



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

**“EFECTO AGUDO QUE EJERCE LA PLATAFORMA VIBRATORIA SOBRE  
LA RECUPERACIÓN CARDIOVASCULAR, POSTERIOR A UN TEST  
AERÓBICO MÁXIMO EN SUJETOS ENTRENADOS EN RESISTENCIA  
AERÓBICA Y SUJETOS NO ENTRENADOS”**

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

TESISTAS

**JAVIER NICOLÁS CALDERON ORELLANA**

**FRANCISCO ERNESTO JIL SANHUEZA**

**LEONARDO ANDRÉS FERNÁNDEZ MUÑOZ**

**PABLO ALEJANDRO MARIONI ZAMBRANO**

**SEBASTIAN SALVATORE VILLA CASTILLO**

PROFESOR GUÍA

**FERNANDO JAVIER RODRÍGUEZ RODRÍGUEZ**

PROFESOR COGUÍA

**PATRICIO ALEJANDRO SOLÍS URR**

VIÑA DEL MAR, JULIO DEL 2015



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

**“EFECTO AGUDO QUE EJERCE LA PLATAFORMA VIBRATORIA SOBRE  
LA RECUPERACIÓN CARDIOVASCULAR, POSTERIOR A UN TEST  
AERÓBICO MÁXIMO EN SUJETOS ENTRENADOS EN RESISTENCIA  
AERÓBICA Y SUJETOS NO ENTRENADOS”**

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

TESISTAS

**JAVIER NICOLÁS CALDERON ORELLANA**

**FRANCISCO ERNESTO JIL SANHUEZA**

**LEONARDO ANDRÉS FERNÁNDEZ MUÑOZ**

**PABLO ALEJANDRO MARIONI ZAMBRANO**

**SEBASTIAN SALVATORE VILLA CASTILLO**

PROFESOR GUÍA

**FERNANDO JAVIER RODRÍGUEZ RODRÍGUEZ**

PROFESOR COGUÍA

**PATRICIO ALEJANDRO SOLÍS URR**

VIÑA DEL MAR, JULIO DEL 2015



## **AGRADECIMIENTOS**

A pesar de que no me agradaba el hecho de realizar este espacio de “agradecimientos” creyendo de que posiblemente me podía faltar alguien y eso no me habría gustado.

Quisiera empezar primero por mi familia, que me “banca” en todas las ocasiones y son el fundamento de las persona que soy, mi padre Leoncio, mi madre Myriam y mis hermanos, Sebastián y Oliver que se sacrifican día a día para que yo pueda avanzar en la vida. A mis tíos por el apoyo incondicional, mis primos y primas.

Mis compañeros de tesis, los potos pelaos, los que he compartido durante esta etapa universitaria realizando trabajos, en materia deportiva y como amigos. Son unos “putos crack” y creo que con ellos aprendí lo esencial de la universidad: “jutsu de improvisación”. Caldera, panchito, rusio villa y pablo. La risa y la chacota nos acompañaron por toda la carrera, pero logramos siempre destacar y lograr de todas formas los 7.0. Somos el mejor equipo de trabajo. Existen mil y una anécdotas que me los harán recordar por siempre amigos míos. Gracias por compartir conmigo y ser parte de sus vidas.

Materia aparte a mi guía de tesis, el jefesito Pato, siempre con buena disposición, me ayudo en Brasil cuando estuve en problemas y ahora fue gestor fundamental de esta etapa, inagotable, imparabile, se merece un queque y el asado.

No podría faltar mi Profesora tutora, Carolina Poblete, lamentablemente por cosas de la vida no pudo acompañarlos en esta última parte de nuestra carrera, pero fue un apoyo incondicional, excelente guía y Profesora.

En general agradecer a todo el cuerpo docente, siempre aprendí algo con cada uno de ellos, unos más que otros, mis más sinceras felicitaciones por ser grandes profes: Profesora Marcela, Profesora Jacqueline, Profesor Rodríguez, Profesor Alberto, Profesor Patricio, Profesor Luis Peña, Profesor Richard, Profesor Cristi.

A la Generación 2011 y a los estudiantes de las demás generaciones que pude compartir (como la generación 2012), gracias totales, con ustedes aprendí a ser mejor persona, alumno, compañero, profesor, amigo. Pude mostrarme como yo era, potenciar lo bueno que tenía y mejorar mis deficiencias. Cada uno de ustedes son hermosas personas y me alegraban los días en las clases, motivo principal para asistir a ellas...¡¡ gracias!! el

corillo, los hipertrofia, los wachines, los mokeins, los rominos, los monos y las monas de G2011 y a Shohoku por darme la alegría de ser campeón .

También mención especial a los TREMENDOS AUXILIARES, Johnny, Hans, José y Angélica se valora cada acción, cada solución de problema, cada pichanga con ustedes y cada palabra en las conversaciones que se tenían en el famoso pañol.

Mi aventura en el extranjero sin duda ha sido parte importante de mi vida, no hay dinero que pueda comprar las amistades que logre forjar allá, partiendo por mis compañeros de piso, miguel y Pablito Marioni, los “Cartujas Boys” que nos soportamos por 6 meses. A mis amigos Pandy, Covita, Nico Alvarado, nico (francés), Alan, Jóse, Amanda, Débora, Alejandro, Audrey, Jessica, Jenny, Marine, nicolas (chileno), Romain, Manon, Juho, alekzander, Wojtek, Natalia y con mucho cariño a Charlotte. A cada uno de ustedes y a todos los que compartí en el viejo continente, me siento totalmente agradecido y espero verlos de nuevo a todos. Nunca olvidare las fiestas, los viajes, las comidas y las pichangas de futbol.

Quisiera agradecer al Atletismo, a la gente que vive de esto y me abrió las puertas a este maravilloso mundo, para empezar a mi amigo Francisco Juarez por darme oportunidades, ser guía y estar siempre presente. A las niñas Magda, Sofi, Pauli, Fran, José, Fabi, Javi y Dani, por su confianza y cariño. A los machos alfa de Javier y Bastian por comportarse como mis hermanos chicos, además de los que compartieron conmigo en los entrenamientos como Linda, Felipe, Pascual, Zapata y Cristóbal.

A los que me acogieron en este último año, Profesor Pablo y Club Atlético O’Higgins.

A Herrera Deportes, infaltables en los carretes, para la distracción en los días de estrés y hacer algunos trabajos en locomotora, una mención honrosa a mis compañeros de batalla, Fabricio y Juan.

A todo el mundo atlético, a mis compañeros de pista y a mis amigos que me entregado este deporte, los que he compartió en la selección de la PUCV, de la UPLA, Santa María, los pichanga runners y los de la calle, y también a los entrenadores, como a Víctor Hugo y al Profesor Roberto.

Agradecer también a todos aquellos que se sacrificaron para realizar las pruebas para mi tesis y aquellos que tuvieron la amabilidad de participar en ella, Choro decco, Pinilla, Bastián, Francisco, Nicolás, Seba Duran, Llyod y Nacho Ahumada. Finalmente

agradecer a mi barrio, MIRAFLORES, a toda su gente, mis vecinos y amigos de la infancia.

Me faltan y me sobran palabras para poder agradecer a todas las personas con las que he podido compartir y establecer relaciones en mi etapa Universitaria, tanto en Chile como en España. Hay un millón de anécdotas y alegrías que las recordaré por siempre, ya que siempre me harán sonreír.

Gracias totales.

**Chico Leo.**

Es difícil encontrar palabras para este proceso con tantas emociones encontradas, el hecho de término de distintos procesos y la aventura de empezar unos, espero que no me quede nadie afuera.

Agradezco primero que todo a mi madre por darme ese apoyo incondicional en las buenas, en las malas y en las tinieblas, tu sabes a lo que me refiero, siempre queriendo darme un consejo, buscando la mejor alternativa, desvelándose en cómo solucionar los problemas, vieja de mil batallas, siempre peleando en desventajas, soportando a todos los demonios de Tasmania que te rodean, de diferentes maneras, has perdido algunas batallas las cuales te han hecho querer tirar la toalla, pero al final sigues luchando, y sigues buscando y sigues.... Por nosotros, eres mi ejemplo a nunca rendirme, eres mi emblema de victoria. Te quiero y te amo mucho.

Papa, en los últimos tiempos siento que nos hemos acercado como nunca, a mis 24 años creo que recién estamos teniendo esas conversaciones que debimos haber tenido cuando era más pequeño, pero del pasado se aprende y lo que vale es lo que haremos al respecto para construir un mejor futuro, para mi eres el hombre más inteligente, valiente y fuerte del mundo, supiste manejar la ruleta de la vida desde la parte más alta hasta tocar fondo, y como pocos pudimos salir a flote nuevamente como familia. Te agradezco por todos los consejos, cariño y la educación y estilo de vida que nos permites por tu sacrificio. Te quiero y amo mucho.

A mi lela, mujer de ya algunos años, Eres de esas pocas mujeres que es totalmente entregada a su familia, dulce, tierna cariñosa, comprensiva y siempre atenta, no hay día que no me esperas con una palabra cariñosa cuando llego a la casa, siempre preocupada de la comidita, de servir, de que nunca nos falte nada. Lela te agradezco por darme tu cariño y comprensión incondicional a todo momento, a toda hora.

Agradezco a mis hermanos, uno por hacerme reír, por sacarme canas, por ir a verme todo los días y mostrarme lo que está logrando, al otro por ser mi compañero artes marciales, de Gym, de peleas, de pizzas y series, últimamente nos hemos unido como nunca, conversando de distintas cosas de la vida, de cómo mejorar nuestro nivel y de muchas cosas más, agradezco que sean mis hermanos, los quiero mucho

A mis primos el watón Roro y el watón Ale, el Cabezón pancho, el Pelao, también la Valita y la Nico, siempre con la simpatía, la buena onda, el consejo, y por supuesto me

apoyaron en uno de los momentos complejos de mi vida. Salimos, carreteamos, tomamos, conversamos como nunca, se ganaron todo mi cariño y les agradezco por haber estado ahí fueron importantes en este último proceso de mi carrera.

Agradezco a mis amigos de la vida la Many, la Papi, el Nico troll, el Carloncho, Fabrizio, Enano y a las chichillas Vale y Gaby, también fueron parte importante de este proceso, hemos vivido ya tantas tallas, campamentos, juegos, son amigos de verdad, supieron estar ahí aguantando las buenas, en las malas y en las peores jajajajajaj. Los quiero cabros.

Agradezco a mi Sensei Danilo, es como un segundo padre para mí, lo conozco desde los 15 años, y ha sido un referente tanto en lo personal como en las artes marciales, gracias por estar siempre, ayudarme y guiarme tanto para ser mejor persona como mejor peleador. A los profes Álvaro Yee, Walter Pérez y Guillermo Pérez, siempre con la talla a flor de piel, manteniendo el espíritu a pesar de los años, siempre compartiendo sus conocimientos con nosotros, también son un referente

A los cabros de Thay Ju Box Fekama, el chino Yee, el Tito, el Camilo, el Bicho, el pelao Roberto, el chico Claudio, el Claudio, el Erik, El Cesar, el Renato, el tigre Fabián Monsalve, el Gojan, el cochemeche y los salchichas, el Jonatán, la Mile, el Damián, el Petete, el huaso Leo, el Hugo, el Mauricio, el che, a los que se han ido y a los que están llegando, gracias por ser mis compañeros pero más que compañeros ya somos con una segunda familia, a seguir entrenado, a seguir compartiendo, a seguir creciendo, a seguir mejorando. OSSU.

A los cabros Nico, Fabrizio, Víctor, Rodrigo y Gurus viejos Crack del Gym y a la Cata y Nancy, aparte de hacer los entrenamientos, esa segunda casa tiene algo especial que hace que todos compartamos como si nos conociéramos desde siempre, agradezco por compartir tantas tallas conversaciones triviales, experiencias de vida fundamentales para el desarrollo y crecimiento como persona.

Agradezco a la generación 2011 por compartir todos esos momentos y actividades que hicieron este proceso inolvidable, permitiendo aprender y crecer como persona

Finalmente pero no menos importante agradezco a los cabros de tesis, Pancho, chico Leo, Marioni, Caldera, y como no al profesor Patricio, jajajajja, cuantas tallas, cuantos momentos difíciles, cuantas cosas casi imposibles que hemos sacado adelante, entre



ellas, coreografías, bailes, trabajos, jutsus, y este, nuestro último trabajo como grupo, en este proceso no podía haber sido diferente.

**Sebastián Matías Villa Castillo**

Al concluir una etapa de la vida, una de las más grandes hasta el momento, lo primero que debo hacer es dar las gracias a todas las personas que formaron partes de este proceso, mi formación como persona y mi formación como profesional.

Quiero dar las gracias a mi familia, abuelas, tías, tíos, primos y primas. Mis hermanos Marcelo y Nicolás, que son un ejemplo de superación y de esfuerzo, que me han demostrado que seguir tus sueños es lo que te da fuerza a diario para seguir avanzando. A mis padres Carmen y Pablo, mis viejos que siempre lo han dado todo por sus tres hijos, que siempre se preocupan de entregar lo mejor, son un ejemplo de perseverancia y amor. Los quiero gracias por siempre estar y apoyarme.

Gracias a mis compañeros de EFI, que durante estos años de carrera he conocido, con los que he compartido diferentes momentos y de los que he aprendido. Auxiliares y profesores del físico que fueron parte importante de mi formación profesional, que me guiaron y ayudaron en este proceso. Cada uno de ustedes alegro mis días en el físico, haciendo que esta etapa fuera más divertida.

Al equipo de natación, que fue otra carrera para mí, conocer a tantos personajes diferentes, ver como día a día la palabra equipo tomaba más fuerza, no olvidaré todas esas horas en el agua, tarde por la noche pensando en ¿qué hacía en este lugar? Siempre llegando a la misma respuesta, “aquí soy feliz”, no olvidaré a mis entrenadores y mis compañeros todos maestros para mí, que me ayudaron a ser el nadador que soy hoy, también formar parte de este equipo me permitió conocer a nuevos personajes y aunque son unos sublevados les deseo lo mejor y que sean los mejores siempre.

A todas esas personas especiales en mi vida, con las que he compartido momentos más íntimos, con las que he reído, llorado, con las que se dieron la paciencia de conocerme y que me dejaron ser parte de sus vidas, con aquellos que he conversado por largas horas, de sueños y proyectos, con aquellos que me han contado sus historias, gracias a todos.

El viaje de mi vida, como olvidar a los cartujas boy's allá en Granada, todo lo que hicimos, los amigos que hicimos, lo que vi, lo que viví, las fiestas, las experiencias culturales, la gran familia que formamos con hermanos y hermanas de todos los países, nunca los olvidare.

Al grupo de tesis, hasta al último día, revisando el trabajo como lo sacamos adelante en estos días de trabajo, un trabajo único. Gracia por ser parte de este grupo y compartir esta última etapa universitaria.

**Pablo Alejandro Marioni Zambrano**

Como dice el dicho: “El viaje es lo que nos trae la felicidad, no el destino” les dedico estas palabras a todo aquel que se sienta inspirado a leer esto, esperando que cada una de las personas que han pasado por mi vida se hayan quedado o no, se sienta especial en este momento y que al igual que yo puedan alcanzar sus sueños y sentirse bendecido por la vida.

Es muy difícil agradecer a tantas personas que no solo me han ayudado en esta tesis, sino también en el largo camino recorrido para llegar hasta esta instancia. Son muchos los momentos compartidos, oportunidades en la vida y personas las que me han llenado de alegría para continuar con mis sueños; que sepan que cada uno tiene un espacio en mi corazón y si bien se me hace muy difícil expresarlo con palabras, en el día a día espero recodarles a cada uno lo mucho que los quiero.

Seré breve en cada uno de los agradecimientos, no porque sean menos importantes sino porque simplemente no soy bueno usando la palabra:

Para comenzar agradezco a mi familia: mi madre Gloria Ximena Sanhueza, mi padre Mauricio Jil y mi hermana Carolina Jil , quienes a pesar de estar lejos, no me han dejado ningún día solo, siendo la inspiración para venirme a estudiar y aunque suene cliché nada habría sido posible sin ellos.

A mis mascotas: mi gatito benjamín y mi perrita molic.

A mi tío Fernando y mi abuelita Olga quienes son mi compañía diaria, los cuales se preocupaban que llegara temprano a casa, que tuviera de comer todos los días y de compartir la simple pero especial rutina.

A mi abuelo Gilberto y mi abuelita Alicia, quienes con su simple compañía, conversaciones llenas de sabiduría y sus ganas de vivir a pesar de las dificultades me dan fuerzas para alcanzar cualquier meta.

Agradezco a mis profesores y amigos de infancia del Colegio Alcázar de Maipú, especialmente a aquellos con los que vivimos las mayores aventuras de infancia: Hugo Silva, José Luis Mena, Matías Silva, Leonardo Aballay y Ignacio Mckay, con los cuales hemos demostrado que a pesar del paso del tiempo si la amistad es verdadera jamás se pierde, siendo hasta el día de hoy los infaltables en juegos, pichangas y carretes, a pesar de ser macabeos, mandoneados y los que se creen musculosos carreteros.

Agradezco a todos los del Liceo Pedro Poveda, profesores, compañeros y amigos, los cuales me dieron un ambiente educativo ideal y que espero crear cuando sea profesor. Especialmente a los que estuvieron desde el principio Felipe Ibarra, Felipe Provoste y Gianfranco Abarzua, y a aquellos que se unieron después cuando decidí mi camino humanista: Fabián Rayo, Claudio Silva, Manuel Lara y Matías Valdivia. Tampoco debo olvidar agradecer a las chiquillas que son muchas para nombrarlas pero las cuales la mayoría siguió el camino de pedagogía, especial mención a Lissete, Contanza y Fernanda Garay por ser de mi ciudad y acompañar en esos viajes mañaneros hacia el Liceo. A mi profesor de música Aldo Báez y mi profesora de Historia Mireya Guerreo quienes fueron unos de los pocos que siempre creyó en mí.

A los años en la orquesta Antonio Vivaldi los cuales me enseñaron el valor del trabajo duro, que todo tiene su recompensa y que puedes lograr todo lo que te propongas incluso un sonido melifluo de lo más suave y delicado. Especialmente al Sergio profesor del orfeón de carabineros quien intento entregarme todos sus conocimientos musicales.

A alumnos y profesores del Liceo tecnológico A-38 de Villa alemana y Liceo Blest Gana de Viña del Mar los cuales me dieron bastantes dolores de cabeza para lograr enseñar y aprender en el proceso.

Al Colegio Esperanza de Quilpué, a mis desordenados querubines de octavo básico, a los maestros del Acrosport de cuarto medio, a los pequeños del taller de basquetbol y a los seleccionados de futbol quienes a pesar de las derrotas volvían semana a semana a continuar entrenando, al profesor Sergio Constanzo y Javier por ser grandes bailarines, al inspector José y al inspector Boris quienes simplificaban mi vida y a la más importante de mi estadía, colega y amiga Evelyn Rivera.

Al club de voleibol del Colegio Hispano, a los mayores de 50 años quienes me demuestran que no importa la edad para poder hacer deporte y que siempre la experiencia puede luchar codo a codo con la juventud, a los juveniles por no dudar en hacerme parte de su equipo y enseñarme inspirando mi superación y a los pequeñitos las próximas promesas del deporte chileno.

A la generación 2011 quienes han acompañado estos años de proceso, les deseo la mejor de las suertes en lo que se nos viene. Todos son unas personas maravillosas y en conjunto no me cabe duda que formamos la mejor generación de EFI de la universidad.

Si bien somos todos una gran familia es imposible el dejar de nombrar a: Los Corillos, Los washines, Los rominos, Los hipertrofia, Los uriano, Los monos, Las cotetitas, Los mokeins, Los papelitos, entre muchos otros que llenaban de alegría las aulas. Quisiera dedicar a cada uno palabras de agradecimiento pero en honor al tiempo solo mandarle las mejores de las vibras positivas para el futuro.

Agradecer a HERMOSILLOS FC quienes se unieron por una causa noble y que no logro pasar la fase de grupos. (jp, hugo, roche, leo mario, mario, alexis, pato).

A los Fabianos, especialmente a nuestro líder Fabián La orga un amigo sincero y apasionado, con el cual compartimos el gusto por la música.

A los AvengerHon: SteveHyuga, Vitorticus, Fabiarticus, Rochanicus, mamario, chutero, mokeinsXD, el barto.

A los monos que a pesar de juntarnos solo estos últimos años hemos pasado hermosos momentos como viajes, cumpleaños y navidades; espero seguir compartiendo con ustedes. (evelyn, tracy, cote, uri, javier y roche)

Y de forma especial a el bigote, la odiosidad y traición del núcleo, con sus exponentes Javier calderón y Nicolás Saavedra, los cuales llenaban el templo con risas y llantos al mismo tiempo. Quienes se ganaron un lugar importantísimo en mi corazón.

Agradecer al grupo de tesis: Sebastián Villa quien aprendió a usar el excel a dos días de entregar la tesis y que descubrió que tenía bigote, Leonardo Fernández quien en los momentos de mayor trabajo y desesperación pretendía llamar a las españolas, Pablo Marioni a quien esperábamos asaltaran al irse a las 5.30 de la mañana, pero luego llego con sus pancitos con manjar y a Javier Calderón que durante la tesis tuvimos nuestra tercera cita. Y como olvidar a nuestro profesor tutor Patricio Solís quien fue un pilar para lograr sacar adelante esta tesis el cual se enojara al darse cuenta el desorden que quedo en su casa y las sabanitas cortas que tendrá en su cama.

Gracias por todo!

**Francisco Ernesto Jil Sanhuesa**

Agradecer es un procesos que los seres humanos generalmente olvidamos de realizar, que dejamos como un punto de inflexión generalmente al finalizar un proceso.

Al terminar esta linda etapa de mi vida, son muchos los recuerdos que se me vienen a mi cabeza, desde los primeros días de ingenuidad de primer año, hasta estos últimos días estresantes de quinto. Dentro de mi cabeza y corazón sin lugar a duda lo que más recordare en estos agradecimientos son los vínculos hacia las personas que he conocido. Sinceramente pensé en hablar en términos generales de lo que siento, pero qué sentido tendría, pensándolo mejor individualizare cada uno de los sentimientos que siento por cada uno de ustedes.

