

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD**  
**SECCIÓN DE FISIOTERAPIA**

**TRABAJO DE FIN DE GRADO**

---

*“Estabilidad del raquis según la superficie de juego  
en deportes de combate”*

**Autores:**

**Alberto Lopesino Aguiló**  
**Rubén Luis Dávila Montoya**

**CURSO ACADÉMICO 2021-2022**  
**CONVOCATORIA JULIO**



**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD**  
**SECCIÓN DE FISIOTERAPIA**

**TRABAJO DE FIN DE GRADO**

---

*“Estabilidad del raquis según la superficie de juego  
en deportes de combate”*

**Autores:**

**Alberto Lopesino Aguiló**  
**Rubén Luis Dávila Montoya**

**CURSO ACADÉMICO 2021-2022**  
**CONVOCATORIA JULIO**

## ÍNDICE

<b>1.</b>	Introducción.....	1
<b>1.1.</b>	Las lesiones.....	1
<b>1.2.</b>	La superficie de juego.....	2
<b>1.3.</b>	Deportes de combate.....	4
<b>1.4.</b>	Características dinámicas de la arena.....	7
<b>1.5.</b>	Propiocepción y arena.....	9
<b>2.</b>	Objetivos.....	11
<b>3.</b>	Material y métodos.....	12
<b>3.1.</b>	Procedimiento e instrumentación .....	12
<b>3.2.</b>	Superficie de trabajo.....	16
<b>3.3.</b>	Descripción de los ejercicios.....	17
<b>3.4.</b>	Análisis estadístico.....	20
<b>4.</b>	Resultados y discusión.....	21
<b>4.1.</b>	Propuestas de mejora.....	30
<b>5.</b>	Conclusiones.....	32
<b>6.</b>	Bibliografía.....	33
<b>7.</b>	Anexos.....	37

## RESUMEN

Como se sabe, las fuentes de lesiones de los deportistas sean hombres o mujeres, son de carácter intrínseco (estado de forma, nutrición, hidratación, etc.) o extrínseco (superficie de juego, tipo de pabellón, implementos, adversario, etc.). En nuestro caso nos centramos en la superficie de juego como fuente de lesiones extrínsecas. Esto ha sido ampliamente estudiado en el caso, por ejemplo, del fútbol, respecto al tipo de césped (natural o artificial), o en el caso del tenis (tierra batida, pista dura -cemento o sintética- o hierba), etcétera. En cuanto a deportes de combate es menos conocido, de hecho, no hemos hallado en la literatura internacional ningún trabajo que trate este asunto. De ahí que el propósito de nuestro trabajo sea estudiar la influencia de la superficie de competición en deportes de combate sobre su potencialidad de producir lesiones. Según Akuthota (2008)<sup>1</sup> aquella superficie que aporte más estabilidad al cuerpo, raquis y extremidades, aportará mayor protección contra las lesiones. Para ello hemos contado con la colaboración de 20 voluntarios, cuya media de edad fue de 27.05 años, masa corporal media de 85.9kg y estatura media de 177cms. De ellos 8 eran expertos judokas (más de 8 años de actividad, cinturones negros) y 12 expertos luchadores de Lucha Canaria (más de 8 años de federados). A todos ellos se les pidió que adoptaran la posición de inicio de combate o brega, según se tratara de Judo (J) o Lucha Canaria (LC), sobre tres superficies diferentes de suelo: duro, tatami y arena. Se les expuso a un sistema de agarre diseñado por nosotros, que portaba una galga dinamométrica para detectar su fuerza de agarre. Esa fuerza de agarre era transmitida a las extremidades inferiores durante 5 segundos, y durante ese tiempo y en las tres superficies, se detectaba la actividad electromiográfica de 12 músculos considerados fundamentales en la estabilidad del raquis. Creamos diferentes grupos para cruzar los datos: (G) grupo global, con la variación de la superficie y 2 grupos por deporte (GJ y GL). Estudiamos el estímulo muscular y lo relacionamos con esos grupos, y con la experiencia en esa modalidad. El resultado ha sido llamativo, pues la arena aporta mayor estabilidad con diferencias significativas con el suelo duro y con el tatami, aunque no en todos los músculos, hablando esto de la capacidad de la arena a la hora de estabilizar el raquis y prevenir las lesiones.

Palabras clave: lucha canaria, arena, judo, electromiografía, tatami.

## **ABSTRACT**

As is known, the sources of injury to athletes, whether men or women, are intrinsic (fitness, nutrition, hydration, etc.) or extrinsic (playing surface, type of pavilion, equipment, opponent, etc.) . In our case we focus on the playing surface as a source of extrinsic injuries. This has been extensively studied in the case, for example, of soccer, regarding the type of grass (natural or artificial), or in the case of tennis (clay, hard court -concrete or synthetic- or grass), etc. As for combat sports, it is less well known, in fact, we have not found any work in the international literature that deals with this matter. Hence, the purpose of our work is to study the influence of the competition surface in combat sports on its potential to cause injuries. According to Akuthota (2008)<sup>1</sup>, the surface that provides more stability to the body, spine and limbs will provide greater protection against injuries. For this we have had the collaboration of 20 volunteers, whose average age was 27.05 years, average body mass of 85.9kg and average height of 177cms. Of these, 12 were expert judokas (more than 8 years of activity, black belts) and 8 expert Canarian wrestlers (more than 8 years of experience). All of them were asked to adopt the starting position of combat or struggle, depending on whether it was Judo (J) or Lucha Canaria (LC), on three different ground surfaces: hard, mat and sand. They were given a “grip system” designed by us, which carried a torque gauge to detect their grip strength. This gripping force was transmitted to the lower limbs for 10 seconds, and during that time and on the three surfaces, the electromyographic activity of 12 muscles considered princeps in the stability of the spine was detected. We created different groups to cross the data: (G) global group, with the variation of the surface and 2 groups per sport (JG and WG). We study muscle stimulation and relate it to those groups, and to the experience in that modality. The result has been striking, because the sand provides greater stability in comparison with the hard floor and the tatami, being significant differences only in some muscles, demonstrating this the capacity of the sand on spine stabilization and on injury prevention.

Key words: Canarian Wrestling, sand, Judo, Mat, Electromyography



## 1. INTRODUCCIÓN

Entre las funciones del fisioterapeuta se encuentran, ocupando un lugar destacado, la prevención de las lesiones y, como no, la rehabilitación posterior del paciente o de la paciente tras el sufrimiento de estas. En el ámbito deportivo, el que nos ocupa, la lesión es el monstruo que acecha tras cada entrenamiento y cada competición. Lesionarse es el mayor temor de todo y toda deportista, incluso por encima de conseguir una marca personal, pues sabemos que lesionados no podríamos siquiera mantener la marca que ya tenemos.

