



Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación

Facultad de Artes y Educación Física

Departamento de Kinesiología

Efectos de la Terapia Laser en el rendimiento físico posterior a un protocolo de sobrecarga en estudiantes de la Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación

(Proyecto MYS, aprobado y financiado por la Dirección de Investigación de la Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación).

Tesis para optar al grado académico de Licenciado en Kinesiología.

AUTORES:

Sebastian Blásquez Medina

Ignacio Calderón Rodríguez

PROFESOR GUIA:

Klgo. Mauricio Venegas De la Paz

Santiago de Chile, Septiembre 2018



Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación

Facultad de Artes y Educación Física

Departamento de Kinesiología

Efectos de la Terapia Laser en el rendimiento físico posterior a un protocolo de sobrecarga en estudiantes de la Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación

(Proyecto MYS, aprobado y financiado por la Dirección de Investigación de la Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación).

Tesis para optar al grado académico de Licenciado en Kinesiología.

AUTORES:

Sebastian Blásquez Medina

Ignacio Calderón Rodríguez

PROFESOR GUIA:

Klgo. Mauricio Venegas De la Paz

Autorizado para

Sibumce Digital

Santiago de Chile, Septiembre 2018

2018, Blásquez, Calderón, Venegas.

Se autoriza la reproducción total o parcial de este material con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, siempre que se haga la referencia bibliográfica que acredite el presente trabajo y su autor.

Agradecimientos

En primer lugar queremos agradecer a Dios por permitirnos realizar este trabajo y poder de alguna forma contribuir en beneficio de las personas. Agradecer a nuestras familias que siempre han estado ahí para darnos apoyo y buenos consejos, especialmente durante este trabajo de “largo aliento”. Le damos también las gracias a nuestros compañeros de la UMCE, por la paciencia y la tremenda disposición para participar en nuestra investigación; a la empresa BTL, especialmente a Gonzalo Iglesias y a Valeria Gatti por facilitarnos su equipo Laser de Alta Intensidad y por toda la ayuda prestada; al Kigo Jair Burboa por la generosidad, el apoyo y la orientación durante importantes momentos en nuestro trabajo. Finalmente queremos agradecer a nuestro queridísimo profesor guía el Kigo. Mauricio Venegas, quien de manera muy comprometida nos apoyó desde el primer momento y durante todo el proceso, otorgándonos buenas ideas, orientando nuestras decisiones, realizando todo tipo de gestiones en pro de contar con las mejores condiciones posibles para llevar a cabo nuestro trabajo, además de motivarnos y ayudarnos más allá de lo que su rol como docente exige, demostrando su tremenda calidad como profesional y como persona.

Sebastián Alexis Blásquez Medina
Ignacio Roberto Calderón Rodríguez

Tabla de Contenidos

Agradecimientos	ii
Resumen.....	vi
Abstract	vii
Resumo.....	viii
1. Introducción	1
1.1 Presentación del Problema y Justificación.....	3
1.2 Pregunta de Investigación.....	4
2. Marco Teórico	5
2.1 Actividad Física y Ejercicio.....	5
2.1.1 Efectos de la actividad física.....	5
2.1.2 Niveles de Actividad Física.	6
2.1.2.1 Cuestionario Internacional de Actividad Física IPAQ.	6
2.2 Yoyo Test	8
2.3 Capacidad de Salto (Fuerza).....	8
2.4 DOMS	9
2.5 Métodos de recuperación post ejercicio	10
2.5.1 Elongaciones.....	10
2.5.2 Terapia con luz LASER.....	11
2.5.2.1 Características de la luz láser y su conformación.....	12
2.5.2.2 Tipos de láser.	13
2.5.2.3 Efectos de la Terapia con luz láser.	14
2.5.2.4 Terapia Laser de Baja Intensidad – LLLT.....	15
2.5.2.5 Terapia Laser de Alta Intensidad – HILT.....	16
3. Objetivos de Investigación	18
3.1 Objetivo General	18
3.2 Objetivos Específicos.....	18
4. Marco Metodológico.....	19
4.1 Hipótesis.....	19

4.2 Tipo de Estudio.....	19
4.3 Población.....	19
4.4 Muestra	19
4.4.1 Calculo del Tamaño Muestral.....	21
4.5 Criterios de inclusión.....	22
4.6 Criterios de exclusión	22
4.7 Variables.....	23
4.8 Proceso Experimental	23
4.9 Riesgos asociados a la investigación	25
4.10 Plan de Análisis de Datos	25
4.11 Aporte o Impacto en el área o disciplina en que se adscribe el proyecto	26
5. Resultados: Análisis e Interpretación.....	27
5.1 Resultados Basales	27
5.2 Resultados Capacidad de salto y desempeño aeróbico-anaeróbico.....	29
5.2.1 Análisis Intragrupos.....	29
5.2.2 Análisis Entre Grupos.	32
5.3 Resultados Escala Visual Análoga (EVA).....	35
5.3.1 Análisis Intragrupos.....	35
5.3.2 Análisis Entre Grupos.	36
6. Discusión	37
6.1 Rendimiento Físico	37
6.2 DOMS	40
6.3 Consideraciones Generales	41
7. Conclusiones.....	44
8. Referencias Bibliográficas	45
9. Anexos.....	54
9.1 Anexo 1: Carta de autorización de instituciones para realizar investigación con personas.	54
9.2 Anexo 2: Consentimiento informado Evaluación del Rendimiento Físico en estudiantes de la Universidad Metropolitana de las Ciencias de la Educación.	56
9.3 Anexo 3: Consentimiento informado Aplicación de un Protocolo de Sobrecarga Física en estudiantes de la Universidad Metropolitana de las Ciencias de la Educación.	58

9.4 Anexo 4: <i>Consentimiento informado Aplicación de una Sesión de Elongaciones Pasivas en estudiantes de la Universidad Metropolitana de las Ciencias de la Educación.</i>	60
9.5 Anexo 5: <i>Consentimiento informado Aplicación de Terapia Laser en estudiantes de la Universidad Metropolitana de las Ciencias de la Educación.</i>	62
9.6 Anexo 6: <i>Consentimiento informado Terapia Laser en el rendimiento físico posterior a un protocolo de sobrecarga en estudiantes de la Universidad Metropolitana de las Ciencias de la Educación.</i>	64
9.7 Anexo 7: <i>Informe de aprobación ética.</i>	66
9.8 Anexo 8: <i>Informe de seguimiento ético.</i>	69
9.9 Anexo 9: <i>Ficha participantes tesis.</i>	72
9.10 Anexo 10: <i>Planilla de registro Yo – Yo Test y Test de Salto.</i>	73
9.11 Anexo 11: <i>Planilla de registro protocolo de sobrecarga física.</i>	74
9.12 Anexo 12: <i>Escala Visual Análoga (EVA).</i>	75
9.13 Anexo 13: <i>Indicaciones participantes posterior a la investigación.</i>	75
9.14 Anexo 14: <i>Primer Cuestionario Digital (Invitación a Participantes).</i>	76
9.15 Anexo 15: <i>Segundo Cuestionario Digital (Cuestionario Internacional de Actividad Física (Versión Corta – Formato Auto administrado) y Criterios de Inclusión y Exclusión).</i>	78
9.16 Anexo 16: <i>Descripción de la prueba Yo – Yo Test de Recuperación Intermitente Niv. 1.</i>	81
9.17 Anexo 17: <i>Descripción del Test de Salto en Plataforma “DMJUMP®”.</i>	83
9.18 Anexo 18: <i>Descripción protocolo de sobrecarga física.</i>	84
9.19 Anexo 19: <i>Especificaciones técnicas BTL–6000 LASER DE ALTA INTENSIDAD 12W.</i>	85
9.20 Anexo 20: <i>Especificación de las Intervenciones Realizadas.</i>	86

Resumen

Introducción: La investigación sobre el ejercicio físico y las ciencias del movimiento es una herramienta fundamental que ha permitido mejorar el rendimiento de deportistas y la calidad de vida de las personas en general. En ambos contextos diversos factores relacionados con el ejercicio, promueven la aparición de condiciones poco favorables, como es el caso de la fatiga y el DOMS (Delayed Onset Muscle Soreness). Para contrarrestarlas se han desarrollado distintas tecnologías como es el caso de la terapia con luz láser, recomendada por la evidencia debido a sus efectos como biomodulador y facilitador de los procesos de cicatrización, resultando ser un método fisioterapéutico con un gran potencial.

Objetivo: Determinar el efecto de la terapia láser de baja y alta intensidad en el rendimiento físico en estudiantes de la Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación sometidos a un protocolo de sobrecarga física.

Metodología: Se realizó un ensayo clínico, prospectivo, randomizado ciego simple donde se valoró el efecto de la Terapia laser de baja y alta intensidad, aplicadas antes de un protocolo de sobrecarga, en el rendimiento físico y el DOMS, medidos a través de la capacidad funcional de salto en plataforma, Yo-Yo test de Recuperación intermitente nivel 1 (YYIRT-Niv.1), y Escala Visual Análoga (EVA) en estudiantes sanos. La muestra estuvo compuesta por 42 sujetos entre 18 y 30 años, con niveles de actividad física leve-moderado, aleatorizados en 3 grupos: HILT (n=14), LLLT (n=14) y FLEX (n=14).

Resultados: Se compararon y analizaron los resultados entre grupos e intragrupos del rendimiento físico y DOMS, antes y después del protocolo de sobrecarga física, evidenciando diferencias estadísticamente significativas para nivel de velocidad en YYIRT-Niv.1 ($p = 0,0499$) y EVA 96 HRS ($p = 0,0245$) en favor del grupo HILT vs el grupo FLEX.

Conclusión: La terapia laser de alta intensidad aplicada previo a un protocolo de sobrecarga física mejora de manera significativa el nivel de velocidad en YYIRT-Niv.1 y el DOMS logrando un efecto analgésico significativo a las 96 horas en estudiantes de la Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación.

PALABRAS CLAVE: Terapia laser de baja intensidad, Terapia laser de alta intensidad, Rendimiento físico, DOMS.

Abstract

Introduction: Research on physical exercise and the science of movement is a fundamental tool that has allowed the improved performance of athletes and the quality of life of people in general. In both contexts, several factors related to exercise promote the appearance of unfavorable conditions, such as fatigue and DOMS (Delayed Onset Muscle Soreness). To counteract them, different technologies have been developed, such as laser light therapy, recommended by the evidence due to its effectiveness as a biomodulator and facilitator of the healing process, thus resulting in a physiotherapeutic method with great potential.

Objective: Determinate the effect of low and high intensity laser therapy in the physical performance of students of the “Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación” that undergo a physical workout.

Methodology: A randomized, single-blind, prospective, clinical trial was conducted where assessed the effect of laser therapy of low and high intensity, applied before an overload protocol, on physical performance and DOMS, measured through of the functional jump capacity in platform, Yo-Yo Intermittent Recovery test level 1 (YYIRT-Niv.1), and Visual Analogue Scale (EVA) in healthy students. The sample was composed of 42 subjects between 18 and 30 years old, with levels of mild-moderate physical activity, randomized into 3 groups: HILT (n = 14), LLLT (n = 14) and FLEX (n = 14).

Results: Compared and analyzed the results inter-group and intra-group of physical performance and DOMS, before and after a workout protocol, demonstrating statistically significant differences for speed level in YYIRT-LV. 1 from (p = 0,0499) and EVA 96 HRS (p = 0,0245) on behalf of the HILT group vs the FLEX group.

Conclusion: The high intensity laser therapy applied before a workout protocol enhance significally the performance in the speed level of the level 1 yo-yo intermittent recovery test and the DOMS 96 hours after exercise in the students of the “Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación”.

Key words: low intensity laser therapy, high intensity laser therapy, physical performance, DOMS.

Resumo

Introdução: A pesquisa em exercício físico e ciências do movimento é uma ferramenta fundamental que melhorou o desempenho dos atletas e a qualidade de vida das pessoas em geral. Em ambos os contextos, vários fatores relacionados ao exercício promovem o aparecimento de condições desfavoráveis, como fadiga e DOMS (Delayed Onset Muscle Soreness). Para neutralizá-los, diferentes tecnologias têm sido desenvolvidas, como a terapia com laser, recomendada pelas evidências devido aos seus efeitos como biomodulador e facilitador dos processos de cicatrização, resultando em um método fisioterapêutico com grande potencial.

Objetivo: Determinar o efeito da laser-terapia de baixa e alta intensidade no desempenho físico de alunos da “Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación” submetidos a um treinamento físico.

Metodologia: Realizou-se um ensaio clínico prospectivo, randomizado, cego simple, avaliando o efeito da laserterapia de baixa e alta intensidade, aplicada antes de um protocolo de sobrecarga, no desempenho físico e na DOMS, medida pela capacidade Plataforma de salto funcional, Yo-Yo Nível de teste de Recuperação Intermitente 1 (YYIRT-Niv.1) e Escala Visual Analógica (EVA) em estudantes saudáveis. A amostra foi composta por 42 sujeitos entre 18 e 30 anos, com níveis de atividade física leve, randomizados em 3 grupos: HILT (n = 14), LLLT (n = 14) e FLEX (n = 14).

Resultados: Comparar e analisar os resultados entre - grupos e intra - grupos de desempenho físico e DOMS, antes e depois de um protocolo de treino demonstrando diferenças estatisticamente significantes para o nível de velocidade em YYIRT-LV. 1 de ($p = 0,0499$) e EVA 96 HRS ($p = 0,0245$) em nome do grupo HILT versus o grupo FLEX.

Conclusão: A laser-terapia de alta intensidade aplicada antes do protocolo de treino aumenta significativamente o desempenho no nível de velocidade do teste de recuperação intermitente nível 1 e as DOMS 96 horas após o exercício nos alunos da “Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación”.

PALAVRAS-CHAVE: laser-terapia de baixa intensidade, laser-terapia de alta intensidade, performance física, DOMS.

1. Introducción

La investigación sobre el deporte, el ejercicio físico y las ciencias del movimiento humano se han ido transformando en una herramienta fundamental que ha permitido mejorar tanto el rendimiento de deportistas, como la calidad de vida de las personas en general, ya que en ambos contextos, diversas condiciones de salud, favorecidas tanto por factores intrínsecos como extrínsecos, podrían afectar de manera negativa el desempeño habitual de las personas, mermado sus posibilidades. Debido a esto es importante que la prescripción y planificación del ejercicio físico sea realizada por un profesional capacitado para así alcanzar los objetivos planteados. Sin embargo muchas veces esto no ocurre, y se terminan generando efectos indeseados durante o después del ejercicio, especialmente cuando la práctica de actividad física es poco habitual o excede los límites de quien la realiza, haciendo que esta sea percibida de manera negativa, incluso como un agente perjudicial para el bienestar propio. Tal es el caso del Dolor muscular de inicio tardío o DOMS (Delayed Onset of Muscle Soreness), definido como una condición muscular aguda no favorable, clasificada en algunos casos como un conjunto de distensiones musculares o micro rupturas fibrilares, ocurridas debido a esfuerzos musculares extenuantes, especialmente cuando existe predominancia de trabajo excéntrico. Es sabido que dicha condición influye de manera negativa en el desempeño físico de las persona, alterando su funcionalidad y su capacidad para realizar ciertas actividades. Para contrarrestar esta condición existen diferentes métodos clínicos asociados al quehacer kinésico entre los cuales destacan los distintos agentes fisioterapéuticos utilizados principalmente con la finalidad de manejar ciertos síntomas y favorecer los procesos recuperativos. Sin embargo así como existe gran cantidad de evidencia que respalda la utilización de varios de sus métodos también hay una gran cantidad que los desacredita; como es el caso de la terapia con luz láser, que tanto en sus versión de alta como de baja intensidad, ha sido recomendada por la evidencia debido a sus efectos como biomodulador y facilitador de los procesos de cicatrización, los cuales están relacionados con su capacidad de foto activación o inhibición de procesos biológicos. A pesar de ello, como se mencionó anteriormente, no ha logrado demostrar del todo su efecto en

relación a ciertos parámetros como es el caso de algunas medidas de desempeño físico y el dolor.

A partir de esto, se decidió realizar una investigación tipo ensayo clínico prospectivo randomizado, con el objetivo de conocer el efecto de la terapia láser de alta y baja intensidad en la capacidad de salto, desempeño aeróbico-anaeróbico y dolor muscular de inicio tardío en sujetos con nivel de actividad física bajo o moderado sometidos a un protocolo de sobrecarga física.

De esta manera la presente investigación pretende ser un aporte en el campo de la fisioterapia, generando nuevas evidencias que otorguen un mayor conocimiento sobre el uso de la terapia con luz láser como método recuperativo y analgésico.

1.1 Presentación del Problema y Justificación

En la actualidad existen variados métodos fisioterapéuticos que a través de la utilización de diferentes agentes físicos favorecen los procesos recuperativos de distintos tejidos que por causas intrínsecas o extrínsecas puedan verse afectados; como es el caso del tejido muscular, óseo, capsulo ligamentoso, nervioso, entre otros; cuyo daño generalmente se traduce en importantes impedimentos que afectan de manera negativa la calidad de vida y la participación de quienes los padecen. Sin embargo a pesar de la gran cantidad de estudios que respaldan la utilización de la mayoría de dichos métodos, algunos de sus efectos terapéuticos en ciertas situaciones clínicas como la disminución del dolor, la inflamación y la aceleración de los procesos de recuperación posteriores al ejercicio aún no están completamente evidenciados. Tal es el caso de la terapia con Luz Láser (light amplification by stimulated emission of radiation), que es energía electromagnética en o cerca del rango visible del espectro de luz, la cual ha sido utilizada ampliamente en el ámbito de la fisioterapia debido a su acción como foto estimulador de la función celular. En la actualidad cuenta con dos modalidades de aplicación, la Terapia Laser de Baja intensidad y la Terapia Laser de Alta intensidad cuyo límite entre ambas se encuentra alrededor de los 700mW y 1W de potencia, ambas con similares efectos en materia de manejo del dolor y regeneración de tejidos. Sin embargo a pesar de sus reconocidos beneficios no ha logrado demostrar su efectividad sobre algunos parámetros clínicos y fisiológicos específicos, como es el caso del rendimiento físico en ciertas pruebas, y el DOMS (Delayed Onset Muscular Soreness), una condición muscular aguda que comúnmente se manifiesta durante las horas posteriores a un esfuerzo muscular extenuante, caracterizada por un conjunto de signos y síntomas entre los que se destacan dolor y sensibilidad musculo tendinosa que puede permanecer entre cinco y siete días, alcanzando su pico máximo entre las 24 y 72 horas posteriores al ejercicio. Es por ello que esta investigación busca analizar los efectos de la Terapia Laser de baja y alta intensidad sobre dichos parámetros.

1.2 Pregunta de Investigación

¿Cuál es el efecto de Terapia Laser de Baja y Alta Intensidad en el rendimiento físico y DOMS, medidos a través de capacidad funcional de salto en plataforma, Yo-Yo Test de Recuperación Intermitente Niv.1 y Escala Visual Análoga posterior a un protocolo de sobrecarga física en estudiantes de la Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación?

2. Marco Teórico

2.1 Actividad Física y Ejercicio

La bibliografía científica relacionada con el estudio del movimiento humano y la actividad física muestra los distintos efectos y cambios que se producen en el organismo al realizar dicha actividad o bien si se practica algún ejercicio físico determinado, efectos agudos o perdurables en el tiempo que resultan ser favorables para la salud de las personas, y efectos que pueden llegar a ser nocivos si esta actividad o ejercicio se realiza de manera incorrecta (López & Fernández, 2008).

Existen diferentes fuentes y autores que conceptualizan la actividad física en términos de acciones que implican un gasto energético mayor al basal, efectuado por el sistema musculoesquelético involucrado en movimientos globales que realiza el cuerpo (López & Fernández, 2008; Martínez, 2007). Así también el concepto de ejercicio físico el cual hace mención a una tarea planificada, estructurada y con objetivos, lo que resulta ser más específico que una actividad propiamente tal (López & Fernández, 2008; Martínez, 2007). Ambos conceptos resultan ser claves para comprender el comportamiento del cuerpo ante estos factores (López & Fernández, 2008; Martínez, 2007).

2.1.1 Efectos de la actividad física.

A través de la historia se han podido estudiar los efectos que provoca el ejercicio físico en la salud de las personas, ya sea a corto, mediano o largo plazo, las diferentes adaptaciones que se generan y cómo el cuerpo responde ante ello. Dentro de los efectos más estudiados se encuentran los que influyen en el sistema cardiovascular, modificando factores de riesgos, los cuales protegen al ser humano de sufrir eventos o patología de tipo cardiovascular (Martínez, 2007; Cordero, Dolores, & Galve, 2014). El ejercicio físico actúa también como agente preventivo en patologías de tipo crónicas no transmisibles, ayudando a mejorar y mantener una composición corporal más saludable, y actuando sobre los factores de riesgos que las producen, transformándose en un hábito importante a la hora de prevenir

patologías como la obesidad, hipertensión y diabetes, entre otras (Martínez, 2007; Raiman & Verdugo, 2012). Sin embargo en ciertas ocasiones y dependiendo de las características del ejercicio y de las personas que lo realizan se pueden llegar a generar cambios anormales en la morfología y estructura de una parte del cuerpo ya sea por factores internos o externos (Martínez, 2007). Estos cambios se logran evidenciar de distintas maneras, una de ellas es a través de signos y síntomas que la persona presente durante el ejercicio y posterior a esta (Martínez, 2007; Raiman & Verdugo, 2012).

