



**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE VALPARAÍSO  
FACULTAD DE FILOSOFÍA Y EDUCACIÓN  
ESCUELA DE EDUCACIÓN FÍSICA**

**EFFECTOS DE UN PROTOCOLO DE 12 SEMANAS DE  
ENTRENAMIENTO CONCURRENTE EN COMPOSICIÓN  
CORPORAL Y ÁNGULO DE FASE EN MUJERES  
MODERADAMENTE ACTIVAS DE LA V REGIÓN**

**TRABAJO DE TÍTULO PARA OPTAR AL GRADO DE LICENCIADO  
EN EDUCACIÓN Y AL TÍTULO DE PROFESOR DE EDUCACIÓN  
FÍSICA**

**TESISTAS**

Diego Abarca Moya

Ítalo Cid Pizarro

José Gallardo Strelow

Yovanni González Pino

**PROFESOR GUÍA**

Rodrigo Yáñez Sepúlveda

**VIÑA DEL MAR, 2018**



**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE VALPARAÍSO  
FACULTAD DE FILOSOFÍA Y EDUCACIÓN  
ESCUELA DE EDUCACIÓN FÍSICA**

**EFFECTOS DE UN PROTOCOLO DE 12 SEMANAS DE  
ENTRENAMIENTO CONCURRENTES EN COMPOSICIÓN  
CORPORAL Y ÁNGULO DE FASE EN MUJERES  
MODERADAMENTE ACTIVAS DE LA V REGIÓN**

**TRABAJO DE TÍTULO PARA OPTAR AL GRADO DE LICENCIADO  
EN EDUCACIÓN Y AL TÍTULO DE PROFESOR DE EDUCACIÓN  
FÍSICA**

**TESISTAS**

Diego Abarca Moya

Ítalo Cid Pizarro

José Gallardo Strelow

Yovanni González Pino

**PROFESOR GUÍA**

Rodrigo Yáñez Sepúlveda

**VIÑA DEL MAR, 2018**

## **AGRADECIMIENTOS**

Como grupo queremos agradecer a la universidad y a todos los que componen esta, a todos los profesores que fueron parte de nuestro proceso de aprendizaje, a nuestros compañeros con los que compartimos experiencias únicas a lo largo de la carrera y sobre todo a nuestras familias que fueron el pilar fundamental en todo este proceso apoyándonos de todas las maneras posibles para lograr las metas propuestas.

## DEDICATORIAS

Quiero agradecer a todas las personas que estuvieron presentes durante toda mi formación en estos arduos semestres, agradecer a mi núcleo familiar que desde la distancia siempre me ayudo con lo necesario para el buen desempeño de mi labor como estudiante, agradecer a todos esos profesores que me inculcaron el amor por la pedagogía y en especial por aquellos profesores que a través de su gran integridad y profesionalismo me inspiraron a superarme día a día.

También mencionar a mi querido abuelo que desde donde quiera que estés, espero que te sientas orgulloso de mí.

Diego Abarca Moya, 2018

Para todas aquellas personas que desde un comienzo me apoyaron en mi vocación, en especial a mi familia, madre hermanos y tío cuya inspiración me llevo a viajar hasta este lecho del país para enriquecer mis conocimientos y brindar a mi existencia de experiencias que jamás olvidaré, muchas gracias a mis compañeros y compañeras de generación, que fueron sin lugar a dudas los mejores compañeros y amigos que he tenido en toda mi etapa como estudiante.

Ítalo Cid Pizarro, 2018

A mis compañeros de tesis y profesor guía, al decidir afrontar este último desafío juntos, nadie dijo que sería fácil, y a pesar de los contratiempos siempre hubo apoyo y entendimiento entre nosotros, cada uno fue un pilar fundamental dentro de este proyecto.

Agradezco a cada persona, amigo y familiar que confió en mí, y que de alguna manera influencio en mis decisiones, me alentaron y ayudaron a cumplir mis metas propuestas.

En especial a mi madre que me motivo a estudiar y a dedicarme en lo que realmente me apasionara, buscando la felicidad como objetivo principal de vida.

José Gallardo Strelow, 2018

Primero que todo a Dios por acompañarme siempre en cada instante de mi vida, sea bueno o malo, a mis padres y familia en general, que me apoyan en cada decisión que he tomado.

A grandes amigos y compañeros que he conocido a lo largo de estos años de carrera, que sin duda han sido una inspiración para mí y que me han motivado a seguir adelante.

A los grandes profesores que he tenido, los cuales son un modelo a seguir, demostrando que hay esperanzas para cambiar el modelo descontextualizado de educación que hoy en día se nos presenta.

Al profesor Rodrigo Yáñez por confiar en nosotros y ser un gran líder en esta investigación.

Yovanni González Pino, 2018

# TABLA DE CONTENIDOS

INDICE DE TABLAS .....	7
INDICE DE FIGURAS.....	8
LISTADO DE ABREVIATURAS.....	8
RESUMEN.....	11
ABSTRACT .....	13
INTRODUCCIÓN .....	¡Error! Marcador no definido.
CAPÍTULO I:.....	¡Error! Marcador no definido.
MARCO TEORICO .....	¡Error! Marcador no definido.
EJERCICIO FÍSICO Y SALUD.....	¡Error! Marcador no definido.
ENTRENAMIENTO CONCURRENTES .....	¡Error! Marcador no definido.
COMPOSICIÓN CORPORAL .....	¡Error! Marcador no definido.
BIOIMPEDANCIA ELÉCTRICA .....	¡Error! Marcador no definido.
PRINCIPIOS Y PROPIEDADES BIOELÉCTRICAS DEL CUERPO HUMANO.....	¡Error! Marcador no definido.
VALORES DE REFERENCIAS DE ANGULOS DE FASE.....	¡Error! Marcador no definido.
CAPITULO II: .....	¡Error! Marcador no definido.
DISEÑO DE LA INVESTIGACION .....	¡Error! Marcador no definido.
2.1 PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA: .....	¡Error! Marcador no definido.
2.1.1 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN .....	¡Error! Marcador no definido.
2.2 HIPÓTESIS:.....	¡Error! Marcador no definido.
2.3 OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN:.....	¡Error! Marcador no definido.
OBJETIVO GENERAL .....	¡Error! Marcador no definido.
OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	¡Error! Marcador no definido.
2.4 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	¡Error! Marcador no definido.
2.5 IMPACTO ESPERADO .....	¡Error! Marcador no definido.
2.6 METODOLOGÍA .....	¡Error! Marcador no definido.
2.6.1 TIPO DE ESTUDIO.....	¡Error! Marcador no definido.
2.6.2 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	¡Error! Marcador no definido.
2.6.3 CONTEXTO DEL ESTUDIO Y SELECCIÓN DE LOS INFORMANTES.....	¡Error! Marcador no definido.
2.6.4 DEFINICIÓN DE VARIABLES .....	¡Error! Marcador no definido.
ÁNGULO DE FASE.....	¡Error! Marcador no definido.
COMPOSICIÓN CORPORAL.....	¡Error! Marcador no definido.
2.7 INFRAESTRUCTURA PARA LA APLICACIÓN DEL PROTOCOLO DE ENTRENAMIENTO CONCURRENTES .....	¡Error! Marcador no definido.

2.7.1 MONTAJE DEL PROTOCOLO BIA.....	¡Error! Marcador no definido.
2.7.2 PROGRAMA DE INTERVENCIÓN.....	¡Error! Marcador no definido.
2.8 APLICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN.....	¡Error! Marcador no definido.
2.9 LIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	¡Error! Marcador no definido.
2.10 TÉCNICAS DE RECOGIDAS DE DATOS.....	¡Error! Marcador no definido.
2.11 TRATAMIENTO ESTADÍSTICO .....	¡Error! Marcador no definido.
2.11.1 ANÁLISIS DE LOS DATOS .....	¡Error! Marcador no definido.
CAPITULO III:.....	¡Error! Marcador no definido.
RESULTADOS.....	¡Error! Marcador no definido.
CAPITULO IV:.....	¡Error! Marcador no definido.
DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....	¡Error! Marcador no definido.
ENTRENAMIENTO CONCURRENTE Y EFECTO DE INTERFERENCIA.	¡Error! Marcador no definido.
CAPITULO V: .....	¡Error! Marcador no definido.
CONCLUSIONES .....	¡Error! Marcador no definido.
BIBLIOGRAFÍA.....	¡Error! Marcador no definido.
ANEXOS.....	¡Error! Marcador no definido.
DATOS DE MUJERES EVALUADAS EN EL GRUPO CONTROL.....	¡Error! Marcador no definido.
DATOS DE MUJERES EVALUADAS EN EL GRUPO EXPERIMENTAL..	¡Error! Marcador no definido.
RESULTADOS DE VARIABLES MEDIDAS EN GRUPO EXPERIMENTAL.....	¡Error! Marcador no definido.
RESULTADOS DE VARIABLES MEDIDAS EN GRUPO CONTROL ...	¡Error! Marcador no definido.
CUESTIONARIO UTILIZADO PARA CALCULAR ACTIVIDAD FÍSICA DE LAS PARTICIPANTES .....	¡Error! Marcador no definido.
INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN.....	¡Error! Marcador no definido.

## INDICE DE TABLAS

tabla 1. protocolo de entrenamiento concurrente realizado por el grupo experimental. ....	¡Error! Marcador no definido.
tabla 2. variables básicas del grupo experimental y grupo control....	¡Error! Marcador no definido.

tabla 3. valores de composición corporal en los grupos experimental y control.... **¡Error! Marcador no definido.**

tabla 4. valores de ángulo de fase, reactancia capacitiva, impedancia y agua corporal del grupo experimental y grupo control. .... **¡Error! Marcador no definido.**

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Derivación grafica del ángulo de fase y su relación con la resistencia (R), la reactancia ( $X_c$ ) y la impedancia (Z). .... **¡Error! Marcador no definido.**

Figura 2. Conexiones en paralelo de los sistemas de resistencia y reactancia en el cuerpo humano. .... **¡Error! Marcador no definido.**

Figura 3. Diagrama de impedancia que ilustra las relaciones entre la resistencia (R), la reactancia ( $X_c$ ) y el ángulo de fase( $^\circ$ ).. .... **¡Error! Marcador no definido.**

Figura 4. Valores obtenidos en variables de composición corporal del grupo experimental y grupo control previo y posterior al protocolo de entrenamiento concurrente. **¡Error! Marcador no definido.**

Figura 5. Valores obtenidos en masa magra por segmentos corporales del grupo experimental y grupo control previo y posterior al protocolo de entrenamiento concurrente. .... **¡Error! Marcador no definido.**

Figura 6. Valores obtenidos en ángulo de fase, reactancia capacitiva e impedancia del grupo experimental y grupo control previo y posterior al protocolo de entrenamiento concurrente. .. **¡Error! Marcador no definido.**

Figura 7. Valores obtenidos en contenido de agua corporal del grupo experimental y grupo control previo y posterior al protocolo de entrenamiento concurrente. .... **¡Error! Marcador no definido.**

## LISTADO DE ABREVIATURAS

Enfermedades cardiovasculares	ECV
Organización mundial de la salud	OMS
Centros para el control y prevención de enfermedades	CDC
Encuesta nacional de salud	ENS
Colegio americano de medicina del deporte	ACSM
Enfermedades crónicas no transmisibles	ECNT
Mujer en edad fértil	MEF
Equivalente metabólico	MET
Hipertensión arterial	HTA
Lipoproteína de baja densidad	LDL
Entrenamiento intervalico de alta intensidad	HIIT
Consumo máximo de oxígeno	VO <sup>2</sup> Max
Calidad de vida	CDV
Absorciometría de rayos x de energía dual	DEXA
Conductividad eléctrica del cuerpo completo	TOBEC
Índice de masa corporal	IMC
Análisis por bioimpedancia	BIA
Angulo de fase	AF
Angulo	(°)
Impedancia corporal	Z
Reactancia	X <sub>c</sub>

Ohmios	$\Omega$
Resistividad del cuerpo	P
Infarto agudo al miocardio	IAM
Agua corporal total	ACT
Kilogramos	Kg
Agua extra celular	AEC
Hertz	Hz
Centímetros	Cm
Cuestionario global de actividad física	GPAQ
Área grasa visceral	AGV
Masa celular corporal	MCC
Contenido mineral óseo	CMO
Frecuencia cardiaca de reserva	FCR
Repetición máxima	RM
Brazo derecho	BD
Brazo izquierdo	BI
Pierna derecha	PD
Pierna izquierda	PI
Tronco	TR
Agua intra celular	AIC
Blanco de objetivo de complejo de rapamicina 1	MTORC1
Peroxisoma gama coactivador 1 alfa	PGC1alfa
Quinasa activada por adenosin monofosfato	AMPK

## **RESUMEN**

**EFFECTOS DE UN PROTOCOLO DE 12 SEMANAS DE  
ENTRENAMIENTO CONCURRENTES EN COMPOSICIÓN CORPORAL Y  
ÁNGULO DE FASE EN MUJERES MODERADAMENTE ACTIVAS DE  
LA V REGIÓN**

## **AUTORES**

Diego Abarca Moya

Ítalo Cid Pizarro

José Gallardo Strelow

Yovanni González Pino

## **DIRECTOR DE TESIS**

Rodrigo Yáñez Sepúlveda

## RESUMEN

La realidad actual respecto a indicadores de salud en la población ha generado una alarma respecto a la prevalencia de enfermedades crónicas no transmisibles (ECNT) asociadas al sedentarismo e inactividad física en mujeres, es por ello que el ejercicio físico ha demostrado ser un gran aliado en la prevención y tratamiento de estas enfermedades.

Es por ello que el objetivo de esta investigación es determinar los efectos de un protocolo de entrenamiento concurrente de 12 semanas, en composición corporal y ángulo de fase en mujeres adultas de la V región de Valparaíso Chile, y en base a esto responder a : ¿Cuál es el efecto del entrenamiento concurrente en la composición corporal y el ángulo de fase en mujeres moderadamente activas?, para responder a esta pregunta se realizó un estudio experimental en el cual se tomó una muestra de 38 mujeres de edades comprendidas entre 18 y 25 años moderadamente activas y se dividieron en un grupo experimental (27) y un grupo control (11), se evaluó la composición corporal mediante análisis por bioimpedanciometría (BIA) previo y posterior a las 12 semanas de intervención y se determinó que el protocolo de entrenamiento concurrente generó efectos estadísticamente significativos en composición corporal, disminución de masa grasa (Pre:  $24,7 \pm 5,7$  kg / Post:  $20,4 \pm 4,2$  kg  $p= 0,000$ ) y aumento de masa muscular (Pre:  $22,7 \pm 3,2$  kg / Post:  $23,5 \pm 3,4$  kg  $p= 0,000$ ), así como un incremento en el ángulo de fase total (Pre:  $5,72^\circ \pm 0,4$  / Post:  $6,23^\circ \pm 0,5$   $p=0,000$ ), en el grupo experimental, mientras que en el grupo control no se apreciaron diferencias significativas.

Estos resultados ponen en evidencia que un protocolo de entrenamiento concurrente parece ser un gran aliado en la búsqueda de mejoras en la composición corporal y ángulo de fase, los cuales se vinculan con un incremento en el estado de salud y disminución de factores de riesgo asociados a las enfermedades crónicas no transmisibles (ECNT).

PALABRAS CLAVES: Entrenamiento Concurrente, Bioimpedanciometria, composición corporal, ángulo de fase, mujeres adultas, Salud.

## ABSTRACT

According to the population health indicators in the present, it has generated an alarm respect to the chronical non-communicable disease (NCDs) connected to the sedentariness and physical inactivity in women, for this reason, the exercise has proven being a great ally in the prevention and treatment of the mention diseases.

Therefore, the aim of this investigation with adult women from Valparaiso, V region, Chile, is to determine the effect in the present training protocol of 12 weeks in their body composition and phase angle. Based on this, try to give an answer to the following question: which is the present training effect in the body composition and the phase angle in women relatively active? To give an answer to this question, an experimental study took place, in which we took samples from 38 women with different ages between 18 and 25 years that were relatively active and were divided in an experimental group (27) and a control group (11). The body composition was evaluated through a bioimpedance analysis (BIA) before and after the 12 weeks of intervention and was determined that the present training protocol generate significant statistical effects in the body composition, reduction of the fat mass (PRE:  $24,7 \pm 5,7$  kg / POST:  $20,4 \pm 4,2$  kg  $p= 0,000$ ) and an increase in the body mass (PRE:  $22,7 \pm 3,2$  kg / POST:  $23,5 \pm 3,4$  kg  $p= 0,000$ ), as well as an increase in the total of the phase angle (PRE:  $5,72^\circ \pm 0,4$  / POST:  $6,23^\circ \pm 0,5$   $p=0,000$ ) in the experimental group, meanwhile, in the control group, there were any significant differences.

These results reveal that a present training protocol it seems to be an ally in the search of body composition and phase angle improvements, which are linked to an increase of the health state and a risk factors reduction associated to the chronical non-communicable disease (NCDs).

Key words: Present training, bioimpedance, body composition, phase angle, adult women, health.

# INTRODUCCIÓN

Actualmente el sedentarismo, la obesidad y los malos hábitos alimenticios están provocando problemas a nivel epidemiológico, económico y social en Chile, estudios epidemiológicos han demostrado una asociación positiva entre adiposidad, marcadores metabólicos y de inflamación, los que incrementan el riesgo de enfermedades metabólicas, como enfermedades cardiovasculares (ECV) y diabetes mellitus tipo 2 (Labraña et al., 2017).

Los problemas económicos relacionados a la obesidad están estimados a ser cada vez mayores como lo plantean los siguientes autores: Se estima que el costo económico asociado

a obesidad corresponde a 2,2% del costo total de atención médica, proyectándose a 3% para el año 2030. Mientras que la obesidad representa la segunda causa de años de vida perdidos por muerte o por discapacidad prematura y la sexta causa de muerte a nivel nacional (Labraña et al., 2017).

Siendo el sedentarismo una de las grandes preocupaciones de entes nacionales e internacionales, se continúan teniendo bajos porcentajes de población que realiza actividad física.

En relación con la prevalencia de actividad física, la mayoría de los estudios reportan que muy bajos porcentajes de población realizan actividad física; por lo tanto, entes nacionales e internacionales incluyen dentro de sus objetivos sectoriales el incremento de la práctica de actividad física en todos los grupos de edad (Vidarte, Vélez, Sandoval, & Alfonso, 2011).

Siendo bajos los porcentajes de actividad física podemos inferir que los niveles de sedentarismo en la población chilena se presenten en altos porcentaje tanto en hombre como mujeres, como se describe a continuación.

