

Universidad de Valparaíso

Escuela de Kinesiología

Facultad de Medicina

Índice de recuperación de frecuencia cardiaca entre sujetos consumidores y no consumidores de bebidas estimulantes de entre 18 y 30 años de la Facultad de Medicina de la Universidad de Valparaíso.

SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR AL GRADO DE LICENCIADO EN
KINESIOLOGÍA

AUTORES: Claudio Benjamin Aburto Mena

Benjamin Matias Leiva Otarola

Yeremy Humberto Martinez Tapia

PROFESOR GUÍA: Kigo. Daniel Ponce Correa

Valparaíso-Chile

2024

1. CONTENIDOS Y SECCIONES.

1.1 Agradecimientos.

Claudio Benjamín Aburto Mena: Quiero agradecer a mi familia, a mi pareja, a mis amigos y a dios por su apoyo incondicional, sin ellos nada de esto hubiera sido posible, ya que han sido un pilar fundamental en mi vida hasta el día de hoy. Además, quiero agradecerme a mi, por nunca rendirme. Si tienes la opción de hacer algo bueno por el resto, es tu deber hacerlo.

Benjamin Matías Leiva Otarola: Agradezco profundamente el apoyo incondicional de mi familia y seres queridos, tanto a los que están presentes en mi vida como a quienes han partido. A mi madre por su amor y enseñanzas que han guiado mi camino iluminando cada paso que he dado hacia una mejor versión de mi. Un gran poder conlleva una gran responsabilidad.

Yeremy Humberto Martínez Tapia: A lo largo del desarrollo de esta tesis, he contado con el apoyo invaluable de muchas personas, a quienes deseo expresar mi más sincero agradecimiento.

En primer lugar, agradezco profundamente al Klgo. Daniel Ponce por su orientación, paciencia y valiosas aportaciones durante este proceso. Su experiencia y compromiso fueron fundamentales para la realización del trabajo

A mi familia y a mis amigos por su cariño, apoyo incondicional, comprensión, consejos y motivación en cada etapa de este camino. Gracias por ser un pilar en mi vida académica y personal.

Finalmente agradecer a la Universidad de Valparaíso por brindar los recursos necesarios para llevar a cabo esta investigación, así como también a todos los docentes que contribuyeron a mi formación.

1.2 Tabla de contenidos.

1. CONTENIDOS Y SECCIONES.....	2
1.1 Agradecimientos.....	2
1.2 Tabla de contenidos.....	3
1.3 Resumen.....	4
1.4 Abstract.....	5
1.5 Palabras claves.....	5
1.6 Lista de abreviaturas.....	6
2. INTRODUCCIÓN.....	8
2.1 Problema de investigación y justificación.....	8
2.2 Pregunta de investigación.....	10
2.3 Análisis de viabilidad.....	10
3. MARCO TEÓRICO.....	11
3.1 Cafeína.....	11
3.2 Bebidas energéticas.....	12
3.3 Sistema Cardiovascular.....	13
3.4 Estructura cardiaca.....	13
3.4.2 Respuesta cardiaca ante el ejercicio.....	14
3.5 Sistemas eferentes simpático y parasimpático.....	17
3.6 HRRI.....	18
3.6.1. HRR1.....	18
3.6.2. HRR3.....	18
3.7 Consumo máximo de oxígeno o VO ₂ max.....	20
3.7.1 Criterios de maximalidad.....	20
3.8 Frecuencia cardiaca Máxima.....	21
3.9 Frecuencia cardiaca de reserva.....	21
3.10 Treadmill.....	21
3.11 Ergoespirometría.....	22
3.12 Aptitud Cardiorrespiratoria.....	23
3.13 IMC.....	23
3.14 ICE.....	24
3.15 Carga Relativa (Watts/Kg).....	25
4. METODOLOGÍA.....	25
4.1 Objetivos.....	25
4.1.1 Objetivo General.....	25
4.1.2 Objetivos específicos.....	26
4.2 Tipo de estudio.....	26
4.3 Tipos de estadística.....	26

4.4 Hipótesis.....	27
4.5 Sujetos o Participantes.....	27
4.5.1 Universo.....	27
4.5.2 Poblacion.....	27
4.5.3 Muestra.....	27
4.5.4 Tipo de muestreo.....	28
4.5.5 Criterios de inclusión y exclusión de la muestra.....	28
4.6 Definición de palabras claves y variables.....	29
4.6.1 Definición de variables.....	30
4.7 Instrumentos y aparatos.....	34
4.7.1 Aparatos de medición.....	34
4.7.2 Instrumentos de registro.....	34
4.8 Método.....	35
4.8.1 Previo a las mediciones.....	35
4.8.2 Mediciones.....	36
4.8.3 Cuestionario.....	36
4.9 Procedimiento.....	38
4.10 Procesamiento de datos.....	38
4.10.1 Almacenamiento de datos.....	38
4.11 Consideraciones éticas.....	39
4.12 Carta gantt.....	39
5. RESULTADOS.....	40
5.1 Medidas antropométricas.....	40
5.1.1 IMC.....	41
5.1.2 ICE.....	42
5.2 Respuesta Cardiovascular.....	43
6. DISCUSIÓN.....	48
7. CONCLUSIÓN.....	48
8. BIBLIOGRAFÍA.....	49

1.3 Resumen.

Según variados estudios nacionales como internacionales, el consumo de bebidas energéticas en jóvenes ha ido en aumento en el último siglo, y teniendo en cuenta los efectos adversos perjudiciales para la salud debido al consumo de estas, de acuerdo a su composición química, se decidió evaluar el índice de recuperación de frecuencia cardiaca (HRRI) en sujetos de la Facultad de Medicina de la Universidad

de Valparaíso. El HRRI es una variable que nos va a permitir visualizar la condición física del sujeto mediante la toma de la frecuencia cardiaca al minuto 1 y 3 luego de hacer un esfuerzo máximo en una prueba de ergoespirometría con ubicación en la Facultad de Medicina de la Universidad de Valparaíso. Se estudió tanto a sujetos que consumen bebidas energéticas como a los que no consumen mediante un tipo de estudio no experimental, comparativo y transversal en el cual se compararon los resultados de ambos grupos, entregando como resultado diferencias estadísticamente significativas solo en la variable HRR3, mientras que en el HRR1 no existieron diferencias significativas. Se considera la cantidad de actividad física que realizan los sujetos como un factor a estudiar en próximas investigaciones por su relevancia en la variable HRRI, independientemente del consumo de bebidas energéticas.

1.4 Abstract.

According to various national and international studies, the consumption of energy drinks in young people, has been increasing in the last century, and considering the side effects of the consumption of these drinks, based on their chemical composition, it was decided to evaluate the Heart Rate Recovery Index (HRRI), in people from the Faculty of Medicine at the University of Valparaiso. The HRRI is a variable that will help us to visualize the physical condition of the persons by taking the heart rate at minute 1 and 3 after a maximum effort in a ergospirometry test located at the Faculty of Medicine at the University of Valparaiso. The study included persons who consume energy drinks and those who do not, using a non-experimental, comparative, and cross-sectional study design. The results of both groups were compared, revealing statistically significant differences only in the HRR3 variable, while no significant differences were found in HRR1. The amount of physical activity performed by the subjects is considered a factor to be analyzed in future research due to its relevance to the HRRI variable, regardless of energy drink consumption.

1.5 Palabras claves.

bebidas energéticas, HRRI, IMC, ICE, cafeína, ejercicio, ergoespirometría.

1.6 Lista de abreviaturas

HRRI: Índice de recuperación de frecuencia cardíaca

HRR1: Índice de recuperación de frecuencia cardíaca al minuto 1

HRR3: Índice de recuperación de frecuencia cardíaca al minuto 3

OMS: Organización mundial de la salud

Fcr: Frecuencia cardíaca de reserva

Fcmax: Frecuencia cardíaca máxima

PAM: Presión arterial media

GC: Gasto cardíaco

PCO₂: Presión parcial de Co₂ en sangre

PO₂: Presión parcial de O₂ en sangre

PH: Concentración de hidrógeno en una solución

FC min 1: Frecuencia cardíaca al minuto 1 después del ejercicio

Fc reposo: Frecuencia cardíaca en reposo

Vo₂ max: Consumo de oxígeno máximo

RER: Volumen de CO₂ exhalado dividido en el consumo de O₂

R1: Umbral aeróbico

R2 Umbral anaeróbico

VT1: Umbral ventilatorio 1

VT2: Umbral ventilatorio 2

Petco₂: Presión parcial de dióxido de carbono al final de la espiración

IMC: Índice de masa corporal

ICE: Índice cintura estatura

2. INTRODUCCIÓN.

2.1 Problema de investigación y justificación.

En Chile, la comercialización de bebidas energéticas se inició por medio de su importación a inicios de los años '90, y actualmente la demanda por su consumo ha aumentado notablemente, lo cual se complementa con su producción nacional (ODECU, 2010).

Moreno 2016 habla sobre los efectos secundarios del consumo de cafeína en sujetos deportistas, los cuales llegan a ser latidos irregulares del corazón, aumento del estado de alerta, temblor de las manos, hiperactividad y nerviosismo serían los efectos adversos más comunes cuando consumen cafeína. A su vez indica que, si bien, la cafeína mejoró el rendimiento físico por la tarde de los participantes una vez la consumen en la mañana, provocó trastornos significativos en los índices del sueño por la noche, tales como la reducción de la eficiencia del sueño, dificultad para dormirse y disminución total de sueño. (Moreno, 2016).