2.1.2 Niveles de Actividad Física.

Para determinar niveles de actividad física, se pueden utilizar herramientas o métodos objetivos, subjetivos o a “criterio” (Echavarría & Botero, 2015). Con estas herramientas se pueden clasificar los niveles de actividad física en escalas dicotómicas (físicamente inactivo o sedentario/físicamente activo), ordinales (físicamente inactivo o sedentario/moderadamente activo/físicamente activo) o continuas (kilocalorías, METS) (Serón, Muñoz, & Lanas, 2010). La mayoría de los estudios nacionales ha calificado de sedentarios a quienes no practican actividad física al menos 30 minutos seguidos por tres veces a la semana y fuera del trabajo, es decir dicotomizando un fenómeno que es esencialmente continuo (Serón, Muñoz, & Lanas, 2010). La Organización Mundial de la Salud (OMS) establece que las personas tienen la oportunidad de mantenerse físicamente activas en cuatro sectores principales de la vida diaria: el trabajo, el transporte, las tareas domésticas y el tiempo libre o de ocio recomendando utilizar instrumentos de medición capaces de recoger información en todas estas dimensiones (Serón, Muñoz, & Lanas, 2010).

2.1.2.1 Cuestionario Internacional de Actividad Física IPAQ.

La versión corta de IPAQ es un instrumento diseñado para evaluar el nivel de actividad física en una población de adultos, se ha desarrollado y comprobado su uso en personas con un rango de edad entre 15 - 69 años, lo cual lo hace una herramienta confiable y ampliamente utilizada en investigación (Delgado, Tercedor, & Soto, 2005; Craig, Marshall, Sjostrom, Bauman, Booth, Ainsworth, et al., 2003; Mantilla, Toloza, & Gómez, 2007; Matsudo, Araújo, Marsudo, Andrade, Andrade, & Braggion, 2001; Hagströmer, Oja, &

Sjöström, 2006). Esta herramienta evalúa la actividad física realizada, a través de un detallado conjunto de áreas que incluyen: actividad física en el tiempo libre, actividades de la vida diaria, actividad física relacionada con el trabajo, actividad física relacionada con el transporte y desplazamiento, para así categorizar a sujetos en relación a la actividad física que realizan (Delgado, et al., 2005; Craig, et al., 2003; Mantilla, et al., 2007). Los resultados de este cuestionario se clasifican en tres niveles de actividad física que se proponen para clasificar poblaciones – “bajo”, “moderado” y “alto” (Delgado, et al., 2005; Craig, et al., 2003).

Categoría 1 Baja: Esta es el nivel más bajo de actividad física. Aquellos individuos que no podemos situar en los criterios de las Categorías 2 o 3 están considerados como un nivel de actividad física “baja”.

Categoría 2 Moderada: El patrón de actividad física será clasificado como “moderado” si tiene alguno de los siguientes criterios: 3 días o más de actividad física de intensidad vigorosa al menos 20 minutos por día o, 5 o más días de intensidad física moderada y/o andar al menos 30 minutos por día o, 5 o más días de cualquier combinación de andar, actividad de intensidad moderada y actividad de intensidad vigorosa sumando un mínimo total de Actividad Física de al menos 600 MET-minutos/semana.

Categoría 3 Alta: Se puede plantear una categoría etiquetada como “alta” para describir los niveles más altos de participación. Los dos criterios para clasificación en “alta” son: Actividades de intensidad vigorosa al menos 3 días por semana sumando un mínimo total de actividad física de al menos 1500 MET-minutos/semana o, 7 o más días de cualquier combinación de andar, intensidad moderada o actividades de intensidad vigorosa sumando un mínimo total de actividad física de al menos 3000 MET-minutos/semana (Delgado, et al., 2005; Craig, et al., 2003).

2.2 Yoyo Test

El Test yo-yo de recuperación intermitente (YYIRT) nace como una prueba para evaluar la capacidad de recuperación de un sujeto sometido a un ejercicio progresivamente maximal e intermitente, es una prueba funcional sencilla y válida para obtener información importante de la capacidad de un individuo para realizar ejercicio intenso y repetido, permitiendo examinar los cambios en el rendimiento creado por el danés Jens Bangsbo en el año 1994 (Bangsbo, Iaia, & Krstrup, 2008; Krstrup, Mohr, Nybo, Jensen, Nielsen, & Bangsbo, 2006). El YYIRT es una prueba muy recomendable para evaluar ejercicio de características intermitentes (capacidad aeróbica y anaeróbica) además de ser de gran utilidad en el ámbito deportivo, siendo esta una herramienta ocupada en deportistas de élite, la cual se relaciona de manera directa con los resultados y performance del sujeto (Krstrup, et al., 2006). La prueba propone un aumento progresivo de la intensidad del ejercicio presentando también 2 niveles con distintas intensidades y tiempo de duración permitiendo seleccionar el más acorde a la condición física del sujeto a evaluar. Las pruebas de YYIRT muestran una medida precisa sobre la capacidad que tiene un sujeto de realizar ejercicio intenso repetido o intermitente, permitiendo hacer una estimación indirecta (teórica) del VO2 max tomando en consideración la distancia recorrida en metros; además proporcionan una manera simple y válida de obtener información importante de un individuo para realizar ejercicio y examinar los cambios en el rendimiento (Bangsbo, et al., 2008; Delahunt, Callan, Donohoe, Melican, & Holden, 2013; Deprez, Franssen, Lenoir, Philippaerts, & Vaeyens, 2014).

2.3 Capacidad de Salto (Fuerza)

La medición de las capacidades físicas de un individuo se puede realizar a través de diferentes pruebas. Una de las capacidades físicas más conocidas es la fuerza, la cual se puede medir de diferentes modos, ya sean directos o indirectos (Maximiliano, Giacchino, & Dolce, s.f). Dentro de los métodos indirectos para la medición de fuerza en miembros inferiores en gran cantidad de estudios se ha utilizado como medida de resultado la capacidad de saltos de los sujetos por medio de distintas pruebas (Byrne, Moran, Rankin, &

Kinsella, 2010). Uno de los test más reconocidos es el Test de Bosco, el cual está compuesto por una serie de saltos (seis saltos verticales; squat jump, countermovement jump, squat jump con carga, abalakov, drop jump y saltos en 15 seg) los cuales miden la fuerza explosiva a través de la capacidad de salto (altura en centímetros) obtenida en cada serie, la que se expresa con modelos matemáticos y biomecánicos determinando el perfil del sujeto (Maximiliano, et al., s.f; Garrido & González, 2004).

2.4 DOMS

El dolor muscular de inicio tardío o DOMS (Delayed Onset of Muscle Soreness) es una condición miogénica aguda clasificada como una distensión muscular de tipo I la cual comúnmente ocurre debido a un esfuerzo muscular extenuante especialmente cuando incluye contracciones musculares excéntricas y/o cuando se realizan ejercicios poco habituales (Jones, Grancharska, & Johnson, 2017; Lewis, Ruby, & Bush Joseph, 2012; Lewis, Ruby, & Bush, 2012). Esto puede llevar a un conjunto de signos y síntomas entre los que se destacan dolor y sensibilidad músculo tendinosa, inflamación, rigidez, disminución de la fuerza y una menor funcionalidad, los cuales pueden permanecer entre cinco y siete días, alcanzando su pico máximo de intensidad entre las 24 y 72 horas posteriores al ejercicio (Jones, et al., 2017; Lewis, et al., 2012; Extremana & Tejada, 2001; Wilmore & Costill, 2004; Mizumura & Taguchi, 2016). La acumulación de ácido láctico, los espasmos musculares, el micro trauma muscular, el daño del tejido conectivo, la inflamación, y la extravasación de enzimas y electrolitos desde el interior de la fibra muscular son las seis principales teorías que intentan dilucidar los posibles mecanismos causales del DOMS (Lewis, et al., 2012; Candia, & De Paz, 2014; Cheung, Hume, & Maxwell, 2003). Sin embargo cada una de estas teorías por sí sola no ha logrado explicar de manera certera sus causas, por lo cual el consenso actual es que su etiología es multifactorial (Lewis, et al., 2012; Candia, & De Paz, 2014; Cheung, et al., 2003). De esta manera se cree que los mecanismos del DOMS se inician con las repetidas tensiones musculares, principalmente contracciones excéntricas, las cuales causan daño a nivel de los sarcómeros, específicamente cerca de las líneas Z; lo que también va acompañado de tensión excesiva en tejido conectivo cercano a las uniones miotendinosas

y alrededor del musculo (Lewis, et al., 2012; Candia, & De Paz, 2014; Cheung, et al., 2003). Posterior a esto se produce una acumulación de calcio intracelular inhibiendo la respiración celular y por ende obstaculizando la producción de ATP contribuyendo un mayor daño, lo que conduciría a un aumento del número de neutrófilos en el lugar de la lesión (Lewis, et al., 2012; Candia, & De Paz, 2014; Cheung, et al., 2003). Alrededor de las 48 horas existe un importante aumento en la producción y liberación de prostaglandinas sensibilizando a las terminaciones nerviosas (Lewis, et al., 2012; Candia, & De Paz, 2014; Cheung, et al., 2003). Además junto a la necrosis celular se produce acumulación de citoquinas, histamina, potasio y un aumento del edema, lo cual estimula los nociceptores musculares y tendinosos potenciando la sensación de dolor (Lewis, et al., 2012; Candia, & De Paz, 2014; Cheung, et al., 2003). Toda esta situación conlleva a efectos negativos en el rendimiento y el desempeño funcional de quienes lo padecen, para lo cual en la actualidad existen diversos métodos preventivos como de tratamiento que en distinto nivel han conseguido minimizar sus efectos; a pesar de ello se continua investigando en favor de conseguir mejores resultados (Lewis, et al., 2012; Candia, & De Paz, 2014; Extremiana & Tejada, 2001; Cheung, et al., 2003; Dannecker & Koltyn, 2014).

2.5 Métodos de recuperación post ejercicio

Tanto en el ámbito sanitario como deportivo existen diferentes métodos de recuperación y aceleración de los procesos regenerativos en el organismo, los cuales tienen como objetivo final la eficiente reinserción de los pacientes y deportistas a sus actividades cotidianas.

2.5.1 Elongaciones.

Ejercicios de estiramiento muscular son aquellos en los que se estiran las fibras musculares con el objetivo de incrementar la flexibilidad musculo tendinosa, mejorando el rango de movimiento o la función musculo esquelética y previniendo lesiones. A pesar de que aún exista cierta controversia respecto a los beneficios de las elongaciones, con el paso del tiempo estas se han transformado en una herramienta presente en la mayoría de los programas terapéuticos y de entrenamiento físico, tanto en atletas como en sujetos

físicamente activos, esto debido a que le han sido atribuidos variados beneficios, entre los que destacan el aumento de la temperatura muscular, aumento del rango de movimiento articular, mayor tolerancia a los estiramientos, favorecimiento de la vuelta a la calma y la recuperación posterior al ejercicio, reducción del riesgo de lesiones, mejora del rendimiento físico, y disminución del dolor muscular (Ayala, Sainz de Baranda, & Cejudo, 2012; Lund, Vestergaard-Poulsen, Kanstrup, & Sejrsen, 1998; Pacheco & García, 2010). Es así como dentro de los programas de entrenamiento la flexibilidad es considerada como parte del mismo con el propósito de favorecer el rendimiento y disminuir los riesgos de lesiones, siendo comúnmente utilizada tanto en la fase de calentamiento de la sesión como en la vuelta a la calma (Pacheco & García, 2010). Es importante tener en consideración que según el objetivo que se tenga existen diferentes tipos de estiramientos donde se destaca el “estiramiento estático pasivo” en el cual con la ayuda de una fuerza externa el músculo es estirado manteniendo dicha elongación entre 10 y 30 segundos, idealmente en una posición cómoda para el sujeto (Pacheco & García, 2010; Hüter-Becker, Schewe, & Heipertz, 2005). Este tipo de estiramientos son recomendados tanto para aumentar el rango de movimiento articular como para ser aplicados una vez terminada la sesión, posterior a un enfriamiento activo; favoreciendo así la disminución de la congestión muscular, el hipertono y la rigidez post esfuerzo causadas por la acumulación de sustancias de desecho (Pacheco & García, 2010; Hüter-Becker, et al., 2005).

2.5.2 Terapia con luz LASER.

En el ámbito sanitario el empleo terapéutico de la luz, forma parte del grupo de los Agentes Electromagnéticos (Corrientes Electromagnéticas y Campos Electromagnéticos), el cual tiene la capacidad de generar diversos efectos clínicos beneficiosos para el organismo (Martín, 2008 [a] ; Cameron, 2014 [a]). En este contexto se cuenta con un amplio espectro de radiaciones electromagnéticas conocidas, que se pueden clasificar según su longitud de onda, o de manera inversamente proporcional, según su frecuencia (Hz), yendo en orden creciente desde las ondas cortas, microondas, radiación IR, luz visible y radiación UV, hasta las de mayor frecuencia como los Rayos X y Rayos Gamma; todas ellas utilizadas en distintas

situaciones según el objetivo terapéutico y sanitario (Cameron, 2014 [a]; Cameron, 2014 [b]; Martín, 2008 [b]). Para efectos de esta investigación nos referiremos a la terapia con Luz **Láser** (light amplification by stimulated emission of radiation), la cual comienza su historia en el año 1916 cuando Albert Einstein introdujo el concepto de Emisión Estimulada mejorando una teoría estadística del calor que predecía que cuando una luz atraviesa una sustancia tiene la capacidad de estimular la generación de más luz (Cameron, 2014 [b]). Sin embargo no es hasta el año 1954 cuando Arthur Schawlow y Charles Townes, de la Universidad de Columbia de Nueva York; y Nicolai Basov y Alexander Prochorov, del Instituto Lebedev de Moscú construyeron de manera simultánea el primer aparato de emisión estimulada (Cameron, 2014 [b]). Fue así como el láser de alta intensidad (Láser caliente) rápidamente fue adoptado para variadas aplicaciones médico quirúrgicas, debido a su efecto térmico capaz de destruir tejido bajo el haz del láser de manera muy precisa. Ya hacia inicios de los años setenta se comenzó a estudiar y reconocer los efectos clínicos no térmicos del láser caracterizado por la aceleración de los procesos de cicatrización tisular (Cameron, 2014 [b]; Martín, 2008 [b]; Chung, Dai, Sharma, Huang, Carroll, & Hamblin, 2012). Fue así como a partir del año 2002 la FDA comenzó a aprobar la utilización del láser de baja intensidad (Láser Frio) como herramienta de fisioterapia para el tratamiento de diversas condiciones clínicas (Cameron, 2014 [b]).

2.5.2.1 Características de la luz láser y su conformación.

La luz láser es energía electromagnética en o cerca del rango visible del espectro electromagnético, que se diferencia de los otros tipos de luz al ser monocromática (formada por luz de una sola longitud de onda), coherente (es decir, en fase; haz de luz formado sólo por fotones que se desplazan en el mismo plano) y unidireccional (o con muy poca divergencia, lo que le permite mantenerse en un área regular al salir del cabezal y en una distancia muy superior a la de la luz convencional) (Cameron, 2014 [b]; Martín, 2008 [b]). La emisión de la luz láser se puede producir principalmente de dos formas; la primera y más antigua utiliza un tubo al vacío con un extremo especular y el otro semiespecular lleno de un gas específico (He-Ne, CO₂ o Ar) al cual se le aplica energía en forma de electricidad permitiendo que el átomo alcance un estado de excitación a raíz del cual posteriormente sus

electrones liberan la energía absorbida a través de una emisión de fotones. Cuando la cantidad de fotones idénticos es suficiente esta energía electromagnética escapará por el extremo semiespecular en forma de luz láser (Cameron, 2014 [b]; Martín, 2008 [b]). La segunda, mayormente empleada en la actualidad utiliza fotodiodos (diodos semiconductores) que tienen la ventaja de ser más resistentes, pequeños y baratos (Cameron, 2014 [b]; Martín, 2008 [b]). Los fotodiodos están formados por dos capas de semiconductor compuestas por minerales distintos (As-Ga), una capa con material tipo P (cargas positivas) y la otra con material tipo N (cargas negativas) entre las cuales la corriente pasa unidireccionalmente transformando la energía a ondas electromagnéticas emitiendo fotones de distintas frecuencias que finalmente darán origen a la luz láser (Cameron, 2014 [b]; Martín, 2008 [b]).

2.5.2.2 Tipos de láser.

En el ámbito de la medicina actualmente existen gran variedad de equipos laser, es por ello que su clasificación permite estudiarlos y comprenderlos de mejor manera. Una forma de clasificarlos es en base a su rango de frecuencia (Hz) en el espectro electromagnético, donde se encuentran las radiaciones ionizantes, las cuales son capaces de producir iones y romper enlaces moleculares, por lo que comúnmente son usados en cirugía ya que debido a sus altas frecuencias logran la foto destrucción tisular mediada directamente por el grado de energía en forma de calor intenso; por otro lado encontramos las radiaciones no ionizantes, cuyo principal macro efecto es la foto activación de procesos biológicos mediante mecanismos no térmicos, debido a lo cual son utilizados comúnmente como herramienta de fisioterapia (Cameron, 2014 [b]; Martín, 2008 [b]). Otra clasificación de los láseres se basa en el nivel de Intensidad, que puede expresarse en términos de su potencia, donde encontramos los **Laser de Alta Intensidad (HILT)** y **Laser de Baja Intensidad (LLLT)**, cuyo límite entre ambos se encuentra alrededor de los 700mW y 1W de potencia que llegan al tejido (Martín, 2008 [b]). Actualmente ambos tipos de láser son utilizados en el ámbito de la fisioterapia y su principal diferencia radica en que los de alta intensidad demoran menor tiempo en entregar una cantidad de energía determinada en comparación con los de baja intensidad; sin embargo no se ha podido demostrar de manera clara si existen diferencias en

cuanto a sus efectos clínicos (Cameron, 2014 [b]), a pesar de ello algunos estudios sugieren que los efectos del láser son más intensos cuando la energía es entregada con una alta densidad de poder en un corto período de tiempo, en comparación con densidades de potencia más bajas entregadas en un mayor tiempo aplicando una misma cantidad total de energía (Cameron, 2014 [b]; Trelles, Mayayo, & Miro, 1989). Independientemente del tipo de láser utilizado sus efectos son similares y están determinados principalmente por su longitud de onda (inversamente proporcional a la frecuencia; al ser mayor indica más profundidad de penetración), frecuencia (a más alta frecuencia mayor efecto térmico) y en menor medida por su intensidad (relacionada directamente con el tiempo de aplicación del láser) (Cameron, 2014 [b]; Martín, 2008 [b]).

2.5.2.3 Efectos de la Terapia con luz láser.

La Fototerapia ha sido recomendada en rehabilitación debido a que una fuerte evidencia respalda sus efectos como biomodulador y facilitador de los procesos de cicatrización, los cuales están relacionados con su capacidad de foto activación o inhibición de procesos biológicos mediante mecanismos no térmicos a través de la generación de cambios en la función y permeabilidad de los organelos, y cambios en la conformación de las proteínas que promueven el transporte activo en la membrana celular favoreciendo la síntesis y utilización de ATP y ARN (Cameron, 2014 [b]; Martín, 2008 [b]; Chung, et al., 2012; Sánchez, 2007; Kuffler, 2016). Debido a que el láser es una luz coherente y monocromática, le permite actuar de manera muy específica sobre los denominados Cromóforos (Foto receptores biológicos), los cuales son la parte de una molécula que además de conferirle color tiene la capacidad de absorber luz y activar reacciones químicas (Cameron, 2014 [b]; Martín, 2008 [b]). De esta manera según la afinidad que exista entre la curva de absorción del tejido y las características electromagnéticas del tipo de láser utilizado se puede favorecer la unión de sustancias químicas a la membrana celular, lo cual daría el puntapié inicial para una amplia variedad de efectos estimuladores de la función celular, como aumento de la producción de colágeno (Cameron, 2014 [b]; Martín, 2008 [b]), modulación de la inflamación (Cameron, 2014 [b]; Martín, 2008 [b]; Sánchez, 2007; Kuffler, 2016), inhibición del crecimiento bacteriano (Cameron, 2014 [b]; Martín, 2008 [b]; Kuffler, 2016),

favorecimiento la vasodilatación, alteración de la velocidad de conducción y de la regeneración nerviosa (Cameron, 2014 [b]; Martín, 2008 [b]; Sánchez, 2007; Kuffler, 2016), estimulación de la capacidad de diferenciación celular según las necesidades del tejido, modulación de la neo formación de micro capilares, regulación de la información sensitiva por medio de la inhibición de la liberación de sustancia P, entre otros (Cameron, 2014 [b]; Martín, 2008 [b]; Chung, et al., 2012; Sánchez, 2007; Kuffler, 2016).

