieren de sistemas de suministro portátiles (Masclans et al., 2015).

**Mascarilla tipo Venturi.** La mascarilla tipo venturi es un dispositivo que consta de entradas de aire con diferentes aberturas de válvula, permitiendo la regulación del flujo de aire y la concentración de oxígeno. Su rango de concentración varía desde un 34% hasta un 50% dependiendo del tamaño de la abertura y del flujo de aire (González et al., 2018).

**Cánulas nasales.** Las cánulas nasales son dispositivos médicos compuestos por dos elementos maleables que se ajustan a las fosas nasales y se fijan en la parte posterior de las orejas. Son utilizadas para suministrar oxígeno y están indicadas en la terapia de oxigenación de alto flujo. En los últimos años, se ha reconocido su utilidad como una alternativa viable y efectiva a la oxigenoterapia convencional (Masclans et al., 2015).

#### **1.3.4 Oxigenoterapia hiperbárica (HBOT)**

La oxigenoterapia hiperbárica es un método terapéutico que consiste en la administración de oxígeno a una presión mayor que la atmosférica con el fin de obtener beneficios terapéuticos. Estos beneficios se atribuyen a efectos físicos como el aumento de la presión barométrica y de la presión parcial de O<sub>2</sub> en los tejidos, y a efectos biológicos como la producción de especies reactivas de O<sub>2</sub> y nitrógeno, que interactúan con diversos procesos moleculares y tienen efectos antiisquémicos, procicatrizantes y antiinfecciosos. El

procedimiento implica colocar al paciente en un ambiente donde pueda respirar O<sub>2</sub> al 100% a una presión mínima de 1,4 atmósferas absolutas durante un tiempo determinado (alrededor de 90 minutos). La oxigenoterapia hiperbárica se utiliza como terapia primaria o alternativa en algunas enfermedades (Fig. 1) (Blatteau et al., 2019; Kirby et al., 2019).

### Figura 1

*Imagen de cámara hiperbárica*



*Nota.* Adaptado de Cámara hiperbarica [Fotografía], por John Kirby et al., 2019, Asociación Médica del Estado de Missouri.

#### 1.3.4.1 Mecanismo de función OHB.

En condiciones pulmonares normales la hemoglobina se encuentra entre 95-100%, se relaciona el efecto de la respiración con OHB con el oxígeno disuelto en plasma. Durante el tratamiento, la presión arterial de oxígeno supera los 2.000 mmHg y se mantiene una tensión tisular de 200-400 mmHg o mayor. Cuando la sangre sale del extremo venoso del capilar permanecerá saturada y el oxígeno disuelto en sangre será suficiente para mantener el consumo metabólico basal de oxígeno humano. En las últimas dos décadas se ha establecido un mayor reconocimiento a los efectos bioquímicos derivados del tratamiento con OHB mediante la generación de un estrés oxidativo controlado a través de los radicales reactivos del oxígeno (ROS). Del mismo modo, se ha observado un efecto inflamatorio e

inmunomodulador. Los radicales reactivos del nitrógeno (RNS) y ROS actúan como moléculas de señalización importantes para la curación de heridas y la angiogénesis. El aumento de la cantidad de ROS estimula el aumento de niveles de factores de crecimiento y la activación de sus receptores, el aumento de las células madre movilizadas de la médula ósea, cambios en la funcionalidad de la B2-integrina que permite una menor adhesión de los neutrófilos a las células endoteliales, reduciendo el daño y la fuga capilar, alteración en la síntesis de la quimiocina de los monocitos, la hemo oxigenasa-1, las proteínas de choque térmico y el HIF-1, que ligados pueden conducir a la reducción de la inflamación del tejido y la isquemia que son parte principal de las heridas crónicas (Ugeskr, 2020).

#### **1.3.4.2 Beneficios de la OHB.**

La evidencia descrita en los últimos años justifica el uso de terapia de oxigenación en cámaras.

***Infecciones en pie diabético.*** En pacientes diabéticos, aproximadamente el 25% presenta frecuentes ulceraciones en el pie, las cuales son un problema usual y costoso debido a los largos periodos de hospitalización e incapacidad que conllevan. Estas úlceras en el pie pueden infectarse en alrededor del 40%-80% de los pacientes diabéticos y su propagación es inmediata, aumentando así el riesgo de mortalidad en los pacientes. Las infecciones del pie diabético (IFD) suelen ser infecciones polimicrobianas, con aislamiento de patógenos bacterianos aeróbicos y anaeróbicos (Akhi & Ghotaslou, 2015). Diferentes factores pueden influir en la cicatrización de las heridas en el pie de los pacientes diabéticos, como falta de función fibroblástica, los mecanismos inmunitarios y la función fagocítica. Se ha demostrado que el deterioro de la oxigenación cutánea es el factor de riesgo principal que da lugar a la amputación del pie, ya que la disminución de la presión de oxígeno y la hipoxia tienen un efecto perjudicial sobre la función innata de los leucocitos y los fibroblastos durante la respuesta inflamatoria y la cicatrización. La oxigenoterapia hiperbárica es una de las opciones actuales para el tratamiento de IFD en pacientes diabéticos, ya que varios estudios han demostrado que la OHB puede aumentar la frecuencia de cicatrización de las úlceras en el

pie y disminuir la necesidad de costosas intervenciones quirúrgicas en casos en los que las heridas no cicatrizan fácilmente (Memar et al., 2019).

***Infecciones necrosantes de tejidos blandos (INTB).*** Las infecciones necrosantes de tejidos blandos se caracterizan por una necrosis progresiva que puede comprometer la piel, los tejidos y los músculos, lo que puede llevar a sepsis y shock séptico. Estas infecciones son polimicrobianas y son poco frecuentes, lo que resulta en una alta tasa de mortalidad. Un diagnóstico rápido y adecuado, junto con un tratamiento quirúrgico radical, puede aumentar la probabilidad de un resultado favorable (Paramythiotis et al., 2007). El tratamiento complementario con oxigenoterapia hiperbárica (OHB) es recomendado en las infecciones necrosantes de tejidos blandos. Aunque no hay evidencia que indique que esta terapia pueda prevenir la mortalidad, según un estudio retrospectivo, la OHB podría contribuir a una mayor supervivencia y recuperación de órganos (Soh et al., 2012).

***Quemaduras térmicas.*** Las quemaduras son lesiones en la piel y los tejidos subcutáneos resultantes de la exposición a altas temperaturas, electricidad, radiaciones o productos químicos y se clasifican según su profundidad. Las quemaduras pueden tener consecuencias graves para la salud del paciente, incluyendo morbilidad y mortalidad (Misiuga et al., 2016). La oxigenoterapia hiperbárica (OHB) es un tratamiento diseñado para aumentar los niveles de oxígeno en los tejidos con quemaduras. Aunque no hay evidencia que respalde una disminución de la tasa de mortalidad en quemaduras graves, se ha relacionado con un menor tiempo de cicatrización en estos pacientes (Chiang et al., 2017)

#### **1.4 Método de Wim Hof**

Wim Hof es un holandés de 60 años, conferencista, aventurero y entrenador reconocido por establecer 20 récords Guinness en diferentes actividades físicas, como correr maratones descalzo en el polo ártico, escalar el monte de Kilimanjaro en pantalones cortos y soportar temperaturas bajo cero (Peiró & Saz, 2020). Hof ha desarrollado un método conocido como “el método de Wim Hof” (WHM), el cual consiste en combinar ejercicios de respiración, exposición al frío y meditación, según un programa de entrenamiento diario. El interés científico por estudiar a Hof y su método surgió a principios del año 2010, y además de las

pruebas científicas que respaldan estos tres elementos básicos, se han realizado diversos estudios sobre su efectividad (Hof & Jong, 2015).

En un estudio llevado a cabo por Kox et al. (2012), se administró lipopolisacárido a Wim Hof vía intravenosa mientras practicaba su método, y se identificó que la respuesta de citocinas proinflamatorias y antiinflamatorias se atenuó por la concentración y meditación durante la inmersión en hielo. Estos resultados prometedores llevaron a la realización de diversos estudios en los que se entrenó a un grupo experimental bajo el método de Wim Hof. Se ha demostrado que el WHM puede ser utilizado para suprimir reacciones inmunológicas voluntarias y mejorar el funcionamiento del sistema inmunológico, mediante el aumento de la producción de linfocitos y la disminución de propiedades inflamatorias excesivas y patológicas (Kox et al., 2014).

En un ensayo clínico que involucra a 24 pacientes con espondilitis, 13 de ellos fueron tratados con el método de WHM. Los resultados del estudio indican que al menos dos marcadores sanguíneos de la enfermedad inflamatoria disminuyen significativamente después de la intervención. Esto sugiere que la modulación voluntaria de la respuesta inmune puede ser efectiva en el tratamiento de enfermedades inflamatorias crónicas (Buijze et al., 2019).

#### **1.4.1 Exposición al frío**

La exposición al frío se ha convertido en un enfoque popular en el campo de las ciencias deportivas debido a su capacidad para ayudar en la recuperación muscular posterior al ejercicio y disminuir la inflamación del cuerpo (Martín, 2008). La exposición repetida al frío ha demostrado tener efectos circulatorios beneficiosos, ya que obliga a los músculos contráctiles de los vasos sanguíneos superficiales a trabajar; sin embargo, la evidencia científica sobre los beneficios a largo plazo de la crioterapia sigue siendo insuficiente (Hof & Jong, 2015).

Una revisión sistemática de la exposición al frío realizada por Freire et al. (2016), concluyó que la exposición al frío reduce el flujo sanguíneo, la saturación de oxígeno, la

presión venosa, la velocidad de conducción nerviosa y el nivel de hemoglobina en tejido superficial.

En un estudio realizado en 2015, 3000 trabajadores fueron seleccionados al azar para el grupo control y el grupo experimental, en el que se les pidió que se bañaran con agua fría a una temperatura de 10-12°C durante 30, 60 o 90 segundos. Los resultados mostraron que los trabajadores del grupo experimental faltaron un 29% menos al trabajo debido a enfermedades en comparación con los del grupo control, lo que se atribuye a que el agua fría mejora la calidad de vida, la productividad laboral y reduce la ansiedad (Buijze et al., 2016).

En el método de Wim Hof, la exposición al frío conduce a la actividad de la grasa parda (marrón), que ayuda a mantener la temperatura corporal y se encuentra en diferentes cantidades en las personas. Esto puede explicar cómo Wim Hof logra mantener una temperatura corporal de 37°C mientras se encuentra a temperaturas inferiores a 0°C (Hof & Jong, 2015).

#### **1.4.2 Ejercicios de respiración**

La respiración es el proceso mediante el cual se produce el intercambio gaseoso entre el medio interno del cuerpo y el medio ambiente, cuya función principal es proporcionar oxígeno a todas las células del cuerpo y eliminar el dióxido de carbono generado por el metabolismo celular, contribuyendo así a la regulación del pH corporal (Turchetto et al., 2016).

Los ejercicios de respiración se han integrado como parte del tratamiento complementario al farmacológico en enfermedades como el asma y la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC), debido a que han demostrado una reducción en los síntomas. En el método de Wim Hof, los ejercicios de respiración consisten en una forma controlada y segura de hiperventilación que induce hipocapnia en el torrente sanguíneo, lo que permite soportar la respiración por un tiempo prolongado sin complicaciones y generar hipoxia en las células del organismo. Sin embargo, se ha observado que la técnica específica utilizada durante los ejercicios de respiración en el WHM podría activar el sistema nervioso simpático y crear una respuesta de estrés controlada (Kox et al., 2012).

