



Memoria de Título

DISPOSITIVO MUSCULAR PARA ATLETAS PARALÍMPICOS DE CLASIFICACIÓN T-46 T-47

Estudiante: Jorge Yañez Gutierrez
Profesores Guía: Omar Acevedo Pérez Ph.D. / Álvaro Huirimilla Thiznau
Agosto, 2018

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a mi polola, a mis amigos, a mi familia y al círculo de personas que me brindaron su apoyo y me retaron por perder el tiempo en vez de trabajar en ésta Memoria. También agradecer a los que ya no están por que su ausencia forma parte de la fuerza que me motiva a seguir adelante día a día.

Gracias

< Inserte frase motivacional aquí >

ÍNDICE

Agradecimientos	3
1. Antecedentes	7
1.1 Introducción	8
1.2 Metodología de la Investigación	9
1.3 Mapa de Proyecto	10
1.4 Alcance de Conceptos	11
2. Fundamento Área de Estudio	13
2.1. Problemática	14
2.2 Relación Problemática/Oportunidad	16
2.3 Objetivos del Área de Estudio	17
2.4 Antecedentes de la Situación	18
2.4.1 La Lumbalgia en el Atletismo	19
2.4.2 Acción de los Brazos en la Carrera	20
2.4.3 Tratamiento para Lumbalgia en Deportistas	21
3. Marco Teórico	22
3.1 Atletismo Paralimpico	23
3.1.1 Clasificación Atletismo Paralimpico	24
3.1.2 Técnica de Carrera	30
3.1.3 Métodos de Monitoreo	32
3.1.4 Lesiones Comunes	33
3.1.5 Lumbalgia	34
3.1.5.1 Tipos de Lumbalgia	35
3.2 Estado del Arte	37
3.2.1 Elementos de Monitoreo	38
3.2.1.1 Pulsómetros	38
3.2.1.2 Podómetros	38
3.2.1.3 Sastrería Tecnológica	39
3.2.1.4 Dinámica de Fluidos Computacional	39
3.2.2 Elementos con Sujeción a la Zona Lumbar	40
3.2.2.1 Adjust-To-Fit® Back Brace	40
3.2.2.2 Refuerzo Lumbar Mueller	40
3.2.2.3 Faja Lumbar OrthoCare S	41
3.2.3 Análisis Estado del Arte	42
3.3 Estado de la Técnica	43
3.3.1 Device for Examining Muscular Tension in Dynamics	44
3.3.2 Device for Determination of Muscular Tension	45
3.3.3 Ropa con tintes termocrómicos para monitorizar y optimizar el rendimiento del ejercicio	46
3.3.4 Aparatos para unir selectivamente la cápsula del sensor fisiológico a diferentes tipos de prendas de vestir y prendas de vestir ponibles, incluidas las mismas	47
3.3.5 Sensorial para medir señales en la superficie de la piel y método para producir	48
4. Observaciones	51
4.1 Observaciones Generales	52
4.2 Descripción de Actividades	53
4.3 Plataforma Interdisciplinaria	54
5. El Proyecto	55
5.1 Fundamento del Proyecto	56
5.2 Descripción General del Proyecto	56
5.3 Valor de Innovación	57
5.4 Objetivos del Proyecto	58
5.5 Actores Claves	58
6. Producto	60
6.1 Propuesta Conceptual	61
6.2 Sistema Producto	62
6.2.1 Escenario Material	63
6.2.1.1 Uso	63
6.2.1.2 Forma y Función	63
6.2.1.3 Materias Primas	64
6.2.2 Escenario de Transformación	69
6.2.2.1 Tecnología	69
6.2.2.2 Fabricación	71
6.2.2.3 Armado	71
6.2.2.4 Control de Calidad	72
7. Evaluación del Proyecto	73
7.1 Estrategias de Comercialización	74
8. Proceso de Diseño	75
8.1 Génesis Formal	76
8.2 Propuesta Final	83
9. Bibliografía	84



1. ANTECEDENTES

1.1 INTRODUCCIÓN

El siguiente proyecto, al cual corresponde esta memoria, se enmarca dentro de la medicina deportiva, específicamente en su ámbito profesional competitivo y la labor que esta disciplina cumple en la ciencia de los deportes de alto rendimiento, entendiéndose esto como su capacidad para la recopilación y análisis de datos que entrega el cuerpo humano en el deporte. Surge bajo la temática de los deportistas paralímpicos que practican el atletismo y que poseen su discapacidad en sus extremidades superiores por sobre el codo, siendo esto, un factor importante para su trabajo muscular.

El proyecto busca asistir las investigaciones llevadas a cabo por las diferentes entidades relacionadas con el deporte paralímpicos, que permita obtener datos más precisos sobre el comportamiento muscular de los atletas y, así, mejorar su planes de entrenamientos, además de crear una base de datos que ayude a entender las diferencias que poseen este tipo de deportistas con respecto a los que no poseen discapacidad.

Según estudios realizados por la Comisión Paralímpica Internacional, el 22,1% de los atletas participantes en los Juegos Paralímpicos de Londres 2012 sufrieron lesiones durante la ejecución de esta disciplina, siendo el 5,5% de éstas lesiones que afectan a la zona lumbar, en las cuales se basará éste proyecto.

La importancia de la zona lumbar en el atletismo es que permiten inclinar tu cuerpo hacia delante durante la carrera, lo cual hace estabilizar el cuerpo durante la marcha, manteniendo el equilibrio óptimo. De esta forma, el centro de gravedad del cuerpo se desplaza ligeramente hacia delante y permite repartir el peso del cuerpo durante la marcha. Por lo tanto las lesiones de esta zona afectan directamente a la técnica y a eficiencia del deportista en

los momentos previos, posteriores y de la carrera.

La lesión con más incidencia en los atletas, en cuanto a su zona lumbar, es la lumbalgia o lumbago, la cual puede pasar de ser una lesión temporal a convertirse en un malestar de carácter crónico. Las principales características de este tipo de lesión, es su dolencia durante la actividad y en el reposo, y la rigidez localizada.

Las alternativas más comunes para tratar las lumbalgias son los estiramientos localizados y la potenciación de los músculos involucrados, además de un entrenamiento especializado, pero estas actividades de rehabilitación no son suficientes, ya que es necesario reconocer los factores de riesgo de cada atleta, tales como : longitud de las piernas, flexibilidad de la columna, fuerza muscular abdominal, rodillas en genu valgo (rodillas arqueadas), talón en valgo ante pie en varo, y la habilidad de mantener estable la columna lumbar mientras se corre. Los atletas con lumbago tienen por lo general déficits en la fuerza y flexibilidad, tendencia a la pronación y una capacidad disminuida para estabilizar la columna lumbar durante el impulso en la carrera.

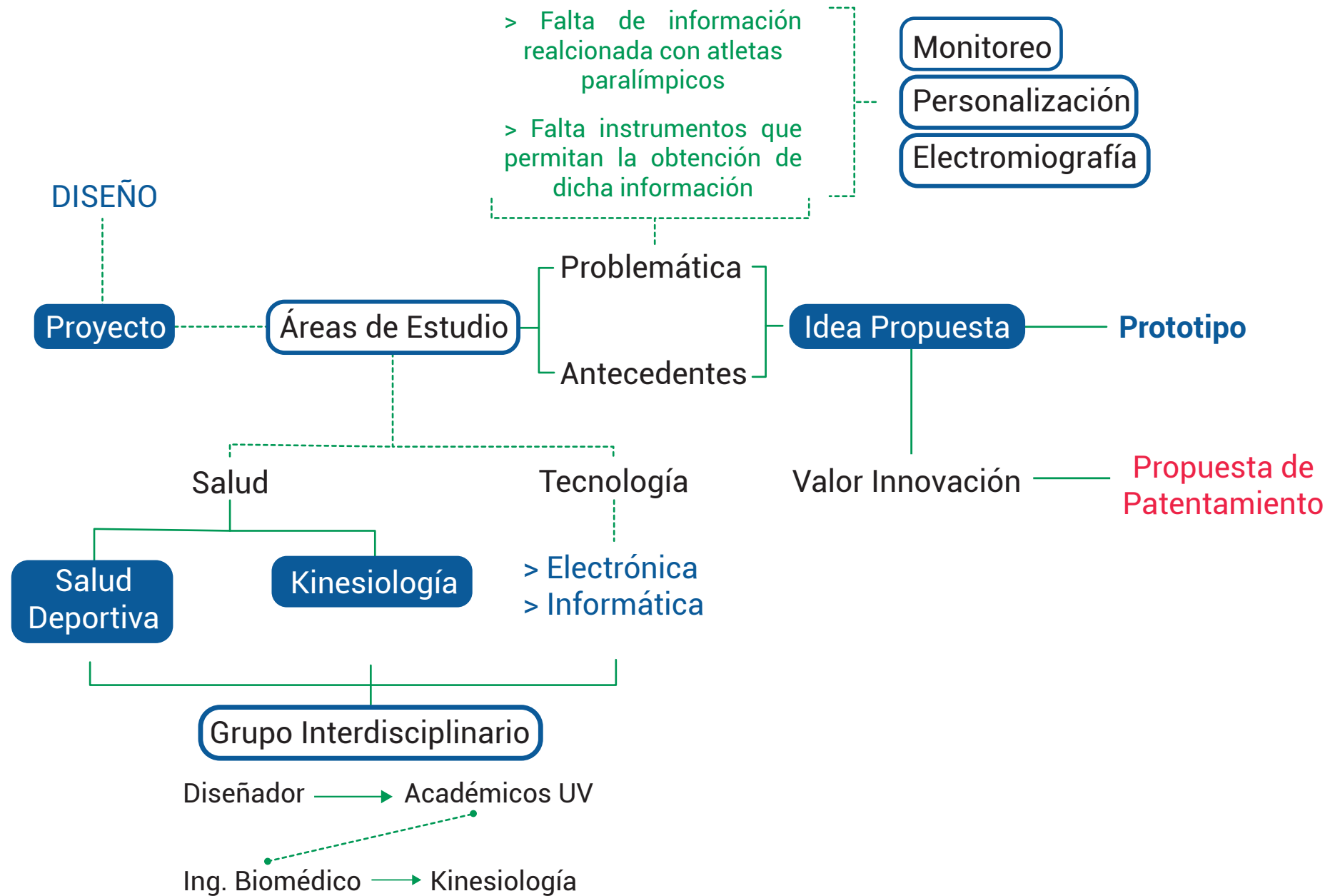
Para que se cumplan los objetivos del proyecto, se aplican estrategias que permitan ver la problemática de forma sistemática que proporcione soluciones integrales. El desarrollo del proyecto no solo permite establecer datos que ayuden a conocer los lugares con mas tensión muscular al momento de realizar la actividad, sino que también se muestra de forma mas grafica los niveles pensionados y se respalda la creación de una base de datos para el real entendimiento del funcionamiento de atletas paralímpicos, con el fin de ayudar a estudios que se vienen realizando en los últimos años.

1.2 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Para la realización de este proyecto, se lleva a cabo un investigación descriptiva, que se inicia mediante una búsqueda bibliográfica y web con el fin de obtener documentación y conocimientos necesarios para comprender y profundizar sobre la problemática establecida. Para esto, se buscó información en: Papers, tesis, documentos oficiales de atletas con y sin discapacidad, entre otros. Los conceptos más destacados para esta investigación son: Tensión muscular, Rehabilitación, cadena cinética, medicina deportiva, Sistema musculoesquelético, atleta paralímpico y electromiografía. Dichos conceptos establecerán la base para el desarrollo del proyecto.

Posteriormente a la etapa descriptiva, se procede a una investigación de carácter exploratorio, con técnica de análisis biomecánico de registro audiovisual existente sobre atletas tanto con discapacidad y sin esta, con el fin de comprender de manera más explícita como el cuerpo completo realiza la acción de correr y, además, tomar cuenta de las decisiones tomadas por los entrenadores o cuerpos médicos ante alguna dolencia en el entrenamiento.

1.3 MAPA DE PROYECTO



1.4 ALCANCE DE CONCEPTOS

- **Tensión muscular:** La tensión muscular es una reacción propia del cuerpo ante una sobrecarga de actividades que terminan desencadenando el conocido estrés. Ante dicha exposición nuestros músculos se agotan, lo que trae como resultado dolores en distintas partes del cuerpo
- **Cadena cinética:** La cadena cinética se define como un sistema de articulaciones y eslabones óseos interconectados de tal manera que crean un movimiento controlado como respuesta a un estímulo. El concepto de cadena cinética se relaciona con la biomecánica, que afirma que el cuerpo humano se puede ver como un sistema de eslabones rígidos conectados por articulaciones.
- **Rehabilitación:** Conjunto de técnicas y métodos que sirven para recuperar una función o actividad del cuerpo que ha disminuido o se ha perdido a causa de un accidente o de una enfermedad
- **Medicina deportiva:** La Medicina del Deporte es una especialidad que se inició como respuesta a la atención de lesiones derivadas de la práctica deportiva y a la necesidad de mejorar los resultados en competencias internacionales. Además se encarga de la prevención de lesiones y que la reintegración de deportista a la actividad, se realice de la manera más óptima.
- **Sistema musculo esquelético:** Los músculos esqueléticos son los principales músculos del cuerpo humano, que constituyen una gran parte de la masa muscular. El sistema nervioso central controla los músculos esqueléticos. En los músculos esqueléticos encontramos células musculares con varios núcleos, nervios, tejido conjuntivo y vasos sanguíneos

- **Atleta paralímpico:** Corresponden a Atletas con ciertos tipos de discapacidades físicas, mentales y/o sensoriales, como amputaciones, ceguera, parálisis cerebral y deficiencias intelectuales. El nombre incorpora el prefijo griego παρα, para, significando proximidad o similitud, aunque en su momento el nombre se debiera a la presencia de participantes con parálisis o paraplejía.

- **Electromiografía:** Es la técnica de registro gráfico de la actividad eléctrica producida por los músculos esqueléticos, se realiza mediante sensores intramusculares o superficiales y en la fisioterapia se utiliza para monitorear la activación de los diversos grupos musculares.

Además de los conceptos encontrados en la búsqueda, e incluyen los siguientes para reforzar la investigación.

- **Lesión deportiva:** Las lesiones deportivas son lesiones que ocurren durante la práctica de un deporte o al hacer ejercicio. ... Las lesiones agudas ocurren de repente mientras se está jugando o haciendo ejercicio. Por ejemplo: esguinces de tobillo

- **Prenda inteligente:** Son prendas, aparentemente normales, pero que llevarán integradas en el tejido funciones muy útiles para nuestra vida o trabajo. Como por ejemplo conectar mediante bluetooth nuestros movimientos a un dispositivo móvil, medir nuestro ritmo cardiaco, calorías quemadas o el nivel de dióxido de carbono en el aire

- **Electrodo:** Un electrodo es un conductor eléctrico utilizado para hacer contacto con una parte no metálica de un circuito, por ejemplo un semiconductor, un electrolito, el vacío del grupo(en una válvula termoiónica), un gas (en una lámpara de neón, o Argón)

- **Comité paralímpico Internacional:** El Comité Paralímpico Internacional (IPC) es el órgano rector mundial del Movimiento Paralímpico. Su objetivo es organizar los Juegos Paralímpicos de verano e invierno y actuar como la Federación Internacional de diez deportes, supervisando y coordinando Campeonatos Mundiales y otras competiciones.



2. FUNDAMENTO ÁREA DE ESTUDIO

2.1. PROBLEMÁTICA

La práctica de deportes de alto rendimiento significa un gran sacrificio tanto para el deportista como para las personas que lo rodean, ya que para obtener un rendimiento óptimo como lo requiere el atletismo, se debe modificar el cuerpo para que se adecue a la técnica correcta.

Las técnicas que están establecidas para el beneficio del corredor son analizadas con respecto a las personas que no presentan discapacidad física ni intelectual, por lo tanto no siempre se adecua a todos los deportistas que realizan las diferentes disciplinas paralímpicas. Además de esto, los procedimientos que se utilizan por parte de los cuerpos médicos, son, prácticamente, de carácter estándar y se efectúan de la misma manera que se haría a un deportista "normal", por lo que no se adecua correctamente al cuerpo del deportista paralímpico.

A pesar de todos los equipamientos que existen para el análisis biomecánico, no existen análisis detallados del comportamiento del cuerpo de los deportistas paralímpicos y como su cuerpo debe adecuarse a una técnica que no está pensada para ellos. Solo en el año 2012, durante los juegos paralímpicos de Londres, se realizó el primer análisis epidemiológico sobre las lesiones de atletas paralímpicos, en donde se abarca de forma amplia y prospectiva las lesiones en los Juegos Paralímpicos, pero no todas las delegaciones participaron, por lo tanto los resultados, si bien representaron a una gran mayoría, no abarcaron a todos los deportistas involucrados en las diferentes disciplinas, teniendo en cuenta la variación de resultados y funcionamiento muscular en los diferentes atletas, según sus discapacidades.