Quiero partir agradeciendo a todos mis amigos con los que forme un vínculo, sin lugar a dudas grandes personas, generación 2011, washines, rominos, mokeins, corillo, hipertrofia, a cada uno de los integrantes de estos grupos les doy las gracias. De alguna u otra manera influenciaron en mi proceso universitario, desde una simple clase, hasta compartir las experiencias de la vida, por esto siempre los recordaré.

Quiero agradecer a todo mi grupo de tesis, que claramente sin ellos esto no hubiera sido posible, sé que nos tiramos las bolainas por 4 meses, y que dos semanas antes de la entrega hicimos todo, pero así somos, así seremos y así venceremos. Mención especial para el profesor que nos guío en este momento de la vida, Patricio “estrella” Solís. Pato, cuando nos dijeron que teníamos que elegir a un mentor sinceramente la primera persona que pensé fuiste tú, incluso por encima del mítico Fernando “cibor” Rodríguez, ¿por qué?, porque para mí eres y serás un mejor profesional que él, no solo tienes su misma capacidad profesional, si no que según yo eres un mejor docente, tienes ese componente personal que hace los buenos profesores grandes profesores, sinceramente espero que nunca cambies, y sé que nunca nos olvidarás porque fuimos tu primer grupo de tesis, yo tampoco te olvidaré.

Para mis amigos más cercanos, a los que formaron parte de este proceso, Fabián, Víctor, chico leo, villita, rohecito, ramonilla, T. danae, pollito, muchas gracias por los momentos que compartimos, por las emociones vividas, por las incansables risas, por los concejos, y por hacerme de una u otra forma mejor persona, siempre los tendré en mi corazón y es por esto que les doy las gracias.

Para ustedes dos los que sin lugar a dudas fueron mis pilares dentro de este proceso, panchiano y el gran uriano. Ustedes par de malditos, me hicieron esta etapa mucho más fácil de llevar, si no fuera por ustedes, no tendría esa sensación que la universidad fue divertida. Como olvidar las noches ñoñas, el templo, el bigote, y muchas anécdotas más. Cuando me pregunten qué es lo lindo de la etapa de la universidad, me acordare de ustedes, y no porque sean lindos físicamente, seamos honestos, para entrar al núcleo un requisito es ser feo, las estadísticas no fallan. Lindo en el sentido que vivimos muchos momentos que nos harán amigos para siempre, de esos que se siguen viendo, llamando, de los que se visitan, de los que se recuerdan, de los que se quieren, de los que comparte la vida, de los que uno siempre recuerda, por todo esto y por mucho les doy las gracias mejores amigos.

Ahora llego la etapa de agradecer a esas personas que no están en mi corazón, sino que son mi corazón, aquellas personas que te cambian la vida y que a la vez son tu vida. A ti te digo que pensé sinceramente dúrte varios días si debía escribir de ti, si debía nombrarte, si te gustaría, si te lo mostraría, en fin, puedes darte cuenta que pensé mucho sobre ti, y como no hacerlo sabiendo lo que significas para mí. A ti pequeña mujer te escribo. Eres ese momento, esa historia esa singularidad en la vida que difícilmente se olvida. Durante nuestra amistad más de una vez te he agradecido por lo que has hecho por mí, lo sabes, este agradecimiento que siento por ti va más allá de por un concejo, una anécdota o una risa que me diste. Tú eres consiente que me devolviste lo que había perdido hace ya mucho tiempo, lo sabes, me cambiaste, me hiciste mejor, por ti quise, quiero y querré ser mejor, en todo, sinceramente marcaste mi vida. Pasará el tiempo, pasara la historia, pasara mi vida, y tú no tendrás un lugar en mi corazón, siempre serás una parte de él. Por esto y por todo te doy las gracias, siento que me falta por agradecerte, pero se me hace difícil poder resumir todo en palabras y no lo haré, ¿por qué? porque este capítulo de mi vida aún se está escribiendo y lo hará por mucho tiempo más, lo sé, hay promesas que se cumplen y la que te hice será una de ellas. A ti dulce locura, a ti te agradezco, a ti te digo muchas gracias. María José.

Por último voy a agradecer a la parte más importante de corazón, mi familia. Si a ustedes a las tres personas más importante de mi vida. Para agradecer a ustedes tendría que vivir más de una vida, ustedes son mi todo, son mi alma, mi mundo. Sinceramente



se me hace difícil poder sinterizar en pocas palabras todo lo que siento cuando escribo, como poder reflejar lo que mi corazón me expresa justo ahora, no hay un palabra que lo haga, es por eso que Pabla, Paulina y Sergio, les digo que los amo. Hermana y mama, para ustedes que me han dado todo, incluso lo que no existe, siempre para que yo pudiera lograr lo que me propuse, por aquellos momentos difíciles, por aquellos momentos felices, simplemente por todos los momentos, quiero que sepan que no puedo haber sido más afortunado, que realmente me siento afortunado, porque cada vez que tuviera la posibilidad de elegir quien sería mi familia, simplemente las elegiría a ustedes una y otra vez. Son mi razón de vivir y les juro que se me llenan los ojos de lágrimas por lo que significan para mí, son el aire que respiro, la energía de mi alma, ustedes son yo. Por todo les agradezco, por esto me emociono, por ustedes, por ser mi vida, y por hacer que todo tenga sentido, por esto les doy las gracias.

**Javier Nicolás Calderón Orellana**

### **Dedicatoria**

Nosotros como grupo: Francisco Jil, Javier Calderón, Leonardo Fernández, Pablo Marioni y Sebastián Villa hemos decidido dedicar el presente estudio a nuestras familias quienes son un pilar fundamental en nuestra forma de ser y de ver el mundo.

A nuestros profesores guías Fernando Rodríguez y Patricio Solís, los cuales compartieron sus conocimientos y nos brindaron apoyo para la realización de este estudio.

A los miembros de la Universidad Andrés Bello que nos facilitaron los medios e instalaciones para nuestra investigación.

A nuestros compañeros y ahora amigos de la vida de la generación 2011; y en general a toda la comunidad de Sausalito: profesores, secretarias, auxiliares y amigos de otras carreras que nos acompañan en la vida y ver el lado alegre a todas las cosas.

Gracias a todos ustedes por formar parte de esta búsqueda de conocimiento que hemos vivido, donde hemos encontrado de forma inesperada y afortunada una experiencia única de emociones encontradas y situaciones irrepetibles que nos inspiran a encender el corazón y preparar la mente para cambiar el mundo.

**ÍNDICE GENERAL**

<b>Resumen</b>	22
<b>Abstract</b>	23
<b>INTRODUCCIÓN</b>	25
<b>1.1 Actividad Física y Respuestas del Organismo</b>	28
1.1.1 Modulación autonómica	28
1.1.2 Respuesta cardiovascular	30
1.1.3 Variabilidad de la frecuencia cardiaca	30
1.1.4 Dominio de tiempo de la VFC	32
1.1.5 Dominio de frecuencia de la VFC	34
1.1.6 Factores que condicionan la VFC	36
1.1.7 Variabilidad de la frecuencia cardiaca y actividad física	37
1.1.8 VFC y Sobreentrenamiento	38
1.1.9 VO <sub>2</sub> máx y VFC	38
1.1.10 Polar RS800CX	39
<b>1.2 ENTRENAMIENTO VIBRATORIO</b>	39
1.2.1 Entrenamientos vibratorios y base fisiológica	39
1.2.2 Plataforma vibratoria	41
1.2.3 Efectos en capacidades físicas y neuromusculares	42
1.2.4 Efectos en la densidad ósea	43
1.2.5 Efectos sobre parámetros cardiovasculares	44
1.2.6 Método de utilización de la plataforma vibratoria	45
<b>1.3 Características de los sujetos entrenados y no entrenados</b>	46
<b>2.1 Antecedentes del problema</b>	50
<b>2.2 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN</b>	52
2.2.1 Objetivo General	52
2.2.2 Objetivos específicos	52
<b>2.3 HIPÓTESIS</b>	53
<b>2.4 METODOLOGÍA</b>	53
2.4.1 Tipo de investigación	53
2.4.2 Sujetos de estudio	54
2.4.3 Protocolo de inclusión de los sujetos	55
2.4.4 Materiales	55

<b>2.5 Proceso de evaluación</b>	65
<b>2.5.1 Medición de peso y talla</b>	66
<b>2.5.2 Bioimpedancia</b>	66
<b>2.5.3 Primera etapa de medición de la variabilidad de la frecuencia cardiaca en reposo</b>	67
<b>2.5.4 Test incremental de VO<sub>2</sub> Máximo</b>	68
<b>2.5.5 Recuperación post test con plataforma vibratoria</b>	69
<b>2.6 Extracción de datos</b>	70
<b>2.7 Análisis estadístico</b>	70
<b>3.1 Descripción de resultados</b>	72
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	88
<b>ANEXOS</b>	97
<b>ANEXO 1</b>	98
<b>1. Carta de consentimiento</b>	98
<b>2. Graphpad Prism 6</b>	101
<b>3. Tablas Excel de recolección de datos</b>	102

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Tacograma VFC (Rodas et al., 2008).	32
<b>Figura 2.</b> Transmisión de la vibración en el ejercicio	42
<b>Figura 3.</b> Estadiometro Seca	56
<b>Figura 4.</b> Balanza digital	56
<b>Figura 5.</b> Bioimpedancia	57
<b>Figura 6.</b> Reloj y banda polar	58
<b>Figura 7.</b> Mascarillas	58
<b>Figura 8.</b> Correa	59
<b>Figura 9.</b> Tapiz Rodante	59
<b>Figura 10.</b> Espirómetro	60
<b>Figura 11.</b> Calibrador ergoespirómetro	60
<b>Figura 12.</b> Plataforma vibratoria	61
<b>Figura 13.</b> Polar Pro-trainer 5	62
<b>Figura 14.</b> Kubios HVR version 2.2	63
<b>Figura 15.</b> Metasof 3B-RB	64
<b>Figura 16.</b> Graphpad Prism 6	65
<b>Figura 17.</b> Medición Bioimpedancia	67
<b>Figura 18.</b> Posición para medir la VFC en reposo.	67
<b>Figura 19.</b> Método de determinación flexión de rodilla en 90°	68
<b>Figura 20.</b> Sujeto realizando el test incremental	69

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Rangos de valores SDNN _____	33
<b>Tabla 2.</b> Rangos de valores PNN50 _____	33
<b>Tabla 3.</b> Rango de valores RMSSD _____	34
<b>Tabla 4.</b> Composición corporal sujetos entrenados _____	72
<b>Tabla 5.</b> Composición corporal sujetos no entrenados _____	72
<b>Tabla 6.</b> Promedio y desviación estándar de la totalidad de la muestra _____	73
<b>Tabla 7.</b> Promedio y desviación estándar de sujetos entrenados _____	73
<b>Tabla 8.</b> Promedio y desviación estándar de sujetos entrenados _____	73
<b>Tabla 9.</b> Valores de frecuencia cardiaca en sujetos entrenados _____	74
<b>Tabla 10.</b> Valores de frecuencia cardiaca en sujetos no entrenados _____	75
<b>Tabla 11.</b> Consumo máximo de oxígeno en sujetos entrenados _____	76
<b>Tabla 12.</b> Consumo máximo de oxígeno en sujetos no entrenados _____	76
<b>Tabla 13.</b> Variables coef. de correlación en recuperación, con vibración y sin vibración _____	77
<b>Tabla 14.</b> Promedio y Diferencia entre Fc al terminar el test min 1 de recuperación _	77
<b>Tabla 15.</b> Promedio y Diferencia entre Fc al terminar el test min 12 de recuperación	77
<b>Tabla 16.</b> Promedio y Diferencia entre Fc al terminar el test min 17 de recuperación	78
<b>Tabla 17.</b> Promedio y Diferencia entre Fc en reposo y min 1 de recuperación _____	78
<b>Tabla 18.</b> Promedio y Diferencia entre Fc en reposo min 12 de recuperación _____	78
<b>Tabla 19.</b> Promedio y Diferencia entre Fc en reposo y min 17 de recuperación _____	79



**Resumen**

El presente estudio tiene como propósito determinar el efecto agudo que ejerce la plataforma vibratoria en la recuperación cardiovascular posterior a un test aeróbico máximo en sujetos entrenados en resistencia aeróbica y sujetos no entrenados. En la metodología empleada se evaluó a 16 sujetos, 8 entrenados y 8 no entrenados ( $21,6 \pm 6$ ) los cuales fueron medidos en dos ocasiones. La primera vez se realizó un periodo de reposo de 7 minutos, luego se realizó el test incremental máximo para determinar el  $vo_{2m\acute{a}x}$  de los sujetos. Posterior a esto se realizó un protocolo de recuperación sentado con las rodillas en  $90^\circ$  apoyando los pies sobre la plataforma vibratoria, en la cual se medía la frecuencia FC en el minuto 1, 12 y 17. En el segundo día de evaluación se realizó el mismo protocolo de evaluación y mediciones morfológicas, sin embargo, en el periodo de recuperación no se sometía a periodos de vibraciones sobre la plataforma. De igual forma se registró la FC en el minuto 1, 12 y 17. Los resultados de nuestra investigación demostraron que los componentes de variabilidad (PNN50, SDNN, HF%, LF%, HF n.u, LF n.u y LF/HF) en el periodo de recuperación post aplicación de Periodo vibratorios sobre la plataforma, no mostraron valores significativos ( $P \leq 0,05$ ), sin embargo, se presentaron datos significativos en la FC al minuto 11 ( $P \leq 0,05$ ), encontrando una disminución mayor el día en que los sujetos se someten a las vibraciones. Nuestros resultados sugieren, al igual que estudios encontrados en la literatura que la recuperación con vibraciones disminuye de manera importante la FC respecto a la recuperación sin vibraciones, sin embargo no se pudo establecer con claridad el comportamiento de los componentes de la Variabilidad de la frecuencia cardiaca debido a que no se encontraron valores significativos.

**Palabras claves:** Plataforma vibratoria; Variabilidad de la frecuencia cardiaca, Recuperación autonómica,  $Vo_{2m\acute{a}x}$ .

**Abstract**

This study aims to determine the acute effect vibrating platform on heart rate variability after a maximal aerobic test among athletes of middle distance and background, and untrained subjects. We were measured 16 subjects, 8 trained and untrained 8 ( $21.6 \pm 6$ ) which were measured twice. The first test rest of 7 minutes, then the incremental test to determine VO<sub>2</sub>max and after established a protocol of recovery sitting with your knees at 90 ° resting your feet on the vibrating platform, in which the frequency is measured heart rate (HR) 1, 12 and 17 minutes, in the second were made measurement on the same evaluation protocol and measurements, however, the recovery period is not subjected to bouts of vibrations on the platform, but equally it is recorded (HR) 1, 12 and 17 minutes The results of our research showed that the components of variability (PNN50, SDNN, HF% LF% HF nu, nu LF and LF / HF) in the recovery period post application Bouts vibrating on the platform showed no significant ( $P \leq 0.05$ ), however, significant data were presented at the 11th minute (HR) ( $P \leq 0.05$ ), finding a greater decrease the day subjects subjected to vibrations. Our results suggest, as studies found in the literature that the vibration recovery significantly decreases the HR regarding recovery vibration, but could not clearly establish the behavior of the components of heart rate variability because values were not significant.

**Keywords:** Vibrating platform; Heart rate variability; Autonomic recovery; VO<sub>2</sub>max.





## INTRODUCCIÓN

La variabilidad de la frecuencia cardiaca se puede entender como el comportamiento que ocurre entre latidos consecutivos en un intervalo de tiempo, bajo este contexto es que se puede ver afectada por múltiples estímulos, siendo estos intrínsecos o extrínsecos de los sujetos. Es considerado uno de los indicadores cuantitativos más fiables del balance autonómico, es decir, la relación que se produce entre el sistema nervioso simpático y parasimpático. El estudio de la VFC permite establecer parámetros tanto en áreas de salud como en áreas de entrenamiento. De esta manera, la VFC nos permitirá conocer las respuestas que produzcan los organismos de nuestros estudiados ante los parámetros impuestos en nuestra investigación. Dichos parámetros hacen referencia a la respuesta corporal y fisiológica que significará la plataforma vibratoria en nuestra muestra, en este sentido hay estudios que muestran resultados los cuales tiene efectos positivos en función de la reducción de la frecuencia cardiaca. Haciendo una revisión de variabilidad y plataforma vibratoria no hemos podido establecer relaciones directas entre ambos campos de estudio. Esto produce que exista un escaso sustento teórico de los efectos que tienen los periodos de vibraciones sobre la variabilidad de la frecuencia cardiaca. Es por esto que como grupo investigativo nos hemos planteado poder dar a conocer algunas directrices de la combinación de ambos campos investigativos que podrían ser útiles para la realización de futuras investigaciones. El presente estudio intenta determinar el efecto agudo que ejerce la plataforma vibratoria en la variabilidad de la frecuencia cardiaca (VFC) en la recuperación autonómica posterior a un test incremental aeróbico máximo. Para esto se describe el comportamiento en dos grupos de individuos, sujetos entrenados en resistencia aerobia y sujetos no entrenados.

En el primer capítulo correspondiente al marco referencial, abordamos las concepciones teóricas y estudios realizados en el área de la plataforma vibratoria, la VFC y aspectos relevantes sobre los sujetos entrenados y no entrenados. Luego en el 2 capítulo definimos el planteamiento del problema, los objetivos, tanto general como específico y la metodología utilizada para realizar la investigación. En el siguiente capítulo se encuentran los resultados, expuestos en tablas en relación a los datos importantes obtenidos en la variabilidad, la frecuencia máxima y relaciones tanto de reposo como post test incremental en el minuto

1,12 y 17 de la FC con y sin plataforma vibratoria. Los últimos capítulos pretenden discutir los resultados de la investigación, en el cual se contrasta con teoría actualizada con respecto a investigaciones sobre el tema y se describen las posibles explicaciones de los resultados, reconociendo también ciertas limitaciones e intentando analizar nuestros objetivos de investigación así como comprobar nuestras hipótesis de estudio.

**CAPITULO I**  
**MARCO DE REFERENCIA**

## **1.1 Actividad Física y Respuestas del Organismo**

### **1.1.1 Modulaci3n aut3n3mica**

Cuando se realiza actividad f3sica toda la fisiolog3a del organismo comienza una serie de procesos para poder cumplir con las demandas que se est3n sucediendo a todo nivel, ante esto las respuestas del organismo son variadas, conjugando una serie de factores para poder ser regulado. Los mecanismos que cobran mayor relevancia en los procesos de regulaci3n en espec3fico cardiovascular, son los de tipo nervioso, humoral y hemodin3mico. (L3pez et al., 2006)

Bajo este contexto, la regulaci3n del sistema cardiovascular a nivel nervioso est3 regulada por su componente aut3nomo (Sistema nervioso aut3nomo o SNA). El comportamiento del SNA frente a diversos est3mulos ha sido un t3pico que se ha estudiado ampliamente en el 3ltimo tiempo. Dentro de las funciones que podemos encontrar que se desencadenan y controlan por parte del SNA durante la realizaci3n del ejercicio encontramos la normalizaci3n de la frecuencia cardiaca (FC), contracci3n y dilataci3n de los vasos sangu3neos, adem3s de la contracci3n y relajaci3n de la musculatura lisa que se encuentra en los diferentes 3rganos del cuerpo. Las acciones que realiza el SNA por acci3n de los quimiorreceptores y barro-receptores en la car3tida y aorta, se manifiestan en el control de la FC, la presi3n arterial y la actividad respiratoria, procesos claves en la actividad f3sica. Si queremos comprender como se divide el SNA debemos establecer que se divide en dos grandes sistemas, el sistema simp3tico y el sistema parasimp3tico, con sus diferencias adquiridas tanto por su composici3n anat3mica como funcional. (Freeman et al., 2006).

Dado el alto componente regulador del SNA y sus componentes simp3tico (SNS) y parasimp3tico (SNP) en la actividad f3sica y el control de la actividad cardiovascular se debe comprender que ambas sistemas mencionadas funcionan y se alternan como respuesta a las necesidades del organismo de satisfacer las necesidades metab3licas (L3pez et al., 2006; Ganong et al., 2000; Guyton, 2001; Aubertet 2003).

Durante el ejercicio se provocara una relaci3n de las del SNS Y SNP, donde cada una tomara un rol de relevancia dependiendo de la actividad que se realice. Cuando se

comienza el ejercicio existe una demanda y dominio de la actividad simpática, produciendo aumento de la FC, velocidad de conducción cardiaca y fuerza de la contractibilidad del miocardio. Por lo tanto un aumento de la actividad simpática generara un incremento del gasto cardiaco, debido al aumento de la participación de la FC y la vaso constricción (Guyton et., 2001).

El ejercicio genera un aumento en la actividad simpática, pero a su vez está generando una depresión en los niveles de participación del SNP, lo que favorece una relación inversamente proporcional entre su disminución y el aumento de la FC. Esta disminución de la actividad vagal o parasimpática, se debe destacar, debido a que se ha estudiado que el SNP es el que predomina en el nódulo sinusal del corazón (Berne & Levy., 1992; Cingolani et al 1993).

Las variaciones en la modalidad autonómica tendrán directas relaciones con las cargas de trabajo a las que sean sometidos los sujetos, por lo que esto debe estar intencionado en cualquier investigación de este tipo, siendo siempre la relación de aumento de la carga de trabajo aumenta la actividad simpática, disminuyendo la actividad parasimpática (Maughan et al., 1997).

Hay diversas investigaciones que apoyan lo señalado con anterioridad, donde el incremento de la FC hasta los valores cercanos al 50% de VO<sub>2</sub>máx se daría mayoritariamente por la disminución de la actividad parasimpática y que por lo tanto la consecuencia sería un aumento de la actividad simpática, aumentando así la FC (De Vito et al., 2002). Otros autores señalan que a lo largo del ejercicio incremental el balance entre SNP Y SNS cambia o alterna, pasando a un dominio progresivo de la actividad simpática, por sobre la actividad parasimpática. (Pichot et al., 2002)

### **1.1.2 Respuesta cardiovascular**

La actividad cardiaca del organismo esta regularizada por una serie de componentes que se relacionan entre sí, para el correcto funcionamiento de la misma. Cada vez que el corazón funciona se está contrayendo, siendo “La consecución de contracciones denominada pulsación...A todo este fenómeno lo conocemos como la Frecuencia Cardiaca” (FC) (Irigoién, 1999). La FC como evento fisiológico está normalizado por varios elementos que le permiten la funcionalidad, estos factores son tantos internos (procesos digestivos, enfermedades) como externos (situaciones de estrés, depresión) a los que las personas estén sometidas.

