



**Universidad Católica de la Santísima Concepción**  
**Facultad de Medicina**  
**Carrera de Kinesiología**

COMPARACIÓN DE LA VARIABILIDAD DEL RITMO CARDÍACO EN FUMADORES Y NO FUMADORES  
DE 18-25 AÑOS, PERTENECIENTES A LA CARRERA DE KINESIOLOGÍA DE LA UNIVERSIDAD  
CATÓLICA DE LA SANTÍSIMA CONCEPCIÓN EN EL AÑO 2016

Proyecto de Tesis presentado a la Facultad de Medicina de la Universidad Católica  
de la Santísima Concepción

AUTORES: Sra. Stephanie Gabriela González Aguayo.  
Sr. Pablo Sebastián González Maturana.  
Sra. Camila Yasmín Sánchez Rodríguez.

PROFESOR GUÍA: Sr. Rodrigo Hernán Alarcón Carvajal.

**CONCEPCIÓN, CHILE**  
DICIEMBRE, 2016

## **AGRADECIMIENTOS.**

*Gracias en especial lugar a mis padres y hermanos por brindarme su apoyo, amor y motivación en los momentos más complicados durante el transcurso de este proyecto y formación profesional. A mis amigos por concederme la confianza que necesite durante todo este proceso y por la infinita paciencia con la que me escucharon. A mis compañeros y amigos tesistas por hacer de este trabajo una experiencia llena de risas y anecdóticos momentos. A esas personas que guardan un lugar especial en mi vida, en particular a aquella persona que se encuentra más allá de la distancia por creer y confiar en mí, sin ellas no sería la persona que soy hoy en día. Ha sido un camino difícil de recorrer, pero gracias a la compañía, amor y bondad de todos ustedes es que he conseguido cumplir esta meta.*

*Este logro es gracias a ustedes.*

*Stephanie González Aguayo.*

*El amor, la dedicación y la paciencia recibida por familiares y amigos serán siempre agradecidos. Gracias a mis amigos que me han acompañado en las buenas y en las malas, alegrando siempre mis días. A mi padre y abuela por estar acompañándome cada día durante mi formación, soportando mi malhumor y siempre respondiendo con una sonrisa y apoyo. A mi madre, padrastro y hermano por estar siempre junto a mí, pese a la distancia siempre sentí todo su apoyo y amor, y en gran parte por ellos sigo luchando. Gracias a la vida por este nuevo triunfo y a todos los que caminaron a mi lado, por ser los principales motores de mis sueños, por confiar y creer en mis expectativas.*

*Pablo González Maturana.*

*A Jehová por su incondicionalidad y amor que ha dotado mi vida de fé y esperanza. A mi papá por su constante sacrificio y esfuerzo por sacar a nuestra familia adelante. A mi mamá por su preocupación, por las noches que se quedó conmigo y por dedicar toda su vida a mis hermanos y a mí. A ambos por los valores que me han inculcado y porque siempre han confiado en mis capacidades. Agradezco también a mi familia, amigos y a mis mejores amigas, cuyo cariño me fortalece día a día. Y finalmente a mis amigos tesistas por su apoyo, responsabilidad, esfuerzo y sobre todo por las risas compartidas, que hicieron de este proyecto una experiencia inolvidable.*

*Camila Sánchez Rodríguez.*

## RESUMEN.

El humo del tabaco contiene sustancias tóxicas las cuales producen cambios en el sistema cardiovascular como disfunción endotelial, trombosis y aterosclerosis entre otras. Además genera un desequilibrio en el sistema nervioso autónomo, el cual se puede medir a través de la variabilidad del ritmo cardíaco (VRC). Treinta y seis sujetos fueron incluidos en el estudio, divididos en dos grupos, dieciocho fumadores (F) y dieciocho no fumadores (NF), a los cuales se le midió la VRC con los parámetros del dominio de frecuencia en posición supina durante cinco minutos. Hubo diferencias estadísticamente significativas entre los parámetros del dominio de frecuencia obtenidos entre ambos grupos. Las potencias normalizadas de HF fueron significativamente más altas en el grupo no fumador que en el grupo (NF:  $44,2 \pm 5,75$  vs F:  $34,3 \pm 5,70$ ,  $p = 0,000$ ) fumador. Las potencias normalizadas de LF (baja frecuencia) fueron significativamente mayor en el grupo fumador (F:  $65,7 \pm 7,26$  frente a NF:  $55,8 \pm 7,26$   $p = 0,000$ ) que en el grupo no fumador. La relación entre ambas frecuencias (LF/HF) se vio aumentada significativamente en el grupo fumador ( $2,0 \pm 0,52$  frente a  $1,3 \pm 0,34$ ) que en el grupo NF. Se concluye que en estado de reposo en los sujetos fumadores existe una predominancia del tono simpático, por ende, presentan mayor riesgo cardiovascular debido al desequilibrio simpático-vagal.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS.

**Introducción**.....Pág. 8.

### **Capítulo I: MARCO TEÓRICO**

- Las enfermedades cardiovasculares y su epidemiología en Chile.....Pág. 9.
- Tabaquismo y su epidemiología en Chile y el mundo.....Pág. 10.
- Fisiología del sistema cardiovascular.....Pág.11.
- Cambios fisiológicos producidos en el sistema cardiovascular por el consumo de tabaco.....Pág. 13.
- Sistema cardiovascular y regulación autonómica.....Pág. 15.
- Variabilidad de la frecuencia cardíaca (VFC) y riesgo cardiovascular.....Pág. 16.
- Variabilidad de la frecuencia cardíaca y tabaquismo.....Pág. 18.

### **Capítulo II: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

**Problema de Investigación**.....Pág. 20.

**Pregunta de Investigación**.....Pág. 21.

**Objetivo General** .....Pág. 21.

**Objetivo Específico**.....Pág. 21.

**Hipótesis**.....Pág.22.

### **Capítulo III: METODOLOGÍA**

**Diseño de investigación**.....Pág. 23.

<b>Población de estudio- Población accesible.....</b>	<b>Pág. 23.</b>
<b>Muestra de estudio.....</b>	<b>Pág. 23.</b>
<b>Tipo de muestreo.....</b>	<b>Pág. 24.</b>
<b>Tamaño de muestra.....</b>	<b>Pág. 24.</b>
<b>Criterios de selección.....</b>	<b>Pág. 24.</b>
<b>Variables.....</b>	<b>Pág. 25.</b>
<b>Materiales y métodos.....</b>	<b>Pág. 26.</b>
<b>Capítulo IV: CONSIDERACIONES ÉTICAS DE LA INVESTIGACIÓN</b>	
<b>Declaración de Helsinki.....</b>	<b>Pág. 28.</b>
<b>Capítulo V: ANÁLISIS DE DATOS.....</b>	
<b>Pág. 30.</b>	
<b>Capítulo VI: RESULTADOS.....</b>	
<b>Pág. 31.</b>	
<b>Capítulo VII: DISCUSIÓN.....</b>	
<b>Pág. 34.</b>	
<b>Capítulo VIII: CONCLUSIÓN.....</b>	
<b>Pág. 38.</b>	
<b>Capítulo IX: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	
<b>Pág. 39.</b>	
<b>ANEXOS</b>	
<b>Carta de autorización para tesis.....</b>	<b>Pág. 49.</b>
<b>Carta de compromiso profesor guía.....</b>	<b>Pág. 52.</b>
<b>Ficha de recolección de datos.....</b>	<b>Pág. 53.</b>

**Fórmula para cálculo de tamaño muestral para comparación de dos medias.....Pág. 54.**

### **ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS.**

**Tabla 1. Características de la población.....Pág. 32.**

**Tabla 2. Comparación de los parámetros de dominio de frecuencia de la VRC.....Pág.33.**

**Figura 1. Comparación de la relación LF/HF entre fumadores y no fumadores.....Pág. 34.**

## INTRODUCCIÓN.

Las enfermedades cardiovasculares (ECV) son la principal causa de muerte en Chile y el mundo, reportándose una mortalidad de 27% (Martínez et al. 2012), y 31% respectivamente (Organización Mundial De La Salud [OMS], 2015), pese a que la mayoría de los factores de riesgo cardiovascular (FRCV) son conocidos y modificables. El tabaquismo es uno de los factores de riesgo más importantes en jóvenes (Shah, Kelly, Cox, Wong & Soon, 2016), y en las últimas décadas se ha reportado su relación con la aparición de ECV (Zhu, Yuan, Shen, Wan & Hong, 2016). Se estima que al menos 1.2 billones de personas de la población mundial fuman de manera ocasional o regular y que éste número se incrementará para el 2025 (Bermúdez et al. 2010). Actualmente, se considera el tabaquismo como la principal causa prevenible de muerte y enfermedad en el mundo (Pichón et al. 2014).