Según el estudio realizado arrojó que; La tasa global de incidencia de lesiones fue de 12,7 lesiones cada mil atletas al día. Las tasas

de lesiones fueron similares en atletas masculinos y femeninos. Las tasas de lesiones pre competición en las mujeres fueron más altas que las del período de competencia. Se encontraron mayores tasas de lesiones en atletas mayores y en ciertos deportes como el fútbol 5 por lado. En general, el 51.5% de las lesiones fueron lesiones traumáticas agudas de nueva aparición. La región más comúnmente lesionada (porcentaje de todas las lesiones) fue el hombro (17.7%), seguido de la muñeca / mano (11.4%), el codo (8.8%) y la rodilla (7.9%). El porcentaje de lesiones a nivel lumbar, en cuanto a nivel muscular y esquelético, fue del 5.5%.

Tanto a nivel mundial como a nivel nacional, los procesos de rehabilitación deporte se rigen por los mismos parámetros que utilizan los equipos deportivos de atletas que no presentan discapacidad, lo que significa un esfuerzo extra por parte del atleta paralímpico, ya que debe sobre exigir su cuerpo más allá del límite de lo normal y sufrir lesiones que lo afectan tanto en su desempeño en la pista, como en su vida cotidiana.

Esta falta de información con respecto al comportamiento corporal de los atletas paralímpicos se presenta como oportunidad para aportar en esta temática y potenciar el proceso médico que ayude a disminuir las lesiones que puedan llegar a sufrir.

Bajo esta problemática, se fundamenta el proyecto y la propuesta con un Dispositivo de monitoreo mioeléctrico para la obtención de datos de simetría en la actividad muscular lumbar de atletas paralímpico que sirva como instrumento de apoyo para cuerpos médicos y de investigación, al momento de tomar decisiones sobre los procedimientos que se fuesen a realizar sobre los atletas, tomando en cuenta las características propias del atleta en cuestión.

Bajo el punto de vista investigativo, es importante destacar la im-

portancia de este proyecto, ya que, según la IPC en su estudio epidemiológico, la creación de instrumentos personalizables para la investigación in situ de estos deportistas, facilita la obtención de datos concretos que ayuden a determinar el comportamiento real de sus cuerpos.

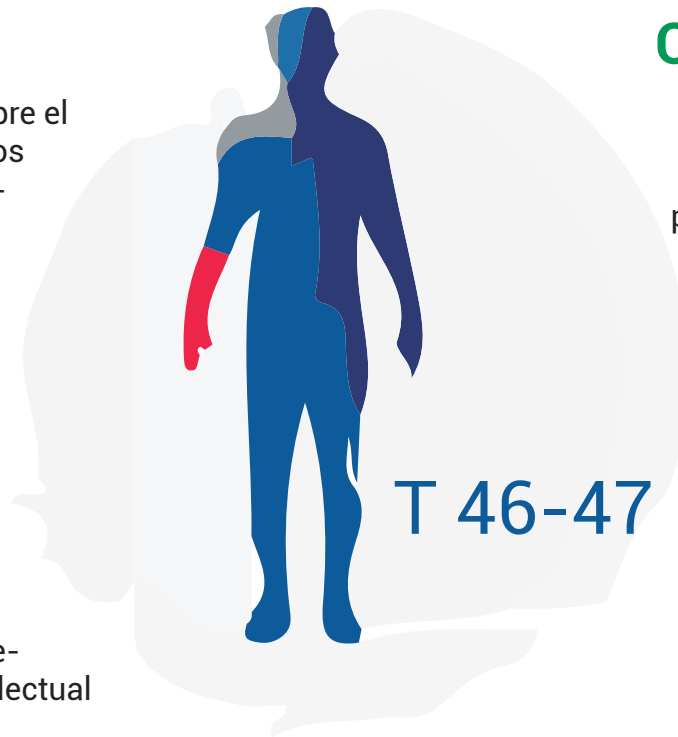
2.2 RELACIÓN PROBLEMÁTICA/OPORTUNIDAD

Problemática

Falta de información detallada sobre el comportamiento muscular de los atletas paralímpicos de discapacidad en sus extremidades superiores (T45, T46, T47)

Necesidad de un monitoreo no invasivo para la recopilación de datos sobre el comportamiento musculoesquelético del atleta.

Las técnicas que están establecidas para el buen desempeño de los deportistas son analizadas con respecto a las personas que no presentan discapacidad física ni intelectual



Oportunidad

Aportar en el contexto del atletismo paralímpico y potenciar el proceso médico que ayude a disminuir las lesiones que puedan llegar a sufrir.

Entrega de datos para la mejora o modificación de la técnica usada por el atleta, atendiendo a sus necesidades específicas.

Dispositivo de precisión con uso más intuitivo y de fácil acceso.

2.3 OBJETIVOS DEL ÁREA DE ESTUDIO

OBJETIVO GENERAL

Caracterizar y analizar las lesiones deportivas a nivel de espalda y su relación con una técnica de braseo mal ejercida por los deportistas paralímpicos.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar los factores que influyen y benefician la aparición de lesiones a nivel de espalda
- Caracterizar la teoría y las prácticas de los profesionales en caso de la aparición de lesiones en atletas

2.4 ANTECEDENTES DE LA SITUACIÓN

A continuación, se presentan los antecedentes como fundamento del proyecto, los cuales permitirán comprender de manera la problemática. Se presenta la lumbalgia como principal lesión a analizar como proyecto y también los factores que ocasionan su aparición. Además se aborda, de manera rápida, la técnica de braceo en el atletismo y su importancia en la carrera y la prevención de la lumbalgia y los procedimientos en caso de lumbalgia.

De esta manera se podrá fundamentar los límites en los cuales se enmarca el proyecto y los requerimientos necesarios para obtener la propuesta que responda de mejor manera a la problemática planteada

2.4.1 LA LUMBALGIA EN EL ATLETISMO

La lumbalgia simple o lumbago, dolor localizado en la zona lumbar, en la parte inferior de la espalda donde se encuentran las vértebras lumbares, en la zona lumbar sea central o en las fosas lumbares, en la zona central de la parte baja de la espalda, referido o no a los glúteos o la parte proximal posterior de los muslos, y sin sobrepasar en la inmensa mayoría de los casos las rodillas. La mayor parte de dolor lumbar agudo es inespecífico, desde un punto de vista de diagnóstico, y es auto limitado o bien responde adecuadamente a un tratamiento conservador simple. Como mínimo el 90% de pacientes documenta que el dolor desaparece al cabo de 20 días a dos meses, y el 99% estará libre de dolor al cabo de un año, al cabo de dos o tres años, la vuelta del dolor se produce en alrededor de un tercio de estos pacientes, pero con episodios más breves y benignos.

El dolor lumbar es extraordinariamente frecuente en la sociedad en la que vivimos, la Lumbalgia, es una de las causas más frecuentes de patología.

Afecta a un 60%-80% de los individuos en algún momento de sus vidas, con un pico de incidencia en los 45 años. Es la segunda causa más frecuente de consulta médica, después de las afecciones respiratorias.

Los atletas han sufrido alguna vez dolor de espalda a lo largo de su vida deportiva. Las lumbalgias no tienen la misma causa en todos los atletas y conocer el verdadero origen del cuadro es fundamental para tratarlo adecuadamente y lograr que el deportista vuelva a sus entrenamientos y competencias sin dolor y con la misma eficiencia.

Tradicionalmente el dolor de espalda se venía atribuyendo a la

existencia de problemas musculares o discales. En el campo de la medicina deportiva la patología lumbar puede tener también un origen ligamentoso, vertebral o incluso estar motivada por un problema en la cadena cinética. No basta con tratar las lumbalgias y las contracturas, que no dejan de ser los síntomas y signos de estos cuadros, sino que hay que resolver el cuadro totalmente para que el atleta vuelva a competir es un estado óptimo.

No existe evidencia científica de que los atletas de elite tengan mayor riesgo de lumbago que la población no deportista, de hecho, en algunos estudios se comprueba cómo estos corredores tienen incluso menos riesgo de padecerlo, aunque esto no se puede aplicar a la población de corredores populares, con otros hábitos, estilo de vida, trabajos, etc. Por otro lado es importante recalcar que existen documentos y reportes, de deportistas, que proponen que la asimetría en la acción de correr, en la zona del tronco, aumenta la probabilidad de lumbalgia en los atletas, ya que la carga energética, se focaliza en la zona lumbar.

Las características del esfuerzo que llevan a cabo los atletas hacen que los problemas de espalda sean bastante frecuentes en ellos. Hay estudios que indican que el 75 por ciento de la población sufre dolor de espalda en algún momento de su vida, cifra que sería hasta un 10 o un 15 por ciento superior entre los fondistas.

2.4.2 ACCIÓN DE LOS BRAZOS EN LA CARRERA

El braceo cumple las siguientes funciones en el movimiento de carrera:

> Equilibrar las rotaciones de cadera y tronco que se producen al dar los pasos más amplios. Si probamos a correr con los brazos pegados al cuerpo sin compensar los pasos de la carrera, veremos cómo nos tambaleamos hacia los lados y perdemos equilibrio y estabilidad en el movimiento. Es agotador y no nos permite correr bien, además colabora en una mayor impulsión. El esfuerzo lo hacen las piernas, pero un braceo energético ayuda a que la impulsión sea más poderosa y económica.

> Permite la estabilización del tronco, que es esencial en la carrera para poder realizarla con soltura y eficacia. Su importancia radica en la influencia que ejerce en los siguientes factores:

Máximo impulso sin pérdida de energía. Un impulso sólo se puede realizar con su máxima potencia si la fuerza se ejerce respecto a un elemento firme y estable. Al empujar el suelo hacia atrás en el impulso, la fuerza se transmite hacia arriba hacia el centro de gravedad.

Si hay estabilidad está energía se absorberá en el tronco para transformarla en desplazamiento sin disiparse en cualquier movimiento accesorio que nos pueda desequilibrar. Así evitaremos rotaciones de tronco excesivas y oscilaciones hacia los lados que no sólo nos van a frenar, sino que nos va a hacer que añadamos tensiones inapropiadas al tronco (como las de los hombros) para intentar equilibrarnos en el desplazamiento.

Estos desequilibrios nos frenan, nos roban parte de la energía aplicada en el impulso, nos desequilibran en el apoyo y hacen que

nos agotemos antes, aparte de poder degenerar en lesiones de espalda.

La postura de hombros tensos y elevados, así como la rigidez intercostal va a elevar nuestra respiración al tórax, limitando nuestra capacidad para llenar al máximo los pulmones y haciendo más difícil la colaboración del diafragma en el movimiento respiratorio.

Un buen apoyo abdominal va a permitir que la musculatura del tórax descansa hacia abajo liberándose de tensiones que opriman el movimiento natural de la caja torácica. Además el apoyo en esta zona va a facilitar la intervención del diafragma en el movimiento respiratorio y con ello el máximo aprovechamiento de la respiración con el mínimo esfuerzo.

> Buena coordinación con el braceo: El tronco es el enlace entre brazos y piernas, y además el punto de apoyo de todos los esfuerzos musculares.

Es fundamental para que nuestros brazos coordinen bien su trabajo que el tronco haga de enlace muscular entre las cadenas superiores y las inferiores, aparte de necesitar un buen punto de apoyo para su movimiento.

> Prevenir lesiones en la columna vertebral provocadas por la absorción de la energía de los impulsos. La carrera es un movimiento repetitivo que envía violentos impulsos a la cadera para que ésta los canalice a través de la columna vertebral.

2.4.3 TRATAMIENTO PARA LUMBALGIA EN DEPORTISTAS

Si el dolor muscular de la espalda es grave, el paciente puede ser aconsejado a descansar, pero no más de uno o dos días.

Los tratamientos iniciales típicos para dolores musculares de espalda incluyen una combinación de:

- Medicamentos para el dolor (por ejemplo, acetaminofeno), para interrumpir la transmisión de señales de dolor al cerebro.
- Medicamentos antiinflamatorios (como ibuprofeno o esteroides posiblemente orales), para reducir la inflamación local que es una de las causas del dolor.
- Relajantes musculares, que pueden ser recetados a corto plazo para aliviar el dolor de espalda severo asociado con los espasmos musculares.
- Masajes, que puede ayudar a promover el flujo sanguíneo en la zona lumbar (para ayudar con la recuperación), aflojar los músculos apretados espalda baja, y liberar endorfinas, analgésicos naturales del cuerpo.
- Quiropráctica, que es la manipulación manual suave es una opción para ayudar a aflojar músculos de la espalda tensos y promover la curación en la espalda baja.
- Hielo o compresas frías, la aplicación de algún tipo de envase en frío puede ayudar a reducir la inflamación, que es útil inmediatamente después de la lesión.
- La terapia de calor, la aplicación de calor a la zona lumbar es de gran ayuda a más largo plazo para estimular el flujo de sangre y la curación de la zona lesionada.

Si el dolor lumbar tiene una duración de más de dos semanas, los músculos pueden comenzar a debilitarse. Debido a que usar los músculos de la espalda es doloroso, la tendencia natural de la mayoría de los pacientes es evitarlo. Sin embargo, la falta de actividad conduce a la atrofia muscular (pérdida de masa) y debilitamiento, que a su vez causa dolor de la espalda debido a que los músculos son menos capaces de ayudar a sostener la columna vertebral.

- Ejercicios para la espalda como tratamiento muscular
Como regla general, las personas que son activas son menos propensas a sufrir de dolor de espalda, debido a la tensión muscular, ya que el ejercicio regular estira los músculos por lo que son menos propensos a lesionarse.

Hay tres tipos de músculos que sostienen la columna vertebral:

- Extensores (músculos de la espalda y de los glúteos)
- Flexores (músculos abdominales y los músculos iliopsoas)
- Oblicuos o rotadores (músculos laterales)

Si bien algunos de estos músculos se utilizan en la vida cotidiana, la mayoría no reciben el ejercicio adecuado de las actividades diarias y tienden a debilitarse con la edad, a menos que se ejerciten específicamente.

Un programa completo de ejercicios para la zona lumbar debe consistir en una combinación de:

- Estiramiento para aliviar el dolor
- Ejercicios de fortalecimiento
- Ejercicios aeróbicos de bajo impacto



3. MARCO TEÓRICO

3.1 ATLETISMO PARALIMPICO

El atletismo ha sido parte de los Juegos Paralímpicos desde 1960 y siempre atrae a la mayor cantidad de espectadores. El deporte ofrece una amplia gama de competiciones y eventos y está abierto a atletas masculinos y femeninos en todos los grupos de impedimentos. Es la disciplina más emblemática entre los deportes Paralímpicos, así como también lo es en los Olímpicos. Su diversidad de pruebas incluye todo tipo de discapacidades, entre ellas deportistas en silla de ruedas, con ceguera total y/o parcial que son acompañados por guías, atletas con prótesis, atletas con parálisis cerebral y discapacitados intelectuales.

Los atletas compiten de acuerdo con su clasificación funcional en cada evento. Algunos compiten en sillas de ruedas y algunos con prótesis (según su discapacidad), mientras que aquellos con impedimentos visuales reciben orientación de un guía con vista que compiten junto a ellos.

Imágenes atletas de diferentes tipos (sillas, prótesis, ciegos)

El atletismo paralímpico está gobernado por el IPC y coordinado por el Comité Técnico Mundial de Deportes Para Atletismo. En 2016, el deporte cambió su nombre de Atletismo IPC a atletismo paralímpico y la Federación Internacional pasó a llamarse World Para Athletics.

A Nivel mundial hay (¿) atletas inscritos en el IPC, aunque es difícil establecer específicamente a que clasificación corresponde cada uno de ellos, ya que en los informes y documentos oficiales no se especifica la cantidad de participantes por clasificación, sino que por deporte, en este caso el atletismo. Chile, por su parte posee 34 deportistas que practican este deporte, pero de estos solo 2 poseen, oficialmente, la clasificación de T-46, en la cual, al igual

que la T-47, se enfoca este proyecto

Los eventos en el programa Paralímpico incluyen:

Seguimiento de eventos:

Sprint (100m, 200m, 400m)

Distancia media (800m, 1,500m)

Larga distancia (5,000m, 10,000m)

Carreras de relevos (4x100m, 4x400m)

3.1.1 CLASIFICACIÓN ATLETISMO PARALIMPICO

En atletismo compiten atletas de las seis Federaciones Internacionales de deportes para discapacitados (IOSDs):

- IBSA; Ciegos y deficientes visuales.
- INAS-FID; Discapacitados Intelectuales.
- CP-ISRA; Parálíticos Cerebrales.
- ISOD; Amputados y "les autres"
- ISMWSF; Lesionados Medulares

A partir de las clases médicas de las seis Federaciones Internacionales, en Atletismo, se utiliza una nomenclatura específica, siendo esta la siguiente:

- Las clases 11, 12 y 13 cubren los diferentes niveles de deficiencia visual.
- La clase 20 cubre a los atletas con discapacidad intelectual.
- Las clases 32-38 cubren los diferentes niveles de parálisis cerebral.
- Las clases 42-46 cubren los diferentes niveles de amputación y otras discapacidades (les autres).
- Las clases 51-58 cubren los diferentes niveles de daños en la médula espinal.