2.5.2.4 Terapia Laser de Baja Intensidad – LLLT.

Al llevar gran cantidad de años siendo utilizada como herramienta terapéutica la LLLT cuenta con una vasta cantidad de investigaciones que respaldan sus ventajas en distintas situaciones clínicas, entre las que se destaca el manejo de la inflamación (Sánchez, 2007; Kuffler, 2016), aumento de la vasodilatación (Cameron, 2014 [b]), manejo y tratamiento del dolor (Sánchez, 2007; Chow, Johnson, Lopes-Martins, & Bjordal, 2009), favorecimiento de la cicatrización tisular de partes blandas y hueso (Kuffler, 2016; Sella, do Bomfim, Machado, da Silva Morsoleto, Chohfi, & Plapler, 2015), manejo de ciertos trastornos como la artritis y artrosis (Cameron, 2014 [b]; Martín, 2008 [b]), trastornos edematosos (Sánchez, 2007), trastornos neuropáticos (Kuffler, 2016; Macías, Lomelí, Baños, Flores, Sanchez, & Miranda, 2012), trastornos dermatológicos (Wanner, Sakamoto, Avram, & Anderson, 2016; Zarei, Wikramanayake, Falto-Aizpurua, Schachner, & Jimenez, 2016), y trastornos odontológicos (Solé, Moller, & Reininger, 2012; Landaeta, Suazo, Cantín, Roa, & Zavando, 2008), entre otros (Cameron, 2014 [b]; Martín, 2008 [b]; Chung, et al., 2012; Hernández, Orellana, & González, 2008). Sin embargo algunos de sus beneficios aún no han sido completamente demostrados, tal es el caso de sus efectos sobre el DOMS y el rendimiento en el ejercicio como lo demuestra un estudio realizado por Fritsch, Dornelles, Severo-Silveira, Marques, Rosso, & Baroni (2016), en cual por medio de imágenes ultrasonográficas en cuádriceps se concluyó que la LLLT era capaz de reducir el daño muscular provocado por el ejercicio, sin embargo solo tendría un leve efecto en el DOMS y no tendría efecto sobre la disminución de la fuerza. Por su parte Nampo, Cavalheri, Ramos, & Camargo (2015) en una revisión sistemática plantean que la LLLT podría no tener un efecto importante en el tratamiento del daño muscular y el dolor inducidos por el ejercicio. En otra revisión sistemática Nampo, Cavalheri,

dos Santos, de Paula Ramos, & Camargo (2016) evaluaron el efecto de la LLLT sobre la capacidad de ejercicio concluyendo que podría tener efectos beneficiosos sobre esta, sin embargo el nivel de evidencia es limitado. Por su parte Lanferdini, Bini, Baroni, Klein, Carpes, & Vaz (2017) realizaron un estudio en ciclistas competitivos concluyendo que la LLLT puede ser utilizada como un eficiente agente ergogénico en dicha disciplina. De esta manera se evidencia una gran variabilidad en los resultados observados en las distintas investigaciones, siendo incluso muchos de ellos de poca o moderada evidencia estadística a favor de la LLLT; debido a esto muchos investigadores sugieren realizar nuevos estudios que permitan esclarecer este tema (de Souza, Borges, de Brito Macedo, & Brasileiro, 2016; Ferraresi, de Brito Oliveira, Zafalon, de Menezes Reiff, Baldissera, de Andrade Perez, et al., 2010; Jeon, Kang, Park, & Lee, 2014; Leal-Junior, Lopes-Martins, Frigo, De Marchi, Rossi, de Godoi, et al., 2010; Ferraresi, Beltrame, Fabrizzi, do Nascimento, Karsten, Francisco, et al., 2015).

2.5.2.5 Terapia Laser de Alta Intensidad – HILT.

Como se mencionó anteriormente los laser de alta potencia producen efectos similares a los de su par de baja potencia, lográndolo por medio de los mismos mecanismos de acción; incluso algunos autores plantean que dosis altas entregadas en cortos períodos de tiempo conseguirían mayores beneficios, mientras otros plantean lo contrario (Chung, et al., 2012; Trelles, et al., 1989). Sin embargo debido a que su aparición en el mundo de la fisioterapia es más reciente existe menor cantidad de evidencia que respalde sus beneficios. Un estudio de Monici, Cialdai, Ranaldi, Paoli, Boscaro, Moneti, et al. (2013) demostró que la utilización de luz láser IR de alta intensidad favorece la expresión de marcadores tempranos de diferenciación celular en mioblastos (MyoD). En otra investigación Kim, Kim, Cho, Seo, & Hwang (2013) evidenciaron los efectos anabólicos del uso de Nd:YAG laser de alta intensidad al mejorar hasta en un 45% la neo formación de hueso usando modelos animales con defecto de calota bilateral. Por su parte Karlekar, Bharati, Saxena, & Mehta (2015) en un estudio piloto demostraron la efectividad del láser de alta intensidad (Clase IV de 10 W) como parte de la técnica de Analgesia Multimodal (MMA) utilizada para disminuir el dolor en pacientes posterior a una cirugía de bypass coronario sin bomba. Por otra parte Haładaj, Pingot, & Topol (2017) compararon la efectividad analgésica y mejora de la movilidad global de la

terapia de tracción cervical con dispositivo Saunders vs HILT en pacientes con espondilosis cervical, obteniendo ambas técnicas resultados positivos similares al corto y mediano plazo, sin embargo a largo plazo la HILT se destacó alcanzando un mejor efecto terapéutico. En otro estudio Alayat, Atya, Ali, & Shosha (2014) concluyeron que la utilización de Nd:YAG laser de alta intensidad combinado con ejercicio son una terapia efectiva para el manejo del dolor de espalda crónico, disminuyendo el dolor y la discapacidad funcional de manera más prolongada. En una revisión sistemática Wyszynska & Bal-Bochenska (2018) concluyeron que la HILT es capaz de lograr mejoras en la capacidad funcional y disminución del dolor en pacientes con osteoartritis de rodilla. Por su parte De Marchi, Schmitt, Danúbia da Silva Fabro, da Silva, Sene, Tairova, et al. (2017), realizaron una comparación de tres tipos de laser terapia (laser continuo de alta intensidad, laser continuo de baja intensidad y laser pulsado de baja intensidad) en el rendimiento y la recuperación posterior al ejercicio, donde la terapia laser pulsada de baja intensidad demostró mejores resultados en todas las mediciones, a pesar de ello la terapia laser continua de alta intensidad demostró un efecto positivo en la actividad de la proteína CK comparado con el grupo placebo. De esta manera se puede observar que la HILT ha demostrado efectividad como foto estimulador de los procesos biológicos de recuperación en el organismo en ciertas condiciones, sin embargo la evidencia sugiere continuar investigando sus efectos especialmente sobre el rendimiento y la recuperación post ejercicio con el fin de mejorar las decisiones clínicas respecto a este tipo de terapia (De Marchi, et al., 2017).

3. Objetivos de Investigación

3.1 Objetivo General

Determinar el efecto de la terapia láser de baja y alta intensidad en el rendimiento físico en estudiantes de la Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación sometidos a un protocolo de sobrecarga física.

3.2 Objetivos Específicos

- Describir el rendimiento físico, a través de los resultados de la capacidad funcional de salto en plataforma y YYIRT Niv.1 posterior a un protocolo de sobrecarga física en el grupo LLLT, grupo HILT y grupo FLEX.
- Comparar entre los grupos los resultados de la capacidad funcional de salto en plataforma y YYIRT Niv.1 posterior a un protocolo de sobrecarga física.
- Comparar entre los grupos los resultados de la EVA posterior a un protocolo de sobrecarga física.

4. Marco Metodológico

4.1 Hipótesis

La Terapia Láser mejora el rendimiento físico y DOMS medidos a través de la capacidad funcional de salto en plataforma, Yo-Yo test de Recuperación Intermitente Niv.1, y Escala Visual Análoga en estudiantes de la Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación sometidos a un protocolo de sobrecarga física.

4.2 Tipo de Estudio

El estudio a realizar fue de tipo ensayo clínico prospectivo randomizado ciego simple.

4.3 Población

Adultos jóvenes sanos, de ambos sexos, dentro de la región metropolitana.

4.4 Muestra

La selección y reclutamiento de la muestra se realizó mediante cuestionario digital a través de redes sociales, el cual buscó reconocer la voluntad de participar por parte de la población, además de obtener algunos datos para posteriormente poder contactar a los sujetos (ver anexo 14). Una vez realizado dicho proceso el número total de reclutados fue de 79 personas. Posteriormente, previo a dar inicio al proceso experimental los sujetos fueron contactados a través de un segundo cuestionario digital que incluía preguntas alusivas a los criterios de inclusión y exclusión (ver anexo 15), el cual fue contestado solo por 57 personas (22 renunciaron a participar o no pudieron ser contactados); de los cuales 51 cumplían con los requerimientos de participación (6 de ellos no lo hacían). Posteriormente de los 51 sujetos que dieron inicio al proceso experimental 9 abandonaron la investigación (4 por lesión o enfermedad, y 5 por falta de disponibilidad). Los 42 restantes fueron asignados aleatoriamente a uno de los 3 grupos que finalmente estuvieron conformados por 14 sujetos

cada uno (6 mujeres y 8 hombres) los cuales completaron el proceso investigativo. (Ver Fig. 1)

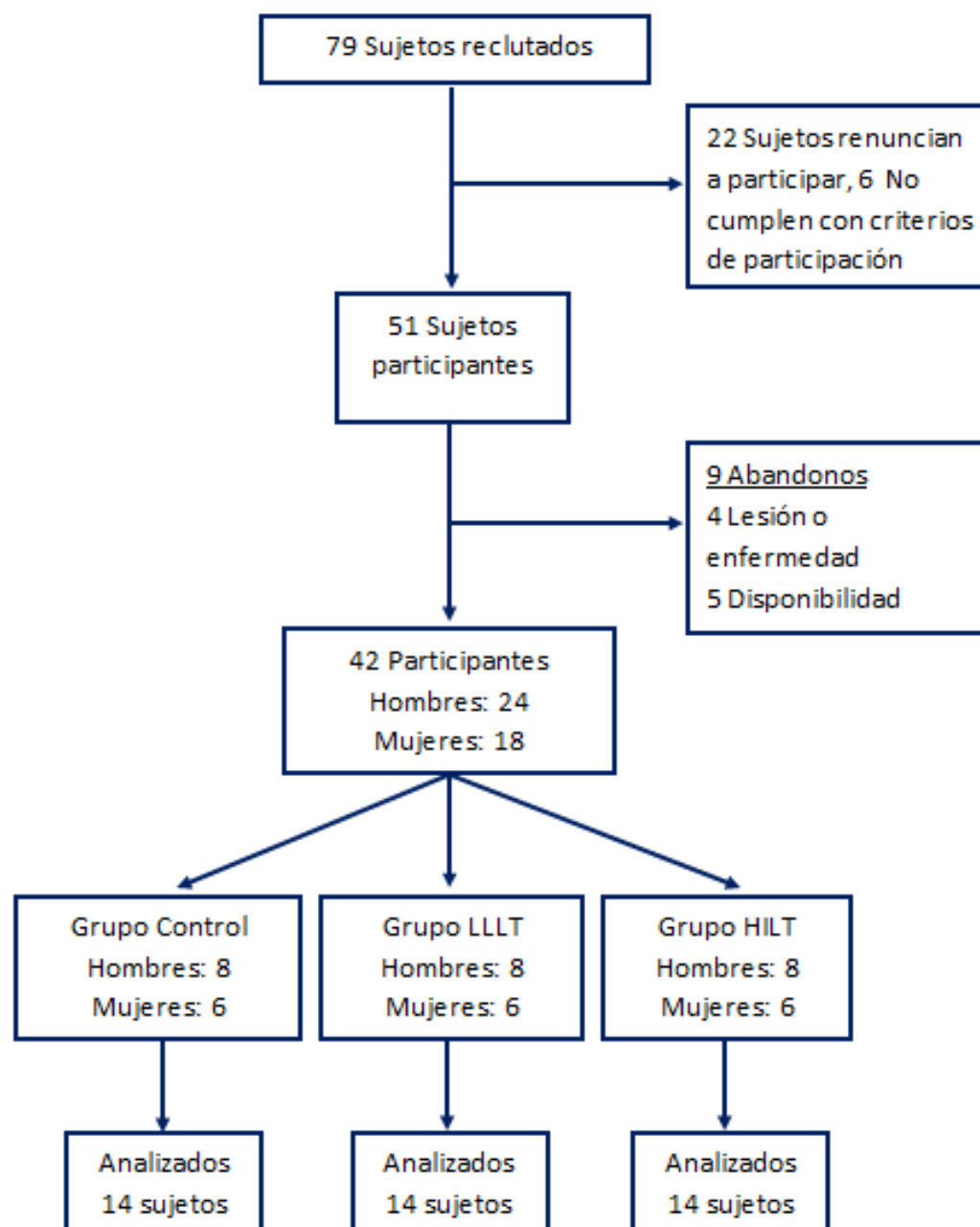


FIGURA 1. Diagrama de flujo (Consort).

Como se mencionó anteriormente la muestra estuvo compuesta por 42 estudiantes de la Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación entre 18 y 30 años, los cuales fueron sometidos a la intervención correspondiente según el grupo a cual fueron asignados (ver anexo 20):

Grupo LLLT: Previo al protocolo de sobrecarga física los sujetos fueron sometidos a una intervención con LLLT, y posterior a este con un protocolo de estiramiento de cuádriceps.

Grupo HILT: Previo al protocolo de sobrecarga física los sujetos fueron sometidos a una intervención con HILT, y posterior a este con un protocolo de estiramiento de cuádriceps.

Grupo FLEX: Posterior al protocolo de sobrecarga física los sujetos fueron sometidos a una intervención por medio de un protocolo de estiramiento de cuádriceps.

4.4.1 Calculo del Tamaño Muestral.

El tamaño muestral de la investigación fue calculado tomando como referencia el estudio realizado por Antonialli, De Marchi, Tomazoni, Vanin, dos Santos Grandinetti, de Paiva, et al. (2014), del cual se consideraron las diferencias intergrupo de 24,12 mm en la VAS a las 48 hrs entre el grupo placebo y el promedio de ambos grupos experimentales, además de considerar la desviación estándar conjunta de 6,22 mm, asumiendo una potencia estadística de un 80% y un nivel de significancia con un valor α de 5%, con lo cual se requeriría un “N” de 4 participantes por grupos, sin embargo para dar mayor potencia estadística se decidió establecer un “N” final de 14 sujetos por grupo.

4.5 Criterios de inclusión

- Ser estudiante de la UMCE
- Edad entre 18 – 30 años.
- Nivel de actividad física moderada o baja según IPAQ.
- Aceptar invitación para participar en la investigación.

4.6 Criterios de exclusión

- Participante con lesiones musculo esqueléticas actual o reintegrándose al deporte hace menos de 2 semanas
- Presentar dolor de cualquier tipo que afecte el rendimiento durante prueba.
- Presentar cirugías en MMII durante los 2 años previos.
- Estar embarazada.
- Consumir AINES.
- Haber realizado actividad física intensa 72 horas antes del protocolo.

4.7 Variables

VARIABLE	TIPO DE VARIABLE	ESCALA DE MEDICION	DEFINICION OPERACIONAL
Edad	Cuantitativa	Discreta	Tiempo transcurrido a partir del nacimiento de un individuo. Expresado en años.
Peso	Cuantitativa	Continua	Masa del sujeto, se mide en Kilos
Talla	Cuantitativa	Continua	Altura del sujeto, se mide en metros.
IMC	Cuantitativa	Continua	Índice que relaciona el Peso con la Altura, es una variable confundente. Se mide en kg/m^2
Nivel de Actividad física	Cualitativa	Ordinal	Se mide en categorías.
Distancia recorrida	Cuantitativa	Ordinal	Distancia en metros
Capacidad funcional de salto	Cuantitativa	Continua	Acción motriz que expresa potencial físico y mental. Resultado expresado como Altura en centímetros.
EVA	Cuantitativa	Ordinal	Numérica continua

4.8 Proceso Experimental

Posterior al proceso de selección, reclutamiento y aleatorización de la muestra, los sujetos fueron siendo contactados y citados según disponibilidad de los mismos. Antes de dar inicio a la intervención cada participante firmó los consentimientos informados (ver anexos 2 - 6), para luego llevar a cabo el registro de sus antecedentes personales y antropométricos generales en una ficha codificada (ver anexo 9). El proceso experimental comenzó con la evaluación del rendimiento físico basal de todos los participantes de la investigación a través de la medición de su capacidad funcional de salto en plataforma (ver anexo 17) y el Yo – Yo Test de Recuperación Intermitente Nivel 1 (YYIRT Niv.1) (ver anexo 16). Posteriormente dentro de los 3 a 5 días siguientes los sujetos fueron sometidos a un protocolo estandarizado de sobrecarga física (ver anexo 18), recibiendo además la intervención correspondiente

según el grupo al cual fueron asignados aleatoriamente (LLLT, HILT o FLEX). Luego a las 48hrs; y al 5°, ó 6°, ó 7° día posterior al protocolo de sobrecarga los participantes fueron sometidos respectivamente a una segunda y tercera evaluación de su rendimiento físico a través de las mismas pruebas realizadas en la evaluación basal. Finalmente se midió el DOMS con la escala visual análoga (EVA) previo al protocolo de sobrecarga, inmediatamente posterior a este y durante los 8 días siguientes. (Ver Fig. 2)

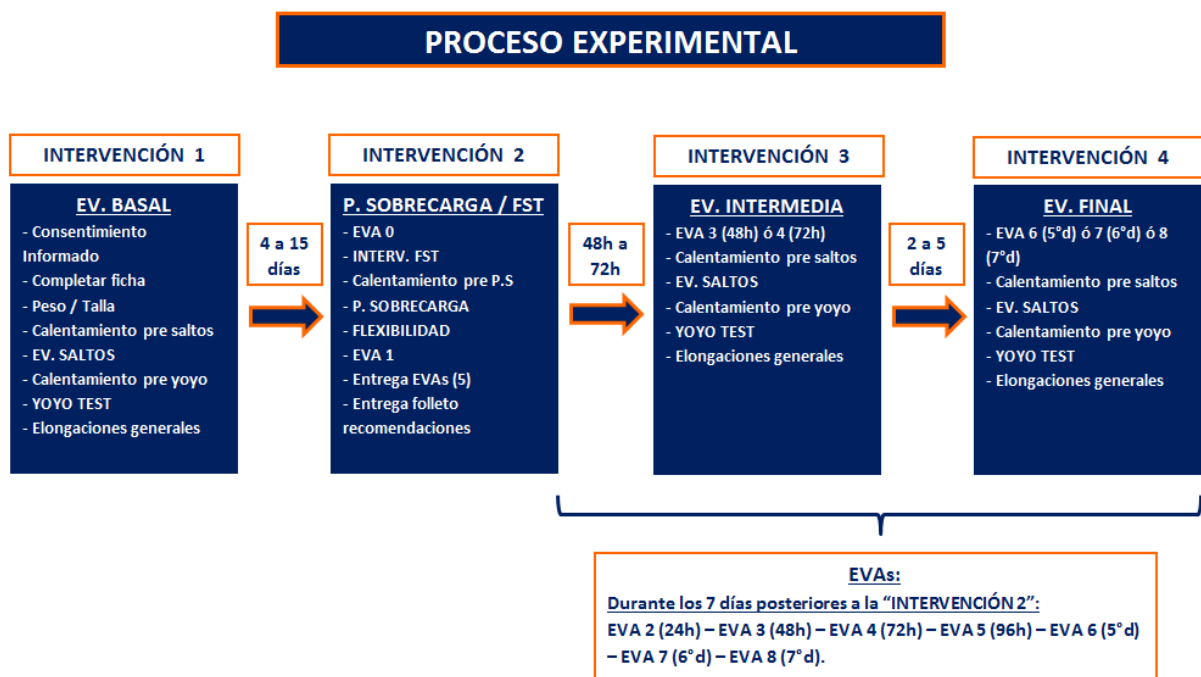


FIGURA 2. Esquema del proceso experimental.

4.9 Riesgos asociados a la investigación

Es importante destacar que la evidencia científica no ha reportado riesgos por el uso de la terapia Laser de baja intensidad, la terapia Laser de alta intensidad, ni con los programas de estiramientos, tal como lo demuestran investigaciones actualizadas como las de Fritsch, et al. (2016); Bohajar, Vaquero, Espejo, & López (2015); Vanin, De Marchi, Tomazoni, Tairova, Leão, de Tarso, et al. (2016) [a]; y Vanin, Miranda, Machado, de Paiva, Albuquerque-Pontes, Casalechi, et al. (2016) [b], las cuales han utilizado al menos una de dichas intervenciones reportando efectos beneficios asociados a su utilización, y en ninguno de los casos riesgos o efectos adversos; de esta manera podemos garantizar con bases científicas la seguridad de los participantes. Sin embargo ante cualquier eventualidad no reportada por la evidencia científica en la que se pueda ver afectada de manera indeseada la salud de los participantes contamos con una enfermería y un centro de salud dentro de la universidad con los más altos estándares de calidad atendidos por profesionales totalmente capacitados de tal manera de garantizar su seguridad y bien estar.

4.10 Plan de Análisis de Datos

Los datos fueron tabulados y ordenados en una tabla del software Microsoft Excel. El nivel de significancia fue del 0,05 y se utilizó el software Graph Pad 5.0 para analizar y graficar datos.

1) Para realizar el análisis se debió determinar si los datos distribuyen normal o no, por medio de la prueba de D'Agostino y Pearson.

2) Para comparar los resultados obtenidos intra grupos en función del tiempo de evaluación y para el análisis inferencial entre grupos se utilizó la prueba Anova de una vía para medidas repetidas. En el caso de que no distribuyeran normal se utilizaría la prueba Kruskal Wallis.

Para determinar las diferencias entre grupos específicos se utilizó las pruebas post hoc de Bonferroni para Anova de medidas repetidas y Dunn Test para Kruskal Wallis

Se trabajó con un nivel de confianza del 95% y un nivel de error del 5%.

4.11 Aporte o Impacto en el área o disciplina en que se adscribe el proyecto

En el ámbito deportivo y sanitario existen variados métodos y técnicas que permiten favorecer los procesos recuperativos de los sujetos que lo requieran. Debido a la amplia evidencia que respalda su aplicación, resultan ser cada vez más empleados en la práctica diaria dentro de múltiples disciplinas. Sin embargo algunos de sus efectos no han logrado ser totalmente demostrados. Es por ello que la presente investigación pretende aportar mayor conocimiento en el campo de la fisioterapia, otorgando nuevas evidencias que respalden los beneficios de los métodos terapéuticos, como es el caso de la Terapia Láser, que no ha logrado establecer una relación directa entre su aplicación y los efectos positivos que podría provocar en el rendimiento físico y las molestias posteriores al ejercicios (DOMS).

5. Resultados: Análisis e Interpretación

5.1 Resultados Basales

TABLA 1. Comparación de las características generales de la muestra entre grupos.