En 2019, los premios Nobel de Fisiología realizaron una investigación que demostró cómo las células pueden detectar los niveles bajos de oxígeno y adaptarse a estos cambios a través de los factores nucleares inducibles por hipoxia(HIF), proteínas que se degradan rápidamente en condiciones normales de oxígeno pero se mantienen en condiciones hipóxicas para regular genes que aumenten los niveles de oxígeno, como la eritropoyetina, que contribuye al aumento del número de eritrocitos, el factor de crecimiento del endotelio vascular (VEGF) y el factor de crecimiento derivado de plaquetas (PDGF), que ayudan al crecimiento de nuevos vasos sanguíneos. Existen 300 secuencias de ADN codificadas para la formación de proteínas que rescatan a las células en estado de hipoxia y que afecta a todos los aspectos de la fisiología, como el metabolismo, el desarrollo fetal, la respuesta inmunitaria, la aclimatación a la altitud y la respiración. Además, influye en procesos fisiológicos como la anemia, las infecciones y la cicatrización de heridas, entre otros (Gilman, 2020).

### **1.4.3 Meditación**

La meditación se describe como un método de entrenamiento mental que puede establecer una conexión entre la mente, el cuerpo y el espíritu de un individuo (Tang et al., 2015). Su práctica es conocida por mejorar la regulación de la atención y las emociones, en los últimos años ha atraído más atención de los investigadores debido a sus posibles beneficios para la salud. Varios estudios han demostrado que la meditación puede alterar la actividad cerebral de una persona.

En un estudio de revisión sistemática sobre la eficacia y seguridad de las intervenciones de meditación para el tratamiento del dolor crónico en adultos, se encontró que la meditación mejora los síntomas del dolor crónico en adultos, además mejora los síntomas del dolor y la calidad de vida (Hilton et al., 2017) .Otro estudio realizado por Schutte et al. (2020) mostró que la meditación puede aumentar el tamaño de los telómeros, que son las partes finales de los cromosomas. La longitud de los telómeros es un biomarcador de la salud y su disminución se relaciona con el envejecimiento y las enfermedades. En este estudio, se comparó a personas que meditan y a personas que no lo hacen, y se observó que los telómeros de los meditadores eran más largos en relación con el tiempo de práctica. En

el método de Wim Hof, aparte de la exposición al frío y los ejercicios de respiración, la meditación también se considera una parte importante de la práctica, ya que se cree que ayuda a reducir el estrés, mejora la concentración e incluso ayuda a conciliar el sueño.

## **1.5 Parámetros bioquímicos y signos vitales**

El propósito de la investigación consiste en cuantificar los parámetros bioquímicos y signos vitales que contribuyen al control de la homeostasis corporal y las funciones vitales constantes, durante la práctica del método de Wim Hof en voluntarios. Diversos métodos se emplean con el fin de evaluar los valores fisiológicos del cuerpo humano, y en la actualidad, se han desarrollado diversos equipos que facilitan la medición de estos parámetros. Por tanto, resulta crucial considerar la fase preanalítica a fin de optimizar los resultados obtenidos.

### **1.5.1 Glucosa**

La medición de la glucosa es un parámetro bioquímico fundamental en el control de la homeostasis corporal, se puede realizar a través de distintos fluidos corporales, incluyendo la sangre, líquido intersticial, orina, líquido cefalorraquídeo, líquido pleural y líquido ascítico. Para la medición de glucemia en sangre, se han desarrollado diversos métodos actualizados que han reemplazado a los antiguos, según un estudio reciente realizado por Kubihal et al. (2021).

### **1.5.2 Saturación de oxígeno**

La saturación de oxígeno es la fracción de hemoglobina que está unida al oxígeno en comparación con la cantidad total de hemoglobina presente. La medición se lleva a cabo mediante la oximetría de pulso o la gasometría arterial. La oximetría de pulso es un método no invasivo que permite el monitoreo de la saturación periférica de hemoglobina y se ha convertido en el estándar de las últimas tres décadas para evaluar la saturación de oxígeno (Salas, 2016).

### **1.5.3 Presión Arterial**

La presión arterial es la medida de la fuerza que la sangre ejerce sobre las paredes de los vasos sanguíneos y se calcula a través del gasto cardíaco, la resistencia vascular periférica y el volumen circulante. La presión arterial se divide en presión sistólica,

correspondiente a la máxima presión durante la contracción ventricular, y presión diastólica, relacionada como la fase de relajación y llenado del corazón. La medición de la presión arterial se realiza a través de instrumentos como el esfigmomanómetro, el estetoscopio o el tensiómetro de brazo o muñeca (Órgano Oficial de la Asociación Dental Mexicana, 2019).

#### **1.5.4 Temperatura**

La temperatura corporal es una medida que refleja la capacidad del organismo para generar y eliminar calor en los órganos, y está controlada por los centros termorreguladores del hipotálamo. Estos centros equilibran la producción de calor derivada de las principales actividades, como la actividad metabólica en los músculos y el hígado, con la disipación de calor de la piel y los pulmones para mantener una temperatura estable alrededor de 37°C. Las áreas más comunes para medir la temperatura son, la boca, la axila y el recto (Gilman, 2020).

## Capítulo dos

### Metodología

#### 2.1 Objetivos

##### ***2.1.1 Propósito u objetivo general de la investigación***

Realizar una revisión de los efectos de la práctica del método Wim Hof en los parámetros bioquímicos del cuerpo humano.

##### ***2.1.2 Componente u objetivo específico de la investigación***

Recopilar información del método Wim Hof y las investigaciones científicas realizadas.

Realizar una prueba piloto con voluntarios, medir signos vitales y glucosa en sangre.

Realizar memoria de la revisión bibliográfica y verificar si existe alguna relación con los parámetros medidos durante la prueba piloto.

#### 2.2 Diseño Experimental

En el presente estudio, se implementó una prueba piloto experimental con un enfoque cuantitativo y cualitativo. Se utilizó un método que comprendió la aplicación de ejercicios de respiración y exposición al frío (duchas de agua fría) durante un período de cuatro semanas. Se midieron los signos vitales: presión arterial, oxigenación y temperatura, diariamente antes y después de los ejercicios de respiración, y se evaluó la glucosa en sangre durante tres días en la semana 1 y 4.

En relación a la exposición al frío, se intercalaron duchas de agua fría de manera regular durante todo el período de estudio. Se midió la temperatura del agua y se registró la temperatura corporal posterior a la exposición al frío.

Los parámetros del estudio fueron medidos con equipos digitales, que cuentan con normas de fabricación internacionales, el método contaba con una duración de 30 minutos.

#### 2.3 Voluntarios

En esta investigación, se seleccionó a un grupo de voluntarios residentes en la ciudad de Loja, quienes cumplían con los criterios de inclusión: ser personas sanas no fumadoras, con edades comprendidas entre 20 y 25 años. A todos los sujetos se les proporcionó

información detallada sobre el estudio y se les solicitó su consentimiento previo mediante un documento escrito. Antes de iniciar el estudio, se les realizó un examen bioquímico en un laboratorio para medir los niveles de glucosa y se midieron los signos vitales, constatando que todos presentaran valores normales.

## **2.4 Cuantificación de Parámetros**

Los parámetros fueron medidos por el investigador antes y después de aplicar el método.

### **2.4.2 Glucosa**

El equipo que se implementó es un glucómetro Accu-Chek Instan que cumple con los requisitos de las normas ISO 15197:2013, que presenta rangos de error en un 15% comparados con los referenciados en un laboratorio (Fig. 2).

**Figura 2**

*Glucómetro*



### **2.4.3 Presión Arterial**

Para medir la presión arterial en el brazo se utilizó un dispositivo digital de la marca OMRON HEALTHCARE, diseñado y fabricado cumpliendo los estándares establecidos por las normas europeas EN60601-1-2:2015 que regulan la funcionalidad y el cumplimiento de los equipos electromédicos. Este dispositivo cuenta con un método oscilométrico que abarca un rango de 20 a 280 mmHg, tal como se muestra en la Figura 3. De esta manera, se

garantizó la precisión y confiabilidad en la medición, de la presión arterial en el brazo de los participantes en el estudio.

**Figura 3**

*Tensiómetro*

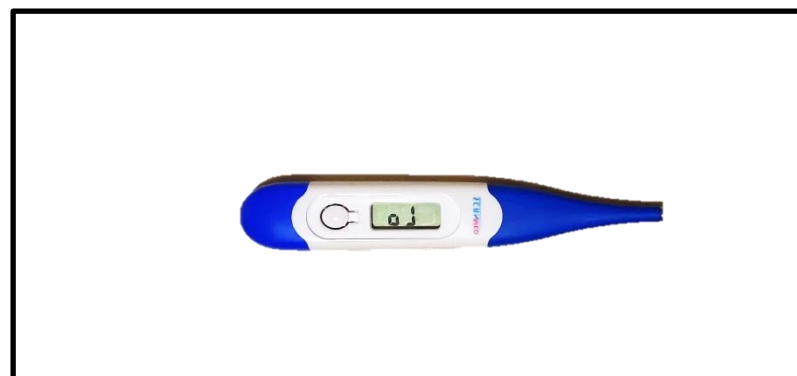


#### **2.4.4 Temperatura**

Se utilizó un termómetro digital DMT-437 de la marca SCANMED, el cual cumple con las normas ISO 13485: 2012, para medir la temperatura corporal de los participantes. Este termómetro proporciona lecturas rápidas y altamente precisas (Fig. 4).

**Figura 4**

*Termómetro*



#### **2.4.5 Oxigenación**

Se utilizó un oxímetro de pulso FS20K de la marca SCANMED para cuantificar la saturación de oxígeno de la hemoglobina arterial ( $SpO_2$ ). Este dispositivo portátil y no invasivo ha sido diseñado específicamente para uso clínico y cumple con los estándares ISO80601-

2-61 para garantizar el rendimiento básico de los equipos oximétricos de pulso destinados a ser utilizados en humanos. La precisión del oxímetro de pulso se demostró en el rango del 70% a 100%, lo que lo convierte en una herramienta útil para el usuario (Fig. 5).

**Figura 5**

*Oxímetro*



#### **2.4.6 Temperatura de agua**

El termómetro digital es un instrumento que cuenta con un punzón que le permite realizar medidas de temperatura en líquidos (Fig. 6).

**Figura 6**

*Termómetro*



### **2.5 Práctica**

El investigador les acompañó y les dio instrucciones de como efectuar el método.

#### **2.5.1 Respiración**

La metodología comenzó con la relajación del participante en posición decúbito supino. Posteriormente, se realizaron 30 respiraciones con retenciones de aire, a un ritmo de

20 respiraciones por minuto. Luego se exhaló profundamente y se mantuvo la respiración por un tiempo de 30 a 90 segundos, hasta que los voluntarios sintieran la necesidad de respirar o presentaran la primera contracción espontánea del diafragma. Se respiró de nuevo y se exhaló para concluir la primera ronda. Este proceso se repitió durante tres rondas.

### **2.5.2 Baños de agua fría**

Consistió en someter a los participantes a baños de agua fría de manera intercalada durante un periodo de cuatro semanas. Durante las primeras dos semanas se estableció un tiempo de exposición de 2 minutos a las duchas de agua fría, mientras que la tercera semana se incrementó el tiempo a 3 minutos y en la cuarta semana a 4 minutos, tomando en cuenta la comodidad y la tolerancia de cada participante.

### **2.5.3 Meditación**

Este es la parte principal, porque aquí se ejerció el compromiso con que se realizó los ejercicios de respiración y las duchas de agua fría.