La letra "T" marca las pruebas de carreras, la letra "F" equivale a pruebas de saltos, lanzamientos y pentatlón.

Pruebas para Atletas ciegos o con discapacidad visual

- T11 Y F11 Atletas B1.- Un atleta de esta clase tendrá, o ninguna percepción de la luz en ninguno de los dos ojos, o algo de percepción de la luz pero incapacidad para reconocer la forma de una mano a cualquier distancia o en cualquier dirección.
- T12 Y F12 Atletas B2.- El atleta puede reconocer la forma de una mano, y tiene capacidad para percibir claramente hasta un máximo de *2/60 (Una persona puede ver a dos metros lo que normalmente se puede ver a 60m). El campo visual del atleta es menor de cinco grados.
- T13 Y F13 Atletas B3.- El atleta puede reconocer la forma de una mano y la habilidad para percibir claramente estará por encima de 2/60 y hasta 6/60. El campo visual del atleta varía entre más de cinco grados y menos de 20.



Fuente: Comité Paralímpico Internacional

Pruebas para atletas con discapacidad intelectual

- T20 Y F20 Atletas con discapacidad intelectual. Para ser elegible para competir en los Juegos Paralímpicos, todos los atletas con Discapacidad Intelectual tienen que alcanzar el criterio de discapacidad mínima, que, de acuerdo con la definición de la Organización Mundial de la Salud (OMS), está determinado por:
 - Una coeficiente intelectual por debajo de 70 (100 es el coeficiente de una persona media)
- Limitaciones en áreas de destreza regulares (por ejemplo, comunicación, cuidado personal, destrezas sociales, etc.)
- Aparición antes de los 18 años



Fuente: Comité Paralímpico Internacional

Pruebas para atletas con parálisis cerebral

- T31 Y F31 Atletas CP2 I. Utilizan silla de ruedas. Son los deportistas con el mayor nivel de minusvalía física. No pueden mover una silla manualmente y la mayoría de ellos utilizan una silla de ruedas motorizada. En los Juegos Paralímpicos no se programan pruebas de la clase
- T31. T32 Y F32 Atletas CP2 U. Silla de ruedas, pudiendo moverla, aunque con dificultades. En los Juegos Paralímpicos las pruebas que se programan para la clase T32 son club, peso y disco.
- T33 Y F33 Atletas CP3. Silla de ruedas. Los atletas T33 (CP3), en los Juegos Paralímpicos, compiten en esta clase. El atleta muestra un movimiento bastante importante de tronco cuando empuja una silla de ruedas, pero el movimiento hacia delante del tronco está a menudo limitado durante un empuje enérgico. Aunque muestra algún movimiento de tronco durante el tiro, los movimientos son en su mayoría desde el brazo. El atleta compete en silla de ruedas.
- T34 Y F34 Atletas CP4. Silla de ruedas. El atleta muestra una buena fuerza funcional con mínimas limitaciones o problemas de control en brazos y tronco. El atleta muestra poco equilibrio. Los atletas compiten en silla de ruedas.
- T35 Y F35 Atletas CP5. Ambulantes. El atleta tiene un equilibrio estático normal, pero muestra problemas en el equilibrio dinámico. Un pequeño desvío del centro de gravedad puede llevar a una pérdida de equilibrio. El atleta puede necesitar la ayuda de algún aparato para caminar, pero no necesariamente cuando está parado o tirando (pruebas de campo en atletismo). El atleta puede tener suficiente función para correr en la pista.
- T36 Y F36 Atletas CP6. Ambulantes. El atleta no tiene la capacidad de permanecer quieto; muestran movimientos cíclicos involuntarios y habitualmente los cuatro miembros están afectados. El atleta es capaz de caminar sin ayuda. Normalmente tienen más problemas de control en los brazos y tienen mejor función en las piernas que los CP5, especialmente cuando corren.
- T37 Y F37 Atletas CP7. Ambulantes. El atleta tiene espasmos musculares incontrolables en la mitad de su cuerpo. Tienen buenas habilidades funcionales en la parte dominante del cuerpo. Caminan sin ayuda, pero a menudo con cojera debido a espasmos musculares incontrolables en la pierna. Mientras corren, la cojera puede desaparecer casi totalmente. La parte dominante tiene un mejor desarrollo y buen movimiento de continuación al caminar y al correr. El control de brazo y mano está sólo afectado en la parte no dominante; muestra un buen control funcional en la parte dominante.
- T38 Y F38 Atletas CP8. Ambulantes. El atleta muestra un mínimo de espasticidad incontrolable en un brazo, una pierna o la mitad de su cuerpo. Para ser elegibles, estos atletas necesitan tener un diagnóstico de parálisis cerebral u otro daño cerebral no progresivo.

Pruebas para atletas con deficiencias motóricas y ambulantes

- T42 Y F42 Atletas A2. Amputación única por encima de la rodilla, y A9; Amputaciones combinadas de brazos y piernas. En los lanzamientos y saltos, F42, también puede incluir a atletas con problemas severos para caminar, como son los atletas con deficiencia en una pierna debido a la polio.
- T43 Y F43 Atletas A3. Doble amputación por debajo de la rodilla, A9; Amputaciones combinadas de brazos y piernas. Los atletas de lanzamientos y saltos también pueden tener una función normal en el brazo de tiro unido a una función reducida en las piernas o ciertos problemas de equilibrio.
- T44 Y F44 Atletas A4; Amputación única por debajo de la rodilla, A9; Amputaciones combinadas de brazos y piernas y LAT3. Atletas que pueden caminar con una función moderadamente reducida en una o ambas piernas. Los atletas F44 pueden tener una amputación única por debajo de la rodilla. Atletas con función normal en el brazo de tiro y función ligeramente reducida en las piernas o ligeros problemas de equilibrio.
- T45 Y F45 Atletas A5; Doble amputación por encima del codo, y A7; Doble amputación por debajo del codo.
- T46 Y F46 Atletas A6; Amputación única por encima del codo, A8; Amputación única por debajo del codo, y LAT4; Atletas que tienen una función normal en ambas piernas pero deficiencias en el tronco y/o los brazos.



Fuente: Comité Paralímpico Internacional

Pruebas para atletas en silla de ruedas

- T51 Y F51 Atletas T1.- Leve debilidad en los hombros. Puede doblar los codos con normalidad, pero tiene capacidad limitada para extenderlos. Puede doblar las muñecas hacia atrás pero no hacia delante. No hay movimiento de dedos. No hay función de tronco o piernas.
- T52 Y F52 Atletas T2.- Tienen buena función de hombro, codo y muñeca. Tiene movimientos limitados de dedos. No hay función de tronco o pierna.
- T53 Atletas T3.- Tiene función normal de brazos y manos. No tiene función de tronco o la tiene limitada. No tiene función de piernas. F53. Tiene hombros, codos y muñecas normales, pero una leve limitación de la función de la mano. No hay función de tronco o pierna.
- T54 Atletas T4.- Tiene función normal de brazos y manos. La función de tronco oscila entre alguna y función normal. Puede tener alguna función de pierna. F54. Tiene función normal de brazos y manos. No tiene función de tronco o pierna.
- F55. Tiene función normal de brazos y manos. En cuanto al tronco, puede extender la columna en dirección ascendente y torcerla. No hay función de pierna.
- F56. Tiene función normal de brazos y manos. Puede extender el tronco hacia arriba, puede girar y moverse hacia atrás y hacia delante cuando está sentado. Tiene alguna función de pierna.
- F57. Tiene función normal de brazos y manos. Puede mover el tronco hacia arriba, puede girar, moverse hacia atrás y hacia

delante, y moverse de lado a lado.



Fuente: Comité Paralímpico Internacional

3.1.2 TÉCNICA DE CARRERA

La carrera es la actividad básica del atletismo y es importante que todos los atletas sepan cual es la manera correcta de correr. Debido a que las características antropométricas son diferentes entre cada individuo, no existe una técnica de carrera perfecta, pero si existen una serie de principios biomecánicos que deben guiar la realización del gesto deportivo. Es decir, cada persona, en función de sus características antropométricas y de sus cualidades físicas, adopta estos principios técnicos de manera que tiene un "estilo propio"

La carrera es un movimiento sencillo y cíclico, donde se alternan el apoyo de un pie en el terreno con una suspensión de todo el cuerpo en el aire, lo que no significa que sea una técnica descuidada.

La carrera comprende dos fases principales, el apoyo y la suspensión. El apoyo es desde que el pie tiene contacto con el suelo, hasta el final de la impulsión. Durante esta fase el atleta inclina su cuerpo hacia adelante mediante la pierna de impulso, la inercia del desplazamiento, los brazos y la pierna libre. Esta fase se subdivide en 3 fases; amortiguación, sostén e impulsión.

- **Amortiguación:** Es la toma de contacto del pie en el suelo. La musculatura de las piernas tiene que amortiguar la caída del peso sobre el apoyo.

El pie siempre se apoya por delante del peso del cuerpo, si no fuera así, nos desequilibraríamos hacia delante, pudiéndonos caer al suelo, pues el cuerpo avanzaría más rápido que el movimiento de las piernas. En la carrera circular, el apoyo se hace sobre la planta y punta del pie, evitando apoyar el talón. Esto nos permite mantener la cadera más elevada y con ello alcanzar más veloci-

dad, porque perdemos menos tiempo en amortiguar las caídas y en abandonar el suelo. El tendón de Aquiles mantiene una cierta tensión para sujetar el talón y no llegar a apoyarlo pues tiene que contener todo el peso del cuerpo en la caída a la vez que se estira. Esta manera de correr, apoyando sólo de planta y con poca flexión de tobillo es muy agresiva y lesiva.

- **Sostén:** Es el movimiento con el que trasladamos el peso del cuerpo de detrás hacia delante del apoyo. Esta es la fase de transición con la que pasamos de la amortiguación de la caída a la impulsión del siguiente paso y siempre se produce, aunque es tan rápida que resulta casi imperceptible. En la carrera circular la tracción se realiza sobre la planta del pie, manteniéndose el apoyo en la misma superficie. El esfuerzo de tracción lo realiza la musculatura de los isquiotibiales y del glúteo.

- **Impulsión:** Estando el peso por delante del apoyo, nos podemos impulsar hacia delante empujando el suelo hacia atrás. El impulso nace desde la cadera, encadenando desde arriba hacia abajo la contracción de glúteos, isquiotibiales, cuádriceps y gemelos, finalizando el movimiento los flexores de los dedos de los pies. Todos estos músculos configuran la cadena muscular extensora de las piernas. Son extensores porque los ángulos articulares de las piernas se abren al contraerse dichos músculos. La contracción de los glúteos también se encadena hacia arriba con la contracción de los extensores de la columna vertebral.

- **Vuelo:** Aquí podemos incluir todas las acciones que realizamos con la pierna cuando está en el aire. El objetivo en esta fase, es que la zancada sea lo más larga posible, pero sin entretenernos excesivamente en el aire, pues perderíamos tiempo y nos desplazaríamos más despacio. Cuando el impulso decae, tenemos que intentar buscar el suelo lo más rápidamente posible. Esta es la diferencia con una carrera saltada, pues en esta

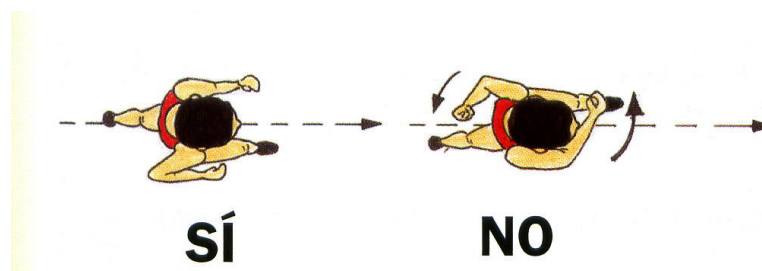
buscamos la máxima amplitud de los pasos, sin importarnos el tiempo. En términos generales, el vuelo, o amplitud del paso, está potenciado por la acción de los músculos flexores, que son los que tienden a cerrar los ángulos articulares.

Importancia del braceo en la carrera

Como se mencionó anteriormente, los brazos en la técnica de la carrera, tienen una gran importancia, ya que estos ayudan a la economía energética del atleta y también al correcto impulso del mismo. Incluso existen estudios que han demostrado que la ausencia del braceo en la carrera, aumenta en un 4% la energía utilizada durante la carrera, en comparación con una técnica de carrera acompañada de un braceo bien realizado.

Para un correcto braceo hay que tener en cuenta aspectos como: relajación de hombros, codo en ángulo recto, no apretar los puños o no sobrepasar línea media, siendo este último un factor importante en este proyecto, ya que al sobre pasar la línea media del cuerpo, se comienzan a realizar movimientos que desequilibran y entorpecen la cadena cinética, forzándola a buscar la estabilidad del tronco.

Es importante no generar un torque de rotación desde los miembros superiores, ya que la carrera es un desplazamiento sobre el plano sagital (adelante-atrás o plano de perfil), por lo tanto, estabilizar los movimientos en los otros planos minimizará errores en la técnica de carrera. Los brazos deben moverse adelante-atrás y no cruzarlos por delante del cuerpo ya que generarán un torque de rotación que habrá que compensar con los miembros inferiores, implicando esto, el foco de energía de compensación en la zona lumbar de la columna, siendo esta el punto de unión entre músculos superiores e inferiores.



La acción de brazos en la carrera
Imagen: Libro de texto Educación Física. Proyecto Olimpia-4. Ediciones del Serbal

3.1.3 MÉTODOS DE MONITOREO

Muchos atletas, entrenadores y personal de apoyo están tomando un enfoque cada vez más científico tanto para el diseño como para el monitoreo de los programas de entrenamiento. La supervisión adecuada de la carga de entrenamiento puede ayudar a determinar si un atleta se está adaptando a un programa y a minimizar el riesgo de desarrollar una extralimitación no funcional, enfermedad, y/o lesión. Con el fin de obtener una comprensión de la carga de entrenamiento y su efecto sobre el atleta, están disponibles un número de marcadores potenciales para su uso. Sin embargo, muy pocos de estos marcadores tienen una evidencia científica fuerte que apoye su uso, y todavía hay un solo marcador definitivo descrito en la literatura. La investigación ha analizado una serie de herramientas externas para cuantificar y monitorear la carga, como los dispositivos para medir la potencia máxima, el análisis del tiempo-movimiento, así como las unidades de medida de carga interna, incluyendo la percepción del esfuerzo, la frecuencia cardíaca, el lactato en sangre, y el impulso del entrenamiento.

El monitoreo apropiado de la carga de entrenamiento puede aportar información importante para los atletas y entrenadores; sin embargo, los sistemas de monitoreo deben ser intuitivos, proporcionar un análisis e interpretación eficiente de los datos, y permitir la presentación eficiente de los reportes simples, pero con una retroalimentación científicamente validada.

- **Running Analysis**

Examen diseñado para conocer la técnica de carrera tanto en pista como en calle en distancias de 5k a 42k

Etapas

- I. Calentamiento unos minutos inicialmente a una velocidad moderada.
- II. Realización varias mediciones por debajo y por encima de la velocidad crucero y velocidad objetivo en una prueba y distancia específica, todo esto sin intervenir ni sugerir mejoras. No es una prueba de esfuerzo, son varias mediciones de un minuto cerca de la velocidad de carrera del cliente.
- III. Reunión con los especialistas para detectar las anomalías de la técnica y como mejorarlas.
- IV. Realización de nuevas mediciones con las sugerencias de corrección y comprobación de cómo mejoran los parámetros biomecánicos después de las sugerencias.
- V. Entrega de informe y videos de la técnica antes y después de las correcciones, complementando la retroalimentación visual.

Qué tecnología se usa

- Un Sistema de análisis 3D de Carrera Motion Metrix compuesto por 2 cámaras tridimensionales y un software especializado para calcular los parámetros espaciotemporales de la carrera.
- Un Sistema de análisis 2D de carrera Contemplan Tempo Running compuesto por 3 cámaras tridimensionales y un software especializado para ver en alta definición y alta velocidad las imágenes del corredor en general y en donde se desee enfocar la técnica.

3.1.4 LESIONES COMUNES

El atletismo como todos los deportes tiene sus riesgos físicos. Existen muchas lesiones entre las que destacan las de las extremidades inferiores al ser provocadas por malos apoyos del pie o un excesivo esfuerzo.

Las lesiones más comunes de este deporte son los esguinces, roturas fibrilares, desprendimiento de las espinas ilíacas, desgarramiento del talón de Aquiles, tendinitis y la periostitis.