VARIABLE	HILT	FLEX	LLT	P
Edad (Años)	23,29 +/- 1,97	23,64 +/-2,43	22,93 +/-1,41	P=0,7944**
Sexo, n (%)				
Femenino	6(42,86)	6(42,86)	6(42,86)	p >0,05***
Masculino	8(57,14)	8(57,14)	8(57,14)	
Nivel actividad física (IPAQ), n (%)				
Bajo	6(42,86)	1(7,14)	2(14,29)	p = 0,0513***
Moderado	8(57,14)	13(92,86)	12(85,71)	
Estado nutricional, n (%)				
Normopeso	10(71,43)	8(57,14)	11(78,57)	p = 0,42***
Sobrepeso	3(21,43)	6(42,86)	2(14,29)	
Obesidad tipo 1	1(7,14)		1(7,14)	
Peso (kg)	64,9 +/- 10,97	70,49 +/- 9,45	70,52 +/- 14,12	p = 0,39*
Altura (m)	1,66 +/- 0,07	1,69 +/-0,07	1,67 +/- 0,08	P= 0,4647*
IMC (kg/m²)	23,44 +/- 3,00	24,38 +/-2,31	24,9 +/- 3,37	p = 0,25**

* ANOVA test
 ** Kruskal – Wallis
 *** Chi – square

En la TABLA 1 se presenta una comparación entre grupos de las características generales de la muestra donde se aprecia que para las variables Edad, Sexo, Nivel de actividad física (ipaq), Estado Nutricional, Peso, Altura e IMC no existen diferencias estadísticamente significativas, por lo cual se puede decir que la muestra es homogénea.

TABLA 2. Comparación entre grupos de las mediciones basales de la capacidad funcional de salto en plataforma y desempeño en YYIRT Niv.1.

VARIABLE	HILT	FLEX	LLLT	P
SALTO (cm)				
DSJ	16.80 +/- 5.50	14.67 +/- 4.52	17.80 +/- 7.27	p = 0,4902**
CMJ Bilateral.	20.13 +/- 6.30	17.15 +/- 5.16	20.55 +/- 7.08	p = 0,3821*
CMJ izq.	8.06 +/- 2.99	6.45 +/- 2.44	6.53 +/- 2.92	p = 0,3169*
CMJ der.	8.50 +/- 3.08	7.49 +/- 3.68	8.29 +/- 3.40	p = 0,7574*
ABK	24.11 +/- 7.71	22.14 +/- 6.51	25.05 +/- 8.57	p = 0,6574*
YYIRT Niv.1				
Nivel Velocidad	13.22 +/- 1.36	13.04 +/- 0.96	13.65 +/- 1.41	p = 0,4776*
DISTANCIA (m)	431.42 +/- 293.17	368.57 +/- 151.44	508.57 +/- 323.60	p = 0,6735**
Veloc. (km/h)	13.96 +/- 0.63	13.89 +/- 0.44	14.21 +/- 0.69	p = 0,3928*
VO2Max (ml/Kg/min)	40.02 +/- 2.46	39.49 +/- 1.27	40.67 +/- 2.71	p = 0,6735**

* ANOVA test

** Kruskal – Wallis

En la TABLA 2 se presenta una comparación de los resultados de las mediciones basales de la capacidad funcional de salto en plataforma y Yo – Yo Test de recuperación intermitente Niv. 1 ENTRE GRUPOS, donde se puede apreciar la homogeneidad de la muestra al no existir diferencias estadísticamente significativas entre los grupos.

5.2 Resultados Capacidad de salto y desempeño aeróbico-anaeróbico

5.2.1 Análisis Intragrupos.

TABLA 3. Comparación de resultados de las mediciones basal, intermedia y final de la capacidad funcional de salto en plataforma y desempeño en YYIRT Niv.1 del grupo HILT.

VARIABLE	BASAL (0 HRS)	INTERMEDIO (48 – 72 HRS)	FINAL (5° A 7° DÍA)	P
SALTO (cm)				
DSJ	16.81 +/- 5.50	15.45 +/- 3.81	16.27 +/- 3.42	p = 0,3160*
CMJ Bilateral.	20.13 +/- 6.30	19.45 +/- 4.22	19.84 +/- 4.91	p = 0,7176*
CMJ izq.	8.06 +/- 2.99	7.14 +/- 3.02	7.83 +/- 2.84	p = 0,5324*
CMJ der.	8.50 +/- 3.08*	6.93 +/- 2.14*	7.89 +/- 2.37	p = 0,0099*
ABK	24.11 +/- 7.71	23.97 +/- 6.26	25.24 +/- 5.79	p = 0,4364*
YYIRT Niv.1				
Nivel Velocidad	13.22 +/- 1.36	13.37 +/- 1.39	13.6 +/- 1.44	p = 0,6189**
DISTANCIA (m)	431.42 +/-293.17	454.28 +/-311.26	500 +/- 338.23	p = 0,6189**
Veloc. (km/h)	13.96 +/-0.63	14.03 +/- 0.63	14.14 +/- 0.69	p = 0,7714**
VO2Max (ml/Kg/min)	40.02 +/-2.46	40.21 +/- 2.61	40.6 +/- 2.84	p = 0,6189**

* ANOVA test

** Kruskal – Wallis

En la TABLA 3 se presenta una comparación de los resultados obtenidos por el grupo HILT en las tres mediciones realizadas para la capacidad funcional de salto en plataforma y YYIRT Niv.1, donde en la prueba de salto CMJ en pierna derecha se puede observar una disminución estadísticamente significativa ($p = 0,0099$) en la altura del salto entre la medición basal e intermedia; en el resto de las mediciones no se aprecian mayores diferencias.

TABLA 4. Comparación de resultados de las mediciones basal, intermedia y final de la capacidad funcional de salto en plataforma y desempeño en YYIRT Niv.1 del grupo FLEX.

VARIABLE	BASAL (0 HRS)	INTERMEDIO (48 – 72 HRS)	FINAL (5° A 7° DÍA)	P
SALTO (cm)				
DSJ	14.67 +/-4.52	12.69 +/-6.34	14.37 +/-6.21	p = 0,2204*
CMJ Bilateral.	17.15 +/-5.16	15.56 +/-6.09	16.59 +/-5.76	p = 0,2464*
CMJ izq.	6.45 +/-2.44	5.94 +/-3.60	6.50 +/-3.41	p = 0,5185*
CMJ der.	7.49 +/-3.68	5.94 +/-3.64	6.92 +/- 3.08	p = 0,0957*
ABK	22.14 +/-6.51*	18.52 +/-7.17*	20.65 +/-7.60	p = 0,0097*
YYIRT Niv.1				
Nivel Velocidad	13.04 +/-0.96	12.6 +/-1.46*	13.21 +/-1.26*	p = 0,0091*
DISTANCIA (m)	368.57 +/-151.44	340 +/- 204.41	402.85 +/-204.84	p = 0,5094**
Veloc. (km/h)	13.89 +/-0.44	13.67 +/-0.69*	14 +/-0.62*	p = 0,0137*
VO2Max (ml/Kg/min)	39.49 +/-1.27	39.25 +/-1.71	39.78 +/-1.72	p = 0,5094**

* ANOVA test

** Kruskal – Wallis

En la TABLA 4 se presenta una comparación de los resultados obtenidos por el grupo FLEX en las tres mediciones realizadas para la capacidad funcional de salto en plataforma y YYIRT Niv.1, donde en la prueba de salto ABK se puede observar una disminución estadísticamente significativa ($p = 0,0097$) en la altura del salto al comparar la medición intermedia con la basal. Además es posible apreciar un aumento estadísticamente significativo en el Nivel de Velocidad ($p = 0,0091$) y en la Velocidad ($p = 0,0137$) alcanzados en el YYIRT Niv. 1 al comparar la medición final con la intermedia.

TABLA 5. Comparación de resultados de las mediciones basal, intermedia y final de la capacidad funcional de salto en plataforma y desempeño en YYIRT Niv.1 del grupo LLLT.

VARIABLE	BASAL (0 HRS)	INTERMEDIO (48 – 72 HRS)	FINAL (5° A 7° DÍA)	P
SALTO (cm)				
DSJ	17.80 +/-7.27*	15.61 +/-5.83*	16.63 +/-5.88	p = 0,0358*
CMJ Bilateral.	20.55 +/-7.08	18.22 +/-5.02	19.58 +/-7.33	p = 0,1233*
CMJ izq.	6.53 +/-2.92	7.08 +/-3.78	7.74 +/-2.80	p = 0,1368*
CMJ der.	8.29 +/-3.40	7.11 +/-3.20	7.72 +/-2.53	p = 0,2181*
ABK	25.05 +/-8.57	23.10 +/-6.13	23.61 +/-8.18	p = 0,3001*
YYIRT Niv.1				
Nivel Velocidad	13.65 +/-1.41	13.35 +/-1.46*	13.89 +/-1.51*	p = 0,0016*
DISTANCIA (m)	508.57 +/-323.60	468.57 +/-311.19	562.85 +/-353.78	p = 0,6014**
Veloc. (km/h)	14.21 +/-0.69*	14 +/- 0.65*,+	14.32 +/-0.72+	p = 0,0022*
VO2Max (ml/Kg/min)	40.67 +/-2.71	40.33 +/-2.61	41.12 +/-2.97	p = 0,6014**

* ANOVA test

** Kruskal – Wallis

En la TABLA 5 se presenta una comparación de los resultados obtenidos por el grupo LLLT en las tres mediciones realizadas para capacidad funcional de salto en plataforma y YYIRT Niv.1, donde en la prueba de salto DSJ se puede observar una disminución estadísticamente significativa (p = 0,0358) en la altura del salto al comparar la medición intermedia con la basal. También es posible apreciar un aumento estadísticamente significativo (p = 0,0016) en el Nivel de Velocidad alcanzado en el YYIRT Niv. 1 al comparar la medición final con la intermedia. De igual manera se observan diferencias estadísticamente significativas (p = 0,0022) al comparar las Velocidades alcanzada en las tres mediciones revelándose una disminución de dicho parámetro entre la basal y la intermedia, y un aumento entre la intermedia y la final.

5.2.2 Análisis Entre Grupos.

TABLA 6. Comparación entre grupos de resultados de la medición INTERMEDIA (48 – 72 HRS) en la capacidad funcional de salto en plataforma y desempeño en YYIRT Niv.1.

VARIABLE	HILT	FLEX	LLLT	P
SALTO (cm)				
DSJ	15.45 +/-3.81	12.69 +/-6.34	15.61 +/-5.83	p = 0,3651*
CMJ Bilateral.	19.45 +/-4.22	15.56 +/-6.09	18.22 +/-5.02	p = 0,2391*
CMJ izq.	7.14 +/-3.02	5.94 +/-3.60	7.08 +/-3.78	p = 0,6264*
CMJ der.	6.93 +/-2.14	5.94 +/-3.64	7.11 +/-3.20	p = 0,5966*
ABK	23.97 +/-6.26	18.52 +/-7.17	23.10 +/-6.13	p = 0,1387*
YYIRT Niv.1				
Nivel Velocidad	13.37 +/-1.39	12.6 +/-1.46	13.35 +/-1.46	p = 0,3736*
DISTANCIA (m)	454.28 +/-311.26	340 +/-204.41	468.57 +/-311.19	p = 0,3920**
Veloc. (km/h)	14.03 +/-0.63	13.67 +/-0.69	14 +/-0.65	p = 0,3940*
VO2Max (ml/Kg/min)	40.21 +/-2.61	39.25 +/-1.71	40.33 +/-2.61	p = 0,3920**

* ANOVA test

** Kruskal – Wallis

En la TABLA 6 se presenta una comparación entre grupos de los resultados de la medición INTERMEDIA de la capacidad funcional de salto en plataforma y Yo – Yo Test de recuperación intermitente Niv. 1, donde se puede apreciar que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los grupos.

TABLA 7. Comparación de resultados entre grupos de la medición FINAL (5° – 7° DÍA) de la capacidad funcional de salto en plataforma y desempeño en YYIRT Niv.1.

VARIABLE	HILT	FLEX	LLLT	P
SALTO (cm)				
DSJ	16.27 +/-3.42	14.37 +/-6.21	16.63 +/-5.88	p = 0,5501*
CMJ Bilateral.	19.84 +/-4.91	16.59 +/-5.76	19.58 +/-7.33	p = 0,3915*
CMJ izq.	7.83 +/-2.84	6.50 +/-3.41	7.74 +/-2.80	p = 0,4528*
CMJ der.	7.89 +/-2.37	6.92 +/-3.08	7.72 +/-2.53	p = 0,6540*
ABK	25.24 +/-5.79	20.65 +/-7.60	23.61 +/-8.18	p = 0,3345*
YYIRT Niv.1				
Nivel Velocidad	13.60 +/-1.44	13.21 +/-1.26	13.89 +/-1.51	p = 0,5665**
DISTANCIA (m)	500 +/-338.23	402.85 +/-204.84	562.85 +/-353.78	p = 0,5665**
Veloc. (km/h)	14.14 +/-0.69	14 +/-0.62	14.32 +/-0.72	p = 0,5615**
VO2Max (ml/Kg/min)	40.60 +/-2.84	39.78 +/-1.72	41.12 +/-2.97	p = 0,5665**

* ANOVA test

** Kruskal – Wallis

En la TABLA 7 se presenta una comparación entre grupos de los resultados de la medición FINAL de la capacidad funcional de salto en plataforma y Yo – Yo Test de recuperación intermitente Niv. 1, donde se puede apreciar que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los grupos.

TABLA 8. Comparación entre grupos de las diferencias de los resultados entre medición basal e intermedia para nivel de velocidad en YYIRT Niv.1.

COMPARACIÓN*	DIFERENCIA DE MEDIAS	T	RESUMEN
HILT VS FLEX	0,5929	2,794	S (P= 0,0252)
HILT VS LLLT	0,45	2,121	NS
LLL VS FLEX	-0,1429	0,6733	NS

* ANOVA test

En la TABLA 8 se presenta una comparación de las diferencias observadas entre la medición basal e intermedia en el nivel de velocidad alcanzado en la prueba YYIRT Niv.1 entre los tres grupos, donde se pueden apreciar una disminución estadísticamente significativa (P= 0.0252) del nivel de velocidad del grupo FLEX sobre el grupo HILT.

5.3 Resultados Escala Visual Análoga (EVA)

5.3.1 Análisis Intragrupos.

TABLA 9. Comparación intragrupo de los resultados de las mediciones de Escala Visual Análoga.

GRUPO	EVA 0 HRS	EVA24 HRS	EVA48 HRS	EVA72 HRS	EVA96 HRS	P
HILT	1.67 +/-1.86	3.25 +/-1.34*+	2.22 +/-1.67^	0.96 +/-0.83*	0.29 +/-0.52+^	p <0,001**
FLEX	2.44+/-2.26*+	4.44 +/-1.72*^S	4.02 +/-1.57+&%	2.56 +/-1.97^&	2.12 +/-2.05^S%	p <0,001*
LLLT	1.10+/-1.02*	3.20 +/-1.60*^	2.90 +/-2.21	1.82 +/-1.88	1.05 +/-1.67^	p<0,0019**

* ANOVA test

** Kruskal – Wallis

En la TABLA 9 se presenta una comparación intragrupo de los resultados obtenidos en las distintas mediciones de EVA posteriores al protocolo de sobrecarga, donde se puede observar que para el grupo HILT existen diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,001$) al comparar la EVA24 HRS (3.25 +/-1.34) con la EVA72 HRS (0.96 +/-0.83) y la EVA96 HRS (0.29 +/-0.52); misma situación que ocurre entre la EVA48 HRS (2.22 +/-1.67) y la EVA96 HRS (0.29 +/-0.52). Por otra parte para el grupo FLEX se observan diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,001$) al comparar la EVA 1 (2.44+/-2.26) con la EVA24 HRS (4.44 +/-1.72) y la EVA48 HRS (4.02 +/-1.57); misma situación que ocurre al comparar la EVA24 HRS (4.44 +/-1.72) con la EVA72 HRS (2.56 +/-1.97) y la EVA96 HRS (2.12 +/-2.05), y la EVA48 HRS (4.02 +/-1.57) con la EVA72 HRS (2.56 +/-1.97) y la EVA96 HRS (2.12 +/-2.05). Finalmente para el grupo LLLT se observan diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,0019$) al comparar la EVA24 HRS (3.20 +/-1.60) con la EVA 0 HRS (1.10+/-1.02) y la EVA96 HRS (1.05 +/-1.67). (Ver Fig. 3 – 5).

5.3.2 Análisis Entre Grupos.

TABLA 10. Comparación de resultados entre grupos de las mediciones de Escala Visual Análoga.

VARIABLE	HILT	FLEX	LLLT	P
EVA 0 HRS	1.67 +/-1.86	2.44 +/-2.26	1.10 +/-1.02	p = 0,1131*
EVA 24 HRS	3.25 +/-1.34	4.44 +/-1.72	3.20 +/-1.60	p = 0,1476*
EVA 48 HRS	2.22 +/-1.67	4.02 +/-1.57	2.90 +/-2.21	p = 0,0552**
EVA 72 HRS	0.96 +/-0.83	2.56 +/-1.97	1.82 +/-1.88	p = 0,0786*
EVA 96 HRS	0.29 +/-0.52*	2.12 +/-2.05*	1.05 +/-1.67	p = 0,0245**

* ANOVA test

** Kruskal – Wallis

En la TABLA 10 se presenta una comparación entre grupos de los resultados obtenidos en las distintas mediciones de EVA posteriores al protocolo de sobrecarga, donde se puede observar que para la medición de la EVA96 HRS existen diferencias estadísticamente significativas (p = 0,0245) entre los grupos HILT y FLEX.

6. Discusión

La investigación relacionada con las ciencias del movimiento humano ha permitido descubrir nuevos métodos y técnicas en favor de un mejor desarrollo de las distintas profesiones del área otorgando cada vez más herramientas, las cuales han permitido conseguir mejores resultados en términos de prevención y rehabilitación de lesiones, favoreciendo así el desempeño habitual y la calidad de vida de las personas. Sin embargo el camino hacia la validación y el reconocimiento de estos nuevos métodos y técnicas no es algo fácil, ya que para poder lograrlo primeramente deben ser sometidos a la rigurosidad de la investigación la cual en muchos casos deja en enterever su efectividad. Tal es el caso de la terapia con luz láser que a pesar de contar con un gran reconocimiento como biomodulador y facilitador de los procesos recuperativos no ha logrado demostrar completamente su efectividad sobre ciertas condiciones relacionadas con el desempeño físico y el dolor, tal como lo demuestran investigaciones como la de Fritsch, et al. (2016), donde si bien, imágenes ultrasonográficas en cuádriceps mostraron una disminución significativa de la respuesta inflamatoria debido al daño muscular causado por el ejercicio; el dolor muscular, medido por medio de EVA; y la fuerza, medida con contracción máxima voluntaria, no arrojaron valores significativos en favor del uso de la terapia con luz láser; situación similar a la evidenciada por Napo, et al. (2015), quienes concluyeron que la terapia laser de baja intensidad tendría una limitada efectividad en el manejo del DOMS. Debido a esto la presente investigación tuvo por objetivo determinar el efecto de la terapia láser de baja y alta intensidad en el rendimiento físico en estudiantes de la Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación sometidos a un protocolo de sobrecarga física.

6.1 Rendimiento Físico

Referente al test de salto en plataforma, los resultados obtenidos no permiten establecer conclusiones en favor de alguna de las intervenciones, ya que a pesar de que a modo general en el análisis entre grupos, tanto el láser de alta como el de baja intensidad alcanzaron mejores valores que el grupo flexibilidad, estos no fueron estadísticamente

significativos (ver tablas 6 y 7). Además en los tres grupos se apreció un comportamiento compatible con los efectos del DOMS generado por el protocolo de sobrecarga física, el cual al observar las diferencias de la medición inicial e intermedia del análisis intragrupo, se manifestó a través de disminuciones significativas dispares en la altura de los saltos entre los grupos (ver tablas 3 – 5). Tal comportamiento evidencia que la terapia con luz láser aplicada previo al ejercicio no tuvo un efecto positivo en la capacidad de salto medido en plataforma, mostrando similares resultados a los observados por Kakiyama, Malanotte, Higa, Herrero, Balbo, & Bertolini (2015), quienes concluyeron que la utilización de terapia laser de baja intensidad en musculo tríceps sural no sería eficiente en relación a la fuerza muscular en saltos verticales.

Por otra parte el análisis intragrupo de los resultados en la prueba YYIRT Niv.1 mostró que al comparar la medición basal vs la intermedia, el único grupo que debido al protocolo de sobrecarga disminuyó de manera significativa el rendimiento (Velocidad) fue el LLLT, el grupo FLEX lo hizo pero de manera no significativa, mientras que el grupo HILT fue el único en mejorar levemente su rendimiento, demostrando que el DOMS alcanzado no fue suficiente para disminuir el rendimiento del grupo (ver tablas 3 – 5). Sin embargo en el análisis entre grupos esta situación no se vio reflejada, ya que para ninguna de las mediciones se vieron diferencias estadísticamente significativas en favor de alguno de los grupos (ver tablas 6 y 7). Resultados medianamente distintos fueron encontrados en un estudio de Lanferdini, et al. (2017) en ciclistas, donde por medio de un test de esfuerzo incremental en bicicleta, se evidenció que la aplicación de terapia laser de baja intensidad aplicada con dosis de 270 J, 405 J y 135 J previo al ejercicio, fueron capaces de aumentar los tiempos de agotamientos comparado con placebo, no obstante el uso de dosis de 135 J fue la única que mostró diferencias estadísticamente significativas.