### 1.1 Las lesiones

Conocer los factores de riesgo de las lesiones en el deporte en general y en deportes de contacto en particular, es importante para poder desarrollar medidas preventivas. Las lesiones producidas mientras se practica deporte son el resultado de la interacción de factores intrínsecos y extrínsecos (Llana-Belloch et al, 2010)<sup>20</sup>. Los factores intrínsecos hacen referencia a características biológicas o psicológicas del deportista, mientras que en los extrínsecos se incluyen aquellos que no están bajo su dominio.

Entre los **factores intrínsecos** Romero y Tous (2011)<sup>35</sup> destacan los siguientes:

1. Historia lesiva: la existencia de lesiones previas es uno de los factores más importantes en la prevención de lesiones. Una rehabilitación inadecuada con una vuelta a la competición temprana aumenta considerablemente el riesgo de recidivas por lo que se hace necesario un buen programa de recuperación.
2. Condición física de la o del deportista: se presta principal atención a la resistencia aeróbica y la capacidad de resistencia a la fatiga muscular, la fuerza, flexibilidad, destreza deportiva, coordinación, los desequilibrios musculares entre músculos agonistas antagonistas y la alteración propioceptiva. Este es uno de los campos sobre los que más se ha trabajado en los últimos años en el campo de la prevención y rehabilitación fisioterápica de lesiones.
3. Factores inherentes a los/las deportistas: en este apartado se incluyen la edad, el género, la etnia, la predisposición genética, factores fisiológicos; tales como el nivel de estrógeno y la ovulación, extremidad dominante o características de la musculatura en cuanto a la capacidad de fuerza explosiva.
4. Factores morfológicos: incluye las alteraciones generales de la postura, las alteraciones posturales localizadas o la gran laxitud articular, disimetrías de extremidades o malformaciones específicas.
5. Nivel deportivo: valorar si se trata de un/una deportista inexperto/a o de uno/a de categoría federativa.

6. Factores psicológicos: autoestima, asunción de riesgos o personalidad del de la deportista.

En cuanto a los **factores extrínsecos**, Rubio y Chamorro (2000)<sup>36</sup> destacan los siguientes:

1. Deporte practicado: modalidad, número de horas de exposición o número de horas de práctica y características del/de la oponente. Con el objetivo de un análisis preciso se recomienda contabilizar las lesiones por cada 1.000 horas de exposición. Esta exposición se refiere a cada persona de forma individual y debe estar basada en la participación real y no estimada (Cos et al., 2010)<sup>5</sup>.

2. Instalaciones: tipo de pavimentos (sintéticos, concreto, goma, mullidos, granos, etc.), calidad de la iluminación y de las medidas de seguridad.

3. Equipación: material, implementos, utilización y calidad del equipo protección (bocado, vendaje, espinilleras) o de la vestimenta.

4. Factores ambientales y climáticos: temperatura, humedad, existencia de viento con estrecha relación con las condiciones del terreno de juego (húmedo, mojado, seco).

5. Entrenador/a – árbitro/a: Volumen de entrenamientos y competiciones realizadas, tipo de reglamentos y aplicación de los mismos (juego sucio y permisividad arbitral).

## **1.2. La superficie de juego**

En nuestro caso, en este trabajo, prestaremos especial atención a la superficie de juego dentro de las causas extrínsecas. Así, las superficies de juego han sido ampliamente estudiadas en deportes multitudinarios, como es el caso del fútbol o del tenis. En el caso del fútbol, la superficie donde se lleva a cabo el juego puede ser muy variable; césped natural, césped artificial, tierra o incluso materiales sintéticos compactos o parquet, cuando nos referimos a fútbol sala. Los campos de tierra para la práctica deportiva del fútbol van siendo cada vez menos, ya que en la actualidad se utiliza más habitualmente el césped, con una tendencia cada vez mayor al artificial. En la alta competición predomina el césped natural. Existen más de 10.000 variedades de césped pertenecientes a la familia de las gramíneas. Cada variedad de césped tiene sus propias características y se utiliza dependiendo de las condiciones climatológicas, tipo de uso, substrato, agua disponible, drenaje, sombra e incluso de las posibilidades económicas. En la práctica, no se suele plantar un césped natural con una sola especie, sino que suelen mezclarse varias; para así poder mantener un césped verde todo el año, ya que se alternan especies con distintos ciclos. El césped artificial es el más utilizado en el fútbol aficionado por su menor coste y mantenimiento. Algunos de los materiales utilizados para la fabricación de los sistemas de césped artificial son producidos a partir del reciclaje de neumáticos fuera de uso sin contaminar el medio ambiente. Algunos de estos elementos, se componen de hasta un 70% de materiales reciclados. Desde el punto de vista de la biomecánica, el fútbol implica el estudio de diferentes patrones de movimiento tanto durante el juego como durante el entrenamiento. El desarrollo de la destreza de carrera en jugadores o jugadoras depende de factores biomecánicos relacionados con diferentes y variados gestos, y las cualidades personales de cada jugador/a. No obstante, el desarrollo de los diferentes tipos de manifestaciones de la velocidad, la fuerza o la resistencia, así como

las destrezas en el gesto dependen en gran medida del tipo de superficie donde se desarrolla el juego (Herrero-Arenas N., 2014)<sup>15</sup>.

Algunos autores como Cavanagh (1989)<sup>4</sup>, Mann (1993)<sup>21</sup> y Scranton (1980)<sup>37</sup> han estudiado la relación de algunas variables humanas como la fuerza de impacto al correr y esprintar; diferentes estilos de correr y la configuración del pie del/de la deportista, con las superficies de juego a la hora de producir lesiones durante la práctica deportiva. Powell (1987)<sup>32</sup> demostró que el césped artificial aumentaba el riesgo de lesiones de extremidad inferior, coincidiendo con otros estudios en que las de rodilla son las más frecuentes, entre un 14 y un 32%; con alta prevalencia de intervenciones quirúrgicas. Otros autores compararon no sólo el césped artificial con el natural; sino también con la tierra, corroborando el poder lesivo del césped artificial. Es en el estudio realizado por Scranton en (1997)<sup>38</sup> donde se demostró que seleccionando sólo las lesiones del ligamento cruzado anterior sin contacto, estas eran significativamente superiores en el césped natural; 39.3% frente al 8.2% de las lesiones en el césped artificial.