Cabe señalar que Chile, al igual que el resto de los países latinoamericanos, presenta altos niveles de inactividad física y sedentarismo (18,9% y 35,9% respectivamente) (Cristi-Montero et al., 2016). si se visualizan los resultados en los jóvenes encontramos que de acuerdo a diversos estudios, se ha constatado que uno de los factores de riesgo más frecuentes entre los estudiantes universitarios es el sedentarismo, en Chile se han reportado prevalencias de 87,8% y 75,9% según la Encuesta Nacional de Salud (ENS) 2009-2010 (para el grupo etario de 15- 24 años) (Morales, del Valle, Soto, & Ivanovic, 2013), con respecto al género, se ha encontrado que las mujeres universitarias son más sedentarias que los hombres. De acuerdo al estudio realizado por Martínez y cols. 2012, en estudiantes chilenos de la Universidad Austral de Chile, se encontró un 91% de sedentarismo en mujeres y un 81% en hombres (Morales, del Valle, Soto, & Ivanovic, 2013). En Chile, de acuerdo a la ENS 2009-2010 se encontró un IMC promedio de 24,4 kg/m<sup>2</sup> tanto en hombres como en mujeres de 15-24 años, muy cercano al límite superior de la normalidad (IMC normal: 18,5-24,9 kg/m<sup>2</sup>) (Morales, del Valle, Soto, & Ivanovic, 2013) y altos porcentajes de obesidad, según la Encuesta Nacional de Salud del 2010 la prevalencia de obesidad en mujeres es mayor que en

hombres, alcanzando el 30,7% y 19,2%, respectivamente. Esta diferencia es estadísticamente significativa. (Ministerio de Salud, 2010)

Las mujeres en Chile tienen porcentajes de sedentarismo y obesidad mayor a los hombres y una alta prevalencia en enfermedades crónicas no transmisibles en el largo plazo, la obesidad se asocia a problemas reproductivos y al desarrollo de enfermedades crónicas no transmisibles (ECNT), tales como hipertensión arterial, diabetes tipo II, dislipidemias y algunos tipos de cáncer (Araya, Padilla, Garmendia, Atalah, & Uauy, 2014). A pesar de que las cifras de obesidad en Chile se sitúan entre los primeros lugares del mundo y el grupo de mujeres en edad fértil (MEF) es un grupo estratégico de intervención para prevenir la obesidad y ECNT tanto en la mujer como en su descendencia, no existen estadísticas nacionales sobre la evolución de la obesidad en este grupo, existiendo sólo dos encuestas transversales (Encuesta Nacional de Salud [ENS] 2003 y 2009-2010), (Araya, Padilla, Garmendia, Atalah, & Uauy, 2014).

En este sentido, el ejercicio físico ha demostrado ser una muy buena terapia para la prevención y la mejora de los parámetros relacionados con la salud, se han encontrado estudios que muestran mejorías establecidas a partir de la aplicación de programas de actividad física en personas adultas mayores en quienes las enfermedades con mayor prevalencia han sido: hipertensión arterial (55,2%), tabaquismo (15,7%) y diabetes (9,7%) (Vélez & Vidarte, 2016). Se ha estimado que un incremento de sólo 1-MET (equivalente metabólico =  $\sim 3,5 \text{ mlO}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ ) es capaz de reducir en un 15% el riesgo de desarrollar enfermedades cardiovasculares (ECVs) y en un 13% el riesgo de mortalidad global (Cristi-Montero et al., 2016), estos resultados revelan que un incremento ligero en los niveles de actividad física de intensidad moderada/vigorosa, como lo es desplazarse del cuartil 1 (< 600 METs/min/semana) al cuartil 2 (600-2999 METs/min/semana) induce una reducción importante en la prevalencia de diabetes mellitus (-4,7% y -8%), hipertensión arterial (HTA) (-9,9% y -7,7%), y síndrome metabólico (-3,6% y -11,7%), para mujeres y hombres, respectivamente (Celis-morales et al., 2015). Diversos estudios muestran mejoras en la respuesta metabólica y diabetes, la prescripción adecuada del ejercicio aeróbico y de fuerza en el diabético es un pilar fundamental en su manejo, tratamiento, control y pronóstico y tiene

múltiples beneficios, no solo en el control glicémico, sino también en parámetros cardiovasculares, metabólicos, antropométricos, psicosociales e incluso mortalidad (Marquez, Marquez, & Suarez, 2012). Se ha evidenciado que un protocolo de 12 semanas de ejercicio HIIT + consejería nutricional muestran mejoras no solo en parámetros de salud cardiometabólica (reducción de la grasa, glicemia, HbA1c), sino también parámetros relacionados con la calidad de vida de pacientes con diabetes (Mangiamarchi, y otros, 2017). En cuanto a la práctica de la actividad física en personas con cáncer se ven beneficios en los siguientes ámbitos: la práctica regular de ejercicio que tiene un efecto positivo en el estado de salud, la condición física, los síntomas, el vigor, la red de apoyo psicosocial y la calidad de vida (CdV) de las personas mayores afectadas de cáncer (Gragera, Gomez, & serda, 2012). El ejercicio físico es considerado una intervención no farmacológica eficaz en la promoción del bienestar físico, mental y funcional de pacientes con cáncer (Meneses-echávez, González-jiménez, Correa-bautista, & Valle, 2015). Enfermedad coronaria, si bien la práctica de actividad física se asocia a una reducción en el desarrollo de enfermedades cardiovasculares (ECVs), se desconoce la naturaleza de esta asociación en la población chilena (Celis-morales et al., 2015). Mejoras en la respuesta pulmonar aunque la Rehabilitación Pulmonar es practicada como una intervención multidisciplinaria, los análisis basados en la evidencia muestran que el componente más efectivo es el entrenamiento con ejercicio (Vargas, 2003). Y calidad de vida.

Las evidencias muestran que el ejercicio mejora la composición corporal y los parámetros bioquímicos de salud “en este contexto, el principal hallazgo del presente estudio fue una significativa reducción de la masa grasa corporal en sujetos con sobrepeso u obesidad luego de sólo 12 sesiones de entrenamiento intermitente de alta intensidad. Específicamente, la grasa corporal disminuyó en damas y varones conllevando a una reducción en el peso corporal de los sujetos en el corto plazo” (Cifuentes, Diaz, Mancilla, Martinez, & Molina, 2016). Demostrando que la actividad física presenta mejoras en diversos niveles de los factores nombrados.

Las recomendaciones de ejercicio físico actuales que son las siguientes. Las recomendaciones internacionales sugieren realizar al menos 150 min a la semana de actividad física de intensidad moderada a vigorosa, o 75 min a la semana de actividad física de

intensidad vigorosa, o bien, la combinación de ambas (Cristi-Montero et al., 2016). El análisis de la composición corporal ha demostrado ser un gran aliado en la elaboración de pautas para mejorar la salud y el rendimiento tanto en deportistas como en la población sedentaria o inactiva físicamente.

Existen diversos métodos de evaluación de la composición corporal, tales como Densitometría dual energética de rayos X (DEXA), Conductividad eléctrica de cuerpo completo (TOBEC), antropometría entre otros, cada uno con diversas características, sin embargo, el foco de esta investigación recae en el método de análisis por bioimpedancia eléctrica (BIA).

El análisis de la composición corporal mediante la utilización del análisis de la bioimpedancia ha confirmado ser un método útil para la estimación de la composición corporal (Chula de Castro, Rodrigues de Lima, & Santos Silva, 2018), es un método no invasivo, de bajo costo y de uso común para las mediciones de la composición corporal y la evaluación del estado clínico (Camina, de Meteo, & Redondo del Río, 2014), un importante recurso para pronosticar estados de salud (Quesada Leyva, Leon Ramentol, Betancourt Bethencourt, & Nicolau Pestana, 2016) obteniendo datos de importante utilidad como es el agua corporal intra y extracelular, masa Grasa y masa Libre de grasa (Jaffrin and Morel, 2008; Talma et al., 2013; Kyle et al ., 2015).

El principio físico de la BIA consiste en la oposición que ofrece un tejido biológico al paso de la corriente eléctrica alterna. El fundamento principal de la técnica de BIA es valorar la respuesta de los tejidos al paso de una corriente eléctrica de tipo alterno, que deberá ser de un voltaje muy bajo e indoloro para el humano. (Quesada Leyva et al., 2016).

El evaluar con bioimpedancia tiene una importante utilidad, ya que mediante su análisis se obtiene un parámetro que está directamente relacionado con la salud y la calidad de la integridad celular, dicho parámetro se denomina ángulo de fase (AF).

Respecto al ángulo de fase se propone que es; proporcional a la masa de células del cuerpo. Se ha documentado su correlación directa con el estado nutricional celular. Altos valores de ángulo de fase significan bienestar, mientras que los valores bajos de ángulo de fase indican un mal estado de las células (Małecka-Massalska et al., 2017).

Una gran cantidad de ensayos clínicos proponen el AF como un marcador pronóstico útil en condiciones clínicas, como en cirrosis hepática, en cáncer de mama, colon, páncreas, pulmón, también se observó en pacientes con VIH positivos, y quirúrgicos una asociación positiva entre el AF y la supervivencia. Varios autores sugieren que el AF puede ser una herramienta importante para evaluar el resultado clínico o para evaluar la progresión de la enfermedad y este puede ser superior a otros indicadores nutricionales, bioquímicos o antropométricos (LLames, L. Baldomero, V. Iglesias, M. Rodota, 2013).

La determinación del ángulo de fase aprovecha las propiedades de conducción eléctrica del cuerpo, el AF expresa cambios en la cantidad y la calidad de la masa de los tejidos blandos (es decir, permeabilidad de la membrana celular e hidratación). Exponiendo resultados que al ser interpretados se busca que mejoren con el entrenamiento.

Es por ello que el propósito de esta investigación es determinar los efectos de un protocolo de entrenamiento concurrente de 12 semanas en mujeres moderadamente activas e identificar los efectos de éste y verificar los efectos en la composición corporal y ángulo de fase.

**CAPÍTULO I:**  
**MARCO TEORICO**

Como punto inicial a la hora de abordar el marco referencial de esta investigación, es necesario e importante realizar una distinción entre los términos “actividad física” y “ejercicio físico”, terminología comúnmente utilizada de forma sinonímica produciendo confusiones conceptuales en la sociedad, pero que según las características propias de cada concepto existen diferencias entre ellas.

La actividad física está definida como el movimiento corporal producido por la contracción de los músculos esqueléticos, que requiere un gasto de energía. El ejercicio es considerado un subconjunto de actividad física: el movimiento planeado, estructurado, repetitivo y corporal realizado para mejorar o mantener a uno o más componentes de una buena salud (Hernández & Licea, 2010).

Contextualizando a nuestro país, desde las políticas públicas levantadas que se refieren al deporte en Chile, también podemos encontrar una diferenciación en estos términos realizada por el Ministerio del Deporte, donde los definen de la siguiente manera: la actividad física se define como cualquier acción corporal intencionada, orientada a satisfacer las necesidades de la vida diaria, laboral, social o lúdica, generando un gasto energético por sobre los requerimientos basales (Ministerio del Deporte, 2016) mientras que el ejercicio físico se caracteriza por ser planificado, estructurado y repetitivo, realizado con un objetivo, frecuentemente asociado a mejorar o mantener la condición física de la persona, en relación a ciertos atributos como la resistencia cardiovascular y respiratoria, resistencia muscular, flexibilidad y velocidad.

El ejercicio físico tiene una clara intencionalidad y sistematicidad que genera una diversidad de adaptaciones tanto a nivel muscular, óseo y metabólico como a nivel respiratorio y cardiovascular, mejorando de esta manera el estado de salud de las personas (Ministerio del Deporte, 2016 citando a OMS, s.f.; Terrero, 2010 y Cristi-Montero y Rodríguez, 2014)

## EJERCICIO FÍSICO Y SALUD

Muchas entidades médicas recomiendan la actividad física a la población en general, incluidos los Centros para el Control y Prevención de Enfermedades (CDC) y el Colegio Estadounidense de Medicina del Deporte (ACSM), porque se considera una herramienta importante para la mejora de la salud pública (Peluso & Guerra de Andrade, 2005).

La participación en actividad física regular y ejercicio proporciona numerosos beneficios para la salud, tales beneficios varían generalmente de acuerdo con el volumen completado que se refleja por la intensidad, la duración y la frecuencia. (Hills, Street, & Byrne, 2015).

La Organización Mundial de la Salud (OMS) considera la actividad física como el factor que interviene en el estado de la salud de las personas, y la define como la principal estrategia en la prevención de la obesidad entendiéndola como, cualquier movimiento corporal producido por los músculos esqueléticos y que produce un gasto energético por encima de la tasa de metabolismo basal. Incluye actividades de rutina diaria, como las tareas del hogar y del trabajo. (Vidarte, Vélez, Sandoval, & Alfonso, 2011 citando a la web de la OMS).

La promoción de la salud apropia la actividad física como una herramienta eficiente para optimizar los procesos relacionados con la disminución de factores de riesgo inherentes al sedentarismo (Vidarte et al., 2011), siendo el sedentarismo uno de los principales problemas a nivel mundial, en los últimos años muchas entidades buscan formas de intervenir positivamente en contra de esta, es por eso que el autor habla de formas de intervención a dicho problema.

La promoción de la salud es complementaria con la prevención primaria, prepara y condiciona las intervenciones individuales y colectivas desde la actividad y el ejercicio físico, y se vincula al concepto de salud y calidad de vida como una estrategia o intervención efectiva que permite mejorar la autopercepción y el nivel de satisfacción de las necesidades individuales y colectivas (Vidarte et al., 2011).

De igual forma, se hace referencia a la manera en que la promoción de la salud apropia la actividad física como una herramienta eficiente para optimizar los procesos relacionados con la disminución de factores de riesgo inherentes al sedentarismo. Esta representa un proceso integral social y político, que no solo abarca acciones dirigidas a fortalecer las habilidades y capacidades de los individuos, sino también acciones dirigidas a las cambiantes condiciones

sociales, ambientales y económicas, a fin de aliviar su impacto en la salud (Vidarte et al., 2011), está demostrado que: el ejercicio vigoroso y moderado es efectivo para reducir el contenido de triglicéridos intrahepáticos; el efecto de esta reducción parece relacionarse con la pérdida de peso.(Penedo & Jason, 2005).

Finalmente, se afirma que: la actividad física y los deportes regulares pueden contribuir a una reducción de la morbimortalidad general y, por lo tanto, pueden tener un impacto considerable en la salud de la sociedad en general. Los efectos beneficiosos para la salud del ejercicio aún se evalúan de manera convincente y existe evidencia adicional de que la actividad física puede resultar en mejoras en enfermedades metabólicas y cardiorrespiratorias específicas similares a los tratamientos farmacológicos (Faude, Zahner, & Donath, 2015).

## ENTRENAMIENTO CONCURRENTE

El entrenamiento concurrente surge como un método que se centra en el trabajo de dos capacidades físicas opuestas como lo son: la fuerza que según (Bompa, 2003, pp. 266), la define como la capacidad del sujeto, de superar la resistencia externa u oponérsele gracias a esfuerzos musculares, posee varias direcciones entre las cuales se tiene, el acondicionamiento anatómico, la hipertrofia, la potencia, la fuerza máxima y la fuerza a la resistencia. Y la resistencia que según (Weineck, 2005, pp. 131), se entiende como: la capacidad del deportista para soportar la fatiga psicofísica.

El entrenamiento concurrente es definido como: Una combinación del entrenamiento de fuerza y resistencia, bien sea en la misma sesión (intra-sesión), en el mismo día (intersesión), o incluso, en días alternos (intra-microciclo) (García & Gil Galindo, 2017).

El trabajo simultáneo de ambas capacidades (fuerza y resistencia) es una de las más habituales y, al mismo tiempo, una de las que más debate ha generado en los últimos años (García, Arriaza, Valverde, Moya, & Mardones, 2017).

El papel más importante y determinante lo desempeña la intensidad del entrenamiento, ya que una mala conjugación de las intensidades de ambas capacidades físicas puede desembocar en una clara interferencia en las adaptaciones producidas, y por consiguiente una disminución en el rendimiento del deportista (Sánchez López & Rodríguez Pérez, 2016). Esta

interferencia se evidencia por una falta de aumento de  $VO_2$  y de enzimas oxidativas (Nelson, Arnall, Loy, Silvester, & Conlee, 1990). Teniendo en cuenta la importancia de la intensidad debemos ser objetivos y claros cuando seleccionamos el entrenamiento concurrente como nuestro protocolo a seguir, debido a que este induce aumentos en la fuerza muscular y en la potencia aeróbica. Sin embargo, los incrementos en la potencia aeróbica y en la fuerza muscular de aquellos sujetos que realizan un entrenamiento concurrente fueron de menor magnitud que los inducidos por el entrenamiento por sí solo de la resistencia y de la fuerza respectivamente. Además, la realización de un entrenamiento solo de resistencia no incrementó la fuerza muscular, mientras que el entrenamiento de la fuerza mejoró la fuerza muscular pero no la potencia aeróbica (Brett & Jeffrey, 1998). la combinación del entrenamiento concurrente así como depende de la intensidad, existen autores como García-orea et al (2016) los cuales dicen que el entrenamiento y desarrollo de la fuerza es más necesario y positivo para la mejora de la resistencia que viceversa. Por esta razón se puede y debe incorporar el entrenamiento de la fuerza cuando el objetivo sea mejorar el rendimiento en resistencia, sin temor a interferir con el desarrollo de la capacidad aeróbica.

El entrenamiento concurrente promueve modificaciones benéficas en variables bioquímicas como lípidos plasmáticos (triglicéridos, colesterol total, colesterol LDL) así como también mejora la composición corporal disminuyendo la masa grasa, en especial en el tronco (Antunes et al., 2015).

Las adaptaciones en fuerza y resistencia se manifiestan en ganancias que mejoran el rendimiento en disciplinas de media o larga duración sin que se produzcan posibles interferencias inherentes a las que generan ambas capacidades cuando son entrenadas por separado. (Garcia et al., 2017). Sin embargo, las conjugaciones e intensidades a realizar en estas dos capacidades deben ser monitoreadas o pueden desembocar en un rendimiento deteriorado en el entrenamiento de fuerza si antes se realiza el entrenamiento de resistencia debido a que las concentraciones de cortisol en sangre y de lactato fueron mayores cuando se realizó entrenamiento de resistencia antes del entrenamiento de fuerza que viceversa. Como tal, se puede sugerir que conducir la resistencia antes del entrenamiento de fuerza puede dar como resultado respuestas agudas desfavorables al entrenamiento de fuerza cuando el entrenamiento de fuerza se realiza con cargas altas (Jones, Howatson, Russell, & French,

2017). Sin embargo, el entrenamiento concurrente genera efectos de hipertrofia incluso al poseer un componente aeróbico, pero la nutrición y el volumen de entrenamiento condicionan los niveles de ganancia de masa muscular (Murach & Bagley, 2016).

Los entrenamientos de resistencia y de fuerza realizados en días separados provocan respuestas neuromusculares y endocrinas agudas y patrones de recuperación diferentes que podrían en parte explicar las limitaciones en las ganancias de fuerza cuando ambos entrenamientos se combinan en la misma sesión, sin embargo, el entrenamiento concurrente puede tener beneficios adicionales cuando el propósito es reducir el componente grasa y mejorar la composición corporal, especialmente cuando el entrenamiento cardiovascular es de alta intensidad (García-orea et al., 2016).

Los hallazgos actuales sugieren que las personas con un largo historial de entrenamiento de fuerza pueden mejorar la fuerza máxima en el tren inferior, realizando entrenamiento concurrente y aumentar su  $VO_2\text{max}$  si lo complementan con entrenamiento de intervalos de alta intensidad (HIIT) (Petré, Löfving, & Psilander, 2018).

Sumar el entrenamiento concurrente a la intervención nutricional correspondiente, es especialmente efectivo en la reducción de masa corporal, adiposidad central, grasa corporal y perfil lipídico (Brandao et al., 2018).

## COMPOSICIÓN CORPORAL

La comprensión de la composición corporal es crucial para comprender la salud, la enfermedad y la función humana. La investigación en composición corporal se ha centrado en el desarrollo de métodos de evaluación, la descripción de los cambios normales en la composición corporal con el crecimiento, el desarrollo, el envejecimiento y los cambios que ocurren en la composición corporal en respuesta a desafíos que van desde enfermedades hasta intervenciones planificadas. Cada enfoque es significativo, y en cierto sentido, son interdependientes, porque los avances tecnológicos permiten abordar cuestiones más sofisticadas, lo que a su vez impulsa el desarrollo de mejores métodos. (Going, Vinson, Blew, Laddu, & Hetherington-Rauth, 2014).

La medición de la composición corporal proporciona una valoración real del nivel físico. La relación de la composición corporal con la salud es aplicada en diversos estudios epidemiológicos donde se definen los beneficios referidos a la escasa adiposidad, aceptable distribución de grasa y la relación entre el exceso con los riesgos de padecer enfermedad aguda o crónica (diabetes, hipertensión arterial, problemas coronarios) (Sergio Mauricio Castañeda Tovar a & Bermúdez, 1919).