El humo del tabaco se compone de más de 4.000 sustancias potencialmente tóxicas, incluyendo a la nicotina, que provoca la liberación local de catecolaminas, conduciendo a una alteración en la regulación autonómica cardíaca. Existe un reconocimiento creciente de que los parámetros de la variabilidad del ritmo cardíaco (VRC) son potentes predictores de muchos estados patológicos cardiovasculares (Heldeweg et al. 2016; Shin, Lee, Yang, Lee, & Chung, 2016). Por lo que su medición es de vital importancia para detectar alteraciones de forma temprana.

El objetivo de nuestro estudio es comparar la VRC entre fumadores y no fumadores de 18-25 años, pertenecientes a la carrera de Kinesiología de la Universidad Católica de la Santísima Concepción en el año 2016. Y de esta manera, detectar los efectos del consumo de tabaco sobre el sistema cardiovascular en la población adulta joven, que suele ser asintomática.

## **CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO.**

### **Enfermedades cardiovasculares y su epidemiología en Chile y el mundo.**

Las ECV son la principal causa de muerte en todo el mundo, se calcula que en 2012 murieron por esta causa 17,5 millones de personas (OMS, 2015).

En Chile existe un mayor porcentaje de mujeres con riesgo cardiovascular bajo y moderado, 62,7% y 18,2% respectivamente, a diferencia de lo que ocurre con el riesgo cardiovascular moderadamente alto, alto y muy alto, reportándose porcentajes más elevados en hombres (17,4%; 20,5% y 2,4%, respectivamente). Además se relaciona un mayor riesgo cardiovascular bajo y moderado con sujetos que tienen más de 12 años de estudio, es decir, con un nivel educacional superior (Encuesta Nacional de Salud [ENS] Chile, 2009-2010).

En nuestro país, al igual que la mayoría de los países del mundo, se ha experimentado cambios negativos en los estilos de vida de su población, lo que ha contribuido a una mayor prevalencia de FRCV modificables (Martínez et al. 2012). Dentro de los principales factores de riesgo de enfermedades no transmisibles, destacan: el incremento de la presión arterial (PA) elevada, dislipidemia HDL, obesidad, relación sodio/potasio en orina  $>1$  (consumo de sal), bajo consumo de pescado, de harinas integrales, de frutas y verduras, hipotiroidismo, sedentarismo, riesgo cardiovascular bajo, síntomas depresivos de último año, infección por trypanosoma Cruzi. Estos factores se presentan en mayor prevalencia en estratos sociales más deprivados, menos de 8 años de estudios. Sin embargo, existen dos factores de riesgo conductuales para enfermedades crónicas que aún presentan en Chile gradientes educacionales inversas: el consumo de tabaco y el consumo de alcohol, es decir, las tasas de consumo general

observadas en el nivel educacional alto superan a las del nivel educacional bajo (ENS, 2009-2010).

Los jóvenes se someten a diversos cambios en su estilo de vida al ingresar a la universidad, dichos estilos de vida poco saludables contribuyen al desarrollo de factores de riesgo cardiovascular y al desarrollo de enfermedades. Dentro de los FRCV destacan la alta prevalencia de sedentarismo, PA y consumo de alcohol (Martínez et al. 2012), así como también, sobrepeso y obesidad, pre-hipertensión, hiperglicemia y tabaquismo, siendo este último una situación preocupante, debido a alto consumo y asociación directa a la ECV (Morales, Del Valle, Soto & Ivanovic, 2013).

### **Tabaquismo y su epidemiología en Chile y el mundo.**

Se estima que al menos 1.2 billones de personas de la población mundial fuman de manera ocasional o regular y que este número se incrementará hasta 1,6 billones para el año 2025. Asimismo, cada año más de cinco millones de muertes son atribuibles al consumo de cigarrillos y de seguir las tendencias actuales, se espera que este número aumente a 10 millones en el año 2025, estableciéndose al tabaquismo como la principal causa prevenible de muerte y enfermedad en el mundo (Pichón et al. 2014).

En Chile más del 40,6% de los mayores de 15 años son fumadores, observándose un aumento del consumo promedio de cigarrillos diarios, de 8,1 en 2003 a 10,4 en 2009 (Pichón et al. 2014). La prevalencia de fumadores diarios es significativamente mayor en hombres que en mujeres con una prevalencia de 33,7% (I.C. 95%: 30,2-37,4) versus 26,0% (I.C. 95%: 23,5-28,7), respectivamente. Asimismo, La prevalencia de fumadores actuales en personas con menos de 8 años de educación (NEDU bajo) es significativamente menor que la prevalencia en personas con nivel educacional medio y ésta es significativamente menor a la de personas con nivel educacional más alto (más

de 12 años de educación) (25,6; 41,3; 50,3, respectivamente). La edad de inicio es en promedio para ambos sexos de 17,9 años (ENS, 2009-2010).

Se ha indicado una prevalencia de tabaquismo de 29,5 % en estudiantes universitarios de la Facultad de Ciencias de la Salud, estableciendo que las dos razones principales de su consumo son la presión de grupo (43,9%) y para aliviar el estrés (36,8%) (Eticha, Kidane & Tesfaigzi, 2014). Prevalencias similares se exhiben en estudiantes de pregrado de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, siendo ésta de 36%, de los cuales 77% manifestaba la intención de dejar de fumar, por lo que destaca la necesidad de desarrollar estrategias para el cese de su consumo (Barra et al. 2014).

Los adultos chilenos fuman en promedio 10,4 cigarrillos al día. Sin embargo, el grupo etario de 15 a 24 años, presenta un promedio significativamente menor, siendo de 7,5 cigarrillos al día, cifra que es menor en las mujeres de este tramo de edad, con un promedio de 6 cigarrillos diarios (ENS, 2009- 2010).

## **Fisiología del sistema cardiovascular**

El sistema cardiovascular se encuentra formado por el corazón y los vasos sanguíneos, cuya función es el transporte de oxígeno y nutrientes a las células y la eliminación de los residuos, manteniendo así un ambiente interno estable (homeostasis). Otra función importante del sistema cardiovascular es el transporte de un suministro adecuado de sangre a los órganos vitales, incluyendo los pulmones, el cerebro, los riñones y el hígado (Farley, McLafferty & Hendry, 2013).

El corazón se encuentra dividido por un tabique que lo separa en una bomba derecha, conocida como circulación pulmonar que transporta la sangre a través de los pulmones, y una bomba izquierda, conocida como circulación sistémica que proporciona

sangre a todo el cuerpo. Para asegurar el flujo adecuado de sangre a través de las circulaciones pulmonar y sistémica, la contracción del miocardio debe ser coordinada. Esto se consigue mediante mecanismos eléctricos intrínseco (interno) y extrínsecos (externos) (Farley et al. 2013). La vía intrínseca consta de células de músculo cardíaco que se conectan entre sí para formar un sistema de conducción eléctrica. Estas células tienen la capacidad de generar un impulso eléctrico de manera espontánea, una propiedad conocida como automatismo. El impulso provoca una onda de excitación para estimular cada célula del miocardio a contraerse de una manera sincronizada. El sistema de conducción sigue una vía bien definida, cada componente del sistema de conducción puede generar un impulso eléctrico a su propia velocidad predeterminada. El nodo sinusal (SA) tiene una tasa intrínseca de 60-100 latidos por minuto (bpm), la tasa del nodo aurículo-ventricular (AV) es más lento, menor o igual a 50 bpm, mientras que el haz AV (haz de His) tiene la tasa más lenta, menos de 40 bpm. El nodo SA con su tasa más alta de conducción, es el marcapasos natural del corazón. Si los nodos SA y AV fallan debido a la enfermedad, entonces la frecuencia cardíaca será determinado por los componentes inferiores (el haz AV, ramas del haz o fibras de Purkinje) en el sistema de conducción (Farley et al. 2013). Además de su propio marcapasos natural intrínseco, el corazón se ve influenciado por el sistema nervioso autónomo (SNA), que corresponde a su vía extrínseca. El corazón está inervado por las ramas simpática y parasimpática del sistema nervioso autónomo, los cuales tienen su origen en el bulbo raquídeo del tronco cerebral. Los nervios vagos (parasimpático) abastecen principalmente los nodos SA y AV, y el miocardio auricular (Farley et al. 2013).

La estimulación parasimpática reduce la velocidad a la que el nodo SA dispara impulsos, y por lo tanto disminuye la frecuencia cardíaca y la fuerza de contracción del músculo auricular. Debido a la reducción de la frecuencia cardíaca y el volumen sistólico (el volumen de sangre bombeada desde el ventrículo con cada contracción), disminuye el gasto cardíaco (la cantidad total de sangre bombeada desde los ventrículos en un minuto) (Farley et al. 2013).

La rama simpática del sistema nervioso autónomo inerva los nódulos SA y AV y también el miocardio auricular y ventricular. La estimulación simpática acelera el ritmo cardíaco y el corazón se contrae con más fuerza. Como resultado del aumento de la frecuencia cardíaca y el volumen sistólico, existe un aumento del gasto cardíaco (Farley et al. 2013).