Por su parte, el tenis se puede desarrollar en distintas superficies, lo que condiciona de manera muy importante las posibilidades de los jugadores y jugadoras de ganar sus partidos y la táctica que intentarán llevar a cabo para lograr este objetivo. Los cuatro *Grand Slam* más importantes de tenis se disputa cada uno en un tipo distinto de superficie, Wimbledon se disputa sobre hierba, el abierto de Francia sobre tierra, el US open que empezó jugándose sobre hierba, posteriormente en tierra batida, para disputarse actualmente sobre *deco turf*, y por último el abierto de Australia que se disputa sobre Rebound Ace (Barnet et al., 2007)<sup>2</sup>.

Se puede decir que todos los torneos profesionales de tenis se disputan en una de las cuatro superficies siguientes (Nigg, 2003)<sup>28</sup>.

Hierba: es una superficie de juego rápida donde la pelota en vez de botar mucho se desliza, ideal para jugadores de ataque con buen saque y volea.

Arcilla (polvo de ladrillo, tierra batida o arcilla verde): es la más lenta, la pelota bota y se frena levemente, la superficie permite deslizarse por la pista y jugar mucho desde el fondo de la misma.

Dura o cemento (*deco turf*): más equilibrada, el bote es siempre regular, la velocidad de la pelota depende de la pintura y la arena que se utilice en su composición, aunque por regla general es más rápida que la arcilla y menos que la hierba.

Sintética (*rebound ace*): las hay semi-rápidas, rápidas y muy rápidas con características similares al cemento, donde el bote es bajo predominando el juego de ataque.

Debido a la variedad de superficies también hay variedad de lesiones, pero las relacionadas con los miembros inferiores son el doble de comunes que las lesiones en el miembro superior o en la columna lo que lleva a buscar algún tipo de relación con las superficies en las que se desarrolla el juego (Perkins and Davis, 2006)<sup>29</sup>.

En la mayoría de los casos, las lesiones de los miembros inferiores están relacionadas con las superficies. Perkins y Davis (2006)<sup>29</sup> señalan que: el 21 % de las lesiones que requieren tratamiento médico se debieron al deslizamiento incontrolado, y se presentan menos problemas de rodillas en jugadores que juegan en tierra batida frente a los que juegan en superficie dura.

Los tenistas mejores situados en el ranking tuvieron más lesiones de espalda y miembro inferior jugando en superficie dura que en tierra batida, y las lesiones por estrés son las principales lesiones en este deporte seguidas de los esguinces de músculos o ligamentos (Perkins and Davis, 2006)<sup>29</sup>.

Aparece menor dolor o menor número de lesiones en superficies que permiten el deslizamiento en comparación con las que no lo permiten, y la actividad muscular en extremidades inferiores es menor en dichas superficies con lo que se produce una menor carga muscular o estrés de las mismas (Barnet et al., 2007; Nigg, 2003)<sup>2, 28</sup>.

### 1.3 Deportes de combate

En lo que se refiere a los deportes de combate, estos tradicionalmente se celebran sobre superficies blandas, porque se necesita una amortiguación precisa a la hora de las caídas, se necesita un soporte elástico que evite daño añadido al desplome de los y los competidores al suelo. Es cierto que las superficies más usadas son los denominados tatamis, bien de piezas sueltas (colchonetas) o compactos. El tatami tipo puzle es considerado en sí mismo una fuente de lesiones, pues no es raro ver competiciones en las que el puzle se deshace y se producen torceduras por los huecos entre las colchonetas. Pero también se practica deporte de contacto sobre parquet, suelos laminados, hierba, arena o serrín. El Taekwondo, la lucha libre, el judo, el Aikido y, en general, todas las artes marciales (Muai Tai, MMA, Budo, Kunfú, etc.) prefieren utilizar un tatami duro pero elástico a la vez, que absorba el impacto pero que no deslice, por ejemplo. En el Japón antiguo el uso de suelos hechos de maderas y otras fibras vegetales era muy común, y de hecho el nombre de tatami hace referencia al suelo que se ha empleado en el judo desde sus orígenes en Japón, así como en las casas de este país, y se define como un conjunto de fibras vegetales apiladas y dobladas, dispuestas sobre el suelo o al ras de este. Ofrece una superficie lisa, cómoda y capaz de amortiguar golpes (De Créé, 2015).

Si se trata de un tatami de judo para el combate se deben disponer las colchonetas en número y posición que aseguren que se cubrirá una superficie de 8 metros. Además, la zona de seguridad debe medir tres metros de ancho alrededor de la zona de combate. El área reglamentaria que debe estar cubierta por tatami para una competición debe medir como mínimo 14 m por 14m y 16m por 16 m como máximo. Ahora bien, si se trata de un tatami que va a ser utilizado para la práctica y entrenamiento, las medidas pueden adaptarse a la conveniencia del entrenador (De Créé, 2015)<sup>7</sup>.

La distribución de los tatamis en Judo se puede hacer de dos maneras, denominadas:

*Shugijiki*: este estilo de distribución permite la disposición de los tatamis de manera perpendicular entre sí, creando formas reticulares.

*Fushugijiki*: esta disposición de las esteras se lleva a cabo en forma paralelas entre sí. Esta disposición permite que las colchonetas se mantengan firmes. Que no presenten ningún tipo de irregularidad y mucho menos que se separen. Debido a la presión que se ejercen unas con otras, la separación es difícil que se produzca lo que es positivo para los judokas, ya que esto le asegura que sus caídas y golpes no separaran el tatami de judo (De Créé, 2015)<sup>7</sup>.

En lo referente a las lesiones que se dan en Judo, hay que decir que tanto en adultos como en competidores de primera clase, prevalecen las luxaciones y esguinces, mientras que en los judokas más jóvenes y de menor rango fueron más frecuentes las fracturas de la parte superior del cuerpo. Las lesiones más frecuentes han sido los esguinces (desde un 5,6 a un 59,8%) las distensiones y luxaciones (7 – 33,8%) y las contusiones (5,6 – 56%). Normalmente las técnicas de proyecciones son la causa de hasta un 70% de las lesiones de cabeza en el Judo. Además, de este porcentaje, un 90% son practicantes jóvenes (menores de 20 años) y que llevan menos de 3 años entrenando, por lo que normalmente las lesiones se atribuyen a la inexperiencia (Pocecco et al., 2013)<sup>9</sup>.