El estudio de la composición corporal intenta dividir y cuantificar el peso corporal o la masa en sus componentes básicos. El peso corporal es una medida común de la masa del cuerpo, que se puede estudiar en varios niveles desde elementos químicos básicos y tejidos específicos hasta todo el cuerpo (Malina, 2007).

La composición corporal refleja la cantidad de grasa visceral, la cual se relaciona con el desarrollo de enfermedades crónicas no transmisibles, particularmente la cardiovasculares (Lopes Rosado, Bressan, D&apos;Andrea, & Vogel, 2010).

La cuantificación de la composición del cuerpo humano ha desempeñado un papel importante en el seguimiento de todos los regímenes de entrenamiento y rendimiento del atleta, pero especialmente en la gravitación, la clase de peso y los deportes estéticos donde la composición tisular del cuerpo afecta profundamente el rendimiento o la adjudicación (Ackland et al., 2012).

La composición corporal está relacionada con varios estados fisiológicos y patológicos. La caracterización de los componentes corporales individuales se suma a la comprensión de los datos metabólicos, endocrinos y genéticos sobre la obesidad y los riesgos metabólicos relacionados con la obesidad, por ejemplo, la resistencia a la insulina (Muller et al., 2012).

La obesidad está asociada con un incremento de la morbilidad y mortalidad cardiovascular, ha sido relacionada la cantidad de grasa, en particular la grasa intra-abdominal con el incremento del riesgo cardiovascular, más que el IMC (Quesada Leyva, Leon Ramentol, Betancourt Bethencourt, & Nicolau Pestana, 2016).

## BIOIMPEDANCIA ELÉCTRICA

La bioimpedancia eléctrica (BIA) es una técnica que se usa para medir la composición corporal que tiene el cuerpo humano, se basa en la capacidad de éste para conducir la corriente eléctrica. Permite medir los parámetros bioeléctricos en sistemas biológicos. (Quesada Leyva et al., 2016)

La bioimpedancia eléctrica mide la impedancia o la resistencia al flujo de corriente eléctrica a través de los fluidos corporales contenidos fundamentalmente en los tejidos magros y grasos” (Tovar G, González J, Martí G, & Schmidt R, 2017)

El análisis por bioimpedancia eléctrica (BIA), además de presentar las ventajas de la antropometría (simplicidad, seguridad, costo-efectividad, etc.), no requiere personal especializado para su implementación o colaboración activa del paciente, por lo que el error de medición es menor que el de la antropometría, siempre que se realice correctamente. (Camina, de Meteo, & Redondo del Río, 2014). También es seguro, ya que no estimula los tejidos eléctricamente excitables del cuerpo” (Tovar G et al., 2017)

La disponibilidad de componentes electrónicos de fase-sensible ha aumentado el interés en el uso de la impedancia bioeléctrica para estimar la composición del cuerpo en los campos de la nutrición humana, la biología humana, la fisiología y la medicina deportiva (Baumgartner, Cameron Chumlea, & Roche, 1988).

Es un método no invasivo y de fácil aplicación en todo tipo de poblaciones. Conocer su funcionamiento, así como sus bases físicas, permite comprender mejor su utilización y, por tanto, la aplicación estricta de las condiciones de medida, para asegurar la fiabilidad de los resultados obtenidos. La BIA es un buen método para determinar el agua corporal y la masa libre de grasa en personas sin alteraciones de líquidos corporales y electrolitos. Se deben utilizar ecuaciones de predicción ajustada a la edad y al sexo, adecuada a la población y deben haber sido validadas frente a métodos de referencia. (Alvero-Cruz, Correas Gomez, Ronconi, Fernández Vazqu ez, & Porta i Manza nido, 2011)

## PRINCIPIOS Y PROPIEDADES BIOELÉCTRICAS DEL CUERPO HUMANO

La impedancia corporal ( $Z$ ) medida en ohmios, es el cuadrado de resistencia ( $R$ ) y la reactancia ( $X_c$ ) está en función de 2 componentes o vectores: (fig. 1) Estos 2 vectores estarían de acuerdo a la ecuación:

$$Z^2 = R^2 + X_c^2$$

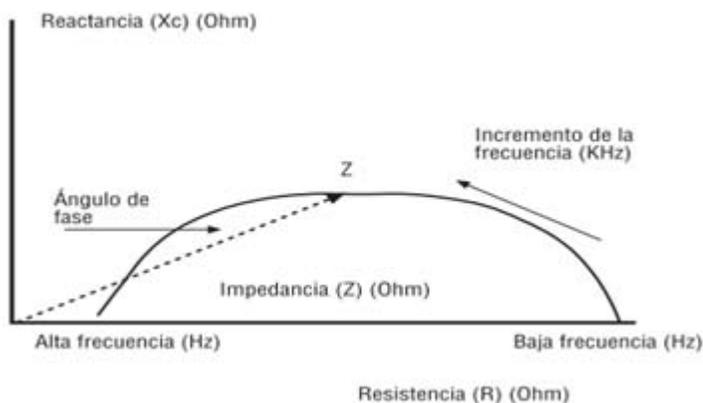


Figura 1. Derivación gráfica del ángulo de fase y su relación con la resistencia ( $R$ ), la reactancia ( $X_c$ ) y la impedancia ( $Z$ ).

La  $R$  representa la resistencia de los tejidos al paso de una corriente eléctrica y  $X_c$  es la oposición adicional debida a la capacitancia de esos tejidos y las membranas celulares (es el llamado componente dieléctrico), y estos valores dependen de la frecuencia de la corriente eléctrica. La reactancia se debe al efecto eléctrico de la carga ofrecida durante períodos cortos, por el componente lipídico de las membranas de la masa celular.

La resistencia es proporcional a la longitud del cuerpo (generalmente se considera su longitud o altura) e inversamente proporcional al área de sección (generalmente las medidas que representan los perímetros de los segmentos del tronco y de las extremidades). Por ello, un cuerpo largo tendrá una gran resistencia en relación con uno más corto, y un cuerpo con un área de sección pequeña tendrá una resistencia menor.

Matemáticamente, el volumen del conductor puede estimarse con la ecuación:

$$A = V/L$$

$$R = \rho (L/A)$$

$$R = \rho L (L/V)$$

$V = \rho L^2/R$  siendo  $\rho$  una constante de resistividad del cuerpo.

Esta relación volumétrica asume que el conductor tiene una forma uniforme y que la corriente también se distribuye uniformemente. La constante de resistividad del cuerpo ( $\rho$ ) en ohms/cm es independiente del tamaño y la forma, y es similar a la gravedad específica. Si se sustituye la longitud por la estatura, obtenemos el cociente del cuadrado de la estatura por la resistencia (estatura<sup>2</sup>/R), en cm<sup>2</sup>/Ω, y este es el conocido índice de impedancia, que es proporcional al volumen corporal. Este índice es de gran importancia, ya que se presenta en la mayoría de las ecuaciones de predicción, como la mayor y más importante variable predictora del agua corporal total (ACT).

Los aparatos de impedancia eléctrica introducen generalmente en el cuerpo una corriente alterna de amperaje muy bajo (imperceptible), que discurre por el cuerpo, actuando el agua corporal como elemento conductor y la resistencia que ofrece el fluido al paso de esa corriente es medida por el impedanciómetro.

La resistencia en el cuerpo no es la misma que la de los conductores no biológicos. La reactancia está causada por la resistencia ofrecida por las membranas celulares, los tejidos de sostén y los tejidos no-iónicos que retardan el paso de la corriente. Los flujos eléctricos de corriente atraviesan de forma diferente tanto los líquidos extracelulares, como los intracelulares, y son dependientes de la frecuencia de la corriente. En frecuencias de 5 Hz o menores, esta corriente fluye muy bien por el agua extracelular (AEC) con una reactancia muy baja. Con frecuencias por encima de 100 Hz, la corriente penetra en los tejidos corporales también con una reactancia mínima (fig 2). La reactancia y el ángulo de fase describen la relación entre la bioimpedancia y el cuerpo. Algunos estudios han mostrado la relación entre la reactancia ( $X_c$ ) y el ángulo de fase con variables fisiológicas, nutricionales y de esperanza de vida.

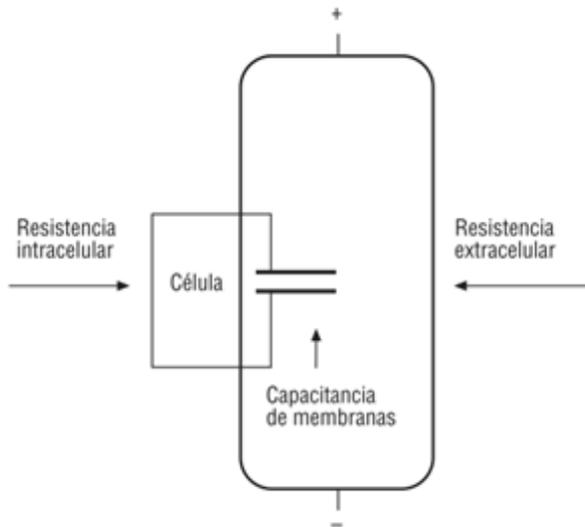


Figura 2. Conexiones en paralelo de los sistemas de resistencia y reactancia en el cuerpo humano.

La constante de resistividad ( $\rho$ ) no es igual en todos los segmentos del cuerpo humano y esto se debe a las variaciones intra-individuales e interindividuales de la composición de los diferentes tejidos, que en suma son parte de las diferencias interindividuales y de la existencia de errores de predicción en la estimación de la composición corporal mediante BIA (Alvero-Cruz, Correas Gomez, Ronconi, Fernández Vazquéz, & Porta i Manzañido, 2011).

La resistencia bioeléctrica es la oposición pura de un conductor biológico al flujo de una corriente eléctrica alterna mientras que la reactancia es el efecto resistivo debido a la capacitancia producida por las interfaces tisulares y las membranas celulares (Baumgartner et al., 1988). El apaciguamiento o el almacenamiento de carga eléctrica por un condensador causa la corriente para quedarse atrás de la tensión, creando un cambio de fase. Este cambio se cuantifica geométricamente como la transformación angular de la relación de reactancia ( $X_c$ ) a resistencia ( $R$ ), o el ángulo de fase ( $\theta$ ). Las relaciones geométricas entre impedancia, resistencia, reactancia, ángulo de fase y frecuencia de una corriente eléctrica se ilustran en la figura 3.

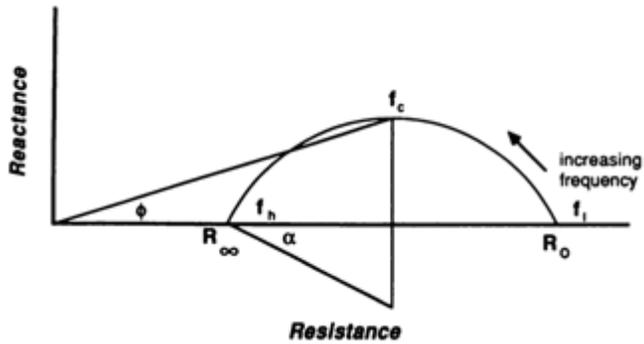


Figura 3. Diagrama de impedancia que ilustra las relaciones entre la resistencia (R), la reactancia ( $X_c$ ) y el ángulo de fase( $\phi$ ). El ángulo de fase para un conductor biológico es máximo a una frecuencia crítica (Baumgartner et al. 1988).

El ángulo de fase (AF) es el parámetro de la BIA mayormente establecido para el diagnóstico de la desnutrición y el pronóstico clínico, ambos asociados con cambios en la integridad de la membrana celular y las alteraciones en el balance de líquido. El AF expresa cambios en la cantidad y la calidad de la masa de los tejidos blandos (es decir, permeabilidad de la membrana celular e hidratación).

Una gran cantidad de ensayos clínicos proponen el AF como un marcador pronóstico útil en condiciones clínicas, como en cirrosis hepática, en cáncer de mama, colon, páncreas, pulmón, también se observó en pacientes con VIH- positivos, y quirúrgicos existe una asociación positiva entre el AF y la supervivencia.

Varios autores sugieren que el AF puede ser una herramienta importante para evaluar el resultado clínico o para evaluar la progresión de la enfermedad y este puede ser superior a otros indicadores nutricionales, bioquímicos o antropométricos (LLames, L. Baldomero, V. Iglesias, M. Rodota, 2013).

## VALORES DE REFERENCIAS DE ANGULOS DE FASE

Dicho ángulo de fase cuyo valor oscila entre 2° y 12°, es significativamente mayor en el sexo masculino, dado que este desde el punto de vista genético posee mayor masa muscular, al ser comparado con el sexo femenino en cualquiera de las categorías de edad. El mismo expresa, desde el punto de vista biológico, tanto la calidad como la cantidad de tejidos blandos, o lo que es lo mismo la hidratación de los tejidos o distribución del agua entre los espacios intra y extracelulares y la permeabilidad de las membranas celulares, lo que nos permitiría interpretar la integridad de las mismas (Rodríguez & Almagiá, 2016 pp.169).

Los valores de referencia expuestos por (Barbosa-Silva, Barros, Wang, Heymsfield, & Pierson, 2005), señalan valores de ángulo de fase en mujeres de edades comprendidas entre 18 y 20 años de  $7,04 \pm 0,85$  (5,90 , 8,91) y valores angulares de  $6,98 \pm 0,92$  (5,64, 8,55) en edades comprendidas entre 20 y 29 años.

Valores inferiores de ángulo de fase demuestran prevalencia de fragilidad en población tanto femenina como masculina especialmente en población adulta mayor (Wilhelm-Leen, Hall, Horwitz, & Chertow, 2013).

CAPITULO II:  
DISEÑO DE LA INVESTIGACION

## 2.1 PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA:

La Encuesta Nacional de Salud (ENS) arroja datos preocupantes sobre la mujer, el 29,1% de las mujeres fuma cigarrillos, el 90% son sedentarias, el 36,4% presenta sobrepeso, el 33,7% presenta obesidad y el 4,7% obesidad mórbida. Un 27,7% presenta sospecha de hipertensión arterial (HTA). El 14% presenta sospecha de Diabetes mellitus. 2,8% posee auto-reporte de infarto agudo al miocardio (IAM). (Ministerio de salud, n.d.).

Todas estas cifras preocupantes con respecto a la salud de la mujer se deben combatir, y una de las maneras más efectivas es el ejercicio físico, (Watson & Baar, 2014) indican que: dado el estrés fisiológico asociado con el ejercicio y las adaptaciones que se producen para manejar esta tensión, no es de extrañar que el ejercicio se prescriba para prevenir o tratar una multitud de enfermedades degenerativas como las cardiovasculares, el cáncer, la diabetes, la depresión, la enfermedad de Alzheimer, el Parkinson y muchos otros.

De acuerdo con lo anterior, existen muchas maneras de realizar actividad física y ejercitarse, en este sentido surgen métodos de entrenamiento, los cuales son variados y se ajustan a los objetivos de cada persona.

La presente investigación apunta a un método específico para combatir las cifras antes mencionadas, este método es el entrenamiento concurrente y es definido como: una combinación del entrenamiento de fuerza y la resistencia, bien sea en la misma sesión (intra-sesión), en el mismo día (intersesión), o incluso, en días alternos (intra-microciclo). (García & Gil Galindo, 2017).

El entrenamiento concurrente genera cierto debate debido a que puede generar interferencias al trabajar dos capacidades tan opuestas como la fuerza y la resistencia (García Pallares, et al 2011). Es de suma importancia conocer los factores que condicionan dichas interferencias

neuromusculares, para poder aplicar un programa de entrenamiento efectivo en función de las características de los deportistas (Sánchez Lopez & Rodriguez, 2016).

Uno de los factores condicionantes de este entrenamiento es la frecuencia de entrenamiento, y así lo indican los estudios: por lo tanto, la frecuencia de entrenamiento de resistencia y fuerza realizado durante una estrategia de entrenamiento concurrente puede influir en el grado de interferencia experimentada (Jones, Howatson, Russell, & French, 2013).

La intensidad del entrenamiento también es clave para que haya beneficios, el papel más importante y determinante lo desempeña la intensidad del entrenamiento, ya que una mala conjugación de las intensidades de ambas capacidades físicas puede desembocar en una clara interferencia en las adaptaciones producidas, y por consiguiente una disminución en el rendimiento del deportista (Docherty y Sporer, 2000; García-Pallares et al., 2011; Izquierdo et al., 2010).

Según los autores y considerando lo anterior se debería obtener beneficios. Bajo una propuesta de ejercicio concurrente se obtienen mejoras en los índices de factores de riesgo, composición corporal, y capacidades físicas básicas, reduciendo así el porcentaje de población obesa y con índice de sobrepeso (Chocontá & Vladimir, 2018).

La investigación busca determinar si un protocolo de entrenamiento concurrente genera cambios en parámetros de composición corporal y ángulo de fase en mujeres moderadamente activas.

### 2.1.1 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Cuál es el efecto de 12 semanas de entrenamiento concurrente en la composición corporal y el ángulo de fase en mujeres moderadamente activas?

## 2.2 HIPÓTESIS:

Un programa de entrenamiento concurrente de 12 semanas produce mejoras en la composición corporal.

Un programa de entrenamiento concurrente de 12 semanas produce mejoras en parámetros bioeléctricos tales como, impedancia ( $z$ ), reactancia ( $X_c$ ) y ángulo de fase( $^\circ$ ).

## 2.3 OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN:

### OBJETIVO GENERAL

El objetivo de la investigación fue determinar los efectos de un programa de entrenamiento concurrente de 12 semanas de duración evaluando con bioimpedancia los cambios en el ángulo de fase y composición corporal en un grupo de mujeres adultas de la región de Valparaíso, Chile.

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

**Aplicar** un programa de entrenamiento concurrente de 12 semanas de duración en el grupo de mujeres adultas de la región de Valparaíso, Chile.

**Evaluar** el ángulo de fase y composición corporal en un grupo de mujeres adultas de la región de Valparaíso, Chile.

**Identificar** los efectos del programa de entrenamiento concurrente sobre el ángulo de fase y composición corporal en un grupo de mujeres adultas de la región de Valparaíso, Chile.

## 2.4 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Esta investigación parte bajo la premisa de la existencia de un alto porcentaje de sedentarismo en Chile, el cual es mayor en población femenina, en base a esto y a que existen pocos estudios realizados en mujeres chilenas en temas de bioimpedancia, ángulo de fase y entrenamiento concurrente, nace la necesidad de abordar esta temática, para levantar

información y así poder ir creando una base de estudios para investigaciones posteriores que se quieran realizar en el país sobre esta materia, valiéndonos de una base teórica sólida para promover aún más el ejercicio físico como una herramienta para mejorar los parámetros de salud asociados a la composición corporal.

También señalar que de encontrar resultados favorables, estos pueden generar un impacto beneficioso en la salud de la población femenina según CENSO 2017 (51%), contextualizado a la realidad nacional la cual se encuentra con cifras críticas en cuanto a sedentarismo, y prevalencia de enfermedades crónicas no transmisibles.

Otra de las razones para investigar sobre entrenamiento concurrente, es la constante radicalización en cuanto a la elección de los métodos de entrenamiento por parte de la población, estableciendo dos bandos uno a favor del ejercicio aeróbico y otro con preferencia hacia el entrenamiento de fuerza, dejando completamente de lado los posibles beneficios que el entrenamiento de las capacidades aeróbicas y anaeróbicas en su conjunto tienen en el mantenimiento de la salud.

Y finalmente abordar el tema del entrenamiento concurrente desde un foco orientado a la salud y no tanto hacia el rendimiento deportivo como suele vincularse en la mayoría de los estudios presentes en la literatura.