Uno de los elementos que permiten dicha funcionalidad cardiovascular y además su decisión es la variabilidad de la frecuencia cardiaca o VFC “la variación de la frecuencia del latido cardiaco durante un intervalo de tiempo definido (nunca superior a 24 horas), en un análisis de periodos circadianos consecutivos.” (Capdevila & Niñerola., 2006).

### **1.1.3 Variabilidad de la frecuencia cardiaca**

Para poder medir la actividad del SNA y sus sistemas tanto simpática como parasimpática se han desarrollado diversos métodos de estudio. En efecto, se destaca la micro-neurografía simpática, la cual permite la medición directa de la función simpática, además de esta existe la técnica de imágenes autonómicas cardiovasculares y por último encontramos el estudio de los intervalos RR del registro electrocardiográfico, conocido como el estudio de la variabilidad del ritmo cardiaco (Freeman et al., 2006).

Con relación a este último se derivan una serie de técnicas de cálculo de la función autonómica cardiovascular, encontrando el análisis de la potencia espectral, dominio temporal, espectro-temporal y métodos no lineales, los que se basan en el estudio de las fluctuaciones del ritmo cardiaco, el cual refleja la modulación de la actividad del nódulo

sinusal dado por los mecanismos autonómicos y otros homeostáticos (Freeman et al., 2006; Aubert et al., 2003).

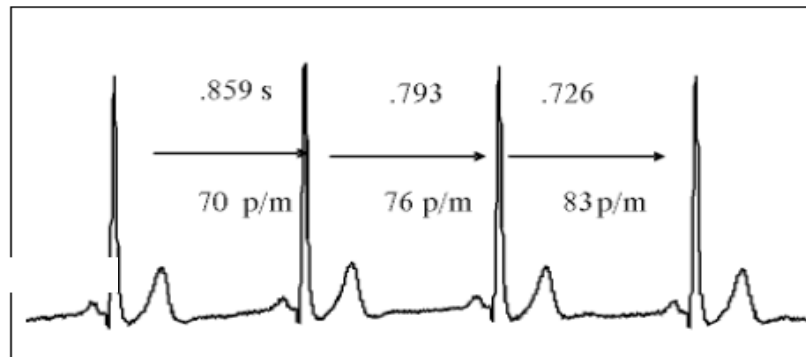
La variabilidad de la frecuencia cardiaca es un parámetro que se ha utilizado en diferentes ámbitos científicos como el de la salud y los relacionados con el ejercicio y el deporte (Rodas et al., 2008). La utilidad de su estudio principalmente se enfoca en establecer parámetros fisiológicos, enfermedades o respuestas a entrenamientos y periodos de recuperación de las personas, como es el caso de esta investigación. Representa uno de los marcadores más promisorios que han desarrollado en el último tiempo para poder determinar la actividad autónoma y la influencia de esta a nivel del sistema cardiovascular (Spriet et al., 2000). En el ámbito del deporte y la actividad física puede ser considerado por algunos autores como uno de los parámetros que se están utilizando para poder graficar la capacidad funcional de un deportista y sus adaptaciones que este tenga a las cargas de entrenamiento, (Da Silva et al., 2006).

En la medicina deportiva se ha propuesto el análisis de la VFC como uno de los métodos prometedores, rápidos y no invasivos para poder determinar la adaptabilidad de los deportistas (Rodas et al., 2008; De Vito et al., 2002; Winsley, 2002).

La VFC nos entrega una valoración de la regulación autonómica del organismo de los sujetos como ya se ha mencionado con anterioridad, esto se hace a través de la lectura de varios de los componentes de la misma, dando soporte a investigaciones que se encargan de observar los efectos de la actividad física y el balance autonómico en sujetos sin enfermedades (Brenner & Shephard., 1998; Carter et al., 2003; De Vito et al., 2002; Hedelin et al., 2000; Melanson, 2000; Pichot et al., 2000; Yamamoto et al., 2001). Además esta herramienta se ha utilizado para calificar las diferencias entre poblaciones con distintas edades y sexo como lo señalan los estudios de (Jensen-Urstad et al., 1997; Kuo et al., 1999; Leicht et al., 2003, Melanson & Freedson, 2001; Tulppo et al., 1998).

La manera en la que se valora y se estudia la VFC es por medio de la mediación de las ondas R, siendo las manera más tradicionales por acción de un electro cardiograma ECG o como es el caso de nuestra investigación por un monitor de frecuencia cardiaca. Cada frecuencia de ondas R se expresa en términos cuantitativos como intervalos de RR “los

intervalos R-R se definen como la fluctuación espontánea del ritmo sinusal debido a procesos internos y externos del cuerpo... durante un periodo de tiempo” (de Oca et al., 2005) Cada uno de estos intervalos de RR corresponde al momento de una contracción ventricular y al tiempo que se sucede a la contracción ventricular cardiaca, esto una vez realizado todos los demás procesos eléctricos del corazón



**FIGURA 1.** Variación de la Frecuencia Cardiaca (FC) latido a latido. A partir del ECG, se calcula el intervalo entre picos R-R y se expresa la VFC en segundos (s) y la FC en latidos por minuto (p/m)

**Figura 1.** Tacograma VFC (Rodas et al., 2008).

#### 1.1.4 Dominio de tiempo de la VFC

Dentro de la categorización del dominio de tiempo de la VFC encontramos al SDNN que corresponde a la desviación estándar de los intervalos de RR. Este parámetro está asociado con el estado global de variabilidad, indicándonos en este sentido las adaptaciones de los sujetos producidas en el tiempo. De manera práctica el SDNN representa el periodo total de entrenamiento de un sujeto dándole estabilidad a la VFC. Este componente es uno de los parámetros más utilizados dentro del análisis en dimensiones temporales de la VFC, y corresponde a la desviación estándar de los intervalos R-R. Debido a las confusiones que se producen al momento de entender la nomenclatura de estos dominios, que van variando dependiendo del país de origen de la fuente, utilizándose tanto el concepto de SDRR o el SDNN (Kleiger, 2005).

Dentro de los aspectos estadísticos de SDNN se pudo concluir que a este valor se le asocia una relación significativa con la baja eyección y bajo rendimiento físico. Además este



componente es señalado por algunos autores como un indicador independiente del factor de posibles riesgos de mortalidad, (La Rovere et al., 2003)

Los rangos de valores de trabajo de esta unidad de medida nos indican que ante un mayor valor numérico en milímetros por segundo entregado, la VFC será mayor (Task Force, 1996). La unidad de trabajo de este componente funciona en milisegundos (MS), indicando como valor promedio 50ms-100ms, dado esto, mientras el valor arrojado durante el proceso de recopilación de información sea mayor a 100 ms reflejaría una variabilidad deprimida del ritmo cardíaco, predominando la actividad vagal del sistema nervioso autónomo, por lo tanto un mayor funcionamiento parasimpático. Por otro lado si los valores arrojados en la muestras son inferiores a los 50ms reflejaran un ritmo cardíaco normal o excitado predominando la actividad simpática del sistema nervioso autónomo aumentando los posibles riesgos cardiovasculares.

	SDNN < 50ms	High risk
SDNN	SDNN 50-100ms	Moderaderisk
	SDNN > 100ms	Lowrisk

**Tabla 1.** Rangos de valores SDNN (Task Force, 1996)

El otro componente que utilizaremos en nuestra investigación y que está en el dominio del tiempo es el valor de PNN50. Este concepto hace referencia al porcentaje de los intervalos consecutivos de RR que van variando en más de 50ms (Rodas et al., 2008). Este componente está relacionado intrínsecamente con la actividad parasimpática de los sujetos, por ende con la actividad vagal. Otro punto que debemos destacar sobre este factor es que entrega información inmediata de la VFC, pues nos muestra la variación entre intervalos adyacentes.

La unidad de medida de esta variable está en porcentaje (%), siendo los estándares establecidos como valores mayores y menores de 3%. (Task Force, 1996)

PNN50	PNN50 < 3%	High risk
	PNN50 >3%	Low

**Tabla 2.** Rangos de valores PNN50 (Task Force, 1996)

Otro componente en el dominio de tiempo es el factor de RMSDD, este factor es la raíz cuadrada del valor medio de la suma de las diferencias al cuadrado de todos los intervalos de RR sucesivos, es la medida de tiempo que más se relaciona con el sistema nervioso parasimpático, y la influencia que tiene este sobre el sistema cardiovascular. Este factor se asocia principalmente a la VFC a corto plazo (Rodas et al., 2008). La unidad de medida de esta variable es en milímetros por segundo (ms) estableciéndose los valores estándares de RMSSD en mayor a 40ms con probabilidad de bajo riesgo, mientras que si el valor de RMSSD está sobre los 40ms el riesgo cardiovascular en el sujeto será alto (Task Force, 1996)

RMSSD	RMSSD <40ms	High risk
	RMSSD >40ms	Lowrisk

**Tabla 3.**Rango de valores RMSSD (Task Force, 1996)

### 1.1.5 Dominio de frecuencia de la VFC

Otro de los datos estudiados en relación a la variabilidad de la Frecuencia cardiaca es el dominio de frecuencia. En este análisis los datos de VFC se ven relacionados con cálculos de densidad de los intervalos RR, usando fórmulas de algoritmos(Fourier), y un acercamiento dentro auto-regresivo (Winsley, 2002; Aubert et al.,2003).

La densidad típica de una curva de la potencia espectral del ritmo cardiaco presenta tres bandas principales o valores principales para poder estudiarlos, la very low frequency (VLF), low frequency (LF), y high frequency (HF) y la relación que existe entre la banda de baja frecuencia LF y de alta frecuencia HF, dando origen al indicador de LF/HF. La unidad por la que podemos medir estos tres componentes de la VFC es en ms<sup>2</sup>. Esto dependerá de lo que se quiera conseguir de la muestra, ya que los componentes de LF y HF también pueden ser expresados en unidades normalizadas (LF un y HF un) (Aubert et al., 2003; Task Force, 1996).

Otro factor en juego que afectará el dominio de la frecuencia es el tiempo por el cual se tome la muestra, en este sentido podremos encontrar en la literatura dos tipos de registros, los de corta duración y de larga duración (Rodas et al., 2008). En el primero, el tiempo que

se abarca es entre 2 a 5 minutos, y se presentaran los componentes de VLF, LF, HF Y HF/LF, mientras que en los registros de larga duración, usualmente realizados en un período de 24 horas, se observa el componente la aparición de una nueva variable, la ultra low frequency (ULF), que se suma a los componentes de VLF, LF Y HF (Task Force, 1996; Aubert et al.,2003; Freeman et al.,2006; Kleiger et al.,2005).

Cada uno de estos componentes del dominio de tiempo contienen características particulares, en este sentido la primera de ellas la LF y que si bien aún no hay claridad en la función fisiológica que se le atribuye a esta variable, tendría directa relación con la actividad simpática del sistema nervioso, (Carter et al., 2003; Freeman et al., 2006). Sin embargo hay autores e investigaciones que le atribuyen esta función de predominio del SNP, y otros autores que señalan que esta variable tendría relación tanto con la actividad simpática como parasimpática (Amara & Wolfe, 1998; Aubert et al., 2003; De Vito et al., 2002; Kleiger et al., 2005; Leor-Librach et al., 2002; Pichot et al., 2002) y que fisiológicamente sería responsable de las modulaciones nerviosas de la actividad vasomotora (Hedelin et al., 2001).

El valor estándar de esta variable aún no está claro y varía según los estudios (Amara & Wolfe, 1998; Brenner & Shephard., 1998; Iellamo et al., 2002, Melanson, 2000; Dewey et al., 2007), sin embargo, como acuerdo se estipula que sus valores deberían fluctuar entre 0.04 – 0.15 Hz, con una frecuencia central cercana a 0,1 Hz (Aubert et al.,2003; Carter et al.,2003; Hedelin et al., 2001; Hedelin et al., 2000; Montano et al., 2001; Perini & Veicsteinas, 2003; Pichot et al.,2000, Pichot et al., 2002; Tateishi et al., 2002; Yamamoto et al., 2001).

Otro de los componentes de la banda de frecuencia es el de alta frecuencia (HF), a esta variable se le relaciona con la actividad del SNP (Hedelin et al., 2001; Nakamura et al., 1993; Pichot et al., 2002). Fisiológicamente hablando la HF mantendría una relación directa con la actividad respiratoria (Aubert et al., 2003; Montano et al., 2001; Perini & Veicsteinas, 2003; Tulppo et al., 2003). A diferencia de la LF la teoría tiene mayor claridad en los valores de estandarización de esta variable, la frecuencia debería fluctuar entre los valores de 0.15 – 0.4 Hz, con una frecuencia cardiaca central cercana al ritmo de

respiración de 0,25 Hz (Aubert et al., 2003; Iellamo et al., 2002; Pichot et al., 2000; Pichot et al., 2002; Task Force, 1996; Tateishi et al., 2002; Yamamoto et al., 2001).

Por último, otro valor que presenta mucha en el dominio de la frecuencia, es la relación entre la alta y baja frecuencia HF/LF. Esta es una variable que nos muestra el reflejo del balance simpático vagal (Marks & Lightfoot, 1999; Pichot et al., 2000; Yamamoto et al., 2000). También se ha señalado a esta variable como el mejor componente de la estimación de la actividad simpática, porque durante su medición el índice LF/HF aumenta, donde por las condiciones el componente HF presenta una reducción de su potencia espectral (Kleiger et al., 2005). Además los incrementos que se dan en esta variable nos indicarían una mayor actividad simpática, por descenso de la actividad parasimpática, o por la combinación de ambos. (Task Force, 1996; Acharya et al., 2006).

### **1.1.6 Factores que condicionan la VFC**

Hay investigaciones que nos demuestran que la VFC como componente regular de nuestro organismo se ve afectado por múltiples factores. Para (Winsley, 2002) son precisamente 7 los elementos responsables de modificación en los valores de VFC.

1. Termorregulación: Por acto de la activación del hipotálamo y por incremento de la temperatura corporal se aumenta el tono eferente colinérgico, que provoca vasoconstricción o vasodilatación, influyendo de esta manera en el ritmo cardiaco y en la variabilidad del mismo (Amara & Wolfe, 1998)
2. Barroreceptores: Los vasos receptores se encuentran en la arteria aorta, y en el seno carotideo. Cuando se produce un incremento de la presión sanguínea se aumenta el flujo de estos, aumentando el flujo vagal disminuyendo la FC y afectando a la VFC.
3. Quimiorreceptores: Estos localizados en el cuerpo carotideo son activados en situaciones de hipercalcemia, academia o hipoxia, provocando cambio en la FC.
4. Sistema renina-angiotensina: Causa un incremento en el flujo simpático aumentando la FC.

5. Ventilación: La respiración provoca arritmia sinusal, conocida como arritmia sinorespiratoria (Melanson, 2000)
6. Sistema nervioso central: los estados de ánimo de los sujetos tendrán directa relación con la FC por lo tanto también con la VFC (Winsley, 2002)
7. Receptores auriculares: La FC aumenta por la activación de los receptores localizados en las aurículas.

Todos estos factores comprometen de una u otra manera la acción y variable de la VFC.

### **1.1.7 Variabilidad de la frecuencia cardiaca y actividad física**

Como ya sabemos muchos factores influyen en la modulación del SNA y por consecuencia a la VFC. Pero una variable que no se ha mencionado en detalle es la del ejercicio físico.

Las modificaciones que se producen por la ejercitación continua, se pueden ver reflejadas en fluctuaciones de los componentes de la VFC. Cuando realizamos un ejercicio de tipo incremental y se aumenta la carga comienza a aumentar el predominio simpático, esto se justifica con intensidades menores al 50% del VO<sub>2</sub>máx produciendo una inhibición de la actividad parasimpática, lo que provoca cambios a nivel del valor LF/HF (Cottin et al., 1999; Nakamura et al., 1993). Mientras que si se trabaja en cargas de trabajo superiores al 50% del VO<sub>2</sub>máx se observara un cambio en la actividad y modulación simpática, pasando a un dominio de la actividad simpática, aumentando los niveles de LF durante en los entrenamientos (Amara & Wolfe, 1998; Cingolani & Houssay, 1993).

Otras investigaciones siguen aportando variables de la actividad física sobre la VFC. Los efectos más importantes y concluyentes de los efectos del ejercicio sobre la VFC se observan en los intervalos de RR y HF, decreciendo de manera exponencial junto con la actividad parasimpática. Por otro lado se acuerda que el indicador que más importancia toma en medir la actividad simpática es la relación LF/HF, ya que sufre incrementos importantes (Brenner & Shephard 1998; De Vito et al., 2002). Ahora otras investigaciones establecen el ascenso de los valores de LF y de la influencia del SNS, cuando la actividad física en intensidad está por sobre el 60% del VO<sub>2</sub>máx. (Nakamura et al., 1993).

Otra utilidad que se la ha otorgado a la VFC y al ejercicio es la de poder establecer la transición aeróbica-anaeróbica, donde el umbral se apreciaría en un aumento de los

componentes simpáticos de la VFC, mientras que intensidades menores al umbral se observa un incremento de los valores indicativos de la actividad del SNP.

### **1.1.8 VFC y Sobreentrenamiento**

El sometimiento a distintas cargas de entrenamientos por parte de los sujetos, genera una relación fatiga-recuperación, la cual es fundamental para el éxito de los mismos.

Es por esto que una de las máximas interrogante ha sido la de poder determinar los efectos del entrenamiento tanto en lo que se refiere a desgaste. Desde esta lógica si no se tienen claras las cargas de entrenamiento y se incrementan y varían de forma no programada, se corre el riesgo de pasar a una sobrecarga no funcional, produciendo desajustes en el proceso de recuperación-estrés, la cual puede llevar al sobre-entrenamiento (Kaikkonen et al., 2006).

Si nos enfocamos concretamente al periodo de término de una sesión de entrenamiento, se observará que en la fase de recuperación se verá una disminución de la actividad del SNP, con un acompañamiento de reducción en los valores de HF, fomentados por la mantención de una actividad de la actividad del SNS (Forjaz et al., 1998). Si nos enfocamos en entrenamientos de muy alta intensidad, se podrá observar que los periodos recuperativos los valores de HF se reducirán hasta 48 horas terminadas las sesiones.

A pesar que de las modificaciones que sufre la VFC en los periodos posteriores a las sesiones de entrenamiento, algunas teorías nos señalan que la fatiga tendrá una fuerte incidencia en las respuestas del organismo. Según un estudio (sobre fatiga en corredores de medias distancias, durante un periodo de entrenamiento de 3 semanas continuas de trabajo a alta intensidad más una semana de reposo relativo se demostró que, la VFC se vio reducida durante el descanso nocturno de los sujetos, mientras que durante la semana de reposo relativo los valores de VFC se mantuvieron incrementados, lo que demostraría la relación directa entre fatiga, recuperación y valores bajos o altos de VFC. (Pichot et al., 2000)

### **1.1.9 VO<sub>2</sub>máx y VFC**

El VO<sub>2</sub>máx ha sido un medio que se ha utilizado para poder demostrar el estado de los deportistas, como no deportistas. A mayor valoración física por parte del VO<sub>2</sub>máx mejor condición física (Billat, 2002; López & Fernández, 2006)

Tenemos que tener claro que la VFC en sujetos que realizan periodos de entrenamientos y sujetos que no los realizan (no entrenados), se observarán tanto en el dominio de tiempo como en el de frecuencia diferencias significativas en los valores, arrojándose por consecuencia aumentos de la VFC en los sujetos entrenados (Melanson, 2000).

Concretamente se han encontrado relaciones directas entre la VFC y el VO<sub>2</sub>máx, más en concreto entre los valores de HF y VO<sub>2</sub>máx (Iellamo et al., 2002) Esto está apoyado por la investigación de (Pichot et al., 2002) quienes establecen una relación más estable entre los valores de VO<sub>2</sub>máx con los valores indicadores de la actividad del SNP, tanto en pre como en post entrenamiento, con valores de 0,596 ( $p < 0,0002$ ) y 0,638 ( $p < 0,0001$ ), respectivamente. Para finalizar después de detener el volumen y carga de entrenamiento de 9 maratonistas por un mes se pudo observar un descenso en los valores de VO<sub>2</sub>máx esto junto con la reducción de la actividad vagal del SNP.

#### **1.1.10 Polar RS800CX**

Es un pulsometro con el cual es posible medir la frecuencia cardiaca a través de un sensor que transmite y guarda la información. “Con los datos del Polar RS800CX y del S810 se debe tener especial cuidado en el uso en posición de pie para los parámetros sensibles de variabilidad a corto plazo, sin embargo son insignificantes las diferencias obtenidas ... teniendo un margen de error de +- 1” (Gamelin et al., 2006).

### **1.2 ENTRENAMIENTO VIBRATORIO**

#### **1.2.1 Entrenamientos vibratorios y base fisiológica**

En nuestra vida cotidiana estamos constantemente sometido a lo que conocemos por vibraciones, ya sea viajando en algún transporte como automóvil, metro, bicicleta o cuando ocupamos artefactos electrodomésticos como taladros, batidoras o aun cuando simplemente estamos realizando algún tipo de actividad física, el hecho es que todo movimiento produce vibraciones y estamos expuestas a ellas (Fort et al., 2010). Estas vibraciones son lo que conoceremos como una onda, la cual se genera por una perturbación o transferencia de energía a un entorno y viaja a través del mismo con una amplitud y una frecuencia.

Teniendo presente lo anterior ¿de qué manera puede afectar a nuestro organismo la constante exposición a estas vibraciones? En ese sentido ¿Cuáles son los parámetros saludables para obtener la mayor cantidad de beneficios y evitar posibles problemas de salud? Según diferentes investigaciones la exposición a altas frecuencias (pueden llegar hasta 250 Hz en áreas de trabajo como construcción, transporte, minería) puede traer diferentes consecuencias negativas para el organismo como desordenes vasculares, neurológicos y musculo-esqueléticos, entre ellas el síndrome mano-brazo, pérdida de fuerza, mareo y conducir a problemas de la columna vertebral, (Jager et al., 2004). Debido a lo anterior es que fue necesario establecer algunos márgenes en los cuales se pudiera trabajar los entrenamientos vibratorios, según la normativa ISO 2631 establece que los rangos saludables para trabajar fluctúan entre frecuencias de 1 Hz a 80 Hz (Águila, 2000). en ese sentido y de distinta manera es que se han realizado estudios que establecen que los entrenamientos a bajas frecuencias y periodos cortos de exposición podrían traer beneficios para la salud (Kerschman-Schindl et al., 2001), por lo que una de las áreas de investigación que ha causado más interés en los últimos tiempos son los entrenamientos vibratorios (EV) así como su aplicación tanto en áreas de salud, rehabilitación y rendimiento deportivo (Rittweger, 2010).