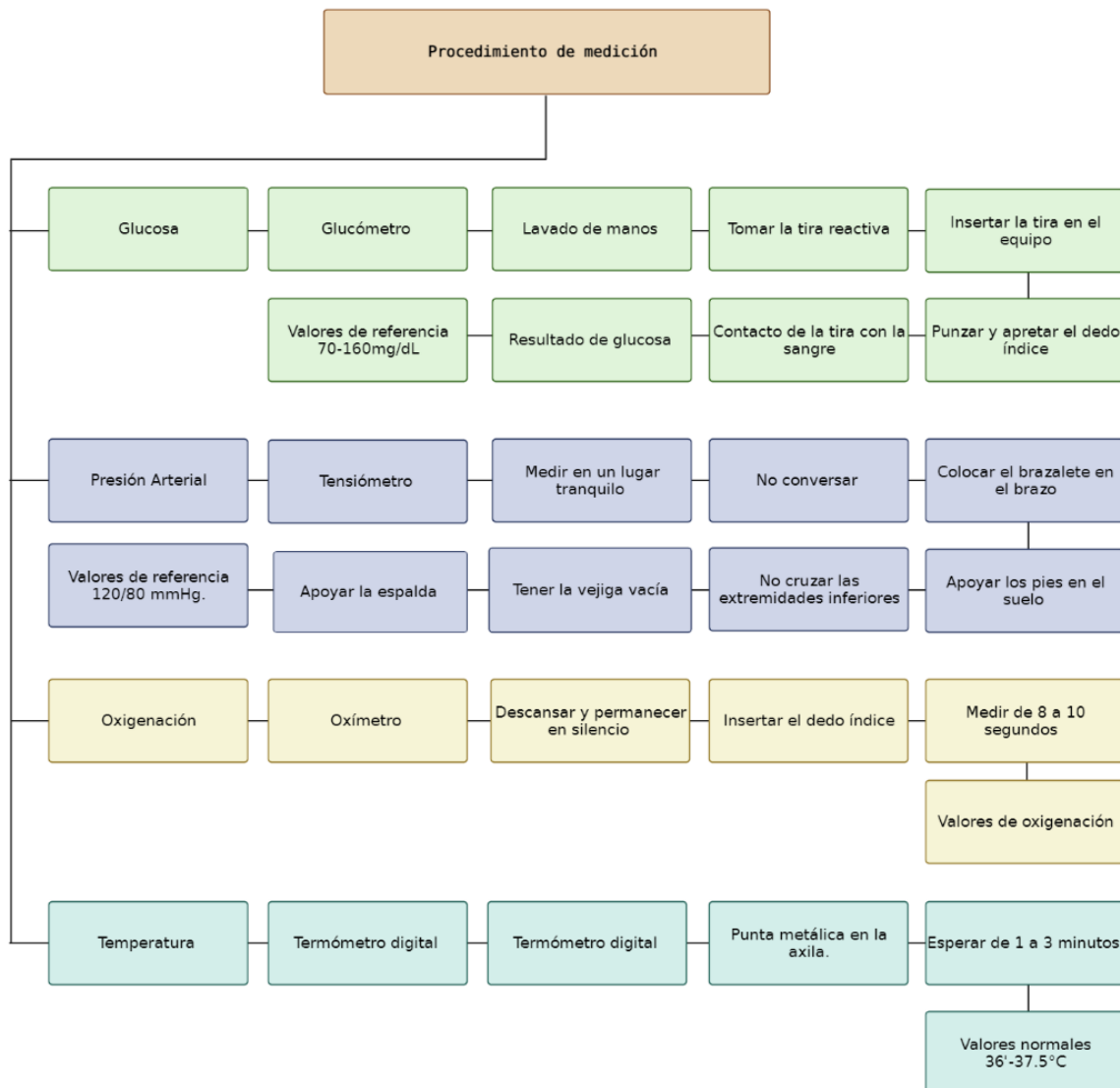
## **2.6 Criterios de exclusión**

Se excluye a todas las personas que presenten problemas cardíacos, hipertensión, personas que realicen algún tipo de ejercicio de respiración y a los individuos que presenten alteraciones en sus resultados de exámenes previo a la experimentación.

## **2.7 Procedimiento y valores de referencia de los parámetros medidos**

Figura 7

Procedimiento de medición.



Created in **BioRender.com** **bio**

## 2.8 Análisis estadístico

Los resultados del estudio fueron las diferencias observadas en la medición de la presión arterial, la oxigenación, la temperatura, la glucosa y la retención de la respiración antes y después de la práctica del método de Wim Hof. Se tomaron los valores diarios y se calculó un valor para cada día.

Para analizar los datos, se realizó una prueba de normalidad (Shapiro-Wilk) para todas las variables medidas y se aplicó una prueba One-Way ANOVA seguida de una prueba post

hoc Tukey. Todos los análisis estadísticos se realizaron en GraphPad Prism 8.0.1. La significancia se presenta cuando ( $p < 0.05$ ).

## Capítulo tres

### Resultados y Discusión

**Tabla 2***Características de los voluntarios (n=3)*

Características	Resultados	
	n	%
Edad		
Adultos (20-25)	3	100
Sexo		
Femenino	3	100
Masculino		
Raza		
Mestiza	3	100
Otra		
Fumadores		
Si		
No	3	100
Problemas cardíacos		
Si		
No	3	100
Hipertensión		
Si		
No	3	100
Ejercicio de respiración		
Si		
No	3	100
<b>Total</b>		<b>100%</b>

*Nota.* n= número de voluntarios. % de cumplimiento de las características descritas.

En la Tabla 2, se presentan las características de los voluntarios que participaron en el estudio. Todos los participantes eran mujeres mestizas y mayores de edad, sin antecedentes de problemas cardíacos ni hipertensión, no eran fumadoras y no practicaban ningún tipo de ejercicio respiratorio.

## 4.1 Presión Arterial

### 4.1.1 Presión Arterial Sistólica

**Tabla 3**

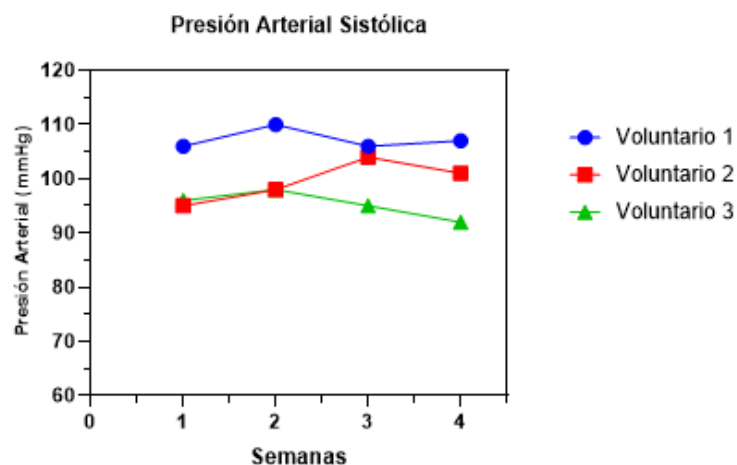
*Valores de presión sistólica*

Semanas	Voluntarios		
	1	2	3
1	106	95	96
2	110	98	98
3	106	104	95
4	107	101	92
<b>Total</b>	107	100	95

*Nota.* Se observa los promedios obtenidos de cada semana correspondiente a cada voluntario.

**Figura 8**

*Gráfica de presión arterial sistólica*



*Nota.* Se observa el comportamiento de la presión arterial Sistólica durante las cuatros semanas, correspondiente a cada voluntario.

En la Tabla 3, se presentan los promedios de la presión arterial sistólica (PAS) medida durante un periodo de 4 semanas a tres voluntarios. Es importante destacar que se incluyeron en el estudio únicamente pacientes con valores iguales o superiores a 95 mmHg de PAS. La Figura 8, muestra la variabilidad en la PAS medida durante las semanas 3 y 4, en

comparación con las semanas 1 y 2, en las cuales se observó un patrón similar entre todos los voluntarios. En cuanto a los cambios en la PAS, se encontró que el 66.6% de los voluntarios presentaron un aumento mientras que el 33.3% presentó una disminución. El análisis de varianza (ANOVA) realizado por semana para cada voluntario indicó que no había diferencias significativas ( $p>0.05$ ) en cuanto a la PAS entre las semanas.

#### 4.1.2 Presión Arterial Diastólica

**Tabla 4**

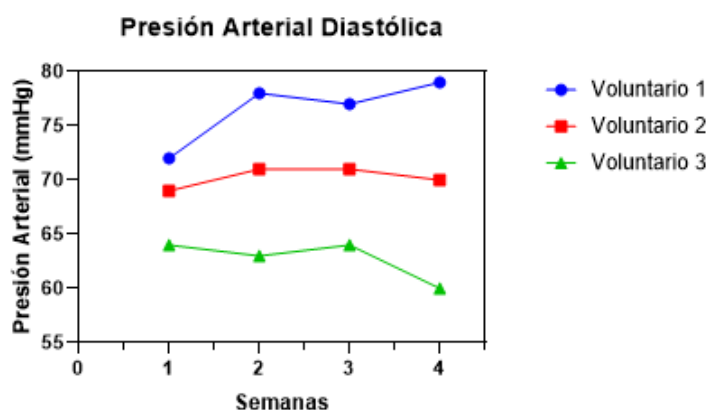
*Valores de presión diastólica*

Semanas	Voluntarios		
	1	2	3
1	72	69	64
2	78	71	63
3	77	71	64
4	79	70	60
<b>Total</b>	77	70	63

*Nota.* Se observa los promedios obtenidos de cada semana correspondiente a cada voluntario.

**Figura 9**

*Gráfica de presión arterial diastólica*



*Nota.* Se observa el comportamiento de la presión arterial diastólica durante las cuatros semanas, correspondiente a cada voluntario.

Este estudio, presenta los resultados de los promedios de la presión arterial diastólica (PAD) de los voluntarios incluidos en la Tabla 4. Los participantes presentaron valores de al

menos 60 mmHg de PAD. En la Figura 9, se observa que los voluntarios 1 y 2 experimentaron un aumento en la PAD en cada semana con respecto a la semana 1, mientras que el voluntario 3 mostró un comportamiento variable en cada semana. En cuanto al porcentaje de voluntarios con aumento o disminución de la PAD, el 66.6% presentó un aumento mientras que el 33.3% presentó una disminución. Los resultados del análisis de varianza (ANOVA) por semana de cada voluntario revelaron que no hubo diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) entre las semanas en cuanto a la PAD.

Durante 4 semanas se evaluó la relación entre la presión arterial y los ejercicios de respiración asociados al método de Wim Hof en voluntarios, que consisten en realizar inspiraciones rápidas y superficiales que conducen a que los participantes hiperventilen de una forma controlada. Este fenómeno produce cambios fisiológicos como la reducción de presión arterial (Wood & Cano Vindel, 2009), sin embargo, los resultados mostraron un aumento de PA en los voluntarios 1 y 2, debido a que seguido de la hiperventilación se realizó retenciones de aire que incrementan el nivel de dióxido de carbono en el cuerpo. Según (Dujic et al., 2011), la acumulación de dióxido de carbono a nivel pulmonar conduce a hipercapnia y esto provoca vasoconstricción capilar aumentando la PA, razón por la cual existe un aumento de PA para nuestros primeros participantes. En el voluntario número 3 se mostró una disminución de PA debido a la realización de respiraciones lentas y profundas que según estudios previos han demostrado que las respiraciones lentas y profundas pueden afectar la presión arterial y son aprobados por la FDA como una de las intervenciones no farmacológicas para controlar la presión arterial (Mahtani et al., 2016).

Es importante tener en cuenta que los cambios en la presión arterial observados en nuestro estudio fueron pequeños y pueden ser atribuidos a la variabilidad del equipo de medición o a otros factores que pueden alterar la medición. De hecho, un estudio previo que aplicó método WH no encontró cambios significativos en la presión arterial después de la práctica (Spiesshoefer et al., 2022).