Continuando con los resultados de la prueba YYIRT Niv.1, al comparar la medición intermedia con la final el grupo FLEX y LLLT presentaron un aumento significativo del rendimiento (grupo FLEX para nivel de velocidad y velocidad; grupo LLLT solo velocidad) demostrando que en la medición final los efectos del DOMS ya habían desaparecido (ver tablas 4 y 5). Esta situación no se evidenció en el grupo HILT, debido a que en ningún

momento existió un nivel significativo de DOMS, presumiblemente debido a los efectos de la intervención, además este grupo, entre una medición y otra siempre mejoro su rendimiento aunque no de manera significativa (ver tabla 3). Al comparar la medición basal con la final se evidenció que todos los grupos mostraron una leve mejoría en el rendimiento (ver tablas 3 – 5), situación que podría ser posiblemente explicada por la familiarización de los sujetos con la prueba, ya que para varios de los participantes la medición basal del YYIRT Niv.1 fue la primera experiencia con este tipo de pruebas; ante lo cual se propone que en futuras investigaciones, previo al proceso de medición se incluya una etapa de familiarización con la prueba utilizada, tal como lo realizado por Toma, Oliveira, Renno, & Laakso (2018). No obstante, al comparar entre los grupos las diferencias de nivel de velocidad alcanzado entre la medición basal e intermedia (ver tabla 8), si aparecieron diferencias significativas a favor del grupo HILT vs el grupo FLEX, lo cual podría demostrar que la terapia laser de alta intensidad tendría un efecto significativo en el desempeño aeróbico - anaeróbico posterior al protocolo de sobrecarga física cuando es comparada con un protocolo estandarizado de elongaciones, situación que es relativamente coherente con los hallazgos encontrados por De Marchi, et al. (2017) donde tanto la terapia laser de alta como la de baja intensidad obtuvieron resultados significativos en relación a la actividad de la proteína CK comparado con un grupo placebo.

Sin embargo en consideración con la ambivalencia de los hallazgos se debe tener prudencia a la hora de plantear una conclusión, donde tal vez sería recomendable evaluar la efectividad de la terapia con luz láser en pruebas más específicas y con una mayor cantidad de variables controladas. En concordancia con lo planteado anteriormente, existen estudios en los cuales fueron utilizadas pruebas más específicas potenciadas por análisis de laboratorio que demostraron efectos positivos de la terapia laser, como en la investigación realizada por Miranda, Vanin, Tomazoni, Grandinetti, de Paiva, Machado, et al. (2016), quienes demostraron que la terapia con luz láser aplicada previo a un test de ejercicio cardiopulmonar progresivo en treadmill es capaz de aumentar la distancia recorrida, tiempo de agotamiento, mejorar la ventilación pulmonar y disminuir la sensación de disnea en sujetos sanos.

6.2 DOMS

En cuanto a la EVA, utilizada como medida de resultado para el DOMS de cuádriceps, el análisis intragrupo muestra que en todos los grupos el DOMS pico fue alcanzado a las 24hrs posteriores al protocolo de sobrecarga física, donde se aprecia que el grupo FLEX tuvo un aumento significativo a la EVA 24hrs y EVA 48hrs al compararlo con la EVA 0hrs, mientras que el grupo LLLT solo lo hizo a la EVA 24hrs (ver tabla 9). Sin embargo esta situación no ocurrió en el grupo HILT, ante lo cual se puede inferir que esta terapia sería más efectiva en el manejo del DOMS en comparación con las otras intervenciones (ver tabla 9). Dicha situación se vio medianamente reflejada en el análisis entre grupos donde únicamente se observaron diferencias estadísticamente significativas en favor del grupo HILT vs el grupo FLEX a la EVA 96hrs, además de una tendencia por parte de ambos grupos laser de presentar menores niveles de DOMS que el grupo FLEX durante todas las mediciones (ver tabla 10). En base a los mencionados hallazgos se puede inferir que tanto la terapia laser de alta como la de baja intensidad tendrían una tendencia a disminuir el DOMS en cuádriceps cuando se compara con un protocolo de elongaciones, y que la terapia laser de alta intensidad alcanzaría un efecto analgésico significativo a las 96hrs posteriores a la sobrecarga física cuando es comparada con un protocolo de elongaciones. A pesar de que los resultados muestran una mayor efectividad de la HILT, sus beneficios, y los de la terapia con luz láser en general no se logran manifestar de manera clara, mostrando cierta concordancia con observado por Nampo, et al. (2015), quienes plantean que la terapia laser de baja intensidad tendría una limitada efectividad como tratamiento para el DOMS. Hallazgos algo más consistentes fueron evidenciados por Antonialli, et al. (2014), donde por medio de la utilización de una combinación de diferentes fuentes de luz (láser y LEDs), con dosis de 30 J y 50 J, se demostró una disminución significativa del DOMS en cuádriceps medido a través de EVA entre las 24 h y 96 h posteriores al ejercicio al compararla contra placebo. Similares hallazgos fueron realizados por de Paiva, Tomazoni, Johnson, Vanin, Albuquerque-Pontes, Machado, et al. (2016), quienes concluyeron que el uso de PBMT (Terapia de Fotobiomodulación) utilizado como único tratamiento para la disminución del DOMS es mayormente efectivo que la crioterapia y una mezcla de ambos. Aparentemente la

combinación de luz con diferentes longitudes de onda tendría efectos positivos en la disminución del DOMS, dejando abierta la interrogante sobre si la utilización de laser con una longitud de onda es realmente capaz de alcanzar efectos analgésicos similares a los de una combinación de ellas.

6.3 Consideraciones Generales

Tanto los resultados de las pruebas de rendimiento como las mediciones del DOMS pueden haberse visto afectados de manera negativa ya que, a diferencia del láser de baja intensidad, donde la dosis utilizada de 60 J fue similar a la recomendada por Vanin, et al. (2016) [a], el láser de alta intensidad no cuenta una dosis establecida bien documentada en base a la cual se puedan realizar estudios que permitan dilucidar de manera clara si su utilización es realmente efectiva. Debido a esto se decidió utilizar la dosis recomendada según la guía terapéutica de laser de alta intensidad BTL, que sugiere 150 J/cm^2 , sumando una energía total de 900 J. Sin embargo es necesario realizar nuevas investigaciones que permitan establecer los parámetros óptimos para conseguir mejores resultados en materia de rendimiento físico y ejercicio.

Por otra parte este estudio solo considero una aplicación para evaluar su efecto, a pesar de lo cual en la mayoría de las mediciones se pudo apreciar una tendencia a favor de los grupos con intervención laser, debido a esto se propone que en futuras investigaciones se considere un número más elevado de intervenciones con el fin de conocer si su utilización continua a lo largo del tiempo alcanza resultados más consistentes, como los presentados por Ferrasi, et al. (2010), quienes demostraron que tras 12 semanas de entrenamiento de press pierna sumados a la utilización de laser terapia inmediatamente posterior a cada sesión de entrenamiento, se logró un aumento significativamente superior en la fuerza al alcanzado con el entrenamiento por sí solo. Así también Santamato, Solfrizzi, Panza, Tondi, Frisardi, Leggin, et al. (2009), compararon el uso de ultra sonido vs HILT tras 10 sesiones de tratamiento durante 2 semanas en pacientes con síndrome de pinzamiento subacromial, donde se observó que la HILT alcanzo una mayor disminución del dolor, y funcionalidad de hombro que el ultra sonido.

En cuanto a la elección del mejor momento para aplicar la terapia con luz láser, se decidió hacerlo previo al protocolo de sobrecarga física, tomando en consideración investigaciones como las de Leal-Junior, Vanin, Miranda, de Carvalho, Dal Corso & Bjordal (2013); Vanin, Verhagen, Barboza, Costa & Leal-Junior (2017); y Antonialli, et al. (2014), donde se observaron resultados significativamente positivos a favor del uso del láser en el rendimiento físico y el DOMS, cuando este fue utilizado previo al ejercicio. Del mismo modo Vanin, et al. (2016) [b], concluye que la aplicación de fototerapia previo al entrenamiento es capaz de producir mayores ganancias de fuerza.

Referente al método utilizado para generar DOMS en cuádriceps, se pudo apreciar que el protocolo de sobrecarga física utilizado fue efectivo, sin embargo la forma de medición de la intensidad de dicho síntoma por medio de la EVA durante las actividades cotidianas de los sujetos, en y durante los días posteriores al ejercicio pudo ser más efectiva estandarizando aún más la medición por medio de alguna acción o actividad funcional específica que involucrará gran participación de la musculatura afectada previo a cada registro del dolor, tal como lo realizado por Andrade (2016).

Otra de las consideraciones a tener en cuenta en próximas investigaciones tiene relación principalmente con la metodología y el proceso experimental, donde en pro de conseguir resultados más confiables se propone comparar la efectividad del láser contra un grupo placebo, ya que según lo planteado por Simmonds (Citado por Gupta & Verma, 2013), los ensayos controlados con placebo son el gold standard para evaluar la eficacia de nuevos tratamientos.

Para finalizar, tal como lo demuestran los resultados de esta investigación, y la evidencia presentada, aún quedan muchos aspectos por aclarar sobre el uso de la terapia con luz láser y sus distintas modalidades, en relación al ejercicio físico y sus efectos en el organismo, los cuales solo pueden ser precisados a través de nuevas investigaciones en relación a este tema. Sin embargo es clara su prometedora utilidad en variadas situaciones relacionadas con el que hacer kinésico y deportivo, donde no debemos olvidar, forma parte de una amplia gama de útiles herramientas, las cuales junto a las habilidades, el

conocimiento y al buen criterio de profesionales capacitados permiten alcanzar cada vez mejores resultados.

7. Conclusiones

En este estudio se demostró que la terapia laser de alta intensidad aplicada previo a un protocolo de sobrecarga física mejora de manera significativa el rendimiento físico medido a través de Yo – Yo Test de Recuperación Intermitente Niv. 1 en estudiantes de la Universidad Metropolitana de las Ciencias de la Educación, cuando se considera como medida de resultado el nivel de velocidad alcanzado en dicha prueba; sin embargo no logra el mismo efecto en la capacidad funcional de salto medido en plataforma.

En cuanto al efecto de la terapia laser sobre el dolor muscular de inicio tardío medido a través de Escala Visual Análoga se puede concluir que la terapia laser de alta intensidad aplicada previo a un protocolo de sobrecarga física es capaz de alcanzar un efecto analgésico estadísticamente significativo a las 96 horas posteriores al ejercicio.

Sin embargo, a pesar de que los resultados muestran cierta efectividad de la terapia laser de alta intensidad sobre los parámetros anteriormente mencionados, estos no lograron ser totalmente convincentes, por lo cual se recomienda realizar nuevas investigaciones que consideren un mayor número de aspectos, y que permitan establecer de manera clara su real efectividad en la clínica.

8. Referencias Bibliográficas

- Alayat, M., Atya, A., Ali, M., & Shosha, T. (2014). Long-term effect of high-intensity laser therapy in the treatment of patients with chronic low back pain: a randomized blinded placebo-controlled trial. *Lasers Med Sci*, 29, 1065–1073.
- Andrade, J. (2016). Efeitos da Terapia Tecar na Sensação Retardada de Desconforto Muscular no quadrícipite. (Doctoral dissertation).
- Antoniali, F., De Marchi, T., Tomazoni, S., Vanin, A., dos Santos Grandinetti, V., de Paiva, P., et al. (2014). Phototherapy in skeletal muscle performance and recovery after exercise: effect of combination of super-pulsed laser and light-emitting diodes. *Lasers Med Sci*, 29(6), 1967-76.
- Ayala, F., Sainz de Baranda, P., & Cejudo, A. (2012). El entrenamiento de la flexibilidad: técnicas de estiramiento. *Revista Andaluza de Medicina del Deporte*, 5(3), 105-112.
- Bangsbo, J., Iaia, M., & Krstrup, P. (2008). The Yo-Yo Intermittent Recovery Test: A Useful Tool for Evaluation of Physical Performance in Intermittent Sports. *Sports Medicine*. 38(1), 37-51.
- Bohajar, A., Vaquero, R., Espejo, L., & López, P. (2015). Efecto de un programa de estiramiento de la musculatura isquiosural sobre la extensibilidad isquiosural en escolares adolescentes: influencia de la distribución semanal de las sesiones. *Nutr Hosp*, 32(3), 1241-1245.
- Byrne, P., Moran, K., Rankin, P., & Kinsella, S. (2010). A Comparison of Methods used to identify Optimal Drop Height for Early Phase Adaptations in Depth Jump. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(8), 2050–2055.
- Cameron, M. (2014). Capítulo 1: Fisiología de los Agentes Físicos. En Cameron, M. (4ta Ed.), *Agentes Físicos en Rehabilitación*. (1-3). Portland, Oregon: ELSEVIER. [a]

- Cameron, M. (2014). Capítulo 15: Láseres y Luz. En Cameron, M. (4ta Ed.), *Agentes Físicos en Rehabilitación*. (283 - 306). Portland, Oregon: ELSEVIER. [b]
- Candia, R., & De Paz, J. (2014). ¿Son efectivos los antiinflamatorios no esteroideos en el tratamiento del dolor muscular tardío?. *CienciaUAT*, 9(1), 76-83.
- Cheung, K., Hume, P., & Maxwell, L. (2003). Delayed onset muscle soreness: Treatment strategies and performance factors. *Sports Med*, 33(2), 145-164.
- Chow, R., Johnson, M., Lopes-Martins, R., & Bjordal, J. (2009). Efficacy of low-level laser therapy in the management of neck pain: a systematic review and meta-analysis of randomised placebo or active-treatment controlled trials. *The Lancet*, 374, 1897–1908.
- Chung, H., Dai, T., Sharma, S., Huang, Y., Carroll, J., & Hamblin, M. (2012). The Nuts and Bolts of Low-level Laser (Light) Therapy. *Ann Biomed Eng*, 40(2), 516–533.
- Cordero, A., Dolores, M., & Galve, E. (2014). Physical Exercise and Health. *Rev Esp Cardiol.*, 9, 748–753.
- Craig, C., Marshall, A., Sjostrom, M., Bauman, A., Booth, M., Ainsworth, B., et al. (2003) International physical activity questionnaire: 12-country reliability and validity. *Med Sci Sports Exerc.*, 35, 1381-95.
- Dannecker, E., & Koltyn, K. (2014). Pain During and Within Hours After Exercise in Healthy Adults. *Sports Med*, 44, 921-942.
- De Marchi, T., Schmitt V., Danúbia da Silva Fabro, C., da Silva, L., Sene, J., Tairova, O. et al. (2017). Phototherapy for Improvement of Performance and Exercise Recovery: Comparison of 3 Commercially Available Devices. *Journal of Athletic Training*, 52(5), 429–438.
- de Paiva, P., Tomazoni, S., Johnson, D., Vanin, A., Albuquerque-Pontes, G., Machado, C., et al. (2016). Photobiomodulation therapy (PBMT) and/or cryotherapy in skeletal muscle

- restitution, what is better? A randomized, double-blinded, placebo-controlled clinical trial. *Lasers Med Sci.* 31(9):1925-1933.
- de Souza, C., Borges, D., de Brito Macedo, L., & Brasileiro, J. (2016). Low-level laser therapy reduces the fatigue index in the ankle plantar flexors of healthy subjects. *Lasers Med Sci.* 31(9), 10.1007/s10103-016-2074-9.
- Delahunt, E., Callan, L., Donohoe, J., Melican, R., & Holden, S. (2013). The yo-yo intermittent recovery test level 1 as a high intensity training tool: aerobic and anaerobic responses. *Prev. Med.* 56(5), 278–282.
- Delgado, M., Tercedor, P., & Soto, V. (2005). Traducción de las guías para el procesamiento de datos y análisis del cuestionario internacional de actividad física (IPAQ) versiones corta y larga. *GRUPO CTS 545 Actividad física, deporte y ergonomía para la calidad de vida*. Universidad de Granada.
- Deprez, D., Fransen, J., Lenoir, M., Philippaerts, R., & Vaeyens, R. (2014). The Yo-Yo intermittent recovery test level 1 is reliable in young highlevel soccer players. *Biology of Sport.* 32, 65-70.
- Echavarría, A., & Botero, S. (2015). Métodos de evaluación del Nivel de Actividad Física: Revisión de literatura. *VIREF, Revista de Educación Física*, 4, 2.
- Extremiana, M., & Tejada, I. (2001). DOMS: Dolor Muscular de Inicio Retardado. *Apunts. Medicina de L'Esport*, 136, 5-13.
- Ferraresi, C., Beltrame, T., Fabrizzi, F., do Nascimento, E., Karsten, M., Francisco, Cde O., et al. (2015). Muscular pre-conditioning using light-emitting diode therapy (LEDT) for high-intensity exercise: a randomized double-blind placebo-controlled trial with a single elite runner. *Physiother Theory Pract*, 31(5), 354–361.
- Ferraresi, C., de Brito Oliveira, T., Zafalon, L., de Menezes Reiff, R., Baldissera, V., de Andrade Perez, S., et al. (2010). Effects of low level laser therapy (808 nm) on physical strength training in humans. *Lasers Med Sci.* 26, 349–358.

- Fritsch, C., Dornelles, M., Severo-Silveira, L., Marques, V., Rosso, I., & Baroni, B. (2016). Effects of low-level laser therapy applied before or after plyometric exercise on muscle damage markers: randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *Lasers Med Sci.* 32(1), 251-251.
- Garrido, R., & González, M. (2004). *Test de Bosco. Evaluación de la potencia anaeróbica de 765 deportistas de alto nivel*. Recuperado el 11 de Julio de 2018, de <http://www.efdeportes.com/efd78/bosco.htm>
- Gupta, U., & Verma, M. (2013). Placebo in clinical trials. *Perspect Clin Res.* 4(1): 49–52.
- Hagströmer, M., Oja, P., & Sjöström, M. (2006). The International Physical Activity Questionnaire (IPAQ): A study of concurrent and construct validity. *Public Health Nutrition*, 9(6), 755-762.
- Haładaj, R., Pingot, M., & Topol, M. (2017). The Effectiveness of Cervical Spondylosis Therapy with Saunders Traction Device and High-Intensity Laser Therapy: A Randomized Controlled Trial. *Med Sci Monit*, 23, 335-342.
- Hernández, A., Orellana, A., & González, B. (2008). *La terapia láser de baja potencia en la medicina cubana*. Ciudad de La Habana, Cuba: Clínica Central "Cira García".
- Hüter-Becker, A., Schewe, H., & Heipertz, W. (2005). Ejecución adecuada del calentamiento y el enfriamiento. En Hüter-Becker, A. *La Rehabilitación en el Deporte*. (93-109). Badalona, España: Editorial Paidotribo.
- Jeon, H., Kang, S., Park, J., & Lee, H. (2014). "Effects of pulsed electromagnetic field therapy on delayed-onset muscle soreness in biceps brachii", *Physical Therapy in Sports*, 16(1), 34–9.
- Jones, G., Grancharska, K., & Johnson, M. (2017). Characterisation of Delayed Onset of Muscle Soreness (DOMS) in the hand, wrist and forearm using a finger dynamometer: A pilot study. *J Sports Med Ther*, 2, 074-080.

- Kakihata, C., Malanotte, J., Higa, J., Errero, T., Balbo, S., & Bertolini, G. (2015). Influence of low-level laser therapy on vertical jump in sedentary individuals. *Einstein*. 13(1):41-6.
- Karlekar, A., Bharati, S., Saxena, R., & Mehta, K. (2015). Assessment of feasibility and efficacy of Class IV laser therapy for postoperative pain relief in off-pump coronary artery bypass surgery patients: A pilot study. *Annals of Cardiac Anaesthesia*, 18(3), 317-22.
- Kim, K., Kim, I., Cho, T., Seo, Y., & Hwang, S. (2015). High-intensity Nd:YAG laser accelerates bone regeneration in calvarial defect models. *J Tissue Eng Regen Med*, 9(8), 943-51.
- Krustrup, P., Mohr, M., Nybo, L., Jensen, J., Nielsen, J., & Bangsbo, J. (2006). The Yo-Yo IR2 test: physiological response, reliability, and application to elite soccer. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 38(9), 1666-73.
- Kuffler, D. (2016). Photobiomodulation in promoting wound healing: a review. *Regen. Med*, 11(1), 107-22.
- Landaeta, M., Suazo, I., Cantín, M., Roa, I., & Zavando, D. (2008). Efecto de la Terapia Láser de Baja Potencia sobre el Hueso Alveolar Dañado. *Int. J. Morphol*, 26(3), 639-642.
- Lanferdini, F., Bini, R., Baroni, B., Klein, K., Carpes, F., & Vaz, M. (2017). Improvement of Performance and Reduction of Fatigue With Low-Level Laser Therapy in Competitive Cyclists. *Int J Sports Physiol Perform*. 13(1):14-22.
- Leal-Junior, E., Lopes-Martins, R., Frigo, L., De Marchi, T., Rossi, R., de Godoi, V., et al. (2010). Effects of Low – Level Laser Therapy (LLLT) in the Development of Exercise – Induced Skeletal Muscle Fatigue and Changes in Biochemical Markers Related to Post exercise Recovery. *Journal of orthopaedic sports physical therapy*, 40(8), 524–532.
- Leal-Junior, E., Vanin, A., Miranda, E., de Carvalho, P., Dal Corso, S., & Bjordal, J. (2013). Effect of phototherapy (low-level laser therapy and light-emitting diode therapy) on exercise performance and markers of exercise recovery: a systematic review with meta-analysis. *Lasers Med Sci*. 30(2):925-39.