## 2.5 IMPACTO ESPERADO

- Verificar la utilidad y efectividad de un protocolo de entrenamiento concurrente en mujeres y que la información levantada mediante los resultados determine la validez de este protocolo en la mejora de la composición corporal.

- Generar una postura para futuras discusiones en torno al entrenamiento concurrente, generando mayores interrogantes y aumento de investigaciones en el área.
- Contribuir a la generación de información que pueda ir en beneficio de diversos ámbitos e investigaciones futuras tanto en la esfera deportiva como en la salud pública.

## 2.6 METODOLOGÍA

### 2.6.1 TIPO DE ESTUDIO

Cuantitativo, prospectivo y explicativo.

### 2.6.2 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.

Estudio experimental.

### 2.6.3 CONTEXTO DEL ESTUDIO Y SELECCIÓN DE LOS INFORMANTES

Participaron del estudio 38 mujeres con edades entre los 18 y 25 años, las cuales fueron divididas en un grupo control ((n=11); edad:  $20,0 \pm 1,9$  años; talla:  $163,1 \pm 6,5$  cm; peso:  $61,5 \pm 9,9$  kg.), y un grupo experimental ((n=27); edad:  $18,9 \pm 1,8$  años; talla:  $160,7 \pm 7,8$  cm; peso:  $66,4 \pm 9,0$  kg.)

Para seleccionar a las participantes del estudio se respetaron los siguientes criterios de inclusión, con el fin de tener resultados lo más verídico posibles y sin alteraciones de por medio.

Criterios de inclusión:

- Mujer.
- Entre 18 y 25 años.

- No padecer enfermedades crónicas no transmisibles.
- No estar embarazada.
- No fumadora.
- Conducta sedentaria.
- No poseer dispositivos intrauterinos.
- No consumir fármacos.
- Clasificada como moderadamente activa según Cuestionario Global de Actividad Física (GPAQ) (De 600 a 2999METS/semana)

## 2.6.4 DEFINICIÓN DE VARIABLES

### 2.6.4.1 VARIABLES DEPENDIENTES

#### **Ángulo de fase.**

El ángulo de fase se caracteriza fisiológicamente como un índice de integridad y vitalidad de la membrana celular, y expresa la cantidad y calidad de los tejidos blandos. Se considera que valores más altos de ángulo de fase indican una mayor celularidad y un mejor estado de salud (Lukaski, Kyle, & Kondrup, 2017).

#### **Composición corporal.**

La composición corporal y la distribución de la adiposidad son indicadores útiles para el diagnóstico temprano de factores de riesgo de enfermedades cardiovasculares (Pérez Betty, Landaeta-Jimenez, Arroyo Barahona, & Marrodán, 2012).

### 2.6.4.2 VARIABLES INDEPENDIENTES

#### **Entrenamiento Concurrente**

La combinación del entrenamiento de la fuerza y la resistencia en la misma sesión (intra-sesión), en el mismo día (inter-sesión), o incluso, en días alternos (intra-microciclo), se conoce como entrenamiento concurrente, entrenamiento combinado, entrenamiento simultáneo, entrenamiento concomitante, o entrenamiento multicomponente. Con esta

combinación de estímulos de entrenamiento se pretende estimular simultáneamente adaptaciones asociadas a ambos tipos de entrenamiento, una necesidad a menudo forzada por la falta de tiempo disponible para realizar cada entrenamiento por separado (García-orea et al., 2016).

#### 2.6.4.3 VARIABLES INTERVINIENTES

Motivación en los entrenamientos.  
Lesiones.  
Actividades fuera del protocolo de entrenamiento.

### 2.7 INFRAESTRUCTURA PARA LA APLICACIÓN DEL PROTOCOLO DE ENTRENAMIENTO CONCURRENTES.

Para llevar a cabo el protocolo de entrenamiento concurrente se utilizaron las dependencias del regimiento de artillería antiaérea y fuerzas aéreas de Chile (FACH), ubicado en Quintero, ciudad de la región de Valparaíso.

#### 2.7.1 MONTAJE DEL PROTOCOLO BIA.

El instrumento de medición utilizado fue el modelo S10 del fabricante Inbody ®, caracterizado por arrojar datos multifrecuencias (1kHz, 5kHz, 50kHz, 250kHz, 500kHz, 1MHz) mediante sus electrodos octopolares, los cuales se ubican en los dedos pulgar y medio de la mano derecha e izquierda e inferior a los maléolos en la zona comprendida entre la pierna y el tobillo de ambos pies. Las manos están separadas 5 centímetros del tronco y los pies 30 centímetros uno de otro.

El protocolo siempre se ejecutó con los participantes acostados (lying posture) y a distancia de cualquier objeto metálico u otro material conductor de electricidad.

El procedimiento completo dura 3 minutos.

Las recomendaciones de carácter general para un uso correcto de los análisis de BIA son las siguientes:

- No haber realizado ejercicio físico intenso 24 horas antes.
- Orinar antes de las mediciones.
- Medir el peso y la talla en cada evaluación.
- Instauración previa de un tiempo de 8-10 minutos en posición de cúbito supino.
- Correcta posición de los electrodos.
- Los brazos y las piernas deben estar separados del tronco.
- Retirar elementos metálicos.
- Consignar situaciones como obesidad abdominal marcada, masa muscular, pérdidas de peso, ciclo menstrual y menopausia. (Alvero-Cruz, Correas Gomez, Ronconi, Fernández Vazquéz, & Porta i Manzañido, 2011).

- Mantener la temperatura ambiental entre 20 y 35 grados Celsius.
- No tomar diuréticos una semana antes de la prueba.
- No beber alcohol 48 horas antes de la evaluación.
- No realizar ejercicio físico 12 horas antes de la prueba.
- No ingerir alimentos, ni bebida alguna, incluida el agua, 4 horas antes de ser evaluado.
- Vaciar la vejiga antes del análisis, en el laboratorio o consulta.
- No realizar la prueba a personas con prótesis metálicas (rodilla, cadera, etc...). Las prótesis dentarias no presentan contraindicación alguna.
- No realizar esta prueba a personas que utilicen marcapasos o estén embarazadas (Rodríguez & Almagiá, 2016, pp.181).

### 2.7.2 PROGRAMA DE INTERVENCIÓN.

Programa de entrenamiento concurrente utilizado.									
Capacidad	Tipo	Sesiones semanales	Tiempo x sesión	Volumen semana	Intensidad	Series	Repeticiones	Descanso x serie	Descanso x ejercicios
Aeróbica	Trote	5	30 min	150 min	40-65% FCR	1	NA	NA	NA

* Fuerza	Pesos libres**	5	60 min	300 min	40-60% RM	3	15-20	2-3 min	2-3 min
*La distribución del entrenamiento de fuerza se realizó considerando trabajo de distintos grupos musculares los diferentes días. (5 a 8 ejercicios por sesión)									
**Ejercicios de pesos libres realizados: peso muerto, press banca, polea al pecho, curl bíceps alternado, sentadilla, tríceps en polea, pectoral en polea, press militar.									
Adaptado de Annibalini et al., 2017; Garber et al., 2011.									

Tabla 1. Protocolo de entrenamiento concurrente realizado por el grupo experimental.

## 2.8 APLICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN

Para obtener peso y estatura se utilizó una balanza digital TANITA® y un Estadiómetro CAM®, para evaluar la composición corporal se utilizó el analizador de composición corporal InBodyS10, el cual también entrega mediciones de Impedancia (Z), Reactancia (Xc), Ángulo de fase (°) y los niveles de agua intra y extra celular de cada segmento del cuerpo. Los rangos de este analizador son: peso (10-250 Kg), estatura (95-220cm) y edad (3-99 años) se utilizaron electrodos de tipo táctil y todas las evaluaciones fueron en postura acostado.

## 2.9 LIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.

- Respecto al grupo control, existen variables que no fueron consideradas, las cuales podrían interferir en los resultados, en este caso al ser universitarias con prioridades individuales, no podemos regularizar variables principalmente respecto a su alimentación, horas de descanso y actividad física.

Sin embargo, en el grupo experimental todas estas variables estuvieron controladas gracias a que pertenecen a las Fuerza aérea de Chile, donde todas las reclutas tuvieron una planificación estandarizada respecto a su entrenamiento, alimentación y descanso.

## 2.10 TÉCNICAS DE RECOGIDAS DE DATOS.

Todos los datos fueron fotografiados desde el instrumento que fueron recogidos y/o registrados en papel durante las evaluaciones para posteriormente ser traspasados a una planilla Excel, luego de ser tabulados se realizó una segunda revisión para verificar la equivalencia de los datos respecto a los que se obtuvieron en los instrumentos utilizados.

## 2.11 TRATAMIENTO ESTADÍSTICO

### 2.11.1 ANÁLISIS DE LOS DATOS

Para una correcta presentación, los resultados se muestran en un análisis comparativo entre los grupos. Se consideraron los estadísticos media y desviación estándar para describir las variables. Se utilizó la prueba de Shapiro Wilk ( $n < 30$ ) para determinar la normalidad de los datos, en esta ocasión las variables no presentaron una distribución normal por esto se utilizó estadística no paramétrica a través de la prueba Wilcoxon para muestras relacionadas con el fin de identificar los efectos de la intervención en las variables de estudio.

Para el análisis de los resultados se utilizaron los software Excel® 2013 (Albuquerque, Estados Unidos) para Windows, Graphpad Prism® 7.0 (California, Estados Unidos) y SPSS® (Armonk, Estados Unidos) versión 20.0 para Windows. Para determinar la significancia estadística se consideró un nivel de confianza del 95% ( $p < 0,05$ ).

**CAPITULO III:  
RESULTADOS**

La siguiente tabla indica la edad y la estatura tanto del grupo experimental como del grupo control (Tabla 2). Cabe destacar que estos resultados se obtuvieron previo al entrenamiento realizado en el grupo experimental.

Tabla 1. Variables básicas del grupo experimental y grupo control.

Variables	Grupo experimental	Grupo Control
Edad	18,9 ± 1,8	20,0 ± 1,9
Talla	160,7 ± 7,8	163,1 ± 6,5

Tabla 2. Valores de composición corporal en los grupos experimental y control.

Variable	Grupo Experimental			Grupo Control		
	PRE	POST	Valor p	PRE	POST	Valor p
Peso Corporal (kg)	66,4 ± 9,0	63,2 ± 7,5	<b>0,000</b>	61,5 ± 9,9	61,2 ± 8,8	0,595
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	25,6 ± 3,0	24,4 ± 2,6	<b>0,000</b>	23,0 ± 2,7	22,8 ± 2,3	0,528
Masa Libre de Grasa (kg)	41,8 ± 5,4	42,9 ± 5,6	<b>0,001</b>	42,0 ± 4,8	41,7 ± 4,3	0,476
Masa Grasa Corporal (kg)	24,7 ± 5,7	20,4 ± 4,2	<b>0,000</b>	19,5 ± 6,9	19,3 ± 5,9	0,799
Circunferencia de la cintura (cm)	89,9 ± 8,2	84,2 ± 6,4	<b>0,000</b>	82,8 ± 9,6	83,4 ± 7,9	0,328
Circunferencia del brazo (cm)	31,6 ± 2,6	30,8 ± 2,2	<b>0,000</b>	29,4 ± 2,5	29,5 ± 2,2	0,562
MCC (kg)	27,2 ± 3,5	28,0 ± 3,7	<b>0,001</b>	27,3 ± 3,2	27,2 ± 2,8	0,503
Musculo Esqueletico (kg)	22,7 ± 3,2	23,5 ± 3,4	<b>0,000</b>	22,9 ± 2,9	22,7 ± 2,6	0,532
Porcentaje de grasa corporal (%)	36,8 ± 5,5	32,1 ± 5,1	<b>0,000</b>	29,5 ± 7,4	31,1 ± 6,1	0,266
AGV (cm <sup>2</sup> )	113,2 ± 23,4	91,6 ± 21,6	<b>0,000</b>	85,7 ± 30,7	86,8 ± 24,8	0,477
Circunferencia del Musculo del Brazo (cm)	23,9 ± 1,6	23,6 ± 1,5	<b>0,020</b>	22,8 ± 1,4	23,0 ± 1,2	0,095
CMO (kg)	2,4 ± 0,3	2,5 ± 0,3	<b>0,003</b>	2,5 ± 0,3	2,4 ± 0,3	0,050
Masa magra brazo derecho (kg)	2,1 ± 0,4	2,2 ± 0,4	<b>0,428</b>	2,0 ± 0,3	2,1 ± 0,3	0,061

<b>Masa magra brazo izquierdo (kg)</b>	2,1±0,4	2,1±0,4	<b>1,000</b>	2,0±0,3	2,1±0,3	<b>0,285</b>
<b>Masa magra tronco (kg)</b>	19,2±2,4	19,3±2,4	<b>0,675</b>	18,7±2,3	19,0±2,1	<b>0,074</b>
<b>Masa magra pierna derecha (kg)</b>	6,4±1,1	6,4±1,3	<b>0,010</b>	6,5±0,9	6,5±0,9	<b>0,929</b>
<b>Masa magra pierna izquierda (kg)</b>	6,4±1,1	6,5±1,0	<b>0,000</b>	6,5±0,9	6,5±0,9	<b>0,894</b>

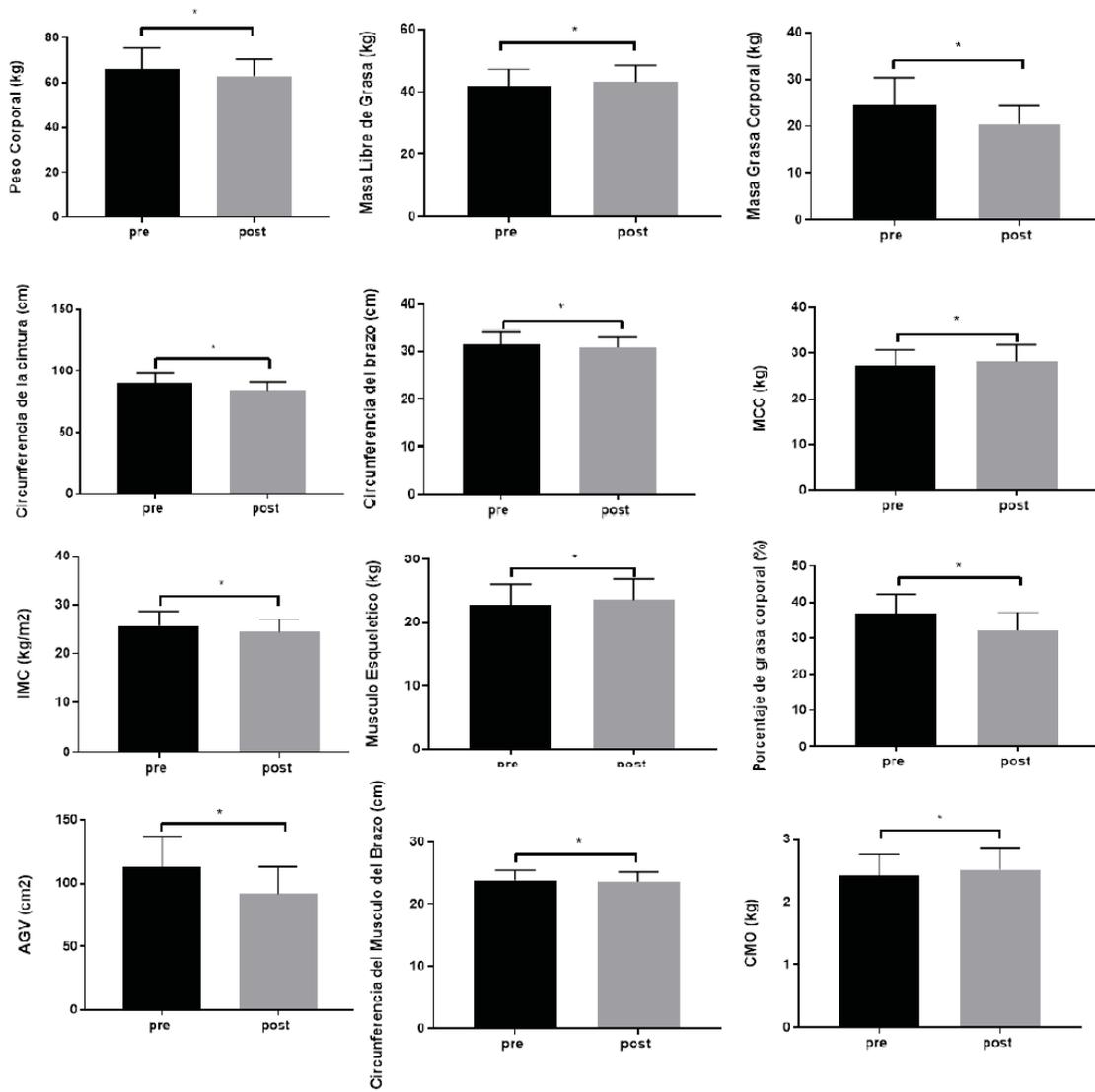
---

*\*Diferencias significativas con valor  $p < 0,05$  (IC-95%)*

*\*Promedio, desviación estándar y nivel de significancia (valor  $p$ )*

En cuanto a la composición corporal, se evidenciaron cambios notorios en todas las variables de la post evaluación del grupo experimental, sin embargo, la masa magra tanto del brazo derecho ( $p=0,428$ ), como del brazo izquierdo ( $p=1,000$ ) y tronco ( $p=0,675$ ), no presentó cambios significativos. Por otro lado, en el grupo control no se evidencian cambios significativos.

## Grupo Experimental



## Grupo Control

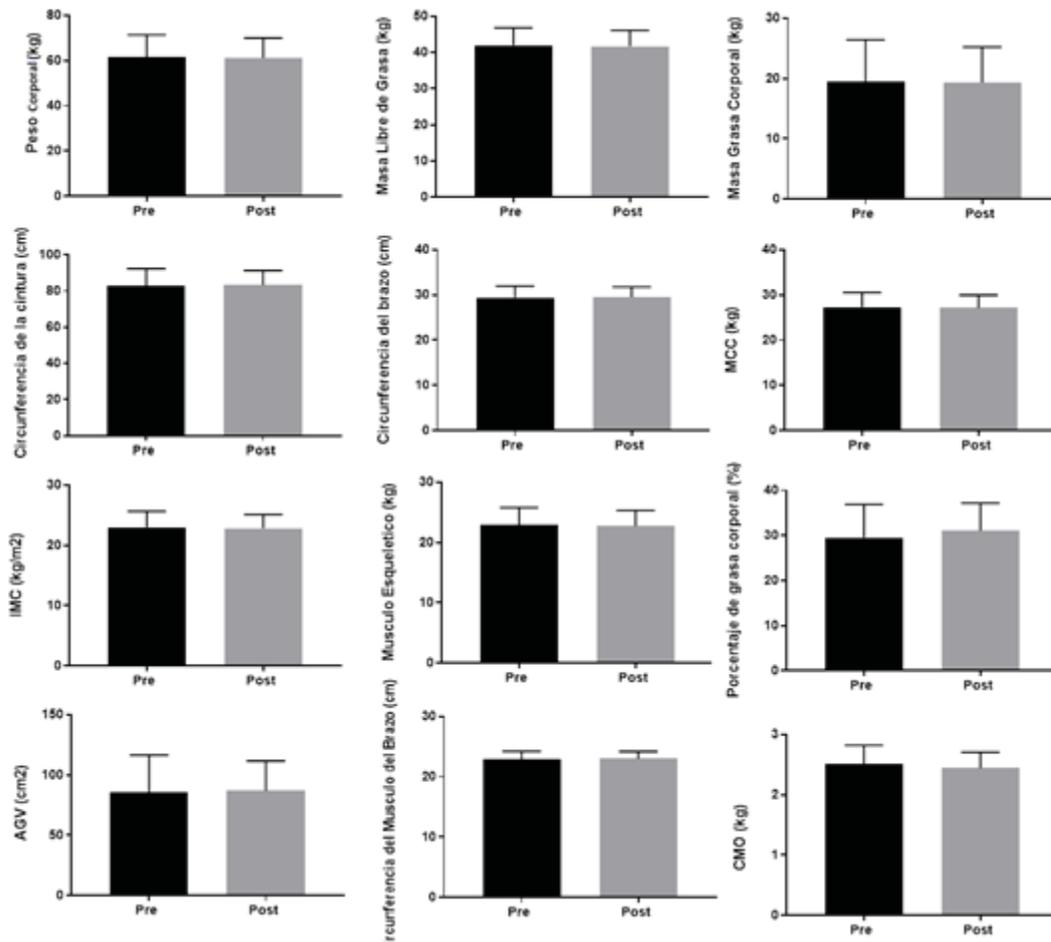


Figura 1. Valores obtenidos en variables de composición corporal del grupo experimental y grupo control previo y posterior al protocolo de entrenamiento concurrente.