Aunque nuestros resultados sugieren que el método de Wim Hof puede afectar la presión arterial en algunos participantes, se necesitan estudios adicionales para confirmar

estos hallazgos y determinar los posibles efectos a largo plazo del método sobre la salud cardiovascular.

## 4.2 Oxigenación

### 4.2.1 Oxigenación inicial

**Tabla 5**

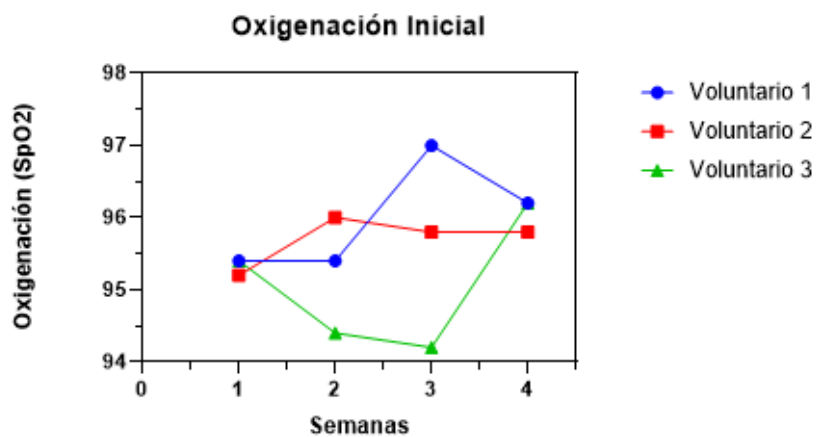
*Valores de Oxigenación inicial*

Semanas	Voluntarios		
	1	2	3
1	95,4	95,2	95,4
2	95,4	96	94,4
3	97	95,8	94,2
4	96,2	95,8	96,2
<b>Total</b>	96	95,7	95,05

*Nota.* Se observa los promedios obtenidos de cada semana correspondiente a cada voluntario.

**Figura 10**

*Gráfica de Oxigenación inicial*



*Nota.* Se observa el comportamiento de oxigenación inicial durante las cuatros semanas, correspondiente a cada voluntario.

En la Tabla 5, se muestra los valores promedio de la oxigenación de los participantes, incluyendo solo aquellos con un nivel mínimo del 94.2%. En cuanto al análisis de los resultados (Figura 10), se encontró que la oxigenación presentó heterogeneidad, y los valores

presentados por los voluntarios varían en cada semana. Se detectó inestabilidad en la semana 2, mientras que en la semana 3 los valores comienzan a estabilizarse para los pacientes 1 y 2, y en la semana 4 se evidencia un incremento en relación a la semana 1, para el 100% de los participantes. Los resultados del (ANOVA) por semana de cada voluntario revelaron que no hubo diferencias significativas ( $p>0.05$ ) entre las semanas en cuanto a la oxigenación.

En la presente investigación se evaluó la relación entre la saturación de oxígeno SpO<sub>2</sub> y la práctica de los ejercicios de respiración asociados al método de Wim Hof. Los resultados obtenidos muestran una variabilidad en la medición de la SpO<sub>2</sub> en todos los participantes a lo largo de las cuatro semanas de estudio, como se puede observar en la Tabla 5, estas variaciones se deben a las fluctuaciones en la medición de oxígeno y tienen un rango de 2% según lo reportado por el equipo utilizado.

#### 4.2.2 Oxigenación final

**Tabla 6**

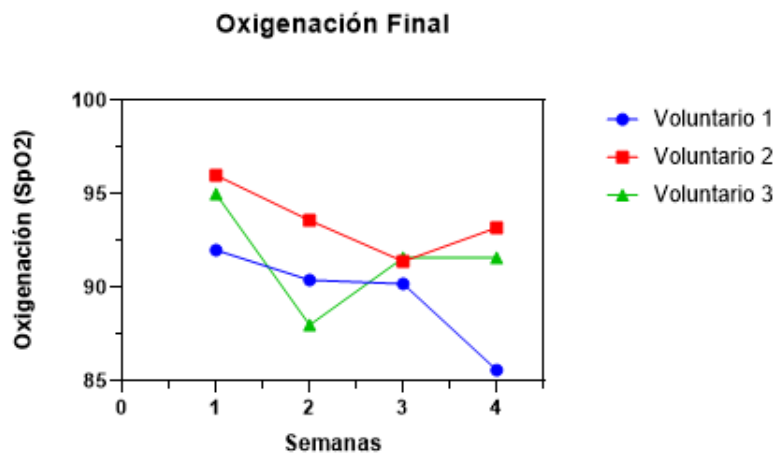
*Valores de Oxigenación final*

Semanas	Voluntarios		
	1	2	3
1	92	96	95
2	90,4	93,6	88
3	90,2	91,4	91,6
4	85,6	93,2	91,6
<b>Total</b>	89,6	93,6	91,6

*Nota.* Se observa los promedios obtenidos de cada semana correspondiente a cada voluntario.

**Figura 11**

Gráfica de Oxigenación final



Nota. Se observa el comportamiento de la oxigenación final durante las cuatros semanas correspondiente a cada voluntario.

Los datos de la Tabla 6, son los promedios de los valores finales al terminar la práctica. En la figura 11, se revela una disminución de los valores de oxigenación para los 3 voluntarios durante las 4 semanas de implementación del método. En el análisis de ANOVA por semana de cada voluntario se reveló que ninguno de los participantes presenta diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) entre semanas.

En cuanto a los resultados de la oxigenación final, se observó una disminución en la SpO<sub>2</sub> después de finalizar los ejercicios de respiración, como se puede ver en la Figura 11, estos resultado coincide con una investigación previa del método Wim Hof en la que se reportó una disminución en la saturación de oxígeno hasta un 50% (Kox et al., 2014). Esta disminución se debe a que las retenciones de aire que se realizan después de la hiperventilación provocan un retraso en la activación de los quimiorreceptores periféricos al detectar el aumento de CO<sub>2</sub>, lo que aumenta su activación al detectar la disminución de O<sub>2</sub>, como se ha reportado en estudios previos (Dempsey & Smith, 2014). Durante las retenciones de aire, la SpO<sub>2</sub> tiende a disminuir.

#### 4.3 Retención de la respiración

**Tabla 7**

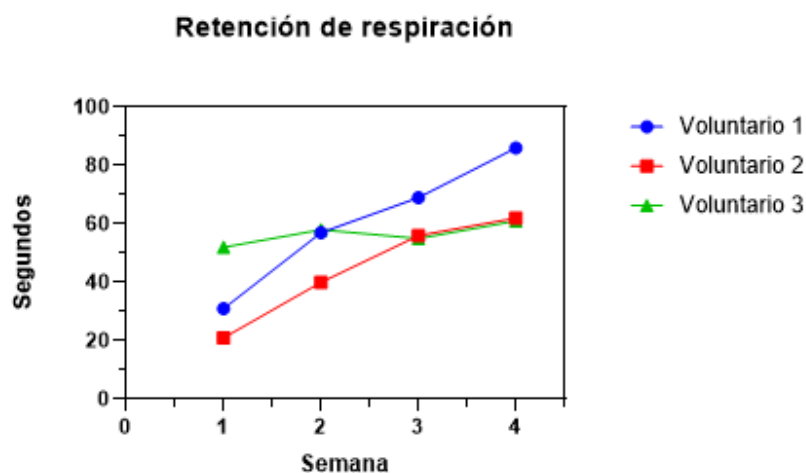
Valores de tiempo de retención de respiración

Semanas	Voluntarios		
	1	2	3
1	31	21	52
2	57	40	58
3	69	56	55
4	86	62	61
<b>Total</b>	60.8	44.8	56.5

Nota. Se observa los promedios obtenidos de cada semana correspondiente a cada voluntario.

**Figura 12**

Gráfica de retención de respiración



Nota. Se observa el comportamiento de las retenciones de aire durante las cuatros semanas, correspondiente a cada voluntario.

En esta investigación en la tabla 7, se presentan los resultados promediados de la retención de aire durante la práctica del método de Wim Hof de todos los participantes que presentaron un tiempo de retención de al menos 21 segundos. En la figura 12, se observa un incremento en los segundos de retención de aire en el 100% de los voluntarios participantes.

El (ANOVA) realizado por semanas en los participantes reveló que el: voluntario 1 presenta ( $p=0.01$ ), el voluntario 2 ( $p=0.0001$ ), y el voluntario 3 presenta ( $p=0.07$ ) entre la semana 1 y 4. Estos resultados indican que los voluntarios 1 y 2 presentan un aumento

significativo ( $p < 0.05$ ) en la retención de aire durante la práctica del método, a diferencia del tercer participante que no presenta diferencias significativas ( $p > 0.05$ ).

En la presente investigación se evaluó el tiempo de retención de aire durante la práctica de respiración del método de Wim Hof en un grupo de participantes por cuatro semanas. Los resultados muestran que todos los voluntarios aumentaron su tiempo de retención de aire en cada semana, lo que sugiere una adaptación a la técnica de retención de respiración. Estos resultados son consistentes con estudios previos que han demostrado que la apnea que se produce durante la práctica del método a un volumen pulmonar bajo, limita la duración de las retenciones de aire (Skow et al., 2015). Sin embargo, se ha propuesto que la hiperventilación previa al ejercicio reduce el contenido de  $\text{CO}_2$  arterial y aumenta el pH arterial, lo que podría aumentar la duración de las retenciones de aire al retrasar la activación de los quimiorreceptores (Melo, 2011). Nuestros resultados sugieren que los participantes de nuestro estudio lograron adaptarse a la técnica de retención respiratoria, lo que se reflejó en un aumento en la duración de las retenciones de aire en todas las semanas, presentando en la prueba estadística datos significativos para los voluntarios, excepto para el voluntario 3 que no presenta datos significativos puesto que no hiperventilaba de forma correcta, y esto generaba retenciones de aire cortas.

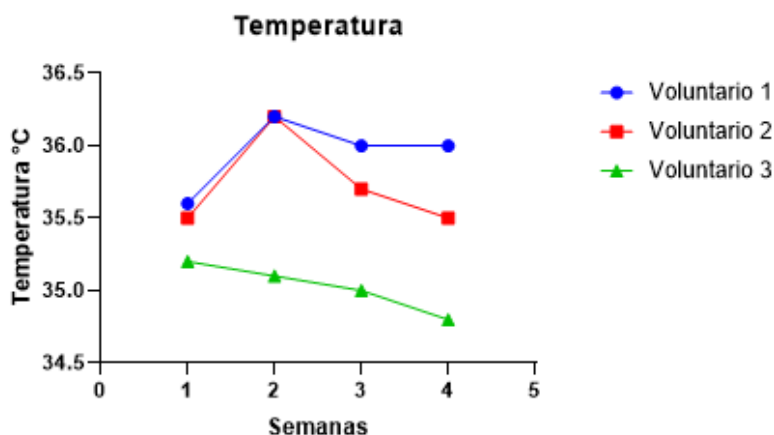
#### 4.4 Temperatura

**Tabla 8**

*Valores de temperatura superficial*

Semanas	Voluntarios		
	1	2	3
1	35,6	35,5	35,2
2	36,2	36,2	35,1
3	36	35,7	35
4	36	35,5	34,8
<b>Total</b>	36,0	35,7	35,0

*Nota.* Se observa los promedios obtenidos de cada semana correspondiente a cada voluntario.

**Figura 13***Gráfica de temperatura*

*Nota.* Se observa el comportamiento de temperatura durante las cuatros semanas, correspondiente a cada voluntario.