Las bebidas energéticas o como lo denomina la Organización Mundial de la Salud (OMS), Bebidas estimulantes, son sustancias las cuales poseen dentro de su composición química: azúcar, cafeína, L-carnitina, entre otros componentes. La cafeína, por su parte, es un estimulante del sistema nervioso central, por lo tanto, es una sustancia psicoactiva la cual activa al sistema nervioso simpático, causando que el sujeto se encuentre en un estado de alerta al consumirlo. (OMS, 2023). Aquellas sustancias estimulantes buscan en aquellos que lo consumen efectos tanto energéticos, regeneradores de la fatiga y cansancio (Boletín 14 Senda, 2015). “Las altas concentraciones de glucosa y cafeína en las bebidas energéticas pueden representar potenciales riesgos tóxicos en caso de que se consuma de manera excesiva” (Boletín 14 Senda, 2015).

Actualmente el consumo de bebida energéticas está altamente asociado la vida nocturna y deportiva, por lo que la población adolescente-adulta son los principales consumidores de éstas, ya que, al consumirla, debido a su efecto psicoactivo, aporta

energía al organismo, por ende, tanto en actividades laborales, estudiantiles y deportivas, podrán tener más energía para realizar dichas actividades. En Chile, su uso está regido por el código sanitario que las denomina como “alimentos para deportistas” y “bebidas energéticas” (Boletín 14 Senda, 2015).

El consumo de bebidas energéticas en Chile muestra descensos en dos de las tres medidas de consumo, esto hace referencia a su uso alguna vez en la vida y último año, mientras que se registra un aumento cuando se pregunta sobre su consumo al mes. En la Región Metropolitana, la prevalencia de uso alguna vez en la vida de bebidas energéticas muestra un descenso estadísticamente significativo respecto al estudio anterior, observándose una variación de 10,8 puntos porcentuales. Por su parte, el consumo del último año desciende significativamente, con una diferencia de 4,3 puntos porcentuales respecto a 2018, y el uso del último mes no varía en la medición actual, pasando de 15,9% en 2018 a 18,0% en 2020. (Observatorio Nacional de Drogas, 2021).

Por otro lado, la aptitud cardiorrespiratoria es la capacidad que posee un sujeto para realizar ejercicio físico de moderada a alta intensidad. El nivel de esta capacidad en cada sujeto es un indicador de su estado de salud y de evaluar los riesgos que posee este mismo de padecer alguna patología o de sufrir un evento patológico a futuro (Chicharro & Vaquero, 2023).

Existen diversos indicadores que permiten evaluar el componente cardíaco de la aptitud cardio respiratoria tales como la frecuencia cardíaca máxima (F_{cmax}), Frecuencia cardíaca de reserva (F_{Cr}) y el índice de recuperación de frecuencia cardíaca (HRRI), este último evidencia la relación de la frecuencia cardíaca de reserva con la frecuencia cardíaca obtenida transcurrido uno y tres minutos de reposo activo posterior a una prueba después de realizar un esfuerzo maximal, indicando por tanto la eficiencia en la reducción de la frecuencia cardíaca, lo cual tiene directa relación tanto con el control autónomo del ritmo cardíaco, como también con las exigencias metabólicas del sistema. El HRRI se mide en porcentaje, siendo un valor mayor, un mejor indicador de aptitud cardíaca, ya que evidencia una mayor reducción desde la F_{cmax} y por tanto una recuperación más eficiente. (Vicente-Campos et al., 2014), en otras palabras, según estudios (Chorbajian, 1971) una rápida recuperación de la frecuencia cardíaca (HRRI) después del ejercicio moderado a intenso, se ha utilizado como indicador de buen estado cardiovascular.

El consumo de bebidas estimulantes podría entonces generar una alteración en lo que vendría siendo el control del sistema nervioso autónomo sobre la función cardíaca, lo que se podría evidenciar con una menor FCr y por ende un menor HRRI. Por lo tanto, en el presente estudio se buscará comparar los resultados obtenidos del HRRI entre sujetos consumidores de bebidas energéticas en relación a los no consumidores, viendo así si existen diferencias entre sujetos.

2.2 Pregunta de investigación.

¿Existen diferencias en el índice de recuperación de frecuencia cardíaca entre sujetos consumidores y no consumidores de bebidas energéticas pertenecientes a la Facultad de Medicina de la Universidad de Valparaíso?.

2.3 Análisis de viabilidad.

El siguiente proyecto de investigación es considerado viable, ya que, en tanto a instrumentos de medición, existe disponibilidad de los instrumentos en el laboratorio 7.15 de la Facultad de Medicina de la Universidad de Valparaíso, lo que va a favorecer las mediciones para poder hacer posible la investigación. Con estos equipos se obtendrán los resultados necesarios para su posterior análisis. Por otro lado, se cuenta con profesionales capacitados que manejan las técnicas adecuadas para aplicar las mediciones correspondientes, además, el proyecto no necesitará de gastos adicionales para su realización. La accesibilidad a la muestra está garantizada, ya que el estudio se llevará a cabo dentro de la Facultad de Medicina de la Universidad de Valparaíso, además destacar que se cuenta con la aprobación del comité de ética de la Facultad de Medicina para llevar a cabo el estudio.

3. MARCO TEÓRICO

3.1 Cafeína.

La cafeína se considera un alcaloide derivado del grupo de las trimetilxantinas, sintetizado en ciertas plantas a partir de la adenosina, es metabolizada por el citocromo P450 (CYP1A2) a diferentes metabolitos activos que incluyen: paraxantina en un 84%, teobromina en un 12% y teofilina en un 4%. Tiene una biodisponibilidad oral cercana al 100%, y una vida media aproximada de 4 a 9 horas, la cual está bien influenciada por varias circunstancias. Está disminuida en personas que fuman cigarrillos y está aumentada en mujeres embarazadas o en aquellas que consumen anticonceptivos orales. (Jovel & Mejía, 2015)

La molécula de cafeína es parecida a la adenosina, y por lo tanto se une a los receptores de adenosina en la superficie de las células, pero sin activarlos, funcionando, de esta manera, como un inhibidor competitivo. La adenosina inhibe la liberación de neurotransmisores excitatorios generando una reducción en la excitabilidad cortical. Por ende, la cafeína va a predisponer un estado de hiperexcitabilidad cortical debido a su efecto inhibitorio sobre los receptores de adenosina, prolongando el estado de alerta y mejorando la capacidad cognitiva. (Jovel & Mejía, 2015).

Fiani y Cols (2021) evaluaron el efecto del consumo de bebidas energéticas en el estado de ánimo, evidenciando que el consumo de cafeína podría aumentar la ansiedad hasta por una hora (Fiani et al., 2021). Recientemente Butler y Cols (2023) evaluaron el efecto de la cafeína en la Presión arterial Media (PAM) y la FC de reposo en sujetos luego de beber café expreso, café descafeinado o agua, dando como resultado que: “la PAM aumentó progresivamente después de los tres agentes pero fue mayor después del café a los 60 y 120 minutos (101 ± 1 y 103 ± 1 mmHg, respectivamente) en comparación con el agua (98 ± 1 y 101 ± 1 mmHg, respectivamente) y el descafeinado (97 ± 1 y 100 ± 1 mmHg, respectivamente). El aumento de la PAM después del café se correlacionó con los niveles de cafeína en plasma”. (Butler et al., 2023).

3.2 Bebidas energéticas.

Las bebidas energéticas o estimulantes según la OMS, son productos de venta libre, promocionados como una forma de aliviar la fatiga, mantener la vigilia, mejorar el rendimiento físico y estimular las capacidades cognitivas ante situaciones de estrés, esto mediante la acción de sustancias psicoactivas como lo es la cafeína. El consumo de estas provoca una activación del sistema nervioso simpático, provocando un aumento del estado de alerta y generando inquietud y ansiedad en el sujeto que la consume, etc. (Sánchez et al., 2015)

Según el décimo cuarto estudio nacional de drogas en población general de Chile publicado en 2020 por el Servicio Nacional para la Prevención y Rehabilitación del Consumo de Drogas y Alcohol, indicó una disminución en la prevalencia de uso de bebidas energéticas alguna vez en la vida, pasando de un 48,9% en 2018 a un 42,1% en 2020, la prevalencia del último año disminuyó a 27,3% en 2020 con respecto al 2018 el cual fue de un 29,7% y la prevalencia del último mes aumentó significativamente 2,3 puntos porcentuales, llegando a 16,4% en 2020. (Observatorio Nacional de Drogas, 2021).

(Tabla 1). Prevalencia en el consumo de bebidas energéticas

Serie	Prevalencias de consumo de bebidas energéticas (%)		
	Vida	Año	Mes
2006	19,4	12,9	4,1
2010	15,3	11,1	4,0
2012	30,1	20,7	8,9
2014	45,3	29,3	12,8
2016	47,8	29,7	13,1

2018	48,9	29,7	14,1
2020	42,1	27,3	16,4

El consumo de bebidas energéticas a nivel global aumentó en 14,1%, en Latinoamérica se incrementó un 31% (la región con mayor alza) y mientras que en Chile su consumo registró un crecimiento de 26,7%. (Décimo Cuarto Estudio Nacional de Drogas en Población General de Chile, 2020).

3.3 Sistema Cardiovascular.

El sistema cardiovascular tiene como función principal el satisfacer las demandas metabólicas de cada uno de los tejidos del organismo y tiene que ser capaz de adaptarse a los cambios que se establezcan en dichas demandas para mantener de forma correspondiente el equilibrio necesario para que el organismo se mantenga vivo. (Chicharro & Vaquero, 2023)

3.4 Estructura cardiaca.

“El corazón está compuesto por dos mitades funcionalmente diferenciadas, por lo cual se describe un “corazón derecho” y un “corazón izquierdo”. En cada una de estas mitades hay dos cavidades: un atrio y un ventrículo. Mientras que el corazón derecho y el izquierdo están separados por un tabique, cada uno de los atrios comunica con el ventrículo correspondiente por un orificio provisto de válvulas que aseguran, en cada mitad del corazón, una circulación sanguínea en sentido único. A los atrios llegan las venas, de los ventrículos parten las arterias”. (Latarjet & Liard, 2019)

“El corazón es un órgano muscular hueco que circunscribe a cavidades en las cuales circula la sangre. Cuando se relaja (diástole), atrae hacia sí, por diferencias de presión, la sangre que circula en las venas. Cuando se contrae (sístole), expulsa la sangre hacia las arterias. Está formado por un músculo con propiedades particulares, el miocardio, tapizado interiormente por el endocardio y exteriormente por el epicardio. El corazón está rodeado por el pericardio, que es una membrana fibroserosa que lo separa de los órganos vecinos.” (Latarjet & Liard, 2019).