Los EV consisten en la aplicación una onda sinusoidal con cambios alternados de velocidad y dirección, estas oscilaciones u ondas son transmitidas por todo el cuerpo o a segmentos del mismo, pudiendo ser esta transmisión de manera directa por medio de transmisores eléctricos o indirecta a través de una plataforma o mancuernas vibratorias. Estas exposiciones producen estiramientos y acortamientos musculares, activando el reflejo tónico vibratorio, a su vez esto estimula la moto-neuronas alfa y gamma, los husos musculares y una posibles respuesta inhibitoria de los musclas agonistas afectados, dejándolo sensible y apto a una mayor respuesta neuromuscular (Pard, 2013).

Una Buena forma para medir la magnitud aplicada por los entrenamientos vibratorios está determinada por la aceleración (fuerza de gravedad  $m/s^2$ ) (Rittweger, 2010). Esta se ve influenciada por la amplitud y frecuencia de onda transmitida al cuerpo, el movimiento oscilatorio produce aceleraciones en la dirección vertical del orden de  $70 m/s^2$  (7,24 veces

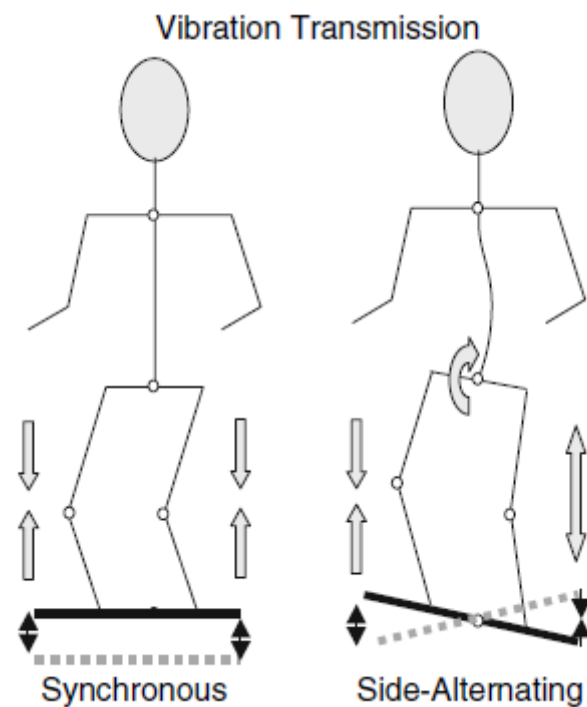


la aceleración de la gravedad) a nivel del apoyo utilizando una frecuencia de 30 Hz con una amplitud de 4 mm (Da Silva & Padullé, 2006). En este sentido es fundamental la utilización de la rigidez de los músculos y articulaciones para poder absorber y disipar la energía que ejercen las vibraciones, (en los últimos tiempos el método de entrenamiento de vibraciones se ha realizado de forma indirecta a través de los pies, por lo que la fuerza tiene una dirección vertical), de tal manera de proteger a órganos como el cerebro y ojos del impacto. En este sentido autores como (Rittweger, 2010), nos dicen que mantener una postura rígida aumentaría la resonancia (en caso de materiales rígidos al entrar en resonancia con otro objeto, este podría eventualmente romperse, como es el caso de la copa de vidrio y los cantantes de ópera en sus demostraciones por alcanzar altas frecuencias y altas amplitudes), lo que provocaría una acumulación de energía interna dañando órganos vitales, por lo que es fundamental mantener semi-flexión de las articulaciones, de esta forma facilitamos la rigidez muscular y disipamos la energía por sistema de palancas tobillo, rodilla, cadera, columna vertebral antes de que dañe nuestros órganos ubicados en la parte más distal del cuerpo (Rittweger, 2010).

### **1.2.2 Plataforma vibratoria**

En la actualidad el método más utilizado para trabajar con vibraciones tanto en el ámbito deportivo como área de salud es la plataforma vibratoria. En la mayoría los sujetos se colocan en una plataforma o placa que produce oscilaciones sinusoidales, ya sea en un movimiento vertical hacia arriba y hacia abajo lo cual la energía es transmitida de manera lineal al tronco del sujeto o que gira alrededor de un eje produciendo movimientos alternos lo que la energía de la onda se ve proyectada en transmisiones alternas de una pierna a otra lo que produce rotaciones lumbares. Estos movimientos resultan en vibraciones transmitidas indirectamente a través del miembro inferior por todo el cuerpo. Las plataformas del mercado producen frecuencias que van desde 15 a 60 Hz y desplazamientos verticales de 1 A 11 mm (Donly & Reyes, 2008).

Existen diferentes tipos de vibración pero la mayoría de las plataformas existentes en el mercado son de 2 tipos: vertical u oscilante (Garatachea et al., 2010).



**Figura 2.** Transmisión de la vibración en el ejercicio

En el modo vertical, el cuerpo recibe la transmisión de onda de manera simultánea en ambas zonas del cuerpo, por lo que la onda sube de manera lineal al tronco. En el modo alterno, por el contrario, la transmisión de onda se ve influenciada por un componente giratorio de la columna vertebral lumbar, lo que reduce la transmisión de onda en el tronco (Abercromby et al. 2007)

### 1.2.3 Efectos en capacidades físicas y neuromusculares

Los entrenamientos con vibraciones han producido mejoras en distintas capacidades de los sujetos expuestos como son la fuerza, la potencia la flexibilidad y capacidad de salto, así como también se ve aumentado el rendimiento combinando con entrenamientos tradicionales (Nordlund & Thorstensson, 2007; Jin Lou, 2005).

Este estudio concuerda con los beneficios que podría ocasionar los entrenamientos vibratorios. En una de sus revisiones Delecluse (2003) muestra como los entrenamientos vibratorios permiten una mejora de la fuerza isométrica y dinámica en la musculatura de los extensores de rodilla.

Otro interesante estudio realizado a jóvenes gimnastas demostró que hubo una mejora en el aumento de la flexibilidad y fuerza explosiva por un tiempo de 2 minutos después de haber sometido a entrenamientos vibratorios en comparación a un grupo de gimnasta que solo realizo trabajos corporales (Nordlund & Thorstensson, 2007).

La vibración se ha combinado con el entrenamiento de resistencia convencional en un intento por lograr mayores ganancias en el rendimiento neuromuscular. Sin embargo, el efecto de la vibración en la fuerza y potencia depende de las características de vibración y protocolos de ejercicio empleado. Para activar el músculo más eficazmente, la frecuencia de vibración debe estar en el rango de 30-50Hz. (Jin Lou, 2005).

Las conclusiones principales acerca de un estudio sobre el entrenamiento de fuerza de 6 semanas con vibraciones de cuerpo entero produjo una mejora significativa en el rendimiento salto y la fuerza máxima de la pierna versus el entrenamiento convencional solo en jugadores de voleibol de voleibol playa.(Perez-Turpin et al., 2014).

Como hemos visto, diferentes estudios han demostrado aumentos en la fuerza muscular, potencia y flexibilidad, combinando entrenamientos convencionales con entrenamientos vibratorios. Sin embargo, no se ha podido realizar un consenso sobre el rangos específico a trabajar por las diferentes variables que se deben controlar al momento de la planificación del entrenamiento tanto para la capacidad como por las características del sujeto (Y. Osawa, 2013).

#### **1.2.4 Efectos en la densidad ósea**

El trabajo de plataformas vibratorias produce mejora en los procesos de adaptación ósea ya que las fuerzas axiales que genera la plataforma vibratoria producen cambios en la presión de los vasos sanguíneos que nutren a los huesos, lo que afecta en un posible aumento de la densidad . De los trabajos vibratorios han llegado a la conclusión de que podría afectar a la ganancia de masa ósea. Acerca de las vibraciones mecánicas se sugiere que al realizar trabajos de alta frecuencia y baja magnitud, tienen un efecto que podría ser positivo para el desarrollo de la masa ósea y su composición (Martínez et al., 2007).

En otras investigaciones acerca de las vibraciones mecánicas, al realizar protocolos de alta frecuencia, baja magnitud y baja amplitud, se alude a que podría presentar una mejora en la densidad ósea (Da Silva et al., 2006).

Los cambios ocurridos en la masa ósea, provocado por las vibraciones mecánicas pueden afectar de diferentes formas: una influencia nerviosa directa, cambios vasculares y del flujo sanguíneo asociado al ejercicio, la tensión mecánica y como resultado del esfuerzo muscular (Da Silva et al., 2006).

Se describe que posibles mejoras en la masa ósea serían visibles cuando trabajamos a una frecuencia de 35 Hz a 45 Hz, con una amplitud de 0,1 mm a 2,5mm y tiempos de 1 minuto a 4 minutos, estos trabajos deben realizarse por 20 minutos y por periodos largos de tiempo para que surtan el efecto esperado (Da Silva et al., 2006; Martínez et al., 2007).

### **1.2.5 Efectos sobre parámetros cardiovasculares**

Los efectos del entrenamiento vibratorio sobre el sistema cardiorrespiratorio, se pueden visualizar en los entrenamientos a corto plazo, estos serían aumento del VO<sub>2</sub>, frecuencia cardíaca, tensión arterial sistólica y diastólica, concentración de lactato en la sangre, cociente de intercambio respiratorio VCO<sub>2</sub> y VO<sub>2</sub>, flujo sanguíneo, vaso dilatación, eritemas. Por otro lado en los entrenamientos a largo plazo no se detectaron efectos en el sistema cardiorrespiratorio (García-Artero et al., 2006).

En relación al flujo sanguíneo realizaron un estudio en Veinte adultos sanos, los cuales debían permanecer de pie por 9 minutos sobre la plataforma vibratoria a una frecuencia de 26 Hz. Donde las alteraciones del volumen sanguíneo del gastrocnemio y cuádriceps fueron evaluadas por ecografía Doppler, la potencia y flujo sanguíneo de arteria poplítea fue evaluado con un equipo de ultrasonido Doppler. Las mediciones se realizaron antes e inmediatamente después del ejercicio. Los Índices Doppler de potencia de la circulación sanguínea tanto del gastrocnemio como de los cuádriceps aumentaron significativamente después del ejercicio. La velocidad de flujo arterial media en la arteria poplítea aumento de 6,5 a 13,0 cm x (-1) y su índice de resistencia se redujo significativamente. Por lo que los resultados indican una mejora en el flujo sanguíneo, esto podría influir en la aceleración de transporte de nutrientes y evacuación de desechos metabólicos (Kersch-Schindl et al., 2001).

En relación al VO<sub>2</sub> realizaron un estudio el cual involucra a 10 hombres los cuales son sometidos a cargas incrementales de frecuencia, amplitud y una carga del 40% de su peso corporal, la carga fue sometida a la cintura con un posterior cambio a los hombros, los resultados fueron que efectivamente se producía un aumento de VO<sub>2</sub>, mejorando la actividad metabólica (Rittweger et al., 2002).

Las conclusiones finales del estudio de (Gojanovic et al., 2014) señalarían que la respuesta a la tasa metabólica y la frecuencia cardíaca se ve influenciada en entrenamientos vibratorios mayoritariamente por el nivel de condición física y el tipo de entrenamiento de los sujetos, esto coincidiría con lo que nos dice algunos investigadores afirman que los sujetos entrenados tendrían mayores efectos que los sujetos no entrenados (Luo et al., 2005). A su vez los individuos sedentarios o no entrenados podría beneficiarse y mejorar su condición física general por medio del entrenamiento WBV, junto con ganancias en la fuerza (Marin & Reha 2010).

### **1.2.6 Método de utilización de la plataforma vibratoria**

Estudios sobre entrenamientos de la plataforma vibratoria, determina los factores influyentes ideales para el desarrollo de la fuerza y la potencia muscular. Los parámetros establecidos son los siguientes, frecuencia (Hz) establece que para el desarrollo es de 25 Hz a 45 Hz, la amplitud (mm) para esto es de 4 mm a 6 mm, respecto al tiempo se clasifica en tiempo de serie y tiempo por sesión, 1 a 1,5 minutos y de 20 a 25 minutos respectivamente. Todo lo nombrado anteriormente es centrado en la plataforma vibratoria, pero también hay factores exclusivo para los sujetos de estudios son, los protocolos de ejercicios (dinámicos, variados, angulación específica con sobrecarga externa) (García-Artero et al., 2006).

Otra metodología utilizada en el desarrollo de la fuerza y la potencia han sido las aplicaciones de frecuencias entre 30 y 40 Hz (plataforma vertical), y 26 Hz (plataforma oscilatoria) (Marín & Rhea 2010).

Se han realizado distintos protocolos al momento de realizar los entrenamientos vibratorios en las plataformas, estos se pueden dividir en estáticos, ya sea estando de pie en la plataforma, estos a su vez con diferentes angulaciones de rodilla, también ubicando segmentos del cuerpo, así como también dinámicos, realizando sentadillas y sentadillas con peso sobre la plataforma.

Las frecuencias que habitualmente se emplean varían entre los 20 y los 60Hz o ciclos por segundo. Las frecuencias bajas (< 20Hz) se utilizan para mejorar la propiocepción, la flexibilidad y conseguir la relajación muscular. (Luo et al., 2005) Por otro lado la mayoría de las plataformas permiten desplazamientos de entre 2 y 10mm, con un tiempo habitual de aplicación de entre 4 y 20 minutos, distribuidos en varias series de pocos minutos (1-3min), intercalando periodos de descanso (30-60s)(Alguacil et al., 2009).

Finalmente Mata, et al(2012) establecen los rangos de trabajos más utilizados en los diferentes estudios, en caso de fuerza los rangos utilizados van de 25 Hz a 50 HZ y amplitudes de 2 mm a 6 mm, en caso de flexibilidad los rangos de trabajo fueron 20 Hz a 30 Hz y amplitudes de 2 mm a 10 mm, finalmente para los rangos de trabajo cardiorrespiratorios los rangos de trabajo fluctuaron entre 26 Hz a 40 Hz y amplitudes de 2 mm a 4 mm, en relación al periodo en el cual se sometía al sujeto, la mayoría de autores emplea series entre 30 y 90 segundos de duración en sus estudios, (Dolny et al., 2008; Da Silva et al., 2006; García et al., 2006).

### **1.3 Características de los sujetos entrenados y no entrenados**

Dentro de las especialidades del Atletismo podemos encontrar la de Medio Fondo, la cual comprende pruebas de 800 metros y 1500 metros planos, como también las de Fondo, que abarcan pruebas de 5000 metros, la de 3000 con obstáculos y 10000 metros planos en el plano internacional (Sant, 2005). Además podemos destacar en las carreras de fondo, las carreras de campo, Cross Country y de ruta, en distancias diversas donde las más comunes son de 5 km, 10 km, 21 km y 42 km, esta última como prueba oficial Olímpica en calle.

Los individuos que practican esta rama del atletismo se caracterizan por desarrollar y potenciar los sistemas energéticos anaeróbicos y aeróbicos, en distinta medida y según la distancia. Por ejemplo, la relación en cuanto a la necesidad energética anaeróbica-aeróbica en una prueba de 800 metros es de 43% - 57% (Martín & Coe., 2007). En este sentido, es importante también en estos corredores el desarrollo del  $VO_{2max}$ , debido a que un alto consumo de oxígeno generalmente determina a sujetos con mejor capacidad física, aunque

esto está supeditado también al transporte del oxígeno en el organismo, la capacidad que tenga el músculo para poder utilizarlo de la manera más rápida y efectiva posible.

De la misma manera, la preponderancia del consumo de oxígeno en estos sujetos dependerá de la prueba a la cual se van a someter, ya que por ejemplo en 5000 metros y 10000 metros, la primera se corre al 100% del  $VO_2$  máximo y la segunda a 92% del  $VO_2$  máximo. (Martín & Coe, 2007). Hay que destacar también la importancia de la fuerza y la resistencia de los músculos esqueléticos para soportar las cargas de entrenamientos y evitar lesiones.

Los niveles de  $VO_2$  máximo disminuyen con la edad, pero el entrenamiento puede mejorarlo en todas las edades (De Guerra & Miguel, 2001), aumentando en un 10% en periodos cortos de entrenamientos de entre 2 a 3 meses aunque en un atleta de maratón puede haber una diferencia de hasta un 45% del  $VO_2$  máximo con un no entrenado (Firman, 2000).

Dentro de las adaptaciones fisiológicas del organismo por parte de entrenamientos de resistencia podemos destacar a nivel cardiovascular, muscular y sanguíneo. A diferencia de los sujetos no entrenados, los deportistas de resistencia generan cambios en el organismo como la dilatación de las paredes del corazón, aumento del tamaño de la cavidad ventricular izquierda (De Guerra & Miguel, 2001), e incremento del tamaño de los capilares, incluso existen correlaciones en deportistas entre la masa ventricular izquierda y el incremento de los parámetros de variabilidad de frecuencia cardíaca. Es así que las modificaciones morfológicas del corazón se visualizan en deportistas del alto nivel de entrenamiento, se manifiestan producto de estímulos de ejercicios de alta intensidad, realizados en forma frecuente y ejerciendo un esfuerzo a amplias masas musculares. De esta misma forma, en individuos que realizan actividad física ocasional o con bajos niveles de estímulos de entrenamiento será difícil encontrar modificaciones en dilatación de cavidades o hipertrofia de paredes miocárdicas (Peidro, 2003).

Otros efectos están asociados a la utilización de grasas como combustible en preponderancia de los carbohidratos, efectos hormonales que producen que la sangre este más viscosa y por lo tanto genere un incremento del transporte de oxígeno (Kjelsås &

Augestad, 2003), además de efectos positivos en el retorno venoso, frecuencia cardiaca baja ante estímulos submáximos e incluso bradicardia sinusal en reposo, estos últimos efectos pueden atribuirse a factores tanto de reflejos y a modificaciones en los estímulos del sistema nervioso autónomo existiendo un incremento del tono vagal en reposo con disminución de la influencia del sistema simpático y un nivel menor de catecolaminas circulantes (Peidro, 2003).

Los sujetos entrenados con predominancia metabólica aeróbica también generan un incremento en el gasto cardíaco, la presión arterial sistólica y el volumen sistólico durante efectos submáximos, no tan significativamente en la frecuencia cardiaca máxima ya que esta se modifica en función de la edad del sujeto, siendo el tiempo para alcanzar la frecuencia máxima la que aumentaría en un corredor entrenado.

En definitiva, todos estos tipos de efectos morfológicos y fisiológicos dependerán del tipo de ejercicio, la intensidad y momento en que se realizan los controles, pero la mayor prevalencia se observa en deportistas que se someten a entrenamientos de resistencia aeróbica.



**CAPITULO II**  
**DISEÑO DE LA INVESTIGACION**

## 2.1 Antecedentes del problema

Dentro de nuestras inquietudes el primer problema que se nos presento fue la falta de información que encontramos al intentar relacionar la variabilidad de la frecuencia cardiaca con la plataforma vibratoria, debido a esto es que presentamos la siguiente información para tener un conocimiento base para el planteamiento de nuestra otra problemática.

Existen múltiples herramientas y métodos para poder calificar el estado físico óptimo de un deportista y la relación que existe entre este y su plan de entrenamiento. Dentro de los métodos no invasivos más utilizados encontramos el control de la variabilidad de la frecuencia cardiaca (VFC) que desde el siglo II A.C se intentaba entender a través de la medicina china por el experto de la época Whang Shuhe; pero no fue hasta mediado de los 70 que se empezó a utilizar con finalidades diagnóstica, y luego en el año 1996 se comenzó a utilizar dentro de la medicina deportiva, gracias a la aparición de los instrumentos portátiles de medición de la frecuencia cardiaca (FC) que proporcionaban una respuesta inmediata a las necesidades de los deportistas de alto rendimiento .

La VFC o Heart Rate Variability (HRV) es la variación de la frecuencia del latido cardiaco en un intervalo de tiempo determinado, y su utilidad radica principalmente en dos ámbitos:

En el primero de los ámbitos encontramos los aspectos clínicos, los principales aportes y relaciones de la VFC se asocian con enfermedades cardiovasculares, el síndrome de fatiga, fibromialgia y diabetes mellitus; para su diagnóstico es habitual medir utilizando un electrocardiograma (Marães, 2010).

En el otro ámbito se destaca la utilidad de la VFC en lo deportivo, que es el que nos interesa en esta investigación. Desde esta área de estudio la VFC entrega importantes herramientas para el control y respuesta del organismo de un deportista y su plan de entrenamiento, su finalidad está asociada a valorar si el ejercicio físico o el entrenamiento deportivo que se está llevando a cabo se tolera de forma adecuada o en cambio, puede estar produciendo un estado de sobre-entrenamiento (Rodas et al., 2008). Para la medición en

este ámbito existen innumerables herramientas tecnológicas iguales o similares al pulsómetro y estas hoy en día se encuentran en el mercado para la utilización de cualquier interesado.

Por otro lado, la plataforma vibratoria ha venido utilizándose en las últimas décadas para mejorar la performance de los atletas de alto rendimiento por medio de contracciones no voluntarias producidas por el estímulo vibratorio, asociadas al reflejo tónico vibratorio. Dada las características de sus estímulos el impacto fisiológico que genera, permite mejoras tanto del desarrollo de la fuerza, la potencia, salto, flexibilidad, como también en la densidad mineral ósea, sistema endocrino y cardiorrespiratorios, (García, et al., 2006). En la actualidad se está llevando a cabo este tipo de trabajos en la plataforma vibratoria, las cuales transmiten una onda sinusoidal con alternancias de velocidad y dirección con una frecuencia y amplitud determinada. Existe evidencia que arroja resultados positivos realizando entrenamientos vibratorios con periodos cortos de trabajos y a bajas frecuencias. Ahora bien existe poca referencia bibliográfica la cual nos hable de los efectos de los entrenamientos vibratorios y la frecuencia cardiaca, pero tenemos indicios en estudios los cuales han indagado en aumento de flujo sanguíneo, procesos de vasodilatación y ensanchamiento de capilares (García et al., 2006).