Las zonas más comunes de lesión son las extremidades, especialmente la rodilla (hasta un 28%), los hombros (hasta un 22%) y manos / dedos (hasta un 30%). Este último dato varía dependiendo de los autores, pero teniendo en cuenta que los dedos están en continua tensión como consecuencia del continuo agarre y forcejeo, que es como pasan el mayor tiempo durante el combate, es normal que sean de los lugares más comunes de lesión durante una competición. Casi el 85% de las lesiones de judo se producen durante la lucha de pie en comparación con las fases de suelo. Ser proyectado contra el suelo parece ser la situación que conduce más frecuentemente a lesionarse, y es también donde ocurren las más graves (Pocecco et al., 2013)<sup>9</sup>.

Además, las técnicas “*Seoi Nage*” suponen un riesgo más alto de lesión en el hombro, en cualquier grupo de edad. También suele haber muchas recaídas en las lesiones causadas por las proyecciones y por una vuelta a la competición demasiado acelerada. De la misma forma, la incorrecta técnica de realización de los lanzamientos también es causa frecuente de lesión (Pocecco et al., 2013)<sup>9</sup>.

En Canarias el deporte de combate más tradicional, como sabemos, es la Lucha Canaria (LC), y esta se desarrolla mayoritariamente sobre arena. Algunos equipos al utilizar pabellones de deporte más diversificados emplean el tatami para entrenar y competir, y esto ha generado polémica en muchas ocasiones, pero al estar considerado por la federación como factible para competir las y los luchadores no tienen otro remedio que competir y entrenar en esa superficie. Existe una norma no escrita en este deporte considerado BIC (Bien de Interés Cultural por el Gobierno de Canarias, 2018), la cual es no hacer daño intencionadamente, y se presume de gran nobleza por parte de los deportistas en esta modalidad de lucha. Sin embargo, es imposible evitar accidentes y choques fortuitos con gran energía durante el desarrollo de la contienda.

En un Trabajo de Fin de Grado realizado por nuestro grupo (2016) indicamos que en su gran mayoría, un 93,8% de los luchadores (76 en total), entrenan sobre arena rubia de grano fino. Destaca un 6,2% de los encuestados (5 en total) que realizan los entrenamientos sobre tatami. La superficie más habitual para los entrenamientos y competición en Lucha Canaria es la arena, y mucho se ha hablado de los beneficios que sobre el esqueleto aporta este elemento. Como afirman Han et al. (2015) la propiocepción de los tobillos es más fina en los gimnastas, bailarines, jugadores de bádminton, futbolistas y nadadores, sugiriendo que después de años de práctica específica en una modalidad deportiva, la propiocepción de los tobillos puede ser procesada más eficientemente y de forma más sólida por el cerebro. Si el Sistema Nervioso Central (SNC) usa una estrategia de reevaluación contando con fuentes más fiables de información para optimizar el control del equilibrio, afinando la propiocepción de la articulación de los tobillos, con su discriminación afinada a través de la práctica, puede

ser una de esas fuentes más fiables de información propioceptiva en algunos deportes. En nuestro caso, estos deportistas, los luchadores, son unos privilegiados en cuanto al afinamiento en la discriminación del estímulo propioceptivo a través de la inestabilidad que proporciona la arena seca. Reajustes finos y exquisitos resultan de movimientos inesperados sobre un suelo de comportamiento también inesperado, provocando en el SNC la adaptación rápida y requerida para ajustar el complejo proceso de coordinación motora en las extremidades inferiores.

Sin embargo, no podemos olvidarnos que una pequeña proporción de luchadores compiten sobre tatami, como se hace en otras artes marciales, y a éstos habría que prestarle especial atención por carecer de los beneficios que acabamos de mencionar sobre la superficie arenosa. Es por eso por lo que creemos que este deporte necesita urgentemente que se analice de forma concienzuda el efecto que sobre el esqueleto y la incidencia de lesiones tienen las distintas superficies sobre las que se compete. Otrora se hacía incluso sobre serrín, hierba y caucho, pero estas superficies están en desuso de forma oficial, reservándose para eventos más en el plano de las muestras folclóricas que en el de la competición (Quirós-Iglesias, 2016)<sup>33</sup>.

Desde el punto de vista técnico, la Lucha Canaria es un deporte de oposición que tiene como principio básico el desequilibrio del contrario/a hasta hacerle tocar el suelo con cualquier parte de su cuerpo que no sea la planta del pie, empleando para ello, con un buen agarre, una serie de “luchas”, “mañas” o “técnicas” (Reglamento Técnico, 2022)<sup>34</sup>. Están prohibidos los golpes, las estrangulaciones y las luxaciones. No existe lucha en el suelo. Dicho de otro modo, pierde quien cae primero. Y los enfrentamientos más habituales tienen lugar entre equipos de doce luchadores, no existiendo distinción por pesos, lo que hace que se puedan medir luchadores cuyos pesos difieren sustancialmente. Un “mandador” o estrategia por equipo, (habitualmente un luchador experimentado) ordena la salida a la arena de sus luchadores, según convenga atendiendo a la estrategia global (Marrero-Gordillo et al., 2002)<sup>22</sup>. Vence aquel equipo que consigue derribar a todos los contendientes del otro. La ropa utilizada para la lucha consta de un pantalón corto o “calzón” que es remangado hasta medio muslo, y una camisa de manga corta; ambos de material resistente. El lugar destinado a la “brega” o “lucha” lo constituye un “terrero” de arena, tatami u otros de materiales flexibles, delimitado por dos círculos concéntricos de 15 y 17 metros de diámetro respectivamente y como mínimo.

Hoy en día, ya considerada como deporte, y sirviéndonos de los Estatutos vigentes, la Lucha Canaria cuenta con una Federación Regional propia e independiente, con sedes en cada isla, y reconocimiento deportivo a nivel internacional. Cuenta con un reglamento único, empleado en cada competición, para el ámbito escolar, insular y regional, por equipos o de forma individual.

Atendiendo al Reglamento de Lucha Canaria actual (Reglamento Técnico, 2022)<sup>34</sup>, y manteniendo el fundamento original, “la Lucha Canaria es un deporte de oposición que se basa en el enfrentamiento de dos adversarios. Ambos, desde una posición de bipedestación y mediados por la supervisión de un árbitro, durante un tiempo no superior al minuto y medio.”. En este sentido, el ganador será quien logre vencer a su oponente mediante el sistema tres las dos mejores, reducido (al mejor de tres agarradas, sin necesidad de alcanzar la tercera en caso de que se hayan ganado las dos primeras). Existen varios sistemas de lucha; por equipos, lucha corrida, o todos contra todos, enfrentamientos individuales, por pesos, categorías o desafíos. La forma más habitual se

desarrolla entre dos equipos, por lo general de doce luchadores cada uno, enfrentándose de forma individual. El equipo ganador será el que consiga eliminar a todos los demás contrincantes del equipo rival.