3.4.2 Respuesta cardiaca ante el ejercicio.

La función cardiaca durante el ejercicio experimenta una serie de cambios fundamentales que se concreta en un aumento del gasto cardiaco. En el ejercicio este gasto cardíaco puede llegar a aumentar varias veces lo que es en reposo, alcanzando 20-25 Litros por minuto en un ejercicio maximal. Este aumento del gasto cardíaco logra mejorar el transporte de oxígeno y nutrientes hacia el tejido periférico, así como también permite la depuración de sustancias desde el tejido metabólicamente activo. (Chicharro & Vaquero, 2023).

El gasto cardiaco está dictado por la siguiente fórmula:

$$GC = \text{Volumen Sistólico} \times \text{Frecuencia Cardiaca}$$

(Figura 1). Fórmula gasto cardiaco.

La respuesta cardiaca ante el ejercicio está dictada por 3 mecanismos principales:

- Nervioso: parte del control extrínseco de la función cardiaca, es responsable de los cambios rápidos que suceden una vez se realiza ejercicio. Los centros nerviosos especializados en la regulación de la función cardiovascular se encuentran en la porción ventrolateral del bulbo raquídeo, en donde se recibe la información que viene desde el hipotálamo en donde se regulan las funciones vegetativas. (Chicharro & Vaquero, 2023). Durante el ejercicio se produce activación de las vías nerviosas simpáticas mientras que las vías

parasimpáticas se inhiben. Esta alternancia entre la activación de distintas vías nerviosas se debe a una serie de señales que recibe el centro vasomotor procedentes de diversos lugares del organismo y que finalmente se expresan cuando inicia el ejercicio. (Chicharro & Vaquero, 2023).

- Mecanismos nerviosos periféricos: Mecanismos Reflejos

- El control nervioso reflejo se va a producir una vez es iniciada la actividad muscular o el movimiento articular. Se generan impulsos nerviosos en receptores tanto en músculos, articulaciones y vasos sanguíneos, tales como:

- Mecanorreceptores: están situados en estructuras articulares como la cápsula articular y en el propio músculo esquelético. Los receptores a nivel articular se van a activar cuando se inicie el movimiento articular, incluso aunque éste se genere de forma pasiva y no activa, por otro lado los que están a nivel muscular se activan por la deformación mecánica que va a experimentar durante la contracción, informando al centro vasomotor que se a iniciado el movimiento. (Chicharro & Vaquero, 2023).
- Metabolorreceptores: son quimiorreceptores que están situados en los músculos esqueléticos que van a informar al centro cardiovascular del bulbo acerca de los cambios metabólicos que se generan en el entorno de las células musculares en el ejercicio. Esto quiere decir, que solo se despolarizan a partir de ciertas intensidades de trabajo. (Chicharro & Vaquero, 2023).
- Barorreceptores: Estos permiten la regulación del flujo sanguíneo y de la tensión arterial, se van a encontrar en el arco aórtico y en el seno carotídeo. Su función es regular la función cardiaca como también la función vascular en respuesta de un aumento de presión en aquellas grandes arterias, provocando la disminución de la frecuencia cardiaca y la disminución de las resistencias periféricas, lo que va a causar un descenso de la tensión arterial. No obstante, durante el ejercicio, y de manera

fisiológica, siempre se elevará la tensión arterial, lo que indica que el umbral de estos receptores se eleva, permitiendo así, una regulación a niveles más elevados. (Chicharro & Vaquero, 2023).

- **Humorales:** los mecanismos humorales se pueden localizar a nivel del músculo en ejercicio debido a cambios metabólicos que tienen lugar en el mismo músculo, tales como el aumento de la PCO₂, disminución de la PO₂ y disminución del pH, como consecuencia de los procesos catabólicos, glicolíticos y oxidativos que regulan la adecuación del flujo sanguíneo a las demandas tisulares (Chicharro & Vaquero, 2023). A su vez hay mecanismos hormonales que son producto del aumento de la activación simpática la cual genera mayor síntesis y liberación de catecolaminas de la médula suprarrenal, la cual aumenta la frecuencia de descarga de las células automáticas del nodo sinusal, a nivel del corazón, generando un aumento de la frecuencia cardíaca, aumenta la velocidad de conducción del impulso eléctrico y aumenta la fuerza de contracción a nivel de las células miocárdicas, dando un aumento del volumen sistólico y de la fracción de eyección del corazón. Como resultado de lo anterior, se genera un mayor vaciamiento del ventrículo, generando un menor volumen diastólico final (en reposo es un 40% del volumen diastólico final), un aumento de la frecuencia cardíaca y volumen sistólico, aumentando el gasto cardíaco (Chicharro & Vaquero, 2023), como también, existe una activación del eje hipotálamo-hipofisario dando lugar a una respuesta endocrina frente al ejercicio. Por su parte, se destaca un aumento del péptido natriurético auricular y del eje renina-angiotensina-aldosterona, como también de la hormona antidiurética, por su importancia en la regulación de la función vascular (Chicharro & Vaquero, 2023)

- **Hidrodinámico:** durante el ejercicio, el retorno venoso hacia el ventrículo derecho, va a tender al aumento, debido a el efecto del:
 - **Bombeo muscular,** el cual es el impulso de la sangre sobre todo desde las extremidades inferiores dada las contracciones dinámicas repetidas, que ejercen una presión intermitente en las venas, permitiendo que la sangre sea bombeada hacia el corazón (Chicharro & Vaquero, 2023).

- Aumento de la inervación simpática general: dada por la vasoconstricción general producida por el sistema simpático o catecolaminas (Chicharro & Vaquero, 2023).
- Acción de la bomba de aspiración torácica: durante el ejercicio el aumento de la frecuencia cardíaca y la amplitud de los movimientos accesorios respiratorios, provocaron presiones negativas, provocando una succión sobre la vena cava inferior que atraviesa el diafragma sumirse en el tórax, de esta manera el efecto de la vena cava inferior, aumentará el retorno venoso (Chicharro & Vaquero, 2023).
- Por lo tanto, el aumento del retorno venoso va a provocar un aumento del volumen sistólico, por ende, del gasto cardíaco gracias al aumento en el llenado del ventrículo derecho (precarga), el cual tendrá una elongación de sus fibras musculares ventriculares, permitiendo que la próxima contracción tenga mayor tensión, aumentando el volumen sistólico (Chicharro & Vaquero, 2023).

3.5 Sistemas eferentes simpático y parasimpático.

Ambos sistemas, tanto el simpático como el parasimpático, forma parte del Sistema Nervioso Autónomo, Los sistemas eferentes simpático y parasimpático están compuestos de vías bineurales, de las cuales el cuerpo celular de la primera neurona se localiza en el Sistema nervioso Central y el de la segunda en el Sistema nervioso Periférico. Las divisiones simpática y parasimpática inerva a la mayoría de los órganos viscerales y presentan una relación funcional dual, son las dos vías eferentes principales que controlan dianas diferentes al músculo esquelético. (Boron & Emile, 2017).

Las divisiones simpática y parasimpática pueden actuar de manera independiente, sin embargo, en general suelen funcionar de manera sinérgica para controlar la actividad visceral, y a menudo actúan de maneras opuestas, tal como un acelerador y un freno para regular la función visceral. En condiciones de estrés, ansiedad, actividad física, miedo o excitación se produce un aumento en la actividad de la división simpática, mientras que la parasimpática aumenta durante una actividad sedentaria, al comer o con otras conductas que se consideran más vegetativas (Boron & Emile, 2017).

La división simpática es excitadora y la parasimpática es inhibidora en el sistema cardiovascular. Por ejemplo, las señales mediadas por una vía simpática aumenta la frecuencia cardíaca y la contractibilidad miocárdica, aumentando la resistencia vascular periférica, mientras que las parasimpáticas lo apaciguan. Lo contrario ocurre en órganos cuya actividad aumenta mientras el cuerpo está en reposo. Por ejemplo, la división parasimpática estimula el peristaltismo intestinal, mientras que la división simpática lo inhibe (Boron & Emile, 2017).

3.6 HRRI.

El HRRI es una variable predictiva que se usa para evaluar el estrés fisiológico y la condición física de un individuo el cual sirve para monitorear la respuesta de un sujeto ante el ejercicio como para la prescripción de este mismo. Una respuesta rápida del HRR frente al ejercicio equivale a una mejor capacidad aeróbica. (Vicente-Campos et al., 2014).

La fórmula se define como:

$$HRRI = FC\text{ reserva} - (FC\text{ min } 1 - FC\text{ reposo}) / FC\text{ reserva} \times 100$$

(Figura 2). *Fórmula HRRI*

3.6.1. HRR1.

Es el HRRI en el primer minuto luego de un ejercicio maximal. Muestra la disminución de la frecuencia cardíaca principalmente mediado por una disminución de la actividad simpática.