De esta misma forma se entiende que los atletas de medio fondo y fondo, los cuales se someten a entrenamientos en prevalencia de la resistencia aeróbica, les da ciertas particularidades fisiológicas y morfológicas, entre ellas, la de tener frecuencia cardiaca baja ante estímulos submáximos e incluso bradicardia sinusal en reposo, presentar dilatación de cavidades o hipertrofia de paredes miocárdicas, niveles de  $vo_{2m\acute{a}x}$  elevados producto del entrenamiento, efectos sobre el sistema nervioso autónomo (a nivel simpático y parasimpático), influyendo en la variabilidad de la frecuencia cardiaca y la recuperación autonómica (Peidro et al., 2003).

En este sentido, las personas que no se someten a este tipo de entrenamientos no desencadenarían estos mismos efectos fisiológicos en el organismo. Es por eso que los sujetos que realizan entrenamientos de larga duración tienen mayor recuperación cardiaca que los no entrenado (Ostojic et al., 2010).

Luego de la revisión de la literatura nos damos cuenta que la relación entre los componentes antes mencionado no ha sido estudiado en detalle, siendo en este momento donde nos surge la segunda problemática la que nace de la necesidad de comprobar cómo este método de entrenamiento (ETV) afecta a los sujetos entrenados y no entrenados y cómo repercutirá esto a nivel fisiológico, siendo la VFC el medio utilizado para poder comprobar el impacto que tiene sobre la recuperación y la posterior ayuda que significaría dentro de un entrenamiento programado. Resulta interesante comprender la utilidad que se le puede asignar a la VFC como un factor discriminador tanto en áreas de salud, rehabilitación y entrenamiento.

Dados los antecedente planteados nos surgen las siguientes inquietudes ligadas a nuestros dos problemas: La falta de información existente en la relación entre la plataforma vibratoria y la variabilidad de la frecuencia cardiaca, y ¿cuál será el efecto que producirá la plataforma vibratoria tanto en sujetos entrenados en resistencia aeróbica como en sujetos no entrenados en la variación de su frecuencia cardiaca?

## **2.2 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

Para nuestra investigación después de detallar la problemática hemos decidido plantearnos la inquietud.

### **2.2.1 Objetivo General**

Determinar el efecto agudo que producen las vibraciones en la plataforma vibratoria sobre la recuperación cardiovascular posterior a un test máximo aeróbico en sujetos entrenados y no entrenados.

### **2.2.2 Objetivos específicos**

Teniendo claro el objetivo principal de nuestra investigación, nos hemos decantado por plantear las siguientes objetivos específicos:

1. Comparar la respuesta cardiovascular autonómica post ejercicio maximal de los sujetos entrenados y no entrenados posterior a la aplicación de vibraciones sobre la plataforma.
2. Relacionar el VO<sub>2</sub>máx de los sujetos con la respuesta aguda del sistema simpático y parasimpático al realizar una sesión de vibraciones sobre la plataforma vibratoria.
3. Analizar el comportamiento que producen las vibraciones sobre la frecuencia cardiaca en los sujetos estudiados.

## **2.3 HIPÓTESIS**

H1. La plataforma vibratoria permitirá a los sujetos tanto entrenados como no entrenados una recuperación autonómica más rápida.

H2. Los sujetos con mejor consumo de oxígeno presentarán una mejor respuesta autonómica cardiaca que los sujetos con peor consumo de oxígeno luego de una prueba aeróbica máxima.

H3. La frecuencia cardiaca presentará mayores disminuciones cuando los sujetos se sometan a una recuperación con vibraciones respecto al día 2 sin vibraciones.

## **2.4 METODOLOGÍA**

El apartado de metodología es la instancia de la investigación donde se recoge las características específicas de los sujetos de estudio, así como las características tanto de los materiales, haciendo énfasis el diseño utilizado. Durante esta etapa se describe la secuencia temporal del estudio, las variables fisiológicas analizadas, los métodos de medición empleados (protocolos) para la obtención de los datos y los tratamientos aplicados a los mismos.

### **2.4.1 Tipo de investigación**

La investigación desarrollada pertenece al campo del tipo exploratorio, debido al poco consenso y poco estudio que existe sobre los beneficios de la plataforma vibratoria y su relación con componentes de recuperación cardiovascular como la frecuencia cardiaca y la VFC. Además es de tipo experimental transversal, debido a que se pretende analizar el

comportamiento de una variable sobre el comportamiento de nuestra muestra de sujetos en un punto determinado del tiempo (1 semana de diferencia entre el día 1 y día 2). El estudio es descriptivo, debido a que estamos constantemente observando y registrando cada uno de los eventos durante el proceso evaluativo. Nuestra muestra es no aleatoria, y el análisis de los resultados será realizado de una manera cuantitativa.

#### **2.4.2 Sujetos de estudio**

Dentro de los sujetos evaluados están los 8 sujetos, que realizan las pruebas anteriormente señaladas en el medio fondo y fondo, excepto la de 42 km. Son hombres, que comprenden un rango etario entre de 18 y 25 años, con más de 2 años de experiencia de entrenamientos y competiciones a nivel regional como nacional, algunos incluso siendo seleccionados regionales en más de una ocasión. Entrenan en promedio entre 5 a 6 días a la semana con un sistema de periodización individual y acorde a los objetivos a corto y largo plazo.

El otro grupo de estudio son 8 estudiantes de Educación física de la Universidad Andrés Bello, son sujetos que no están en entrenamiento, es decir, no están produciendo una desadaptación del organismo para producir a futuro un efecto específico, no desencadenando secuelas hormonales o fisiológicas importantes producto del ejercicio.

Los sujetos fueron sometidos al proceso de evaluación en dos instancias:

- a) Día uno: consistía en realizar un test de reposo de 7 minutos para luego realizar el test incremental aeróbico máximo en tapiz rodante inmediatamente después someterse en su periodo recuperativo sobre la plataforma vibratoria.
- b) Día dos: La segunda instancia consistía en volver aplicar el test de reposo de 7 minutos para luego ejecutar el mismo test incremental en tapiz rodante pero esta vez el proceso de recuperación se realizaría sin plataforma vibratoria.

Luego de realizar los análisis pertinentes la muestra de sujetos se redujo a 14 en total, 7 entrenados y 7 no entrenados, debido a que uno de ellos solo se fue a realizar una medición y el otro individuo los datos no se lograron registrar de forma adecuada.

### **2.4.3 Protocolo de inclusión de los sujetos**

Para esta muestra los sujetos debían tener las siguientes características.

1. Sujetos de género masculino.
2. Edad entre 18 y 25 años.
3. No presentar disfunciones patológicas o traumáticas.
4. No presentar patologías cardiacas, metabólicas o de tipo respiratorias.
5. No haber realizado actividad física durante 24 horas previas a la realización de la evaluación.
6. No haber consumido ninguna sustancia estimulante (café, mate, bebidas energizante) en un periodo previo de 12 horas.
7. No haber consumido bebidas alcohólicas con 12 horas de anterioridad.
8. Haber dormido entre 8-10 horas, la noche previa a la evaluación.

En el grupo entrenado, los sujetos debían cumplir con las siguientes características:

1. Entrenar al menos 5 veces por semana.
2. Pertenecer a un club o selección de atletismo.
3. Competir 1 vez mensualmente.

Los sujetos no entrenados debían cumplir con las siguientes características:

1. No pertenecer a algún equipo de atletismo o algún otro deporte.
2. No participar en ningún tipo de competencia deportiva.
3. No realizar ningún entrenamiento planificado.

### **2.4.4 Materiales**

Para realizar la evaluación de los sujetos se utilizaron los siguientes materiales:

### Estadiómetro portátil Seca

El Estadiómetro es el instrumento para medir la estatura. Por lo general está fijo a una pared, superficie de madera o como en nuestro caso, una base plástica, de manera que los sujetos puedan alinearse verticalmente en la forma adecuada. Tiene una pieza deslizante que se baja hasta el vértex de la cabeza.



**Figura 3.**Estadiómetro Seca

### Balanza digital

Este instrumento marca Tanita, modelo hd-313, se utiliza para medir el peso corporal del individuo. Esta balanza mide un máximo de 150 kg con una precisión de 0,1 kg.

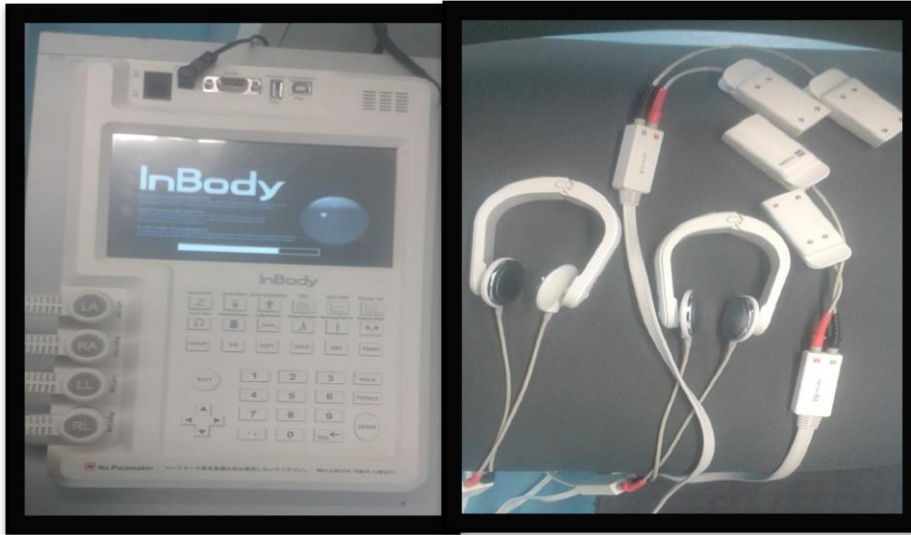


**Figura 4.**Balanza digital



### Bioimpedancia portátil

Este instrumento se utiliza para conocer la composición corporal de los sujetos. Se utiliza una pequeña corriente eléctrica que recorre los segmentos superiores e inferiores del cuerpo, para determinar los componentes musculares, grasos, óseos, agua y residuales.



**Figura 5.**Bioimpedancia

### Pulsometro Polar RS800CX

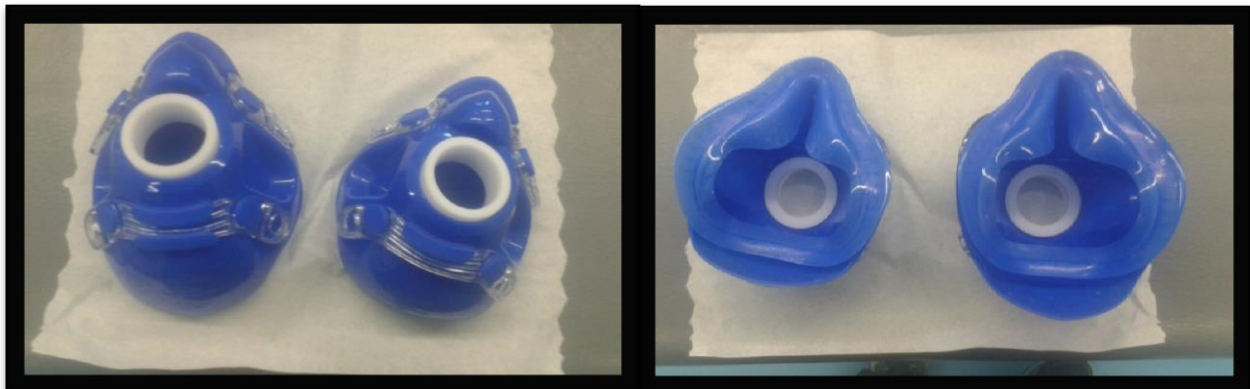
Este instrumento nos permitió controlar la frecuencia cardiaca y las variaciones de la misma durante el proceso de evaluación. Este instrumento funciona con una banda que se posiciona a la altura del esternón, por debajo del pectoral.



**Figura 6.**Reloj y banda polar

### Mascarillas espirómetro

Este instrumento es el que se utilizaba para poder controlar la ventilación durante la espirometría, es un mascarilla de goma flexible que cuenta con una correa con amarras ajustables, que permitía la correcta colocación de las mascarillas en la cara de los sujetos, paso importante, ya que para una correcta medición de la espirometría no se debía escapar aire por la máscara. Durante la evaluación se utilizaron dos tamaños de mascarilla, una talla S y una M, el evaluado elegía la más acorde según su comodidad.



**Figura 7.**Mascarillas



**Figura 8.**Correa

Tapiz Rodante Technogym 700

Este instrumento es un tapiz rodante nos permitió la realización del test incremental al que se sometió a los sujetos.



**Figura 9.** Tapiz Rodante

### Espirómetro

Este instrumento nos permitió evaluar el consumo máximo de oxígeno de los sujetos por medio del análisis gaseoso. Los datos eran recogidos, por la maquina CórteX, Metalyzer 3B.



**Figura 10.**Espirómetro

### Kit de calibración ergoespirómetro

Este implemento se utilizaba cada día de medición antes de utilizar el ergoespirometria donde se calibraba el Metalyzer 3B.



**Figura 11.** Calibrador ergoespirómetro

### Plataforma vibratoria

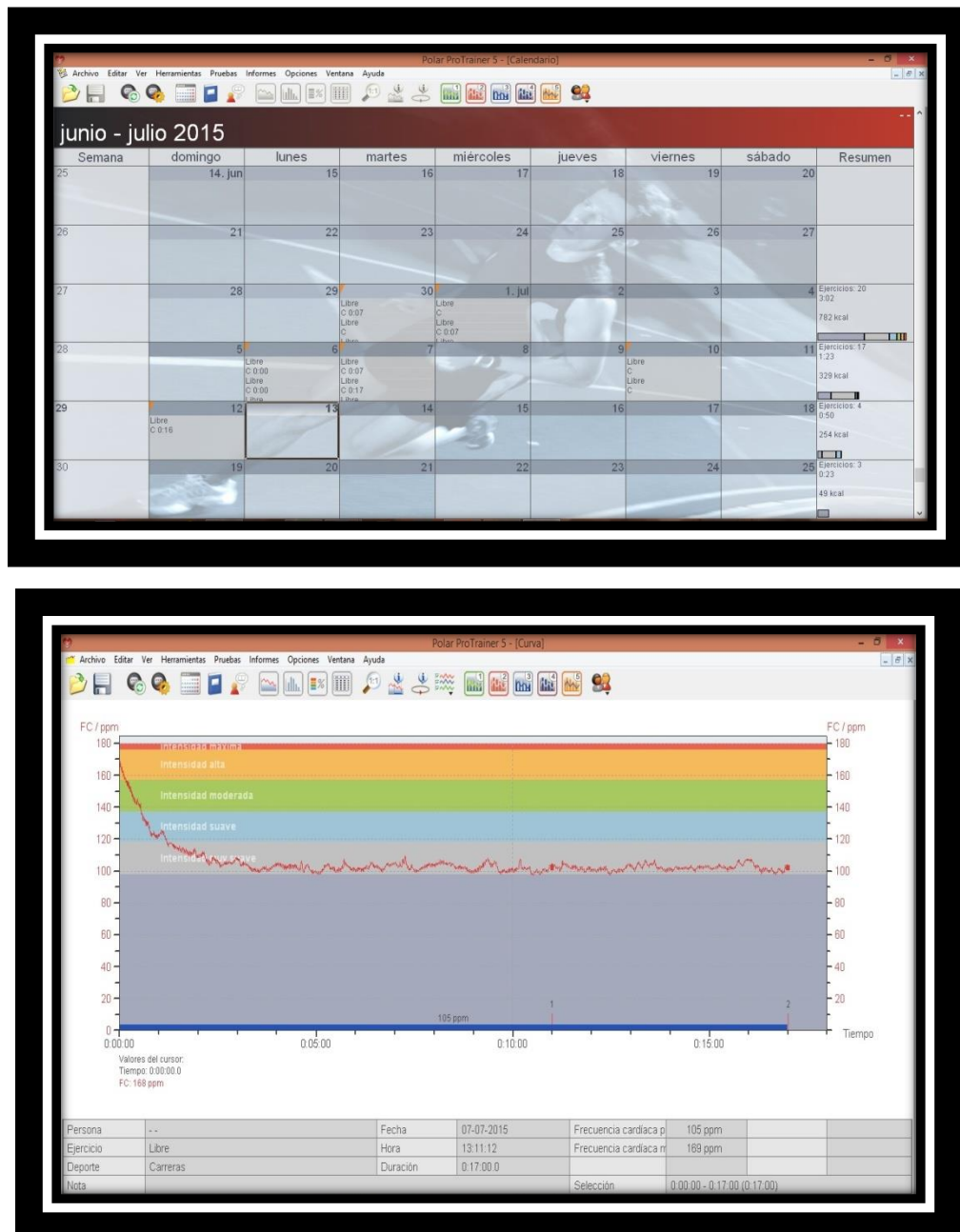
Este implemento nos permitió realizar el periodo de vibración al cual se sometía a los sujetos durante su proceso recuperativo.



**Figura 12.**Plataforma vibratoria

## Materiales informaticos

### 1. Polar Pro-trainer 5 professional training software.



**Figura 13.**Polar Pro-trainer 5

## 2. Kubios HVR version 2.2

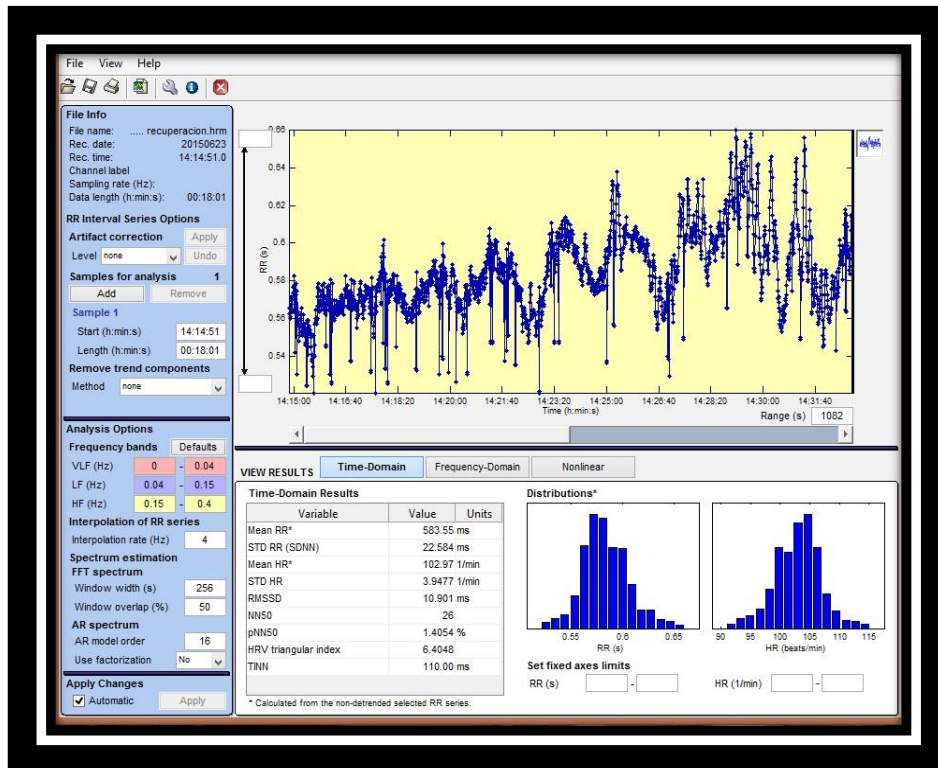


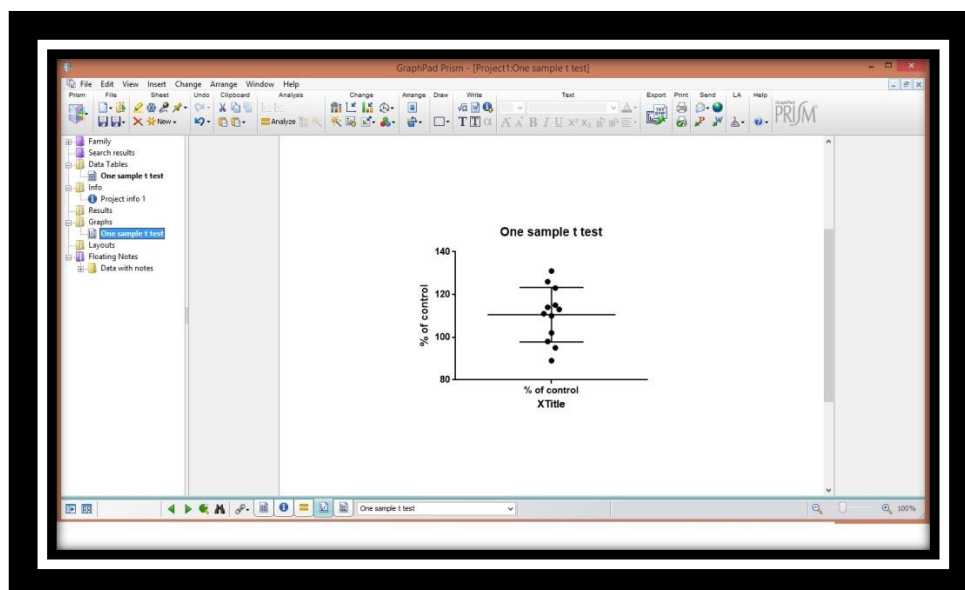
Figura 14. Kubios HVR version 2.2

3. Program ergoespirometria Metas of 3B-RB Versión 1.1.6.

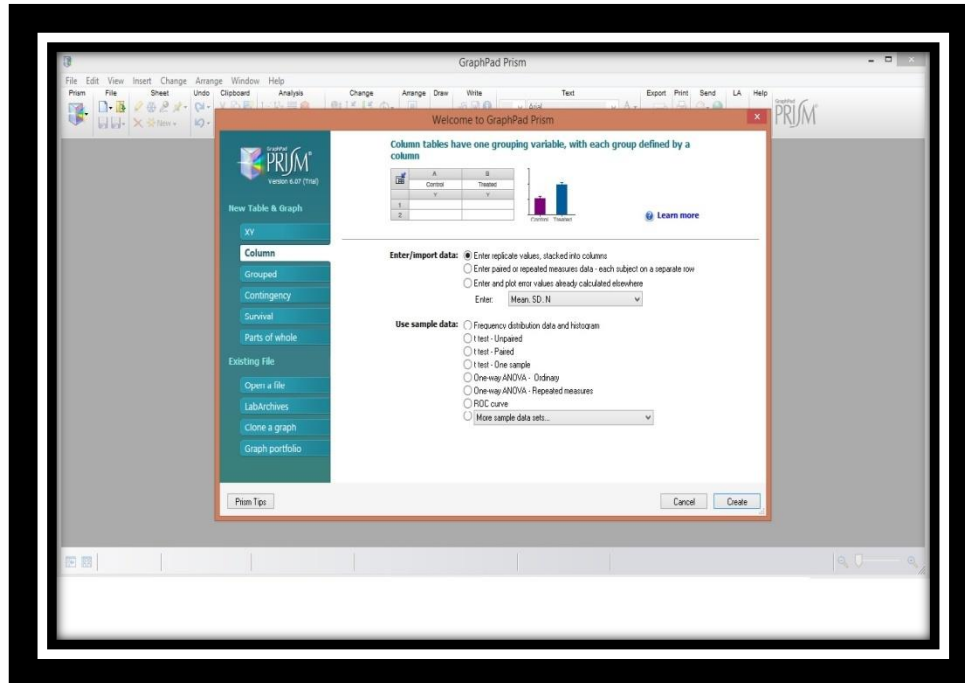


Figura 15. Metasof 3B-RB

4. Graphpad Prism 6







**Figura 16.**Graphpad Prism 6

## 2.5 Proceso de evaluación

Para poder realizar nuestra investigación la muestra de sujetos será evaluada en dos días distintos.