Como hemos dicho, los terreros de lucha canaria suelen ser de tierra o arena de grano fino, pero se pueden celebrar luchadas sobre otra superficie como es el tatami o arena de grano grueso, serrín, césped, o cualquier superficie mullida, incluido suelos de madera. Superficies que indudablemente cambian por completo la biomecánica muscular y articular del ejercicio y las mañas, sin hablar del equilibrio, la firmeza y la adhesión al terreno en cuestión durante la realización de las diferentes mañas o técnicas de lucha (Quirós-Iglesias,2016)<sup>33</sup>.

**Tabla nº 3. Incidencia y Clasificación de Lesiones.**

TIPO DE LESIÓN	% TOTAL DE LESIONES	Nº TOTAL DE LESIONES
Lesiones Ligamentosas	42,50%	132,175
Luxaciones	7%	21,77
Contusiones	5%	15,55
Fracturas	5%	15,55
Lesiones Musculares	23%	69,975
Lesiones por Sobreuso	1,50%	4,665
Lesiones Meniscales	1,50%	4,665
Otras Lesiones	14,50%	45,095
<b>TOTAL</b>	<b>100%</b>	<b>311</b>

Incidencia de lesiones en Lucha Canaria. Tomado de Quirós-Iglesias (2016)

El tatami es indudable que amortigua las caídas, pero nos queda la duda de si en la estática postural y en la postura dinámica no se verían afectada. Una superficie que amortigüe la caída de un cuerpo de unos setenta kilos de media debe tener una dureza tal que le impida amoldar la huella plantar, y esa falta de “adaptarse a la huella plantar” acabará influyendo en la columna vertebral, en tanto en cuanto esta actuaría en sus reajustes desde posiciones poco estables. De ahí la importancia de la superficie de entreno-combate. Afortunadamente en Lucha Canaria se está evitando utilizar esta superficie (aunque se sigue usando en determinadas situaciones), y se prefiere la tradicional, la arena. Aquí sí que se cumple ese principio que mencionábamos de amoldarse al pie. Aquí sí que la columna vertebral se podría beneficiar de ejercitaciones en situaciones de estabilidad postural.

En nuestra tierra, Canarias, la arena nos rodea, y, siguiendo a Demané y Rabeau (2021)<sup>8</sup>, es un ingrediente fundamental en nuestras vidas, y la principal materia prima de la que están hechas las ciudades y las carreteras que las une, se funde para crear los cristales de las ventanas y los parabrisas de los coches o las pantallas de los *smart phones*, pero también para crear chips de silicio que alimentan nuestros ordenadores.

#### **1.4. Características dinámicas de la arena (Henríquez-Hernández, 2012)<sup>14</sup>**

Las arenas son suelos sin cohesión. Desde el punto de vista de su formación son el resultado de la desintegración física y química de las rocas de la corteza terrestre. Por este

motivo la composición química de estas depende de la composición química y mineralógica de la roca que le dio origen, mientras que el tamaño y las formas de sus granos dependen de la dureza de estos minerales y rocas, del grado de transporte que hayan recibido, del tiempo y la intensidad de los procesos que le dieron origen y de las condiciones estructurales de las rocas (yacencia, estratificación, agrietamiento, efecto de factores erosionantes).

El nivel de compactación de las arenas está en función de la forma y el tamaño de las partículas (granos), influyendo además la humedad. En las arenas con granos redondeados las partículas se acomodan mejor y por tanto se compactan más que las de granos angulosos y laminares, además se debe tomar en cuenta el grado de contaminación de ese tipo de suelo con pruebas especiales. Siempre es importante calcular forma y estilo del entrenamiento y competencia sobre estos suelos con el objetivo de evitar las lesiones que se pueden producir en los miembros inferiores. Por otro lado, en las arenas donde existen partículas de todos los tamaños las más pequeñas rellenan los espacios que dejan las más grandes logrando una mejor compactación y una mayor compactación que aquellas con marcado predominio de un tamaño uniforme.

Las arenas de playa se forman fundamentalmente por la acción destructiva de las olas sobre las rocas que conforman la línea de costa (erosión marina) y su posterior deposición en la franja litoral. Su composición química puede ser variada en función de la composición de la roca madre, pero predominan las arenas de origen calcáreo orgánicas que se forman a partir de la destrucción de rocas calizas de origen químico y las rocas carbonatadas de origen orgánico, que se originan a su vez, a partir de los organismos de las barreras coralinas, los restos de conchas etc. Estas arenas presentan una composición granulométrica uniforme, por lo tanto, son arenas muy sueltas, donde las partículas se acomodan poco. La forma de sus granos es por lo general sub-angulosa y sub-redondeada. Cuando se mojan o en el menor de los casos por la humedad relativa se compactan por entumecimiento, pero al secarse recuperan su estado inicial de ahí la necesidad que se tiene de que sean removidas periódicamente y floteadas para ser utilizadas como terreno adecuado para el voleibol de playa.

Desde el punto de vista mecánico el comportamiento de las arenas ante el efecto de cargas dinámicas (acción del atleta sobre el medio) es muy complejo porque las partículas tienden a desplazarse en sentido contrario al esfuerzo (fuerza de fricción), lo que provoca que bajo la acción de esfuerzos dinámicos reiterados, se produzcan ondulaciones o baches en la capa de arena no permitiendo mantener un espesor constante de ahí la necesidad de mantener como principio en los terrenos artificiales tener un mínimo de 40 cm y un máximo de hasta 60 cm de espesor (horizonte), no sucediendo así en los terrenos naturales donde el espesor de la misma es mucho mayor, ya que estas se produce por deposición durante muchos años.

En las áreas donde es menor el espesor de la capa que reposa sobre una superficie dura aumenta la estabilidad de la arena. Esto hace que cuando estamos apoyados en una capa de arena, bajo estas condiciones la superficie no ofrece la misma solidez en los dos pies, ocasionando una resistencia desigual para los miembros en apoyo y en mucho de los casos pueden ocasionar lesiones en el atleta. Por otro lado, las partículas igualmente se

desplazan en diferentes direcciones durante los procesos de aceleración y frenado bajo la acción de una carga que nunca es uniforme, nos referimos a los desplazamientos de los atletas y las condiciones del medio.

El trabajo mecánico de la arena (o estabilidad), mejora sensiblemente al aumentar la humedad e incluso cuando se encuentra inundada en estos casos no se utilizan para la práctica del deporte. Este efecto se logra por el mejor acomodo de las partículas con la humedad y se comienza a hacer muy sensible a partir de rangos de humedad en el orden del 3 % del peso.