Por ejemplo en la Tabla 8, se puede observar el promedio de temperatura (°C) por cada semana en los voluntarios participantes en el estudio, los cuales presentaron valores promedio de 34.8°C. En la Figura 13, se puede observar que los voluntarios 1 y 2 presentaron un patrón de comportamiento de temperatura similar durante las semanas 2,3 y 4, mientras que el voluntario 3 presentó una disminución progresiva de la semana 1 a la 4. Del total de voluntarios, el 66.6% presentó un aumento de temperatura mientras que el 33.3% presentó una disminución con respecto a la semana 1. Los resultados del (ANOVA) por semana de cada voluntario mostraron que no hubo diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) entre las semanas en cuanto a la temperatura.

En esta investigación, se midió la temperatura en cada uno de los participantes con el objetivo de evaluar los cambios térmicos que se producían durante la práctica de los ejercicios de respiración. Según las conclusiones de Picón et al. (2020), la termoregulación es un proceso natural que busca mantener la homeostasis corporal y las funciones vitales constantes mediante la activación de mecanismos centrales y periféricos. En el caso de los ejercicios de respiración, se observó un aumento de la temperatura de los participantes después de realizarlos. Esto se debe a que los mecanismos controlados por el hipotálamo,

que funcionan a través de la retroalimentación y permiten el aumento o disminución de la temperatura, responden a las condiciones ambientales que recibe el cuerpo a través de los sensores térmicos (Flouris & Schlader, 2015). Estos sensores tienen la capacidad de detectar las variaciones en la temperatura interna del organismo y compararla con la del medio externo, y se encuentra localizada en la piel, médula espinal y órganos internos, manteniendo una temperatura corporal de 37°C (Yang & Ruan, 2015).

Sin embargo, al comparar los valores promedio obtenidos durante las cuatro semanas de estudio en los tres participantes, se observó que la temperatura tendía a disminuir después de la práctica de las duchas de agua fría, que presentaban una temperatura promedio de 19°C. En este sentido, se realizó una comparación con un estudio realizado a Wim Hof, quien practica su método a temperaturas bajo cero y mantiene una temperatura corporal constante de 37°C. Los investigadores sugieren que esto se debe a la activación de la grasa marrón que tiene Hof, y que difiere en cada persona dependiendo de ciertas condiciones (Hof & Jong, 2015). Es importante destacar que los descensos de temperatura que se presentan en los voluntarios durante la práctica del MWH se deben a los mecanismos de termorregulación antes mencionados, que buscan mantener la temperatura corporal en niveles constantes. En los resultados obtenidos en esta investigación, se observaron temperaturas variables y menores a las de referencia, lo cual se debe a que los valores obtenidos son el promedio de las mediciones realizadas antes y después de la práctica del método en los tres participantes.

#### 4.5 Glucosa

**Tabla 9**

*Valores de glucosa*

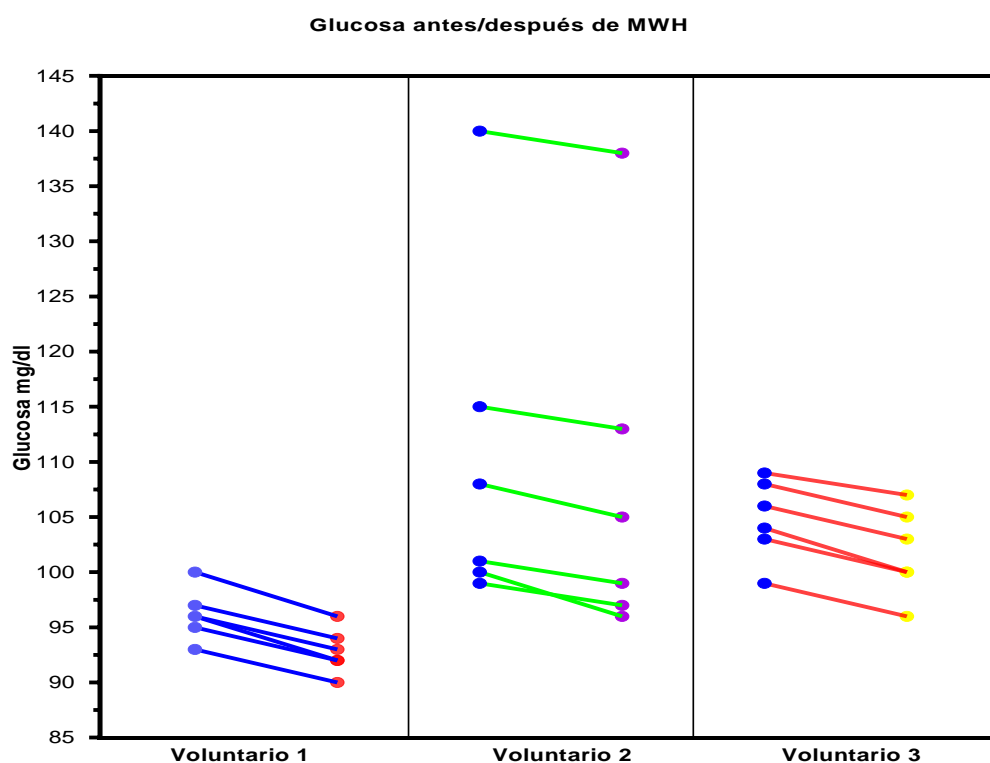
Semana	Voluntario 1		Voluntario 2		Voluntario 3	
	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después
1	96	92	115	113	104	100
2	100	96	108	105	108	105
3	93	90	140	138	109	107
1	95	92	99	97	106	103

2	96	93	101	99	99	96
3	97	94	100	96	103	100
<b>Total</b>	96	93	111	108	105	102

*Nota.* Se observa los promedios obtenidos de cada semana correspondiente a cada voluntario.

**Figura 14**

*Gráfica de glucosa*



*Nota.* Se observa el comportamiento de glucosa durante las cuatro semanas, correspondiente a cada voluntario.

En la Tabla 9, se presenta los valores de glucosa medida antes y después del método durante los 3 primeros días de la semana 1 y los 3 últimos días de la semana 4 correspondiente a cada participante. Se encontró que los voluntarios incluidos en la investigación presentan valores de al menos 90 mg/dL de glucosa. En la figura 14, se observa un gráfico de before-after en el que se compara el antes y después de los valores medidos durante el método de Wim Hof, revelando que en el 100% de los participantes los valores de glucosa no presentan significancia ( $p > 0.05$ ) tras un análisis de varianza (ANOVA).

En el estudio realizado, se midieron los niveles de glucosa en ayunas, y después de la práctica del MWH en todos los participantes. La figura 14, muestra que después de la práctica, se observó una disminución de los niveles de glucosa en comparación con los valores iniciales. Esta disminución podría estar relacionada con la diferencia en el tiempo de toma de muestra, ya que la guía de laboratorio clínico de Estados Unidos recomienda un ayuno entre 8 y 12 horas antes de la medición de glucosa en el plasma (Benozzi et al., 2016). Mientras que en este estudio se realizó en un promedio de 13 horas debido al tiempo que se tardaba en realizar la práctica.

Segun Peinado et al.(2013), la disminución de la glucosa en plasma se produce durante la realización de algunas actividades que requieran un gasto de energía, como es el caso del MWH, lo que podría explicar la disminución de los niveles de glucosa observada en los participantes después de la práctica. Además, es importante considerar la variabilidad del equipo utilizado para la medición, que se encuentra en un 5% según el fabricante.

La disminución observada en los niveles de glucosa después de la práctica del MWH en este estudio podría ser explicada por la combinación de la actividad realizada durante la práctica y la variabilidad del equipo utilizado para la medición de la glucosa, a pesar de que la toma de muestra se realizó fuera del rango recomendado por la guía de laboratorio clínico. Estos hallazgos pueden tener implicaciones importantes en la regulación de los niveles de glucosa en pacientes con diabetes o en riesgo de desarrollarla.

## Conclusiones

La prueba piloto realizada durante cuatro semanas con individuos sanos y con un promedio de edad de 23 años, presentó alteraciones fisiológicas pequeñas durante la práctica, pero no arrojó resultados estadísticamente significativos en relación a los parámetros bioquímicos, que incluyeron los niveles de glucosa, presión arterial, oxigenación y temperatura.

En la retención de respiración los datos presentados, fueron significativos puesto que los participantes a medida que iban practicando el método adquirían mayor resistencia al hacer que los receptores de estiramiento pulmonar tardaran más en activarse.

En las investigaciones científicas recopiladas del método se ha identificado resultados prometedores con respecto al incremento del sistema inmune, los mismos que son limitados debido a que desconocen el mecanismo de acción de este tipo de ejercicios y como influyen en las personas que lo practican.

Es importante destacar que los resultados obtenidos en esta prueba no permitan establecer una conclusión definitiva sobre los efectos del método de Wim Hof en los parámetros bioquímicos del cuerpo humano.

### **Recomendaciones**

Se recomienda que al replicar el método, el tamaño de muestra sea  $n \geq 30$  de participantes para ver resultados estadísticamente significativos.

Para la medición de los diferentes parámetros se recomienda que sea bajo los protocolos establecidos de cada uno de los equipos.

Para estudios futuros de este método se recomienda que el tiempo de duración sea mayor a 4 semanas para verificar si existen cambios.

Se recomienda que para futuros estudios se cuente con un grupo control para conocer si existen diferencias entre los dos grupos.

## Referencias

- Akhi, M., & Ghotaslou, R. (2015). *Bacterial etiology and antibiotic susceptibility pattern of diabetic foot infections in Tabriz, Iran* *Bakterielle Ätiologie und Antibiotikaempfindlichkeit von Erregern von Infektionen des diabetischen Fußes*.
- Almeida, F., & Schlechta, C. (2018). Research methods in complementary and alternative medicine: an integrative review. *Journal of Integrative Medicine*, 16(1), 6–13. <https://doi.org/10.1016/j.joim.2017.12.001>
- Benozzi, F., Unger, G., & Pennacchiotti, G. L. (2016). Calidad en la etapa preanalítica: importancia del ayuno Quality in the preanalytical phase: the significance of fasting Qualidade na fase pré-analítica: a importância do jejum`Silvia jejum`jejum`Silvia. *Act Bioquím Clín Latinoam*, 50(4), 643–651.
- Blatteau, J.-E., Coulange, M., Parmentier-Decrucq, E., Poussard, J., Louge, P., de Maistre, S., Pignel, R., Lehot, H., Morin, J., Druelle, A., Esnault, P., & Meaudre, E. (2019). Oxigenoterapia hiperbárica, principios e indicaciones. *EMC - Anestesia-Reanimación*, 45(4), 1–18. [https://doi.org/10.1016/S1280-4703\(19\)42975-7](https://doi.org/10.1016/S1280-4703(19)42975-7)
- Buijze, G. A., de Jong, H. M. Y., Kox, M., van de Sande, M. G., van Schaardenburg, D., van Vugt, R. M., Popa, C. D., Pickkers, P., & Baeten, D. L. P. (2019). An add-on training program involving breathing exercises, cold exposure, and meditation attenuates inflammation and disease activity in axial spondyloarthritis – A proof of concept trial. *PLoS ONE*, 14(12). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0225749>
- Buijze, G. A., Siersevelt, I. N., van der Heijden, B. C. J. M., Dijkgraaf, M. G., & Frings-Dresen, M. H. W. (2016). The effect of cold showering on health and work: A randomized controlled trial. *PLoS ONE*, 11(9). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0161749>
- Chiang, I. H., Chen, S. G., Huang, K. L., Chou, Y. C., Dai, N. T., & Peng, C. K. (2017). Adjunctive hyperbaric oxygen therapy in severe burns: Experience in Taiwan Formosa Water Park dust explosion disaster. *Burns*, 43(4), 852–857. <https://doi.org/10.1016/j.burns.2016.10.016>