### **Cambios fisiológicos producidos en el sistema cardiovascular por el consumo de tabaco.**

El tabaquismo produce una multitud de efectos sobre el sistema cardiovascular, que van desde la disfunción endotelial, trombosis, aterosclerosis y daño a los vasos arteriales (Ahmad, Selvaraj & Meenakshisundaram, 2015). El consumo de tabaco provoca una serie de efectos en varios mediadores y tipos de células involucradas en la homeostasis cardiovascular, incluyendo óxido nítrico y factores hemostáticos, células de músculo liso, células endoteliales, y células progenitoras circulantes, induciendo a un envejecimiento vascular acelerado (Mandraffino et al. 2014). Además, genera la reducción de los niveles de óxido nítrico, aumento de la liberación de radicales libres y factores protrombóticos, como el factor tisular y el factor de von Willebrand, que aumentan la adhesión plaquetaria y la rigidez arterial, siendo favorecedor de la hipertensión y de la disfunción ventricular izquierda (Ahmad et al. 2015).

El humo del tabaco se compone de gases y partículas finas, de las cuales más de 4.000 se han identificado como potencialmente tóxicas, incluyendo a la nicotina y el monóxido de carbono (CO). De forma aguda, la nicotina provoca la liberación local de catecolaminas desde las terminales nerviosas adrenérgicas. En los seres humanos, la exposición a la nicotina a través de fumar o la administración de nicotina intravenosa conduce a un aumento agudo en la presión arterial y la frecuencia cardíaca, alcanzando

un máximo dentro de los 5 a 10 minutos de exposición (Middlekauff, Park & Moheimani 2014). De igual manera, aumenta la activación plaquetaria y produce efectos adversos en el perfil lipídico, originando una elevación de la concentración plasmática de colesterol total y de su fracción de lipoproteínas de baja densidad (LDL), con una disminución de la fracción de lipoproteínas de alta densidad (HDL) (Pardell et al. 2003). La peroxidación lipídica también aumenta, lo que lleva a una más rápida absorción de LDL por los macrófagos. Estos macrófagos posteriormente se convierten en células de espuma las cuales son predominantes en una lesión aterosclerótica (Erhardt, 2009). Éstas juegan un papel importante en el desarrollo de la placa, mediante la acumulación y la oxidación de LDL dentro de la pared del vaso aterosclerótico. Así mismo, se establece que el tabaquismo se asocia de forma independiente con un aumento en el grosor de la capa arterial íntima-media, acompañado por un aumento en el lumen arterial central, disfunción endotelial, hiperplasia de las células del músculo liso vascular, el aumento de colágeno, y la degradación de elastina (Guidice et al. 2012; Park & Lakatta 2012), induciendo cambios en la función vascular tanto central como periférica, estableciendo que el tabaquismo crónico afecta a la rigidez arterial (Doonan et al. 2011; Hata et al. 2012). Además, la acumulación de células espumosas eventualmente resulta en la formación de un núcleo necrótico formando un trombo, que obstruye el lumen del vaso sanguíneo (Erhardt, 2009).

Por otro lado el monóxido de carbono (CO) al combinarse con la hemoglobina, por la que presenta una elevada afinidad, origina carboxihemoglobina, alterando la capacidad de transporte de oxígeno a los tejidos (Pardell et al. 2003) lo que disminuye en 10% la concentración de O<sub>2</sub> en la sangre en relación a un sujeto no-fumador, con lo que fácilmente puede producirse isquemia miocárdica si se asocia a algún grado de estenosis coronaria (Programa de Actividad Física para la Prevención y Control de los Factores de Riesgo Cardiovasculares, 2004). Además, potencia los efectos de la nicotina, produciendo un descenso del umbral de fibrilación ventricular (FV) que posee un efecto inotrópico negativo, aumentando asimismo la adhesividad y agregabilidad plaquetarias.

No obstante, cabe rescatar que la actuación más relevante del tabaquismo sobre el aparato cardiovascular es su participación en la génesis y progresión de la lesión arteriosclerótica y de los miocardiocitos (Pardell et al. 2003), ya que fumar puede conducir a daño mitocondrial, lo que resulta en una disminución de la producción de energía en el músculo cardíaco y el daño del ácido desoxirribonucleico (ADN) mitocondrial (Erhardt, 2009).

Es importante implementar programas de control del tabaquismo desde edades tempranas, dado los efectos que esto produce. Existe evidencia de que el cese de tabaquismo genera cambios en la actividad autonómica y mejoría de su estado cardiovascular (Harte & Meston 2014).

### **Sistema cardiovascular y regulación autonómica.**

Al igual que muchos órganos en el cuerpo, el corazón está innervado dualmente. A pesar de que una amplia gama de factores fisiológicos determinan las funciones cardíacas, tales como la frecuencia cardíaca (FC), el SNA es el más prominente. En estado basal o de reposo, el corazón está bajo control inhibitorio tónico por las influencias parasimpáticas, por lo tanto, el equilibrio de descanso autonómico cardíaco favorece la conservación de energía por medio de la dominancia parasimpática sobre las influencias simpáticas. Además, la serie temporal de la FC se caracteriza por la variabilidad latido a latido en un amplio intervalo, lo que también implica predominio vagal, ya que, la actividad simpática en el corazón es demasiado lento para producir cambios latido a latido (Thayer, Åhs, Fredrikson, Sollers III & Wager, 2012; Harte & Meston 2014). Los patrones de variabilidad organizada, en lugar de los niveles estáticos, expresan la capacidad de adaptarse a las exigencias siempre cambiantes del medio ambiente. Debido a que el

sistema funciona lejos del equilibrio, está siempre en busca de minimizar los requerimientos de energía del organismo (Thayer, Yamamoto & Brosschot, 2010).

Existe un creciente interés en el estudio de la variabilidad de la variabilidad cardíaca entre los investigadores de diversos campos, debido a que una baja VFC está asociada con un mayor riesgo de mortalidad por todas las causas, y se ha propuesto como un marcador de enfermedad (Thayer, 2012).

### **Variabilidad del ritmo cardíaco.**

La variabilidad del ritmo cardíaco representa la variación periódica de la frecuencia cardíaca en el tiempo y tiene significado clínico como herramienta para predecir el riesgo de recurrencia de muerte súbita cardíaca y arritmias, como la fibrilación auricular en pacientes con diagnóstico de infarto de miocardio (Shin et al. 2016). La VRC es el resultado de las interacciones entre el SNA (con su equilibrio simpático-vagal) y el sistema cardiovascular. La actividad del SNA se basa en un equilibrio entre el sistema nervioso simpático (SNS) y el sistema nervioso parasimpático (SNP). El aumento de la activación del SNS o disminución del tono parasimpático durante los periodos de descanso pueden sugerir la propensión a la fibrilación ventricular, así como anomalías, tales como la hipertensión, la diabetes, las enfermedades cardiovasculares o problemas psicológicos, y se han propuesto como mecanismos explicando las asociaciones de la VRC reducida con una mayor mortalidad (Dinas, Koutedakis & Flouris, 2013).

Se ha demostrado que ciertas medidas de la función autonómica en el contexto de la enfermedad cardiovascular estructural se asocian con un pronóstico adverso. En concreto, tanto el aumento de la actividad del SNS, como la disminución de la actividad del SNP, demostrado a través de la disminución de la VRC, se han asociado con un mayor riesgo de enfermedad cardíaca, muerte súbita y/o la susceptibilidad a las arritmias

ventriculares (Pradhapan et al. 2014). El análisis de la VRC se puede realizar en dominio del tiempo y dominio de la frecuencia. El dominio del tiempo, incluye la medición de la desviación estándar del intervalo latido a latido (SDNN), que representa toda la variabilidad a través de la variación de la media como la desviación estándar de la totalidad de intervalo RR, y la raíz cuadrada de la media al cuadrado de diferencias de intervalo latido a latido sucesiva (RMSSD) que podría evaluar las actividades del SNS que participa en el corazón.

Por otro lado, los indicadores de dominio de frecuencia de la VRC se basan en la distribución de potencia (varianza) como una función de frecuencia de la diferencia de tiempo entre intervalos sucesivos latido a latido (NN), también conocido como la densidad espectral de potencia. Las metodologías utilizadas para estimar esta última se clasifican en paramétricas y no paramétricas, que, en la mayoría de los casos, proporcionan resultados comparables (Dinas et al. 2013). El dominio de la frecuencia incluye las medidas del componente de baja frecuencia (LF), que representan tanto las actividades de los SNS y SNS con el rango de frecuencia de 0,04-0.15Hz y se utiliza principalmente como el índice de actividad del SNS; el componente de alta frecuencia (HF) que representa las actividades del SNS (principalmente nervio vago) en un rango de frecuencia de 0,15-0,4 Hz; y la relación LF/HF que refleja el equilibrio entre el SNS y el SNS, directamente proporcional a las actividades del SNS e inversa a las del SNS (Dinas et al. 2013).