Día 1:

En el primer día se realizó la medición en reposo de la VFC en un tiempo de 7 minutos, luego el test incremental aeróbico máximo con la recuperación en la plataforma vibratoria, determinando la FC en el minuto 1, 12 y 17.

Día 2

En la segunda instancia de evaluación los sujetos, serán sometidos al mismo proceso evaluativo, medición en reposo de la VFC en un tiempo de 7 minutos, hasta la recuperación post test incremental, donde en esta oportunidad el proceso recuperativo se hará en la

misma posición descrita en el protocolo, pero sin la aplicación de las vibraciones. El proceso de evaluación lo dividimos en distintas fases según el protocolo:

- a) Fase Informativa: De forma individual se les comunicaba a los asistentes de la prueba el protocolo de inclusión y las especificaciones necesarias para rendir la evaluación; citándolos en diferentes días y horarios para asistir a la evaluación la cual se realiza en el Laboratorio de Kinesiología de la Universidad Andrés Bello ubicada en la comuna de viña del mar, calle Quillota con 10 norte.
- b) Fase de Recepción: Los sujetos una vez llegados al lugar de evaluación se les entrega el consentimiento informado el cual es leído junto a un evaluador, este debe firmarse en el caso de ser aceptado y cumplir con los requisitos necesarios y estipulados en la fase informativa.
- c) Fase de evaluación: esta etapa corresponde al proceso evaluativo de los sujetos, para mejor comprensión es que dividimos esta etapa de la siguientes manera:

### **2.5.1 Medición de peso y talla**

Se toman las mediciones de peso utilizando una balanza digital, se indica que el sujeto mire hacia el frente, ponga sus manos a los costados y mire un punto fijo para lograr conseguir la medición. Luego de tomar el peso a los sujetos pasaban a la medición de su estatura.

### **2.5.2 Bioimpedancia**

Posterior a los procesos de medición de peso y talla se entraba a al medición de la

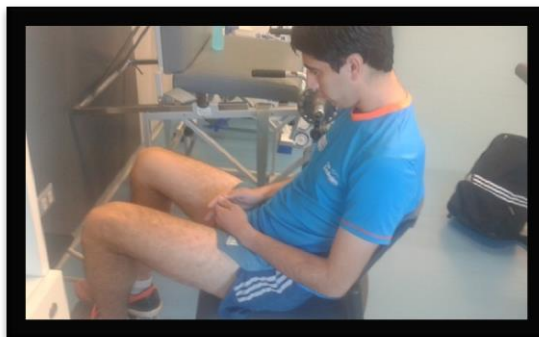


Bioimpedancia. En este punto a los sujetos se le evalúa para conocer y caracterizar su morfología estructural. El método utilizado para su evaluación fue sentar al sujeto frente a la plataforma vibratoria con sus pies descalzos apoyados sobre la plataforma vibratoria teniendo un ángulo de flexión de rodilla en 90 grados, en esta posición se le pedían a los sujetos los datos de nombre, peso, talla, edad y género mientras se le realizaba la instalación del cableado en ambos miembros superiores e inferiores, posterior a ello se realizaba una verificación de la instalación y se procedía a realizar el análisis de Bioimpedancia, el cual tomaba una duración en promedio de 3 minutos.

### **Figura 17.**Medición Bioimpedancia

#### **2.5.3 Primera etapa de medición de la variabilidad de la frecuencia cardiaca en reposo**

Luego del proceso de medición de Bioimpedancia los sujetos comenzaban la primera etapa de medición de su VFC, esta vez en reposo. Esta medición con un pulsómetro Polar RS800CX. Durante este periodo los individuos debían encontrarse sentados apoyando los pies y manteniendo una flexión de rodilla de 90 °, a su vez estar lo más relajado posibles, se les pedía que no hablaran, que cerrara sus ojos y mantuviera su concentración en su respiración, esta etapa duraba 7 minutos.



**Figura 18.**Posición para medir la VFC en reposo.



**Figura 19.** Método de determinación flexión de rodilla en  $90^\circ$

#### **2.5.4 Test incremental de VO<sub>2</sub> Máximo**

Luego de los 7 minutos de medición de la VFC en reposo los sujetos se subían al tapiz rodante en el cual se les instalaba una de las máscaras del espirómetro para comenzar con el análisis de gases, enfocándonos principalmente en el consumo máximo de oxígeno de cada sujeto. Cada vez que se utilizaba el espirómetro se calibraba el CórteX Metalyzer 3B para la siguiente medición.

Una vez realizado este proceso de implementación de los materiales, a los sujetos se les explicaba el protocolo del test. Este consistía en un test máximo con gradiente de 1, que a su vez se dividía en tres instancias:

1. En la primera los sujetos realizaban un calentamiento de 3 minutos a 8 km por hora.
2. Una vez entrada esta etapa comenzaba el test, y se pasaba a incrementar la velocidad de 8 km a 10 km y para mantener por 2 minutos en esta etapa.
3. Por último el test entraba en su fase final, se incrementaba la velocidad en 1 km cada un minuto transcurrido, hasta llegar a la máxima capacidad del sujeto. Cada uno de los evaluados tenían la opción de detener la prueba cuando sintieran que estaba en su máxima capacidad cardiopulmonar.

Durante el proceso de realización del test se realizaba a los sujetos una medición de intensidad del trabajo, esta medición era por medio de preguntas en función de la escala de Borg.



**Figura 20.**Sujeto realizando el test incremental

### **2.5.5 Recuperación post test con plataforma vibratoria**

Día 1:

Inmediatamente después de haber terminado el test incremental de VO<sub>2</sub>MÁXIMO, los sujetos eran dirigidos a tomar posición de sentados con una flexión de rodilla en 90 grados y al frente de la plataforma vibratoria. En este punto los sujetos debían apoyar sus pies sobre la plataforma para recibir la aplicación de las vibraciones en intensidades de 25 HZ con una amplitud de 4 mm en intervalos de tiempo de trabajo de 60 segundos, combinados con un periodo de descanso de 60 segundos. Las aplicaciones de esta metodología de trabajo fueron realizadas 6 veces en un total de duración de 12 minutos. Una vez terminada esta aplicación de vibraciones se dejaba al sujeto en las misma posición por los 6 minutos siguientes, pero ahora sin aplicar las vibraciones de la plataforma. Durante ambos periodos de recuperación se realizaba un monitoreo de la VFC con los pulsómetro Polar RS800CX, determinando la FC del sujeto desde el minuto 1, el 12 y el 17.

Día 2:

De la misma manera, el segundo día luego haber terminado test incremental, los sujetos fueron sometidos a la recuperación, sentados con una flexión de rodilla en 90 grados y al frente de la plataforma vibratoria con los pies sobre la plataforma en un tiempo establecido de 17 minutos. Esta vez, no se realizó la aplicación de vibraciones, solo se realizó el monitoreo de la VFC con los pulsómetro Polar RS800CX, determinando la FC del sujeto desde el minuto 1, el 12 y el 17.

## **2.6 Extracción de datos**

Los datos fueron extraídos por diferentes softwares:

1. Polar Pro-trainer 5 professional training software, se analizaba el tacograma de la frecuencia cardiaca, nos indicaba la frecuencia cardiaca promedio en el reposo y la establecida en el minuto 1, 12 y 17 en la recuperación.
2. Kubios HVR versión 2.2, se verificaba la variabilidad de la frecuencia cardiaca en los sujetos entrenados y no entrenados. Obteniendo los datos HF, LF, PNN50, LF/HF y SDNN.
3. Program ergoespirometria Metasof 3B-RB Versión 1.1.6, entregaba un análisis de los gases, entre ellos el resultado del VO<sub>2</sub>máx y el RER
4. Graphpad Prism 6, se realizaron los análisis estadísticos, las correlaciones y pruebas T pariadas y no pariadas.

## **2.7 Análisis estadístico**

Los datos analizados serán presentados como media y desviación estándar por variables y se describirán en el próximo capítulo, para la comparación de las variables se utilizó la prueba T cuando la distribución de los datos era homogénea y cuando los datos no fueron homogéneos se realizó a través de la prueba de Wilcoxon. Para determinar la distribución homogénea o no de los datos se realizó una prueba de normalidad de Shapiro-Wilk.

Para determinar un dato estadístico significativamente se consideró un dato  $P \leq 0,05$ . Además se realizó una prueba de correlación de Pearson para determinar relación entre distintas variables.

**CAPITULO III**  
**RESULTADOS**

### 3.1 Descripción de resultados

En la siguiente tabla observamos la descripción corporal de los sujetos entrenados. Las variables que se observan son edad, peso, talla, porcentaje de masa muscular, porcentaje de grasa, agua corporal total y valor de VO<sub>2</sub>máx en los días de evaluación 1 y 2. También debemos destacar que el agua corporal de los sujetos se encuentra en valores normales, lo que supone no habrá riesgo de deshidratación al momento de realizar la prueba.

Tabla composición corporal de los sujetos

	Sujetos	Edad	Peso	Talla	% M.M	% Grasa	Act 1 (L)	Act 2 (L)	VO <sub>2</sub> máx ml/kg/min
Entrenados	Sujeto 1	22	67,6	176	50,9	10	44,1	35,1	69
	Sujeto 2	20	55,6	164	51,3	9,7	36,4	35,2	65
	Sujeto 3	22	64,1	171	51,5	10,3	41,7	40,7	65
	Sujeto 4	18	68,7	180,5	51,8	8,7	45,3	43,2	60
	Sujeto 5	20	73,2	182	55,1	4,6	50,4	50,8	69
	Sujeto 6	22	56,9	163,5	52,7	9,2	37,3	38,3	68
	Sujeto 7	25	73,4	181,2	51,1	7,9	50,3	47,6	64

%M.M: Porcentaje de masa muscular. ACT: Agua corporal total. (L): Litros.

**Tabla 4.** Composición corporal sujetos entrenados (Elaboración propia)

En la siguiente tabla observamos la descripción corporal de los sujetos no entrenados. Las variables que se observan son edad, peso, talla, porcentaje de masa muscular, porcentaje de grasa, agua corporal total y valor de VO<sub>2</sub>máx en el día de evaluación 1 y 2. También debemos destacar que el agua corporal de los sujetos se encuentra en valores normales, lo que supone que no habrá riesgo de deshidratación al momento de realizar la prueba.

Tabla composición corporal de los sujetos

	Sujetos	Edad	Peso	Talla	% M.M	% Grasa	Act 1 (L)	Act 2 (L)	VO <sub>2</sub> máx ml/kg/min
No entrenados	Sujeto 1	18	79,1	176,4	48,2	16,1	48,1	47,4	50
	Sujeto 2	18	71,6	179,6	47,6	16,9	43,1	44,9	47
	Sujeto 3	22	96,6	175	43,6	25,9	53,4	51,1	41
	Sujeto 4	24	71,6	175,5	49,6	15,1	44,4	43,7	53
	Sujeto 5	24	75	174,4	46,9	14	44,6	44,9	56
	Sujeto 6	24	80,6	180,4	52,1	8,1	52,2	52,1	53
	Sujeto 7	23	86,1	172,6	43	21,4	46,9	46,5	39

%M.M: Porcentaje de masa muscular. ACT: Agua corporal total. (L): Litros.

**Tabla 5.** Composición corporal sujetos no entrenados (Elaboración propia)



En la siguiente tabla observamos los valores de promedio y desviación estándar de la totalidad de la muestra, en las variables de edad, peso, talla, porcentaje de masa muscular, porcentaje de grasa, agua corporal total y valor de VO<sub>2</sub>máx en los días de evaluación 1 y 2.

	Edad	Peso	Talla	% M.M	% Grasa	Act 1 (L)	Act 2 (L)	VO <sub>2</sub> máx ml/kg/min
Promedio	21,3	65,6	174,0	52,1	8,6	43,6	41,6	65,7
Desviación estándar	2,2	7,2	8,0	1,5	2,0	5,6	6,0	3,3

ACT: Agua corporal total

**Tabla 6.** Promedio y desviación estándar de la totalidad de la muestra (Elaboración propia)

En la siguiente tabla observamos los valores de promedio y desviación estándar de los sujetos entrenados de la muestra, en las variables de edad, peso, talla, porcentaje masa muscular, porcentaje de grasa, agua corporal total y valor de VO<sub>2</sub>máx en los días de evaluación 1 y 2.

	Edad	Peso	Talla	% M.M	% Grasa	Act 1 (L)	Act 2 (L)	VO <sub>2</sub> máx ml/kg/min
Promedio	21,9	80,1	176,3	47,3	16,8	47,5	47,2	48,4
Desviación estándar	2,7	8,9	2,8	3,2	5,6	4,0	3,2	6,4

ACT: Agua corporal total

**Tabla 7.** Promedio y desviación estándar de sujetos entrenados (Elaboración propia)

En la siguiente tabla observamos los valores de promedio y desviación estándar de los sujetos no entrenados de la muestra, en las variables de edad, peso, talla, porcentaje de masa muscular, porcentaje de grasa, agua corporal y valor de VO<sub>2</sub>máx total en los días de evaluación 1 y 2.

	Edad	Peso	Talla	% M.M	% Grasa	Act 1 (L)	Act 2 (L)	VO <sub>2</sub> máx ml/kg/min
Promedio	21,6	72,9	175,2	49,7	12,7	45,6	44,4	57,1
Desviación estándar	6,0	21,5	45,6	13,2	6,5	12,8	12,6	10,2

ACT: Agua corporal total

**Tabla 8.** Promedio y desviación estándar de sujetos no entrenados (Elaboración propia)

En la siguiente tabla se pueden observar los valores de frecuencia cardiaca de los sujetos entrenados, en ambos días de evaluación, en los momentos de post test, al 1 minuto, al minuto 12, y al minuto 17 terminado el test máximo.

Tabla Valores de frecuencia cardiaca sujetos entrenados

Sujeto	Día	Fc PT	Fc MIN 1	Fc MIN 11	Fc MIN 17
Sujeto 1	Vibración	199	120	107	93
	No Vibración	199	125	103	97
Sujeto 2	Vibración	203	119	102	98
	No Vibración	202	128	110	99
Sujeto 3	Vibración	191	134	105	98
	No Vibración	192	116	99	93
Sujeto 4	Vibración	192	190	102	100
	No Vibración	195	175	120	102
Sujeto 5	Vibración	184	91	88	82
	No Vibración	184	110	98	85
Sujeto 6	Vibración	193	159	100	96
	No Vibración	190	160	110	102
Sujeto 7	Vibración	187	127	110	106
	No Vibración	185	124	103	100

FcPT: Frecuencia Cardiaca post test

FcMIN1: Frecuencia Cardiaca lograda al primer minuto de recuperación

FcMIN11: Frecuencia cardiaca lograda al minuto 11 comenzada la recuperación.

FcMIN17: Frecuencia cardiaca lograda al minuto 17 comenzada la recuperación.

**Tabla 9.** Valores de frecuencia cardiaca en sujetos entrenados (Elaboración propia)

En la siguiente tabla se pueden observar los valores de frecuencia cardiaca de los sujetos no entrenados, en ambos días de evaluación, en los momentos de post test, al 1 minuto, a los 12 minutos y al minuto 17 terminado el test máximo.

Tabla valores de frecuencia cardiaca sujetos no entrenados

sujeto	Día	FcPT	Fc MIN 1	Fc MIN 11	Fc MIN 17
Sujeto 1	Vibración	188	120	104	101
	No Vibración	193	121	99	98
Sujeto 2	Vibración	195	132	110	106
	No Vibración	187	128	110	107
Sujeto 3	Vibración	199	126	106	103
	No Vibración	196	127	108	106
Sujeto 4	Vibración	185	116	99	96
	No Vibración	187	120	103	99
Sujeto 5	Vibración	202	125	110	104
	No Vibración	202	140	122	109
Sujeto 6	Vibración	191	132	110	101
	No Vibración	187	135	114	102
Sujeto 7	Vibración	198	136	115	110
	No Vibración	187	135	120	114

FcPT: Frecuencia Cardiaca post test

FcMIN1: Frecuencia Cardiaca lograda al primer minuto de recuperación

FcMIN11: Frecuencia cardiaca lograda al minuto 11 comenzada la recuperación.

FcMIN17: Frecuencia cardiaca lograda al minuto 17 comenzada la recuperación.

**Tabla 10.** Valores de frecuencia cardiaca en sujetos no entrenados (Elaboración propia)

En la siguiente tabla podemos observar los criterios por lo que se validó el consumo máximo de oxígeno de los sujetos entrenados. Los criterios maximales que se han de cumplir en este trabajo son  $RER \geq 1,10$ . % y  $Fc \text{ máx} \geq 95\%$  de la  $Fc \text{ máx}$  teórica.

Tabla criterios determinación el test de consumo máximo

Sujeto	Fc post test	FC máx teórica	RER	FC máx teórica	% A. De Fc máx
Sujeto 1	199	198	1,23	198	101
Sujeto 2	203	200	1,21	200	102
Sujeto 3	191	198	1,2	198	96
Sujeto 4	195	202	1,25	202	97
Sujeto 5	184	200	1,18	200	92
Sujeto 6	193	198	1,24	198	97
Sujeto 7	187	195	1,3	195	96

Fc: Frecuencia cardíaca.

RER: Cociente respiratorio.

% A.De.Fcmax: Porcentaje de frecuencia cardíaca máxima alcanzado.

**Tabla 11.** Consumo máximo de oxígeno en sujetos entrenados (Elaboración propia)

En la siguiente tabla podemos observar los criterios por los que se validó la el consumo máximo de oxígeno de los sujetos no entrenados. Los criterios maximales que se han de cumplir en este trabajo son  $RER \geq 1,10$ . % y  $Fc \text{ máx} \geq 95\%$  de la  $Fc \text{ máx teórica}$

Tabla criterios determinación el test de consumo máximo

Sujeto	Fc post test	Fc máx relativa	RE R	Fc máx teórica	% A.DeFc máx
Sujeto 1	193	202	1,28	202	96
Sujeto 2	195	202	1,18	202	97
Sujeto 3	199	198	1,18	198	101
Sujeto 4	185	196	1,25	196	94
Sujeto 5	202	196	1,26	196	103
Sujeto 6	191	195	1,24	195	98
Sujeto 7	198	197	1,27	197	101

Fc: Frecuencia cardíaca.

RER: Cociente respiratorio.

% A.De.Fcmax: Porcentaje de frecuencia cardíaca máxima alcanzado.

**Tabla 12.** Consumo máximo de oxígeno en sujetos no entrenados (Elaboración propia)

En la tabla siguiente se establece el coef. de correlación entre las variables de  $vo_{2\text{máx}}$  y  $LF/HF$ , y  $vo_{2\text{máx}}$  con la frecuencia cardíaca post recuperación en el minuto 1,12 y 17, en la plataforma con vibración y sin vibración.

Variables	Vo2máx - LF/HF		Vo2máx - FC min 1		Vo2máx- FC min 12		Vo2máx - FC min 17	
	c-v	s-v	c-v	s-v	c-v	s-v	c-v	s-v
Coef.								
Correlación	-0,534	-0,254	0,017	-0,027	-0,367	-0,442	-0,481	-0,682

c-v: con vibraciones

s-v: sin vibraciones

**Tabla 13.** Variables coef. de correlación en recuperación, con vibración y sin vibración (Elaboración propia)

En la tabla número 14 se evidencia el promedio y diferencia de la frecuencia cardiaca en 1 minuto post test incremental tanto en el grupo con vibración y sin vibración.

Promedio y Diferencia entre Fc al término del test respecto al min 1 de recuperación

Grupo	Frecuencia Cardiaca			Valores
	Fc PT	Min 1	Diferencia	<i>p</i>
c-v	193,4	130,5	-62,9	0,1869
s-v	191,9	131,7	-60,1	

**Tabla 14.** Promedio y Diferencia entre Fc al terminar el test min 1 de recuperación (Elaboración propia)

En la tabla número 15 se evidencia el promedio y diferencia de la frecuencia cardiaca en 12 minuto post test incremental tanto en el grupo con vibración y sin vibración.

Promedio y diferencias entre Fc al término del test respecto al min 12 de recuperación

Grupo	Frecuencia Cardiaca			Valores
	Fc PT	Min 12	Diferencia	<i>p</i>
c-v	193,4	104,9	-88,5	0,0425*
s-v	191,9	108,5	-83,4	

\* Diferencia significativa entre c-v y s-v ( $p \leq 0,005$ )

**Tabla 15.** Promedio y Diferencia entre Fc al terminar el test min 12 de recuperación (Elaboración propia)

En la tabla número 16 se evidencia el promedio y diferencia de la frecuencia cardiaca en 17 minuto post test incremental tanto en el grupo con vibración y sin vibración.