- Chico, Araceli., Uguña, Franklin., Estévez, Miguel., & Rodríguez, Marla. (2019). *Riesgo cardiovascular en pacientes con artritis reumatoide.*
- Darias, C., Roque, A., Torres, C., & Oliva, Y. (2021). *Therapeutic effects of cryotherapy with liquid nitrogen in lesions by photo damage in dermatologic consultation.*  
<https://orcid.org/0000-0003-2476-9597>
- Dujic, Z., Breskovic, T., & Ljubkovic, M. (2011). Breath hold diving: In vivo model of the brain survival response in man? *Medical Hypotheses*, 76(5), 737–740.  
<https://doi.org/10.1016/j.mehy.2011.02.012>
- Flouris, A. D., & Schlader, Z. J. (2015). Human behavioral thermoregulation during exercise in the heat. In *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports* (Vol. 25, Issue S1, pp. 52–64). <https://doi.org/10.1111/sms.12349>
- Fraile, M., Almeida, M., & Salinas, A. (2014). Indicaciones, técnica y precauciones de la crioterapia. *FMC Formacion Medica Continuada En Atencion Primaria*, 21(9), 546–553. [https://doi.org/10.1016/S1134-2072\(14\)70843-6](https://doi.org/10.1016/S1134-2072(14)70843-6)
- Freire, B., Geremia, J., Baroni, B. M., & Vaz, M. A. (2016). Effects of cryotherapy methods on circulatory, metabolic, inflammatory and neural properties: a systematic review. *Fisioterapia Em Movimento*, 29(2), 389–398. <https://doi.org/10.1590/0103-5150.029.002.ao18>
- Gabriel P Brooks, P. D. S. Mtca. C. H. M. (2021). Musculoskeletal injury in children and skeletally immature adolescents: Overview of treatment principles for nonoperative injuries. *UpToDate.*
- Garcia, A., Sasia, K., & Amaro, O. (2015). Revisión sistemática sobre los efectos de la crioterapia. In *September* (Vol. 1, Issue 1). [www.ecorfan.org/spain](http://www.ecorfan.org/spain)
- Gilman, N. v. (2020). Analyses of the 2019 Nobel Prize in Physiology or Medicine: Molecular Machinery for Cellular Oxygen Level Response. *Science and Technology Libraries.*  
<https://doi.org/10.1080/0194262X.2019.1703875>
- González, G., Santiago, A., Lerín, M., & Iglesias, A. (2018). Acute respiratory failure. *Medicine (Spain)*, 12(66), 3862–3869. <https://doi.org/10.1016/j.med.2018.10.020>

- Gutiérrez, V. (2014). Oxigenoterapia crónica: propuesta enfermera para mejorar la deambulacion de los pacientes. *Rev. Enferm. CyL*, 6(2).
- Hilton, L., Hempel, S., Ewing, B. A., Apaydin, E., Xenakis, L., Newberry, S., Colaiaco, B., Maher, A. R., Shanman, R. M., Sorbero, M. E., & Maglione, M. A. (2017). Mindfulness Meditation for Chronic Pain: Systematic Review and Meta-analysis. *Annals of Behavioral Medicine*, 51(2), 199–213. <https://doi.org/10.1007/s12160-016-9844-2>
- Hof, W., & Jong, K. (2015). *El poder del frío ¿Qué puedes aprender del hombre de hielo?* [www.uklitag.com](http://www.uklitag.com)
- Instituto Nacional del Cáncer. (2021). *Medicina complementaria y alternativa*. Instituto Nacional Del Cáncer. <https://www.cancer.gov/espanol/cancer/tratamiento/mca>
- Kemper, K. J. (2022). *Medicina complementaria y alternativa en pediatría*. [https://www.uptodate.com/contents/complementary-and-alternative-medicine-in-pediatrics/print?search=medicinaalternativa&source=search\\_re...1/34](https://www.uptodate.com/contents/complementary-and-alternative-medicine-in-pediatrics/print?search=medicinaalternativa&source=search_re...1/34)
- Kirby, J., Jason, S., Schuerer, D., Peters, J., & Bochicchio, G. (2019). *Essentials of Hyperbaric Oxygen Therapy*.
- Kox, M., Stoffels, M., Smeekens, S. P., van Alfen, N., Gomes, M., Eijsvogels, T. M. H., Hopman, M. T. E., van der Hoeven, J. G., Netea, M. G., & Pickkers, P. (2012a). The influence of concentration/meditation on autonomic nervous system activity and the innate immune response: A case study. *Psychosomatic Medicine*, 74(5), 489–494. <https://doi.org/10.1097/PSY.0b013e3182583c6d>
- Kox, M., Stoffels, M., Smeekens, S. P., van Alfen, N., Gomes, M., Eijsvogels, T. M. H., Hopman, M. T. E., van der Hoeven, J. G., Netea, M. G., & Pickkers, P. (2012b). The influence of concentration/meditation on autonomic nervous system activity and the innate immune response: A case study. *Psychosomatic Medicine*, 74(5), 489–494. <https://doi.org/10.1097/PSY.0b013e3182583c6d>
- Kox, M., van Eijk, L. T., Zwaag, J., van den Wildenberg, J., Sweep, F. C. G. J., van der Hoeven, J. G., & Pickkers, P. (2014). Voluntary activation of the sympathetic

- nervous system and attenuation of the innate immune response in humans. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 111(20), 7379–7384. <https://doi.org/10.1073/pnas.1322174111>
- Kubihal, S., Goyal, A., Gupta, Y., & Khadgawat, R. (2021). Glucose measurement in body fluids: A ready reckoner for clinicians. *Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews*, 15(1), 45–53. <https://doi.org/10.1016/j.dsx.2020.11.021>
- Luna, M., Asensio, O., Cortell, I., Martínez, M., Barrio, M., Pérez, E., & Pérez, J. (2009). Oxygen therapy in acute and chronic conditions: Indications, oxygen systems, assesment and follow-up. *Anales de Pediatría*, 71(2), 161–174. <https://doi.org/10.1016/j.anpedi.2009.05.012>
- Mahtani, K. R., Beinortas, T., Bauza, K., & Nunan, D. (2016). Device-Guided Breathing for Hypertension: a Summary Evidence Review. In *Current Hypertension Reports* (Vol. 18, Issue 4). Current Medicine Group LLC 1. <https://doi.org/10.1007/s11906-016-0631-z>
- Martín, J. (2008). *Agentes Físicos Terapéuticos*.
- Masclans, J. R., Pérez, P., & Roca, O. (2015). The role of high flow oxygen therapy in acute respiratory failure. *Medicina Intensiva*, 39(8), 505–515. <https://doi.org/10.1016/j.medin.2015.05.009>
- Melo, Alejandro. (2011). *Introducción al aparato respiratorio*. <http://empezarderecho.blogspot.com/2010/09/primer-transplante-de-pulmones-con.htm>
- Memar, M. Y., Yekani, M., Alizadeh, N., & Baghi, H. B. (2019). Hyperbaric oxygen therapy: Antimicrobial mechanisms and clinical application for infections. In *Biomedicine and Pharmacotherapy* (Vol. 109, pp. 440–447). Elsevier Masson SAS. <https://doi.org/10.1016/j.biopha.2018.10.142>
- Méndez, C., Andreu, J., García, B., & Sangüesa, C. (2013). Rheumatoid arthritis (II). *Medicine (Spain)*, 11(30), 1850–1855. [https://doi.org/10.1016/S0304-5412\(13\)70538-9](https://doi.org/10.1016/S0304-5412(13)70538-9)

- Misiuga, M., Glik, J., Kawecki, M., Dziurzyńska, I., Ples, M., Łabuś, W., Nowak, M., & Sakiel, S. (2016). *The effect of hyperbaric oxygen therapy on burn wounds covered with skin allografts*.
- Organización Mundial de la Salud. (2016). *Especificaciones técnicas de los concentradores de oxígeno Serie técnica de la OMS sobre dispositivos médicos*. [www.who.int](http://www.who.int)
- Órgano Oficial de la Asociación Dental Mexicana. (2019). *Conceptos actuales de interpretación de los signos vitales en odontología y su aplicación clínica*.
- Paramythiotis, D., Koukoutsis, H., & Harlaftis, N. (2007). Necrotizing soft tissue infections. In *Surgical Practice* (Vol. 11, Issue 1, pp. 17–28). <https://doi.org/10.1111/j.1744-1633.2007.00330.x>
- Patel, K., Bakshi, N., Freehill, M. T., & Awan, T. M. (2019). *Whole-Body Cryotherapy in Sports Medicine*. <http://rp-x.com/fitness/cryoair-wbc/>
- Peinado, A. B., Rojo-Tirado, M. A., & Benito, P. J. (2013). Sugar and physical exercise: its importance in athletes. *Nutr Hosp*, 28, 48–56.
- Peiró, P. S., & Saz, S. (2020). El entrenamiento al frío como factor de salud. In *medicina naturista* (Vol. 14).
- Peres, Daniele., Sagawa, Yoshimasa., Dugué, Benoit., Domenech, Susana., Tordi, Nicolas., & Prati, Clement. (2017). The practice of physical activity and cryotherapy in rheumatoid arthritis: systematic review. In *European journal of physical and rehabilitation medicine* (Vol. 53, Issue 5, pp. 775–787). <https://doi.org/10.23736/S1973-9087.16.04534-2>
- Piana, L. E., Garvey, K. D., Burns, H., & Matzkin, E. G. (2018). The Cold, Hard Facts of Cryotherapy in Orthopedics. *The American Journal of Orthopedics*, 47(9). <https://doi.org/10.12788/ajo.2018.0075>
- Picón, Y., Orozco, J., Molina, J., & Franky, M. (2020). Control central de la temperatura corporal y sus alteraciones: fiebre, hipertermia e hipotermia. *MedUNAB*, 23(1), 118–130. <https://doi.org/10.29375/01237047.3714>

- Salas, M. (2016). Oxigenación y técnicas de medición. *Revista Médica de Costa Rica y Centroamérica*, 619–673.
- Sandoval, M., Herrera, E., & Camargo, D. (2011). *Artículos Originales Efecto de tres modalidades de crioterapia sobre la temperatura de la piel durante las fases de enfriamiento y recalentamiento Effects of three cold modalities on skin temperature during the cooling and rewarming phases* (Vol. 43, Issue 2).
- Schutte, N. S., Malouff, J. M., & Keng, S.-L. (2020). Meditation and telomere length: a meta-analysis. *Psychology & Health*, 35(8), 901–915. <https://doi.org/10.1080/08870446.2019.1707827>
- Secretaría de salud. (2022). *Medicinas Complementarias*. Gobierno de México . <http://bit.ly/3K03lwo>
- Skow, R. J., Day, T. A., Fuller, J. E., Bruce, C. D., & Steinback, C. D. (2015). The ins and outs of breath holding: simple demonstrations of complex respiratory physiology. *Advances in Physiology Education*, 39(3), 223–231. <https://doi.org/10.1152/advan.00030.2015>
- Soh, C. R., Pietrobon, R., Freiburger, J. J., Chew, S. T., Rajgor, D., Gandhi, M., Shah, J., & Moon, R. E. (2012). Hyperbaric oxygen therapy in necrotising soft tissue infections: A study of patients in the United States Nationwide Inpatient Sample. *Intensive Care Medicine*, 38(7), 1143–1151. <https://doi.org/10.1007/s00134-012-2558-4>
- Spiesshoefer, J., Giannoni, A., Borrelli, C., Sciarrone, P., Husstedt, I., Emdin, M., Passino, C., Kahles, F., Dawood, T., Regmi, B., Naughton, M., Dreher, M., Boentert, M., & Macefield, V. G. (2022). Effects of hyperventilation length on muscle sympathetic nerve activity in healthy humans simulating periodic breathing. *Frontiers in Physiology*, 13. <https://doi.org/10.3389/fphys.2022.934372>
- Tang, Y.-Y., Hölzel, B. K., & Posner, M. I. (2015). The neuroscience of mindfulness meditation. *Nature Reviews Neuroscience*, 16(4), 213–225. <https://doi.org/10.1038/nrn3916>