Para el entrenamiento de atletas se recomiendan arenas finas cuyo rango granulométrico se encuentre entre 0.149 y 2 mm, ya sean arenas con predominio de cuarzo o carbonatadas organógenas (aunque son mejores estas últimas), y con valores de humedad por debajo del 3 %. Pueden ser arenas de playa o de yacimiento, pero no debe utilizarse arenas de río o arenas de yacimiento contaminadas con arcilla por encima del 3 %. La arcilla al ser un material cohesivo aumenta la capacidad de compactación de la arena. En el caso de las arenas de río su composición química es muy heterogénea y en la mayoría de los casos el grano es algo mayor que el rango planteado.

### **1.5 Propiocepción y arena**

Para controlar el movimiento, el cerebro tiene que integrar la información propioceptiva de una variedad de mecanorreceptores. El papel de la propiocepción en las actividades diarias, el ejercicio y los deportes ha sido ampliamente investigado, utilizando diferentes técnicas, pero los mecanismos propioceptivos que subyacen al control del movimiento humano aún no están claros del todo. La base anatómica fundamental para la conexión entre el cerebro y las extremidades fue identificada por primera vez en 1826 por un fisiólogo escocés, Charles Bell. Bell escribió que “entre el cerebro y los músculos hay un círculo de nervios; un nervio (raíces ventrales) transmite la influencia del cerebro al músculo, otro (raíces dorsales) da la sensación de la condición del músculo al cerebro”. En opinión de Bell, el “sentido muscular” se refiere a un circuito cerrado sistema entre el cerebro y los músculos: la vía aferente de los músculos al cerebro y la vía eferente del cerebro a los músculos. Hasta la fecha, los mecanismos periféricos y centrales que subyacen al control propioceptivo aún no están claros. En el ejercicio y el deporte, se desconoce si la mejoría propioceptiva asociada con el ejercicio es el resultado de la adaptación periférica, la plasticidad neural o ambas; y si la capacidad propioceptiva superior en los atletas se debe a un entrenamiento intensivo o determinado por la selección de factores genéticos. Sin embargo, la importancia de la propiocepción ha sido bien establecida en la prevención y rehabilitación de lesiones deportivas, la selección del rendimiento deportivo y la identificación de talentos, y para la predicción e intervención de caídas.

Para examinar los mecanismos propioceptivos, se han aportado diferentes técnicas en la literatura. Existen tres técnicas de prueba principales para evaluar la propiocepción: el umbral para la detección de movimiento pasivo (TTDPM), la reproducción de la posición articular (JPR), también conocida como igualación de la posición articular, y la evaluación de la discriminación de la extensión del movimiento activo (AMEDA). Estas pruebas se han desarrollado a partir de diferentes conceptos, se llevan a cabo bajo diferentes condiciones de prueba y posiblemente evalúan diferentes aspectos de las

modalidades propioceptivas. Además de las comparaciones teóricas actuales entre los tres métodos, cualquier dato obtenido de un método de prueba de propiocepción debería tener relevancia y validez predictiva en el rendimiento deportivo o contextos clínicos. Hasta la fecha, solo unos pocos estudios han investigado las asociaciones entre la propiocepción y el rendimiento deportivo, y la propiocepción y las lesiones, y no se ha realizado ninguna comparación empírica entre los tres métodos con respecto a su validez predictiva.

La arena, al presentar inestabilidad y resistencia, provoca mayor activación muscular y refleja, y por su capacidad de deformación y absorción de impactos, es un recuperador de lesiones (Brown, 2013)<sup>3</sup>. La diversidad de densidades de la arena puede permitir diferentes progresiones y tipos de entrenamiento. Desde la arena más seca, con gran capacidad de absorción, a la arena mojada, podemos encontrar una gran herramienta para trabajar la propiocepción. Así, sobre entrenar en arena se ha hablado de que se produce un menor impacto a nivel articular. El dolor articular y muscular es menos que en entrenamiento en superficies más sólidas. Mejora la fuerza muscular y la resistencia de los elementos articulares, disminuyendo la posibilidad de lesión. El esfuerzo adicional que se necesita por entrenar en arena resulta en una adaptación con un mayor desarrollo de la fuerza que en otras superficies más sólidas. La estimulación que la arena brinda al sistema nervioso central en relación con todo lo que tiene que ver con sensaciones de presión, temperatura y equilibrio (Brown, 2013)<sup>3</sup>.

Con todo lo arriba expuesto, nos propusimos ver si el entrenamiento en arena producía la adaptación muscular suficiente para estabilizar el raquis y el tren inferior, en un intento de considerar que entrenar y luchar en arena es un método más de prevención de lesiones.

## 2. OBJETIVOS

Los objetivos planteados los dividimos en:

1. **Objetivo principal:** comprobar si la arena solicitaba mayor estímulo contráctil a los músculos del tren inferior.

### 2. Objetivos secundarios:

- a. Ver si la progresión en la rigidez de la superficie provocaba menor sollicitación de activación muscular.
- b. Comprobar si la posición de partida, diferente en dos modalidades deportivas distintas, influenciaba la activación muscular.
- c. Determinar que grupo muscular se activaba más, diferenciando superficie y modalidad deportiva.
- d. Si se podía establecer, a partir de esa situación, mayor estabilidad del raquis, y, por tanto, actuando como mecanismo de prevención de lesiones.

### 3. MATERIAL Y MÉTODOS

Para nuestro estudio hemos formado un grupo de 20 participantes, 18 chicos y 2 chicas, con una media de edad de 27.05 años ( $\pm 12.79$ ), 177 centímetros de estatura ( $\pm 0.07$ ) y 85.9 kilos de peso ( $\pm 24.13$ ). Todos ellos fueron reclutados de forma voluntaria para participar en el estudio, firmando su correspondiente consentimiento por escrito.

Como criterios de exclusión se utilizaron:

1. que no pudieran realizar la prueba
2. que hubieran sufrido algún tipo de lesión o patología músculo esquelética previa
3. que no tuvieran la experiencia exigida

Se les pedía a todos una experiencia de deportistas federados de 8 años como mínimo, siendo todos los judokas cinturón negro, mientras que de los luchadores se constató su pertenencia a la Federación Regional de Lucha Canaria por ese periodo mínimo o superior. Al grupo se le explicó en qué consistía el experimento y qué función debían realizar, rechazando igualmente a aquellos que no se veían capaces de realizar los ejercicios en su totalidad.

Sus datos personales están protegidos con las garantías de la ley de protección de datos (LOPD) (Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre de Protección de Datos de Personales y garantía de los derechos digitales) (del Estado, B.O 2018), y serán utilizados exclusivamente para los fines y objetivos para los que eran requeridos.