El HRR1 se debe principalmente a un mecanismo central el cual libera señales inhibitorias desde la corteza motora al centro simpático. (Vicente-Campos et al., 2014)

3.6.2. HRR3.

Es el índice de recuperación de frecuencia cardiaca en el 3er minuto luego de un ejercicio maximal. Una respuesta rápida del HRR1 en el minuto 3 se atribuye a una reducción de la actividad simpática inducida por la activación reducida de quimiorreceptores y mecanorreceptores del músculo periférico una vez que el estímulo del ejercicio físico haya sido removido además de una correcta activación parasimpática para reducir la Frecuencia cardiaca. Por ende, se concluye que una buena capacidad aeróbica está bastante ligada a una rápida recuperación de la homeostasis intracelular y esto se traduce en una disminución de los impulsos simpáticos de los receptores periféricos musculares. (Vicente-Campos et al., 2014)

	P 5 th	P 25 th	P 50 th	P 75 th	P 95 th
HRR-1	5.00	9.00	13.00	20,00	31.00
% HRR-1/ HR peak- reserva	4.31	7.38	11.29	17.31	25.86
HRR-3	44.00	57.00	65.00	73.00	85.00
% HRR-3/ HR peak	25.14	32.28	36.36	41.13	46.74
% HRR-3/ HR peak- HRtest	39.39	47.67	54.33	59.93	70,04

Nota. *Respuesta muy baja <P 5th, respuesta baja entre P 5th y P 25th, respuesta normal entre P 25th y P 75th, respuesta alta entre P 75th y P 95th, respuesta muy alta >P 95th* (Vicente-Campos et al., 2014).

(Figura 3). Percentiles (P 5th, 25th, 50th, 75th, 95th) para los índices del HRR.

3.7 Consumo máximo de oxígeno o VO₂max.

El VO₂max se define como la cantidad más elevada de oxígeno que el organismo es capaz de absorber, transportar y consumir por unidad de tiempo. (Chicharro & Vaquero, 2008).

Es considerada como la variable con mejores índices de predicción de la capacidad aeróbica de los sujetos y es uno de los principales indicadores de salud cardiorrespiratoria. Estos indicadores se obtienen realizando un test máximo que en este caso se realizará en un Treadmill. (Chicharro & Vaquero, 2008).

3.7.1 Criterios de maximalidad.

Los criterios que se deben cumplir para determinar que la prueba fue una prueba maximal corresponden a:

- Obtención de meseta en el comportamiento lineal VO₂ max en la prueba de cicloergómetro. Que haya un aumento inferior a 150 ml/min en dos estadios sucesivos del test.
- Un cociente VCO₂/VO₂ (RER) mayor o igual a 1,05.
- Obtención del 100% de la frecuencia cardiaca máxima.
- Concentración de lactato en sangre mayor a 8 mmol.

(Pallarés, 2012).

3.8 Frecuencia cardiaca Máxima.

Es el valor máximo de la frecuencia cardiaca que se alcanza en un esfuerzo a tope hasta llegar al agotamiento (Wilmore & Costill, 2004)

3.9 Frecuencia cardiaca de reserva.

Corresponde a la diferencia entre la frecuencia cardiaca máxima y la frecuencia cardiaca de reposo. Mientras más elevada sea, más relevancia cobra como indicador de esfuerzo y será más importante para determinar el papel de la frecuencia cardiaca en la progresión del VO₂ al esfuerzo. (Povea & Cabrera, 2018).

3.10 Treadmill.

Se prefiere realizar el protocolo en treadmill ya que; “Con las pruebas de esfuerzo en cinta rodante, los proveedores pueden determinar la capacidad funcional de un paciente” (Vilcant V, Zeltser R. 2024)

Además que; “Las pruebas de esfuerzo en cinta rodante son generalmente seguras.” (Vilcant V, Zeltser R. 2024)

El protocolo a usar en este estudio será el Test de Bruce, ya que; “El protocolo estándar de Bruce se realiza en una cinta rodante e incluye cambios bruscos de velocidad y elevación, lo que provoca un mayor consumo de oxígeno” (Bires et al. 2013).

El Test de Bruce; “Se divide en etapas sucesivas de 3 minutos, cada una de las cuales requiere que el paciente camine más rápido y en una pendiente más pronunciada.” (Vilcant & Zeltser, 2024)

Para realizar la prueba; "Se debe indicar a los pacientes que no coman, beban ni fumen durante al menos tres horas antes del examen, ya que esto maximiza la capacidad de ejercicio" (Vilcant & Zeltser, 2024)

3.11 Ergoespirometría.

Hace referencia a una prueba de esfuerzo ya sea moderado o maximal (dependiendo del sujetos) pero que cuenta con mediciones de parámetros tanto metabólicos como respiratorios de manera paralela al esfuerzo, denominada dentro de las pruebas de esfuerzo directas o test directos, ya que mide el VO₂ y otras variables fisiológicas a través de analizadores de gases espiratorios, los test directos se llevan a cabo más frecuentemente en laboratorio. (Chicharro & Vaquero, 2023)

Existen ciertos umbrales dentro de la prueba ergoespirometría que nos estarán indicando las adaptaciones fisiológicas del sujeto al ejercicio, dentro de estos umbrales se encuentran:

- Umbral Aeróbico (R1), es la intensidad de esfuerzo en la que el metabolismo aeróbico es insuficiente por sí sólo para poder satisfacer las demandas energéticas del tejido muscular que está funcionando en el momento y, en consecuencia, le es necesario al cuerpo recurrir a las fuentes anaeróbicas adicionales de suministro energético. (Holloszy & Coyle, 1984).
- Umbral Anaeróbico (R2), el cual es la intensidad de transición aeróbica-anaeróbica en la que el oxígeno que está siendo suministrado a los músculos activos no está resultando suficiente para cubrir las necesidades de energía, dando como resultado que el proceso de glucólisis anaeróbica comience a intervenir como proveedora de ATP. (Mora-Rodríguez, 2009). A partir de este Umbral Anaeróbico, si la intensidad sigue aumentando, la acidosis metabólica del sujeto comienza a elevarse de manera exponencial, y esto genera una intensificación de la ventilación, con respecto al oxígeno consumido. (Wasserman & McIlroy, 1964).
- Umbral Ventilatorio 1 (VT1): es la intensidad en la que se genera un incremento en la ventilación minuto debido a la necesidad ventilatoria de eliminar el exceso de dióxido de carbono (VCO₂). Como consecuencia de lo anterior se produce un incremento repentino del Equivalente Ventilatorio del O₂ (VE/VO₂) mientras que por otro lado una bajada del Equivalente del CO₂

(VE/VCO₂) en un test incremental en rampa con registros de espirometría (Chicharro & Lucia 2008).

- Umbral Ventilatorio 2 (VT₂): tenemos en cuenta que el umbral anaeróbico se establecería en aquella intensidad del ejercicio en la que, como consecuencia de la acidosis láctica, se produce una activación de los quimiorreceptores, los cuales van a estimular el centro respiratorio, provocando una hiperventilación que trataría de compensar esta acidosis metabólica. Como resultado, la ventilación minuto se va a incrementar en relación a la producción de dióxido de carbono, por lo que se evidencia un aumento en la relación VE/VCO₂ y una disminución en la presión parcial del CO₂ al final de la ventilación (PetCO₂) (Chicharro & Lucia 2008).

3.12 Aptitud Cardiorrespiratoria.

Es la capacidad del Organismo para poder mantener una determinada intensidad de ejercicio durante un tiempo determinado, esta capacidad está determinada por la habilidad que tiene nuestro propio organismo de captar, transportar y utilizar oxígeno durante la actividad física, la mejor medida cuantitativa para medir la capacidad cardiorrespiratoria es el VO₂max o mejor dicho el máximo consumo de oxígeno, en otras palabras, esta sería la capacidad máxima que tiene el organismo de captar, transportar y utilizar oxígeno durante el ejercicio físico . (Chicharro & Vaquero, 2023)

Según estudios recientes, se nos menciona que especialmente el HRR3 está muy relacionado a la aptitud cardiorrespiratoria del paciente, mientras que no mostró tanta relación con el el HRR1. (Vicente-Campos et al., 2014)

3.13 IMC

Es un índice antropométrico que para su obtención se divide el peso del sujeto en kilogramos (kg) entre el cuadrado de su estatura en metros. De esta forma se establece una relación de proporción del peso respecto a la estatura, por medio de la cual es posible realizar un diagnóstico rápido del déficit o del exceso ponderal de la persona a la que se estudia. (José & Neraldo, 2020).

Se debe tener en cuenta que el IMC no informa de la distribución de la grasa corporal. Esta relación no diferencia entre masa magra y masa grasa.

(José & Neraldo, 2020).

El IMC se calcula utilizando la fórmula:

$$\frac{\text{Peso (Kg)}}{\text{Talla (m}^2\text{)}}$$

(Figura 4). *Fórmula IMC.*

Según la OMS, se clasifica en:

- Bajo peso: IMC < 18.5
- Peso normal: IMC 18.5 - 24.9
- Sobrepeso: IMC 25 - 29.9
- Obesidad: IMC > o = 30

3.14 ICE

El ICE (índice cintura estatura) es una medida propuesta para predecir la grasa intraabdominal o visceral, riesgo cardiovascular (Ashwell, 2016; Sabah, 2014), siendo un buen predictor sobre la morbilidad y mortalidad (Ashwell, 2014; Shen, 2017). Se ha llegado a recomendar como una medida antropométrica sustituta por su gran capacidad para identificar individuos con riesgos en su salud independientemente de su peso corporal (Corrêa, 2019).

Estudios han mostrado que el punto de corte de ICE $\geq 0,5$ es aceptado como un punto de corte universal y puede ser utilizado para predecir obesidad abdominal y/o riesgo cardiovascular en personas mayores de 6 años (Ashwell, 2005; Eun-Gyong, 2016; Taylor R., 2009).