- Turchetto, E. S., Makinistian, L., & Makinistian, R. L. (2016). La respiración: función de funciones. *Revista Argentina de Anestesiología*, 74(2), 47–48. <https://doi.org/10.1016/j.raa.2016.10.001>
- Ugeskr, L. (2020). *Hiperbar Ilt-behandling og organisering i*.
- Urits, I., Schwartz, R. H., Orhurhu, V., Maganty, N. v., Reilly, B. T., Patel, P. M., Wie, C., Kaye, A. D., Mancuso, K. F., Kaye, A. J., & Viswanath, O. (2021). A Comprehensive Review of Alternative Therapies for the Management of Chronic Pain Patients: Acupuncture, Tai Chi, Osteopathic Manipulative Medicine, and Chiropractic Care. *Advances in Therapy*, 38(1), 76–89. <https://doi.org/10.1007/s12325-020-01554-0>
- Wang, Z. R., & Ni, G. X. (2021). Is it Time to put Traditional Cold Therapy in Rehabilitation of Soft-tissue Injuries out to Pasture? *World Journal of Clinical Cases*, 9(17), 4116–4122. <https://doi.org/10.12998/wjcc.v9.i17.4116>
- Wood, C., & Cano Vindel, A. (2009). *La Hiperventilación y el Trastorno de Angustia a la Luz de un Marco Cognitivo Hyperventilation and Panic Disorder in the Light of Cognitive Aproach*. 20, 2009–2057.
- Yang, X., & Ruan, H. Bin. (2015). Neuronal Control of Adaptive Thermogenesis. In *Frontiers in Endocrinology* (Vol. 6). Frontiers Media S.A. <https://doi.org/10.3389/fendo.2015.00149>
- Zaragoza, K., & Fernández, S. (2013). Ligamentos y tendones del tobillo: anatomía y afecciones más frecuentes analizadas mediante resonancia magnética. *Anales de Radiología México*, 2, 81–94.
- Zhang, J., Pan, T., & Wang, J. H. C. (2014). Cryotherapy suppresses tendon inflammation in an animal model. *Journal of Orthopaedic Translation*, 2(2), 75–81. <https://doi.org/10.1016/j.jot.2014.01.001>

## Apéndice

### Apéndice A. Consentimiento previo Informado



## UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA

### FORMULARIO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PARTICIPAR EN UN ESTUDIO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

<b>Título del Estudio</b>	:	<b>Método de Wim Hof</b>
<b>Tipo de investigación</b>	:	<b>Ensayo clínico (prueba piloto)</b>
<b>Investigador Responsable</b>	:	<b>Marlene Carolina Nuñez Nuñez</b>
<b>Investigador principal</b>		<b>Ph.D. Aramis Azuri Sánchez Juárez</b>
<b>Departamento</b>	:	<b>Química</b>
<b>Nº de teléfonos asociados al estudio</b>	:	<b>0990151835</b>
<b>Correo electrónico</b>	:	
<b>Investigador Responsable</b>		<a href="mailto:mcnunez3@utpl.edu.ec">mcnunez3@utpl.edu.ec</a>
<b>Investigador principal</b>		<a href="mailto:aasanchez11@utpl.edu.ec">aasanchez11@utpl.edu.ec</a>

Este formulario puede obtener términos que Usted desconozca, por lo cual es importante que solicite al responsable que le clarifique cualquier duda o inquietud que se le presente.

El propósito de este documento es informar el tipo estudio que se va a realizar y partir de ahí pueda tomar una decisión informada para su participación en el estudio denominado Método de Wim Hof.

#### INTRODUCCIÓN

Usted ha sido invitado a participar en un estudio de investigación denominado método de Wim Hof.

Antes de su decisión de participar en esta investigación es importante que lea detenidamente este formulario y realice todas las preguntas necesarias para asegurarse que entiende el procedimiento de estudio incluyendo los riesgos y beneficios, de tal manera que usted pueda decidir voluntariamente si desea participar o no. Es importante que sienta absoluta libertad para preguntar cualquier duda que se presente para que le ayuden a aclarar sus dudas. El/La responsable está en la obligación de responder cualquier tipo de inquietud que se le presente al participante.

Una vez haya comprendido el estudio y si Usted desea participar, se solicita firmar esta forma de consentimiento.

### **PROPÓSITO DEL ESTUDIO**

La razón para participar en este estudio es poder determinar si las practicas no medicas que han tomado popularidad en los últimos años y que aseguran tener efectos sanadores son reales. Las personas que pueden participar en este estudio son aquellas que no presenten problemas cardiacos o alguna enfermedad que pueda interrumpir el proceso de estudio y que se encuentren en un rango de edad de 20 – 25 años.

### **OBJETIVO DEL ESTUDIO**

Usted se le está invitando a participar en un estudio de investigación que tiene como objetivos medir los signos vitales (presión arterial, oxigenación, ritmo cardiaco y temperatura) y glucosa en sangre mientras se lleva a cabo el método de Wim Hof y a la vez poder observar si existe alguna relación en los mismos.

### **PARTICIPANTES DEL ESTUDIO:**

Se excluye a todas las personas que presenten problemas cardiacos, diabetes, hipertensión, personas que realicen algún tipo de ejercicio de respiración y a los individuos que presenten alteraciones en sus resultados de exámenes previo a la experimentación. El número de participantes es tres puesto que es una prueba piloto.

### **PROCEDIMIENTOS DEL ESTUDIO:**

El estudio inicia con la realización de pruebas en un laboratorio privado para poder conocer cuales son los valores de referencia de nuestros participantes con respecto a la glucosa y sus signos vitales, y así poder comparar al final del estudio si existió algún tipo de cambio al practicar el método.

El método de Wim Hof consta de dos partes, la primera es realizar ejercicios de respiración y la segunda es baños de agua fría.

### **Respiración**

Inicio con la relajación del participante en una postura de cubito supino, posterior a eso se realiza 30 respiraciones profundas, cada respiración va seguida de una retención de aire a nivel del estómago e inmediatamente otra retención al nivel del tórax a un ritmo metrónico de 20 respiraciones por minuto, seguidamente se exhala profundo y se contiene la respiración por 1 o 2 minutos hasta que los voluntarios sientan la necesidad de respirar o a la primera contracción espontánea del diafragma se respira profundo y luego exhala para concluir la primera ronda, se llevará a cabo por tres rondas.

### **Baños de agua fría**

Consisten en tomar baños de agua fría tres veces a la semana de manera intercalada, las primeras dos semanas se inicia con 2 minutos de exposición a las duchas de agua fría, la tercera con 3 minutos y la cuarta con 4 minutos, tomando en cuenta la comodidad y la tolerancia de nuestros participantes.

Este método tiene una duración de cuatro semanas, que consta de 20 sesiones con una duración de 30 minutos cada una.

### **BENEFICIOS DEL ESTUDIO**

En estudios realizados con anterioridad con respecto al método se ha podido identificar que la terapia de frío ayuda a disminuir los procesos inflamatorios del cuerpo, aumentar las defensas y los ejercicios de respiración ayudan a oxigenar las células del cuerpo. Este estudio tiene como beneficio generar conocimiento científico que podría beneficiar la salud de los participantes para futuros estudios con una muestra poblacional más grande y por un periodo

de tiempo prolongado, lo que se intenta con esta investigación es poder saber si influyen este tipo de técnicas en el cuerpo humano

### **RIESGOS ASOCIADOS CON EL ESTUDIO**

Dentro de la práctica del método se puede presenciar en ocasiones mareo y frío, considerando que son riesgos de estudio mínimos, la práctica del método de Wim Hof se estandarizo y se adapto para la comodidad de los participantes, puesto que lo que se quiere obtener de este estudio es conocimiento que no impliquen riesgos significativos en las personas.

Este estudio consta de dos partes:

La primera implica ejercicios de respiración profunda en ciclos cortos que puedan hiperventilar de forma segura y se medirá la presión arterial, oxigenación, ritmo cardiaco y la glucosa.

La segunda parte del estudio es baños de agua fría por periodos de tiempo cortos donde se medirá la temperatura de los participantes antes y después del baño

### **VOLUNTARIEDAD**

Su participación en este estudio es totalmente voluntaria. Usted puede decidir participar o no en este proyecto. Una vez aclarada todas sus dudas con respecto a la investigación que se va a realizar.

Si considera que no hay dudas ni preguntas acerca de su participación, puede, si así lo desea, firmar la Carta de Consentimiento Informado que forma parte

(Nombre del participante)	(Firma o Huella del participante)	(Fecha)
(Nombre del investigador responsable)	(Firma del investigador responsable)	(Fecha)

(Nombre del investigador principal)	(Firma del investigador principal)	(Fecha)
-------------------------------------	------------------------------------	---------

## Apéndice B. Valores obtenidos durante las cuatro semanas de estudio

**Tabla B1**

*Resultados del voluntario 1 correspondientes a la semana 1*

Voluntario 1	Antes				Después				Final				
	Presión Arterial Sistólica (mmHg)	Presión Arterial Diastólica (mmHg)	Oxigenación	Temperatura (°C)	Glucosa (mg/dL)	Presión Arterial Sistólica (mmHg)	Presión Arterial Diastólica (mmHg)	Oxigenación	Temperatura (°C)	Glucosa (mg/dL)	Retención de aire (segundos)	Temperatura (°C)	Temperatura de agua (°C)
Lunes	107	70	95	35,9	96	107	68	92	35,1	92	36	33,6	19,5
Martes	110	68	95	35,9	100	90	70	94	37	96	25		
Miércoles	112	71	96	36,5	93	110	67	88	36,5	90	27	33,6	19,8
Jueves	85	61	97	35,2		85	60	95	35,2		26		
Viernes	94	63	94	36,2		99	66	93	36,2		42	33,6	21,2
<b>Total</b>	102	67	95	36	96	98	66	92	33,6	93	31,2	33,6	20,16

*Nota.* La glucosa se midió durante los tres primeros días de la semana 1, y la exposición al frío se realizó por tres veces a la semana.

**Tabla B2***Resultados del voluntario 1 correspondientes a la semana 2*

Voluntario 1	Antes				Después				Final		
	Presión Arterial Sistólica (mmHg)	Presión Arterial Diastólica (mmHg)	Oxigen ación	Temperatura (°C)	Presión Arterial Sistólica (mmHg)	Presión Arterial Diastólica (mmHg)	Oxigen ación	Temperatura (°C)	Retenci ón de aire (segund os)	Temperatura (°C)	Temper atura de agua (°C)
Lunes	106	78	96	36,1	108	74	96	36,3	37	33,6	20,3
Martes	115	85	96	37,1	121	81	89	37	51		
Miércoles	105	76	95	36,2	103	75	91	36,5	68	33,6	20,4
Jueves	112	76	96	37,1	108	77	88	37,4	74		
Viernes	102	77	94	36,1	113	85	88	36,8	55	33,6	22,3
<b>Total</b>	108	78	95	36,5	111	78	90	36,8	57	33,6	21

*Nota.* En la semana 2 se realizó la exposición al frío por 3 días y no se midió glucosa.