- Los esguinces: pueden darse a un mal apoyo del pie o una torcedura. Dependiendo de la gravedad del mismo puede haber tres tipos de esguinces: estiramiento excesivo pero sin desgarro del ligamento, desgarro parcial de un ligamento, y desgarro completo del ligamento que requeriría escayola o a veces intervención quirúrgica.

- Las roturas fibrilares: son muy comunes en este tipo de deporte ya que el 30% de ellos sufre una lesión de este tipo principalmente por la sobrecarga de esfuerzo, por demasiado esfuerzo como las salidas de carreras. Pueden ser de varios tipos, según la cantidad de fibras implicadas en primer lugar la rotura fibrilar: que se trata de la rotura de algunas miofibrillas, el segundo tipo: serían las roturas parciales o desgarros que implicarían varias fibras rotas, por último las roturas totales que sería el caso más extremo es la rotura completa del músculo.

- El desprendimiento de las espinas ilíacas: se encuentra en la cara anterior de la pelvis, son desprendimientos de las inserciones de los músculos de la misma. Al frenar en la carrera, o en medio de ella, el corredor siente un dolor punzante en la cadera, debido a un sobre esfuerzo o una mala posición y técnica.

- El desgarramiento del talón de Aquiles: es otro de los problemas provocados por el atletismo y se debe a la repentina aceleración de la cadera con una musculatura insuficientemente calentada. Esta lesión requeriría una rápida intervención quirúrgica para evitar problemas musculares con la pantorrilla.

- La tendinitis: es la lesión leve más común de todas por los excesos en los esfuerzos y por rozamientos del tendón con la zapatilla. Esto se puede evitar estirando correctamente y utilizando un calzado adecuado.

- La periostitis: se produce por entrenar en terrenos duros y desiguales con zapatillas duras, lo que produce una excesiva vibración del periostio que recubre la tibia y con ello una inflamación del mismo. Es recomendable evitar zapatillas duras, ligeras y bajas. La tibia es el hueso que más peso soporta del cuerpo, tiene poca protección muscular y es vulnerable a las lesiones por sobre-esfuerzo.

3.1.5 LUMBALGIA

La lumbalgia simple o lumbago, dolor localizado en la zona lumbar, en la parte inferior de la espalda donde se encuentran las vértebras lumbares, en la zona lumbar sea central o en las fosas lumbares, en la zona central de la parte baja de la espalda, referido o no a los glúteos o la parte proximal posterior de los muslos, y sin sobrepasar en la inmensa mayoría de los casos las rodillas. La mayor parte de dolor lumbar agudo es inespecífico, desde un punto de vista de diagnóstico, y es auto limitado o bien responde adecuadamente a un tratamiento conservador simple. Como mínimo el 90% de pacientes documenta que el dolor desaparece al cabo de 20 días a dos meses, y el 99% estará libre de dolor al cabo de un año, al cabo de dos o tres años, la vuelta del dolor se produce en alrededor de un tercio de estos pacientes, pero con episodios más breves y benignos.

Es importante tener en cuenta que la lumbalgia, al igual que otras enfermedades de tipo muscular, depende de factores de riesgo o "banderas rojas" para poder comprender su aparición y efectos en la persona; algunos de estos factores de riesgo son: longitud de las piernas, flexibilidad de la columna, fuerza musculatura abdominal, rodillas en genu valgo (rodillas arqueadas), talón en valgo ante pie en varo, y la habilidad de mantener estable la columna lumbar mientras se corre.

Sólo entre un 15% y un 20% del dolor lumbar responde a una lesión anatómica y únicamente un 2% es debido a causas graves. Según el último informe de la Organización Mundial de la Salud (OMS), el 80% de la población mundial sufre o ha sufrido de lumbago. La dolencia localizada definida como síndrome lumbar, se manifiesta en un amplio de pacientes entre 35 a 65 años, sin predilección de sexo. Cifras a las que Chile no es la excepción, donde

esta dolencia, según el Ministerio de Salud, es la primera causa de ausentismo laboral en el país.

A esta información se suma el "Estudio sobre el Dolor Crónico" realizado por la Asociación Chilena Para el Estudio del Dolor, el cual concluyó que el costo del dolor crónico no oncológico en Chile equivale al 0,32% del PIB anual lo que equivale a un gasto de 800 mil millones de pesos por año. De lo anterior, el Lumbago representa un 31,8%, siendo la primera causa de dolor crónico en Chile. Tal y como pone de manifiesto el informe publicado en "Annals of the Rheumatic Diseases", la lumbalgia es la mayor causa de discapacidad muy por encima de cualquier otra enfermedad. Dado que el crecimiento de la población es constante, el estudio baraja la posibilidad de que este problema se incremente de forma exponencial en las próximas décadas, es por eso que los autores instan a servicios de salud y gobiernos de todo el mundo a tomarse este asunto con mayor seriedad y rigor.

En los atletas T46 (47) con lumbago, por lo general, existen déficits en la fuerza y flexibilidad, tendencia a la pronación y una capacidad disminuida para estabilizar la columna lumbar durante el impulso en la carrera.

La totalidad de los deportes, incluso los más estáticos, obligan a realizar movimientos de l'exo-extensión, inclinación lateral o rotación del tronco de los cuales es responsable la columna vertebral que, en caso de deportes de élite, pueden traducirse en lesiones por sobrecarga básicamente de la zona lumbar y sobre todo en los últimos segmentos de esta zona.

Los doctores Ramón Balius Juli i Ramón Balius Matas²¹ del Centro de Medicina Deportiva del Consell Català de l'Esport de la Generalitat de Catalunya han realizado una clasificación de los diferentes deportes como entidades potencialmente patógenas para

la columna vertebral en los deportistas del programa de tecnificación deportiva y del ARC que se controlan en este Centro Médico. Esta clasificación se basa en:

- el tipo de movimientos vertebrales que comportan y su carácter simétrico o asimétrico.

- la mayor o menor intensidad de estos movimientos, así como la necesidad intrínseca e inevitable de alcanzarla

- la necesidad intrínseca e inevitable de fenómenos sobreañadidos de carga o de choque.

Cuando valoremos la repercusión vertebral que producen los deportes es importante tener en cuenta la edad biológica del deportista, pues es bien conocido el carácter evolutivo durante el crecimiento de muchas de estas alteraciones vertebrales

Extracto obtenido del documento "BIOMECÁNICA DE LA COLUMNA VERTEBRAL EN EL DEPORTE. LAS LUMBALGIAS MECÁNICAS" (Dr. Fernando Pifarré San Agustí1, Dra. Alexia Casals Castell, Xavier Dídac Ortas Deunosajut, Oscar Hernández Gervilla4, Xavier Ruiz Tarraza, Teresa Prats Armengo

3.1.5.1 TIPOS DE LUMBALGIA

- **La Lumbalgia Aguda, lumbago, sin irradiación, (o lumbalgia simple)**

Se puede definir como aquel dolor de espalda de inicio súbito referido a la zona lumbar. El dolor puede ser de características mecánicas, es decir, mejorar con el reposo y empeorar con el movimiento, o no modificarse con el esfuerzo (no mecánico), apuntando a una causa fuera de la columna. Es muy frecuente debido

a la falta de buenos hábitos posturales en la vida diaria y en el trabajo. Este tipo de lumbalgia, comienza casi siempre de manera brusca al realizar un esfuerzo para levantar un peso o al hacer un movimiento en falso. Esto produce un bloqueo en la columna lumbar, con dolor y actitud o postura antiálgica importante, como el tronco en semiflexión e inclinación lateral. Será aguda en procesos de dolor menor de 12 semanas. Según autores es la de menos de 15 días de duración, siendo subaguda de 15 a 30 días.

Por sus características se cree que su origen es músculo esquelético benigno y no visceral (es decir no causa hepática, renal, ginecológica, etc.). El dolor lumbar se acompaña de repuesta muscular refleja en forma de contractura. Así se van acumulando las tensiones en la espalda, hasta que en un momento inesperado un movimiento lesiona algún músculo, nervio, ligamento o disco entre las vértebras, y ello provoca un dolor paralizante.

El corredor puede recordar que no presentó un dolor agudo durante el entreno, sino que apareció el dolor en el reposo o cuando se despertó a la mañana siguiente. Otras veces, se refiere como un chasquido cuando se efectuaba una flexión, torsión del tronco en entrenamiento, aunque lo normal es que aparezca el dolor al hacer un movimiento brusco de giro, flexión y extensión del tronco, al saltar para evitar un tropiezo en un entreno, al coger un peso, etc.

- **La Lumbalgia cónica o lumbalgia Aguda Recidivante**

Provoca un dolor que puede ser continuo, intermitente o acen tuado en ciertas posiciones (sentado, de pie, acostado, en flexión anterior, etc.), dura más de 30 días. A veces se manifiesta como un dolor difuso y vago localizado en la región lumbosacra. Suele empeorar por la noche y produce incluso fatiga, o por la mañana al levantarse. No existe bloqueo como tal, así que la persona que

lo padece puede andar y moverse con cierta libertad, y son en realidad las posturas estáticas prolongadas las que se hacen intolerables. En muchas ocasiones la causa de este tipo de lumbalgias es un desequilibrio de fuerzas en la columna en general, que puede ser provocado a su vez por el sobrepeso y la mala postura. Son dolores lumbares bajos, difusos y a menudo unilaterales, que se irradian hacia las nalgas, que incrementan con el esfuerzo y la fatiga y disminuyen con el reposo

- **La Lumbalgia Psicósomática o Emocional**

Es aquella que ocurre sin causa aparente y no sigue ningún tipo de patrón lógico, por lo que la persona que la padece no sabe explicar claramente el lugar del dolor ni las situaciones en las que aparece o desaparece. La ansiedad, rabia y tristeza son las emociones que con mayor frecuencia provocan lumbalgias de origen emocional. Aunque la mayoría de las lumbalgias tienen factores emocionales asociados

- **La Lumbociática**

Esta patología discal, puede producirse por una hernia discal o por una simple protusión discal. Este problema se suele situar entre L4 – L5 y L5 – S1.

En los corredores una de las causas más frecuentes es por mal gesto de correr, técnica deficiente y algunas otras causas. Normalmente es un dolor que se origina bruscamente sin más, muchas veces la causa es inespecífica, no se debe a ninguna enfermedad grave subyacente ni a una alteración estructural irreversible que conlleve su persistencia o reaparición. Suele producirse este dolor, por una distensión del ligamento común posterior de la columna al forzar en las cuestas, por braceo inadecuado, por inclinación inadecuada al correr o por una deficiente técnica de zancada.

En corredores, parece que influye el tipo y la intensidad del entrenamiento, factores biomecánicos de las extremidades inferiores, como: genu varo, rodillas arqueadas, talón en valgo, antepié en varo, longitud de las rodillas, flexibilidad de la columna, estabilidad de la columna lumbar (directamente relacionado con las extremidades superiores), fuerza muscular abdominal, el cambio de zapatillas, intensidad del entrenamiento, frecuencia empleada, aumento del kilometraje semanal de manera no progresiva.

3.2 ESTADO DEL ARTE

A continuación se presentan diferentes productos presentes en el mercado actual, que se relacionan con la problemática planteada para este proyecto. Esta búsqueda fue desarrollada con el fin de conocer y reconocer las soluciones disponibles, y que tecnologías están involucradas en ellas. EN primer lugar se hablara de productos relacionados con el monitoreo de deportistas y, en segundo lugar, se abordaran algunos productos relacionados con el ajuste a la zona lumbar.

3.2.1 ELEMENTOS DE MONITOREO

3.2.1.1 PULSÓMETROS

Pulseras o relojes diseñados para tomar el pulso y reflejarlos resultados para hacer un seguimiento. Podemos encontrar desde el clásico reloj de pulsera hasta los que se colocan debajo de la camiseta y mediante radio frecuencia envían a algún dispositivo los datos registrados. Hay modelos avanzados que permiten la conexión a una PC para hacer un seguimiento más exhaustivo.

(foto) HRM-Tri with Forerunner: Monitoreo cardiaco apto para triatlón, pequeño y compacto. Perfecto para analizar por largas horas el rendimiento del deportista durante eventos deportivos de larga y corta duración.



3.2.1.2 PODÓMETROS

Es uno de los elementos más populares, tanto a nivel profesional como amateur. Se trata de un péndulo que cuenta los pasos que damos. Es decir, miden la distancia recorrida en función de nuestra zancada. Sensores vitales.

Dado el extremo desgaste al que se someten los deportistas profesionales, el control de los datos de su cuerpo, resulta un estudio indispensable. Se utilizan sensores integrados que monitorean las constantes vitales del deportista. Estos instrumentos miden el pulso, la temperatura y movimiento. También permiten extraer datos estadísticos sobre la aceleración o la resistencia en carrera.

(Foto) Oncoach 100, Geonaute: Pulsera que se sincroniza con teléfono móvil, para monitorear, durante el día tu actividades deportivas y cotidianas factores de rendimiento como:

- Tiempo de carrera
- Distancia recorrida
- Calorías quemadas



3.2.1.3 SASTRERÍA TECNOLÓGICA

Los costos de la vestimenta oficial y profesional de los deportistas son bastante altos ya que están contemplados para ser desarrollados y distribuidos de una forma comercial, con una producción en serie. Con la llegada de los escáneres 3D de cuerpo completo, las aplicaciones para el deporte están proveyendo la capacidad de analizar la geometría y la cinemática de un determinado cuerpo.

Con la información recopilada de cada uno de los pliegues y del movimiento de un deportista, la composición digital llamada "tool-less" puede crear vestimenta a medida tomando en cuenta hasta 300.000 puntos de acción en un movimiento, haciendo de la sastrería tecnológica una interesante opción para quienes desean una personalización absoluta en su vestimenta y no estar limitados a una talla de camisa y un modelo contra el cuerpo o suelto.

Playertek: prendas de tren superior, de bajo peso y lycra respirable, que mediante tecnología GPS, permite establecer parámetros de eficiencia en futbolistas, entregando información valiosa a sus entrenadores sobre el desempeño individual y grupal de sus jugadores.

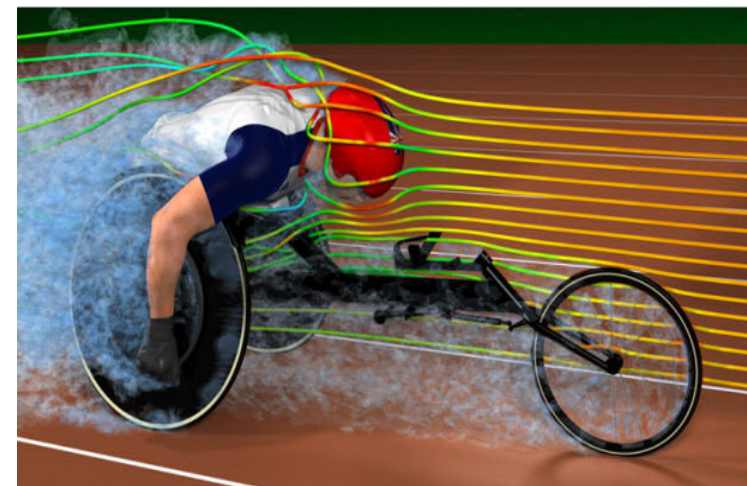


3.2.1.4 DINÁMICA DE FLUIDOS COMPUTACIONAL

La Dinámica de Fluidos Computacional es la rama que estudia el movimiento del aire, el agua y los gases a través de diferentes materias. Utilizando la fuerza de los superordenadores, los científicos hacen millones de cálculos para simular la dinámica de los fluidos tanto en medios de transporte, edificaciones o el cuerpo humano.

Esta tecnología se ha estado codeando con el deporte en los últimos tiempos, posibilitando la creación de cascos, trajes de baño y vestimenta de todo tipo. TotalSim, ha creado el software que pretende usar este método de monitoreo para generar simulaciones de distintos tipos de deportes, con el fin de potenciar el uso de implementos y técnicas que involucren la aerodinámica.

(foto) Unsteady CFD simulation and shape optimisation techniques were used to make gains for wheelchair and track cycling in 2012 (Courtesy of UKSport and TotalSim)



3.2.2 ELEMENTOS CON SUJECIÓN A LA ZONA LUMBAR

3.2.2.1 ADJUST-TO-FIT® BACK BRACE

Faja con sujeción a la zona lumbar mediante velcros, que emite calor para disminuir los dolores de la zona por trabajo en posiciones prolongadas. (foto)



3.2.2.2 REFUERZO LUMBAR MUELLER

El refuerzo lumbar Mueller® con almohadilla extraíble proporciona un soporte lumbar concentrado y compresión ajustable para el abdomen y la zona lumbar. (foto)



3.2.2.3 FAJA LUMBAR ORTHOCARE S

Es una faja que mediante doble tensión, permite corregir posturas perjudiciales para la espalda y además reducir las probabilidades de lesión en deporte o trabajo.