Debido a la controversia en la interpretación de las LF de forma aislada, se utiliza la proporción LF/HF para estimar de manera más efectiva la actividad del SNS (Rodas et al. 2008). Los componentes de potencia de LF, HF se miden en valores absolutos de potencia ( $m^2$ ). Sin embargo, LF y HF se pueden medir por unidades normalizadas (u.n), que representan el valor relativo de cada componente de potencia. Esta medición puede indicar el comportamiento controlado y equilibrado del SNS. Los índices de dominio de frecuencia más comúnmente utilizados distinguen en un espectro calculado a partir de las grabaciones a corto plazo de 2-5 min (Dinas et al. 2013).

Un estudio realizado en sujetos sanos obtuvo valores promedios de LF de  $54.07 \pm 17,93$  (u.n), HF  $45,94 \pm 17,94$  (u.n) y de la relación LF/HF 0.18 (0.79) (Lutfi & Elhakeem, 2016), similares a los obtenidos en otro estudio (Wang, Kuo, Li, Lay, & Yang, 2016).

La VRC puede ser medida a través del electrocardiograma (ECG) o con aparatos inalámbricos portátiles (POLAR), tanto en reposo, como en ejercicio y se analiza con el software de análisis de Kubios VRC (Pradhapan et al. 2014).

### **Variabilidad del ritmo cardiaco y tabaquismo.**

La VRC corresponde a parámetros de medidas cuantitativas de los intervalos entre los complejos QRS. Las fluctuaciones de los intervalos entre cada latido representan el control cardiovascular a corto plazo ejercido por el SNA (Heldeweg et al. 2016).

Existe un reconocimiento creciente de que los parámetros de la VRC son potentes predictores de muchos estados patológicos cardiovasculares. Los cambios que el tabaquismo causa en la modulación autonómica cardíaca se describen minuciosamente en la literatura y se pueden evaluar a través de la VRC, estableciendo que la intensidad de su consumo, evaluada por el número de cigarrillos consumidos al día, puede influir en la gravedad de las alteraciones observadas en la modulación autonómica (Heldeweg et al. 2016; Shin et al. 2016).

El consumo de tabaco contrae las arterias induciendo la vasoconstricción, parámetro que se encuentra fuertemente asociada a un aumento de la actividad del SNS y a anomalías del ritmo circadiano autónomo, mostrándose su control directamente relacionado con una disminución de la VRC (Rodas, Pedret, Ramos & Capdevila (2008). Un posible mecanismo para un mayor riesgo cardiovascular es la alteración en la regulación de la inflamación periférica por medio del reflejo inflamatorio. Además, concluye que el aumento de la actividad de las fibras eferentes del nervio vago por medio

del estiramiento de los barorreceptores conduce a un aumento en la liberación de acetilcolina que interactúa con los receptores nicotínicos en los órganos diana. De esta manera, la activación de estos receptores puede inhibir la liberación de citoquinas suprimiendo la inflamación periférica (Koskinen, 2014). Concluyendo que los cambios en las propiedades elásticas de la pared arterial pueden interferir con la transducción de presión en los barorreceptores, lo que podría dar lugar a la atenuación en el barorreflejo y la consiguiente modulación de la actividad cardiovagal, la que ralentiza la frecuencia cardíaca, la conducción atrio ventricular y la contracción auricular (Brack, Winter & Ng, 2013).

Estudios previos han estudiado los efectos del tabaquismo sobre la regulación de la VRC analizando sus parámetros de dominio de frecuencia, reportando un incremento en los valores de las bajas frecuencias obteniendo promedios de  $66 \pm 2,76$  (u.n) (Harte & Meston, 2014), sin embargo existe discrepancia con otro estudio que reporta valores menores, siendo de  $35.29 \pm 12.92$  (u.n) (Hasan et al., 2011). Por otro lado en las altas frecuencias el tabaquismo produce un descenso, lo que se asocia a una menor actividad del SNP en estado de reposo, se han reportado valores de  $46 \pm 2,76$  (u.n) (Harte & Meston, 2014), que discrepan con los obtenidos en otro estudio que obtuvo valores de  $6,57 \pm 3,58$  (u.n) (Hasan et al., 2011). Finalmente para la relación LF /HF se describe un incremento en los valores que se asocia a un mayor riesgo cardiovascular (Thayer et al. 2012), siendo de  $7.14 \pm 3.57$  (u.n) (Hasan et al., 2011).

## **CAPÍTULO II: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.**

### **Problema de investigación.**

El tabaquismo es un problema frecuente en el mundo, siendo uno de los FRCV más importantes para el desarrollo de la ECV y la principal causa de morbilidad y mortalidad evitable en la mayoría de los países (Lanas & Serón, 2012). En Chile la prevalencia en mayores de 15 años es de 40,6%, relacionándose con el nivel educacional (50,3 % en nivel alto) y la edad, (49,4% entre 25-44 años). Los efectos del tabaquismo sobre el sistema cardiovascular pueden provocar enfermedades coronarias, tales como la aterosclerosis, embolia y aumento de la coagulación sanguínea (Ahmad et al, 2015). Se ha asociado al tabaquismo la alteración de la función del SNA debido al efecto de la nicotina a través de la activación del SNS por medio de la liberación de catecolaminas, por consiguiente disminuye la VRC, que corresponde a las fluctuaciones de los latidos del corazón (Koskinen 2014).

Dado los efectos del tabaquismo sobre la función cardiovascular, es de vital importancia la cuantificación de sus efectos en la población de adultos jóvenes, ya que de esta manera se permitirá realizar un control de las alteraciones y se podrá asociar a estrategias y herramientas preventivas encaminadas a desalentar la adicción al tabaco y el seguimiento de los pacientes con riesgo cardiovascular (Mozzini, Casadei, Roscia & Cominacini 2016). Desafortunadamente existe poca evidencia en este grupo etario. Es por esto, que nuestro objetivo es comparar la VRC entre fumadores y no fumadores de 18-25 años, pertenecientes a la carrera de Kinesiología de la Universidad Católica de la Santísima Concepción en el año 2016, y de esta manera, detectar los efectos del consumo de tabaco sobre el sistema cardiovascular en la población adulta joven, que suele ser asintomática.

**Pregunta de investigación:**

¿Cuál es la diferencia entre la variabilidad del ritmo cardiaco de fumadores y no fumadores de 18-25 años pertenecientes a la Carrera de Kinesiología de la Universidad Católica de la Santísima Concepción en el año 2016?

**Objetivo general:**

Analizar los parámetros de dominio de frecuencia de la variabilidad del ritmo cardiaco entre fumadores y no fumadores de 18-25 años pertenecientes a la Carrera de Kinesiología de la Universidad Católica de la Santísima Concepción durante el año 2016.

**Objetivos específicos:**

1. Determinar los parámetros de dominio de frecuencia de la variabilidad del ritmo cardiaco en fumadores de 18-25 años pertenecientes a la carrera de kinesiología de la Universidad Católica de la Santísima Concepción.
2. Determinar los parámetros de dominio de frecuencia de la variabilidad del ritmo cardiaco en no fumadores de 18-25 años pertenecientes a la carrera de kinesiología de la Universidad Católica de la Santísima Concepción.
3. Comparar los parámetros de dominio de frecuencia de la variabilidad del ritmo cardiaco entre fumadores y no fumadores de 18-25 años pertenecientes a la Carrera de Kinesiología de la Universidad Católica de la Santísima Concepción durante el año 2016.

**Hipótesis:**

1. En los estudiantes de kinesiología de la UCSC entre 18-25 años, los fumadores presentan valores mayores de las bajas frecuencias en comparación con los no fumadores.
2. En los estudiantes de kinesiología de la UCSC entre 18-25 años, los fumadores presentan valores menores de las altas frecuencias en comparación con los no fumadores.
3. En los estudiantes de kinesiología de la UCSC entre 18-25 años, los fumadores presentan valores mayores de la relación LF/HF en comparación con los no fumadores.

## **CAPÍTULO III: METODOLOGÍA.**

### **Diseño de investigación**

Se realizó un estudio de naturaleza cuantitativa, de tipo descriptivo observacional-comparativo, de temporalidad transversal. El enfoque cuantitativo se caracteriza por usar la recolección de datos para probar hipótesis, con base en la medición numérica y el análisis estadístico, para establecer patrones de comportamiento y probar teorías. Los estudios descriptivos tienen como finalidad describir fenómenos, situaciones, contextos y eventos; esto es, detallar cómo son y se manifiestan. En un estudio descriptivo se selecciona una serie de cuestiones y se mide o recolecta información sobre cada una de ellas, para así describir lo que se investiga. Que tenga temporalidad transversal hace referencia a que los datos se recolectan en un solo momento (Hernández, Fernández & Baptista, 2004).

### **Población de estudio- Población accesible**

Estudiantes de Kinesiología de la Universidad Católica de la Santísima Concepción.

### **Muestra de estudio**

Estudiantes de Kinesiología de la Universidad Católica de la Santísima Concepción entre 18-25 años fumadores y no fumadores.