En los cuales se puede observar los cambios significativos en todas las variables del grupo experimental, a diferencia del grupo control que no presento cambios considerables.

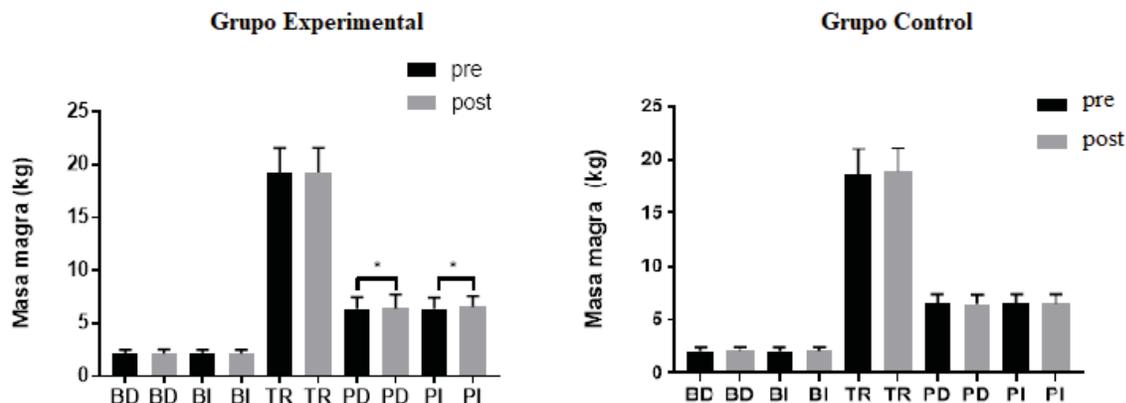


Figura 2. Valores obtenidos en masa magra por segmentos corporales del grupo experimental y grupo control previo y posterior al protocolo de entrenamiento concurrente. BD= Brazo derecho, BI= Brazo Izquierdo, TR= Tronco, PD= Pierna derecha, PI= Pierna Izquierda.

Los cuales evidencian que solo hubo cambios significativos en los miembros inferiores del grupo experimental.

Tabla 3. Valores de Angulo de fase, Reactancia capacitiva, Impedancia y Agua corporal del grupo experimental y grupo control. Promedio, desviación standard y nivel de significancia (valor p)

Variable	Grupo Experimental			Grupo Control		
	PRE	POST	Valor p	PRE	POST	Valor p
Angulo de fase (0) 50kHz Brazo derecho	5,3±0,3	5,8±0,4	<b>0,000</b>	5,3±0,4	5,6±0,3	<b>0,005</b>
Angulo de fase (0) 50kHz Brazo izquierdo	5,2±0,3	5,6±0,4	<b>0,000</b>	5,2±0,4	5,3±0,4	<b>0,635</b>
Angulo de fase (0) 50kHz tronco	6,3±0,4	7,1±1,0	<b>0,000</b>	6,1±0,9	5,1±1,1	<b>0,016</b>
Angulo de fase (0) 50kHz Pierna derecha	6,0±0,6	6,3±0,8	<b>0,038</b>	6,3±0,5	6,4±0,5	<b>0,687</b>
Angulo de fase (0) 50kHz Pierna izquierda	5,9±0,7	6,4±0,7	<b>0,000</b>	6,1±0,5	6,1±0,5	<b>0,642</b>
Angulo de fase total	5,72 ± 0,4	6,23 ± 0,5	<b>0,000</b>	5,8 ± 0,4	5,7 ± 0,4	<b>0,286</b>
Xc (Ω) 50kHz Brazo derecho	35,0±4,6	38,3±4,5	<b>0,000</b>	37,9±2,7	38,7±3,3	<b>0,386</b>
Xc (Ω) 50kHz Brazo izquierdo	34,7±3,1	37,3±4,7	<b>0,000</b>	37,2±2,6	36,6±3,9	<b>0,374</b>
Xc (Ω) 50kHz tronco	2,9±0,3	3,2±0,5	<b>0,004</b>	2,8±0,4	2,5±0,6	<b>0,061</b>

<b>Xc (<math>\Omega</math>) 50kHz Pierna derecha</b>	29,6 $\pm$ 4,0	30,1 $\pm$ 3,7	<b>0,648</b>	31,7 $\pm$ 3,4	32,3 $\pm$ 2,6	<b>0,756</b>
<b>Xc (<math>\Omega</math>) 50kHz Pierna izquierda</b>	28,8 $\pm$ 3,5	30,7 $\pm$ 3,3	<b>0,008</b>	30,8 $\pm$ 2,9	30,9 $\pm$ 3,3	<b>0,919</b>
<b>Xc (<math>\Omega</math>) total</b>	26,2 $\pm$ 2,6	27,9 $\pm$ 2,7	<b>0,000</b>	28,1 $\pm$ 1,8	28,2 $\pm$ 2,2	<b>0,656</b>
<b>Z(<math>\Omega</math>) 50kHz Brazo derecho</b>	386,4 $\pm$ 44,8	382,4 $\pm$ 43,7	<b>0,093</b>	405,9 $\pm$ 24,2	395,5 $\pm$ 22,5	<b>0,005</b>
<b>Z(<math>\Omega</math>) 50kHz Brazo Izquierdo</b>	389,4 $\pm$ 46,4	386,2 $\pm$ 47,1	<b>0,517</b>	401,5 $\pm$ 22,8	397,7 $\pm$ 27,3	<b>0,154</b>
<b>Z(<math>\Omega</math>) 50kHz tronco</b>	26,7 $\pm$ 2,2	26,3 $\pm$ 2,5	<b>0,095</b>	27,3 $\pm$ 1,5	27,7 $\pm$ 2,3	<b>0,656</b>
<b>Z(<math>\Omega</math>) 50kHz Pierna derecha</b>	282,4 $\pm$ 33,5	278,9 $\pm$ 31,1	<b>0,307</b>	291,2 $\pm$ 18,7	292,2 $\pm$ 21,9	<b>0,722</b>
<b>Z(<math>\Omega</math>) 50kHz Pierna izquierda</b>	282,4 $\pm$ 30,2	277,5 $\pm$ 28,6	<b>0,137</b>	291,1 $\pm$ 23,1	292,5 $\pm$ 26,0	<b>0,929</b>
<b>Z(<math>\Omega</math>) total</b>	273,5 $\pm$ 29,5	270,2 $\pm$ 27,9	<b>0,107</b>	283,4 $\pm$ 15,4	281,1 $\pm$ 18,3	<b>0,213</b>
<b>AIC (L)</b>	19,0 $\pm$ 2,5	19,5 $\pm$ 2,6	<b>0,000</b>	19,0 $\pm$ 2,2	19,0 $\pm$ 2,0	<b>0,533</b>
<b>AEC (L)</b>	11,7 $\pm$ 1,5	11,9 $\pm$ 1,5	<b>0,005</b>	11,7 $\pm$ 1,3	11,6 $\pm$ 1,2	<b>0,679</b>
<b>ACT (L)</b>	30,7 $\pm$ 4,0	31,4 $\pm$ 4,1	<b>0,001</b>	30,7 $\pm$ 3,5	30,6 $\pm$ 3,2	<b>0,562</b>
<b>AEC/ACT</b>	0,4 $\pm$ 0,0	0,4 $\pm$ 0,0	<b>0,016</b>	0,4 $\pm$ 0,0	0,4 $\pm$ 0,0	<b>0,355</b>

*\*Diferencias significativas con valor  $p < 0,05$  (IC-95%)*

*\*Promedio, desviación estándar y nivel de significancia (valor  $p$ )*

En cuanto al ángulo de fase y reactancia capacitiva luego del entrenamiento realizado, se evidenciaron cambios estadísticamente significativos en todos los segmentos corporales del grupo experimental, a diferencia del grupo control que solo presentó un aumento significativo en el Angulo de fase del brazo derecho ( $p=0,005$ ) y una disminución significativa en el tronco ( $p=0,016$ ) lo cual no fue suficiente para generar un significancia positiva en el total del cuerpo.

Analizando el agua intracelular (AIC), agua extracelular (AEC) y el contenido total de agua corporal (ACT), se logró observar un incremento significativo en todas las variables del grupo experimental.

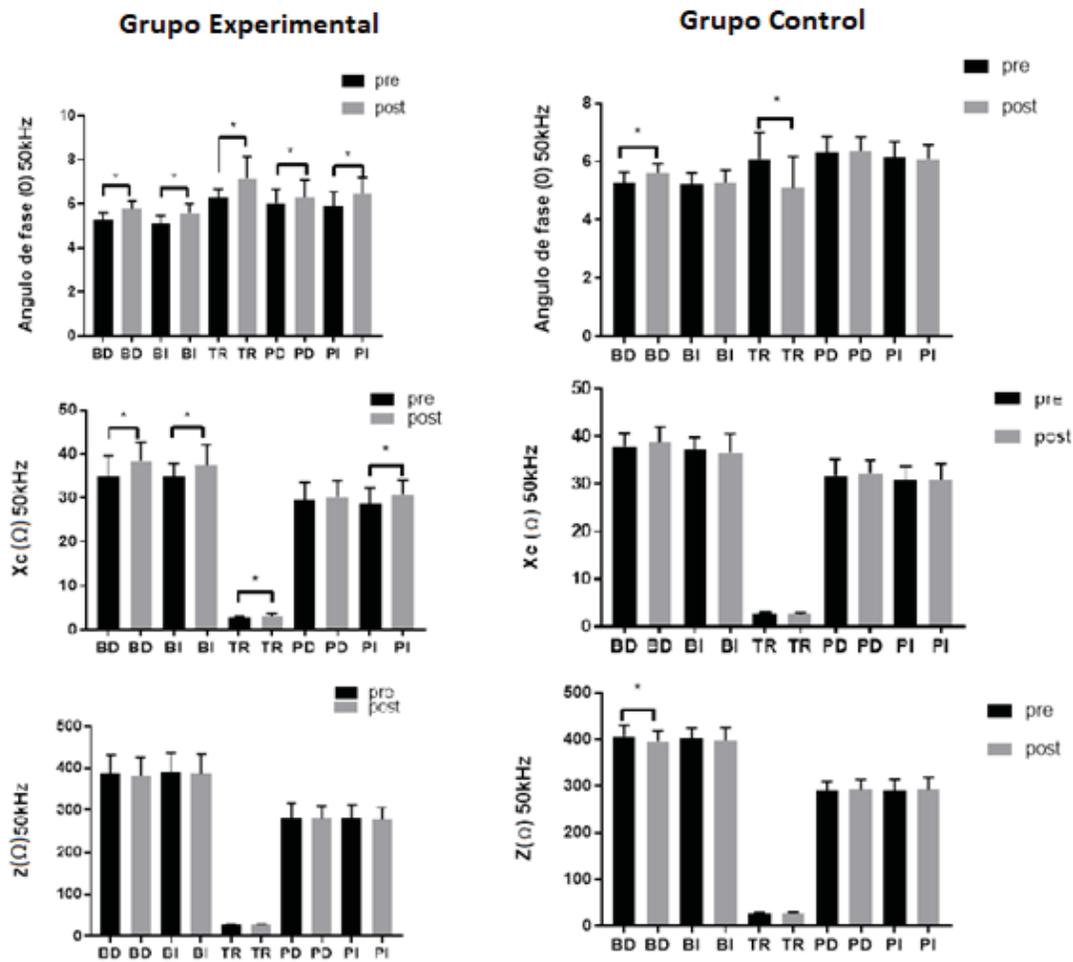


Figura 3. Valores obtenidos en ángulo de fase, reactancia capacitiva e impedancia del grupo experimental y grupo control previo y posterior al protocolo de entrenamiento concurrente.

Se observa que hubo un incremento significativo del ángulo de fase en todos los segmentos corporales del grupo experimental, a diferencia del grupo control, en el cual se observan reducciones significativas del ángulo de fase en el tronco de las participantes. BD= Brazo derecho, BI= Brazo Izquierdo, TR= Tronco, PD= Pierna derecha, PI= Pierna Izquierda.

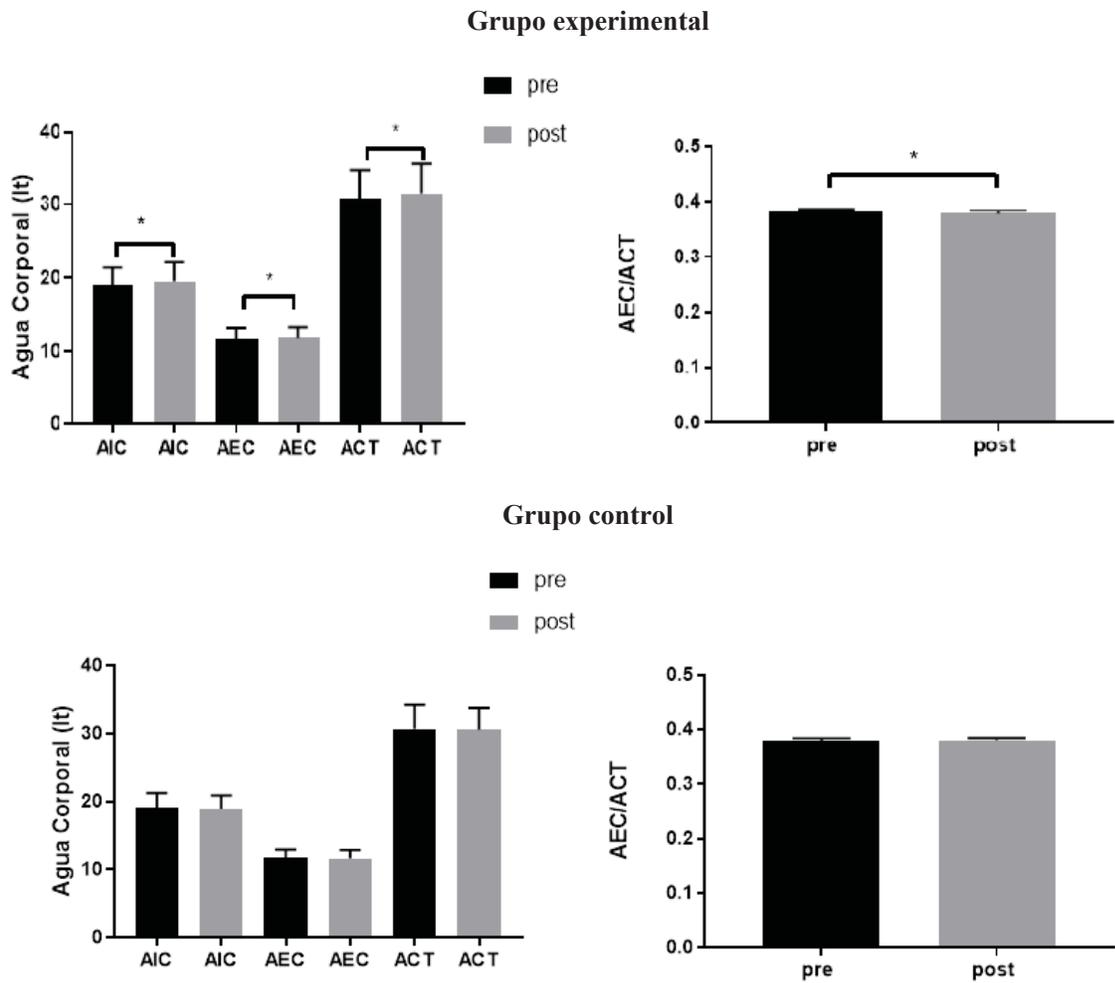


Figura 4. Valores obtenidos en contenido de agua corporal del grupo experimental y grupo control previo y posterior al protocolo de entrenamiento concurrente. AIC= agua intracelular, AEC= agua extracelular, ACT= contenido total de agua.

Se puede observar que hubo cambios significativos tanto en el contenido intracelular, extracelular y total del grupo experimental, en cambio el grupo control no presento cambios importantes.

CAPITULO IV:  
DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

A la luz de los resultados de este estudio experimental, como bien se señaló el parámetro que se utilizó fue el análisis por bioimpedanciometría (BIA) se expresa en función de dos vectores direccionales; resistencia (R) y reactancia ( $X_c$ ) formando la impedancia compleja (Z), un aumento de la reactancia genera un incremento en el ángulo de fase ( $^\circ$ ).

El ángulo de fase es un indicador de salud, nutrición e integridad celular (LLames, Baldomero, Iglesias, & Rodota, 2013), el entrenamiento de la fuerza aumenta el tamaño de las fibras musculares, mientras que el entrenamiento de resistencia aumenta el número de mitocondrias, ambos resultados generarían una mayor capacitancia al paso de la corriente eléctrica alterna funcionando como un condensador elevando la reactancia capacitiva ( $X_c$ ) (Baumgartner, Cameron Chumlea, & Roche, 1988) y por consiguiente el ángulo de fase ( $^\circ$ ), el entrenamiento concurrente al poseer los dos componentes fuerza y resistencia, puede haber sido el punto clave en las ganancias significativas en la fase angular en el grupo experimental por sobre el grupo control.

Analizando la composición corporal, esta también experimentó una mejora significativa; aumentó la masa magra y se evidenció una disminución del porcentaje de grasa corporal y grasa corporal neta en kilogramos, el protocolo de entrenamiento concurrente resultó beneficioso en términos de salud en el grupo experimental, lo que ratifica lo concluido por (Chocontá & Vladimir, 2018); bajo una propuesta de entrenamiento concurrente se obtienen mejoras en los índices de factores de riesgo, composición corporal, y capacidades físicas básicas, reduciendo así el porcentaje de población obesa y con índice de sobrepeso.

Similares resultados arroja la investigación realizada por (Souza et al., 2016), el cual realizó un estudio experimental aleatorizado compuesto de mujeres adultas, quienes fueron entrenadas bajo un protocolo de resistencia aeróbica con resultados favorables en porcentaje de grasa corporal en el grupo experimental (Pre:  $39,9 \pm 6,5$  / Post:  $38,3 \pm 7,2$   $p=0,01$ ), masa muscular esquelética en kilogramos (Pre:  $16,8 \pm 2,3$  / Post:  $17,3 \pm 2,2$   $p=0,01$ ) y un incremento en el ángulo de fase total ( $p=0,01$ ).

Estas mejoras en composición corporal también se obtuvieron en el estudio realizado por (Michell, V; Samaria, C; Júnior, Rudy N; Danyela, 2014), esta investigación tuvo como objetivo observar los efectos de un programa de entrenamiento físico concurrente, la muestra final estuvo compuesta por 71 hombres no atléticos, aleatorizados en 2 grupos: grupo

experimental (EG, N. = 42,  $45 \pm 8,46$  años) y grupo de control (CG, N. = 29,  $47 \pm 8,34$  años), los grupos hicieron tres sesiones de 40 minutos por semana durante 24 semanas, se encontró una alteración significativa en la comparación dentro del grupo para el EG, con respecto al porcentaje de grasa ( $D = -1.13$  kg,  $P < 0.001$ ), masa magra ( $D = 0.29$  kg,  $P = 0.030$ ).