Se mide dividiendo el perímetro de la cintura en centímetros por sobre la estatura en centímetros:

$$\frac{\text{Cintura (cm)}}{\text{Estatura (cm)}}$$

(Figura 5). *Fórmula ICE*

4. METODOLOGÍA.

4.1 Objetivos.

4.1.1 Objetivo General.

Evaluar el índice de recuperación de frecuencia cardiaca en sujetos que consumen bebidas energéticas con respecto a los que no consumen de la Facultad de Medicina de la Universidad de Valparaíso.

4.1.2 Objetivos específicos.

- Describir la prevalencia del consumo de bebidas energéticas en los sujetos de la facultad de medicina de la universidad de Valparaíso, mediante el cuestionario a realizar.
- Evaluar la respuesta cardiovascular ante un test de esfuerzo maximal en sujetos consumidores y no consumidores de bebidas energéticas.
- Comparar el índice de recuperación de frecuencia cardiaca en sujetos que consumen y no consumen bebidas energéticas de la facultad de medicina de la universidad de Valparaíso.
- Evaluar el perfil antropométrico entre los grupos de sujetos mediante el análisis de IMC e ICE.

4.2 Tipo de estudio.

- El tipo de estudio será no experimental, comparativo y transversal, ya que, no se interviene de manera directa en las variables a medir de los sujetos, sino que se observará el fenómeno que se presente. Además, se va a comparar el HRRl en ambos grupos. La intervención se realizará en un momento específico y no será seguido durante el tiempo, esto lo vuelve transversal.

4.3 Tipos de estadística.

Para la investigación se realizará la siguiente estadística:

- Estadística descriptiva en base a medidas de tendencia central a base de lo obtenido en muestra, después se realizará la prueba de normalidad de Shapiro-wilk y se obtendrá si la distribución es paramétrica o no paramétrica. Una vez obtenido ese factor, se hará una prueba de diferencias de medias, en caso de que la muestra sea paramétrica se usará la prueba de T de Student y si es no paramétrica se usará U Mann-Whitney.

4.4 Hipótesis.

H1: El consumo de bebidas energéticas afecta el índice de recuperación de frecuencia cardiaca.

Nota: se considera una hipótesis bilateral

H0: El consumo de bebidas energéticas no afecta el índice de recuperación de frecuencia cardiaca.

4.5 Sujetos o Participantes.

4.5.1 Universo

Sujetos de entre 18 y 30 años de la Facultad de Medicina de la Universidad de Valparaíso.

4.5.2 Poblacion

Sujetos entre 18 y 30 años sin patología conocida, consumidores y no consumidores de bebidas energéticas de la Facultad de Medicina de la Universidad de Valparaíso.

4.5.3 Muestra.

La fórmula para la estimación del tamaño de muestra de los grupos es la siguiente, la cual fue hecha por un bioestadístico del comité de bioética de la Facultad de Medicina de la Universidad de Valparaíso.

$$n_c = n_e = \frac{2*(Z_\alpha + Z_\beta)^2 * (1-\rho) * S^2}{|M_{de} - M_{dc}|^2}$$

(Figura 6). *Fórmula para la estimación del tamaño de muestra*

Z_α corresponde al valor de Z asociado a la distribución normal que sería al 95% y Z_β corresponde al valor de Z asociado a la distribución normal como una potencia de 0,8, una desviación estándar común de 3 y una diferencia de los valores iniciales y finales de 2.9, lo que nos daría un total de 17 sujetos por grupo como mínimo, aceptando un error alfa de 0,05 y un error beta de 0,2 en un contraste bilateral, junto a una tasa de seguimiento del 0%. M_{dc} es la diferencia entre los valores iniciales y los finales del grupo control y M_{de} sería la diferencia entre los valores iniciales y los finales del grupo tratamiento, el cual en este caso corresponderá a aquel que si consume bebidas energéticas.

4.5.4 Tipo de muestreo.

El tipo de muestreo fue no probabilístico, debido a que los sujetos no serán escogidos azarosamente, ya que, la obtención de la muestra será de forma dirigida a

cierto tipo de población específica, con ciertas características específicas relacionadas al interés de la presente investigación.

4.5.5 Criterios de inclusión y exclusión de la muestra.

En la población de estudio se aplicaron criterios tanto de inclusión como de exclusión para poder determinar una muestra decisiva de nuestra investigación. Se detalla en la siguiente tabla.

Criterios de inclusión
<ul style="list-style-type: none">● Ser estudiante de la Facultad de Medicina de la Universidad Valparaíso.● Tener entre 18 y 30 años cumplidos hasta el 31 de diciembre del 2024.● Firma de consentimiento informado por parte de la persona.

(Figura 7). *Criterios de inclusión.*

Criterios de exclusión
<ul style="list-style-type: none">● Incapacidad de comprender las instrucciones de la ergoespirometría.● Cirugía cardíaca.● Presencia de enfermedad crónica no transmisible no controlada (HTA, diabetes, EPOC, etc).● Embarazo.● Insuficiencia respiratoria.● Condición médica que limite la capacidad de realizar ejercicio físico.

(Figura 8). *Criterios de exclusión.*

4.6 Definición de palabras claves y variables.

4.6.1 Definición de variables.

(Tabla 2). Definición de variables.

Variable	Subvariable	Definición	Indicador	Operacionalización
HRRI	HRRI 1	Índice de recuperación cardiaca en el minuto 1 luego de un test de esfuerzo máximo, del cual se obtiene un porcentaje que nos indicará la condición física de un individuo.	%	Esta es una variable cuantitativa continua que se obtiene a partir de la siguiente fórmula = FC reserva - (Frecuencia Cardiaca al min 1 - Frecuencia Cardiaca en reposo) / FC reserva x 100
	HRRI 3	Índice de Recuperación cardiaca en el minuto 3 luego de un test de esfuerzo maximal del cual se obtiene un porcentaje que nos	%	Esta es una Variable cuantitativa continua que se obtiene a partir de la siguiente fórmula = FC reserva -

		indicará la condición física de un individuo.		(Frecuencia Cardíaca al min 3 - Frecuencia Cardíaca en reposo) / FC reserva x 100
Consumo de bebidas energéticas en los sujetos de medicina de la Universidad de Valparaíso.		Frecuencia de consumo semanal según sujetos de la facultad de medicina de la Universidad de Valparaíso.	Consume o no consume y la cantidad a la semana	Es una variable cualitativa nominal que se obtiene mediante una encuesta.
Capacidad Aeróbica.		Capacidad del sistema cardiovascular y respiratorio para suministrar oxígeno a los músculos y órganos vitales durante el ejercicio.	ml/kg/min-1 O2	Es una variable cuantitativa continua la cual se mide mediante test de esfuerzos maximales que en este caso se realizará mediante ergoespirometría en cicloergómetro . Se evalúa el VO2max, ventilación, FCmax.
Capacidad anaeróbica.		Es la capacidad del cuerpo para generar energía en ausencia de		Esta variable se obtiene en el gráfico de modelo trifásico de Skinner dado

		<p>oxígeno durante actividades físicas de alta intensidad y corta duración. Este tipo de energía se produce principalmente a través de los sistemas anaeróbicos del cuerpo, que incluyen el sistema de fosfágenos y la glucólisis anaeróbica.</p>		<p>por CPET al pasar al umbral VT2.</p>
FCbasal.		<p>Es el número de latidos del corazón por minuto cuando una persona está en reposo y no está haciendo ninguna actividad física.</p>	Lat/min	<p>Esta variable se obtiene midiendo la frecuencia cardiaca al sujeto con un tensiómetro.</p>
FCmax.		<p>Es el número máximo de latidos que el corazón puede alcanzar por minuto durante el ejercicio o actividad física intensa.</p>	Lat/min	<p>Esta variable se obtiene mediante el CPET.</p>

FC reserva.		Es la diferencia entre la frecuencia cardíaca máxima (FCM) y la frecuencia cardíaca en reposo (FCR). Este valor se utiliza para calcular la intensidad del ejercicio de manera más precisa y personalizada.	Lat/min	Esta variable se obtiene aplicando la fórmula: 220-edad.
IMC.		Corresponde a la división entre el peso y la talla al cuadrado, la cual nos da un valor propio del sujeto que nos permite clasificar su composición corporal como bajo peso, normal, sobrepeso y obesidad.	Kg/m ²	Esta variable se obtiene realizando una medición antropométrica del sujeto, se calcula mediante la división del peso en la talla al cuadrado: $\frac{\text{Peso (Kg)}}{\text{Talla (m}^2\text{)}}$
ICE.		Corresponde a la división entre el perímetro de la cintura, sobre la estatura. Un		Esta variable se obtiene realizando una medición antropométrica del sujeto, se

		ICE mayor o igual a 0,5 es indicador útil para identificar obesidad.		calcula mediante la división del perímetro de la cadera sobre la estatura del sujeto: $\frac{\text{Cadera (cm)}}{\text{Estatura (cm)}}$
--	--	--	--	--

4.7 Instrumentos y aparatos.

4.7.1 Aparatos de medición.

Para la obtención de los resultados y realización de mediciones necesarias para realizar este proyecto se utilizaron los siguientes instrumentos:

- Treadmill HP cosmos Pluto.
- Ergoespirómetro Metalyzer 3B.
- Banda frecuencia polar H7 black.
- Calculadora científica casio fx-350MS.
- Balanza + Tallímetro telescópico SECA 700.
- Oxímetro de pulso CHOICEMMED MD300M sensor adulto.
- Cuestionario sobre consumo de bebidas energéticas e información personal.

4.7.2 Instrumentos de registro.

- Ficha de criterios de inclusión y exclusión para determinar si cumple los requisitos para ser sujeto de prueba.
- Ficha de indicaciones para la realización del test de esfuerzo maximal.
- Ficha individual de antecedentes, en donde se reúnen datos personales junto con los resultados obtenidos por cada sujeto en cada medición.
- Cuestionario para evaluación de consumo de bebidas energéticas junto con datos personales.
- Consentimiento informado.