## **Tipo de muestreo**

Muestreo por sujetos voluntarios, se invitó a participar a los estudiantes a través de afiches y por redes sociales, y a los voluntarios se les aplicó los criterios de selección.

Muestreo por conveniencia, obtuvimos la muestra de estudiantes de kinesiología, ya que eran de fácil acceso para nosotros.

## **Tamaño de muestra**

El cálculo del tamaño muestral se realizó con la fórmula de comparación de dos medias, obteniendo una muestra de 18 sujetos por grupo.

## **Criterios de selección**

### **Criterios de Inclusión.**

1. Estudiante de Kinesiología de la UCSC.
2. Edad entre 18-25 años.
3. Para la población fumadora: Consumo de tabaco continuamente durante 2 o más años.
4. Para la población no fumadora: No consumir tabaco.

## **Criterios de Exclusión.**

1. Obesidad (IMC: >30).
2. Patología cardiovascular/respiratoria
3. Patologías metabólicas.
4. Uso de medicamentos que alteren el ritmo cardiaco.

## **Variables**

### **Variable dependiente:**

Variabilidad del ritmo cardíaco

**Definición conceptual:** Variación de la frecuencia del latido cardiaco durante un intervalo de tiempo definido con anterioridad (nunca superior a 24 horas) en un análisis de períodos circadianos consecutivos (Rodas et al. 2008).

**Definición operacional:** Se entenderá por variación de los parámetros de dominio de frecuencia de la VRC (LF, HF, relación LF/HF) en unidades normalizadas, en reposo medido con monitor de frecuencia cardíaca marca POLAR RS800X en posición supina durante 5 minutos y analizado con software POLAR PROTRAINER 5.

**Variable independiente:**

Tabaquismo

**Definición conceptual:** Consumo de al menos un cigarrillo al día, durante los últimos 6 meses (Manual Nacional de Abordaje del Tabaquismo OMS).

**Definición operacional:** Se entenderá por consumo de al menos 1 cigarrillo al día durante los dos últimos años. Se clasificará como Fumador o no fumador.

**Materiales y métodos**

**Obtención de la muestra.** Nos dirigimos a la población de estudio y capturamos su atención a través de afiches e invitándoles a participar de la investigación por medio de las redes sociales (Facebook). A los que voluntariamente aceptaron participar, les aplicamos los criterios de inclusión y exclusión para seleccionar la muestra (n=19 por grupo), a continuación, se procedió a la firma del consentimiento informado.

**Obtención de datos.** El proceso de obtención de datos se llevó a cabo en el laboratorio de kinesiología aplicada de la Universidad Católica de la Santísima Concepción.

El proceso utilizado para la obtención de los datos contempló:

1. Medición de peso y talla mediante balanza con estadímetro, marca DETECTO®.
2. Valoración de la presión arterial mediante fonendoscopio, LITTMANN®, modelo CLASSIC II y mediante esfigmomanómetro, marca BOKANG®.
3. Registro de datos con el paciente en la camilla en decúbito supino durante 5 minutos
4. Valoración de la variabilidad del ritmo cardíaco utilizando un monitor de frecuencia cardíaca, marca POLAR®, modelo RS800X.
5. Análisis de la variabilidad del ritmo cardíaco mediante Notebook, marca HP®, modelo PAVILION SLEEKBOOK 14 con Software POLAR PROTRAINER 5® y HVR Kubios®.

## **CAPÍTULO IV: CONSIDERACIONES ÉTICAS DE LA INVESTIGACIÓN.**

### **Declaración de Helsinki**

Toda investigación o experimentación realizada en seres humanos debe hacerse de acuerdo a tres principios éticos básicos, a saber, respeto a las personas, a la búsqueda del bien y la justicia. En la realización de esta investigación se consideraron los principios éticos de la declaración de Helsinki.

### **Principios generales.**

- Promover, proteger y velar por la vida, salud, bienestar, derechos, dignidad, integridad, derecho a la autodeterminación, intimidad y confidencialidad de los pacientes.
- Reducir al mínimo el daño al medio ambiente.
- Investigación sujeta a normas éticas, para promover y asegurar el respeto a los seres humanos, para proteger su salud y sus derechos individuales.
- Considerar la compensación o tratamiento necesario en las personas dañadas durante su participación.

## **Consentimiento informado.**

- Participación voluntaria.
- Información de objetivos, métodos, fuentes de financiamiento, conflicto de intereses y beneficios.

## **CAPÍTULO V: ANÁLISIS DE DATOS.**

### **Diseño de investigación**

La investigación es de naturaleza cuantitativa, de tipo descriptiva con análisis comparativo y temporalidad transversal. (Hernández et al. 2006).

### **Análisis de datos**

Una vez obtenido los datos, fueron digitalizados en el programa Excel para Office 2013 y se exportó la información al software SPSS versión 15.0 para el análisis estadístico.

Con el objeto describir el comportamiento de las variables de interés LF, HF y la relación LF/HF, se utilizó estadígrafos de tendencia central y de dispersión.

## CAPÍTULO VI: RESULTADOS.

Esta investigación tiene por objetivo analizar las diferencias en los parámetros de dominio de frecuencia de la variabilidad del ritmo cardíaco entre adultos jóvenes, pertenecientes a la carrera de Kinesiología de la Universidad Católica de la Santísima Concepción (UCSC), cuyo rango etario se estableció entre 18 y 25 años. La muestra se constituyó de 36 individuos, separados en grupos de fumadores y no fumadores. El promedio de edad para el grupo de fumadores fue de  $22,1 \pm 1,6$  años y presentaron un IMC de  $24,5 \pm 3,0$  kg/cm<sup>2</sup>. En contraste el grupo de no fumadores, tuvo un promedio de edad de  $21,9 \pm 1,5$  y presentaron un IMC de  $24,2 \pm 1,9$ . Kg/cm<sup>2</sup>, clasificando la muestra en un estado nutricional normopeso. Las características generales de la muestra se presentan en la tabla 1.

**Tabla 1.** Características de la muestra

	<b>No fumador (n=18)</b>	<b>Fumador (n=18)</b>
<b>Edad (años)</b>	22.1 ± 1,6	21,9 ± 1,5
<b>Peso (kilogramos)</b>	71.5 ± 11,4	66,2 ± 10,6
<b>Talla (metros)</b>	1,71 ± 0,1	1,6 ± 0,1
<b>IMC (Kg/cm2)</b>	24,5 ±3,0	24,2 ± 1,9

*Variables cuantitativas representadas en medias y desviación estándar*

*IMC: índice de masa corporal*

En tabla 2 se muestran los estadígrafos de tendencia central y de dispersión de los parámetros de dominio de frecuencia de la VRC, separados en grupos de fumadores y no fumadores. En relación a las LF, la diferencia más considerable entre ambos grupos se presenta en los valores mínimos, siendo ésta de 14 Hz superior en el grupo fumador. En contraste a lo que se expone en las HF, la diferencia más considerable entre ambos grupos se presenta en los valores máximo, con una diferencia de 14 Hz superior en el grupo no fumador. Por otro lado, la diferencia más significativa en el índice LF/HF se presenta en los valores máximos, presentando un valor de 1,1, mayor en el grupo fumador. Por último, para la media se lograron mayores diferencias en los parámetros de LF, teniendo un valor de 9,9 Hz superior para el grupo no fumador.

**Tabla 2.** Parámetros de frecuencia de la variabilidad del ritmo cardíaco.

		<b>MÍNIMO</b>	<b>MÁXIMO</b>	<b>MEDIA ± D.E.</b>	<b>MEDIANA</b>	<b>P VALOR</b>
<b>LF (Hz)</b>	NO FUMADOR	40,4	66,2	55,8 ± 7,26	59	0,000
	FUMADOR	54,4	75,8	65,7 ± 7,26	65,1	
<b>HF (Hz)</b>	NO FUMADOR	33,8	59,6	44,2 ± 5,75	41	0,000
	FUMADOR	24,2	45,6	34,3 ± 5,70	34,9	
<b>LF/HF (Hz)</b>	NO FUMADOR	0,7	2	1,3 ± 0,34	1,4	0,000
	FUMADOR	1,2	3,1	2,0 ± 0,52	1,9	

*LF: Baja frecuencia. HF: Alta frecuencia LF/HF: Relación entre baja y alta frecuencia.*

En la figura 1 se presenta la relación LF/HF de cada grupo, el grupo fumador presenta los valores más elevados de dicho índice, siendo la diferencia entre ambos grupos de 0.7, además el mayor valor registrado se observa en el grupo fumador siendo este de 3.1 en contraste al mínimo valor presente en el grupo no fumador siendo este de 0.7. Normalmente este índice es de 1.02.