3.2.3 ANÁLISIS ESTADO DEL ARTE

Respecto a los productos encontrados, es importante mencionar, antes que todo, que la gama de productos en el mercado es bastante amplia, como para realizar una búsqueda muy a fondo sobre referentes en cuanto a dispositivos de monitoreo y adhesión a la zona lumbar. Sin embargo, también es importante destacar, que la mayoría de los productos que se encuentran como oferta en el mercado, responden a la misma función mediante la misma tecnología, pero solamente cambiando detalles mínimos y estéticos, más que aportar significativamente a una mejora de los productos que llevan en circulación durante años.

La tecnología cada día va aportando más y más a la creación de dispositivos textiles inteligentes, los productos encontrados, continúan girando ante las mismas funciones y soluciones ya existentes, por lo que elegir entre uno y otro va a erradicar más que nada en su diferencia de precios. Por otra parte se destaca que, en el caso de los dispositivos de monitoreo, la sincronización con Smartphone, ya está siendo una característica en todos estos productos "inteligentes", entendiéndose que el uso de estos dispositivos móviles va en ascenso con el pasar de los años.

Si bien el desarrollar un dispositivo de adhesión y ajuste a la zona lumbar es parte de la propuesta de este proyecto, es importante señalar que el refuerzo y la tensión de la zona, no son necesarias para el fin del producto, ya que son factores que podrían afectar al desempeño de los atletas que lo utilicen. Por otra parte, además, es importante destacar que el monitoreo del cuerpo del deportista está pensado para utilizar análisis electromiográfico, siendo este el más fiel a la entrega de datos reales del sistema muscular del humano y que es difícil encontrarlo en dispositivos de análisis o monitoreo muscular in situ.

3.3 ESTADO DE LA TÉCNICA

Ya que la génesis de este proyecto se basa en la innovación, la cual plantea la creación de cambios que introducen novedades, se debe cumplir con 3 requisitos, los cuales son :

- Nivel inventivo, es decir que para una persona experta en la temática, no sea obvia o evidente
- Aplicación industrial, es decir, que se pueda fabricar
- Novedad, es decir, que no exista en los registros de patentes a nivel mundial

Para poner en efecto lo anterior, se han desarrollado los puntos anteriores como una proyección de la propuesta, pero para que el estado de la técnica sea efectivo, se procede a efectuar una búsqueda en los registros de patentes a nivel nacional y mundial. Según INAPI (organismo encargado de propiedad intelectual en el país), la definición de estado de la técnica corresponde a todo conocimiento que se ha puesto a disposición del público. Tomando esto en consideración se procede a encontrar elementos que compartan la temática propuesta, para así poder analizarlos y compararlos con el fin de diferenciar el proyecto de lo ya existente.

Para la búsqueda de las patentes a nivel mundial, existen buscadores online que facilitan el proceso. Para esta ocasión se utilizaron tres buscadores, principalmente, los cuales son :

Google Patents: <https://patents.google.com/>
Spacenet: <https://worldwide.espacenet.com>

WIPO: <https://patentscope.wipo.int>

En la búsqueda de patentes en dichos buscadores, es importante definir conceptos claves que se puedan relacionar con las diferentes categorías en las patentes. Es por esto que los conceptos para esta búsqueda son:

- > Dispositivo textil deportivo inteligente
- > Dispositivo de monitoreo muscular
- > Análisis de tensión muscular
- < Monitoreo electromiográfico

Es importante recalcar que NO todas las agencias de propiedad intelectual poseen versiones en diferentes idiomas de las patentes que se presentan antes ellas, por lo que es fundamental que las búsquedas se realicen en diferentes idiomas para obtener resultados satisfactorios.

3.3.1 DEVICE FOR EXAMINING MUSCULAR TENSION IN DYNAMICS

- > Fecha de publicación: 30-04-1990
- > Numero de publicación: 01560095
- > Numero de aplicación: 4470027
- > IPC: 5A 61B (salud, diagnostico)

La invención se refiere a la tecnología médica, concretamente a dispositivos para investigación biomecánica, y puede usarse en investigación neurofisiológica y psicológica. El dispositivo proporciona una compensación precisa de las fuerzas de inercia desde la extremidad hasta el elemento sensor, que mide la resistencia mecánica de la extremidad al movimiento pasivo. El dispositivo permite una selección suave del valor compensado y excluye la interferencia mecánica. De esta forma, el dispositivo proporciona una medición precisa y sin interferencias del tono muscular en la dinámica en un amplio rango de velocidades. Un efecto positivo se consigue porque el dispositivo tiene dos cargado por resorte viga 2 y 3, un extremo del cual está conectado rígidamente al árbol de accionamiento 1 y en el otro extremo de la viga conectada entre sí a través del elemento de detección, por ejemplo, un medidor de deformación

3.3.2 DEVICE FOR DETERMINATION OF MUSCULAR TENSION

- > Fecha de publicación: 20.08.2003
- > Numero de aplicación: 2002119077/14
- > Numero de publicación: 02210313
- > IPC: 7A 61B - 7 A (instrumentos de auscultación)

CAMPO: medicina, en particular, neurocirugía y traumatología; aplicable en el examen de pacientes con lesión del sistema nervioso central y periférico, enfermedades y traumatismos del sistema locomotor y otras patologías.

SUSTANCIA: el dispositivo tiene una pieza de trabajo hecha en forma de varilla con puntero y muelle con elasticidad de resorte preestablecida alojada en tubo con mango y ranura longitudinal y divisiones métricas. El resorte de alojamiento de la parte superior del tubo tiene un enchufe extraíble. La varilla con resorte se encuentra en el extremo inferior abierto del tubo. Con el retén de la varilla parado en la parte superior del rebaje, el extremo inferior de la varilla se ubica en el nivel del borde inferior del tubo. La pieza de trabajo que se puede mover en planos horizontales y verticales se sujeta mediante un elemento de conexión con soporte cuadrado a su plano. La manija está hecha en ángulo recto al eje longitudinal del tubo. El tubo está conectado con el poste del miembro de conexión por medio del acoplamiento que aloja los retenedores del mango y el poste. El poste movable sobre el horizontal está conectado en ángulo recto con el soporte deslizante y tiene un retenedor. El extremo inferior de la varilla está hecho en forma de hemisferio. El tubo tiene una ranura lateral que se comunica con una ranura longitudinal en su extremo superior. En la parte de soporte opuesta a la publicación tiene una protrusión limitante. Asegurado para fijar el extremo inferior es un collar flexible para sujetar su otro extremo al soporte para limitar la protrusión.

EFEECTO: mayor calidad del examen debido a la objetividad y precisión de la medición de la tensión de los músculos esqueléticos de las extremidades

3.3.3 ROPA CON TINTES TERMOCRÓMICOS PARA MONITORIZAR Y OPTIMIZAR EL RENDIMIENTO DEL EJERCICIO

> Numero de aplicación: US9820515B2

> Fecha de publicación: 2013-03-15

Vestimenta para monitorear la temperatura óptima del caparazón del cuerpo durante la actividad física. La vestimenta usa tintes termocrómicos y tintas termocrómicas para indicar cambios en la temperatura de la envoltura del cuerpo a medida que la actividad física comienza y progresa. Los tintes y tintas termocrómicos revelan cuando la temperatura de la carcasa del cuerpo ha alcanzado una temperatura que indica un rendimiento muscular óptimo e informan al usuario de la indumentaria que aumenta o disminuye la intensidad de la actividad física para establecer o mantener la temperatura óptima de la carrocería.

<https://patents.google.com/patent/US20130263352A1/en?q=Wearable&q=Embroidered&q=Muscle&q=Activity&q=Sensing&q=Device&q=Human&q=Upper&q=Leg&oq=Wearable+Embroidered+Muscle+Activity+Sensing+Device+for+the+Human+Upper+Leg>

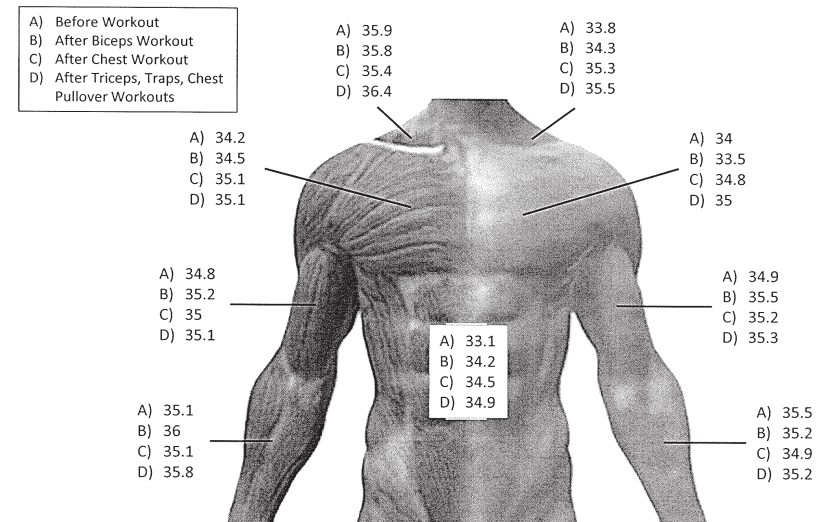


FIG. 2

3.3.4 APARATOS PARA UNIR SELECTIVAMENTE LA CÁPSULA DEL SENSOR FISIOLÓGICO A DIFERENTES TIPOS DE PRENDAS DE VESTIR Y PRENDAS DE VESTIR PONIBLES, INCLUIDAS LAS MISMAS

> Numero de aplicación: US14661831

> Fecha de Publicacion: 2015-03-18

Conjunto de dispositivos que permiten la unión de sensores para análisis y monitoreo corporal a la ropa, con el fin de permitir que el uso de dichos dispositivos, no se vea afectado por la indumentaria que el usuario use o por el tipo de sensor que se busca utilizar en el.

<https://patents.google.com/patent/US20160192716A1/en?q=Wearable&q=Embroidered&q=Muscle&q=Activity&q=Sensing&q=Device&q=Human&q=Upper&q=Leg&oq=Wearable+Embroidered+Muscle+Activity+Sensing+Device+for+the+Human+Upper+Leg>

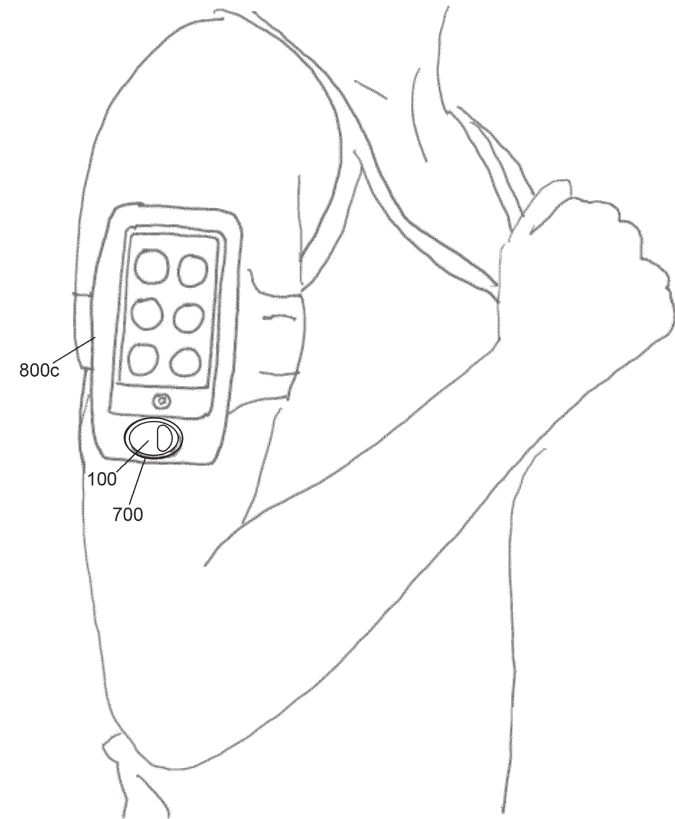


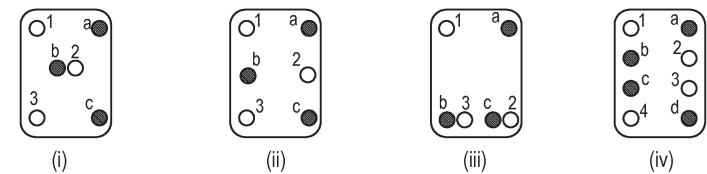
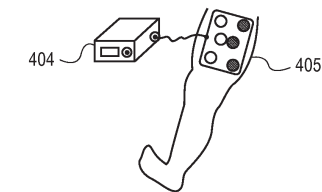
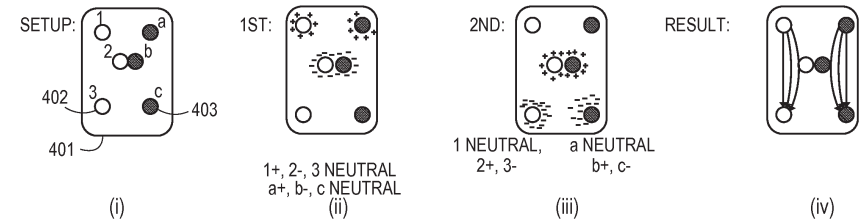
FIG. 8C

3.3.5 SENSORIAL PARA MEDIR SEÑALES EN LA SUPERFICIE DE LA PIEL Y MÉTODO PARA PRODUCIR

> Numero de publicación: US11399786

> Fecha de publicacion: 2006-04-07

La presente invención se refiere a sensores para medir señales en la superficie de la piel y para producir sensoriales. En el sensor de acuerdo con la invención, las superficies del electrodo requeridas para medir una señal y / o conductores requeridos para la transmisión de una señal se han sujetado al material textil de un conjunto o accesorio utilizado en el cuerpo. En el método de acuerdo con la invención, las superficies de electrodo requeridas para los sensores y / o conductores se añaden al material textil de un conjunto o accesorio utilizado en el cuerpo.



Importancia de la búsqueda en el estado de la técnica

Es importante para el proyecto, lograr un nivel inventivo que permita la capacidad de patentable al producto, es por eso que la búsqueda del estado de la técnica permite obtener la información necesaria para declarar el potencial de innovación que posee el producto.

El estado de la técnica, estado del arte o arte previo, comprende todo lo que se haya puesto a disposición del público en cualquier lugar del mundo, mediante una publicación en forma tangible, la venta o comercialización, el uso o cualquier otro medio, antes de la fecha de presentación de una solicitud de patente o de la reivindicación de la prioridad de un derecho.

¿Por qué realizar la búsqueda del estado de la técnica?

La búsqueda del estado de la técnica es parte fundamental al momento de querer presentar una patente de alguna invención, ya que permite:

> Desde la perspectiva técnica

- Evaluar la patentabilidad: es importante para tener seguridad de que el producto que se pretende patentar, posea las características necesarias para ello
- Evaluar la tecnología existente: sirve para tener conocimiento sobre la tecnología que esta presente en el área técnica de la creación

> Desde la perspectiva de la innovación

- Realizar búsqueda del estado de la técnica o estudio tec-

nológico: es fundamental para planificar actividades de investigación y desarrollo.

- Evaluar alianzas y posibles transferencias: es clave para identificar si han existido avances en el área técnica de interés de los cuales se deriven beneficios, como la generación de cooperación y/o transferencia de conocimientos.
- Determinar actualizaciones tecnológicas: es importante para estar al corriente de las nuevas tecnologías y avances recientes. - Evitar pérdida de recursos: se evita crear, trabajar e invertir recursos en lo que ya ha sido inventado.

> Desde la perspectiva legal

- Evaluar el alcance de los derechos de propiedad intelectual existentes, denominado búsqueda de posibles infracciones.

> Desde la perspectiva comercial

- Identificar los espacios y mercados de protección de la creación: permite realizar una proyección y/o prospección de países donde se protegen invenciones en la misma área técnica de interés, con el fin de definir la estrategia de protección intelectual.
- Identificar aliados y competidores: permite saber quién tiene una tecnología específica.

Discusión Estado de la Técnica

Como primera búsqueda y acercamiento al mundo de las patentes que se pudiesen relacionar con este proyecto, se han encontrado las dos antes enseñadas, teniendo en común, y dando la posibilidad de potencial patentamiento al producto, que poseen un carácter analógico para lograr el objetivo de analizar la tensión muscular, lo que los hace requerir otros implementos para su funcionamiento y además se aleja totalmente del área digital, la cual es donde se aloja este producto. Por otra parte existen patentes que apelan a otras técnicas de monitoreo, como tintas y sensores que obedecen a otros factores, pero que no trabajan en un conjunto en base a zonas del cuerpo específicas ni a acciones. Por otra parte, en las patentes analizadas, el concepto de simetría no se hace presente, dejando abierta la brecha para abordar la innovación desde ese concepto, en conjunto con la tecnología para monitorear la actividad.



4. OBSERVACIONES

4.1 OBSERVACIONES GENERALES

En una primera instancia, y como se mencionó la metodología, se procede a una investigación bibliografía y web con el fin de comprender de mejor manera la problemática establecida, que presenta la falta de instrumentos personalizables para estudios en atletas paralímpico y además de una base de datos que ayude a comprender el funcionamiento de sus cuerpos en actividad física y qué efectos tiene esto en su vida cotidiana.