Promedio y diferencias entre Fc al término del test respecto al min 17 de recuperación

Grupo	Frecuencia Cardiaca		Valores	
	Fc PT	Min 17	Diferencia	<i>p</i>
c-v	193,4	99,6	-93,8	0,1103
s-v	191,9	100,9	-90,9	

**Tabla 16.** Promedio y Diferencia entre Fc al terminar el test min 17 de recuperación (Elaboración propia)

En la siguiente tabla se evidencia el promedio y diferencia de la frecuencia cardiaca entre el reposo y en el minuto 1 de recuperación en el grupo con vibración y sin vibración.

Promedio y diferencias entre Fc en reposo y minuto 1 de recuperación

Grupo	Frecuencia Cardiaca		Valores	
	Fc rep	Min 1	Diferencia	<i>p</i>
c-v	68,4	130,5	62,1	0,9868
s-v	68,6	131,7	63,1	

**Tabla 17.** Promedio y Diferencia entre Fc en reposo y min 1 de recuperación (Elaboración propia)

En la siguiente tabla se evidencia el promedio y diferencia de la frecuencia cardiaca entre el reposo y en el minuto 12 de recuperación en el grupo con vibración y sin vibración.

Promedio y diferencias entre Fc en reposo y minuto 12 de recuperación

Grupo	Frecuencia Cardiaca		Valores	
	Fc rep	Min 12	Diferencia	<i>p</i>
c-v	68,4	104,9	36,4	0,2743
s-v	68,6	108,5	39,9	

**Tabla 18.** Promedio y Diferencia entre Fc en reposo min 12 de recuperación (Elaboración propia)

En la siguiente tabla se evidencia el promedio y diferencia de la frecuencia cardiaca entre el reposo y en el minuto 17 de recuperación en el grupo con vibración y sin vibración.

Promedio y diferencias entre Fc en reposo y minuto 17 de recuperación

Grupo	Frecuencia Cardiaca		Valores	
	Fc rep	Min 17	Diferencia	<i>p</i>
c-v	68,4	99,6	31,1	0,6592
s-v	68,6	100,9	32,3	

**Tabla 19.** Promedio y Diferencia entre Fc en reposo y min 17 de recuperación  
(Elaboración propia)

**CAPITULO IV**  
**DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS**



El presente trabajo pretendía investigar el efecto agudo de la plataforma vibratoria en la recuperación autonómica de la variabilidad de la frecuencia cardiaca después de haber realizado un test incremental de VO<sub>2</sub>máx. La investigación se realizó aplicando vibraciones a una frecuencia de 25 Hz y una amplitud de 4mm debido a que estas cargas de trabajo fueron aplicadas en uno de los pocos estudios que presenta características similares a este estudio (Sañudo et al., 2013), en el cuál se establecieron diferencias significativas en la disminución de la frecuencia cardiaca pero no lograron describir con claridad el comportamiento del sistema autonómico por medio de la variabilidad de la frecuencia cardiaca (VFC).

En la recuperación post test incremental con vibraciones al minuto 12 los resultados arrojaron valores significativos sobre la recuperación de la FC como muestra la tabla 15. Los sujetos redujeron su FC de manera más eficiente con los 6 periodos vibratorios de 1 minuto que sin vibraciones durante este periodo recuperativo, esto podría contrastarse con lo que afirma Cheng et al., (2010) el cual en su investigación no encuentra resultados significativos de los efectos de la plataforma vibratoria sobre los valores de FC, por otro lado, el estudio anteriormente mencionado (Sañudo et al., 2013) señala que existiría una diferencia significativa en la recuperación de la FC, posterior a la aplicación de vibraciones, en los sujetos entrenados. Bajo este contexto los hallazgos de nuestra investigación coincidirían al minuto 12 con una disminución de la FC, lo que se debería al resultado de la aplicación de vibraciones sobre la plataforma.

Según el estudio de Sañudo et al. , (2013) La plataforma vibratoria tendría un efecto positivo en la recuperación de la frecuencia cardiaca y en los componentes moduladores de VFC, pero no estableciendo conclusiones claras respecto al comportamiento de la VFC. Dados los resultados de nuestra investigación podemos contrastar la realidad de la investigación de Sañudo, se puede observar que los valores de modulación autonómica cardiaca de VFC (LF, HF, LF/HF) se mantuvieron elevados predominando la actividad simpática el día en que los sujetos fueron sometidos a los Periodos de vibraciones sobre la plataforma. Esto aconteció tanto en los sujetos entrenados y no entrenados.

Estudios que muestran que la condición física puntualmente la capacidad aeróbica de los sujetos, es un indicador importante para poder determinar los valores de la frecuencia cardiaca y los componentes de la variabilidad (Melanson & Freedson. 2001). Otras investigaciones en las cuales se compara sujetos que realizan pruebas de velocidad (100 mts planos) y sujetos entrenados en resistencia (sobre 5000mts) establece que pese a las diferencias de cargas de entrenamientos y niveles de entrenabilidad de los sujetos, los cuales son totalmente diferentes entre esta muestra, no se manifestaron diferencias significativas en los componentes de VFC (Kaikkonen et al., 2011), en este sentido nuestro estudio presentaba grupos diferentes tanto en niveles de VO<sub>2</sub>máx como en su nivel de entrenabilidad, lo que produciría valores de recuperación vagal más altos, por lo tanto presentarían una recuperación más rápida los sujetos entrenados versus los sujetos no entrenados. En nuestro registro los resultados son controversiales, ya que los datos obtenidos no arrojaron diferencias significativas a nivel de recuperación de frecuencia cardiaca entre los deportistas y no deportistas, una vez aplicado el protocolo de vibración en el perdió de recuperación, sin embargo lo planteado anteriormente por Melanson y Freedson. (2001) se observó en nuestros registros de datos, donde se observaron valores significativos en la recuperación post test incremental de VO<sub>2</sub>máx sin la plataforma vibratoria.

Pichot et al., (2002) demostró que los sujetos entrenados tendrían una recuperación autonómica más rápida que los sujetos no entrenados, esto observado en los registros de los valores de HF y LF/HL. Se ha señalado que la variable LF/HF es el mejor componente de la estimación de la relación entre la actividad simpática y parasimpática, porque durante su medición el índice LF/HF aumenta, por lo que el componente HF presenta una reducción de su potencia espectral (Kleiger et al., 2005). En este sentido los resultados de nuestra investigación arrojaron bajos valores de HF y altos valores de LF/HF lo que indicaría una mayor actividad simpática, esto se debería por la influencia de las vibraciones aplicadas por la plataforma.

Melanson y Freedson (2001) en su investigación observaron que los sujetos sometidos a trabajos de resistencia aeróbica sufren incrementos en los componentes temporales PNN50 y en el componente frecuencial de HF, acompañados de disminuciones en la frecuencia cardiaca de reposo, lo que nos indicaría una mejor recuperación autonómica vagal de los

sujetos entrenados aeróbicamente. Sin embargo en nuestra investigación podemos observar en los resultados que los valores de HF y PNN50 entre los sujetos entrenados y no entrenados no fueron significativamente diferentes, esto podría indicar que someter a los sujetos a periodos de Periodos de vibraciones sobre plataforma vibratoria, no generaría un efecto importante en regulación autonómica vagal de los sujetos entrenados, aumentando los valores normales de LF que se relaciona con la actividad del sistema nervioso simpático.

Para Carter et al., (2003) y Freeman et al. , (2006) El componente de LF en la VFC tiene una directa relación con la actividad simpática del sistema nervioso. Los datos de nuestra investigación revelaron que el día de recuperación con aplicación de vibraciones de la plataforma, los valores de LF se encontraron elevados durante este periodo tanto en entrenados como sujetos no entrenados, lo que nos permitiría inferir que la plataforma vibratoria induciría a elevar este componente, en ese sentido la plataforma vibratoria no estaría cumpliendo el objetivo de acelerar la recuperación autonómica vagal. Esto se contrasta con los datos obtenidos el día en el que los sujetos realizaron la recuperación post test máxima sobre la plataforma vibratoria, pero sin vibraciones, obteniendo que los valores de LF en sujetos entrenados como no entrenados se mantuvieron altos, por lo tanto se habría mantenido una prevalencia de la actividad simpática.

Por otra parte La Rovere et al., (2003) indica que un bajo nivel del componente SDNN se asocia a una relación significativa con los bajos niveles de eyección cardiaca y a un bajo rendimiento físico. Esto se contrapone con un nivel elevado de SDNN, que nos indica una frecuencia deprimida del ritmo cardiaco, predominando la actividad vagal del sistema nervioso autónomo, por lo tanto un mayor funcionamiento parasimpático (Cruz Blanca et al., 2008). En este sentido los resultados observados en los sujetos entrenados como no entrenados una vez terminado el periodo de recuperación con aplicación de Periodos de vibración, nos indicó bajos valores de SDNN una vez terminaron el test, lo que significaría que los sujetos mantuvieron una modulación autonómica con predominio simpática, tanto en los entrenados como en los sujetos no entrenados.

Como mencionamos en el marco teórico, se pueden aplicar múltiples combinaciones en el protocolo de utilización de la plataforma vibratoria, a su vez los sujetos presentan

diferentes factores tanto internos como externos que podrían afectar y alterar su FC y su VFC.

Finalmente los hallazgos de nuestra investigación no presentan resultados significativos en relación al comportamiento de la VFC, tanto en los componentes de HF, LF, LF/HF, PNN50 Y SDNN, en respuesta a la recuperación con vibraciones sobre la plataforma vibratoria comparado con una recuperación sin vibraciones en los mismos sujetos, sin embargo nuestros hallazgos describen un comportamiento particular de la FC, específicamente en el minuto 12 de la recuperación, que coincide con el término de las vibraciones

Este comportamiento también se ha descrito en investigaciones realizadas en el último tiempo las cuales detallan que las vibraciones producirían una disminución significativa en la frecuencia cardíaca de los sujetos

**CAPITULO V**  
**CONCLUSIONES**

•  
•

1. H1. La plataforma vibratoria permitirá a los sujetos tanto entrenados como no entrenados una recuperación autonómica más rápida. La primera no se logró comprobar en nuestra investigación ya que no hubo diferencia significativa entre el grupo de estudio y el grupo control.
2. H2. Los sujetos con mejor consumo de oxígeno presentarán una mejor respuesta autonómica cardiaca que los sujetos con peor consumo de oxígeno luego de una prueba aeróbica máxima. No hubo una diferencia significativa en relación al consumo de oxígeno entre los individuos y su respuesta autonómica tanto con plataforma como sin ella.
3. H3. La frecuencia cardiaca presentará mayores disminuciones cuando los sujetos se sometían a una recuperación con vibraciones respecto al día 2 sin vibraciones. Se logró comprobar debido a que sí hubo una diferencia significativa en la recuperación del día con vibraciones con respecto al día sin vibraciones, pero solo en el minuto 12 de la recuperación.

Finalmente las conclusiones obtenidas mediante la presente investigación y estudios que componen este trabajo son las siguientes:

1. Ante el efecto agudo de la plataforma vibratoria posterior a un test aeróbico máximo podemos identificar que no existió una diferencia significativa entre sujetos no entrenados y entrenados sobre la recuperación cardiovascular.
2. Durante las pruebas de comparación de la recuperación de la FC en sujetos entrenados y no entrenados sobre la plataforma con vibraciones y sin vibraciones evidenciamos que existió una diferencia significativa solo en la utilización de vibraciones al minuto 11 en la FC.
3. Los valores de la VFC, LF y HF y la relación LF/HF se mantuvieron elevados predominando la actividad simpática en ambos grupos.

4. A medida que aumenta el consumo de  $\text{Vo}_2\text{máx}$  menor activación simpática.

## **PROYECCIONES**

En futuros trabajos se podría profundizar respecto a los siguientes puntos:

Como ya fue explicado, la cantidad de estudios relacionando la cardíaca autonómica con la plataforma vibratoria no ha logrado esclarecer los reales efectos de las vibraciones sobre los componentes de la VFC por lo que sería interesante seguir investigando con la intención de identificar las cargas adecuadas para obtener beneficios importantes relacionado a esta variable en distintos deportes.

Sería interesante también profundizar respecto a la relación de estas variables en distintos deportes, aún más en aquellos que necesitan una rápida recuperación entre por ejemplo, un combate y otro en el caso de las artes marciales, para así utilizar la plataforma como una alternativa importante en la recuperación inmediata de los sujetos.

Finalmente creemos necesario seguir estableciendo distintos protocolos y distintas intervenciones que encuentren el punto exacto para establecer recomendaciones sobre la utilización de manera positiva de la plataforma vibratoria y su relación con la respuesta cardiovascular del sujeto con el fin de optimizar en proceso de recuperación y por lo tanto el rendimiento deportivo del sujeto.

## **BIBLIOGRAFÍA**



- Aber cromby AF, Amonette WE, Layne CS, McFarlin BK, Hinman MR, Paloski WH. (2007). Vibration exposure and biodynamic responses during whole-body vibration training. *Med. Sci. Sports Exerc*, 39, 1794–1800.
- Acharya, U. R., Joseph, K. P., Kannathal, N., Lim, C. M., & Suri, J. S. (2006). Heart rate variability: a review. *Medical and biological engineering and computing*, 44(12), 1031-1051.
- Águila Soto, A. D. (2000). Procedimiento de evaluación de riesgos ergonómicos y psicosociales. In *Procedimiento de evaluación de riesgos ergonómicos y psicosociales*. Universidad de Almería.
- Alguacil, M. I., Gómez Conches, M., Fraile, A. M., & Morales, M. (2009). Plataformas vibratorias: bases neurofisiológicas, efectos fisiológicos y aplicaciones terapéuticas. *Archivos de medicina del deporte*, 130, 119-129.
- Amara C E, Wolfe L.A. (1998). Reliability of noninvasive methods to measure cardiac autonomic function. *Can. J. Appl. Physcal*, 23 (4), 396 – 408.
- Åstrand P, Rodahl K. (1992). *Fisiología del trabajo físico*. 3º Edición. Médica Panamericana. Buenos Aires.
- Aubert E, Sep B, Becker F. (2003). Heart rate variability in athletes. *Sports Med*, 33, 889-919.
- Berne R, Levy M. (1992). *Fisiología*. Mosby Year Book. Madrid.
- Brenner I, Thomas S, Shephard R. (1997). Spectral analysis of heart rate variability during heat exposure and repeated exercise. *Eur. J. Appl. Physiol*, 76, 145 – 156.
- Brenner I., Thomas S, Shephard R. (1998). Autonomic regulation of the circulation during exercise and heat exposure: inference from heart rate variability. *Sports Med*. 26, 85.
- Brenner I., Thomas S, Shephard R. (1998). Autonomic regulation of the circulation during exercise and heat exposure: inference from heart rate variability. *Sports Med*. 26. 85–99.
- Capdevila, L. y Niñerola, J. (2006). Evaluación psicológica en deportistas. En E. Garcés (Ed), *Deporte y Psicología*. 145-176. Murcia: Diego Marín

- Carter H, Jones A, Barstow T, Burnley M, Williams C, Doust J. (2000). Oxygen up take kinetics in treadmill running and cycle ergometry: a comparison. *J. Appl. Physiol*, 89, 899 – 907.
- Carter J, Banister E, Blaber A. (2003). The effect of age and gender on heart rate variability after endurance training. *Med. Sci. Sports Exerc*, 35 (8), 1333 – 1340.
- Cingolani H, Houssa Y. A. (1993). *Fisiología Humana*. El ateneo. 6° Edición. Bs. Aires.
- Cottin F, Papelier Y, Escourrou P. (1999). Effects of exercise load and breathing frequency on heart rate and blood pressure variability during dynamic exercise. *J Sports Med*, 20, 232 – 238.
- Curilem Gatica, Cristian; Almagià Flores, Atilio; Yuing Farías, Tuillang; Rodríguez Rodríguez, Fernando. (2014). Composición corporal y variabilidad del ritmo cardiaco en pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica candidatos a rehabilitación respiratoria. *Nutrición Hospitalaria*, vol. 3, 179-182.
- Da Silva, M. E., & Padullés, J. M. (2006). Efectos del entrenamiento con vibraciones mecánicas sobre la performance neuromuscular. *Apuntes. Educación Física y Deportes*, 84, 39-47.
- Da Silva, M. E., Vaamonde, D. M., & Padullés, J. M. (2006). Entrenamiento con vibraciones mecánicas y salud: efectos sobre los sistemas óseo, endocrino y cardiovascular. *Apuntes*, 84, 48-57.
- De Guerra, I. D. L. M., & Miguel D. S. A. N. (2001). Evaluación de los cambios estructurales y funcionales del corazón como efecto del entrenamiento físico *Revista Peruana de Cardiología*, 27(3).
- De Hoyo Lora, M., Romero Granados, S., Sañudo Corrales, B, & Carrasco Páez, L. (2009). Efecto de una sesión con vibraciones mecánicas sobre la capacidad de salto. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y del Deporte*, (36), 2.
- De Oca, G. M., Moreno, T., Rodríguez, G., Jiménez, D., & Álvarez, J. A. (2005). Estudio de la variabilidad del RR en un sistema de monitoreo ambulatorio. Instituto central de investigación digital.

- De Vito G, Galloway S, Nimmo M, Maas P, Mc Murray J (2002). Effects of central sympathetic inhibition on heart rate variability during steady-state exercise in healthy humans. *Clin. Physiol. & Func. Im*, 22, 32 – 38.
- Delecluse, C.; Roelants, M. y Verschueren, S. (2003). Strength increase after whole-body vibration compared with resistance training. *Med. Sci. Sport Exerc*; 35:1033-1041.
- Dewey F, Freeman J, Engel G, Oviedo R, Abrol N, Ahmed N. (2007). Novel predictor of prognosis from exercise stress testing: heart rate variability response to the exercise treadmill test. *Am Heart J*, 153, 281 – 288.
- Dolny, D. G., & Reyes, G. F. C. (2008). Whole body vibration exercise: training and benefits. *Current sports medicine reports*, 7(3), 152-157.
- F.Gamelin, S. Berthoin, L.Bosquet (2006) Validity of the polar s810 hearth rate monitor to measure R-R interval at rest 38.5: 887.
- Firman, G. (2000). Fisiología del ejercicio físico. Fisiología Humana. Facultad de Medicina de la UNNE. En: [www. Inter medicina. com](http://www.intermedicina.com). Corrientes-Argentina.
- Forjaz C, Matsudaira Y, Rodriguez F, Nunez N, Negrão C. (1998). Post-exercise changes in blood pressure, heart rate and rate pressure product at different exercise intensities on normotensive humans. *Braz. J. Med. Biol. Res*, 32, 2347 – 1255.
- Freeman J, Dewey F, Hadley D, Myers J, Froelicher V. (2006). Autonomic nervous system interaction with the cardiovascular system during exercise. *Progresse in cardiovascular diseases*, 48, 343 – 362.
- Ganong W., Gómez, J., Ramírez J., Fernández. . (2000). Fisiología Médica. D. F. El Manual Moderno.19° Edición. N. México.
- García-Artero, E., Porcel, F. O., Ruiz, J. R., & Gálvez, F. Carreño Gálvez. (2006). Entrenamiento vibratorio. Base fisiológica y efectos funcionales. Departamento de fisiología de la universidad de Granada; Selección 15 (2), 78-86.
- Gojanovic, B., Feihl, F., Gremion, G., & Waeber, B. (2014). Physiological response to whole-body vibration in athletes and sedentary subjects. *Physiol Res*.

- Guyton A, Hall J. Tratado de Fisiología Médica. 10<sup>o</sup> Edición. Tr. por Agud, J., Álvarez, I., De Dios C., González L., Madero S., Navascués I., De Terran E. México D. F. McGraw-Hill Interamericana. 2001.
- Hedelin R, Wiklund U, Bjerle P, Henriksson-Larsen K. Cardiac autonomic imbalance in an overtrained athlete. *Med. Sci. Sports Exerc.* 2000; 32 (9): 1531–1533.
- Hedelin, R. I. K. A. R. D., Bjerle, P., & Henriksson-Larsen, K. A. R. I. N. (2001). Heart rate variability in athletes: relationship with central and peripheral performance. *Medicine and science in sports and exercise*, 33(8), 1394-1398.
- Iellamo F, Legramante J, Pigozzi F, Spataro A, Norbiato G, Lucini D. Conversion from vagal to sympathetic predominance with strenuous training in high performance world class athletes. *Circulation.* 2002; 105: 2719 – 2724.
- Irigoien, JM. (1999). *Cardiología y Deporte*. Madrid: Gymnos
- Jäger, P. D. I. M., fürArbeitsschutz, B., Steinberg, D. I. U., & Pekki, T. S. Prevención de trastornos musculoesqueléticos en el lugar de trabajo.
- Jensen-Urstad K, Storck F, Bouvier N, Ericson M, Lindblad L, Jensenurstad M. Heart rate variability in healthy subjects is related to age and gender. *Acta. Physiol Scand.* 1997; 160: 235 – 241.
- Jiri Pumprla, KingaHoworka, David Groves, Michael Chester, James Nolan. (2002). Functional asses ment of hear trate variability: physiological basis and practical applications. *International Journal of Cardiology.* 84. 1–14
- Kaikkonen, P., Hynynen, E., Mann, T., Rusko, H., & Nummela, A. (2012). Heart rate variability is related to training load variables in interval running exercises. *European journal of applied physiology*, 112(3), 829-838.
- Kawanabe, K., Kawashima, A., Sashimoto, I., Takeda, T., Sato, Y., & Iwamoto, J. (2007). Effect of whole-body vibration exercise and muscle strengthening, balance, and walking exercises on walking ability in the elderly. *The Keio journal of medicine*, 56(1), 28-33.
- Kerschán-Schindl, K., Grampp, S., Henk, C., Resch, H., Preisinger, E., Fialka-Moser, V., & Imhof, H. (2001). Whole-body vibration exercise leads to alterations in muscle blood volume. *Clinical physiology*, 21(3), 377-382.