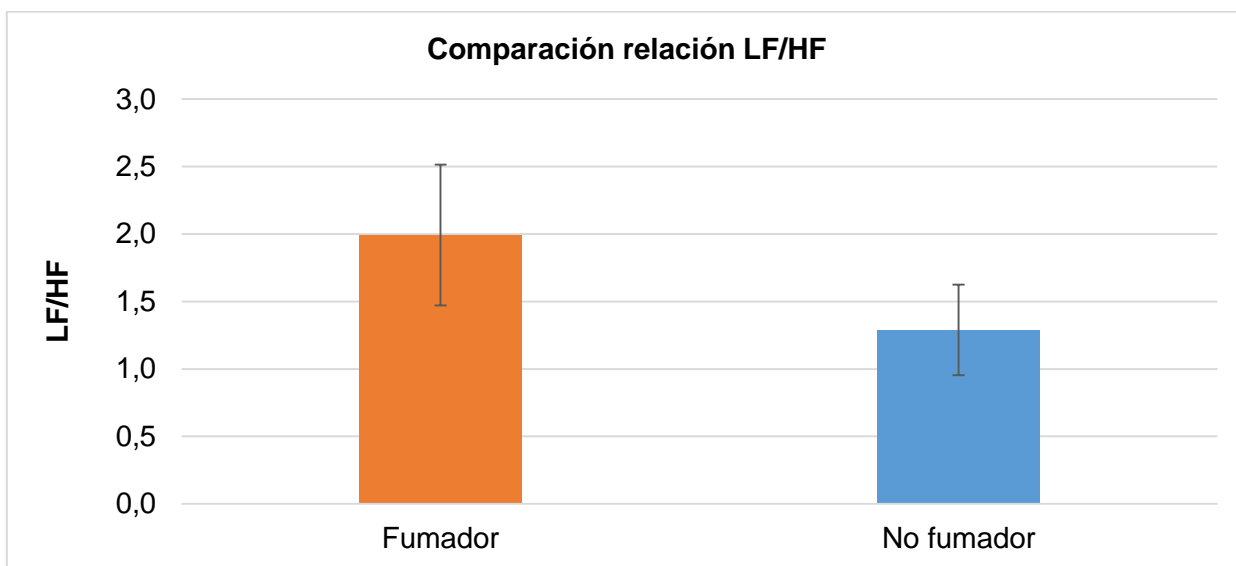


Figura 1. Comparación de la relación LF/HF entre los grupos de fumadores y no fumadores, presentado en medias con su D.E.

## CAPÍTULO VII: DISCUSIÓN.

El presente estudio examinó las diferencias en la función autonómica cardiaca, medido a través de la VRC, entre jóvenes fumadores y no fumadores de 18-25 años de la carrera de Kinesiología de la UCSC.

Los resultados muestran que el grupo fumador presentó valores más elevados en las bajas frecuencias de la VRC en relación al grupo no fumador, siendo los valores promedios de  $65,7 \pm 7,26$  y  $55,8 \pm 7,26$  (u.n), respectivamente. Lutfi & Elhakeem (2016) reportan en una población de adultos jóvenes sanos un valor promedio de  $54.07 \pm 17,93$  (u.n), mientras que Wang et al. (2016) presenta valores más elevados de  $59,2$  ( $16,2$ ) (u.n), datos que concuerdan con los valores obtenidos en la población no fumadora. Resultados similares se obtuvieron en estudios previos con respecto a los valores de la población fumadora. Por un lado, Harte & Meston (2014) presentan valores de promedios  $66 \pm 2,76$  (u.n) cercanos a los valores de nuestro estudio. No obstante estudios anteriores han encontrado valores menores en las altas frecuencias de la VRC, es así como Hasan et al. (2011) indican valores de bajas frecuencias en fumadores de  $35.17 \pm 9.88$  (u.n), valores que discrepan con los obtenidos por nuestro estudio.

Por otro lado, los resultados muestran que el grupo fumador presentó valores más bajos en sus altas frecuencias de la VFC, en relación al grupo no fumador, siendo los valores promedios de  $34,3 \pm 5,70$  y  $44,2 \pm 5,70$  (u.n), respectivamente. Lutfi & Elhakeem (2016) reportan valores promedios normales en una población de jóvenes sanos siendo de  $45,94$  ( $17,94$ ) (u.n) similares a los encontrados por Wang et al. (2016)  $40,8$  ( $16,2$ ). Los resultados obtenidos por otras investigaciones muestran algunas discrepancias, mientras que Harte & Meston (2014) presentan valores de promedios en fumadores de  $46 \pm 2,76$  (u.n), Hasan et al (2011) presentan valores bastante menores de  $6.33 \pm 3.89$  (u.n). Estas discrepancias se pueden haber generado por el hecho de que en estos estudios se

controló de manera más minuciosa variables que influyen en la VRC tales como la cafeína, el alcohol, el estrés, la ansiedad.

Finalmente, los resultados muestran que el grupo fumador presenta valores más elevados en el cociente entre las altas y bajas frecuencias (LF/HF) de la VRC en relación al grupo no fumador, siendo los valores de  $2,0 \pm 0,52$  y  $1,3 \pm 0,34$  respectivamente. Lutfi & Elhakeem (2016) reporta valores normales en una población de jóvenes sanos igual a 0.18 (0.79) por otro lado Wang et al. (2016) obtuvo valores de 1,4 (1,0-2,06). Estos resultados están en línea con otros estudios en los cuales se ha asociado un mayor cociente LF/HF e índice LF, con un incremento en el riesgo cardiovascular y predisposición a eventos coronarios (Phal et al. 2013; Scholten, Thijssen, Lotgering, Hopman & Spaanderman, 2014; Thayer et al. 2012; Zhou et al. 2012). Otro estudio, realizado por Hasan et al. (2011) presentan valores más altos de esta relación de  $7.14 \pm 3.57$ . Por otro lado, los resultados obtenidos en el grupo no fumador coinciden con lo obtenido en el estudio de Rajkumar et al. (2014) donde el índice LF/HF fue de 1.2 (0.9–1.7).

Un factor que puede afectar la regulación autonómica del sistema cardiovascular es el género. Nuestro estudio obtuvo una muestra de 36 sujetos de investigación, donde 21 fueron hombres y 15 fueron mujeres. El grupo fumador fue homogéneo (9 sujetos del sexo masculino y 9 del femenino). Por otro lado, el grupo no fumador fue menos homogéneo, (12 sujetos del sexo masculino y 6 del femenino). Koenig & Thayer (2016) determinaron que las mujeres presentan valores mayores para HF y menores para LH en comparación con los hombres. Esto se refleja también en una relación LF/HF inferior. Resultados similares expone García et al. (2012) estableciendo diferencias entre sexo masculino y femenino, determinando una relación LF/HF menor en mujeres que en hombres (1.1 y 1.6 respectivamente).

## **Limitaciones**

Las limitantes del presente estudio fueron la disponibilidad del monitor de frecuencia cardiaca y los espacios disponibles con las condiciones necesarias para realizar la toma de datos. También se tuvo dificultades en coordinar nuestro horario académico con el de los sujetos de estudio, así como también la falta de motivación por parte de estos últimos para participar.

## **Proyecciones**

Este estudio sirve como base para futuras investigaciones que contemplen un mayor tamaño muestral, ya que esto supone poder extrapolar los resultados obtenidos. También se recomienda tener una muestra más homogénea en cada grupo de estudio, así como también respetar en ellos un IMC normal, ya que un aumento de este genera una disminución en la VFC.

Se recomienda además incluir más variables de estudio relacionando la frecuencia del consumo tabáquico, consumo pasivo del humo de tabaco, estrés o ansiedad, factores de riesgo cardiovascular como son el nivel de actividad física, presión arterial, frecuencia cardiaca o con pruebas funcionales como el volumen de oxígeno máximo ( $VO_2$  máx.).

Por otro lado, es posible que los sujetos de estudio hayan estado expuestos al humo de tabaco o consumido, previo a la medición de la HRV, esto es una información que desconocemos y que debe tenerse en consideración ya que pueden generar sesgo en los resultados. Se recomienda, además, tener mayor control de las variables que influyen en la VRC como lo son la cafeína, el alcohol, el estrés, la ansiedad, la presión arterial,

para lo cual se sugiere realizar cuestionarios acordes a la información que se necesite para manejar aquellas condiciones que pudieran alterar los resultados.

## **CAPÍTULO VIII: CONCLUSIÓN.**

Los resultados obtenidos coinciden con lo planteado en la hipótesis e indican que el grupo fumador presenta una relación LF/HF significativamente mayor en relación al grupo no fumador, debido al incremento en los valores de las bajas frecuencias y disminución de los valores de las altas frecuencias. Dichos resultados demuestran el desequilibrio simpático-vagal existente en este grupo, caracterizado por un predominio de la actividad del SNS, que desencadena un mayor riesgo cardiovascular. Los resultados de este estudio tienen gran importancia clínica y plantea la necesidad de implementar programas de control y cese del hábito tabáquico orientados en este grupo etario, en el cual se cuantifiquen los efectos del tabaquismo sobre el sistema cardiovascular con el fin de prevenir enfermedades cardiovasculares futuras.