La etapa de investigación, expuesta en el capítulo número 3, se da por finalizada y se procede a consultar con los profesionales especializados en el área, para tener opiniones, fundamentos y validaciones teóricas con respecto al proyecto. Es necesario la observación presencial del entrenamiento y competición de un atleta paralímpico con la categoría, pero debido a la falta de información por parte del comité paralímpico nacional, solo es posible contactar a una sola atleta, la cual no se encuentra inscrita en dicha comisión, pero se conocía con anterioridad.

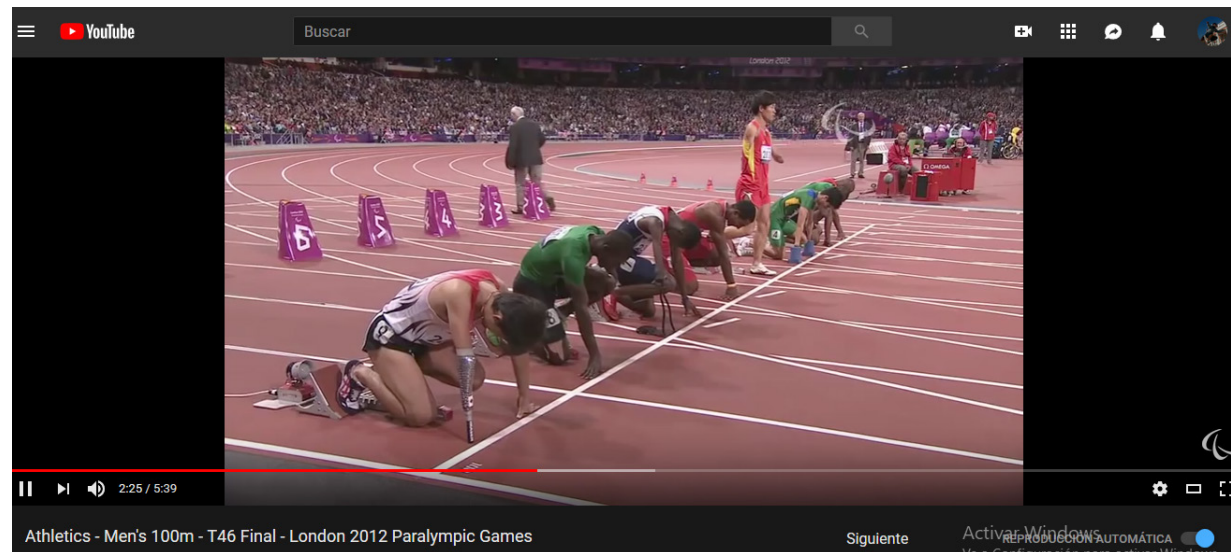
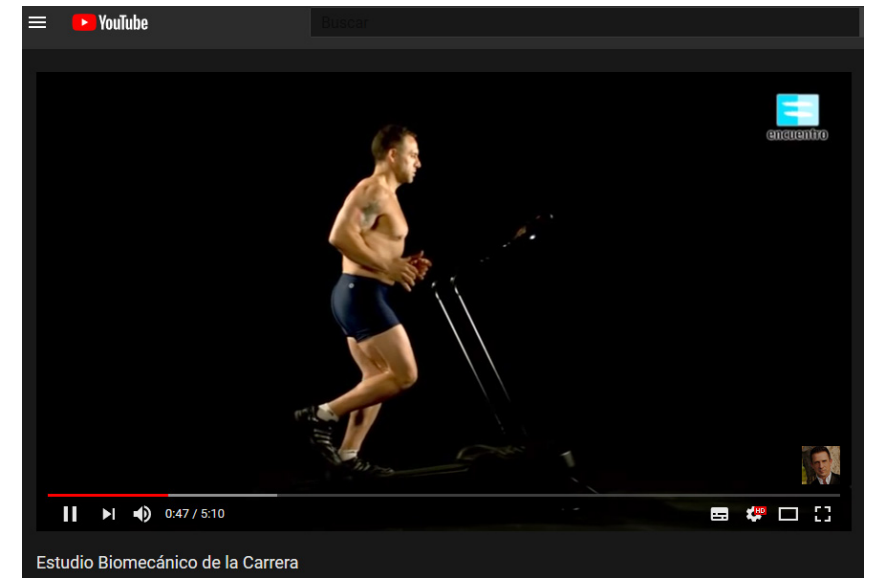
4.2 DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES

Conocer los detalles, es importante para el planteamiento de un producto o un proyecto de diseño. Por este motivo se procede a analizar, con la ayuda de un kinesiólogo con conocimiento de biomecánica básica, las carreras de atletismo de deportistas sin discapacidad, para poder luego realizar una comparación con la carrera de un atleta paralímpico.

Las carreras a analizar son:

Usain Bolt 100mts planos

Final atletismo paralímpico Londres 2012 100 mts planos



4.3 PLATAFORMA INTERDISCIPLINARIA

Jorge Yañez Gutierrez	Diseñador en Formación	<ul style="list-style-type: none">> Estudiante de título (Diseño) y ejecutor: diseño, puesta en marcha y desarrollo de proyecto.> Determina lineamientos de investigación y proyecto.
Omar Acevedo Pérez	Diseñador mención Productos UV. Doctor en diseño industrial y comunicación.	Profesor guía: supervisor experto del proyecto: orienta, corrige y aprueba lineamientos, desde el punto de vista de diseño industrial y ergonomía.
Álvaro Huirimilla Thiznau	Diseñador mención gráfica UV. Magister en Pedagogía Universitaria	Profesor guía: supervisor experto del proyecto: orienta, corrige y aprueba lineamientos, desde el punto de vista de los aspectos gráficos del proyecto.
Leopoldo Galindo Ponce	Kinesiólogo Magister en Enseñanza de las Ciencias Coordinador ramo Biomecánica UV	<ul style="list-style-type: none">>Guía experto del área salud, respecto de tratamiento de lesiones musculoesqueléticas.> Resuelve dudas técnicas y aporta posibles soluciones de mecanismos



5. EL PROYECTO

5.1 FUNDAMENTO DEL PROYECTO

El proyecto se fundamenta ante la falta de datos concretos que expliquen el comportamiento que tiene el cuerpo de los atletas paralímpicos con discapacidad en sus extremidades superiores durante el movimiento en carrera y qué efectos tiene este comportamiento en la vida del deportista.

La importancia de un buen gesto técnico permite definir la eficiencia del deportista al momento de competir, pero también influyen en como el cuerpo del deportista va a funcionar cuando no se encuentre realizando actividades en su vida cotidiana. Es por esto que parte fundamental del proceso de entrenamiento para el deportista, los procesos terapéuticos que se llevan a cabo después de cada ejercicio. El Comité Paralímpico Internacional dentro sus ejes principales, vela porque los deportes ejercidos por deportistas paralímpicos sean realizados en condiciones favorables y de manera que no tenga efectos negativos para la salud de los atletas.

Los deportes paralímpicos, al estar separado en diferentes categorías, dependiendo del tipo de discapacidad que posean los deportistas, permite establecer que cada uno de estos desarrolle su técnica propia para lograr la mejor eficiencia que su cuerpo puede ofrecer. Es por esto que es importante poder reconocer los comportamientos que desarrollan sus cuerpos para con esta técnica única, con el fin de ayudarlo a mantenerse fuerte y sano.

5.2 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

El proyecto se enmarca en el área de la salud deportiva, específicamente en la identificación de la tensión muscular de la espalda de los deportistas, beneficiando a estos y a su cuerpo médico.

Tomando en cuenta la importancia del trabajo médico en un equipo deportivo, el proyecto apunta a reducir el riesgo a padecer o generar una lesión por parte del deportista, ya sea por sobre carga física o por el incorrecto ejercer de la técnica. Para este fin, los cuerpos médicos que acompañan y cuidan del deportista, deben disponer de planes que se adecuen al funcionar del cuerpo del deportista.

El proyecto propone el monitoreo muscular del deportista por medio de un dispositivos de tipo textil inteligente, que mediante sensores ayuda a medir la tensión muscular al momento de realizar la acción de correr, para así ayudar a los médicos a crear planes de recuperación personalizados para el deportista. Este dispositivo se adapta a la anatomía del atleta, con el fin de poder cubrir y entrar en contacto con todos los músculos que se quieren monitorear.

El proyecto se ve envuelto en una visión sistémica, ya que el usuario del producto pueda tener una evolución técnica más adecuada para su cuerpo y recibir la ayuda en los puntos que corresponden. Por otro lado el cuerpo médico puede obtener los datos necesarios para monitorear al deportista, con el fin de la creación de planes especiales, que junto a los métodos tradicionales de terapia deportiva, ayuden al deportista a mejorar su estado dentro del ejercicio y fuera de él. Además se puede comenzar a crear a una base de datos para la comprensión del cuerpo de un atleta paralímpico

5.3 VALOR DE INNOVACIÓN

Las lesiones son eventos que acompañan al deporte desde el comienzo de los entrenamientos hasta, incluso, el momento de la competencia, por lo que es de suma importancia que el deportista desarrolle su cuerpo de forma óptima para una realización correcta de la técnica, la cual debe ser aprendida, corregida e implementada en orden de aumentar el rendimiento y reducir la probabilidad de sufrir una lesión para el deportista. Tomando en cuenta esto, el proyecto busca potenciar esta búsqueda de la reducción de potenciales lesiones que pueda tener el atleta paralímpico, tomando en cuenta que éste, acorde a su condición física, debe desarrollar una técnica única que permita realizar el ejercicio.

La hipótesis innovadora que plantea el proyecto es que de manera remota y rápida se informe y alimente de información al equipo médico, para poder monitorear al deportista y ayudarlos en la evolución de su técnica en la carrera. Además se plantea la posibilidad de extrapolar el producto a otras instancias que tengan un impacto en el área músculo-esquelética de la espalda.

Un valor de innovación que plantea este proyecto es el trabajo interdisciplinario, con profesionales del área de la kinesiología y la ingeniería biomédica, para garantizar que el funcionamiento y el desarrollo del producto sea óptimo, ya sea desde el área de la anatomía como también desde los componentes que sean necesarios para su uso, para que se entregue una solución que realmente tenga un impacto positivo para los deportistas y las personas que lo lleguen a requerir.

El hecho de que el producto propuesto como solución, sea transportable y se ajuste al cuerpo, permite que los planes de entrenamiento que posee el deportista no se vean modificados ni afectados por el dispositivo, permitiendo que, más allá de ser

una prenda que recoge datos, este producto se convierta en otra prenda deportiva para los ojos del deportista.

5.4 OBJETIVOS DEL PROYECTO

Objetivo General

Disminuir el riesgo de lesión para el atleta paralímpico, por exceso de trabajo muscular, a través de un dispositivo que facilite el entendimiento del sistema músculo esquelético en la zona de la espalda.

Objetivos Específicos

- Proporcionar datos al cuerpo médico del deportista, complementando los métodos tradicionales para la creación de nuevos planes de entrenamiento para una técnica de carrera del atleta, que se acomode a su cuerpo
- Impulsar la creación de una base de datos que ayude al entendimiento del cuerpo de los atletas de alto rendimiento que posean una discapacidad física.

5.5 ACTORES CLAVES

Organismos Internacionales

- Comité paralímpico internacional

Instituciones Gubernamentales

- Instituto Nacional de Deportes
- Comité paralímpico de Chile
- Comité Olímpico Chile

Sector Privado

- Empresas fabricantes de ropa deportiva de alto rendimiento



Memoria Técnica

DISPOSITIVO MUSCULAR PARA ATLETAS PARALÍMPICOS DE CLASIFICACIÓN T-46 T-47

Estudiante: Jorge Yañez Gutierrez
Profesores Guía: Omar Acevedo Pérez Ph.D. / Álvaro Huirimilla Thiznau
Agosto, 2018



6. PRODUCTO

6.1 PROPUESTA CONCEPTUAL

Dispositivo de monitoreo mioeléctrico para la obtención de datos de simetría en la actividad muscular lumbar de atletas paralímpicos

El proyecto propone el diseño de un dispositivo para monitoreo de la actividad muscular en la zona lumbar de atletas paralímpicos, con el fin de establecer los niveles de simetría en la que su musculatura se desempeña y como esto puede afectaren su desempeño deportivo y en su vida cotidiana.

Para esto se propone una prenda deportiva, tipo faja, de primera capa durante la actividad física, portable, regulable, impermeable y para ser usado durante los entrenamientos, como un instrumento de recopilación de datos.

El dispositivo basa su accionar en la aplicación del análisis electromiográfico, mediante sensores que van adosados a la prenda, con lo que se busca obtener datos fieles y precisos sobre la actividad muscular del atleta durante la actividad de carrera. Estos sensores se "conectan" a la piel mediante electrodos, que poseen un líquido tipo gel que permite la conducción eléctrica desde el musculo al sensor que recibe, traduce y potencia la señal eléctrica. Estos sensores, al precisar ser utilizables en todos los atletas que lo requieran, están en pequeños soportes textiles que se pueden trasladar a través de algunas zonas de la prenda, permitiendo que esta prenda sea utilizable por toda la población de atletas que practican la disciplina del atletismo paralímpico.

Dichos contenedores para los sensores antes mencionados poseen pequeñas bolsas de aire, las cuales, mediante un sistema neumático, aumentan de forma sutil la presión que ejerce el electrodo sobre la piel, con el fin de incrementar la zona de contacto y

asegurar la fijación del electrodo con la piel.

Para la lectura de los datos obtenidos, se propone una aplicación digital que mediante elementos infografico y de forma más detallada y técnica, para su estudio más a fondo. Esto con el fin de que el cuerpo médico que utilice los datos obtenidos, tenga una forma sencilla e intuitiva de analizar los datos para efectos de modificaciones en el entrenamiento y además una manera más detallada de muestra de estos datos, si es que se requiere, para fines más científicos o de investigación.

6.2 SISTEMA PRODUCTO

Con el fin de definir la estrategia para este proyecto, se eligió el modelo IMDI, el cual permitirá poner en cuenta los elementos que harán posible la fabricación y puesta en el comercio de este producto.

6.2.1 ESCENARIO MATERIAL

6.2.1.1 USO

El producto propone la fijación de sensores electromiográfico al cuerpo de atletas paralímpicos, mediante una prenda de uso in-situ en el entrenamiento, con el fin de obtener datos de simetría sobre su actividad muscular y ser un aporte en la creación de planes de entrenamiento e investigaciones que se pretendan realizar en el contexto de deportes paralímpicos.

En su uso, el dispositivo responde a las necesidades que presentan los atletas paralímpicos de categoría T46 y T47, ya que como dicha categoría abarca las amputaciones de brazo en uno o los dos brazos, por sobre la articulación del codo. Mediante este producto, se promueve la creación de planes de entrenamiento que potencien la actividad muscular simétrica antes, durante y después del entrenamiento, convirtiéndose en un elemento que sea parte de la indumentaria necesaria para cuerpos médicos de deportistas paralímpicos de carácter profesional.

6.2.1.2 FORMA Y FUNCIÓN

El producto es un dispositivo de monitoreo para la actividad muscular de deportistas, por lo que se puede considerar como un instrumento de medicina deportiva.

La morfología de este producto, responde principalmente a la posición de los músculos en la zona superior del cuerpo, que se involucran con la rotación y estabilización de la columna, por lo que las principales secciones de este producto se encuentran en los lugares donde se encuentran estos músculos.

La morfología sigue principalmente, la necesidad de monitorear

músculos específicos y permitir la realización de la actividad del correr, sin incomodidades, mientras dicho monitoreo se lleva a cabo.

6.2.1.3 MATERIAS PRIMAS

A continuación se enseñan las materias primas necesarias para la producción de este producto.

> NEOPRENO

Este producto presenta una elasticidad que hace muy difícil plegarlo. Su flexibilidad también lo hace apto para diseñar fundas que se ajusten perfectamente al objeto que desea protegerse. Un uso común del neopreno es la confección de botas para la pesca con mosca, ya que es un excelente aislante térmico. Su grosor generalmente suele ser de 5 mm, y tiene un precio intermedio entre materiales baratos como el nylon y el caucho, y otros más caros como las prendas transpirables (GoreTex por ejemplo). Debido a que posee características tan similares a las del caucho natural, puede incluso cumplir con las mismas funciones. El neopreno es aún más resistente a la luz del sol, a los aceites y a las grasas que el mismo caucho.

APLICACIÓN EN EL PRODUCTO

Este material se usa en el producto como la tela principal de este, ya que por su densidad, permite una semi estructuración del mismo, además de otorgar la elasticidad necesaria para ajustarse y darle el ajuste necesario.