- Kjelsås, E., & Augestad, L. B. (2003). Las diferencias de género entre atletas competitivos y su motivación hacia la actividad física. *The European journal of psychiatry (edición en español)*, 17(3), 146-160.
- Kleiger R, Stein P, Bigger T. (2005). Heart rate variability: measurement and clinical utility, *A. N. E.* 10, 88 – 101.
- Kuo T, Lin T, Yang C, Li Ch, Chen Ch, Chou P. (1999). Effect of aging on gender differences in neural control of heart rate. *Am. J. Physiol*, 277 (Heart Circ. Physiol. 46), H2233 H2239.
- KuoCh, Chen G, Wang Y, Hung M, Yang J. (2003). Characterization and quantification of the return map of RR intervals by Pearson coefficient in patients with acute myocardial infarction. *Auton Neurosci*, 105, 145 – 152.
- La Rovere M, Pinna G, Maestri R, Mortara A, Capomolla S, Febo O. (2003). Short term heart rate variability strongly predicts sudden cardiac death in chronic heart failure patients. *Circulation*, 107, 565 – 570.
- Leicht A, Allen G, Hoey A. (2003) Influence of age and moderate-intensity exercise training on heart rate variability in young and mature adults. *Can. J. Appl. Physiol*, 28(3), 446 –461.
- López J, Fernández A. (2006). *Fisiología del Ejercicio*. Madrid. Médica Panamericana, S. A.
- Luo, J., McNamara, B., & Moran, K. (2005). The use of vibration training to enhance muscle strength and power. *Sports Medicine*, 35(1), 23-41.
- Mac Dougall J, Wegner A, Green H. (2005) *Evaluación fisiológica del deportista*. Paidotribo 3ª Edición. Tr. Por Iriarte, E. Barcelona.
- Marães, V.R.F.S (2010). Freqüenciacardiaca e su variabilidade: analyses e aplicações. *Revista Andaluza de Medicina del Deporte*, 3(1), 33-42.
- Marín, P. J., & Rhea, M. R. (2010). Effects of vibration training on muscle strength: a meta-analysis. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(2), 548-556.
- Marks B, Lightfoot J. (1999). Reproducibility of resting heart rate variability with short sampling periods. *Can. J. Appl. Physiol*, 24 (4), 337 – 348.

- Martin, D. E., & Coe, P. N. (2007). Entrenamiento para corredores de fondo y medio fondo. Editorial Paidotribo.
- Martínez Pardo, E., Carrasco Páez, L., Alcaraz Ramón, P. E., Brunet Gómez, A., & Nadal Soler, C. (2007). Efectos agudos de las vibraciones mecánicas sobre el salto vertical. *ApuntEs. Educación física y deportes*, 87, 81-85.
- Mata, E., Ginés, C., & Vila-Maldonado, S. (2012). Entrenamiento con vibraciones. Efectos funcionales.
- Maughan R, Gleeson M, Greenhaff P. (1997). *Biochemistry of exercise & training*. New York. Oxford University Press.
- Melanson E, Freedson P. (2001). The effect of endurance training on resting heart rate variability in sedentary adult males. *Eur. J. Appl. Physiol*, 85, 442 – 449.
- Melanson E. (2000). Resting heart rate variability in men varying in habitual physical activity. *Med.Sci. Sports Exerc*, 32 (11), 1894 – 1901.
- Montano N, Cogliati Ch, Dias De Silva V, Gnechchi-Ruscione T, Malliani A. (2001) Sympathetic rhythms cardiovascular oscillations. *Auton Neurosci*, 90, 29 –34.
- Nakamura, Y. O. S. H. I. O., Yamamoto, Y. O. S. H. I. H. A. R. U., & Muraoka, I. (1993). Autonomic control of heart rate during physical exercise and fractal dimension of heart rate variability. *Journal of Applied Physiology*, 74(2), 875-881.
- Nordlund, M. M., & Thorstensson, A. (2007). Strength training effects of whole-body vibration? *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 17(1), 12-17.
- Ostojic, S. M., Calleja-González, J., Jakovljevic, D. G., Vucetic, V., Stojanovic, M., Markovic, G., & Ahumada, F. Recuperación de la Frecuencia Cardíaca a Ultra Corto Plazo en Atletas de Diferentes Deportes.
- Pardo Beltrán, J. (2013) Efectos del entrenamiento de la fuerza en plataforma vibratoria sobre los miembros inferiores en personas sedentarias.
- Peidro, R. M. (2003). Cardiología del deporte. *Rev Argent Cardiol*, 71, 126-137.

- Pérez-Turpín, J. A., Zmijewski, P., Jiménez-Olmedo, J. M., Jové-Tossi, M. A., Martínez-Carbonell, A., Suárez-Llorca, C., & Andreu-Cabrera, E. (2014). Effects of whole body vibration on strength and jumping performance in volleyball and beach volleyball players. *Biology of Sport*, 31(3), 239.
- Perini R, Veicsteinas A. (2003). Heart rate variability and autonomic activity at rest and during exercise in various physiological conditions. *Eur. J. Appl. Physiol*, 90, 317 – 325.
- Pichot V, Busso T, Roche F, Garet M, Costes F, Duverney D.(2002). Autonomic adaptations to intensive and overload training periods: a laboratory study. *Med. Sci. Sports Exerc*, 34 (10), 1660 – 1666.
- Pichot, V., Roche, F., Gaspoz, J. M., Enjolras, F., Antoniadis, A., Minini, P & Barthelemy, J. C. (2000). Relation between heart rate variability and training load in middle-distance runners. *Medicine and science in sports and exercise*, 32(10), 1729-1736.
- Rittweger, J. (2010). Vibration as an exercise modality: how it may work, and what its potential might be. *European journal of applied physiology*, 108(5), 877-904.
- Rittweger, J., Ehrig, J., Just, K., Mutschelknauss, M., Kirsch, K. A., & Felsenberg, D. (2002). Oxygen uptake in whole-body vibration exercise: influence of vibration frequency, amplitude, and external load. *International journal of sports medicine*, 23(6), 428-432.
- Rodas G, Pedret C, Ramos J, Capdevila L. (2008). Variabilidad de la frecuencia cardíaca: concepto, medidas y relación con aspectos clínicos. *Archivos de Medicina del Deporte*, 123, 41-8
- Sant, J. R. (2005). Metodología y técnicas de atletismo. Editorial Paidotribo
- Santin-Medeiros, F., & Vallejo, N. G. (2010). Efectos musculoesqueléticos del entrenamiento con vibraciones en ancianos. *Revista Española de Geriátria y Gerontología*, 45(5), 281-284.
- Spriet L, Howlett R, Heigenhauser G. (2000). An enzymatic approach to lactate production in human skeletal muscle during exercise. *Med. Sci. Sports Exerc*, 32 (4), 756–763.

- Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. (1996). Heart rate variability: Standards of measurement, physiological interpretation, and clinic use. *European Heart Journal*, 17, 354 – 381.
- Tateishi O, Shouda T, Azuma Y, Chin K, Nogimura T, Goyou Y. (2002). Heart rate variability in congestive heart failure. *Clin. And Exper. Hypertension*, 24, 75 – 81.
- Tulppo M, Hautala A, Mäkikallio T, Laukkanen R, Nissilä S, Hughson R. (2003). Effects of aerobic training on heart rate dynamics in sedentary subjects. *J. Appl. Physiol*, 95, 364 – 372.
- Tulppo M, Mäkikallio T, Sepänen T, Laukkanen R, Huikuri H. (1998). Vagal modulation of heart rate during exercise: effects of age and physical fitness. *Am. J. Physiol*, 274 (Heart Circ. Physiol. 43), H424 – H429.
- Winsley R. (2002). Acute and chronic effects of exercise on heart rate variability in adults and children: a review. *Pediatric Exercise Science*, 14, 328 – 344.
- Y. Osawa, Y. Oguma, N. Ishii. (2013) the effects of whole-body vibration on muscle strength. *J Muculoskelet Neuronal Interact*, 380-390
- Yamamoto K, Miyachi M, Saitoh T, Yoshioka A, Onodera S. (2001). Effects of endurance training on resting and post-exercise cardiac autonomic control. *Med. Sci. Sports Exerc*, 33 (9), 1496 – 1502.



## **ANEXOS**

## ANEXO 1

### 1. Carta de consentimiento

#### **Introducción:**

Ha sido invitado a participar en un estudio de investigación de título. Lea cuidadosamente el consentimiento antes de decidir su participación. Infórmese a cerca de todas las dudas que tenga sobre la investigación, asegúrese de saber que entiende los procedimientos que se desarrollara, esto incluye beneficios y riesgos.

#### **Propósito del estudio:**

Este proyecto busca responder la interrogante de, ¿Cuál es el efecto agudo que ejerce la plataforma vibratoria, sobre la variabilidad de la frecuencia cardiaca en deportistas de fondo y medio fondo luego de una prueba máxima en comparación con sujetos no deportistas?

#### **Participantes del estudio:**

Es un estudio voluntario, lo que significa que usted decide si desea participar o abandonar el estudio en cualquier momento sin ser penalizado.

Para este estudio se tendrán en cuenta dos grupos de estudiantes, uno de personas entrenadas (atletas), y otro de jóvenes saludables y físicamente activos.

#### **Procedimientos:**

Para poder recolectar información se les solicitará a los participantes asistir a mediciones durante dos días en semanas distintas pero respetando el mismo día de medición.

En el primer día se realizará control de pulso en reposo, luego una prueba incremental para determinar el consumo de oxígeno, seguido de las vibraciones sobre la plataforma vibratoria, finalizando con control de la frecuencia cardiaca y su recuperación.

En el segundo día se realizará control de pulso en reposo, luego una prueba incremental para determinar el consumo de oxígeno, seguido del reposo sobre plataforma vibratoria, finalizando con control de la frecuencia cardiaca y su recuperación. Cabe destacar que se llevara control de frecuencia cardiaca con un pulsómetro durante toda la recolección de datos.

Para los días de mediciones, no tomar café o energizante, no haber bebido alcohol en un periodo de 24 horas, anotar desayuno y/o almuerzo (para comer lo mismo en la 2 día de medición)

### **Exclusión de la prueba:**

Plataforma vibratoria

Personas que presenten lesiones o hayan estado lesionados hace 10 días.

Persona que consuman medicamentos que afecten a los músculos esqueléticos.

Sujetos que posean prótesis.

Sujetos con enfermedades: neuromusculares, cardiovasculares, respiratorias, abdominales, urinarias.

Test Incremental de Consumo de oxígeno.

Anginas inestables.

Arritmias no controladas.

Estenosis aortica grave sintomática.

Insuficiencia cardiaca no controlada.

Embolia aguda de pulmón.

Miocarditis aguda.

Disección aortica.

Lesiones del tronco coronario principal.

Lesiones válvula cardiaca significativa.

Alteraciones hidroelectrolíticas.

Hipertensión grave.

Miocardiopatía hipertrófica.

Alteraciones físicas o psíquicas que dificulten la realización del test.

Bloqueo auriculo-ventricular de alto grado.

**Beneficios:**

Debe quedar claro que usted no recibirá compensación económica por participar en el estudio. Debe comprender que su participación ayudará en el proceso de obtención del Grado de Licenciado en Educación y al Título de Profesor de Educación Física.

Usted puede tener conocimiento de los resultados de cada test.

**Privacidad y confidencialidad:** Sus datos serán confidenciales y se utilizarán sólo en términos investigativos.

**Derecho a retirarse de la investigación:**

Usted puede retirarse en cualquier momento del estudio. Los datos obtenidos hasta el momento seguirán siendo parte de la investigación, a menos que se solicite eliminar estos datos.

No firme este consentimiento a menos que usted haya tenido la oportunidad de hacer preguntas y recibido contestaciones satisfactorias para todas estas.

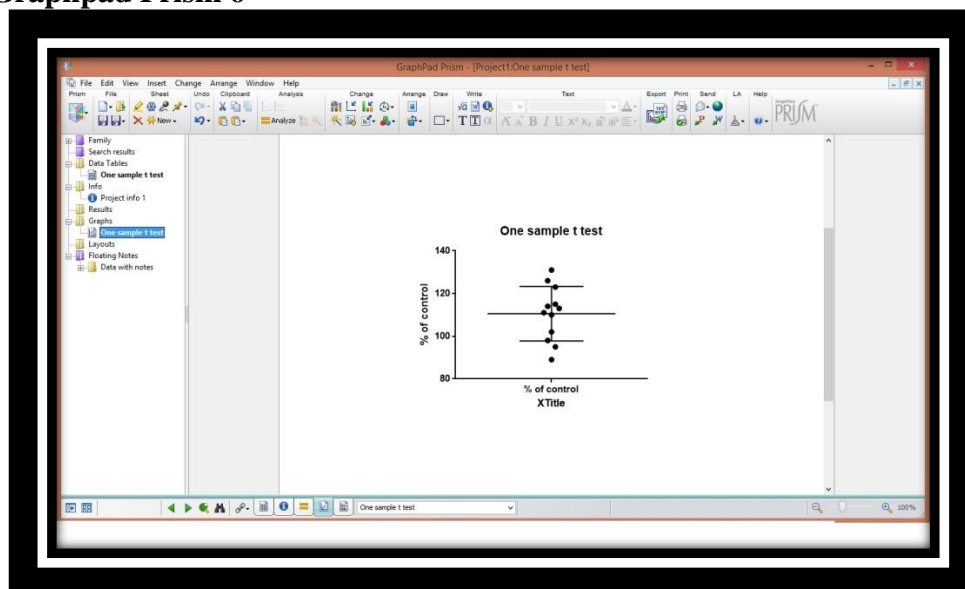
Si usted firma está aceptando participar del estudio, recibirá una copia firmada.

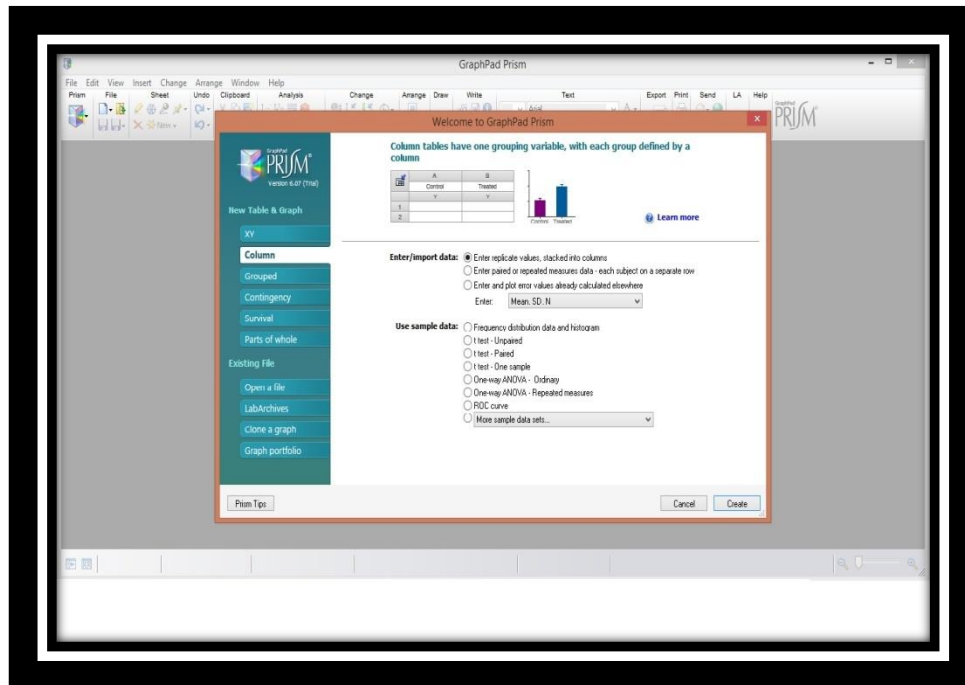
## Consentimiento

Nombre del participante:

Firma del participante:

## 2. Graphpad Prism 6





### 3. Tablas Excel de recolección de datos

Nº	Sujeto			Frecuencia Cardiaca		
				Min 1	Min 11	Min 17
			prom.reposo			
1	Nicolás Gómez	Evaluación 1	63	120	107	93
2	Ignacio Ahumada	Evaluación 1	61	119	102	98
3	Francisco Arriagada	Evaluación 1	64	134	105	98
4	Bastían Lazo	Evaluación 1	59	190	102	100
5	Luis Lloyd	Evaluación 1	87	91	88	82
6	Leonardo Fernández	Evaluación 1	62	159	100	96
7	Sebastián Duran	Evaluación 1	63	127	110	106
1	Nicolás Gómez	Evaluación 2	65	125	103	97
2	Ignacio Ahumada	Evaluación 2	92	128	110	99
3	Francisco Arriagada	Evaluación 2	62	116	99	93
4	Bastían Lazo	Evaluación 2	62	175	120	102
5	Luis Lloyd	Evaluación 2	70	110	98	85
6	Leonardo Fernández	Evaluación 2	65	160	110	102
7	Sebastián Duran	Evaluación 2	63	124	103	100

Variabilidad Frecuencia Cardiaca Reposo						
PNN50	HF %	HF n.u	LF %	LF n.u	LF/HF	SDNN
7,3016	11,191	18,234	50,155	81,72	4,4818	59,48
39,542	22,586	54,457	18,884	45,532	0,8361	91,56
41,875	25,859	38,003	42,182	61,991	1,6312	80,473
6,1947	33,691	47,185	37,618	52,684	1,1165	54,626
38,109	18,284	50,516	17,618	48,676	0,96359	89,343
0,1976	1,1851	6,3794	17,373	93,521	14,66	33,239
6,4567	12,456	25,989	25,67	70,506	1,987	45,789
13,678	16,767	33,871	32,675	66,008	1,9488	56,253
0,4357	18,06	29,265	43,631	70,702	2,4159	26,119
47,588	25,894	63,663	14,765	36,299	0,57018	114,83
0,4651	26,619	55,706	20,795	43,518	0,7812	39,28
65,798	41,322	58,21	29,644	41,759	0,71739	75,073
51,373	28,985	58,902	20,222	41,095	0,69769	96,823
5,3797	10,14	27,924	26,17	72,066	2,5807	46,778

Variabilidad Frecuencia Cardiaca Post ejercicio							VO2	
PNN50	HF %	HF n.u	LF %	LF n.u	LF/HF	SDNN	L/min	ml/min/kg
0	2,6843	7,1349	34,922	92,822	13,01	31,29	4,66	69
0	7,7985	10,684	65,184	89,304	8,3585	11,935	3,56	65
0	1,0574	24,309	32,906	75,65	3,112	15,189	4,14	65
0	2,751	6,7407	38,057	93,249	1,3834	44,242	4,06	60
2,4331	3,8956	50,229	38,481	49,616	0,9878	71,09	4,86	67
0	6,1234	8,5757	39,098	78,9	7,0986	16,767	3,81	68
0	7,7985	10,684	65,184	89,304	8,3585	11,935	4,68	64
0	3,147	6,7385	43,523	93,195	1,383	8,9527	4,64	69
0	5,2181	8,9105	53,331	91,07	10,221	18,699	3,26	59
0	1,8801	9,5111	17,87	90,402	9,5049	17,745	3,88	62
0,5386	33,75	45,836	21,593	37,334	0,5432	10,533	3,5	58
0	7,0749	9,3657	68,39	90,534	9,6666	26,885	4,8	69
0	36,75	61,836	22,593	38,016	0,61478	12,353	3,8	67
0	9,7271	20,802	36,935	78,989	3,7971	10,947	4,51	62

N°	Sujeto			Frecuencia Cardiaca		
				Reposo	Min 1	Min 11
1	Pedro Peralta	Evaluación 1	63	120	104	101
2	Gabriel Peralta	Evaluación 1	75	132	110	106
3	Stefano Simonetti	Evaluación 1	79	126	106	103
4	Sebastián Villa	Evaluación 1	63	116	99	96
5	Javier calderón	Evaluación 1	66	125	110	104
6	Pablo Marioni	Evaluación 1	80	132	110	101
7	Víctor Berrios	Evaluación 1	73	136	115	110
1	Pedro Peralta	Evaluación 2	64	121	99	98
2	Gabriel Peralta	Evaluación 2	81	128	110	107
3	Stefano Simonetti	Evaluación 2	86	127	108	106
4	Sebastián Villa	Evaluación 2	53	120	103	99
5	Javier Calderón	Evaluación 2	57	140	122	109
6	Pablo Marioni	Evaluación 2	75	135	114	102
7	Víctor Berrios	Evaluación 2	66	135	120	114

Variabilidad Frecuencia Cardiaca Reposo						
PNN50	HF %	HF n.u	LF %	LF n.u	LF/HF	SDNN
3,3175	99,125	28,963	24,307	71,022	2,4521	53,862
7,3016	11,191	18,234	50,155	81,72	4,4818	59,48
17,493	33,934	43,829	43,456	56,127	1,2806	51,955
28,467	24,613	46,415	28,382	53,522	1,1531	102,42
65,798	41,322	58,21	29,644	41,759	0,71739	75,073
0,46512	26,619	55,706	20,795	43,518	0,7812	39,28
14,224	13,833	36,507	24,023	63,402	1,7367	65,679
3,205	24,511	44,912	24,978	70,324	1,435	33,175
13,184	17,003	39,015	26,558	60,94	1,5619	73,699
0,46512	10,192	19,633	41,718	80,361	4,0932	32,798
11,278	30,856	46,484	35,441	53,392	1,1486	41,634
48,736	25,77	45,745	30,534	54,203	1,1849	95,244
49,819	25,902	45,846	30,569	54,107	1,1802	96,161
33,837	23,231	32,068	49,212	67,931	2,1184	78,482



Variabilidad Frecuencia Cardiaca Post ejercicio							VO2	
PNN50	HF %	HF n.u	LF %	LF n.u	LF/HF	SDNN	L/min	ml/min/kg
0	3,3336	83,143	0,5441	13,57	0,16322	7,9131	3,83	48
0	2,6237	7,0365	34,648	92,921	13,205	31,552	3,34	47
0	1,772	4,0955	41,491	95,896	23,415	18,569	3,53	37
0	9,2167	25,058	27,488	74,734	2,9824	24,352	3,74	53
0	9,1238	24,839	27,532	74,956	3,0176	24,28	4,12	55
0	0,31579	0,70606	38,129	85,19	12,415	15,183	4,1	51
0	1,2832	5,7405	21,067	94,249	16,418	22,744	3,35	39
0	3,0902	8,6734	32,474	91,147	10,509	15,957	3,91	50
0	0,66613	7,8207	7,8386	92,028	11,767	43,503	3,41	47
0	2,8316	8,335	31,132	91,64	10,995	15,648	3,93	41
0	1,8801	9,5111	17,87	90,402	9,5049	17,745	3,78	52
0	1,9987	21,048	7,4436	78,386	3,7242	11,773	4,7	56
0	0,31815	0,80461	39,221	99,192	12,328	12,198	4,28	53
0	1,2113	21,575	44,027	78,42	3,6347	16,417	2,79	32