## CAPÍTULO IX: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ahmad, M., Selvaraj, E. & Meenakshisundaram. (2015). The Effects of Active and Passive Smoking and Cardiovascular Disease. *The heart and toxins* (pp. 437-457). USA: Editorial Elsevier.

Barra, L., Fernández, P., Granada, F., Ávila, C., Mallea, J. & Rodríguez, I. (2014). Diagnóstico del consumo de tabaco en estudiantes de pregrado de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. *Rev. méd. Chile.* 143(10).

Bermúdez, V., Acosta, L., Aparicio, D., Finol, F., Canelón, R., Urdaneta, A.,... Velasco, M. (2010). Hábito tabáquico y enfermedad cardiovascular. *Revista Latinoamericana de Hipertensión* 5(2), 19-27.

Brack, K., Winter, J. & Ng, G. (2013). Mechanisms underlying the autonomic modulation of ventricular fibrillation initiation tentative prophylactic properties of vagus nerve stimulation on malignant arrhythmias in heart failure. *Heart Failure Reviews*, 18(4), 389–408.

Bustos, P., Amigo, H., Arteaga, A., Acosta, A. & Rona, R. (2003). Factores de riesgo de enfermedad cardiovascular en adultos jóvenes. *Revista médica de Chile*, 131(9), 973-980.

Dinas, P., Koutedakis, Y. & Flouris, A. (2013). Effects of active and passive tobacco cigarette smoking on heart rate variability. *Elsevier*, 163(2), 109–115.

Doonan, R., Scheffler, P., Yu, A., Egiziano, G., Mutter, A., Bacon, S.,... Daskalopoulou, S. (2011). Altered Arterial Stiffness and Subendocardial Viability Ratio in Young Healthy Light Smokers after Acute Exercise. *PLOS ONE*. 6(10).

Erhardt, L. (2009). Cigarette smoking: An undertreated risk factor for cardiovascular disease. *Atherosclerosis*, 205(1), 23–32.

Eticha, T., Kidane, F. & Tesfaigzi, Y. (2014). The Prevalence of and Factors Associated with Current Smoking among College of Health Sciences Students, Mekelle University in Northern Ethiopia. *PLoS ONE*, 9(10).

Fadragas, A., Cabrera, Y. & Sanz, L. (2005). Hábito de fumar. Repercusión sobre el aparato cardiovascular. *Rev. Cubana Med. Gen. Int.* 21(4).

Farley, A., McLafferty, E. & Hendry, C. (2012). El sistema cardiovascular. *RCNI*, 27(9).

Giudice, R., Izzo, R., Manzi, M., Pagnano, G., Santoro, M., Rao, M.,... Trimarco, V. (2012). Lifestyle-related risk factors, smoking status and cardiovascular disease. *High Blood Press Cardiovasc Prev.* 19(2):85-92.

Garcia, R., Zarruk, J., Guzman, J., Barrera, C., Pinzon, A., Trillos, E.,... Tomaz, C. (2012). Sex differences in cardiac autonomic function of depressed young adults. *Biological Psychology*, 90(3): 179-185.

Harte, C.B. & Meston, C.M. (2014). Effects of smoking cessation on heart rate variability among long-term male smokers. *International Journal of Behavioral Medicine.* 21(2): 302–309.

Hasan, A., Nuran, H., Salma, A., Selvi, C., Kubra, D & Tashin, B. (2011). The effect of varenicline on heart rate variability in healthy smokers and nonsmokers. *Autonomic Neuroscience*, 164(1-2), 82-86.

Hata, K., Nakagawa, T., Mizuno, M., Yanagi, N., Kitamura, H., Hayashi, T.,... Ogami, A. (2012). Relationship between smoking and a new index of arterial stiffness, the cardio-ankle vascular index, in male workers: a cross-sectional study. *Tobacco Induced Diseases*, 10(1), 11.

Heldeweg, M., Liu, N., Koh, Z., Fook-Chong, S., Lye, W., .Harms, M. & Ong, M. (2016). A novel cardiovascular risk stratification model incorporating ECG and heart rate variability for patients presenting to the emergency department with chest pain. *Crit Care*. 20(179).

Hernández, R., Fernández, C. & Baptista, P. (2006). Metodología de la Investigación (4ta Ed). México, D.F: McGraw-Hill.

Koenig, J. & Thayer, J. (2016). Sex differences in healthy human heart rate variability: A meta-analysis. *Elsevier*. 64, 288–310.

Koskinen, T. (2014). *Heart rate variability in young adults*. (Tesis de Doctorado). Recuperado de Turun Yliopisto, University of Turku.

Lanas, F. & Serón, P. (2012). Rol del tabaquismo en el riesgo cardiovascular global. *Revista Médica Clínica Las Condes*, 23(6), 699-705.

Lutfi, M. F. & Elhakeem, R. F. (2016). Effect of fasting blood glucose level on heart rate variability of healthy young adults. *PLoS One*, 11(7).

Mandraffino, G., Imbalzano, E., Mamone, F., Aragona C., Lo Gullo, A., D'ascola, A.,... Saitta, A. (2014). Biglycan expression in current cigarette smokers: A possible link between active smoking and atherogenesis. *Elsevier*. 237, 471-479.

Martínez, M., Leiva, A., Sotomayor C., Victoriano,T., Von Chrismar, A. & Pineda, S. (2012). Factores de riesgo cardiovascular en estudiantes de la Universidad Austral de Chile. *Rev. méd. de Chile*, 140(4), 426-435.

Middlekauff, H., Park, J. & Moheimani R. (2014). Adverse Effects of Cigarette and Noncigarette Smoke Exposure on the Autonomic Nervous System: Mechanisms and Implications for Cardiovascular Risk. *Journal of the American College of Cardiology*. 64(16), 1740–1750.

Ministerio de Salud. (2004). Programa de Actividad Física para la Prevención y Control de los Factores de Riesgo Cardiovasculares. Chile.

Ministerio de Salud. (2009-2010). Encuesta Nacional de Salud (Tomo I). Chile.

Morales, G., Del Valle, C., Soto, A. & Ivanovic, D. (2013). Factores de riesgo cardiovascular en estudiantes universitarios. *Revista Chilena de nutrición*, 40(4).

Mozzini, C., Casadei, A., Roscia, G & Cominacini, L. (2016). Young smoker “ABCD” vascular assessment: a four-step ultrasound examination for detecting peripheral, extra and intra-cranial early arterial damage. *BMC Cardiovascular Disorders*, 16, 147.

Organización Mundial de la Salud. (2015). Recuperado el 10 de diciembre de 2016, de <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs317/es/>.

Pardell, H., Armario, P. & Hernández, R. (2003). Tabacco, blood pressure and cardiovascular risk. *Serv. Med. Int. Consorcio Sanitario Integral*. 20(5).

Park S. & Lakatta, E. (2012). Role of Inflammation in the Pathogenesis of Arterial Stiffness. *Yonsei Med. J.* 53(2): 258-261.

Pichón, A., Bardach, A., Caporale, J., Alcaraz, A., Augustovski, F., Caccavo, F.,... Castillo, C. (2014). Carga de Enfermedad atribuible al Tabaquismo en Chile. *Documento Técnico IECS N° 8. Instituto de Efectividad Clínica y Sanitaria, Buenos Aires, Argentina.*

Phal, G., Adithan, C., Ananthanarayanan, P., Pal, P., Nanda, N., thiyagarajan, D.,... Lalitha, V. (2013). Association of sympathovagal imbalance with cardiovascular risks in young prehypertensives. *The American Journal of Cardiology*, 112(11), 1757.

Pradhapan, P., Tarvainen, M., Nieminen, T., Lehtinen, R., Nikus, K., Lehtimaki, T.,... Viik, J. (2014). Effect of heart rate correction on pre- and post-exercise heart rate variability to predict risk of mortality—an experimental study on the FINCAVAS cohort. *Frontiers in Physiology*. 208 (5), 1-9.

Rajkumar, S., Schmidt-Trucksäss, A., Wellenius, G., Bauer, G., Huynh, C., Moeller, A. & Rössli, M. (2014). The effect of workplace smoking bans on heart rate variability and pulse wave velocity of non-smoking hospitality workers. *International Journal of Public Health*. 59(4): 577–585.

Rodas, G., Pedret, C., Ramos, J. & Capdevila, L. (2008). Heart rate variability: definition, measurement and clinical relation aspects (part II). *Archivos de Medicina del Deporte*, 25(124), 119-127.

Scholten, R., Thijssen, D., Lotgering, F., Hopman, M. & Spaanderman, M. (2014). Cardiovascular effects of aerobic exercise training in formerly preeclamptic women and healthy parous control subjects. *International Journal of Cardiology*, 168 (4), 4145–4149.

Shah, N., Kelly, A., Cox, N., Wong, C. & Soon, K. (2016). Myocardial Infarction in the “Young”: Risk Factors, Presentation, Management and Prognosis. *Elsevier*. 1-6.