> TELA DRYARN®

Dryarn® es una fibra de alto rendimiento. Un hilado innovador diseñado para prendas prácticas y cómodas de llevar. Ligero, aislante y transpirable

APLICACIÓN EN EL PRODUCTO

El material que se ha descrito, tiene su función en el producto, como una cubierta para el neopreno, con el fin de otorgarle respiración y más impermeabilidad a la prenda, teniendo en cuenta que la transpiración es parte de la carrera en la cual se utiliza en objeto.

> VELCRO DE NYLON

método para cerrar y abrir algo con facilidad, simplemente haciendo que dos tiras de distintos tejidos se toquen entre sí o se separen. Una cinta debe contar con ganchos diminutos que, al ser presionados contra la otra cinta, se cierran y se enganchan entre las fibras de esta segunda cinta. De esta manera, se produce el agarre.

APLICACIÓN EN EL PRODUCTO

En este producto, el velcro ha sido utilizado principalmente para la fijación final de la prenda, con el fin de mantener la posición necesaria durante el ejercicio realizado. Si se toma en cuenta que el tiempo de acción de la carrera no es tan extenso, el velcro puede tener una vida útil de larga duración y puede ser reemplazado con facilidad.

> LAMINA DE POLIURETANO

material extremadamente elástico, impermeable pero transpirable, anti-alérgico y neutral a la temperatura. Este film transparente impermeable tiene una buena adhesividad, inicial y permanente. Flexible y permeable al vapor de agua, permite la transpiración y se reduce a dañar las telas.

USO EN EL PRODUCTO

Se utiliza este material para la creación de las bolsas de aire que ayudaran a la sujeción y apriete de los electrodos en los músculos a monitorear. Este material es ideal para la fabricación de estas bolsas de aire, ya que permite elasticidad, control uniforme en la presión.

SEMI ELABORADOS

> COMPONENTES ELECTRONICOS

se conoce como componentes electrónicos a aquellos que forman parte de un circuito electrónico. Por temas de seguridad estos componentes son encapsulados o cubiertos con diferentes materiales como resinas, cerámicos o metales, con el fin de protegerlos de factores como la temperatura o la humedad.

USO EN EL PRODUCTO

los componentes electrónicos son las entrañas que dan vida a los circuitos programables de este producto. Entre ellos se encuentran, botones de on y off, resistencias, sensores de electromiografía, entre otros.

> SENSOR ELECTROMIOGRÁFICO

Este sensor de músculo de Advancer Technologies mide la actividad muscular por medio del potencial eléctrico generado por las células de la fibra muscular. Esto es llamado electromiografía (EMG). El sensor amplifica y procesa las complejas señales eléctricas y las convierte en una simple señal analógica que puede ser leída fácilmente por un microcontrolador con un conversor analógico-digital (ADC), así como el Arduino

USO EN EL PRODUCTO

Este elemento es el mas importante en este proyecto, ya que es el sensor que permite la recepción de los datos en los cuales se basa este producto, los cuales son la actividad muscular, además al ser un sensor de bajo tamaño (53mmx20mm) permite la creación de diferentes módulos desde los cuales se puede obtener la información necesaria.

> SOFTWARE DE MODELADO 3D

Los software de modelado 3d es el conjunto de aplicaciones que permite, mediante alguna plataforma digital, ya sea un computador o algún dispositivo especializado, la creación de objetos en tres dimensiones. Estos softwares se usan como primeras vistas realistas de futuros productos, con una vista más realista para poder pasar a la fase de fabricación de dichos productos.

USO EN EL PRODUCTO

Este software se utilizó en el proyecto para poder pre visualizar las formas o propuestas necesarias para la ejecución de este proyecto. El programa utilizado en esta ocasión, fue el software Rhinoceros 5 para la fabricación de los módulos donde se ubicaran los sensores en las diferentes zonas de la prenda.

> BOMBA DE AIRE MICRO PUMP

Bomba de aire 12V/24V. Es una bomba compacta y ligera. Dentro de sus características destacan su tamaño compacto, posee salidas constantes del aire con de poco ruido, bajo consumo de energía, económico y vibración muy baja.

USO EN EL PRODUCTO

Las bombas de aire están pensadas para aportar en el inflado de las bolsas de aire que ayudan a la fijación de los electrodos. Van dentro de los módulos que contienen los sensores electromiográfico.

> COMPLEMENTOS TEXTILES

Son todos aquellos elementos semielaborados que ayudan en la creación de prendas textiles de diferentes contextos: pueden ser huinchas, argollas, hebillas o cierre

USO EN EL PRODUCTO

son todos los complementos que se integran en la prenda para su confección final.

6.2.2 ESCENARIO DE TRANSFORMACIÓN

6.2.2.1 TECNOLOGÍA

A continuación , se indican todas la tecnologías de fabricación necesarias para la transformación de los materiales para que el producto sea finalizado.

> IMPRESORA 3D

Las impresoras 3D se utilizan para la impresión de figuras con volumen, permitiendo así desarrollar piezas para distintos tipos de productos. Mediante la utilización del software adecuado es que se dimensiona y especifican las medidas del objeto a imprimir, el cual se envía a la impresora, para luego ser impreso por esta. La impresora 3D utiliza polímeros (plásticos) para imprimir. Lo que hace básicamente es ir fundiendo un filamento (hilo) de polímero por una boca de salida y añadiendo capa sobre capa el material fundido hasta crear el objeto sólido.

APLICACIÓN EN EL PRODUCTO

Se utiliza la impresión 3d para la creación de parte de los módulos que contienen los componentes electrónicos y las bolsas de aire en la prenda.

> MÁQUINA TEJEDORA TUBULAR

Modelo con sistema de tejido sin costuras se utilizan tanto para la producción de ropa interior como exterior en tejido de punto

USO EN EL PRODUCTO

Se usa para el forrado de la prenda con el fin de no presentar costuras que puedan dañar a la persona que la utiliza

MAQUINA TEJEDORA TEXTIL

Modelo con sistema de doble cabeza, equipado con un dispositivo de corte de hilo y pinzas. Ajuste de velocidad en los rodillos para satisfacer la necesidad de la variedad de diferentes telas. Tejidos completos y complejos, calados, aran, jersey, retenidos, jacquard, rallas y listado.

USO EN EL PRODUCTO

Se usa para la fabricación de la zona interna del producto (neopreno)

6.2.2.2 FABRICACIÓN

FABRICACION DE MODULOS PARA SENSORES Y CONTROL

- > A partir de modelos hechos en un software de modelado 3d se procede a la impresión de los módulos que contendrán los sensores regulables.
- > Luego de que la impresión finaliza, los módulos pasan por una etapa de pulido y terminación para ser insertados en las fundas que los sostienen.

FABRICACION DE LA PRENDA TIPO FAJA

-Con los moldes de la prenda, se procede a cortar las diferentes telas y piezas para lograr su ensamblado

> Con la tejedora tubular se procede a unir las diferentes piezas del producto

> Luego de su unión, se adhesionan los complementos necesarios para el producto

6.2.2.3 ARMADO

A continuación se enseña propuesta de pasos para el armado del producto final con sus diferentes piezas ya listas para el ensamblaje.

ARMADO MODULOS SENSORES

a. En los módulos para sensores se acomodan dichos sensores, junto con sus cables de unión al electrodo de forma que dejen espacio para la bolsa de aire

b. Se acomoda y pega la bolsa de aire a la estructura impresa en 3d, dejando el sensor cubierto por esta, pero su cable de conexión hacia la cara que tendrá contacto con la piel.

c. todo este conjunto se introduce en las fundas que permitirán que todo se mantenga en lugar al momento de ser usadas

d. los módulos terminados se adhesionan a la prenda final.

ARMADO PRENDA

a. Las piezas de la prenda son unidas unas con otras y se agregan los elementos textiles que hacen falta.

b. Se introducen las telas en el módulo trasero (caja central) para proceder a su sellado

c. Se procede a sellar las puntas de las telas traseras para que no se puedan retirar del modulo central.

d. los velcros son agregados a las telas traseras y al cuerpo de la prenda.

ARMADO DEL MODULO CENTRAL

a. Se introduce el arduino con todo el cableado listo para unirlo a los diferentes sensores

b. Se introducen las baterías y se sella el interior para descartar filtraciones de humedad.

c. Se recubre la zona de contacto del módulo con una almohadilla para no generar roce dañino.

d. El cableado se introduce en los espacios diseñados para este efecto, con el fin de unirlos a los módulos laterales.

6.2.2.4 CONTROL DE CALIDAD

El producto debe ser sometido a pruebas de funcionamiento, con el fin de legitimar su calidad. Estas normas de fabricación y certificación se mencionan a continuación:

La norma ISO 13485 de Equipos Médicos, es un sistema de gestión de la calidad (SGC) reconocido internacionalmente para fabricantes de equipos médicos, tales como implantes, prótesis y kits de diagnóstico y otros servicios relacionados.

La norma ISO 14971 para la Gestión de Riesgos en Dispositivos Médicos identifica los peligros vinculados con los dispositivos médicos, para así estimar y evaluar los riesgos asociados, de manera de poder controlar estos riesgos y monitorear la eficacia de los controles.

La ISO 9001 es una norma internacional que se aplica a los sistemas de gestión de calidad (SGC) y que se centra en todos los elementos de administración de calidad con los que una empresa debe contar para tener un sistema efectivo que le permita administrar y mejorar la calidad de sus productos o servicios.



7. EVALUACIÓN DEL PROYECTO

7.1 ESTRATEGIAS DE COMERCIALIZACIÓN

La comercialización de este proyecto se puede llevar por 2 caminos diferentes:

> Desarrollo Independiente

Esta opción propone la gestión individual e independiente del autor para la ejecución del proyecto, implicando diseño, adquisición de materiales, fabricación y finalización del mismo, teniendo el autor que gestionar la adquisición y la aplicación de los recursos generados u obtenidos. Los recursos pueden ser obtenidos de forma privada o gubernamental, siendo, por parte de esta última, la opción más viable, la postulación al FONDEF (Fondo de Fomento al Desarrollo Científico y Tecnológico)

> Venta de Licenciamiento de Patente/Modelo de Utilidad

Esta opción, siendo la elegida, hasta el momento de escribir esta memoria, propone la redacción y presentación de una patente/ modelo de utilidad ante INAPI, con el fin de obtener la patente de la invención y posteriormente vender o licenciar dicha patente a una empresa interesada y relacionada con el contexto, para que se haga cargo de la producción y comercialización de la invención y el inventor tener una ganancia monetaria porcentual por la venta del producto (en el caso del licenciamiento) o entregar todos los derechos a la empresa compradora y recibir remuneración en una sola ocasión al momento de la compra de los derechos (en el caso de venta)



8. PROCESO DE DISEÑO

8.1 GÉNESIS FORMAL

Posterior a la investigación realizada para tener toda la información necesaria para poder desarrollar el proyecto, se establecen los conceptos que guiarán el proyecto, tales como electromiografía, músculos asociados a la carrera entre otros. Los datos seleccionados son confirmados en primera instancia con ingenieros para evaluar su posibilidad tecnológica y posteriormente con un kinesiólogo que da guía sobre métodos de monitoreo y de evaluación del sistema musculoesquelético.

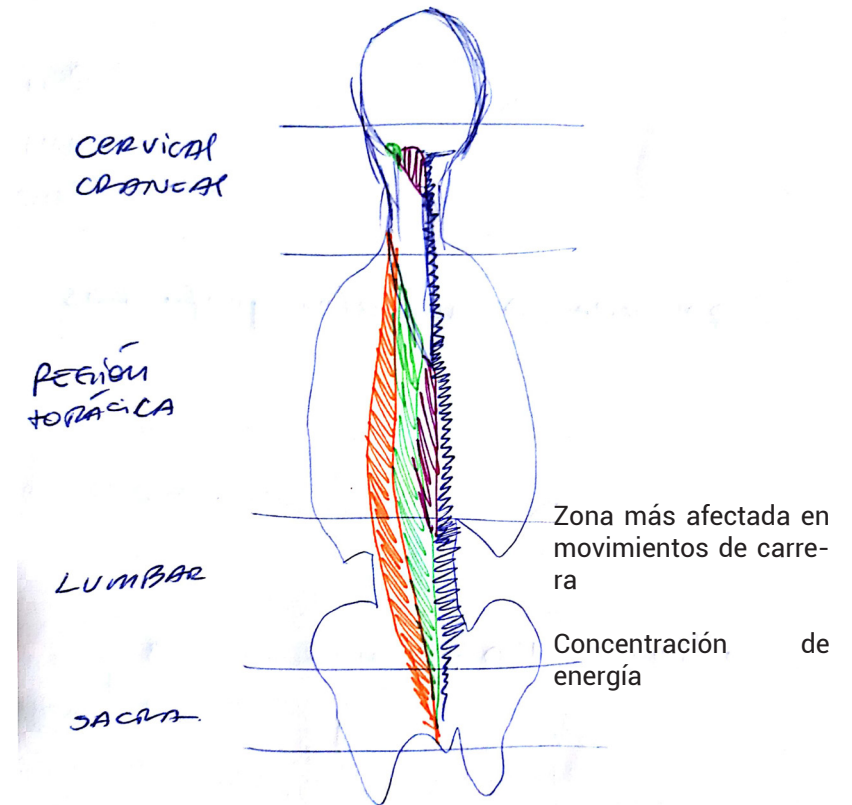
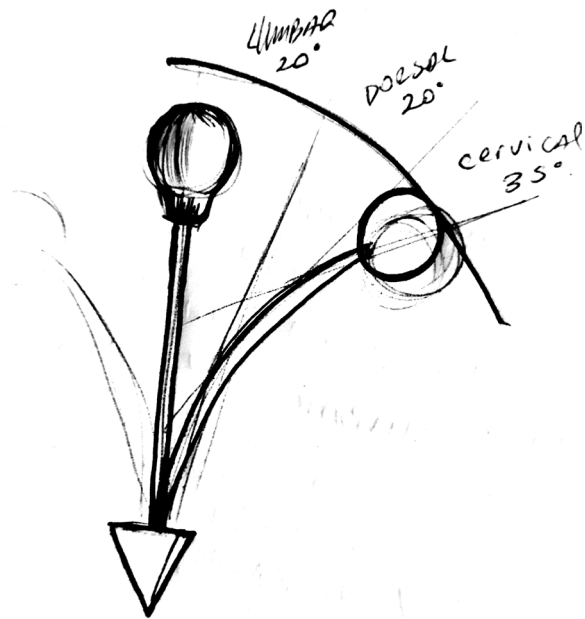
Con las observaciones y las consultas a profesionales se procede al desarrollo formal del producto, presentado a continuación.



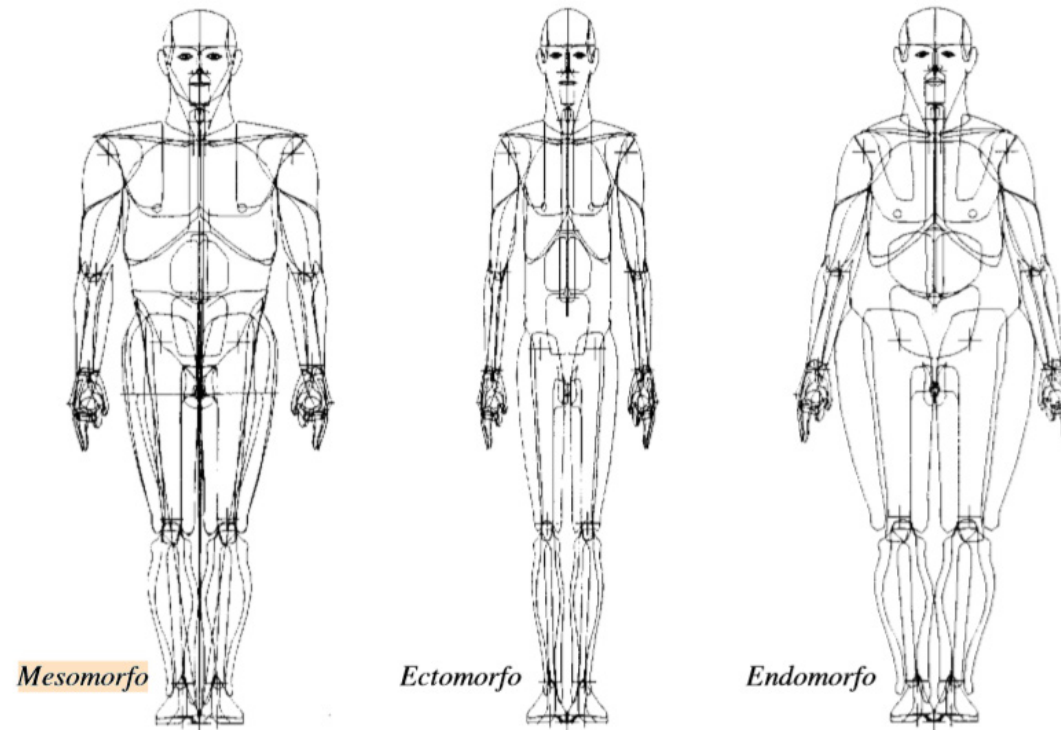
En los videos analizados se evidencia una postura y técnica muy por fuera de los parámetros establecidos para la carrera.