#### 3.1 Procedimiento e Instrumentación

La explicación de los procedimientos de la prueba se hizo al llegar el o la voluntaria al laboratorio, y, tras su entendimiento, se procedió a pesarle y medirle como se indica en Marrero-Gordillo et al., (2002)<sup>22</sup>. Para ello utilizamos una pesa marca SECA, modelo 770 y un estadiómetro ensamblado a la misma, marca SECA también, modelo 220. Posteriormente se les tomaron cuatro fotografías, de manera que se cubrieran los dos flancos, derecho e izquierdo, y dos más desde el frente y desde el dorso. Estas fotos fueron tomadas con la aplicación *PostureScreen*© (V 11.11), que analiza la composición corporal y calcula el consumo calórico de cada participante, además de aportar datos de la postura en reposo de los usuarios. La aplicación está validada por la comunidad científica, como se puede comprobar en los trabajos de Iacob et al., (2018)<sup>16</sup> y Cosma et al., (2015)<sup>6</sup>

Antes de iniciar la prueba las y los voluntarios hacían un calentamiento de 5 minutos consistente en:

1. Dos minutos realizando movilizaciones articulares de los miembros superiores e inferiores.

2. Contracciones isotónicas de la musculatura implicada en el estudio con una carga de 1 kg durante un minuto más.
3. Simulación del ejercicio que se les pedía con el objeto de que se familiarizarasen con el mismo durante el tiempo restante.



Figura 3.1 Galga dinamoétrica

Seguidamente se procedió a la preparación de la piel de acuerdo con el protocolo del organismo europeo que regula el registro de la actividad muscular por métodos no invasivos, la SENIAM (Surface ElectroMyoGraphy for the Non-Invasive Assessment of Muscles) ([www.SENIAM.org](http://www.SENIAM.org)). Se trata de un organismo enmarcado dentro de un proyecto que vela por la salud y la investigación en biomedicina (BIOMED II) de la Unión Europea Hermens H.J. and Stegeman D.F., (1999)<sup>39</sup>.

Así, la piel fue desengrasada y exfoliada con alcohol de 70º y gasas de entramado grueso como sugiere la SENIAM, y aquellos voluntarios con exceso de bello en los puntos de anclaje de los electrodos fueron rasurados con cuchillas estériles desechables.

Debido a la necesidad de tener que registrar la actividad de doce (12) músculos, nos vimos en la obligación de utilizar dos electromiógrafos diferentes. Uno para ocho (8) músculos, marca FreeEMG, de la casa BTS Bioengineering Corp (Quincy, MA, USA), inalámbrico, y otro para cuatro (4) músculos, marca mDurance, de la casa Iberian

Sporttech (Sevilla, España), con cableado adecuado. Ambos electromiógrafos tenían su software propio, FreeEMG para el primero, y mDurance para el segundo.

Los electrodos de superficie empleados fueron CovidelTM (KendalTM) de 20 mm de diámetro, dos para cada músculo, situándolos a una distancia entre ellos de 20 mm. , en el caso del mDurance, pero con distancia predeterminada en el caso del FreeEMG (sondas fijas, ver imagen 3.2). Para el emplazamiento de los electrodos en cada uno de los músculos estudiados se empleó la localización anatómica descrita por la SENIAM. Un electrodo de tierra, en el sistema mDurance, se conectó a la prominencia ósea más cercanas según la localización de los músculos (Figura 3.3), que fueron en la espina iliaca anterosuperior derecha, y en la espina iliaca posterosuperior izquierda.



Figura 3.2 Sonda fija FreeEMG de la casa BTS Bioengineering Corp

Los músculos cuya actividad eléctrica fue registrada fueron:

1. El Tibial Anterior (TA), en nómina (*M. Tibialis Anterior*), de ambos lados.
2. El Peroneo Lateral Largo (PLL), en nómina (*M. Peroneus Longus*), de ambos lados.
3. El Gemelo Interno (GI), en nómina (*M. Gastrocnemius, caput Mediale*), de ambos lados.
4. El Vasto Interno del Cuádriceps (VM), en nómina (*M. Vastus Medialis*), de ambos lados.
5. El Bíceps Femoral (BF), cabeza larga, en nómina (*M. Biceps Femoris, caput Longum*), solamente el derecho, por limitaciones técnicas.
6. El Glúteo Mayor (GM), en nómina (*M. Gluteus Maximus*), de ambos lados.
7. El Longísimo (LG), en nómina (*M. Longissimus*), el del lado derecho, dado que según Escamilla RF et al., (2010)<sup>11</sup>, es suficiente el registro unilateral del longísimo para conocer su actividad en conjunto de ambos grupos musculares, mostrando una simetría en la actividad electromiográfica de los músculos del tronco

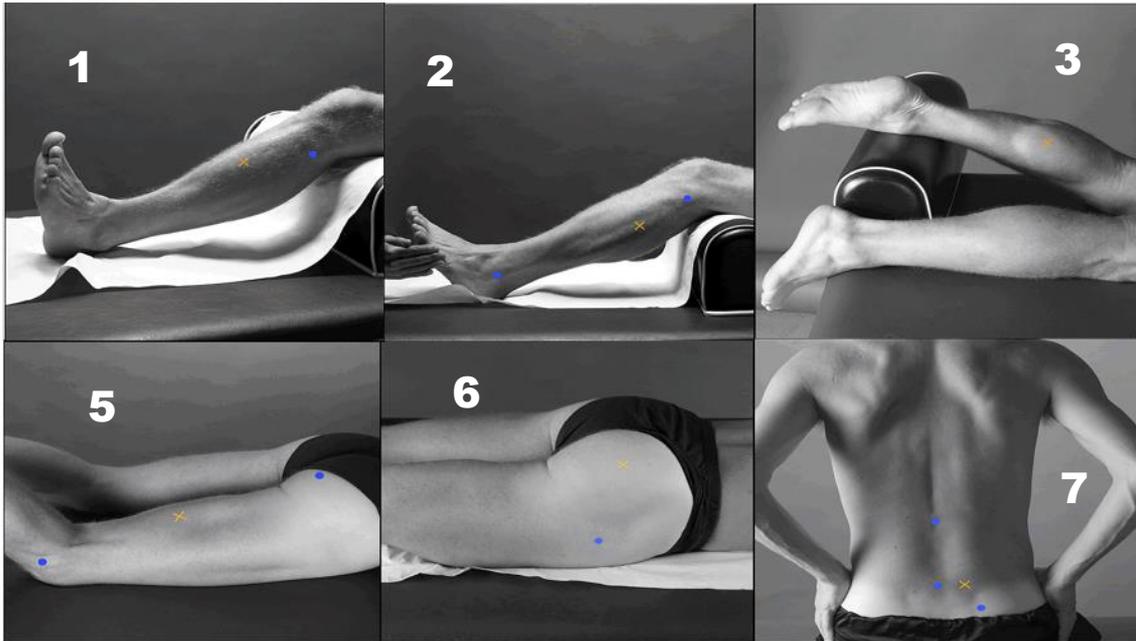


Figura 3.3 Puntos de colocación de electrodos. 1. TA. 2. PLL. 3. GI. 5. BF. 6. GM 7. LG