Shin, J.H., Lee, J.Y., Yang, S.H., Lee, M.Y., & Chung, I.S. (2016). Factors related to heart rate variability among firefighters. *Annals of Occupational and Environmental Medicine*, 28 (25).

Soares dos Santos, A.P., Ramos, D., Martins de Oliveira, G., Soares dos Santos, A.A., Coelho Figueira Freire, G., Tiyaki, J.,... Cipulo Ramos, E. (2016). Influence of Smoking Consumption and Nicotine Dependence Degree in Cardiac Autonomic Modulation. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia, Epub*, 106(6), 510-518.

Thayer, J., Åhs, F., Fredrikson, M., Sollers III, J. & Wager, T. (2012). A meta-analysis of heart rate variability and neuroimaging studies: Implications for heart rate variability as a marker of stress and health. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 36(2): 747–756.

Thayer, J., Yamamoto, S. & Brosschot, J. (2010). The relationship of autonomic imbalance, heart rate variability and cardiovascular disease risk factors. *Elsevier*, 41(2): 122–131.

Wang, Y., Kuo, T., Li, J., Lay, C. & Yang, C. (2016). The relationships between heart rate deceleration capacity and spectral indices of heart rate variability during different breathing frequencies. *European Journal of Applied Physiology*, 116(7), 1281–1287.

Zhou, Y., Xie, G., Wang, J. & Yang, S. (2012). Cardiovascular Risk Factors Significantly Correlate With Autonomic Nervous System Activity in Children. *Canadian Journal of Cardiology*, 28(4), 477-482.

Zhu, W., Yuan, P., Shen, Y., Wan, R. & Hong K. (2016). Association of smoking with the risk of incident atrial fibrillation: A meta-analysis of prospective studies. *Elsevier*, 218, 259–266.

## ANEXOS.

### SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN PARA PROYECTO DE TESIS

Concepción, 30 de Junio de 2016

Estudiantes de la Carrera de Kinesiología

Universidad Católica de la Santísima Concepción

#### **Presente.**

De nuestra consideración:

La Facultad de Medicina de la Universidad Católica de la Santísima Concepción, establece como requisito que los estudiantes de cuarto año de la carrera de Kinesiología de la UCSC, realicemos un Proyecto de Investigación. Por tal efecto, nosotros los estudiantes Pablo Sebastián González Maturana (18.840.515-0), Stephanie Gabriela González Aguayo (18.387.436-5) y Camila Yasmín Sánchez Rodríguez (18.686.787-4), estamos interesados en desarrollar un estudio cuyo título es “Efecto del tabaquismo sobre la variabilidad cardiaca en estudiantes fumadores y no fumadores de 18-25 años, pertenecientes a la Carrera de Kinesiología de la UCSC en 2016”, estudio que tiene por objetivo analizar los efectos del tabaquismo sobre el sistema cardiovascular para detectar las alteraciones de manera precoz y costo efectiva. Por tal motivo, solicitamos a la jefatura de la Carrera de Kinesiología la autorización para poder ejecutar la investigación con los estudiantes pertenecientes a nuestra institución.

Asimismo le informamos que la participación por parte de los usuarios es voluntaria y previa firma de Consentimiento Informado. Para cumplir con los objetivos del proyecto, se realizarán los siguientes procedimientos:

1. Firma del consentimiento informado, registro de datos personales de cada participante, y asignación a cada grupo según corresponda.
2. Registro de medidas antropométricas básicas (peso/talla).
3. Colocar en el sujeto de estudio una cinta de registro POLAR, humedeciéndola en el proceso para asegurar el contacto.

4. Colocar el reloj receptor en un sector de fácil visualización y alejado del sujeto de estudio.
5. Encender el registro de la frecuencia cardiaca en el reloj.
6. Colocar al sujeto de estudio sobre la camilla, indicándole que mantenga una posición decúbito supino con los brazos a los costados en posición indiferente y que se relaje al máximo posible.
7. Al observar que la frecuencia cardiaca se estabiliza, se iniciará el registro de la variabilidad cardiaca por un período de 5 minutos.
8. En este momento los alumnos deben guardar el máximo silencio posible sin perturbar al sujeto de estudio el cual debe cerrar los ojos y mantenerse en dicha posición hasta que se le indique.
9. Un alumno medirá la frecuencia respiratoria del paciente.
10. Se realizará la medición al menos 3 veces durante el período de reposo.

La información obtenida durante la investigación es de completa confidencialidad, no incluirá identificación de los pacientes, sólo del grupo de estudio en general y será utilizada con fines netamente académicos.

Para cualquier información, los estudiantes son guiadas por el Klgo. Rodrigo Alarcón Carvajal RUT: 15.170.044-6, Correo Electrónico: ralarconc@ucsc.cl, quién supervisará en la obtención de los datos.

Desde ya agradecemos vuestro tiempo y esperamos contar con vuestra aprobación

Cordialmente,

Pablo Sebastián González Maturana

Stephanie Gabriela González Aguayo

Camila Yasmín Sánchez Rodríguez

Estudiantes de la Carrera de Kinesiología

Universidad Católica de la Santísima Concepción

## CARTA DE AUTORIZACIÓN

Por medio de la presente. Yo \_\_\_\_\_, Rut \_\_\_\_\_, Jefe de Carrera de Kinesiología de la Universidad Católica de la Santísima Concepción. Autorizó a Pablo Sebastián González Maturana (18.840.515-0), Stephanie Gabriela González Aguayo (18.387.436-5) y Camila Yasmín Sánchez Rodríguez (18.686.787-4), a llevar a cabo la ejecución de su proyecto de tesis con los estudiantes pertenecientes a nuestra institución durante el año 2016.

\_\_\_\_\_  
Firma

## Carta de compromiso profesor guía



Universidad Católica de la Santísima Concepción  
Facultad de Medicina  
Carrera de Kinesiología

Concepción, 30 de Mayo de 2016

**Sr. Víctor Pérez Galdavini**  
**Jefe Carrera Kinesiología**  
**Universidad Católica de la Santísima Concepción**  
**Presente.**

De mi consideración


A través de la presente, informo que he tomado lectura y estoy en pleno conocimiento del proyecto de investigación de los estudiantes, Pablo Sebastián González Maturana, Stephanie Gabriela González Aguayo y Camila Yasmín Sánchez Rodríguez, pertenecientes a la carrera de Kinesiología de la Facultad de Medicina de la Universidad Católica de la Santísima Concepción, cuyo título es "Efecto del tabaquismo sobre el sistema cardiovascular post prueba de Bruce en fumadores pasivos en comparación con fumadores activos de 18-25 años, pertenecientes a la carrera de kinesiología de la UCSC en 2016", que tiene por objetivo analizar los efectos del tabaquismo sobre el sistema cardiovascular para detectar las alteraciones de manera precoz y costo efectiva.

En vista de la solicitud por parte de estudiantes, he aceptado el rol de Docente Guía, lo que implica asumir los siguientes compromisos:

- Asesorarlos en el desarrollo del proyecto de investigación: tema, problema de investigación, pilotaje, informe y presentación oral del proyecto.
- Asesorarlos en el desarrollo de la investigación: planificación y desarrollo de la investigación, elaboración del escrito final y defensa oral.
- Evaluarlos en: Informe escrito y presentación oral del proyecto e investigación final.

Sin otro particular saluda cordialmente,

Nombre: *Rodrigo Alarcón Carvajal*  
Rut: *15170044-6*  
Email: *ralarcone@ucsc.cl*  
Teléfono: *91783513*



Firma

## Ficha de recolección de datos

### FICHA DE DATOS PERSONALES

Esta ficha de recopilación de datos fue elaborada por estudiantes de Kinesiología de la Universidad Católica de la Santísima Concepción, la cual consta de 3 partes clasificadas como **Datos personales**, **Cuestionarios aplicados** y **Registro de Parámetros Hemodinámicos**.

A continuación se le realizará una serie de preguntas, donde debe contestar de forma clara. En caso de presentar alguna duda, debe informar y consultar a los investigadores.

DATOS PERSONALES							
Nombre				Edad		RUT	
Sexo							
Fecha de nacimiento							
Carrera							
Dirección				N° de contacto			
Antecedentes Médicos							
	Si	No					
Medicamentos							
Hábito Tabáquico							
Peso			Talla		IMC		PA

Registro de Datos				
	LF	HF	LF/HF	FC promedio
Reposo				

## Fórmula para cálculo de tamaño muestral para comparación de 2 medias

$$n = \frac{2(Z_{\alpha} + Z_{\beta})^2 * S^2}{d^2}$$

n = sujetos necesarios en cada una de las muestras

Z<sub>α</sub> = Valor Z correspondiente al nivel de confianza (1,96 para un 95% de confianza)

Z<sub>β</sub> = Valor Z correspondiente a la potencia (0,842 para una potencia del 80%)

S<sup>2</sup> = Varianza de la variable cuantitativa que tiene el grupo control o de referencia.

d = Valor mínimo de la diferencia que se desea detectar (datos cuantitativos).