4.8 Método.

4.8.1 Previo a las mediciones.

Antes de realizar las mediciones correspondientes se realizaron las siguientes actividades:

- Capacitación sobre el uso de ergoespirómetro: Los investigadores se sometieron a una capacitación acerca del correcto uso de la ergoespirometría en Treadmill, específicamente a través del test de Bruce, a cargo del Klgo. Daniel Ponce Correa entre enero y marzo del año 2024.
- Pruebas de los instrumentos de medición: Estas pruebas previas a las mediciones se realizan para corroborar el correcto funcionamiento de los aparatos para así lograr la obtención de resultados concretos y pruebas aceptables. Estas se realizarán durante el mes de marzo a cargo del Klgo. Daniel Ponce Correa y el grupo investigador.
- Reclutamiento de sujetos voluntarios para la realización del proyecto: Este se realizó una vez obtenida la aprobación del comité de ética de la Facultad de Medicina de la Universidad de Valparaíso.

Se realizará un reclutamiento hasta el mes de agosto del 2024 mediante afiches, difusión en redes sociales y folletos entregados personalmente a cada individuo, con el fin de ejecutar hasta septiembre de 2024 las evaluaciones.

4.8.2 Mediciones.

- Los datos del estudio serán obtenidos mediante la realización de un cuestionario para la pesquisa del consumo o no consumo de bebidas energéticas en los sujetos.
- Los resultados de la aptitud cardiorrespiratoria serán medidos mediante un test maximal en treadmill a través del Test de Bruce.
- La medición del índice de recuperación de frecuencia cardiaca se realizará mediante la obtención de la frecuencia cardiaca de reserva, la frecuencia cardiaca de reposo, la frecuencia cardiaca obtenida 1 minuto después terminada la prueba, y 3 minutos después terminada la prueba la cual nos dará el valor del HRRI para cada minuto respectivamente.
- Las mediciones antropométricas serán obtenidas mediante la utilización de Balanza y Tallimetro telescópico SECA 700, para la masa y medición de altura, y para las mediciones del ICE se realizará con cinta métrica.

4.8.3 Cuestionario.

- Se les hará una encuesta a cada individuo una vez los sujetos ya sean contactados con el fin de obtener datos personales de los sujetos a investigar y obtener información sobre el consumo de bebidas energéticas en cada caso en particular.

(Tabla 3). *Cuestionario; Datos personales.*

Datos Personales	
Nombre	
Edad	

Sexo	
Carrera	
Enfermedades	
Medicamentos	

(Tabla 4). *Cuestionario; Hábitos de consumo de bebidas energéticas.*

Hábitos del consumo	
¿Ha consumido bebidas energéticas durante la última semana? Si la respuesta es sí, mencione cuantas suele consumir regularmente a la semana.	
<p>Nota. <i>Para efectos de la investigación, se consideró consumo constante la ingesta de 1 bebida energética al menos una vez por semana, criterio basado en la frecuencia reportada en estudios similares. “La ingesta de al menos una vez a la semana es común en patrones de consumo, teniendo implicancias fisiológicas, debido a los efectos de la cafeína, taurina y otros estimulantes de las bebidas energéticas.”(Larson et al. 2015)</i></p>	

4.9 Procedimiento.

Los sujetos serán contactados a través de un afiche por redes sociales y vía presencial y una vez coordine la visita a la Facultad de Medicina de la Universidad de Valparaíso deberán entrar al laboratorio 7.15 de fisiología del ejercicio de la Facultad, luego los sujetos firmarán un consentimiento informado detallando los procesos a realizar y los derechos de la persona.

Posterior a esto, se les realizará a cada sujeto el cuestionario para obtener la frecuencia de consumo de bebidas energéticas, luego se realizará una medición antropométrica a cada sujeto, se medirán los signos vitales en reposo, luego de esto se realizará una espirometría basal evaluando la máxima ventilación voluntaria, y una vez obteniendo estos resultados, se realizará un test maximal el cual corresponderá al Test de Bruce en Treadmill, comenzando con un 10% de inclinación y 2,7 km/h, luego cada 3 minutos va aumentando la velocidad en 1,3 km/h y la inclinación un 2%, hasta terminada la prueba.

Una vez llegado al valor máximo, se realizará una vuelta a la calma que durará 3 minutos con 10% de inclinación y una velocidad de 2,7 km/h, terminado esto el sujeto pasará a otro lugar de la sala en donde se le medirá la frecuencia cardiaca y la presión arterial para obtener la HRRI 1 mins, y 2 minutos después se medirán las mismas variables para obtener la HRRI 3 mins.

4.10 Procesamiento de datos.

4.10.1 Almacenamiento de datos.

Los datos serán custodiados en el computador del guía responsable de la investigación, Kigo Daniel Ponce Correa, para poder así resguardar la información y privacidad de cada participante de la investigación.

Los datos serán caracterizados a través de medidas de tendencia central, para luego realizar una prueba de normalidad, en esta investigación se utilizara la prueba de Shapiro-wilk, si los datos se presentan con una distribución de tipo paramétrica se utilizará la prueba de T de student para diferencia de medias, si es que presentan una distribución no paramétrica, se utilizará la prueba de U Mann-Whitney. Se verá la diferencia no pareada ya que se está comparando a un grupo control versus el grupo de sujetos consumidores de bebidas energéticas.

4.11 Consideraciones éticas.

La presente investigación no presenta limitaciones éticas para la mantención de la dignidad de los sujetos de investigación, todos los datos serán codificados con el fin de mantener el anonimato, los cuales serán resguardados en el computador del investigador principal Klgo. Daniel Ponce Correa.

4.12 Carta gantt

(Tabla 5). Carta Gantt.

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Capacitación de ergoespirometría	X	X										
Construcción del marco teórico	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Recolección de la muestra			X	X	X	X	x					
Procesamiento de los datos						X	X	X	X	X	X	
Análisis de los datos								X	X	X	X	X
Objetivos	X	X										
Hipótesis	X	X										

5. RESULTADOS

5.1 Descripción de la muestra.

(Tabla 6). Descripción de la muestra; consumo según sexo.

Consumo de bebidas	Sexo		Total
	Femenino	Masculino	
Si	3	18	21
No	9	15	24
Total	12	33	45

(Tabla 7). Descripción de la muestra; consumo según promedio de edad

Consumo de bebidas	Promedio edad
Si	23
No	22
Total	22

Los resultados fueron obtenidos de acuerdo a un total de 45 sujetos de los cuales 12 fueron (27% del total de la muestra) mujeres y 33 (73% del total de la muestra)

hombres, el promedio de edad de los sujetos que consumen bebidas fue de 23 años mientras que de los que no consumen bebidas fue de 22 años.

Del total de sujetos femeninos, solo el 25% consume bebidas energéticas, mientras que, en el grupo de los hombres el 54% consumía bebidas, viendo una mayor prevalencia de consumo de bebidas energéticas en el grupo de hombres que en el de mujeres.

Del total de la muestra (45), 28 sujetos pertenecen a la carrera de kinesiología, 4 pertenecen a enfermería, 6 pertenecen a tecnología médica, 5 pertenecen a obstetricia y 2 a medicina. Ninguno presentaba alguna enfermedad de cualquier índole.

5.2 Respuesta Cardiovascular y Medidas antropométricas

Se obtuvieron las siguientes medidas de tendencia central:

(Tabla 8). Promedio y desviación estándar de sujetos que consumen y no consumen bebidas energéticas.

Variables	Consumo bebidas energéticas		Total general	Valor P
	Si	No		
	Promedio (Desv)	Promedio (Desv)		
Fc Basal	89,7 (16)	93,9 (14)	91,9	0,3433
Fc Final	194,9 (8)	190,9 (8)	192,8	0,0817

Fc Reserva	105,1 (15)	97 (15)	100,8	0,0522
Fc 1 min	175,3 (20)	173,9 (13)	174,6	0,6741
Fc 3 min	137,8 (15)	145,3 (18)	141,8	0,0886
HRR1	18,7 (14)	17,4 (7)	18,0	0,4973.
HRR3	54,5 (10)	47,1 (14)	50,5	0,0164
IMC	24,8 (3,7)	24,4 (2,9)	24,6	0,6769
ICE	0,48 (0,04)	0,47 (0,04)	0,47	0,5112

Nota. FC basal: frecuencia cardíaca basal; FC final: frecuencia cardíaca final; FC reserva: frecuencia cardíaca de reserva; FC 1 min: frecuencia cardíaca al minuto 1; FC 3 min: frecuencia cardíaca a los 3 minutos; HRR1: índice de recuperación cardíaca al minuto 1; HRR3: índice de recuperación cardíaca al minuto 3; IMC (índice de masa corporal) y ICE (índice cintura estatura).

Nota. Se utilizó prueba de normalidad Shapiro-wilk en todas las variables, se utilizó prueba paramétrica T de Student en HRR1, IMC, ICE, Fc Basal, Fc Final, Fc reserva, Fc 1 min, Fc 3 min y prueba no paramétrica U Mann-Whitney en HRR3.

Con respecto a los HRR1 y HRR3 hubieron diferencias de 1,3 puntos y de 7,4 puntos, respectivamente, teniendo un mayor HRR en sujetos que si consumen bebidas energéticas.

El HRR3 de los consumidores fue de 54% en promedio y de los no consumidores de 47%, situando a ambos grupos entre el P 5th y P 25th, que, según Vicente-Campos et al., 2014, se define como una respuesta baja.

El grupo de consumidores presentaron un valor promedio de 18,7% de HRR1, y el grupo de consumidores presentaron un valor promedio de 17,4%. Obteniéndose un

valor $P=0,49$, lo cual refleja que no hay diferencias estadísticamente significativas en HRR1 entre grupos.