- Lewis, P., Ruby, D., & Bush Joseph, C. (2012). Muscle Soreness and Delayed-Onset Muscle Soreness. *Clin Sports Med*, 31, 255-262.
- López, J., & Fernández, A. (2008). *Fisiología del ejercicio* (3era edición). Madrid, España: editorial Panamericana.
- Lund, H., Vestergaard-Poulsen, P., Kanstrup, I-L., & Sejrson, P. (1998). The effect of passive stretchng on delayed onset muscle soreness, and other detrimental effects following eccentric exercise. *Scand J Med Sci Sports*, 8, 216-221.
- Macías, S., Lomelí, A., Baños, T., Flores, J., Sanchez, M., & Miranda, A. (2012). Efectos del láser de baja potencia en el tratamiento de la parálisis facial periférica aguda. *Rehabilitación (Madr)*, 46(3), 187-192.
- Mantilla, C., Toloza, A., & Gómez, C. (2007). International Physical Activity Questionnaire. An adequate instrument in population physical activity monitoring. *Rev Iberoam Fisioter Kinesiol*, 10, 1.
- Martín, J. (2008). Capítulo 27: Generalidades de la fototerapia. En Martín, J. *Agentes Físicos Terapéuticos*. (417 - 423). La Habana: ECIMED. [a]
- Martín, J. (2008). Capítulo 30: Laserterapia. En Martín, J. *Agentes Físicos Terapéuticos*. (442 - 479). La Habana: ECIMED. [b]
- Martínez, J. (2007). Efecto de la actividad física en la reducción del riesgo de enfermedad cardiovascular mediante el control del peso corporal. *Rev. Costarric. Cardiol.*, 3 (9).
- Matsudo, S., Araújo, T. Marsudo, V., Andrade, D., Andrade, E. & Braggion, L. (2001). International physical activity questionnaire (IPAQ): study of validity and reability in Brazil. *Revista de Brasil, Actividade fisica & saude*, 6, 2.
- Maximiliano, G., Giacchino, D., & Dolce, P. Evaluaciones de la potencia y capacidad anaeróbica. En Maximiliano, G., (s.f), *Evaluación Fisiológica del Deportista*. (5-8). Buenos Aires: Universidad Maimónimes.

- Miranda, E., Vanin, A., Tomazoni, S., Grandinetti, V., de Paiva, P., Machado, C., et al. (2016). Using Pre-Exercise Photobiomodulation Therapy Combining Super-Pulsed Lasers and Light-Emitting Diodes to Improve Performance in Progressive Cardiopulmonary Exercise Tests. *Journal of Athletic Training*. 51(2):129–135.
- Mizumura, K., & Taguchi, T. (2016). Delayed onset muscle soreness: Involvement of neurotrophic factors. *J Physiol Sci*, 66, 43-52.
- Monici, M., Cialdai, F., Ranaldi, F., Paoli, P., Boscaro, F., Moneti, G., et al. (2013). Effect of IR laser on myoblasts: a proteomic study. *Mol. BioSyst.* 9, 1147-1161.
- Nampo, F., Cavalheri, V., dos Santos, F., de Paula Ramos, S., & Camargo, E. (2016). Low-level phototherapy to improve exercise capacity and muscle performance: a systematic review and meta-analysis. *Lasers Med Sci.* 31(9), 1957–1970.
- Nampo, F., Cavalheri, V., Ramos, Sde P., & Camargo, E. (2015). Effect of low-level phototherapy on delayed onset muscle soreness: a systematic review and meta-analysis. *Lasers Med Sci.* 31(1), 165–77.
- Pacheco, L., & García, J. (2010). Revisión Sobre la aplicación de estiramientos en el deportista sano y lesionado. *Apunts Med Esport*, 45(166), 109-125.
- Raiman, X. & Verdugo, F. (2012). Actividad física en la prevención y tratamiento de la obesidad infantil. *Rev. Med. Clin. Condes*, 3, 218-225.
- Sánchez, M. (2007). El láser de media potencia y sus aplicaciones en medicina. *Plasticidad y Restauración Neurológica*, 6, 45-53.
- Santamato, A., Solfrizzi, V., Panza, F., Tondi, G., Frisardi, V., Leggin, B., et al. (2009). Short-term Effects of High-Intensity Laser Therapy Versus Ultrasound Therapy in the Treatment of People With Subacromial Impingement Syndrome: A Randomized Clinical Trial. *Physical Therapy*. 89:643-652.

- Sella, V., do Bomfim, F., Machado, P., da Silva Morsoleto, M., Chohfi, M., & Plapler, H. (2015). Effect of low-level laser therapy on bone repair: a randomized controlled experimental study. *Lasers Med Sci*, 30(3), 1061-8.
- Serón, P., Muñoz, S., & Lanas, F. (2010). Nivel de actividad física medida a través del cuestionario internacional de actividad física en población Chilena. *Rev. méd. Chile*, 138, 10.
- Solé, P., Moller, A., & Reininger, D. (2012). Revisión Bibliográfica del uso de Laser de Baja Potencia como Tratamiento de Alteraciones del Nervio Alveolar Inferior en Osteotomía Sagital de Rama. *Int. J. Odontostomat*, 6(3), 307-311.
- Toma, R., Oliveira, M., Renno, A., & Laakso, E. (2018). Photobiomodulation (PBM) therapy at 904 nm mitigates effects of exercise-induced skeletal muscle fatigue in young women. *Lasers Med Sci*. 33(6):1197-1205.
- Trelles, MA., Mayayo, E., & Miro, L. (1989). The action of low reactive laser therapy on mast cells. *Laser Ther*, 1, 27-30.
- Vanin, A., De Marchi, T., Tomazoni, S., Tairova, O., Leaño, H., de Tarso, P., et al. (2016). Pre-Exercise Infrared Low-Level Laser Therapy (810 nm) in Skeletal Muscle Performance and Postexercise Recovery in Humans, What Is the Optimal Dose? A Randomized, Double-Blind, Placebo-Controlled Clinical Trial. *Photomedicine and Laser Surgery*, 34(10), 1-10. [a]
- Vanin, A., Miranda, E., Machado, C., de Paiva, P., Albuquerque-Pontes, G., Casalechi, H., et al. (2016). What is the best moment to apply phototherapy when associated to a strength training program? A randomized, double-blinded, placebo-controlled trial. *Lasers Med Sci*, 31(8), 1555-1564. [b]
- Vanin, A., Verhagen E., Barboza S., Costa L., & Leal-Junior E. (2017). Photobiomodulation therapy for the improvement of muscular performance and reduction of muscular

fatigue associated with exercise in healthy people: a systematic review and meta-analysis. *Lasers Med Sci.* 33(1):181-214.

Wanner, M., Sakamoto, F., Avram, M., & Anderson, R. (2016) Immediate skin responses to laser and light treatments - Warning endpoints: How to avoid side effects. *J am Acad Dermatol*, 74(5), 807–816.

Wilmore, J. & Costill, D. (2004). Capítulo 3: Adaptaciones neuromusculares al entrenamiento contra resistencia. En Wilmore, J. & Costill, D. (5ta ed), *Fisiología del esfuerzo y del deporte*. (97-98). Barcelona, España: Editorial Paidotribo.

Wyszynska, J., & Bal-Bochenska, M. (2018). Efficacy of High-Intensity Laser Therapy in Treating Knee Osteoarthritis: A First Systematic Review. *Photomedicine and Laser Surgery*, 20, 20, 1 - 11.

Zarei, M., Wikramanayake, T., Falto-Aizpurua, L., Schachner, L., & Jimenez, J. (2016). Low level laser therapy and hair regrowth: an evidence-based review. *Lasers Med Sci*, 31, 363-371.

9. Anexos

9.1 Anexo 1: *Carta de autorización de instituciones para realizar investigación con personas.*



UNIVERSIDAD METROPOLITANA
DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN
VICERRECTORÍA ACADÉMICA
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN



Fecha, 11 de julio de 2017

AUTORIZACIÓN DE INSTITUCIONES PARA REALIZACIÓN DE INVESTIGACIÓN CON PERSONAS

Yo, Verónica Vargas Sanhueza, Directora de la carrera de Kinesiología de la Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación, otorgo las facilidades correspondientes para desarrollar el presente estudio, a los investigadores de la Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación, Sebastián Blásquez e Ignacio Calderón, Investigadores Principales, y Coinvestigador Mauricio Venegas de la Paz, a realizar el estudio Efectos de la Terapia Láser en el rendimiento físico posterior a un protocolo de sobrecarga en estudiantes de la Universidad Metropolitana de las Ciencias de la Educación, en la institución que represento.

Expreso estar en conocimiento que el objetivo del estudio es "determinar el efecto de la terapia láser de baja y alta potencia en el rendimiento físico en estudiantes de la Universidad Metropolitana de las Ciencias de la Educación sometidos a un protocolo de sobrecarga física", y que para ello se requerirá realizar el test llamado "yo-yo intermittent Recovery test" YYIRT Level 1 y medir la capacidad funcional de salto mediante el tiempo de vuelo en plataforma de salto. Posteriormente dentro de los 3 a 5 días siguientes los sujetos serán asignados aleatoriamente al grupo LLLT, grupo HLLT o al grupo Flexibilidad, siendo aplicado el procedimiento correspondiente. Luego los sujetos de los tres grupos serán sometidos a un protocolo estandarizado de sobrecarga física, el cual consiste en la ejecución de diez series de diez saltos denominados Drop Jump (DJ), perteneciente al Test de Bosco, con un tiempo de descanso de un minuto entre cada serie. Posteriormente a las 48hrs y al 5° día después del protocolo de sobrecarga los participantes serán sometidos a una segunda y tercera medición de su rendimiento físico a través del YYIRT Level 1 y la capacidad funcional de salto mediante el tiempo de vuelo en plataforma de salto. Finalmente se medirá el DOMS con la escala visual análoga (EVA) una vez terminado el test, a las 24hrs, 48hrs, 72hrs y al 5° día posterior al protocolo de sobrecarga.

Las personas involucradas en el estudio serán estudiantes hombres y mujeres que presenten un nivel de actividad física moderado o bajo, que asistan a nuestra institución.

He sido informado de que los datos recogidos serán analizados en el marco de la presente investigación y que su presentación y divulgación científica será efectuada de manera que los usuarios no puedan ser individualizados. También he sido informado que los datos serán recogidos entre el mes de Agosto y Octubre del presente año y que una vez finalizado el estudio se me hará llegar una copia de los resultados.

Se me ha comunicado que toda la información que se entregue será confidencial (no será identificado el nombre de los participantes), usada únicamente para los fines de esta investigación, y estará protegida y resguardada en una oficina, bajo la custodia del Profesor guía Mauricio Venegas de la Paz de manera que solo los investigadores puedan acceder a ella.

Estoy en conocimiento de que esta investigación cuenta con aprobación Ética Científica. Para cualquier duda que se presente o si se vulneran los derechos de los participantes se puede contactar con el Comité de Ética de la Universidad de Santiago de Chile al teléfono 2-2-7180293 o al correo electrónico comitedeetica@usach.cl. También puede solicitar más información sobre la ética del proyecto en el teléfono 2-2-2412441 y en el correo electrónico evaluacion.etica@umce.cl

Campus Macul | Av. José Pedro Alessandri 774, Ñuñoa, Santiago
Teléfono: (56-2) 22412441 | Fax: (56-2) 22412699 | Correo electrónico: direccion.investigacion@umce.cl
Sitio Web <http://www.umce.cl/index.php/direccion-investigacion-comite-de-etica>



UNIVERSIDAD METROPOLITANA
DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN

VICERRECTORÍA ACADÉMICA
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN

Sin perjuicio de lo anterior, manifiesto que la institución que represento cautelará que toda la información recogida en el marco de esta investigación se utilice de acuerdo a lo señalado en la Ley 20.120 sobre Investigación Científica en el Ser Humano, Ley 20.584 sobre los Derechos de los Pacientes en Salud y en la Ley 19.628 sobre la Protección de la Vida Privada.

Declaro que he recibido un duplicado de este documento.

Firma: _____

Nombre: _____

Timbre de la Institución: _____



Campus Macul | Av. José Pedro Alessandri 774, Ñuñoa, Santiago
Teléfono: (56-2) 22412441 | Fax: (56-2) 22412699 | Correo electrónico: direccion.investigacion@umce.cl
Sitio Web <http://www.umce.cl/index.php/direccion-investigacion-comite-de-etica>

9.2 Anexo 2: Consentimiento informado Evaluación del Rendimiento Físico en estudiantes de la Universidad Metropolitana de las Ciencias de la Educación.



UNIVERSIDAD METROPOLITANA
DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN
VICERRECTORÍA ACADÉMICA
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN



CONSENTIMIENTO INFORMADO

Evaluación del Rendimiento Físico en estudiantes de la Universidad Metropolitana de las Ciencias de la Educación

Usted ha sido invitado(a) a participar en el estudio *Efectos de la Terapia Laser en el rendimiento físico posterior a un protocolo de sobrecarga en estudiantes de la Universidad Metropolitana de las Ciencias de la Educación*, a cargo de los investigadores *Sebastián Blásquez Medina* e *Ignacio Calderón Rodríguez* bajo la supervisión del profesor *Mauricio Iván Venegas De la Paz*, docente de la Universidad Metropolitana de las Ciencias de la Educación.

El objetivo principal de este trabajo es determinar el efecto de la terapia láser de baja y alta potencia en el rendimiento físico en estudiantes de la Universidad Metropolitana de las Ciencias de la Educación sometidos a un protocolo de sobrecarga física.

Si acepta participar en este estudio requerirá realizar un test llamado "yo-yo intermittent Recovery test" (YYIRT Level 1), que es una prueba progresiva máxima muy recomendable para evaluar ejercicio de características intermitentes (capacidad aeróbica y anaeróbica); y una "medición de la capacidad funcional de salto" mediante el tiempo de vuelo en plataforma de salto, las cuales tienen por objetivo evaluar el rendimiento físico. Ambas evaluaciones se realizarán de manera conjunta en tres ocasiones durante un periodo de 8 a 10 días.

Esta actividad se efectuará de manera grupal y el tiempo estipulado para su aplicación es de 60 min aproximadamente.

Es importante destacar que la evidencia científica no ha reportado riesgos por el uso de la terapia Laser de baja potencia, de alta potencia ni con los programas de estiramientos, garantizando su seguridad, sin embargo ante cualquier eventualidad en la que pueda verse perjudicado su bien estar y su salud contamos con una enfermería y un centro de salud dentro de la universidad con los más altos estándares de calidad atendidos por profesionales totalmente capacitados.

Su participación es totalmente voluntaria y podrá abandonar la investigación sin necesidad de dar ningún tipo de explicación o excusas y sin que ello signifique algún perjuicio o consecuencia para usted.

La totalidad de la información obtenida será de carácter confidencial, para lo cual los informantes serán identificados con códigos, sin que la identidad de los participantes sea requerida o escrita en la evaluación del Rendimiento Físico y durante toda la investigación.

Los datos recogidos serán analizados en el marco de la presente investigación, su presentación y difusión científica será efectuada de manera que los usuarios no puedan ser individualizados. Sus datos estarán protegidos y resguardados en una oficina, bajo la custodia del profesor guía *Mauricio Iván Venegas de la Paz*, de manera que solo los investigadores puedan acceder a ellos.

Su participación en este estudio no le reportará beneficios personales, no obstante, los resultados del trabajo constituirán un aporte al conocimiento en torno a la Kinesiología, y más específicamente al campo de la Fisioterapia, otorgando nuevas evidencias que respalden los beneficios de la utilización de agentes físicos con fines terapéuticos, como es el caso de la Terapia Laser que no ha logrado establecer una relación directa entre su aplicación y los efectos positivos que podría provocar en el rendimiento físico y las molestias posteriores al ejercicio (DOMS).

Si tiene consultas respecto de esta investigación, puede contactarse con el profesor guía responsable, (*Mauricio Iván Venegas De la Paz*) al teléfono (+56988075118 - +56227562157) o a su correo electrónico (mauricio.venegas@umce.cl).

Para cualquier duda que se presente o si se vulneran sus derechos puede contactarse con el Comité de Ética de la Universidad de Santiago de Chile al teléfono 2-27180293 o al correo electrónico comitedeetica@usach.cl. También puede solicitar más información sobre la ética del proyecto en el teléfono 2-2412441 y en el correo electrónico evaluacion.etica@umce.cl.

Campus Macul | Av. José Pedro Alessandri 774, Ñuñoa, Santiago
Teléfono: (56-2) 22412441 | Fax: (56-2) 22412699 | Correo electrónico: direccion.investigacion@umce.cl
Sitio Web <http://www.umce.cl/index.php/direccion-investigacion-comite-de-etica>



UNIVERSIDAD METROPOLITANA
DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN

VICERRECTORÍA ACADÉMICA
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN

Por medio del presente documento declaro haber sido informado de lo antes indicado, y estar en conocimiento del objetivo del estudio *Efectos de la Terapia Laser en el rendimiento físico posterior a un protocolo de sobrecarga en estudiantes de la Universidad Metropolitana de las Ciencias de la Educación.*

Manifiesto mi interés de participar en este estudio y declaro que he recibido un duplicado firmado de este documento que reitera este hecho.

Acepto participar en el presente estudio



Firma Encuestado(a)

Sebastian Blásquez M

Nombre Encuestado(a)

Ignacio Calderón R.

Fecha

Campus Macul | Av. José Pedro Alessandri 774, Ñuñoa, Santiago
Teléfono: (56-2) 22412441 | Fax: (56-2) 22412699 | Correo electrónico: direccion.investigacion@umce.cl
Sitio Web <http://www.umce.cl/index.php/direccion-investigacion-comite-de-etica>

9.3 Anexo 3: Consentimiento informado Aplicación de un Protocolo de Sobrecarga Física en estudiantes de la Universidad Metropolitana de las Ciencias de la Educación.



UNIVERSIDAD METROPOLITANA
DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN
VICERRECTORÍA ACADÉMICA
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN



CONSENTIMIENTO INFORMADO

Aplicación de un Protocolo de Sobrecarga Física en estudiantes de la Universidad Metropolitana de las Ciencias de la Educación

Usted ha sido invitado(a) a participar en el estudio **Efectos de la Terapia Láser en el rendimiento físico posterior a un protocolo de sobrecarga en estudiantes de la Universidad Metropolitana de las Ciencias de la Educación**, a cargo de los investigadores **Sebastián Blásquez Medina** e **Ignacio Calderón Rodríguez** bajo la supervisión del profesor **Mauricio Iván Venegas De la Paz**, docente de la Universidad Metropolitana de las Ciencias de la Educación.

El objetivo principal de este trabajo es determinar el efecto de la terapia láser de baja y alta potencia en el rendimiento físico en estudiantes de la Universidad Metropolitana de las Ciencias de la Educación sometidos a un protocolo de sobrecarga física.

Si acepta participar en este estudio requerirá someterse a un "Protocolo de Sobrecarga Física" el cual tiene por objetivo generar fatiga física en los participantes mediante ejercicio. Dicho protocolo será realizado solo en una ocasión, y consiste en la ejecución de diez series de diez saltos denominados Drop Jump (DJ), perteneciente al Test de Bosco, con un tiempo de descanso de un minuto entre cada serie.

Esta actividad se efectuará de manera grupal y el tiempo estipulado para su aplicación es de 20 min aproximadamente.

Es importante destacar que la evidencia científica no ha reportado riesgos por el uso de la terapia Láser de baja potencia, de alta potencia ni con los programas de estiramientos, garantizando su seguridad, sin embargo ante cualquier eventualidad en la que pueda verse perjudicado su bien estar y su salud contamos con una enfermería y un centro de salud dentro de la universidad con los más altos estándares de calidad atendidos por profesionales totalmente capacitados.

Su participación es totalmente voluntaria y podrá abandonar la investigación sin necesidad de dar ningún tipo de explicación o excusas y sin que ello signifique algún perjuicio o consecuencia para usted.

La totalidad de la información obtenida será de carácter confidencial, para lo cual los informantes serán identificados con códigos, sin que la identidad de los participantes sea requerida o escrita en la aplicación del Protocolo de Sobrecarga Física y durante toda la investigación.

Los datos recogidos serán analizados en el marco de la presente investigación, su presentación y difusión científica será efectuada de manera que los usuarios no puedan ser individualizados. Sus datos estarán protegidos y resguardados en una oficina, bajo la custodia del profesor guía **Mauricio Iván Venegas de la Paz**, de manera que solo los investigadores puedan acceder a ellos.

Su participación en este estudio no le reportará beneficios personales, no obstante, los resultados del trabajo constituirán un aporte al conocimiento en torno a la Kinesiología, y más específicamente al campo de la Fisioterapia, otorgando nuevas evidencias que respalden los beneficios de la utilización de agentes físicos con fines terapéuticos, como es el caso de la Terapia Láser que no ha logrado establecer una relación directa entre su aplicación y los efectos positivos que podría provocar en el rendimiento físico y las molestias posteriores al ejercicio (DOMS).

Si tiene consultas respecto de esta investigación, puede contactarse con el profesor guía responsable, (**Mauricio Iván Venegas De la Paz**) al teléfono (+56988075118 - +56227562157) o a su correo electrónico (mauricio.venegas@umce.cl).

Para cualquier duda que se presente o si se vulneran sus derechos puede contactarse con el Comité de Ética de la Universidad de Santiago de Chile al teléfono 2-2-7180293 o al correo electrónico comitedeetica@usach.cl. También puede solicitar más información sobre la ética del proyecto en el teléfono 2-2-2412441 y en el correo electrónico evaluacion.etica@umce.cl.

Campus Macul | Av. José Pedro Alessandri 774, Ñuñoa, Santiago
Teléfono: (56-2) 22412441 | Fax: (56-2) 22412699 | Correo electrónico: direccion.investigacion@umce.cl
Sitio Web <http://www.umce.cl/index.php/direccion-investigacion-comite-de-etica>



UNIVERSIDAD METROPOLITANA
DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN

VICERRECTORÍA ACADÉMICA
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN

Por medio del presente documento declaro haber sido informado de lo antes indicado, y estar en conocimiento del objetivo del estudio *Efectos de la Terapia Laser en el rendimiento físico posterior a un protocolo de sobrecarga en estudiantes de la Universidad Metropolitana de las Ciencias de la Educación*.

Manifiesto mi interés de participar en este estudio y declaro que he recibido un duplicado firmado de este documento que reitera este hecho.