* De acuerdo a lo observado en el proceso de investigación exploratoria, donde se evaluaron los movimientos de carrera en los atletas paralímpicos en comparación con los atletas sin discapacidad, y a aquellos atletas paralímpicos que utilizan prótesis, se propone un dispositivo que si bien no ayuda a la estabilización directa del atleta, ayude a su equipo médico a comprender el actuar de su sistema muscular, para tomar medidas durante el entrenamiento y desarrollo de la técnica.

* La electromiografía se escoge como la tecnología de monitoreo a utilizar, por su fidelidad y facilidad de expresar datos complejos de la actividad muscular.



En cuanto a las características antropométricas de los deportistas objetivo para este proyecto, según documentos de federaciones deportivas de países sudamericanos y europeos, se establece que estos individuos se encuentran dentro de los grupos somáticos, entre el grupo mesomorfo y ectomorfo, lo que quiere decir que si bien presentan una musculatura desarrollada en partes de su cuerpo, mantienen el porcentaje de grasa y masa muscular, cerca de los niveles más bajos, para optimizar su desempeño durante la carrera



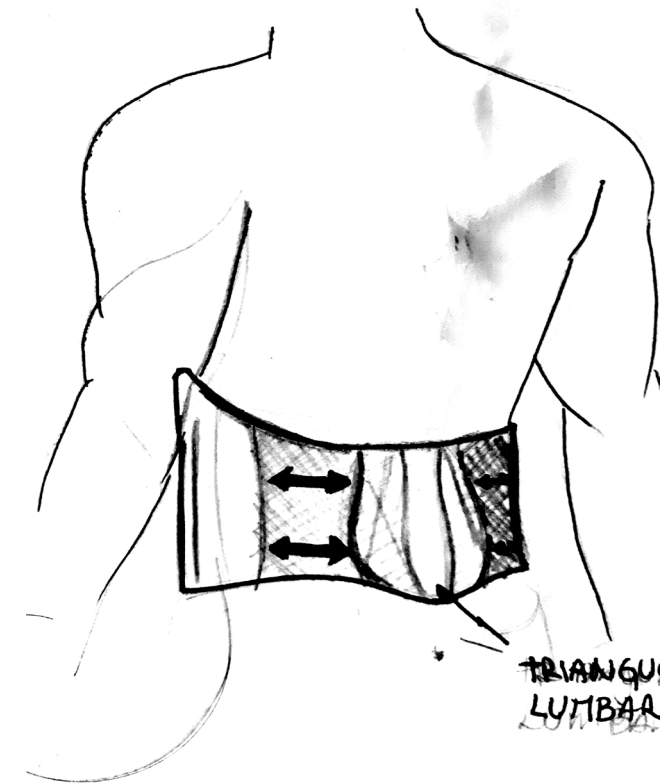
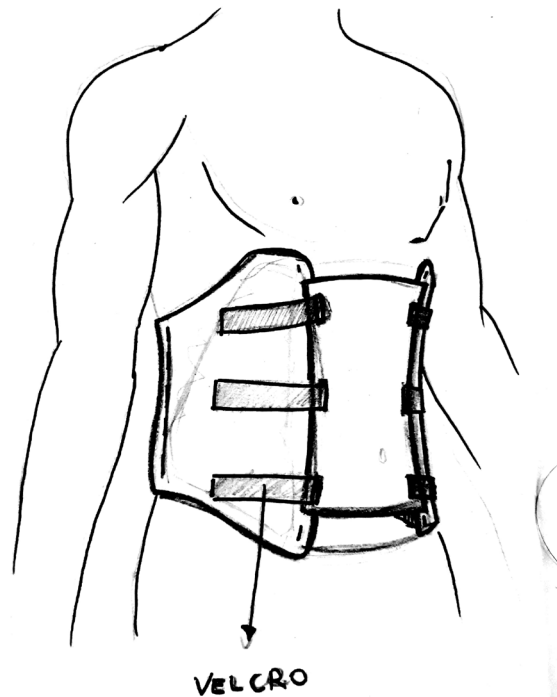
Fuente: Fundamentos de la Ergonomía,
Pedro R. Mondelo. 1994

Siguiendo la guía de los documentos antropométricos, se obtiene las medidas que permitirán la toma de decisiones con respecto al tallaje del dispositivo, tomando en cuenta decisiones de diseño ergonómico, se toma la decisión de utilizar los criterio de diseño para el percentil 5-95, es decir que el 95% de los atletas puedan hacer uso de este dispositivos, además de agregarle que posee un carácter regulable.

PRIMERAS PROPUESTAS

En uno de los análisis del material audiovisual, realizado junto a un kinesiólogo, se determinó las zona musculares que más presencia tenían al momento de mantener estable a la columna durante las carreras de atletismo, por lo tanto se comienza a evaluar las zonas que se debiesen cubrir con el dispositivo, dando paso a las primeras propuestas formales

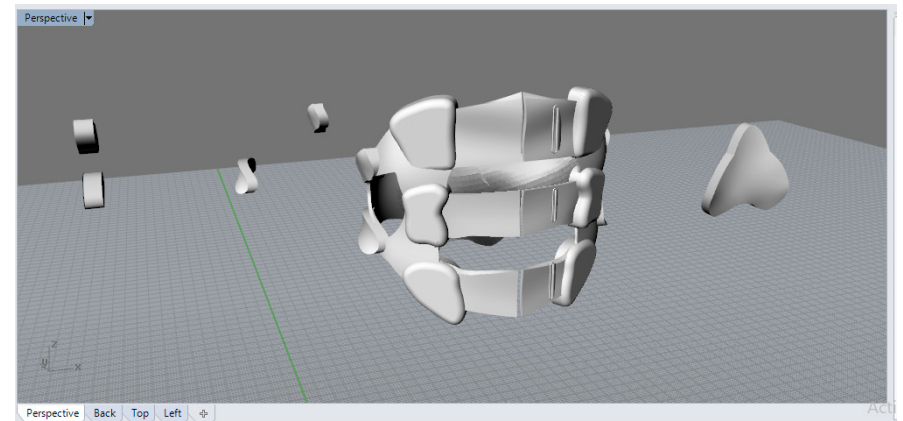
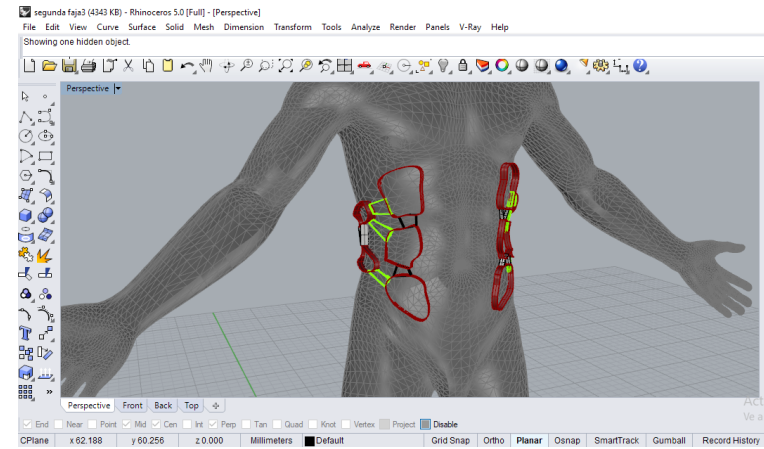
Posterior a las primeras pruebas de formas a tamaño de escala, se determina, gracias al consejo de un académico de kinesiología de la universidad, que los músculos específicos a evaluar (dentro de la cadena cinética del correr) responden a una zona mucho más pequeña a la que se tenía pensado.



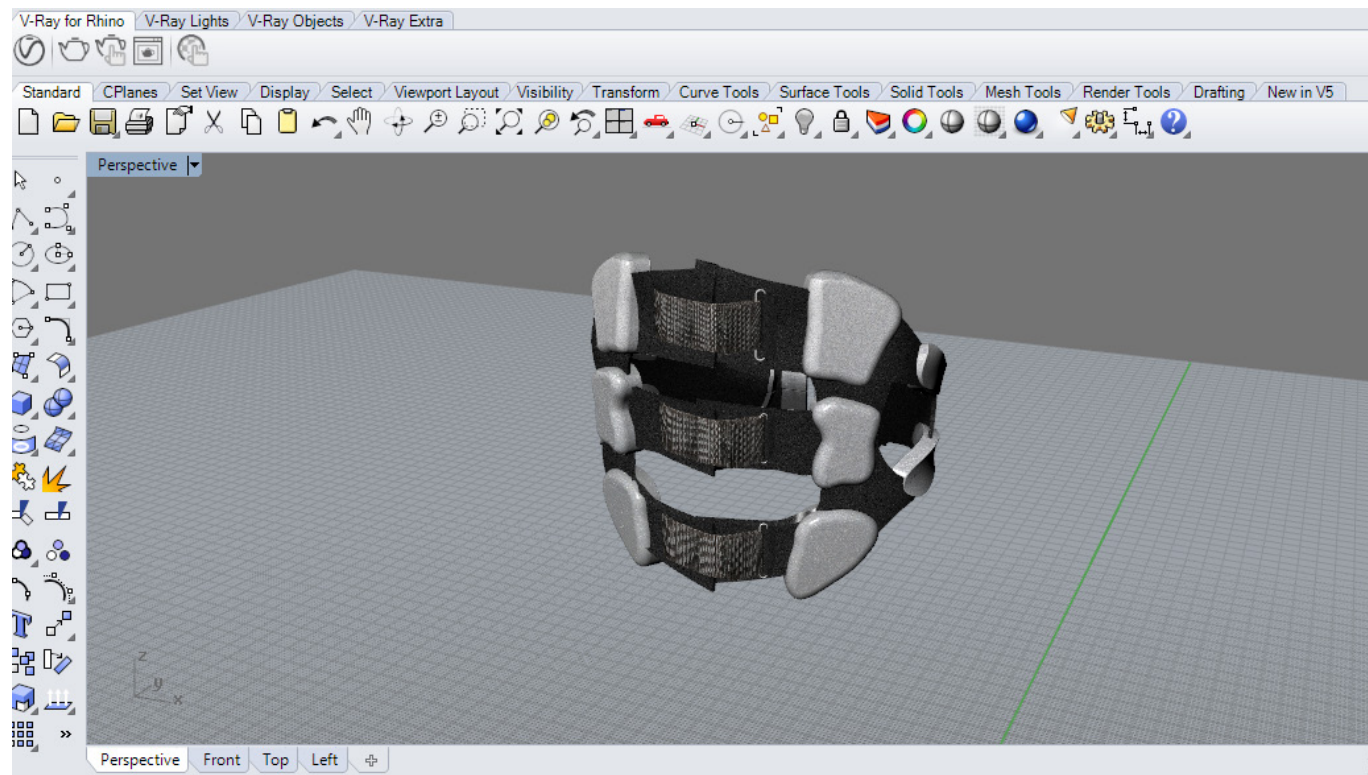
Se procede a la generación de propuestas ya más cercanas a la definitiva, donde, en conjunto con el observatorio de innovación, se decide optar por una forma que se diferencie de las fajas típicas que se encuentran en el mercado, con el fin de establecer el carácter de diseño del producto.



Se decide la utilización de módulos trasladables dentro del producto, con el fin de ampliar el carácter de regulable que posee el dispositivo.



Se decide la sintetización del producto final y el cambio de cierre hacia el lado posterior, con el fin de disminuir el tamaño del producto y hacer que su uso sea más simple e intuitivo por parte del equipo médico, quien estará encargado de colocar, ajustar el dispositivo al cuerpo y empezar el sistema de monitoreo que ofrece el dispositivo.

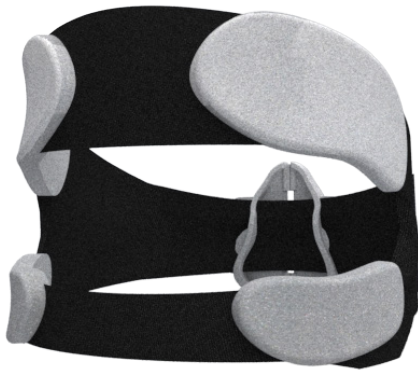


Moodboard

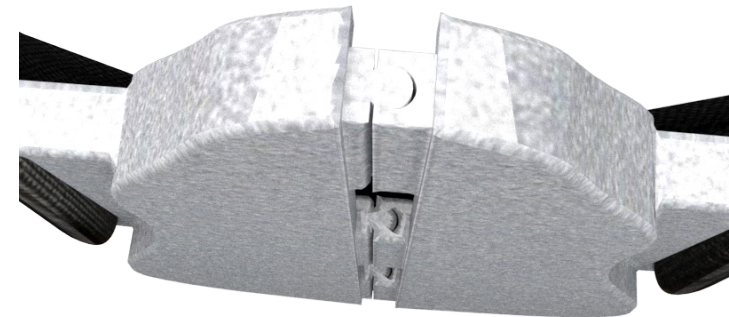
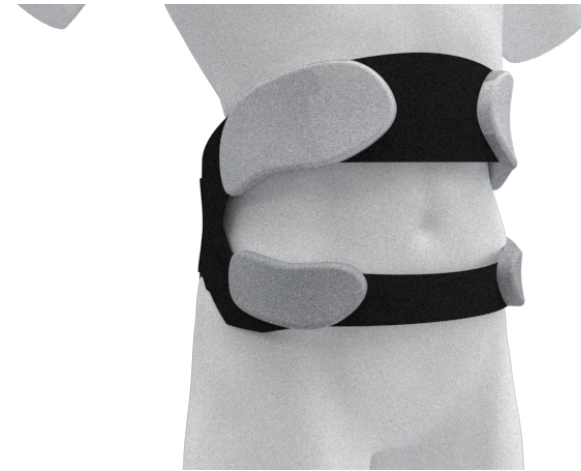
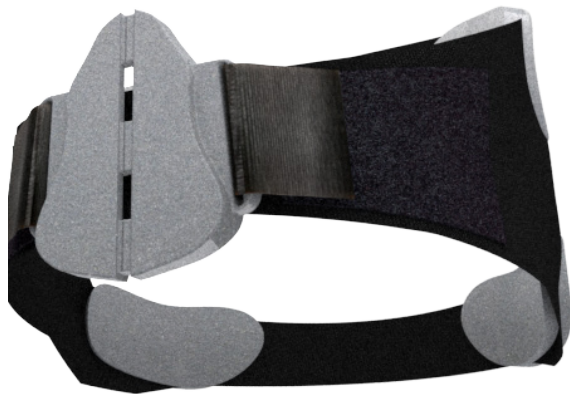


8.2 PROPUESTA FINAL

Dispositivo de uso in situ, portable y regulable que mediante análisis electromiografico, permita el monitoreo de la zona lumbar y oblicua del atleta, con el fin de entregar información al cuerpo médico para la creación de nuevo planes de entrenamiento que disminuyan la posibilidad de lesión a la columna en el atleta.



Forma sintetizada con modulos geométricos que abarcan la zona a monitorear con menos uso de sensores



Cierre en la zona trasera mediante el encage del modulo central el cual está adherido al final de cada punta de la prenda.



9. BIBLIOGRAFÍA

- > DR. FERNANDO PIFARRÉ SAN AGUSTÍN, DRA. ALEXIA CASALS CASTELL, XAVIER DÍDAC ORTAS DEUNOSAJUT, OSCAR HERNÁNDEZ GERVILLA, XAVIER RUIZ TARRAZO, TERESA PRATS ARMENGOL (2014) **“biomecánica de la columna vertebral en el deporte. las lumbalgias mecánicas”**
- > ROBINSON RAMÍREZ-VÉLEZ, RODRIGO ARGOTHY-BUCHELI, MARÍA BEATRIZ SÁNCHEZ-PUCCINI, JOSÉ FRANCISCO MENESES-ECHÁVEZ, CARLOS ALEJANDRO LÓPEZ-ALBÁN (2015) **“características antropométricas y funcionales de corredores colombianos de élite de larga distancia”**
- > STUART E WILLICK, NICK WEBBORN, CAROLYN EMERY, CHERI A BLAUWET, PIA PIT-GROSHEIDE, JAAP STOMPHORST, PETER VAN DE VLIET, NORMA ANGELICA PATINO MARQUES, J ORIOL MARTINEZ-FERRER, ESMÈ JORDAAN, WAYNE DERMAN, MARTIN SCHWELLNUS¹⁰ (2013) **“the epidemiology of injuries at the london 2012 paralympic games”**
- > JOSEP M PADULLÉS RIU (S/F) **“análisis biomecánico con atletas paralímpicos ”**
- > AMELIA FERRO SÁNCHEZ (S/F) **“análisis biomecánico de la técnica de la carrera en deportistas ciegos paralímpicos.”**