Con respecto a HRR3, el grupo de consumidores presentaron un valor promedio de 54,5%, y el grupo de no consumidores presentaron un valor promedio de 47,1%. Obteniendo como resultado un valor $p=0,01$, lo cual refleja que si hay diferencias estadísticamente significativas en HRR3 entre grupos.

La frecuencia cardíaca máxima alcanzada en la prueba de ergoespirometría fue mayor en aquellos que si consumen bebidas energéticas dando un promedio de 194 Latidos por minuto (lpm), mientras que el promedio de aquellos que no consumen bebidas energéticas fue de 190 lpm. Obteniéndose un valor $p=0,08$, lo cual refleja que no hay diferencias estadísticamente significativas.

La Fc basal en aquellos sujetos que si consumen bebidas energéticas fue en promedio de 89 lpm, mientras que los que no consumen tuvieron como promedio 93 lpm. Obteniéndose un valor $p=0,34$, lo cual refleja que no hay diferencias estadísticamente significativas.

El grupo que consume bebidas energéticas presentó en promedio: menores frecuencias basales y mayores frecuencias máximas, por lo que, también tienen frecuencias cardíacas de reserva mayor que los que no consumen, obteniendo 105 y 97 latidos por minuto de reserva para cada grupo respectivamente. Obteniéndose un p valor= $0,05$, lo cual refleja que no hay diferencias estadísticamente significativas.

Con respecto al IMC, el grupo consumidor obtuvo un promedio de 24,8, mientras que el grupo no consumidor obtuvo un promedio de 24,4. Obteniéndose así un valor $p=0,67$, lo cual refleja que no hay diferencias estadísticamente significativas con respecto al IMC entre los grupos.

Con respecto al ICE, el grupo consumidor obtuvo un promedio de 0,48, mientras que el grupo no consumidor obtuvo un promedio de 0,47. Obteniendo así un valor $p=0,51$, lo cual refleja que no hay diferencias estadísticamente significativas entre los grupos con respecto al ICE.

6. DISCUSIÓN.

Los resultados obtenidos en la investigación aportan información valiosa sobre la influencia del consumo de bebidas energéticas en el HRRI, aunque no se observaron diferencias significativas entre los grupos al minuto 1, el hallazgo de una recuperación significativamente mayor al minuto 3 en el grupo de consumidores habituales de bebidas energéticas sugiere que estos productos podrían tener un impacto mayor en etapas posteriores de la recuperación.

La ausencia de diferencias significativas al minuto 1 podría explicarse por la predominancia de la respuesta del sistema nervioso simpático en esta fase inicial de la recuperación. En este periodo, la frecuencia cardíaca comienza a disminuir principalmente debido a la retirada de la actividad simpática (Vicente-Campos et al., 2014), lo que sugiere que las bebidas energéticas no ejercieron un efecto significativo en esta etapa del proceso de recuperación.

Por otro lado, las diferencias observadas al minuto 3 indican una mayor eficiencia en la recuperación cardiovascular en los consumidores regulares de bebidas energéticas. Este fenómeno podría estar relacionado con los efectos a medio plazo de la cafeína, según da Silva Rolim (2019), dosis bajas de cafeína pueden aumentar la reactivación parasimpática inmediatamente después de un ejercicio submáximo en hombres físicamente activos, lo que se traduce en una recuperación más rápida de la frecuencia cardíaca.

La mayor activación del sistema nervioso parasimpático observada no sería un efecto directo de la cafeína sobre el sistema nervioso central, sino una consecuencia indirecta de la activación barorrefleja (da Silva Rolim, 2019). Durante el ejercicio, la liberación de catecolaminas genera aumentos en la frecuencia cardíaca, velocidad de conducción del impulso eléctrico y fuerza de contracción miocárdica, lo que incrementa el volumen sistólico y la fracción de eyección del corazón (Chicharro & Vaquero, 2023). La cafeína, al ser estructuralmente similar a la adenosina, se une de forma competitiva a los receptores A1 y A2 en las células, bloqueando su acción vasodilatadora (Jovel & Mejía, 2015). Este bloqueo puede aumentar la resistencia vascular periférica y la presión arterial (Flueck et al., 2016; Pelligrino, Xu & Vetri, 2010), desencadenando un barorreflejo compensatorio que

activa el sistema parasimpático y promueve una disminución de la frecuencia cardíaca para normalizar la presión arterial (da Silva Rolim, 2019).

En este contexto, los consumidores habituales de bebidas energéticas, quienes en su mayoría son físicamente activos, podrían beneficiarse de un efecto combinado entre los beneficios cardiovasculares del ejercicio regular y los efectos moduladores de la cafeína, lo que explicaría las diferencias significativas en la recuperación al minuto 3.

Por otro lado, la ausencia de diferencias significativas en los análisis de IMC e ICE respalda que los efectos observados no se ven sesgados por factores antropométricos, reforzando la idea de que el nivel de actividad física es un determinante clave en la capacidad de recuperación. Los deportistas tienden a tener un sistema nervioso autónomo más eficiente, gracias a una recuperación más rápida después del ejercicio, según un estudio realizado por Zamorano et al., 2013, en el cual se compararon variables fisiológicas en un grupo de ciclistas versus un grupo de estudiantes luego de realizar una prueba en cicloergómetro, el nivel de entrenamiento aeróbico y una mayor reactivación del sistema parasimpático por parte de los deportistas, dieron como resultados un mayor VO₂max y mayor recuperación de la frecuencia cardíaca, esto resalta la necesidad de considerar el nivel de actividad física como una variable confusora importante en estudios a futuro.

Estos hallazgos pueden tener implicancias relevantes tanto en el ámbito deportivo como en la salud general. Por un lado, para los deportistas que buscan optimizar su rendimiento y recuperación, el consumo moderado de bebidas energéticas podría ofrecer beneficios, especialmente en contextos de recuperación posterior a actividades intensas. Sin embargo, es fundamental considerar el perfil del consumidor, ya que los efectos beneficiosos observados pueden estar, en parte, asociados al nivel de entrenamiento de los sujetos.

Entre las limitaciones del estudio se encuentra la falta de una estratificación más detallada de los niveles de actividad física de cada uno de los sujetos, lo que podría ofrecer una comprensión más clara de cómo interactúan las bebidas energéticas con el entrenamiento físico. A su vez, el tamaño reducido de la muestra (n=45), puede limitar la generalización de los resultados.

En resumen, los resultados sugieren que el consumo regular de bebidas energéticas puede estar asociado a una recuperación más eficiente de la frecuencia cardíaca a los tres minutos posteriores a un ejercicio maximal, especialmente en individuos físicamente activos. Sin embargo, estos efectos no parecen manifestarse en las primeras etapas de la recuperación, demostrando la complejidad de los factores que influyen en el índice de recuperación.

7. CONCLUSIÓN

En este estudio se evaluó cómo el consumo de bebidas energéticas afecta el HRR tras un ejercicio maximal. Los resultados dieron a entender que, a pesar de que no se encontraron diferencias significativas en la recuperación al minuto 1 entre consumidores y no consumidores, sí se observaron diferencias al minuto 3, presentando un mejor índice de recuperación en el grupo que consume bebidas energéticas de manera regular. Estos resultados respaldan la hipótesis de investigación (H1) planteada, ya que, está sugería que el consumo de estas bebidas si afecta en el índice de recuperación. La falta de estudios previos sobre si el consumo de bebidas energéticas afecta en el índice de recuperación de frecuencia cardiaca, sugirió utilizar una hipótesis bilateral, ya que, el objetivo de la investigación es determinar si el consumo de esta sustancia presenta efectos en el índice, sin hacer énfasis en si existe un aumento o disminución de este.

El hallazgo encontrado puede estar relacionado con el hecho de que la mayoría de los consumidores, al ser estudiantes del área de la salud, son deportistas, lo que sugiere que el nivel de actividad física juega un rol importante en la recuperación cardiaca. Además, se descartó la influencia de variables antropométricas como IMC y el ICE, reforzando la idea de que la actividad física tiene un mayor impacto en los resultados.

Sin embargo, el tamaño reducido de la muestra y el uso de un instrumento no estandarizado para recolectar los datos de actividad física realizada por los sujetos y una definición única no consensuada de cuando se considera un consumo constante de bebidas energéticas, limitan la precisión y generalización de los hallazgos. Por ende, es necesario realizar futuras investigaciones con más participantes y herramientas de medición más precisas para identificar el nivel de actividad física de los sujetos, lo que podría ayudar a comprender de mejor manera la relación entre esta variable y los índices de recuperación.