Acepto participar en el presente estudio



Firma Encuestado(a)

Sebastian Blásquez M

Nombre Encuestado(a)

Ignacio Calderón R.

Fecha

Campus Macul | Av. José Pedro Alessandri 774, Ñuñoa, Santiago
Teléfono: (56-2) 22412441 | Fax: (56-2) 22412699 | Correo electrónico: direccion.investigacion@umce.cl
Sitio Web <http://www.umce.cl/index.php/direccion-investigacion-comite-de-etica>

9.4 Anexo 4: *Consentimiento informado Aplicación de una Sesión de Elongaciones Pasivas en estudiantes de la Universidad Metropolitana de las Ciencias de la Educación.*



UNIVERSIDAD METROPOLITANA
DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN
VICERRECTORÍA ACADÉMICA
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Aplicación de una Sesión de Elongaciones Pasivas en estudiantes de la Universidad Metropolitana de las Ciencias de la Educación

Usted ha sido invitado(a) a participar en el estudio **Efectos de la Terapia Laser en el rendimiento físico posterior a un protocolo de sobrecarga en estudiantes de la Universidad Metropolitana de las Ciencias de la Educación**, a cargo de los investigadores Sebastian Blásquez Medina e Ignacio Calderón Rodríguez bajo la supervisión del profesor Mauricio Iván Venegas De la Paz, docente de la Universidad Metropolitana de las Ciencias de la Educación.

El objetivo principal de este trabajo es determinar el efecto de la terapia láser de baja y alta potencia en el rendimiento físico en estudiantes de la Universidad Metropolitana de las Ciencias de la Educación sometidos a un protocolo de sobrecarga física.

Si acepta participar en este estudio requerirá someterse a una "Sesión de Elongaciones Pasivas" la cual tiene por objetivo favorecer el rendimiento físico. La aplicación de dicha intervención se llevará a cabo solo en una ocasión, y consiste en realizar 2 a 3 series de estiramientos de 20 a 30 segundos en la musculatura de los miembros inferiores dando especial énfasis a los extensores de rodilla ubicados en la cara anterior del muslo.

Esta actividad se efectuará de manera grupal y el tiempo estipulado para su aplicación es de 20 min aproximadamente.

Es importante destacar que la evidencia científica no ha reportado riesgos por el uso de la terapia Laser de baja potencia, de alta potencia ni con los programas de estiramientos, garantizando su seguridad, sin embargo ante cualquier eventualidad en la que pueda verse perjudicado su bien estar y su salud contamos con una enfermería y un centro de salud dentro de la universidad con los más altos estándares de calidad atendidos por profesionales totalmente capacitados.

Su participación es totalmente voluntaria y podrá abandonar la investigación sin necesidad de dar ningún tipo de explicación o excusas y sin que ello signifique algún perjuicio o consecuencia para usted.

La totalidad de la información obtenida será de carácter confidencial, para lo cual los informantes serán identificados con códigos, sin que la identidad de los participantes sea requerida o escrita en la aplicación de una Sesión de Elongaciones Pasivas y durante toda la investigación.

Los datos recogidos serán analizados en el marco de la presente investigación, su presentación y difusión científica será efectuada de manera que los usuarios no puedan ser individualizados. Sus datos estarán protegidos y resguardados en una oficina, bajo la custodia del profesor guía Mauricio Iván Venegas de la Paz, de manera que solo los investigadores puedan acceder a ellos.

Su participación en este estudio no le reportará beneficios personales, no obstante, los resultados del trabajo constituirán un aporte al conocimiento en torno a la Kinesiología, y más específicamente al campo de la Fisioterapia, otorgando nuevas evidencias que respalden los beneficios de la utilización de agentes físicos con fines terapéuticos, como es el caso de la Terapia Laser que no ha logrado establecer una relación directa entre su aplicación y los efectos positivos que podría provocar en el rendimiento físico y las molestias posteriores al ejercicios (DOMS).

Si tiene consultas respecto de esta investigación, puede contactarse con el profesor guía responsable, (Mauricio Iván Venegas De la Paz) al teléfono (+56988075118 - +56227562157) o a su correo electrónico (mauricio.venegas@umce.cl).

Para cualquier duda que se presente o si se vulneran sus derechos puede contactarse con el Comité de Ética de la Universidad de Santiago de Chile al teléfono 2-2-7180293 o al correo electrónico comitedetica@usach.cl. También puede solicitar más información sobre la ética del proyecto en el teléfono 2-2-2412441 y en el correo electrónico evaluacion.etica@umce.cl

Campus Macul | Av. José Pedro Alessandri 774, Ñuñoa, Santiago
Teléfono: (56-2) 22412441 | Fax: (56-2) 22412699 | Correo electrónico: direccion.investigacion@umce.cl
Sitio Web <http://www.umce.cl/index.php/direccion-investigacion-comite-de-etica>



UNIVERSIDAD METROPOLITANA
DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN

VICERRECTORÍA ACADÉMICA
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN

Por medio del presente documento declaro haber sido informado de lo antes indicado, y estar en conocimiento del objetivo del estudio ***Efectos de la Terapia Laser en el rendimiento físico posterior a un protocolo de sobrecarga en estudiantes de la Universidad Metropolitana de las Ciencias de la Educación.***

Manifiesto mi interés de participar en este estudio y declaro que he recibido un duplicado firmado de este documento que reitera este hecho.

Acepto participar en el presente estudio



Firma Encuestado(a)

Sebastian Blásquez M

Nombre Encuestado(a)

Ignacio Calderón R.

Fecha

Campus Macul | Av. José Pedro Alessandri 774, Ñuñoa, Santiago
Teléfono: (56-2) 22412441 | Fax: (56-2) 22412699 | Correo electrónico: direccion.investigacion@umce.cl
Sitio Web <http://www.umce.cl/index.php/direccion-investigacion-comite-de-etica>

9.5 Anexo 5: *Consentimiento informado Aplicación de Terapia Laser en estudiantes de la Universidad Metropolitana de las Ciencias de la Educación.*



UNIVERSIDAD METROPOLITANA
DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN
VICERRECTORÍA ACADÉMICA
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN



CONSENTIMIENTO INFORMADO

Aplicación de Terapia Laser en estudiantes de la Universidad Metropolitana de las Ciencias de la Educación

Usted ha sido invitado(a) a participar en el estudio *Efectos de la Terapia Laser en el rendimiento físico posterior a un protocolo de sobrecarga en estudiantes de la Universidad Metropolitana de las Ciencias de la Educación*, a cargo de los investigadores *Sebastián Blásquez Medina* e *Ignacio Calderón Rodríguez* bajo la supervisión del profesor *Mauricio Iván Venegas De la Paz*, docente de la Universidad Metropolitana de las Ciencias de la Educación.

El objetivo principal de este trabajo es determinar el efecto de la terapia láser de baja y alta potencia en el rendimiento físico en estudiantes de la Universidad Metropolitana de las Ciencias de la Educación sometidos a un protocolo de sobrecarga física.

Si acepta participar en este estudio requerirá someterse a una sesión de "Terapia Laser" la cual tiene por objetivo favorecer el rendimiento físico. La aplicación de dicho instrumento fisioterapéutico se realizará sobre la cara anterior de sus muslos, solo en una ocasión, previo a una sesión de elongaciones pasivas.

Esta actividad se efectuará de manera grupal y el tiempo estipulado para su aplicación es de 25 min aproximadamente.

Es importante destacar que la evidencia científica no ha reportado riesgos por el uso de la terapia Laser de baja potencia, de alta potencia ni con los programas de estiramientos, garantizando su seguridad, sin embargo ante cualquier eventualidad en la que pueda verse perjudicado su bien estar y su salud contamos con una enfermería y un centro de salud dentro de la universidad con los más altos estándares de calidad atendidos por profesionales totalmente capacitados.

Su participación es totalmente voluntaria y podrá abandonar la investigación sin necesidad de dar ningún tipo de explicación o excusas y sin que ello signifique algún perjuicio o consecuencia para usted.

La totalidad de la información obtenida será de carácter confidencial, para lo cual los informantes serán identificados con códigos, sin que la identidad de los participantes sea requerida o escrita en la sesión de Terapia Laser y durante toda la investigación.

Los datos recogidos serán analizados en el marco de la presente investigación, su presentación y difusión científica será efectuada de manera que los usuarios no puedan ser individualizados. Sus datos estarán protegidos y resguardados en una oficina, bajo la custodia del profesor guía *Mauricio Iván Venegas de la Paz*, de manera que solo los investigadores puedan acceder a ellos.

Su participación en este estudio no le reportará beneficios personales, no obstante, los resultados del trabajo constituirán un aporte al conocimiento en torno a la Kinesiólogía, y más específicamente al campo de la Fisioterapia, otorgando nuevas evidencias que respalden los beneficios de la utilización de agentes físicos con fines terapéuticos, como es el caso de la Terapia Laser que no ha logrado establecer una relación directa entre su aplicación y los efectos positivos que podría provocar en el rendimiento físico y las molestias posteriores al ejercicios (DOMS).

Si tiene consultas respecto de esta investigación, puede contactarse con el profesor guía responsable, (*Mauricio Iván Venegas De la Paz*) al teléfono (+56988075118 - +56227562157) o a su correo electrónico (mauricio.venegas@umce.cl).

Para cualquier duda que se presente o si se vulneran sus derechos puede contactarse con el Comité de Ética de la Universidad de Santiago de Chile al teléfono 2-2-7180293 o al correo electrónico comitedeetica@usach.cl. También puede solicitar más información sobre la ética del proyecto en el teléfono 2-2-2412441 y en el correo electrónico evaluacion.etica@umce.cl

Campus Macul | Av. José Pedro Alessandri 774, Ñuñoa, Santiago
Teléfono: (56-2) 22412441 | Fax: (56-2) 22412699 | Correo electrónico: direccion.investigacion@umce.cl
Sitio Web <http://www.umce.cl/index.php/direccion-investigacion-comite-de-etica>



UNIVERSIDAD METROPOLITANA
DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN
VICERRECTORÍA ACADÉMICA
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN

Por medio del presente documento declaro haber sido informado de lo antes indicado, y estar en conocimiento del objetivo del estudio *Efectos de la Terapia Laser en el rendimiento físico posterior a un protocolo de sobrecarga en estudiantes de la Universidad Metropolitana de las Ciencias de la Educación*.

Manifiesto mi interés de participar en este estudio y declaro que he recibido un duplicado firmado de este documento que reitera este hecho.

Acepto participar en el presente estudio



Firma Encuestado(a)

Sebastian Blásquez M

Nombre Encuestado(a)

Ignacio Calderón R.

Fecha

Campus Macul | Av. José Pedro Alessandri 774, Ñuñoa, Santiago
Teléfono: (56-2) 22412441 | Fax: (56-2) 22412699 | Correo electrónico: direccion.investigacion@umce.cl
Sitio Web <http://www.umce.cl/index.php/direccion-investigacion-comite-de-etica>

9.6 Anexo 6: Consentimiento informado Terapia Laser en el rendimiento físico posterior a un protocolo de sobrecarga en estudiantes de la Universidad Metropolitana de las Ciencias de la Educación.



UNIVERSIDAD METROPOLITANA
DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN

VICERRECTORÍA ACADÉMICA
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN



CONSENTIMIENTO INFORMADO

Terapia Laser en el rendimiento físico posterior a un protocolo de sobrecarga en estudiantes de la Universidad Metropolitana de las Ciencias de la Educación

Usted ha sido invitado(a) a participar en el estudio *Efectos de la Terapia Laser en el rendimiento físico posterior a un protocolo de sobrecarga en estudiantes de la Universidad Metropolitana de las Ciencias de la Educación*, a cargo del investigador *Mauricio Iván Venegas De la Paz*, docente de la Universidad Metropolitana de las Ciencias de la Educación.

El objetivo principal de este trabajo es determinar el efecto de la terapia láser de baja y alta potencia en el rendimiento físico en estudiantes de la Universidad Metropolitana de las Ciencias de la Educación sometidos a un protocolo de sobrecarga física.

Si acepta participar en este estudio requerirá realizar el test llamado "yo-yo intermittent Recovery test" YYIRT Level 1. Posteriormente dentro de los 3 a 5 días siguientes Ud. será asignado aleatoriamente a uno de los siguientes grupos de intervención, grupo Laser de baja potencia (LLLT), grupo Laser de alta potencia (HLLT), o al grupo Flexibilidad, siendo aplicado el procedimiento correspondiente. Luego deberá realizar un protocolo estandarizado de sobrecarga física, el cual consiste en la ejecución de diez series de diez saltos denominados Drop Jump (DJ), perteneciente al Test de Bosco, con un tiempo de descanso de un minuto entre cada serie. Posteriormente a las 48hrs y al 5° día después del protocolo de sobrecarga deberá someterse a una segunda y tercera medición de su rendimiento físico a través del YYIRT Level 1 y la capacidad funcional de salto mediante el tiempo de vuelo en plataforma de salto. Los datos obtenidos en dichas evaluaciones serán utilizados con el objetivo de comparar los resultados obtenidos entre los grupos y reconocer que intervención es más efectiva.

Esta actividad se efectuará de manera grupal y el tiempo estipulado para su aplicación es de 120 min aproximadamente distribuido en cuatro días de participación, donde 15 minutos serán destinados para la medición de datos antropométricos, demográficos y clínicos, 60 minutos en la aplicación de los tests respectivos, 25 minutos de la sesión Láser y 20 minutos de elongaciones pasivas. Todo esto se efectuará en horarios disponibles del sujeto, no interviniendo en su carga académica, actividades laborales, etc. (dependiendo de la ocupación del sujeto).

Es importante destacar que la evidencia científica no ha reportado riesgos por el uso de la terapia Laser de baja potencia, de alta potencia ni con los programas de estiramientos, garantizando su seguridad, sin embargo ante cualquier eventualidad en la que pueda verse perjudicado su bien estar y su salud contamos con una enfermería y un centro de salud dentro de la universidad con los más altos estándares de calidad atendidos por profesionales totalmente capacitados.

Su participación es totalmente voluntaria y podrá abandonar la investigación sin necesidad de dar ningún tipo de explicación o excusas y sin que ello signifique algún perjuicio o consecuencia para usted.

La totalidad de la información obtenida será de carácter confidencial, para lo cual los informantes serán identificados con código, sin que la identidad de los participantes sea requerida o escrita en la Terapia Laser en el rendimiento físico posterior a un protocolo de sobrecarga en estudiantes de la Universidad Metropolitana de las Ciencias de la Educación, a realizar.

Los datos recogidos serán analizados en el marco de la presente investigación, su presentación y difusión científica será efectuada de manera que los usuarios no puedan ser individualizados. Sus datos estarán protegidos y resguardados en una oficina, bajo la custodia del profesor guía *Mauricio Iván Venegas de la Paz*, de manera que solo los investigadores puedan acceder a ellos.

Su participación en este estudio no le reportará beneficios personales, no obstante, los resultados del trabajo constituirán un aporte al conocimiento en torno al ámbito deportivo y sanitario, ya que existen variados métodos y técnicas que permiten favorecer los procesos de recuperación de los sujetos. Es por ello que la presente investigación pretende aportar mayor conocimiento en el campo de la fisioterapia, otorgando nuevas evidencias que respalden los beneficios de los métodos terapéuticos, como es el caso de las terapias LLLT y HLLT que no han logrado establecer una relación directa entre su aplicación y los efectos positivos que podría provocar en el rendimiento físico y las molestias posteriores al ejercicios (DOMS).

Campus Macul | Av. José Pedro Alessandri 774, Ñuñoa, Santiago
Teléfono: (56-2) 22412441 | Fax: (56-2) 22412699 | Correo electrónico: direccion.investigacion@umce.cl
Sitio Web <http://www.umce.cl/index.php/direccion-investigacion-comite-de-etica>



UNIVERSIDAD METROPOLITANA
DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN

VICERRECTORÍA ACADÉMICA
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN

Por medio del presente documento declaro haber sido informado de lo antes indicado, y estar en conocimiento del objetivo del estudio *Efectos de la Terapia Laser en el rendimiento físico posterior a un protocolo de sobrecarga en estudiantes de la Universidad Metropolitana de las Ciencias de la Educación*.

Manifiesto mi interés de participar en este estudio y declaro que he recibido un duplicado firmado de este documento que reitera este hecho.

Acepto participar en el presente estudio



Firma Encuestado(a)

Sebastian Blásquez M

Nombre Encuestado(a)

Ignacio Calderón R.

Fecha

Campus Macul | Av. José Pedro Alessandri 774, Ñuñoa, Santiago
Teléfono: (56-2) 22412441 | Fax: (56-2) 22412699 | Correo electrónico: direccion.investigacion@umce.cl
Sitio Web <http://www.umce.cl/index.php/direccion-investigacion-comite-de-etica>

9.7 Anexo 7: Informe de aprobación ética.



COMITÉ DE
ÉTICA INSTITUCIONAL
UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE CHILE

Santiago, 18 de octubre de 2017
Informe Ético N° 620/

Tesistas
Sebastián Alexis Blásquez Medina
Ignacio Roberto Calderón Rodríguez
Facultad de Artes y Educación Física
Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación
Presente



I. IDENTIFICACIÓN

TÍTULO DEL PROYECTO : *"Efectos de la Terapia Laser en el rendimiento físico posterior a un protocolo de sobrecarga en estudiantes de la Universidad Metropolitana de las Ciencias de la Educación"*

TIPO DE PROYECTO : Tesis Kinesiología

INVESTIGADOR/A RESPONSABLE : Sebastián Alexis Blásquez Medina, Ignacio Roberto Calderón Rodríguez.

PROFESORA GUÍA DISCIPLINA : Mauricio Iván Venegas De la Paz

LABORATORIO/ UNIDAD ACADÉMICA : Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación

CORREO ELECTRÓNICO : evaluacion.etica@umce.cl

II. DOCUMENTOS TENIDOS A LA VISTA PARA LA EMISIÓN DE ESTE INFORME:

- Proyecto de tesis
- Documento consentimiento informado
- Carta autorización instituciones
- Carta conductora

III. HIPÓTESIS, OBJETIVOS Y METODOLOGÍA DEL PROYECTO

Objetivo general:

Determinar el efecto de la terapia láser de baja y alta potencia en el rendimiento físico en estudiantes de la Universidad Metropolitana de las Ciencias de la Educación sometidos a un protocolo de sobrecarga física.

Objetivos específicos:

- 1.-Describir el rendimiento físico a través de los resultados del YYIRT Lev.1 y la capacidad funcional de salto mediante el tiempo de vuelo en plataforma de salto posterior a un protocolo de sobrecarga física del grupo LLLT, grupo HLLT y grupo flexibilidad.
- 2.-Comparar entre los grupos los resultados del YYIRT Lev.1 y la capacidad funcional de salto medida mediante el tiempo de vuelo en plataforma de salto posterior a un protocolo de sobrecarga física.

Página 1 de 3

Universidad de Santiago de Chile | Vicerrectoría de Investigación, Desarrollo e Innovación
Avenida Libertador Bernardo O'Higgins 2229 | Santiago | Chile
Segundo piso | oficina n° 2 | Teléfono: +56 2 27180293 - 294
www.cei.usach.cl | www.vridei.usach.cl



IV. ANÁLISIS ÉTICO

Los siete requisitos delineados por el bioeticista Ezekiel Emanuel han proporcionado un marco sistemático y racional para determinar si una investigación es ética, por lo que están enunciados para guiar el desarrollo, ejecución de protocolos y su revisión. A dicha causa, durante el curso de este análisis, los mencionados puntos serán nuestro marco de referencia.

1. Valor Social:

No hay observaciones en este punto, dando cumplimiento a las observaciones realizadas en informe N°422/2017.

2. Validez Científica del Estudio:

La investigación es de tipo cuantitativo. Será de tipo ensayo clínico prospectivo randomizado ciego simple.

La descripción de la metodología coincide con los objetivos como también con los resultados esperados.

Los resultados de la medición de las variables descritas se recogen en una planilla Excell.

3. Selección Equitativa de los Sujetos:

No hay observaciones en este punto. Están explícitos los criterios de inclusión y de exclusión.

4. Proporción Favorable Riesgo-Beneficio:

Cumple con este punto.

5. Evaluación Independiente

Se cumple en cuanto el proyecto está siendo analizado en un Comité de Ética de Investigación compuesto por profesionales que no están involucrados en la génesis y ejecución del proyecto.

6. Consentimiento Informado:

Se consideran observaciones realizadas, dando cumplimiento con este punto.

7. Respeto Integral por los Participantes del Estudio.

Cumple con el respeto a los participantes.





IV. CONCLUSIONES:

Los investigadores dan cumplimiento a lo solicitado por los revisores, por lo que se emite el presente Informe como Aprobado.