Desde el punto de vista de la salud como el presente en este estudio, el objetivo era determinar mejoras en la composición corporal, y ambos tipos de entrenamiento, fuerza y resistencia poseen potentes efectos beneficiosos en la mejora de la masa magra y disminución de la masa grasa tal como señala (Monteiro et al., 2015) en un estudio realizado en 32 adolescentes obesos sometidos bajo un protocolo de entrenamiento concurrente de 20 semanas, el estudio arrojó que ambos grupos de entrenamiento físico redujeron significativamente el porcentaje de grasa en un 2.9-3.6% en comparación con ningún cambio en el grupo control ( $p = 0.042$ ). También hubo cambios positivos en los niveles de lípidos en los grupos de ejercicio.

Para complementar, un estudio de 44 mujeres con obesidad abdominal fue asignadas al azar en grupos A y B, y se les pidió que realizaran resistencia (A) y entrenamiento de fuerza de (B) durante 3 meses, 3 veces / semana, durante 60 minutos.

Se observaron resultados positivos en ambos grupos en cuanto a la composición corporal en lo que respecta a Índice de masa corporal (IMC) y circunferencia de cintura.

Grupo A IMC (pre:  $35.2 \pm 3.9$  y post:  $34.3 \pm 3.9$   $P = < 0.001$ ), circunferencia de cintura (pre:  $110.8 \pm 10.2$  post:  $105.5 \pm 11.1$   $P = < 0.001$ ).

Grupo B IMC (pre:  $34.9 \pm 3.8$  post:  $33.9 \pm 4.1$   $P = < 0.001$ ), circunferencia de cintura (pre:  $111.7 \pm 11.3$  post:  $104.0 \pm 10.5$   $P = < 0.001$ ). (Skrypnik, Karolkiewicz, Ratajczak, & Pupek-musialik, 2015).

Los niveles de grasa corporal se ven alterados no tan solo con el entrenamiento aeróbico o de resistencia, sino también bajo protocolos de entrenamiento de fuerza muscular, como la investigación de (Carneiro et al., 2015) que se centró en el entrenamiento de fuerza a diferentes frecuencias de entrenamiento semanal, los resultaron arrojaron mejoras significativas tanto en el grupo con frecuencia 2 veces por semana (G2X) como grupo 3 veces por semana (G3X) demostraron reducciones significativas ( $P < 0.05$ ) en la adiposidad en comparación con el grupo control para la grasa corporal total (G2X = -1.7%, G3X = -

2.7%, CG = + 2.1%), grasa androide ( G2X = -6.2%, G3X = -7.0%, CG = + 8.6%), grasa ginecológica (G2X = -2.5%, G3X = -2.9%, CG = + 1.0%) y grasa del tronco (G2X = -2.5% , G3X = -3.0%, CG = + 2.9%), sin diferencias significativas entre los grupos de entrenamiento.

Otro estudio evaluó el efecto del entrenamiento de fuerza (RT) en 60 mujeres posparto sanas. Los participantes fueron aleatorizados a 18 semanas de RT o un grupo de comparación activo (entrenamiento de flexibilidad). Los ejercicios de entrenamiento de RT y Flexibilidad (FT) se completaron dos veces a la semana según las recomendaciones de la American College of Sports Medicine.

el grupo RT mostró una mayores ganancias de fuerza que el grupo FT, respectivamente (press de banca: + 36% vs + 8%,  $P < 0.001$ ; prensa de piernas: + 31% vs + 7%,  $P < 0.01$ ; abdominales curl-ups: + 228% vs + 43% ,  $P < 0,01$ ); sin embargo, los cambios en la composición corporal no fueron diferentes. (Lecheminant et al., 2014).

El entrenamiento con componente de fuerza muscular genera cambios en la constitución de la masa muscular tal como se evidenció en la presente investigación con valores de Musculo Esquelético (kg) (Pre:  $22,7 \pm 3,2$  / Post:  $23,5 \pm 3,4$   $p = 0,000$ ), el protocolo de entrenamiento únicamente de fuerza presentado en la investigación de (Schranz, Tomkinson, Parletta, Petkov, & Olds, 2014) en la cual participaron 56 hombres con sobrepeso y obesos con edades comprendidas entre 13-17 años fueron asignados aleatoriamente a un grupo de Intervención ( $n = 30$ ) o Control ( $n = 26$ ). El grupo de intervención fue sometido a un entrenamiento de fuerza de 6 meses. El grupo de intervención mostró cambios significativos en la fuerza muscular, sin embargo, ninguno de los dos grupos mostró cambios significativos en cuanto a la composición corporal.

## ENTRENAMIENTO CONCURRENTE Y EFECTO DE INTERFERENCIA

Al analizar la literatura vinculada al entrenamiento concurrente se evidencia cierto debate:

Dicho debate puede generarse debido a que ambas capacidades físicas presentan mecanismos de desarrollo diferentes, desde el punto de vista deportivo, el trabajo simultáneo de ambas capacidades (fuerza y resistencia) es una de las más habituales y al mismo tiempo, una de las que más debate ha generado en los últimos años (García, Arriaza, Valverde, Moya, & Mardones, 2017), pero si tomamos en cuenta las vías de señalización intracelular que se ponen en marcha durante los trabajos de fuerza y resistencia se evidencia un posible efecto de interferencia. Diversos estudios han demostrado que la realización de un entrenamiento sistemático de la fuerza máxima se acompaña de incrementos significativos en la producción de fuerza, independientemente de la edad y el sexo, siempre y cuando la intensidad y duración del periodo de entrenamiento sean suficientes (Lopez Chicharro & Fernández Vaquero, 2006 pp.143). De forma muy general se puede decir que la fuerza del músculo depende sobre todo de su sección transversa: un músculo levanta alrededor 6 kg por centímetro cuadrado, así pues, si aumenta la sección transversa del músculo, se incrementa también su fuerza. El crecimiento en grosor se produce por engrosamiento de cada fibra muscular y por incremento del número y el diámetro de las miofibrillas (Weineck, 2005 pp. 231).

En el caso del entrenamiento de la resistencia hay un fenómeno de aumento de la capacidad aeróbica ( $VO_2Max$ ) esto en gran medida por adaptaciones en el sistema circulatorio, cardiaco y respiratorio, pero también una adaptación a nivel de organelos de la fibra muscular, la producción de energía aeróbica se lleva a cabo en las mitocondrias. No es sorprendente entonces, que el entrenamiento de la resistencia induzca también cambios en la función mitocondrial que mejora la capacidad de las fibras musculares para producir ATP a través de la oxidación depende del número, tamaño y eficacia de las mitocondrias musculares. Estas cualidades mejoran con el entrenamiento de resistencia (Wilmore & Costill, 2006 pp.189).

Retomando el apartado de las vías de señalización en un entrenamiento de fuerza y resistencia evidenciamos eventos tales como:

Por ejemplo, se ha demostrado que la acreción muscular inducida por la carga está regulada en gran parte por el objetivo mecanicista del complejo de rapamicina 1 (mTORC1), mientras que la biogénesis mitocondrial aumentada y el posterior aumento de la capacidad oxidativa se han relacionado con la activación del Coactivador-1 activado por el proliferador de peroxisoma (PGC-1 alfa). Debido a las adaptaciones fenotípicas opuestas después del ejercicio de fuerza y resistencia, se ha sugerido que la respuesta adaptativa disminuye cuando estos dos modos de ejercicio se combinan. Desde una perspectiva mecanicista, dicha interferencia molecular se ha relacionado con la proteína quinasa activada por adenosina monofosfato (AMPK), que, cuando es activada, ha demostrado inhibir la señalización de mTORC1 pero aumenta la expresión de ARNm de PGC-1 (Apró et al., 2015).

Sin lugar a dudas los elementos que estimulan el desarrollo de las capacidades físicas contrapuestas no tienen una mayor relevancia en cuanto a la mejora de la calidad muscular expresada por los valores de reactancia ( $X_C$ ) y ángulo de fase ( $^\circ$ ), ya que el foco de nuestro estudio experimental conlleva una propuesta de mejora en los indicadores de salud alusivos a la composición corporal y salud intracelular.

**CAPITULO V:  
CONCLUSIONES**

En cuanto al objetivo de la investigación el cual fue determinar los efectos de un programa de entrenamiento concurrente de 12 semanas de duración en el ángulo de fase y composición corporal en un grupo de mujeres adultas de la región de Valparaíso, Chile.

Por otro lado y respondiendo a las hipótesis planteadas en un comienzo de la investigación, las cuales fueron:

“Un programa de entrenamiento concurrente de 12 semanas produce mejoras en la composición corporal.”

“Un programa de entrenamiento concurrente de 12 semanas produce mejoras en parámetros bioeléctricos tales como, impedancia ( $Z$ ), reactancia ( $X_c$ ) y ángulo de fase ( $^\circ$ ).”

Y en base a las variables que se han medido y comparado, se ha confirmado que el entrenamiento concurrente, ha demostrado ser una opción adecuada para modificar la composición corporal en mujeres, esto debido a los estímulos oxidativos inducidos por el ejercicio de resistencia aeróbica, el cual sugiere ser uno de los principales actores en la modificación de los parámetros adiposos, con respecto al componente de fuerza, este tuvo un impacto principalmente en la masa magra de los miembros inferiores, generando una mayor síntesis de proteínas musculares, un aumento en la masa celular corporal, hidratación y por consecuencia un mayor valor de reactancia capacitiva ( $X_c$ ), lo que se traduce a su vez como un incremento en el ángulo de fase. Sin embargo la masa magra distribuida en el tronco y brazos no presentaron cambios significativos.

Gracias a los resultados obtenidos en el ángulo de fase, principal indicador de salud e integridad celular, se ha logrado comprobar y confirmar que el entrenamiento concurrente provoca cambios significativos en todos los segmentos corporales, tanto axiales como apendiculares, por lo tanto, se recomienda el protocolo de entrenamiento concurrente expuesto en la presente investigación, para mejorar parámetros de composición corporal y parámetros bioeléctricos vinculados a la salud.

Esto demuestra que se generaron las adaptaciones esperadas inducidas por este protocolo de entrenamiento, por lo tanto el periodo de entrenamiento de 12 semanas es un estímulo óptimo para generar cambios significativos en composición corporal y ángulo de fase en mujeres, de

esta manera las hipótesis propuestas al inicio de esta investigación son comprobadas y el objetivo general trazado en un inicio se ve cumplido a cabalidad.

Sin embargo se invita a realizar más estudios experimentales en Chile, con el objetivo de generar una base de datos más amplia para futuras posturas investigativas de acuerdo al entrenamiento concurrente y sus beneficios en la salud de la población femenina.

## BIBLIOGRAFÍA

- Ackland, T., Lohman, T., Sundgot-Borgen, J., Maughan, R., Meyer, N., Stewart, A., & Muller, W. (2012). Current Status of Body Composition Assessment in Sport. *Sports med*, 42, 227–249.
- Alvero-Cruz, J. R., Correas Gomez, L., Ronconi, M., Fernández Vazquéz, R., & Porta i Manzañido, J. (2011). La bioimpedancia eléctrica como método de estimación de la composición corporal: normas prácticas de utilización. *Revista Andaluza de Medicina del Deporte*, 4(1888–7546), 167–174.
- Annibalini, G., Lucertini, F., Agostini, D., Vallorani, L., Gioacchini, A., Barbieri, E., ... Stocchi, V. (2017). Concurrent Aerobic and Resistance Training Has Anti-Inflammatory Effects and Increases Both Plasma and Leukocyte Levels of IGF-1 in Late Middle-Aged Type 2 Diabetic Patients. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2017, 3937842. <http://doi.org/10.1155/2017/3937842>
- Apró, W., Moberg, M., Hamilton, D. L., Ekblom, B., van Hall, G., Holmberg, H.-C., & Blomstrand, E. (2015). Resistance exercise-induced S6K1 kinase activity is not inhibited in human skeletal muscle despite prior activation of AMPK by high-intensity interval cycling. *American Journal of Physiology - Endocrinology And Metabolism*, 308(6), E470–E481. <http://doi.org/10.1152/ajpendo.00486.2014>
- Baker, D. (2001). The Effects of an in-season of Concurrent Training on the Maintenance of Maximal Strength and Power in Professional and College-aged Rugby League Football Players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 15(2), 172–177.
- Barbosa-Silva, M. C. G., Barros, A. J., Wang, J., Heymsfield, S. B., & Pierson, R. N. (2005). Bioelectrical impedance analysis: population reference values for phase angle by age and sex. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 82(1), 49–52. <http://doi.org/10.1093/ajcn.82.1.49>
- Baumgartner, R. N., Cameron Chumlea, W., & Roche, A. F. (1988). Bioelectric Impedance phase angle and body composition. *Am Journal of Clinical Nutrition*, 48(February), 16–23.

- Bompa, T. (2003). *Periodización teoría y metodología del entrenamiento*. (H. Europea, Ed.).
- Brandao, N., Mendes, G., Ferreira, V., Salgueiro, C., Knackfuss, M., & De medeiros, H. (2018). Efecto del Entrenamiento Concurrente en la Composición Corporal y Perfil Lipídico en Adolescentes con Sobrepeso. *Revista de Educación Física*, 36. Recuperado a partir de <https://g-se.com/efecto-del-entrenamiento-concurrente-en-la-composicion-corporal-y-perfil-lipidico-en-adolescentes-con-sobrepeso-2199-sa-258615b143d645>
- Camina, M. M., de Meteo, S. B., & Redondo del Río, M. (2014). Body composition analysis in older adults with dementia. Anthropometry and bioelectrical impedance analysis: a critical review. *European Journal of Clinical Nutrition*, 11, 1228–1233. <http://doi.org/10.1038/ejcn.2014.168>
- Celis-morales, C., Salas, C., Leppe, J., Cristi-montero, C., Duran, E., & Willis, N. (2015). Higher physical activity levels are associated with lower prevalence of cardiovascular risk factors in Chile. *Revista médica de Chile*, 143(0), 1435–1443. <http://doi.org/10.4067/S0034-98872015001100009>
- Chocontá, P., & Vladimir, J. (2018). Diseño y aplicación de un programa de entrenamiento concurrente, para prevenir factores de riesgo del síndrome metabólico en población adulta aparentemente saludable del DANE. Recuperado a partir de <http://repository.usta.edu.co/handle/11634/10194>
- Chula de Castro, J. A., Rodrigues de Lima, T., & Santos Silva, D. A. (2018). Body composition estimation in children and adolescents by bioelectrical impedance analysis: A systematic Review. *Journal of Bodywork & Movement Therapies*, 22, 134–136.
- Cristi-Montero, C., Ramírez-Campillo, R., Alvarez, C., Garrido Méndez, A., Martínez, M. A., Díaz Martínez, X., ... Celis-Morales, C. (2016). Fitness cardiorrespiratorio se asocia a una mejora en marcadores metabólicos en adultos chilenos. *Revista médica de Chile*, 144(8), 980–989. <http://doi.org/10.4067/S0034-98872016000800004>
- Docherty, D., & Sporer, B. (2000). A Proposed Model for Examining the Interference

Phenomenon between Concurrent Aerobic and Strength Training. *Sports Medicine*, 30(6), 385-394.

Enright, K., Morton, J., Iga, J., & Drust, B. (2015). The Effect of Concurrent Training Organisation in Youth Elite Soccer. *Players. European Journal of Applied Physiology*, 115(11), 2367–2381.

Garber CE, Blissmer B, Deschenes MR, Franklin BA, Lamonte MJ, Lee IM, Nieman DC, Swain DP; American College of Sports Medicine. American College of Sports Medicine position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. *Med Sci Sports Exerc*. 2011 Jul;43(7):1334-59. doi: 10.1249/MSS.0b013e318213fefb.

García-orea, G. P., Heredia-Elvar, J. R., Aguilera Campillos, J., Edir Da, M., Grigoletto, S., & Del Rosso, S. (2016). Entrenamiento Concurrente de Fuerza y Resistencia. *International Journal of Physical Exercise and Health Science for Trainers*, 1(1), 1–47.

García, J., Arriaza, E., Valverde, T., Moya, F., & Mardones, C. (2017). Efectos de un entrenamiento concurrente de fuerza y resistencia sobre carreras de media distancia. *Revista de ciencias de la actividad física y del deporte de la Universidad Católica de San Antonio*, 36, 221–227. Recuperado a partir de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6254155>

García, J., & Gil Galindo, P. (2017). Un programa de entrenamiento dirigido a la pérdida de peso uso del entrenamiento concurrente. *Revista de Educación, Motricidad e Investigación.*, 9, 42–64. Recuperado a partir de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6256256>

García-Pallarés, J., & Izquierdo, M. (2011). Strategies to Optimize Concurrent Training of Strength and Aerobic Fitness

for Rowing and Canoeing. *Sports Medicine*, 41(4), 329-343.

Going, S., Vinson, L., Blew, R., Laddu, D., & Hetherington-Rauth, M. (2014). Top 10

Research Questions Related to Body Composition. *Routledge*, 85, 38–48.

Hernández, J. R., & Licea, M. E. P. (2010). Papel del ejercicio físico en las personas con diabetes mellitus Role of physical exercise in persons presenting with diabetes mellitus. *Revista Cubana de Endocrinología*, 21(2), 182–201.

Hoff, J., Gran, A., & Helgerud, J. (2002). Maximal Strength Training Improves Aerobic Endurance Performance. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 12(5), 288–295.

Izquierdo, M., Exposito, R. J., Garcia-Pallares, J., Medina, L., & Villareal, E. (2010). Concurrent Endurance and Strength Training not to Failure Optimizes Performance Gains. *Science Sports Exercise*, 42, 1191-1199.

Jaffrin, M.Y., Morel, H., 2008. Body fluid volumes measurements by impedance: a review of bioimpedance spectroscopy (BIS) and bioimpedance analysis (BIA) methods. *Med. Eng. Phys.* 30 (10), 1257e1269.

Jones, T., Howatson, G., Russell, M., & French, D. (2013). PERFORMANCE AND NEUROMUSCULAR ADAPTATIONS FOLLOWING DIFFERING RATIOS OF CONCURRENT STRENGTH AND ENDURANCE TRAINING. *Journal of Strength and Conditioning Research.*, 27 (12), 3342–3351.

Kyle, U.G., et al., 2015. Body composition during growth in children: limitations and perspectives of bioelectrical impedance analysis. *Eur. J. Clin. Nutr.* 69 (12), 1298e1305

Labraña, A. M., Durán, E., Martínez, M. A., Leiva, A. M., Garrido-Méndez, A., Díaz, X., ... Celis-Morales, C. (2017). Menor peso corporal, de índice de masa corporal y de perímetro de cintura se asocian a una disminución en factores de riesgo cardiovascular en población chilena. *Revista Medica de Chile*, 145(5), 585–594.

<http://doi.org/10.4067/S0034-98872017000500005>

LLames, L. Baldomero, V. Iglesias, M. Rodota, L. (2013). Valores del ángulo de fase por bioimpedancia eléctrica; estado nutricional y valor pronóstico. *Nutricion hospitalaria*. Recuperado a partir de [http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0212-](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-)

16112013000200004

Lopes Rosado, E., Bressan, J., D'Andrea, C. L., & Vogel, C. E. (2010). Composicion corporal y metabolismo energetico en mujeres con exceso de peso. *Anales del Sistema Sanitario de Navarra*, 33(2), 155–165. <http://doi.org/10.4321/S1137-66272010000300004>

66272010000300004

Lopez Chicharro, J., & Fernández Vaquero, A. (2006). *Fisiología del Ejercicio* (3ª ed.). Madrid: Editorial Medica Panamericana.