8. BIBLIOGRAFÍA.

Ashwell, M., & Hsieh, S. D. (2005). Six reasons why the waist-to-height ratio is a rapid and effective global indicator for health risks of obesity and how its use could simplify the international public health message on obesity. *International Journal Of Food Sciences And Nutrition*, 56(5), 303-307. <https://doi.org/10.1080/09637480500195066>

Ashwell, M. (2014). Waist-to-Height Ratio Is More Predictive of Years of Life Lost than Body Mass Index. *PLoS ONE*, 9(9), 1–11. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0103483>

Ashwell, M. (2016). Waist-to-height ratio as an indicator of ' early health risk ' : simpler and more predictive than using a ' matrix ' based on BMI and waist circumference. *BMJ Open*, 6, 1– 7. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2015-010159>

A single-centre crossover study. *Clinical Autonomic Research*, 33(6), 623-633. <https://doi.org/10.1007/s10286-023-00967-5>

Bejarano, J. M. L., & Cuixart, C. B. (2011). Factores de riesgo cardiovascular y atención primaria: evaluación e intervención. *Atención Primaria*, 43(12), 668-677. <https://doi.org/10.1016/j.aprim.2011.10.002>

Bires, A. M., Lawson, D., Wasser, T. E., & Raber-Baer, D. (2013). Comparison of Bruce Treadmill Exercise Test Protocols: Is Ramped Bruce Equal or Superior to Standard Bruce in Producing Clinically Valid Studies for Patients Presenting for Evaluation of Cardiac Ischemia or Arrhythmia with Body Mass Index Equal to or Greater Than 30? *Journal Of Nuclear Medicine Technology*, 41(4), 274-278. <https://doi.org/10.2967/jnmt.113.124727>

Boletín 14 Senda, 2015. (Marzo, 2014). Bebidas energeticas y los riesgos de su consumo con alcohol. <https://www.senda.gob.cl/wp-content/uploads/boletines/Boletin%202014%20Bebidas%20energ%C3%A9ticas%20y%20los%20riesgos%20de%20su%20consumo%20con%20alcohol.pdf>

Boron, W. F., & Boulpaep, E. L. (2017). *Fisiología Medica*. 3ra edición. Editorial Elsevier Health Science. <https://www.udocz.com/apuntes/441594/fisiologia-boron>

Butler, J. M., Frampton, C. M., Moore, G., Barclay, M. L., & Jardine, D. L. (2023). Immediate effect of caffeine on sympathetic nerve activity: why coffee is safe? Canadian-Consulting (2011). Global Energy Drinks Report 2011. Latin America Soft drinks. <https://www.zenithglobal.com/market-insights/reports/latin-america-energy-drinks-report>

Chicharro, J. L., & A. Fernández Vaquero (2013). Fisiología del ejercicio 3ra edición. Editorial Médica Panamericana. <https://es.scribd.com/document/417921875/Fisiologia-del-ejercicio-3a-ed-J-Lopez-Chicharro-A-Fernandez-Vaquero-pdf>

Clauson, K. A., Shields, K. M., McQueen, C. E., & Persad, N. (2008). Safety issues associated with commercially available energy drinks. Journal Of The American Pharmacists Association, 48(3), e55-e67. <https://doi.org/10.1331/japha.2008.07055>

Corrêa, M. M., Facchini, L. A., Thumé, E., Oliveira, E. R. A. D., & Tomasi, E. (2019). The ability of waist-to-height ratio to identify health risk. Revista de saúde pública, 53, 66. <https://www.scielo.br/j/rsp/a/bfs9zJVy7hsDVSTrLLQXTdB/?format=html>

Da Silva Rolim, P., Da Costa Matos, R. A., De Melo Keene Von Koenig Soares, E., Molina, G. E., & Da Cruz, C. J. G. (2018). Caffeine increases parasympathetic reactivation without altering resting and exercise cardiac parasympathetic modulation: A balanced placebo design. European Journal Of Sport Science, 19(4), 490-498. <https://doi.org/10.1080/17461391.2018.1532532>

Del Coso, J., Hamouti, N., Aguado-Jimenez, R., Mora-Rodriguez, R. (2009). Respiratory compensation and blood pH regulation during variable intensity exercise in trained versus untrained subjects. European Journal of Applied Physiology, 107, 83–93. <https://doi.org/10.1126/science.133.3468.1897>

Fiani, B., Zhu, L., Musch, B. L., Briceno, S., Andel, R., Sadeq, N., & Ansari, A. Z. (2021). The Neurophysiology of Caffeine as a Central Nervous System Stimulant and the Resultant Effects on Cognitive Function. *Curēus*. <https://doi.org/10.7759/cureus.15032>

Flueck, JL, Schaufelberger, F., Lienert, M., Schafer Olstad, D., Wilhelm, M., y Perret, C. (2016). Efectos agudos de la cafeína en la variabilidad de la

frecuencia cardíaca, la presión arterial y el volumen corriente en personas parapléjicas y tetrapléjicas en comparación con personas sin discapacidad: un ensayo aleatorizado y ciego. *PLoS One*, 11(10), e0165034. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0165034>

Holloszy, J., Coyle, E.F. (1984). Adaptations of skeletal muscle to endurance exercise and their metabolic consequences. *Journal of Applied Physiology*, 56, 831-838. <https://doi.org/10.1152/jappl.1984.56.4.831>

José, H. R., Neraldo, O. G., José, H. R., & Neraldo, O. G. (2020). Índice de masa corporal elevado y la predicción de disglucemias. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1561-29532020000300011

Jovel, C. E., & Mejía, F. S. (2017). Cafeína y cefalea: consideraciones especiales. *Neurología*, 32(6), 394-398. <https://doi.org/10.1016/j.nrl.2014.12.016>

Latarjet & Ruiz Liard (2019). *Anatomía Humana 5ta edición*. Editorial Médica Panamericana S.A.C.F.

Larson, N., Laska, M. N., Story, M., & Neumark-Sztainer, D. (2015). Sports and energy drink consumption are linked to health-risk behaviours among young adults. *Public Health Nutrition*, 18(15), 2794-2803. <https://doi.org/10.1017/s1368980015000191>.

MINSAL (Ministerio de Salud). (1996). Reglamento Sanitario de los Alimentos. [https://www.minsal.cl/sites/default/files/files/DECRETO_977_96%20actualizado%20a%20Enero%202015\(1\).pdf](https://www.minsal.cl/sites/default/files/files/DECRETO_977_96%20actualizado%20a%20Enero%202015(1).pdf)

Moreno, A. G. (2016). La cafeína y su efecto ergogénico en el deporte (primera parte). *Archivos de Medicina del Deporte: Revista de la Federación Española de Medicina del Deporte y de la Confederación Iberoamericana de Medicina del Deporte*, 33(173), 200-206. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/revista?codigo=3255>

Nadeem, I. M., Shanmugaraj, A., Sakha, S., Horner, N. S., Ayeni, O. R., & Khan, M. (2020). Energy Drinks and Their Adverse Health Effects: A Systematic Review and Meta-analysis. *Sports Health A Multidisciplinary Approach*, 13(3), 265-277. <https://doi.org/10.1177/1941738120949181>

O. C. de Drogas (2021). Décimo cuarto estudio nacional de drogas en población general de Chile. Santiago de Chile, Ministerio del Interior y Seguridad Pública.
<https://www.senda.gob.cl/wp-content/uploads/2022/01/Estudio-PG2020.pdf>

Pallarés, J. G., & Navarro, R. J. M. (2012). Propuesta metodológica para el entrenamiento de la resistencia cardiorrespiratoria. *Journal of sport and Health Research*. pag. 119-136.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4184895>

Pelligrino, DA, Xu, HL y Vetri, F. (2010). Cafeína y control de la hemodinámica cerebral. *Journal of Alzheimer 's Disease*, 20(Suppl 1), S51–S62.
<https://content.iospress.com/articles/journal-of-alzheimers-disease/jad091261>

Povea, C. E., & Cabrera, A. (2018). Utilidad práctica de la monitorización de la frecuencia cardíaca durante el ejercicio físico. *Revista Colombiana de Cardiología*. 25(3), 169-173. <https://doi.org/10.1016/j.rccar.2018.05.001>

Sánchez, J. C., Romero, C. R., Arroyave, C. D., García, A. M., Giraldo, F. D., & Sánchez, L. V. (2015). Bebidas energizantes: efectos benéficos y perjudiciales para la salud. *Perspectivas En Nutrición Humana* 17(1).
<https://doi.org/10.17533/udea.penh.v17n1a07>

Sabah, N. (2014). Body mass index and waist / height ratio for prediction of severity of coronary artery disease. *BMC Research Notes*, 7(1), 1–7.
<https://doi.org/10.1186/1756-0500-7-246>

Shen, S. (2017). Waist-to-height ratio is an effective indicator for comprehensive cardiovascular health. *Scientific Reports*, 7(1), 1–7.
<https://doi.org/10.1038/srep43046>

Taylor R. (2009). Predictive Ability of Waist-toHeight in Relation to Adiposity in Children Is Not Improved With Age and Sex-Specific Values. *Obesity*, 19(5), 1062–1068. <https://doi.org/10.1038/oby.2010.217>

Vicente-Campos, D., López, A. M., Nuñez, M. J., & Chicharro, J. L. (2014). Heart rate recovery normality data recorded in response to a maximal exercise test in physically active men. *European Journal Of Applied Physiology*, 114(6), 1123-1128. <https://doi.org/10.1007/s00421-014-2847-4>

Vilcant, V., & Zeltser, R. (2023). Treadmill stress testing. In *Stat Pearls [Internet]*. StatPearls Publishing. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK499903/>

Wasserman, K., McIlroy, M.B. (1964). Detecting the threshold of anaerobic metabolism in cardiac patients during exercise. *The American Journal of Physiology*, 14, 844-852. [https://doi.org/10.1016/0002-9149\(64\)90012-8](https://doi.org/10.1016/0002-9149(64)90012-8)

Willmore, J. H., & Costill, D. L. (2004). *Fisiología del Esfuerzo y del Deporte*. Editorial Paidotribo.

Yoo, E. (2016). Waist-to-height ratio as a screening tool for obesity and cardiometabolic risk. *Korean Journal Of Pediatrics*, 59(11), 425. <https://doi.org/10.3345/kjp.2016.59.11.425>

Zamorano, V., Peinado Lozano, A. B., Benito Peinado, P. J., & Calderón Montero, F. J. (2013). Respuesta de la frecuencia cardiaca de anticipación y recuperación en función del nivel de entrenamiento aeróbico. *Archivos de Medicina del Deporte*, 30(4), 202-207. https://oa.upm.es/26446/4/INVE_MEM_2013_163504.pdf

Zermeño-Ugalde P, Gallegos-García V, Castro Ramírez RA, et al. Relación del índice cintura-estatura (ICE) con circunferencia cintura e índice de cintura cadera como predictor para obesidad y riesgo metabólico en adolescentes de secundaria. *Rev Salud Publica Nutr.* 2020;19(3):19-27. <https://doi.org/10.29105/respyn19.3-3>