**Tabla B3***Resultados del voluntario 1 correspondientes a la semana 3*

<b>Voluntario</b> <b>1</b>	<b>Antes</b>				<b>Después</b>				<b>Final</b>		
	Presión Arterial Sistólica (mmHg)	Presión Arterial Diastólica (mmHg)	Oxigen ación	Temperatura (°C)	Presión Arterial Sistólica (mmHg)	Presión Arterial Diastólica (mmHg)	Oxigen ación	Temperatur a (°C)	Retenció n de aire (segundo s)	Temperatura (°C)	Temper atura de agua (°C)
Lunes	106	74	96	36	110	84	90	37,3	70	33,6	21,4
Martes	105	79	97	36,8	108	77	89	36,5	75		
Miércoles	108	79	98	35,9	101	81	92	36,7	75	33,6	21,2
Jueves	104	76	97	37,4	109	76	90	37,3	64		
Viernes	104	71	97	36	106	72	90	36,4	62	33,6	22,1
<b>Total</b>	105	76	97	36,4	107	78	90	36,8	69	33,6	22

*Nota.* En la semana 3 se realizó la exposición al frío por 3 días y no se midió glucosa.

**Tabla B4***Resultados del voluntario 1 correspondientes a la semana 4*

Voluntario 1	Antes					Después					Final		
	Presión Arterial Sistólica (mmHg)	Presión Arterial Diastólica (mmHg)	Oxigenación	Temperatura (°C)	Glucosa (mg/dL)	Presión Arterial Sistólica (mmHg)	Presión Arterial Diastólica (mmHg)	Oxigenación	Temperatura (°C)	Glucosa (mg/dL)	Retención de aire (segundos)	Temperatura (°C)	Temperatura de agua (°C)
Lunes	104	83	97	36,5	95	113	79	93	36,7	92	80	33,6	22,2
Martes	104	79	97	36,5	96	106	77	79	37	93	80		
Miércoles	110	80	98	36,3	97	111	87	85	36,6	94	90	33,6	20,8
Jueves	104	72	96	36,6		103	77	86	36,7		90		
Viernes	113	72	93	37		104	76	85	36,4		90	33,6	21,1
<b>Total</b>	107	77,2	96,2	36,6	96	107	79	86	33,6	93	86	33,6	21,4

*Nota.* En la semana 4 se realizó la exposición al frío por 3 días y se midió glucosa durante los 3 últimos días.

**Tabla B5***Resultados del voluntario 2 correspondientes a la semana 1*

Voluntario 2	Antes				Después				Final				
	Presión Arterial Sistólica (mmHg)	Presión Arterial Diastólica (mmHg)	Oxigenaci ón	Tempe ratura (°C)	Glucos a (mg/dL )	Presión Arterial Sistólica (mmHg)	Presión Arterial Diastólica (mmHg)	Oxigen ación	Temperat ura (°C)	Glucos a (mg/dL )	Retención de aire (segundos )	Temperat ura (°C)	Temperat ura de agua (°C)
Lunes	92	68	96	37,3	115	95	73	97	35	113	15	33,6	20,1
Martes	100	70	94	36,2	108	110	80	96	36,8	105	18		
Miércoles	90	68	95	35,1	140	94	73	99	36,3	138	17	33,6	18,4
Jueves	85	61	97	35,2		85	60	95	35,7		26		
Viernes	94	63	94	36,2		102	68	93	36,6		30	33,6	22,7
<b>Total</b>	92	66	95	36	121	97	71	96	36,08	119	21	33,6	20,4

*Nota.* En la semana 1 se realizó la exposición al frío por 3 días y se midió glucosa durante los 3 primeros días.

**Tabla B6***Resultados del voluntario 2 correspondientes a la semana 2*

<b>Voluntario 2</b>	<b>Antes</b>				<b>Después</b>				<b>Final</b>		
	Presión Arterial Sistólica (mmHg)	Presión Arterial Diastólica (mmHg)	Oxigen ación	Temperatura (°C)	Presión Arterial Sistólica (mmHg)	Presión Arterial Diastólica (mmHg)	Oxigen ación	Temperatur a (°C)	Retenció n de aire (segundo s)	Temperatura (°C)	Temper atura de agua (°C)
Lunes	94	68	98	36,3	94	68	96	36,9	30	33,6	20,4
Martes	101	76	97	36,7	101	76	97	36,8	38		
Miércoles	99	70	94	36,6	99	70	86	36,7	40	33,6	21,6
Jueves	101	67	95	37,1	101	67	94	37,3	40		
Viernes	104	78	96	37,4	104	78	95	36,9	50	33,6	21,2
<b>Total</b>	100	72	96	36,8	100	72	94	36,9	40	33,6	21

*Nota.* En la semana 2 se realizó la exposición al frío por 3 días.

**Tabla B7***Resultados del voluntario 2 correspondientes a la semana 3*

<b>Voluntario 2</b>	<b>Antes</b>				<b>Después</b>				<b>Final</b>		
	Presión Arterial Sistólica (mmHg)	Presión Arterial Diastólica (mmHg)	Oxigen ación	Temperatura (°C)	Presión Arterial Sistólica (mmHg)	Presión Arterial Diastólica (mmHg)	Oxigen ación	Temperatur a (°C)	Retenció n de aire (segundo s)	Temperatura (°C)	Temper atura de agua (°C)
Lunes	105	65	95	35,2	108	77	94	35,4	43	33,6	22,8
Martes	109	71	96	36,7	108	71	90	35,7	55		
Miércoles	104	62	97	36,6	99	76	95	36,6	60	33,6	22,1
Jueves	105	72	97	36,3	107	82	95	36,7	60		
Viernes	93	69	94	36,2	100	61	83	36,5	60	33,6	19,9
<b>Total</b>	103	68	96	36,2	104	73	91	36,1	56	33,6	22

*Nota.* En la semana 3 se realizó la exposición al frío por 3 días

**Tabla B8***Resultados del voluntario 2 correspondientes a la semana 4*

Voluntario 2	Antes				Después					Final			
	Presión Arterial Sistólica (mmHg)	Presión Arterial Diastólica (mmHg)	Oxigenación	Temperatura (°C)	Glucosa (mg/dL)	Presión Arterial Sistólica (mmHg)	Presión Arterial Diastólica (mmHg)	Oxigenación	Temperatura (°C)	Glucosa (mg/dL)	Retención de aire (segundos)	Temperatura (°C)	Temperatura de agua (°C)
Lunes	92	68	96	37,3	115	95	73	97	35	113	15	33,6	20,1
Martes	100	70	94	36,2	108	110	80	96	36,8	105	18		
Miércoles	90	68	95	35,1	140	94	73	99	36,3	138	17	33,6	18,4
Jueves	85	61	97	35,2		85	60	95	35,7		26		
Viernes	94	63	94	36,2		102	68	93	36,6		30	33,6	22,7
<b>Total</b>	92	66	95	36	121	97	71	96	36,08	119	21	33,6	20,4

*Nota.* En la semana 4 se realizó la exposición al frío por 3 días, y se midió glucosa durante los 3 últimos días.

**Tabla B9***Resultados del voluntario 3 correspondientes a la semana 1*

Voluntario 3	Antes				Después				Final				
	Presión Arterial Sistólica (mmHg)	Presión Arterial Diastólica (mmHg)	Oxigenación	Temperatura (°C)	Glucosa (mg/dL)	Presión Arterial Sistólica (mmHg)	Presión Arterial Diastólica (mmHg)	Oxigenación	Temperatura (°C)	Glucosa (mg/dL)	Retención de aire (segundos)	Temperatura (°C)	Temperatura de agua (°C)
Lunes	90	62	92	37,1	104	100	66	91	36,9	100	35	33,6	20,3
Martes	90	60	97	35	108	91	65	97	35,4	105	60		
Miércoles	92	60	95	36,5	109	97	64	96	36,2	107	53	33,6	18,8
Jueves	97	57	97	34,2		101	65	95	34,6		52		
Viernes	94	65	96	35,9		101	71	96	36,1		59	33,6	23,2
<b>Total</b>	93	61	96	35,7	107	98	66	95	35,8	104	52	33,6	21

*Nota.* En la semana 4 se realizó la exposición al frío por 3 días y se midió glucosa durante los 3 últimos días.

**Tabla B10***Resultados del voluntario 3 correspondientes a la semana 2*

<b>Voluntario</b> <b>3</b>	<b>Antes</b>				<b>Después</b>				<b>Final</b>		
	Presión Arterial Sistólica (mmHg)	Presión Arterial Diastólica (mmHg)	Oxigenación	Temperatura (°C)	Presión Arterial Sistólica (mmHg)	Presión Arterial Diastólica (mmHg)	Oxigenación	Temperatura (°C)	Retención de aire (segundos)	Temperatura (°C)	Temperatura de agua (°C)
Lunes	95	63	94	35	96	63	92	35,2	59	33,6	19,4
Martes	95	60	95	34,8	95	59	87	36,8	60		
Miércoles	98	70	96	35,3	97	64	87	35,7	60	33,6	20,4
Jueves	99	66	96	35,1	97	65	90	36,2	55		
Viernes	105	63	91	34,7	106	65	84	35,3	58	33,6	19,1
<b>Total</b>	98	64	94	35	98	63	88	35,8	58	33,6	20

*Nota.* En la semana 3 se realizó la exposición al frío por 3 días.

**Tabla B11***Resultados del voluntario 3 correspondientes a la semana 3*

<b>Voluntario</b> <b>3</b>	<b>Antes</b>				<b>Después</b>				<b>Final</b>		
	Presión Arterial Sistólica (mmHg)	Presión Arterial Diastólica (mmHg)	Oxigenación	Temperatura (°C)	Presión Arterial Sistólica (mmHg)	Presión Arterial Diastólica (mmHg)	Oxigenación	Temperatura (°C)	Retención de aire (segundos)	Temperatura (°C)	Temperatura de agua (°C)
Lunes	93	56	94	34,2	93	66	92	34,7	43	33,6	20,2
Martes	93	60	95	34,7	94	62	87	35,4	59		
Miércoles	92	63	96	34,6	92	64	87	36,4	60	33,6	20,3
Jueves	99	66	96	35	93	63	90	36	59		
Viernes	93	70	91	36	103	66	84	36,3	52	33,6	19
<b>Total</b>	94	63	94	34,9	95	64	88	35,7	54,6	33,6	20

*Nota.* En la semana 3 se realizó la exposición al frío por 3 días.

**Tabla B12***Resultados del voluntario 3 correspondientes a la semana 4*

Voluntario 3	Antes				Después				Final				
	Presión Arterial Sistólica (mmHg)	Presión Arterial Diastólica (mmHg)	Oxigenación	Temperatura (°C)	Glucosa (mg/dL)	Presión Arterial Sistólica (mmHg)	Presión Arterial Diastólica (mmHg)	Oxigenación	Temperatura (°C)	Glucosa (mg/dL)	Retención de aire (segundos)	Temperatura (°C)	Temperatura de agua (°C)
Lunes	94	64	96	34,9	106	98	70	94	35,2	103	60	33,6	21,1
Martes	87	57	96	34,6	99	94	62	87	34,8	96	60		
Miércoles	86	56	96	35	103	93	54	90	36,2	100	60	33,6	20,7
Jueves	89	60	97	34,9		91	57	93	35,7		61		
Viernes	87	55	96	34,6		92	61	94	35,5		65	33,6	21,2
<b>Total</b>	93	61	96	35,7	107	98	66	95	35,8	104	52	33,6	21

*Nota.* En la semana 4 se realizó la exposición al frío por 3 días y se midió glucosa durante los 3 últimos días.