Lukaski, H. C., Kyle, U. G., & Kondrup, J. (2017). Assessment of adult malnutrition and prognosis with bioelectrical impedance analysis: Phase angle and impedance ratio. *Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care*, 20(5), 330–339.

<http://doi.org/10.1097/MCO.0000000000000387>

Małecka-Massalska, T., Popiołek, J., Teter, M., Homa-Mlak, I., Dec, M., Makarewicz, A., & Karakuła-Juchnowicz, H. (2017). Application of phase angle for evaluation of the nutrition status of patients with anorexia nervosa. *Psychiatria Polska*, 6, 1121–1131.

<http://doi.org/https://doi.org/10.12740/PP/67500>

Malina, R. (2007). Body Composition in Athletes: Assessment and Estimated Fatness. *Clinics in sports medicine*, 26, 37–68.

Meneses-echávez, J. F., González-jiménez, E., Correa-bautista, J. E., & Valle, J. S. (2015). Efectividad del ejercicio físico en la fatiga de pacientes con cáncer durante el tratamiento activo : revisión sistemática y metaanálisis Effectiveness of physical exercise on fatigue in cancer patients during active treatment : a systematic review and me. *Cad,Saude Publica*, 31(4), 667–681. <http://doi.org/10.1590/0102-311X00114414>

Ministerio de salud. (s. f.). ENCUESTA NACIONAL DE SALUD 2016-2017 Primeros resultados.

Ministerio de Salud. (2010). Encuesta Nacional de Salud Chile 2009-2010. *MINSAL*, 1, 1064. <http://doi.org/10.1007/s11883-013-0322-z>

Ministerio del Deporte. (2016). *Política Nacional de actividad Física y deporte 2016-2025*.

- Muller, J., Lagerpusch, M., Enderle, J., Schauts, B., Heller, M., & Bosy-Westphal, A. (2012). Beyond the body mass index: tracking body composition in the pathogenesis of obesity and the metabolic syndrome. *Obesity reviews*, *13*, 6–13.
- Pérez Betty, M., Landaeta-Jimenez, M., Arroyo Barahona, E., & Marrodán, M. D. (2012). Patrón de actividad física, composición corporal y distribución de la adiposidad en adolescentes venezolanos. *Anales venezolanos de nutrición*, *25*(Imc), 1–23.
- Quesada Leyva, L., Leon Ramentol, C. C., Betancourt Bethencourt, J., & Nicolau Pestana, E. (2016). Elementos teóricos y prácticos sobre la bioimpedancia eléctrica en salud. *Archivo Medico Camaguey*, *20*, 1–11.
- Rodríguez, F., & Almagiá, A. (2016). *Evaluación y ciencia de la morfoestructura humana*.
- Sánchez Lopez, S., & Rodriguez, M. (2016). ESTRATEGIAS PARA OPTIMIZAR EL ENTRENAMIENTO CONCURRENTE DE FUERZA Y RESISTENCIA EN BALONMANO DE ÉLITE. *Journal of Sport Science*. Recuperado a partir de <http://www.redalyc.org/html/865/86551349002/>
- Sánchez López, S., & Rodríguez Pérez, M. (2016). ESTRATEGIAS PARA OPTIMIZAR EL ENTRENAMIENTO CONCURRENTE DE FUERZA Y RESISTENCIA EN BALONMANO DE ÉLITE. *Revista de Ciencias del Deporte*, *13*, 15–26.
- Sergio Mauricio Castañeda Tovar a, & Bermúdez, N. S. C. (1919). Relación entre la composición corporal y el rendimiento físico en la Escuela Militar de Cadetes José María Córdova. *Revista Científica General José María Córdova*, *13*(15), 16. <http://doi.org/10.1590/S1517-97022011005000007>
- Talma, H., et al., 2013. Bioelectrical impedance analysis to estimate body composition in children and adolescents: a systematic review and evidence appraisal of validity, responsiveness, reliability and measurement error. *Obes. Rev.* *14* (11), 895e905.
- Tovar G, M., González J, E., Martí G, C., & Schmidt R, J. (2017). Body composition in a population of school adolescents: A comparison of simple anthropometric methods

and bioelectrical impedance. *Endocrinología, Diabetes y Nutrición.*, 64, 424–431.

Vidarte, J. A., Vélez, C., Sandoval, C., & Alfonso, M. L. (2011). Actividad Física: Estrategia De Promoción De La Salud. *Hacia la Promoción de la Salud*, 16(1), 202–218. Recuperado a partir de [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0121-75772011000100015&lng=en&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-75772011000100015&lng=en&nrm=iso&tlng=es)

Watson, K., & Baar, K. (2014). mTOR and the health benefits of exercise. *El sevier*, 13, 1–10.

Weineck, J. (2005). *Entrenamiento total* (1ª ed.). Barcelona: Editorial Paidotribo.

Wilhelm-Leen, E., Hall, Y., Horwitz, R., & Chertow, G. (2013). Phase Angle, Frailty and Mortality in Older Adults. *Society of general internal medicine 2013*, 29, 147–154.

Wilmore, J., & Costill, D. (2006). *Fisiología del esfuerzo y del deporte* (5ª ed.). Paidotribo.

## ANEXOS

### Datos de mujeres evaluadas en el grupo control

		edad	Talla	Peso	
				PRE	POST
1	Sujeto 1	18	175cm	67kg	67kg
2	Sujeto 2	19	165cm	67kg	66kg
3	Sujeto 3	19	168cm	70kg	67kg
4	Sujeto 4	19	154cm	44kg	45kg
5	Sujeto 5	19	166cm	76kg	73kg
6	Sujeto 6	20	157cm	57kg	57kg
7	Sujeto 7	20	157cm	59kg	59kg
8	Sujeto 8	20	161cm	64kg	65kg
9	Sujeto 9	20	171cm	70kg	70kg
10	Sujeto 10	25	160cm	50kg	52kg
11	Sujeto 11	22	160cm	52kg	52kg

### Datos de mujeres evaluadas en el grupo experimental

		Edad	Estatura	PRE Peso	POST Peso
1	Sujeto 1	18	168cm	85kg	80kg
2	Sujeto 2	18	176cm	79kg	73kg
3	Sujeto 3	18	158cm	72kg	66kg
4	Sujeto 4	18	157cm	64kg	63kg
5	Sujeto 5	24	149cm	60kg	57kg
6	Sujeto 6	20	170cm	73kg	70kg
7	Sujeto 7	18	164cm	78kg	68kg
8	Sujeto 8	18	156cm	64kg	62kg
9	Sujeto 9	18	155cm	55kg	56kg
10	Sujeto 10	19	154cm	60kg	59kg
11	Sujeto 11	18	157cm	67kg	64kg
12	Sujeto 12	25	161cm	54kg	54kg
13	Sujeto 13	18	170cm	64kg	61kg
14	Sujeto 14	18	154cm	66kg	64kg
15	Sujeto 15	20	159cm	71kg	71kg
16	Sujeto 16	19	172cm	64kg	64kg
17	Sujeto 17	19	159cm	56kg	52kg
18	Sujeto 18	19	157cm	51kg	50kg
19	Sujeto 19	19	156cm	70,5kg	65kg
20	Sujeto 20	18	164cm	66kg	63kg
21	Sujeto 21	19	157cm	50kg	49kg
22	Sujeto 22	20	170cm	73kg	70kg
23	Sujeto 23	18	159cm	64kg	61kg

24	Sujeto 24	18	155cm	73kg	68kg
25	Sujeto 25	18	170cm	77kg	68kg
26	Sujeto 26	18	160cm	61kg	56kg
27	Sujeto 27	18	160cm	77kg	72kg

### Resultados de variables medidas en grupo experimental

Angulo de fase 50kHz									
PRE BD	POST BD	PRE BI	POST BI	PRE TR	POST TR	PRE PD	POST PD	PRE PI	POST PI
5,3	5,6	5,3	5,4	6	7,4	5,3	6,4	5,5	7
5,2	5,9	5	5,8	6,1	8,2	6,3	6,7	6,1	7,3
5,4	5,9	5,4	5,6	5,7	6,6	6,7	6,3	6,6	6,5
5	5,5	4,7	5,4	5,9	6,7	6,2	6,6	6,2	7,4
5,5	5,5	5,3	5,3	6,3	6,9	6,3	6,3	5,5	6
5,8	6,5	5,8	6,8	6,7	6,7	6,6	6,6	6,6	6,8
5,1	5,6	5,1	5,5	6,1	5,7	5,8	5,6	5,6	5,6
5	5,3	4,9	5,1	7	6	5,5	5,7	5,4	5,8
5,2	5,6	5	5,2	6,3	6,5	6,3	6,9	6,5	7,1
5,1	5,7	5	5,4	6,3	7	6,1	6,5	5,8	6,3
5,7	6	5,5	5,4	6,4	5,9	6,6	6,8	6,6	6,9
5,2	5,9	5	5,7	6,2	7,4	5,7	6,4	5,6	6,8
4,9	5,3	4,6	4,9	6	7,2	4,9	4,5	4,5	4,7
5,3	5,8	5,2	5,9	6,9	7,4	6,1	7,4	6	7,2
5,5	5,9	5,4	5,9	6,9	7,2	6,4	6,2	6,3	6,6
4,8	5,6	4,9	5,7	5,9	8,5	4,5	5,6	4,7	6
5,2	5,8	5	5,4	6,1	7,2	5,4	5,4	5,6	5,7
5,4	6,2	5,1	6,1	6,9	7,5	6,9	6,6	6,6	6,6
6	6,3	5,8	6	6,6	7,6	7,1	6,9	7,4	7
4,9	5,5	5	5,4	5,4	6,4	6,4	6,6	6	6,4
4,8	5,1	4,4	4,7	5,7	5,3	5	4,7	4,6	5,2
5,6	6,5	5,6	6,4	6,3	6,8	6,5	7,6	6,2	7,2
5	5,3	4,9	5,2	6,2	7	6,1	6	5,8	6,2
5,2	5,4	5,1	5,3	6,5	10,6	5,6	6,9	5,8	6,9
5,6	6,3	5,1	5,7	6,1	8,1	6,7	7	5,8	6,7
5,4	5,4	5,2	5,2	6,1	7,3	5,7	4,8	5,4	5
5,3	5,9	5,3	5,8	6,8	7,7	6,2	6,8	6,2	7

Xc 50kHz									
PRE BD	POST BD	PRE BI	POST BI	PRE TR	POST TR	PRE PD	POST PD	PRE PI	POST PI
18,8	29,2	30,4	29	2,5	2,9	21,1	28,3	22,5	30,5
34,8	38,9	32,9	38,6	2,8	3,6	29,7	32,5	27,7	33,4
31,8	35,8	31,9	34	2,8	3,1	31,2	29,2	30,7	30,6
35,5	38,2	35,4	40,4	2,9	3,3	30,1	32,1	30,1	34,4
34,8	34,4	33,9	33,6	3,1	3,4	31,8	30,7	28,5	29,8
38,5	41,4	37,4	43,9	3,2	3,1	32	31,8	31,6	31,6
33,2	38	34	37,6	3	2,6	26,6	25,8	26,2	25,1
39,9	38,9	38,8	37,2	3,7	2,8	29,3	27,6	28,4	28,7
34,1	34,2	34,3	31,6	2,8	2,7	32,9	33,2	31,7	31,8
39,2	41,7	38,6	39,8	3,1	3,3	40,6	40,5	36,3	38,7
31,7	31,5	31,5	29,2	2,9	2,5	28,4	27,9	28,9	27,8
39,3	43,3	37,6	42,3	3	3,4	31,7	33,3	32,1	34,9
36,1	38	35,3	37,3	2,7	3,4	24,9	23,9	23,3	25,6
35	38,1	34,4	38,8	3	3	28,1	32	27,9	32,8
34,5	35,9	34,7	35,9	2,7	2,6	31,1	26,4	30,6	29
35,9	40,8	36,5	42	3	4	23,9	31,8	24,5	33,4
42,1	46,9	42	45,5	3	3,5	32,1	30,6	30,9	30,5
40,9	47,4	37,9	46	3,3	4	36,7	34,3	36,3	35,1
35,7	38,5	32,6	35,4	3	3,5	32,5	30,8	33,2	31,4
28,8	32,4	29,9	33,1	2,7	3,2	25,8	27,4	24,6	28,2
38,8	41,4	35,5	38,4	2,9	2,9	26,1	25,4	25,6	27,6
34,8	40	34,9	40,3	3,1	3	28,9	34,1	29,8	33,9
30,4	31,6	29,6	30,7	2,4	2,6	30,6	26,9	27,8	28,5
32,5	35,6	32,8	35	2,9	4,8	25,4	33,8	26,2	31,5
36	44,3	34,5	41,8	2,8	3,6	28,9	31,1	26,5	31,1
39,8	39,9	38,3	38	3,2	3,6	30,5	24,2	29,7	25,6
33	36,6	30,5	32,7	2,7	3,1	27,6	28,7	26,7	27,4

Z 50 kHz									
PRE BD	POST BD	PRE BI	POST BI	PRE TR	POST TR	PRE PD	POST PD	PRE PI	POST PI
311,6	299,4	328,7	307,9	23,7	22,6	228	253,9	234,3	250,5
383,7	378	377,6	381,9	26,1	25,1	270,8	278,9	260,8	262,5
338,4	348,4	339,3	348,9	28,1	27,4	267,8	266	267	279,4
407,4	399	432,4	429,6	28	28,4	278,5	279,1	278,6	267,4
363,1	358,8	367	364,1	27,8	28,7	289,8	279,5	297,6	285,3
381	365,7	370,3	371	27,3	26,9	278,4	276,6	274,6	266,8
373,6	389,9	382,2	392,4	27,8	26,6	262,8	264,1	268,1	257,2
457,3	420,6	454,1	418,4	30	26,4	305,8	278,3	302	284,3
376,3	350,3	393,7	348,7	25,2	27,2	299,7	324,7	279,6	303,5
440,7	420,2	442,8	422,4	28	27	382,5	357,9	359,5	352,3
319,2	301,2	328,7	310	25,7	24,4	247	235,4	251,4	231,5
433,5	421	431,5	426,2	27,4	26,5	319,5	299	328,9	294,9
422,6	411,4	439,9	436,9	26	26,9	291,9	304	296,8	312,6
379	377,1	379,4	377,5	25	23,3	264,5	248,7	266,9	262
360,3	349	368,4	349,7	22,5	20,6	278,7	244,9	278,9	252,3
429,6	418,3	427,2	422,4	29,1	26,8	304,9	326,2	299,4	319,7
464,8	464	482,1	483,7	27,8	27,6	341,5	325	316,8	307,1
434,3	439,1	426,1	432,6	27,6	30,9	305,8	298,8	315,6	305,4
341,6	350,9	323	338,9	26,4	26,3	263,3	256,5	257,8	257,8
336,8	337,9	342,7	351,9	28,3	28,5	231,5	238	235,1	253,1
463,4	465,4	462,1	469	29,1	31	299,3	310,3	319,4	305
357	353,1	357,7	361,8	28,5	25,4	255,7	257,9	276	270,8
348,7	342,6	346	338,3	22	21,3	288,2	257,3	275,4	263,5
358,7	378,7	369,3	379,4	25,7	26	259,8	281,7	259	262,6
369,4	403,9	388,3	420,9	25,9	25,8	248	255	262,7	266,7
423	424,1	422,5	419,3	29,9	28,2	306,6	289,7	315,7	293,2
357	356,1	330	323,8	22,6	23,4	255,8	242,1	246,8	224,9

Agua Corporal							
PRE AIC	POST AIC	PRE AEC	POST AEC	PRE ACT	POST ACT	PRE AEC/ACT	POST AEC/A
23,1	24,5	14,6	14,8	37,7	39,3	0,388	0,377
23,8	24,9	14,6	14,8	38,4	39,7	0,381	0,373
19	19,2	11,2	11,6	30,2	30,8	0,371	0,378
17,2	18	10,6	10,8	27,8	28,8	0,381	0,374
16	16	9,8	9,8	25,8	25,8	0,381	0,379
22,4	22,7	13,4	13,6	35,8	36,3	0,375	0,375
19,9	19,3	12,4	12,2	32,3	31,5	0,384	0,386
15,3	16,9	9,4	10,5	24,7	27,4	0,379	0,383
17,5	19,1	10,7	11,4	28,2	30,5	0,378	0,374
15,8	16,6	9,7	10	25,5	26,6	0,379	0,376
19,7	20,3	12,1	12,3	31,8	32,6	0,379	0,378
17,4	18,6	10,8	11,2	28,2	29,8	0,383	0,375
19	19	12,3	12,3	31,3	31,3	0,393	0,392
17,6	18,9	10,9	11,2	28,5	30,1	0,382	0,372
20	20,7	12,1	12,7	32,1	33,4	0,378	0,38
19,2	20,9	12,4	12,9	31,6	33,8	0,392	0,38
16,1	16,3	10,1	10,1	26,2	26,4	0,385	0,384
17,4	17,2	10,4	10,3	27,8	27,5	0,373	0,373
19,5	19,5	11,3	11,7	30,8	31,2	0,367	0,373
20,7	20,9	12,8	12,6	33,5	33,5	0,382	0,378
15	14,8	9,7	9,6	24,7	24,4	0,392	0,39
22,4	24	13,7	14,1	36,1	38,1	0,378	0,37
19,5	19,9	12,1	12,3	31,6	32,3	0,383	0,383
18	18,7	11,3	11,2	29,3	29,9	0,384	0,374
22,6	22,3	13,8	13,3	36,4	35,6	0,378	0,373
17,1	17	10,7	10,8	27,8	27,8	0,384	0,389
21	21,6	13	12,9	34	34,5	0,381	0,376