Les saluda atentamente,

Dra. Lorna Luco
Evaluador Responsable
Miembro Área de Ciencias Médicas
Comité de Ética Institucional

Dr. Jairo Vanegas
Coordinador
Área de Ciencias Médicas
Comité de Ética Institucional



Sr. Nicolás Vega
Revisor Co-responsable
Miembro Área de Ciencias Médicas
Comité de Ética Institucional

Distribución

- 1.- María Carolina San Martín, Coordinadora Comité de Ética UMCE
- 2.- Archivo Comité de Ética

Página 3 de 3

Universidad de Santiago de Chile | Vicerrectoría de Investigación, Desarrollo e Innovación
Avenida Libertador Bernardo O'Higgins 2229 | Santiago | Chile
Segundo piso | oficina n° 2 | Teléfono: +56 2 27180293 - 294
www.cei.usach.cl | www.vridei.usach.cl

9.8 Anexo 8: Informe de seguimiento ético.



COMITÉ DE
ÉTICA INSTITUCIONAL
UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE CHILE

Santiago, 18 de enero de 2018
Informe Seguimiento N° 23/



Tesistas
Sebastián Blásquez
Ignacio Calderón
Facultad de Artes y Educación Física
Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación
Presente

INFORME SEGUIMIENTO

1. TITULAR DEL PROYECTO

- a. Investigador (Tesistas) : Sebastián Blásquez
Ignacio Calderón
- b. Correo electrónico : ignacio.calderon@umce.cl
- c. Profesor Guía : Mauricio Venegas De la Paz
- d. Título del proyecto : "Efectos de la Terapia Laser en el rendimiento físico posterior a un protocolo de sobrecarga en estudiantes de la Universidad Metropolitana de las Ciencias de la Educación"
- e. Tipo de proyecto : Tesis Pregrado Kinesiología

2. COMITÉ DE ÉTICA INSTITUCIONAL

- a. Miembro del Comité 1 : M.V Carolina Marchant
- b. Miembro del Comité 2 : Mg. Andrea Herrera
- c. Lugar de Visita : INNOVO - USACH
- d. Fecha de Visita : 18 de enero 2018
- e. Hora de Visita : 10:00

Página 1 de 3

Universidad de Santiago de Chile | Vicerrectoría de Investigación, Desarrollo e Innovación
Avenida Libertador Bernardo O'Higgins 2229 | Santiago | Chile
Segundo piso | oficina n° 2 | Teléfono: +56 2 27180293 - 294
www.cei.usach.cl | www.vridei.usach.cl



3. OBSERVACIONES GENERALES DE LA INVESTIGACIÓN.

Los objetivos de esta investigación fueron los siguientes.

Objetivo General:

- Determinar el efecto de la terapia láser de baja y alta potencia en el rendimiento físico en estudiantes de la Universidad Metropolitana de las Ciencias de la Educación sometidos a un protocolo de sobrecarga física.

Objetivos Específicos:

1.-Describir el rendimiento físico a través de los resultados del YYIRT Lev.1 y la capacidad funcional de salto mediante el tiempo de vuelo en plataforma de salto posterior a un protocolo de sobrecarga física del grupo LLLT, grupo HLLT y grupo flexibilidad.

2.-Comparar entre los grupos los resultados del YYIRT Lev.1 y la capacidad funcional de salto medida mediante el tiempo de vuelo en plataforma de salto posterior a un protocolo de sobrecarga física.

El seguimiento, se realizó con previo aviso, por el par evaluador, MV. Carolina Marchant, Mg. Andrea Herrera y, con fecha 18 de enero a las 15:05 hrs, en dependencias de Innovo perteneciente a la Universidad de Santiago de Chile.

Se aplicó el instrumento de pauta de seguimiento, señalando que:

- El proyecto no presentó cambios en la metodología
- Se han realizado 16 mediciones donde los consentimientos informados fueron verificados in situ por el par evaluador. Señalando que no tuvieron problemas en la aplicación de ello.
- Los Alumnos tesisistas nos señalan que su N muestral presentado al comité de ética fue de un n=33. Sin embargo quieren aumentar el tamaño de su muestra por lo que par evaluador sugirió enviar una enmienda al Comité de Ética señalando este punto.
- Todos los consentimientos informados fueron aplicados, pues, los datos de los sujetos de investigación se trataron de forma Anónima.





4. CONCLUSION

De acuerdo a los puntos señalados anteriormente, **SE APRUEBA** el seguimiento, realizado con fecha 18 de enero del presente.

Mg. Andrea Herrera Saldivia
Testigo de seguimiento



MV. Carolina Marchant
Experto en el área

Distribución

- 1.- Carolina San Martín - UMCE
- 2.- Archivo Comité de Ética

Página 3 de 3

Universidad de Santiago de Chile | Vicerrectoría de Investigación, Desarrollo e Innovación
Avenida Libertador Bernardo O'Higgins 2229 | Santiago | Chile
Segundo piso | oficina n° 2 | Teléfono: +56 2 27180293 - 294
www.cei.usach.cl | www.vridei.usach.cl

9.9 Anexo 9: *Ficha participantes tesis.*

Ficha Participantes Tesis <i>"Efectos de la Terapia Laser en el rendimiento físico posterior a un protocolo de sobrecarga en estudiantes de la Universidad Metropolitana de las Ciencias de la Educación."</i>			
DATOS PERSONALES			
N°		Fecha	
Edad		F. de Nac	
Género		Teléfono Contacto	
Carrera			
ANTECEDENTES GENERALES			
Peso (Kg)		Talla (mts)	
IMC		Estado Nutricional	
Nivel IPAQ			


9.10 Anexo 10: *Planilla de registro Yo – Yo Test y Test de Salto.*

[illegible]

9.11 Anexo 11: Planilla de registro protocolo de sobrecarga física.

Protocolo de Sobrecarga										
Nombre									Fecha	
N° de Saltos (DJ)										
Serie 1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Serie 2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Serie 3	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Serie 4	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Serie 5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Serie 6	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Serie 7	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Serie 8	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Serie 9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Serie 10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Observaciones										

9.12 Anexo 12: *Escala Visual Análoga (EVA).*



UNIVERSIDAD METROPOLITANA
DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN
VICERRECTORÍA ACADÉMICA,
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN

N° EVA:

Escala Visual Análoga del dolor (EVA)

Participante:

Fecha :


0

10

Ausencia de dolor

Máximo dolor posible

9.13 Anexo 13: *Indicaciones participantes posterior a la intervención.*



UNIVERSIDAD METROPOLITANA
DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN
VICERRECTORÍA ACADÉMICA,
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN

INDICACIONES PARA PARTICIPANTES POSTERIOR A LA INTERVENCIÓN

Estimado participante, luego de haber realizado la intervención correspondiente en nuestra investigación, te solicitamos dentro de los próximos 7 días:

- No realizar actividad física moderada- intensa.
- No ingerir algún tipo de fármaco asociado al manejo del dolor ni sustancia que aumente o altere el rendimiento físico.
- Evitar el consumo de alcohol.
- Evitar alguna medida a realizar que contribuya en el manejo del dolor.

9.14 Anexo 14: *Primer Cuestionario Digital (Invitación a Participantes).*

Datos Personales

Estimados compañeros, con motivo de nuestro proceso de desarrollo de tesis para optar al grado de Licenciados en Kinesiología los queremos invitar a participar de nuestra investigación "Efectos de la Terapia Láser en el rendimiento físico posterior a un protocolo de sobrecarga en estudiantes de la Universidad Metropolitana de las Ciencias de la Educación". Para confirmar su interés y disposición por participar le solicitamos completar el breve formulario que aparece a continuación a través del cual pretendemos registrar algunos de sus datos personales que nos permitirán conocer si cumple con algunos requisitos necesarios, de ser así dentro de las próximas semanas nos contactaremos con usted para dar inicio al proceso de investigación. Es importante mencionar que la información proporcionada será de carácter completamente confidencial.

*Obligatorio

Nombre *

Tu respuesta

Apellidos *

Tu respuesta

Edad *

Tu respuesta

Genero *

- ☐ Mujer
- ☐ Hombre
- ☐ Otro

Teléfono de contacto *

Tu respuesta

Correo electrónico *

Tu respuesta

Carrera que estudia *

Elige



En caso de ser estudiante de algún posgrado en la UMCE, indique cual

Tu respuesta

Hábitos de Actividad Física

Las preguntas presentadas a continuación tienen por objetivo conocer a modo general sus hábitos de actividad física.

Usted se considera: *

- ☐ Un(a) deportista formal
- ☐ Un(a) deportista aficionado
- ☐ Una persona activa
- ☐ Una persona sedentaria

¿Realiza ejercicio físico o practica algún deporte de manera habitual? *

- ☐ Si
- ☐ No

En caso de que su respuesta anterior sea afirmativa indique que actividad o deporte realiza

Tu respuesta

En promedio ¿Cuántas veces por semana?

- ☐ Menos de 1 vez por semana
- ☐ 1 vez por semana
- ☐ 2 a 3 veces por semana
- ☐ 4 a 5 veces por semana
- ☐ 6 a 7 veces por semana

ATRÁS

ENVIAR

9.15 Anexo 15: Segundo Cuestionario Digital (Cuestionario Internacional de Actividad Física (Versión Corta – Formato Auto administrado) y Criterios de Inclusión y Exclusión).

CUESTIONARIO INTERNACIONAL DE ACTIVIDAD FÍSICA (IPAQ versión corta)

Estamos interesados en saber acerca de la clase de actividad física que hace como parte de su vida diaria. Las preguntas se referirán acerca del tiempo que usted utilizó siendo físicamente activo(a) en los últimos 7 días. Por favor responda cada pregunta aún si usted no se considera una persona activa, y piense en aquellas actividades que usted hace como parte del trabajo, en el jardín y en la casa, para ir de un sitio a otro, y en su tiempo libre de descanso, ejercicio o deporte.

***Obligatorio**

Por favor, para comenzar registre su nombre y apellidos *

Tu respuesta

ACTIVIDADES VIGOROSAS

Para contestar las preguntas 1 y 2 piense acerca de todas aquellas ACTIVIDADES VIGOROSAS que usted realizó en los últimos 7 días. Actividades vigorosas son las que requieren un esfuerzo físico fuerte y le hacen respirar mucho más fuerte que lo normal. Piense solamente en esas actividades que usted hizo por lo menos 10 minutos continuos.

1. Durante los últimos 7 días, ¿Cuántos días realizó usted actividades físicas vigorosas como levantar objetos pesados, excavar, aeróbicos, o pedalear rápido en bicicleta? *

Elige

2. ¿Cuánto tiempo en total usualmente le tomó realizar actividades físicas vigorosas en uno de esos días que las realizó?

Indique horas y minutos promedio al día

h min s

__ : __ : __

ACTIVIDADES MODERADAS

Para contestar las preguntas 3 y 4 piense acerca de todas aquellas ACTIVIDADES MODERADAS que usted realizó en los últimos 7 días. Actividades moderadas son aquellas que requieren un esfuerzo físico moderado y le hacen respirar algo más fuerte que lo normal. Piense solamente en esas actividades que usted hizo por lo menos 10 minutos continuos.

3. Durante los últimos 7 días, ¿Cuántos días hizo usted actividades físicas moderadas tal como cargar objetos livianos, pedalear en bicicleta a paso regular, o jugar dobles de tenis? No incluya caminatas. *

Elige



4. Usualmente, ¿Cuánto tiempo dedica usted en uno de esos días haciendo actividades físicas moderadas?

Indique horas y minutos promedio al día

h min s

__ : __ : __

CAMINATAS

Piense acerca del tiempo que usted dedicó a caminar en los últimos 7 días. Esto incluye trabajo en la casa, caminatas para ir de un sitio a otro, o cualquier otra caminata que usted hizo únicamente por recreación, deporte, ejercicio, o placer.

5. Durante los últimos 7 días, ¿Cuántos días caminó usted por al menos 10 minutos continuos? *

Elige



6. Usualmente, ¿Cuánto tiempo gastó usted en uno de esos días caminando?

Indique horas y minutos promedio al día

h min s

__ : __ : __

SEDESTACIÓN

La última pregunta se refiere al tiempo que usted permaneció sentado(a) en la semana en los últimos 7 días. Incluya el tiempo sentado(a) en el trabajo, la casa, estudiando, y en su tiempo libre. Esto puede incluir tiempo sentado(a) en un escritorio, visitando amigos(as), leyendo o permanecer sentado(a) o acostado(a) mirando televisión.

7. Durante los últimos 7 días, ¿Cuánto tiempo permaneció sentado(a) en un día en la semana?

Indique horas y minutos promedio al día

h min s

__ : __ : __

Criterios de Exclusión

8. Durante los últimos 2 años ¿Usted a sido sometido a alguna cirugía de miembro inferior? *

- ☐ Sí
- ☐ No

Si la respuesta es "sí", explique brevemente que tipo de cirugía y los motivos de esta.

Tu respuesta

9. Actualmente, ¿Presenta alguna lesión musculoesquelética o se encuentra en tratamiento para su recuperación? *

- ☐ Sí
- ☐ No

Si la respuesta es "sí", explique brevemente.

Tu respuesta

10. Actualmente, ¿Presenta dolor de cualquier tipo o se encuentra bajo tratamiento farmacológico para manejo del dolor? *

- ☐ Sí
- ☐ No

Si la respuesta es "sí", explique brevemente.

Tu respuesta

11. Actualmente, ¿Usted sabe o sospecha si se encuentra embarazada? * Si es de género masculino solo conteste "no". *

- ☐ Sí
- ☐ No



ATRÁS

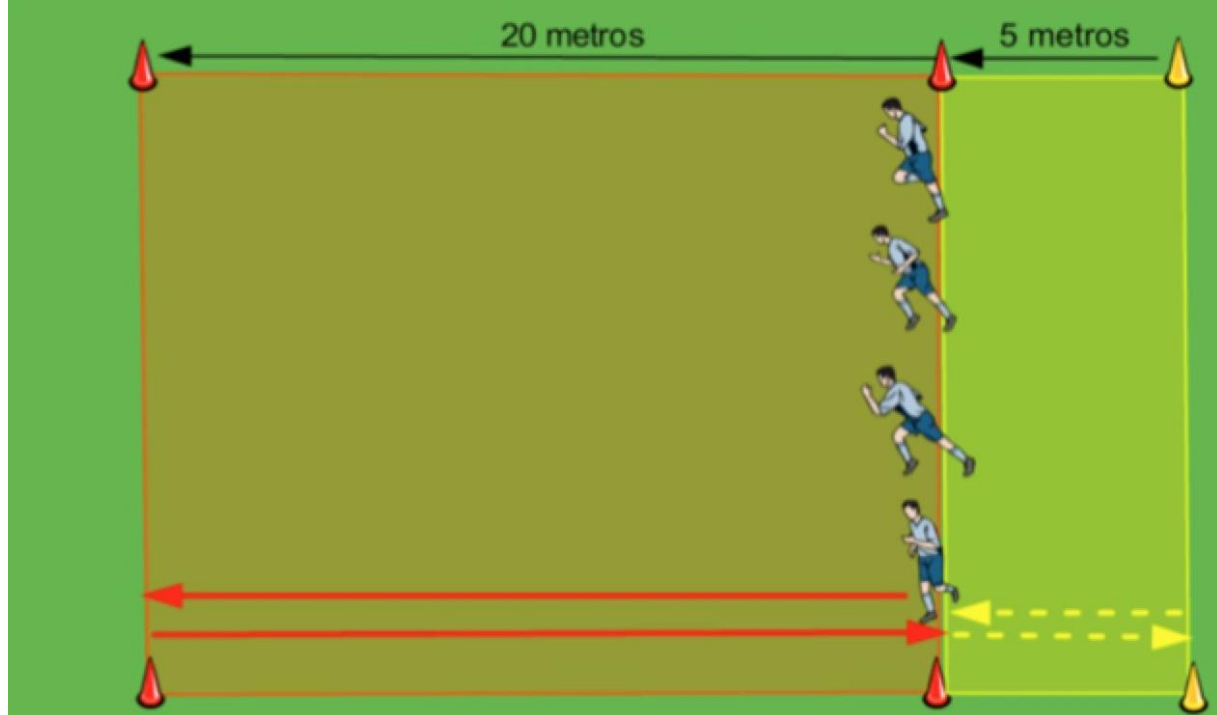
ENVIAR

9.16 Anexo 16: Descripción de la prueba Yo – Yo Test de Recuperación Intermitente Niv. 1.

El protocolo consiste en hacer una serie de repeticiones con carreras de ida y vuelta de 40 m (2x20 m) alternadas con un periodo de descanso de 10 segundos, el cual permanece constante durante todo el ejercicio. Lo que variará durante el YYIRT es la velocidad de progresión que se incrementará de una manera preestablecida. La velocidad inicial será de 10 km/h, con la que el sujeto realizará una repetición (2x20 m). Luego la velocidad aumentará hasta 12 km/h (2x20 m) y 13 km/h (2 veces 2x20 m). Resumiendo entre 10 y 13 km/h se efectuarán 4 repeticiones 2x20 m de ida y vuelta. Después de estos 160 m la velocidad alcanzará los 13.5 km/h (3 veces 2x20 m) y luego los 14 km/h (4 veces 2x20 m). Sucesivamente la velocidad del test se incrementará 0.5 km/h cada 8 idas y vueltas (para un total de 320 m) hasta el agotamiento. Para una mejor comprensión se puede observar el protocolo. Durante los diez segundos de recuperación, que como se ha mencionado anteriormente permanecen constantes durante toda la prueba, el sujeto evaluado debe permanecer activo realizando una carrera lenta, desplazándose desde el cono de salida y llegada a otro cono situado a 5 m.

Nivel	Velocidad (Km/h)	Repeticiones (2 x 20 m)	Distancia Parcial	Distancia Progresiva
1	10	1	40	40
2	12	1	40	80
3	13	2	80	160
4	13,5	3	120	280
5	14	4	160	440
6	14,5	8	320	760
7	15	8	320	1080
8	15,5	8	320	1400
9	16	8	320	1720
10	16,5	8	320	2040
11	17	8	320	2360
12	17,5	8	320	2680
13	18	8	320	3000
14	18,5	8	320	3320
15	19	8	320	3640

-  Zona de recuperación (5 m)
-  Zona de carrera (20 m)



9.17 Anexo 17: Descripción del *Test de Salto en Plataforma* “DMJUMP®”.

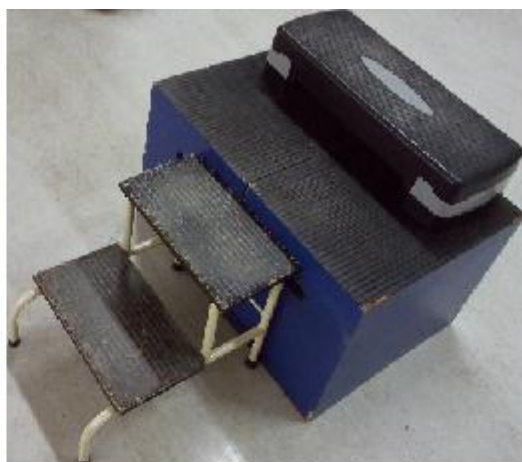
El test de salto en plataforma “DMJUMP” fue realizado en base a las indicaciones otorgadas por la aplicación para smatphone “DMJUMP Lite” compatible con el dispositivo, a través de la cual los sujetos realizaron 5 tipos de saltos (DSJ, CMJ bilateral, CMJ pierna derecha, CMJ pierna izquierda y ABK) cada uno de los cuales se repitió en 3 oportunidades obteniendo como resultado final la altura en centímetros de cada repetición y la mediana de cada salto. Previo a la realización de la prueba los participantes fueron instruidos sobre la manera correcta de realizar los saltos, indicándoles además que en cada uno de ellos debían alcanzar la mayor altura posible.



Plataforma de Salto "DMJUMP®2.5"

9.18 Anexo 18: *Descripción protocolo de sobrecarga física.*

El protocolo de sobrecarga física consistió en realizar 10 series de 10 saltos tipo *Drop jump*, pertenecientes a la batería de saltos del test de Bosco, desde una altura de 60 cms. Entre cada serie los participantes tenían un tiempo de descanso de 1 minuto.



60cm de altura (cajón
junto a "step")

9.19 Anexo 19: Especificaciones técnicas BTL-6000 LASER DE ALTA INTENSIDAD 12W.



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	BTL-6000 LASER DE ALTA INTENSIDAD 12W
Numero de parte	P6000.402v101
Potencia de salida total	12W en modo continuo
Longitud de onda operativa	1064nm
Modo de operación	Continuo, pulsátil, pulso simple
Numero de protocolos	38
Características de seguridad	<ul style="list-style-type: none"> > Interruptor de apagado de emergencia > Operación por pedal de seguridad > Bloqueo de seguridad
Dimensiones	320 x 190 x 280mm
Toma de corriente	230V / 50-60Hz, 115V / 50-60Hz
Clase de laser	IV
Clase de protección del equipo	IIB

9.20 Anexo 20: Especificación de las Intervenciones Realizadas.

Todas las intervenciones fueron realizadas en el musculo Cuádriceps de ambas piernas; y en todos los grupos el protocolo de elongaciones se llevó a cabo posterior al protocolo de sobrecarga física, mientras que la terapia laser se aplicó previo a este.

Protocolo de Elongaciones de Cuádriceps	
<i>Intervención</i>	<i>Elongaciones pasivas en decúbito lateral</i>
<i>Duración</i>	<i>20 seg</i>
<i>Repeticiones</i>	<i>3</i>
<i>Pausa Entre Repetición</i>	<i>1 min</i>
<i>Tiempo Total del Protocolo</i>	<i>8 a 10 min</i>

Laser de Alta Intensidad (HILT) en Cuádriceps	
<i>Terapia</i>	<i>Bioestimulación</i>
<i>Potencia</i>	<i>10.0 W</i>
<i>Dosis</i>	<i>150 J/cm²</i>
<i>Área</i>	<i>1 cm²</i>
<i>Longitud de Onda</i>	<i>1064 nm</i>
<i>Energía por Punto</i>	<i>150 J</i>
<i>Energía Total</i>	<i>900 J</i>
<i>Tiempo de Terapia por punto</i>	<i>15 seg</i>
<i>Tiempo Total de la Terapia</i>	<i>3 a 4 min</i>

Laser de Baja Intensidad (LLLT) en Cuádriceps

<i>Terapia</i>	<i>Bioestimulación</i>
<i>Potencia</i>	<i>1.0 W</i>
<i>Dosis</i>	<i>10 J/cm²</i>
<i>Área</i>	<i>1 cm²</i>
<i>Longitud de Onda</i>	<i>1064 nm</i>
<i>Energía por Punto</i>	<i>10 J</i>
<i>Energía Total</i>	<i>60 J</i>
<i>Tiempo de Terapia por punto</i>	<i>10 sgs</i>
<i>Tiempo Total de la Terapia</i>	<i>2 a 3 min</i>



Puntos de aplicación utilizados en la terapia laser