Composicion Corporal																						
PRE Masa Li	POST Masa Li	PRE Masa Gr	POST Masa Gr	PRE Circunfe	POST Circunfe	PRE Circunfe	POST Circunfe	PRE MCC	POST MCC	PRE IMC	POST IMC	PRE Muscul	POST Muscul	PRE % de gra	POST % de gra	PRE AGV	POST AGV	PRE Circunfe	POST Circunfe	PRE CMO	POST CMO	
51,2	53,6	33,8	26,4	104,2	100,1	35,3	34,7	33	35	30,1	28,3	28,1	29,9	39,7	33	144,7	116,5	26,5	27,1	2,92	3,1	
52,5	54,5	26,5	18,5	95	85,9	32	31	34,1	35,7	25,5	23,6	29	30,5	33,5	25,4	104,5	68,2	24,9	24,6	3,18	3,32	
41	41,9	31	24,1	102,1	90,1	34,9	32,4	27,2	27,4	28,8	26,4	22,7	23	43,1	36,5	136,1	110,9	25,9	24,6	2,13	2,35	
38	39,4	26	23,6	86,7	83,9	30,8	31	24,7	25,8	26	25,6	20,4	21,5	40,6	37,5	119,9	101,6	22,7	22,8	2,3	2,35	
35,1	35,2	24,9	21,8	89,5	84,6	32,4	31,1	22,9	23	27	25,7	18,9	18,9	41,5	38,3	130,6	114,5	23,8	23,2	1,94	1,96	
49	49,5	24	20,5	92	87,7	32,5	32,5	32,1	32,5	25,3	24,2	27,2	27,6	32,9	29,3	96,3	70,8	25	25,1	2,85	2,81	
44	42,8	34	25,2	100,9	88,3	34,3	31,6	28,5	27,7	29	25,3	23,9	23,2	43,6	37	146,6	111,2	25,1	23,7	2,52	2,5	
33,6	37,4	30,4	24,6	93	85,3	32	30,8	22	24,2	26,3	25,5	18	20	47,5	39,7	140,9	119	22,9	22,7	1,9	2,26	
38,5	41,7	16,5	14,3	78,6	76,9	28,8	28,9	25,1	27,3	22,9	23,3	20,8	22,9	30	25,5	84,7	69,8	22,3	23,1	2,32	2,48	
34,9	36,4	25,1	23,6	92	90,5	31,5	31,7	22,7	23,8	25,3	25,3	18,7	19,7	41,9	39,3	132,1	121,7	22,9	23,2	2,09	2,16	
43,2	44,4	23,8	19,6	89,9	84,5	32,7	31,3	28,3	29	27,2	26	23,8	24,4	35,5	30,7	111,1	90,6	25	24,8	2,41	2,49	
38,5	40,8	15,5	13,2	78,1	74,1	27,7	27,7	24,9	26,7	20,8	20,8	20,8	20,8	22,3	28,8	24,5	78,4	56,6	21,8	21,8	2,32	2,46
42,7	42,6	21,3	18,4	85,1	83,3	29	28,5	27,2	27,2	22,1	21,1	22,8	22,8	33,4	30,2	102,3	91,1	22,4	22,3	2,59	2,53	
38,9	41,3	27,1	22,7	89,9	84	32,7	32,4	25,2	27,1	27,8	27	21	22,7	41,1	35,5	129,8	101,4	24	23,9	2,27	2,47	
43,9	45,7	27,1	25,3	94,8	90,7	33,8	33,8	28,6	29,7	28,1	28,1	24	25	38,2	35,7	126,1	114,8	24,9	25,1	2,62	2,72	
42,9	46,1	21,1	17,9	86	85,1	29,2	29,8	27,5	30	21,6	21,6	23	25,3	33	27,9	98,6	80,1	22,9	23,3	2,5	2,76	
35,7	36	20,3	16	81	74,8	28,8	27,5	23,1	23,3	22,2	20,6	19	19,2	36,2	30,8	103,1	77,9	21,4	20,9	2,19	2,17	
38,1	37,5	12,9	12,5	73,2	71,5	27	27,2	25	24,7	20,7	20,3	20,7	20,5	25,3	24,9	58,5	49,6	21,4	21,4	2,32	2,14	
41,9	42,4	28,6	22,6	98,7	87,1	35,2	33	28	28	29	26,7	23,5	23,5	40,5	34,7	122,4	98,8	26,3	24,9	2,16	2,33	
45,6	45,7	20,4	17,3	83,5	80,8	30,2	29,7	28,7	29,9	24,5	23,4	25	25,2	30,8	27,5	85,9	72,3	24,1	23,7	2,61	2,6	
33,6	33,2	16,4	16,8	74,4	74,3	26,3	26,4	21,5	21,3	20,3	20,3	17,6	17,4	32,7	33,7	89,6	88,6	20,5	20,5	2,07	2	
49,2	52,1	23,8	17,9	92	84,8	32,2	31,6	32,1	34,3	25,3	24,2	27,3	29,3	32,6	25,5	96,7	66,2	25,2	25	2,8	3,07	
43,2	44	20,8	17	88,3	81,8	31,1	30	27,9	28,5	25,3	24,1	23,4	23,9	32,5	27,8	108,6	88	24,3	23,8	2,61	2,68	
39,8	40,8	33,2	28,2	98,3	92,5	34,9	33,7	25,8	26,8	30,4	28,7	21,5	22,4	45,5	40,9	153,7	128,1	25,1	24,5	2,22	2,37	
49,7	48,8	27,3	19,2	93,4	81,5	32,6	30,5	32,4	32	26,6	23,5	27,5	27,1	35,4	28,3	106,4	68,4	24,6	23,3	2,96	2,94	
37,8	37,8	23,2	18,2	86,9	79,1	30,5	28,6	24,5	24,3	23,8	21,9	20,3	20,1	38	32,6	112,7	93,3	22,9	22,1	2,19	2,2	
46,3	47,2	30,7	24,8	98,5	89,2	34,9	33,6	30,1	30,9	30,1	28,1	25,4	26,1	39,8	34,5	136,3	102,9	26,3	25,8	2,7	2,73	

Masa Magra									
PRE BD	POST BD	PRE BI	POST BI	PRE TR	POST TR	PRE PD	POST PD	PRE PI	POST PI
2,91	3,07	2,79	3	23,6	24,6	8,09	7,8	7,99	7,87
2,69	2,75	2,72	2,73	23,2	23,4	8,57	8,63	8,71	8,88
2,33	2,22	2,32	2,21	20,4	19,6	6,17	6,28	6,21	6,25
1,84	1,91	1,75	1,8	17,1	17,6	5,75	5,97	5,76	6,12
1,86	1,8	1,84	1,78	16,9	16,5	4,88	1,92	4,81	4,87
2,53	2,61	2,58	2,59	22,2	22,4	7,81	7,95	7,87	8,09
2,34	2,14	2,3	2,13	20,6	19,4	6,96	6,83	6,9	6,92
1,62	1,77	1,63	1,77	16,3	16,9	5,11	5,57	5,19	5,53
1,9	2,07	1,83	2,07	17,3	18,4	5,4	5,82	5,6	6,03
1,76	1,86	1,75	1,85	16,8	17,3	4,67	4,92	4,82	4,98
2,34	2,39	2,28	2,32	19,9	20,1	6,3	6,52	6,3	6,57
1,81	1,9	2	1,88	17,3	17,8	5,78	6,24	5,74	6,3
2,1	2,14	2,02	2,03	19,1	19,2	6,92	6,81	6,88	6,76
1,97	2,02	1,97	2,03	17,9	18,3	5,68	6,08	5,66	5,92
2,35	2,42	2,31	2,41	20,3	20,7	6,29	6,79	6,31	6,7
2,1	2,32	2,12	2,31	19,5	20,7	7,11	7,2	7,19	7,3
1,66	1,63	1,61	1,57	16,3	16,1	5,29	5,49	5,5	5,66
1,72	1,69	1,74	1,71	16,7	16,6	5,69	5,89	5,63	5,86
2,33	2,22	2,43	2,27	20,7	19,7	6,23	6,39	6,32	6,38
2,29	2,31	2,25	2,23	20	20	7,37	7,34	7,29	7,12
1,43	1,42	1,43	1,4	14,9	14,8	5,14	5,09	4,99	5,16
2,59	2,71	2,59	2,66	22,3	22,8	8,06	8,29	7,8	8,12
2,27	2,24	2,28	2,26	19,7	19,5	5,91	6,25	6,05	6,19
2,16	2,08	2,11	2,07	19	18,7	5,91	5,77	5,92	5,98
2,6	2,38	2,5	2,3	22,2	20,9	8,25	8,18	8,03	8,02
1,86	1,77	1,86	1,78	17,7	17	5,82	5,86	5,77	5,86
2,44	2,37	2,58	2,54	21,4	21	6,81	7,12	6,93	7,37

## Resultados de variables medidas en grupo control

Agua Corporal							
PRE AIC	POST AIC	PRE AEC	POST AEC	PRE ACT	POST ACT	PRE AEC/A	POST AEC/
23	22,2	13,9	13,8	36,9	36	0,376	0,383
19,8	19,3	12,3	12,1	32,1	31,4	0,382	0,386
22,8	22,1	13,6	13,4	36,4	35,5	0,372	0,376
16,1	16	10	10	26,1	26	0,38	0,383
19,7	19,9	12,2	12,5	31,9	32,4	0,38	0,384
18,2	18,6	10,8	11,1	29	29,7	0,372	0,375
17,2	17	10,7	10,5	27,9	27,5	0,384	0,384
18,1	18,8	11,3	11,4	29,4	30,2	0,383	0,378
19,8	19,5	12,3	12,1	32,1	31,6	0,385	0,382
17,4	17,8	10,6	10,8	28	28,6	0,377	0,378
17,4	17,3	10,8	10,4	28,2	27,7	0,381	0,377

Z 50 kHz									
PRE BD	POST BD	PRE BI	POST BI	PRE TR	POST TR	PRE PD	POST PD	PRE PI	POST PI
399,2	382,4	395,9	382,8	25,2	25	313,1	307,4	317	309,1
382,5	382,2	382	381,5	27,5	27,4	285,5	279,4	283,7	281,6
365,2	365,5	362,6	363,1	25,7	26,1	253	253,3	252,5	253,5
430,3	414,5	419,6	418	25,2	27,9	295,6	297,3	302,1	293,6
418,8	401,3	415,8	402,8	28	26	300,6	289,8	299,3	275,3
393,6	368,8	383,1	364,3	28,5	26,7	294,5	276,5	264,3	265,5
387,4	382,4	377,9	373,1	29	30,2	282	275	274,7	274,6
410	394,4	419	411,2	27,4	26,6	275,6	279,2	284,7	285,5
453,5	442,4	438,3	452,3	27,3	28,8	294,4	319,4	302,5	321,7
412,2	411,6	411,6	411,1	27,3	27,1	323,4	322,1	333,2	332,7
412,5	405,1	411,2	414,5	29,7	33	285,4	314,6	288	324,2

Xc 50kHz									
PRE BD	POST BD	PRE BI	POST BI	PRE TR	POST TR	PRE PD	POST PD	PRE PI	POST PI
38,3	38,6	37,3	33,4	2,6	1,4	36,5	33,7	34,8	32,3
37,2	36,6	37,1	36,6	2,5	2,6	28,3	28,2	26,3	26
39,1	38,2	37,1	36,7	2,6	2,4	31,2	31,3	29,5	29,5
35,3	38,3	36,6	36,4	2,8	2,7	32,4	31,6	31,1	28,1
36,5	39,9	37,7	40,7	3,2	2,6	31,4	29,3	31,8	27,8
39,1	36,6	36,1	34,3	3,4	2,9	36,9	35,1	33,1	31,4
33,1	33,3	34,3	29,3	2,6	1,9	27,5	29,2	28,2	27,8
35,7	35,7	32,1	33,7	3,1	2,4	28,8	32,1	30,3	33,3
41,1	45,5	40,5	42,6	2	1,9	30,8	35	28,5	33,1
42,2	41,6	38,8	38,7	2,9	2,7	36,1	35,9	35,8	35,9
39,5	40,9	41,6	40,4	2,7	3,5	29,3	34	29,6	35

Angulo de fase 50kHz									
PRE BD	POST BD	PRE BI	POST BI	PRE TR	POST TR	PRE PD	POST PD	PRE PI	POST PI
5,5	5,8	5,4	5	6	3,1	6,7	6,3	6,3	6
5,3	5,5	5	5,5	6,5	5,5	6	5,8	5,6	5,3
5,9	6	5,7	5,8	7,6	5,3	7,2	7,1	7	6,7
4,7	5,3	5	5	6,3	5,6	6,3	6,1	5,9	5,5
5	5,7	5,2	5,8	6,5	5,8	6,0	5,8	6,1	5,8
5,7	5,7	5,4	5,4	6,9	6,2	7,2	7,3	7,2	6,8
4,9	5	5,2	4,5	5,1	3,6	5,6	6,1	5,9	5,8
5	5,2	4,4	4,7	6,5	5,2	6	6,6	6,1	6,7
5,2	5,9	5,3	5,4	4,3	3,8	6	6,3	5,4	5,9
5,3	5,8	5,2	5,4	5,9	5,8	6,6	6,4	6,2	6,2
5,5	5,8	5,8	5,6	5,3	6,1	5,9	6,2	5,9	6,2

Composicion Corporal																					
PRE Masa libre de	PRE Masa Gr	POST Mas	PRE Circu	POST Circu	PRE Circu	POST Circu	PRE MCC	POST MCC	PRE IMC	POST IMC	PRE Musculo	POST Musculo	PRE % de g	POST % de g	PRE AGV	POST AGV	PRE Circunfer	POST Circu	PRE CMO	POST CMO	
50,5	49,1	16,5	17,9	85,3	87,4	29,6	29,9	33	31,8	21,9	21,9	28	27	24,6	26,8	68,6	77,5	23,7	24	3,1	2,86
43,8	42,8	23,2	23,2	90,1	89	31	31,2	28,4	27,7	24,6	24,2	23,9	23,2	34,7	35,2	107,6	107,3	24	24	2,59	2,44
49,8	48,4	20,2	18,6	85,4	82,8	31,4	30,5	32,7	31,7	24,8	23,7	27,8	26,8	28,8	27,7	76,7	72,1	24,5	24,2	2,96	2,85
35,7	35,5	8,3	9,5	66,7	68,2	24,6	24,9	23,1	23	18,6	18,7	19,1	18,9	18,8	21,2	40,9	46,4	20,3	20,5	2,24	2,12
43,5	44,1	32,5	27,9	100	94	33,5	33	28,3	28,6	27,6	26,1	23,7	24	42,7	38,8	139,8	121,5	24,5	24,4	2,62	2,58
39,7	40,6	17,3	16,4	78,8	78,7	29,2	29,1	26,1	26,6	23,1	23,1	21,7	22,3	30,4	28,7	77,5	77,3	22,6	23	2,33	2,38
38	37,5	21	21,5	83,4	83,6	29,9	29,2	24,6	24,3	23,9	23,9	20,4	20,1	35,6	36,5	103,7	104,8	23	22,8	2,2	2,16
40,2	41,3	23,8	23,7	85,8	87	29,7	30,4	26	26,9	24,7	25,1	21,7	22,5	21,7	36,4	110,5	107,3	22,6	23	2,48	2,52
43,9	43,1	26,1	26,9	90,4	93,4	31	31,4	28,3	28	23,9	23,9	23,8	23,5	37,3	38,4	109,3	113,2	23,3	23,3	2,66	2,54
38,2	39,1	11,8	12,9	71,5	76,3	26,1	27,4	25	25,5	19,5	20,3	20,7	21,2	23,5	24,8	48	62,9	21,1	21,9	2,26	2,33
38,4	37,7	13,6	14,3	73,6	76,9	27,3	27,6	25	24,7	20,3	20,3	20,7	20,5	26,2	27,5	60,5	65	21,7	22	2,21	2,11

Masa Magra									
PRE BD	POST BD	PRE BI	POST BI	PRE TR	POST TR	PRE PD	POST PD	PRE PI	POST PI
2,57	2,65	2,58	2,63	22,3	22,7	7,92	7,99	7,91	8,01
2,22	2,2	2,24	2,21	20	19,8	6,67	6,75	6,65	6,73
2,52	2,42	2,5	2,43	21,8	21,2	7,94	7,84	7,94	7,83
1,51	1,56	1,55	1,54	15,1	15,4	5,11	5,23	5,07	5,26
2,23	2,29	2,24	2,29	20,3	20,5	6,75	6,95	6,78	7,12
1,87	1,96	1,91	1,98	17,6	18	5,81	5,89	6,12	6
1,84	1,82	1,88	1,85	17,4	17,2	5,67	5,72	5,76	5,73
1,91	2,04	1,87	1,96	17,8	18,5	6,15	6,26	6,08	6,21
2,14	2,22	2,2	2,18	20	20,3	7,4	7,21	7,33	7,21
1,7	1,88	1,69	1,87	16,6	17,6	6,05	5,75	5,89	5,7
1,77	1,83	1,77	1,79	17	17,3	6,07	5,84	6,06	5,79

## Cuestionario utilizado para calcular actividad física de las participantes



PONTIFICIA  
UNIVERSIDAD  
CATÓLICA DE  
VALPARAÍSO

### INTRODUCCIÓN

El siguiente cuestionario tiene como objetivo recoger información sobre la actividad física que realizas. Antes de comenzar el cuestionario, te pido firmar este documento, para entregar el consentimiento voluntario a participar. Toda la información recogida será utilizada de forma anónima. Tu información es muy valiosa para llevar a cabo este proyecto. Muchas Gracias.

---

Firma participante

### CUESTIONARIO MUNDIAL DE ACTIVIDAD FÍSICA (GPAQ)

**EDAD:** \_\_\_\_\_ **SEXO (F o M):** \_\_\_\_\_

A continuación voy a preguntarte por el tiempo que pasas realizando diferentes tipos de actividad física. Intenta contestar las preguntas aunque no te consideres una persona activa.

#### **En el Trabajo**

Piensa en el tiempo que pasas en el trabajo. En las siguientes preguntas las "actividades físicas intensas" se refieren a aquéllas que implican un esfuerzo físico importante y que causan una gran aceleración de la respiración o del ritmo cardíaco (como: levantar pesos pesados, hacer ejercicios aeróbicos, andar rápido en bicicleta). Por otra parte, las "actividades físicas de intensidad moderada" son aquéllas que implican un esfuerzo físico moderado y causan una ligera aceleración de la respiración o del ritmo cardíaco (como: bailar, andar en bicicleta a velocidad regular, trotar).

1	¿Exige tu trabajo una actividad física intensa durante al menos 10 minutos consecutivos?	Si _____	No _____
2	En una semana típica, ¿cuántos días realizas actividades físicas intensas en tu trabajo?	N° de Días _____	
3	En uno de esos días en los que realiza actividades físicas intensas, ¿cuánto tiempo suele dedicar a esas actividades?	Minutos _____	
4	¿Exige tu trabajo una actividad de intensidad moderada durante al menos 10 minutos consecutivos?	Si _____	No _____
5	En una semana típica, ¿cuántos días realiza usted actividades de intensidad moderada en su trabajo?	N° de días _____	
6	En uno de esos días en los que realiza actividades físicas de intensidad moderada, ¿cuánto tiempo suele dedicar a esas actividades?	Minutos _____	

### Para desplazarse

En las siguientes preguntas, se excluye la actividad física en el trabajo y me gustaría saber cómo te desplazas principalmente de un sitio a otro. Por ejemplo, cómo vas al trabajo, de compras, al mercado, entre otros.

7	¿Caminas o usas una bicicleta al menos 10 minutos consecutivos en sus desplazamientos?	Si _____	No _____
8	En una semana típica, ¿cuántos días caminas o vas en bicicleta al menos 10 minutos consecutivos en sus desplazamientos?	N° de días _____	
9	En un día típico, ¿cuánto tiempo pasas caminando o yendo en bicicleta para desplazarse?	Minutos _____	

### En el tiempo libre

Las preguntas que van a continuación excluyen la actividad física en el trabajo y para desplazarse que ya he mencionado. Ahora me gustaría tratar de deportes, fitness u otras actividades físicas que practicas en tu tiempo libre.

10	¿En tu tiempo libre, practicas deportes/fitness intensos, durante al menos 10 minutos consecutivos?	Si _____	No _____
11	En una semana típica, ¿cuántos días practica usted deportes/fitness intensos en su tiempo libre?	N° de días _____	
12	En uno de esos días en los que practica deportes/fitness intensos, ¿cuánto tiempo suele dedicar a esas actividades?	Minutos _____	

13	¿En su tiempo libre practica usted alguna actividad de intensidad moderada que, durante al menos 10 minutos consecutivos?	Si _____	No _____
14	En una semana típica, ¿cuántos días practica usted actividades físicas de intensidad moderada en su tiempo libre?	N° de días _____	
15	En uno de esos días en los que practica actividades físicas de intensidad moderada, ¿cuánto tiempo suele dedicar a esas actividades?	Minutos _____	

### Comportamiento Sedentario

La siguiente pregunta se refiere al tiempo que sueles pasar sentado o recostado en el trabajo, en casa, en los desplazamientos o con tus amigos. Se incluye el tiempo ante una mesa de trabajo, sentado con los amigos, viajando en auto o bus, viendo TV, entre otros, pero no incluyas el tiempo que pasas durmiendo.

16	¿Cuándo tiempo sueles pasar sentado o recostado en un día típico?	Minutos _____
----	---	------------------

$$\text{METS/MIN/SEM} = [(P2 * P3 * 8) + (P5 * P6 * 4) + (P8 * P9 * 4) + (P11 * P12 * 8) + (P14 * P15 * 4)]$$

## Instrumentos de medición



Balanza Cam



Estadiómetro Tanita



Inbody S10