Para el registro de las señales eléctricas, tanto de electromiografía como de la galga dinamométrica, se usó una unidad de sincronización de datos Muscledab, modelo 4000e (Figura 3.4). Los datos fueron tratados con el software específico MuscleLab de Ergotest Technology versión V 8.23.



Figura 3.4 Unidad de sincronización

Antes de iniciar la prueba cada participante realizó una Contracción Isométrica Voluntaria Máxima (CIVM) con cada uno de los músculos a estudiar, adoptando la postura propuesta para ello por Jafarnehadgero et al., (2019)<sup>17</sup> (Tabla 3.5). De esta manera conseguimos normalizar la señal electromiográfica (Brown and McGill, 2009)<sup>25</sup>. Se tomaron los valores máximos registrados, y, en función de esto, posteriormente podíamos comparar la fuerza realizada en las tareas encomendadas expresándola a través de porcentajes de la máxima.

<b>Músculos</b>	<b>Protocolo</b>
TA	Sentado en una silla con respaldo, flexión de cadera, rodilla y tobillo de 90°. Se les pidió a los participantes activar el tibial anterior a máxima capacidad contra resistencia.
PLL	Sentado en una silla con respaldo, flexión de cadera, rodilla y tobillo de 90°. Se les pidió a los participantes activar el peroneo lateral largo (eversión) a máxima capacidad contra resistencia.
Gas-I	Sentado sobre la superficie de examinación, con las caderas flexionadas 90° y la rodilla y el tobillo en posición neutra. Se les pidió a los participantes que activaran sus flexores plantares a máxima capacidad contra resistencia.
VI	Sentados en una silla con las caderas y rodillas flexionadas 90°. Se les pidió a los participantes que activaran los extensores de rodilla a máxima capacidad contra resistencia.
MULT	Tumbados en decúbito prono sobre la camilla, con caderas y rodillas en posición neutra. Se les pidió a los participantes que activaran los erectores espinales a máxima capacidad contra resistencia.
BF	Sentado sobre la superficie de examinación, con las caderas y las rodillas flexionadas 90°. Se les pidió a los participantes activar los músculos isquiotibiales a máxima capacidad contra resistencia.
Glut-M	De pie, se les pidió a los participantes que activaran sus abductores de cadera a máxima capacidad contra resistencia.

Tabla 3.5 Traducción de *Description of the maximum voluntary isometric contraction (MVIC) tests for tibialis anterior (TA), gastrocnemius medialis (Gas-M), biceps femoris (BF), semitendinosus (ST), vastus lateralis (VL), vastus medialis (VM), rectus femoris (RF), and gluteus medius (Glut-M) muscles.*

Una vez comprobado que todos los canales de registro electromiográfico daban la señal correctamente, y tras haberles hecho el registro de la CIVM de cada músculo, se procedió a la realización de los ejercicios que se van a describir a continuación.

### 3.2 Superficies de trabajo

Como superficies para realizar el experimento se emplearon tres diferentes, de las cuales dos son remedadas de las reales. Hablamos del tatami y de la arena, ya que el suelo duro del propio laboratorio se utilizó como superficie control. En el primer caso, el tatami, empleamos una muestra del mismo que se usa para entrenamientos y competición (validado por la Federación Insular de Lucha Canaria de Tenerife), que fue cedido por el Servicio de Deportes de la Universidad de La Laguna, y cuyos requisitos biomecánicos figuran en el Anexo 2. Sus medidas son 100 cm x 100cm. Para remedar el terrero se fabricó uno en miniatura, de 115 x 100 cm, y se rellenó de arena seca de la empleada para Lucha Canaria. De hecho, esa arena fue extraída de un terrero que está en la actualidad en funcionamiento oficial. La cantidad de arena que pusimos fue de 7 a 10 cm de altura, dado que esa fue la media de altura en los diversos terreros en los que constatamos la cantidad habitual de este material para entrenamientos y competición. El experimento empezaba actuando sobre suelo del laboratorio, continuaba sobre el tatami y finalizaba en la arena.

### 3.3 Descripción de los ejercicios

Las personas voluntarias para este experimento realizaron dos ejercicios iguales en cada una de las tres superficies, o sea, 6 ejercicios isométricos en total. Traccionaban de los estribos (como se ve en la figura 3.6) en la posición estándar de agarre en las dos modalidades de lucha (Lucha Canaria y Judo) durante cinco (5) segundos cada uno, dejando un tiempo de recuperación entre cada serie por superficie igual al doble del tiempo trabajado, o sea, de diez (10) segundos, tiempo suficiente para permitir la recuperación del sistema contráctil muscular como afirma Maulén Arroyo (2005)<sup>19</sup>. El descanso y recuperación entre superficies fue de un minuto. Los ejercicios consistían en, desde la postura de inicio de la brega (Lucha Canaria) (Figura 3.7) y del combate (Judo) (Figura 3.8), agarrar los estribos del sistema en suspensión creado *ad hoc* por nosotros (Figura 3.6), y hacer la fuerza de tracción máxima que pudieran durante esos 5 segundos, intentando transmitir ese esfuerzo a las extremidades inferiores. El muscleLab nos informaba de ese gesto de fuerza a través de un pico y meseta de la señal, y comenzaba el registro electromiográfico de todos los músculos instrumentados.

Con la intención de homogenizar el sistema de agarre de cada voluntario, se procedió a fijar el sistema a 30 cm del suelo, para los luchadores, y a 130cm para los judokas, de manera que todos, independiente de su estatura o peso, tenían que tirar en igualdad de condiciones, adaptando tan sólo la longitud de las cuerdas de los estribos. La galga extensiométrica empleada fue la modelo 333A de la marca Ktoyo, con capacidad para 500kg, que fue calibrada al inicio del estudio según las especificaciones del fabricante.



Figura 3.6 Galga extensiométrica y sistema de agarre.





Figura 3.7 Agarre de LC

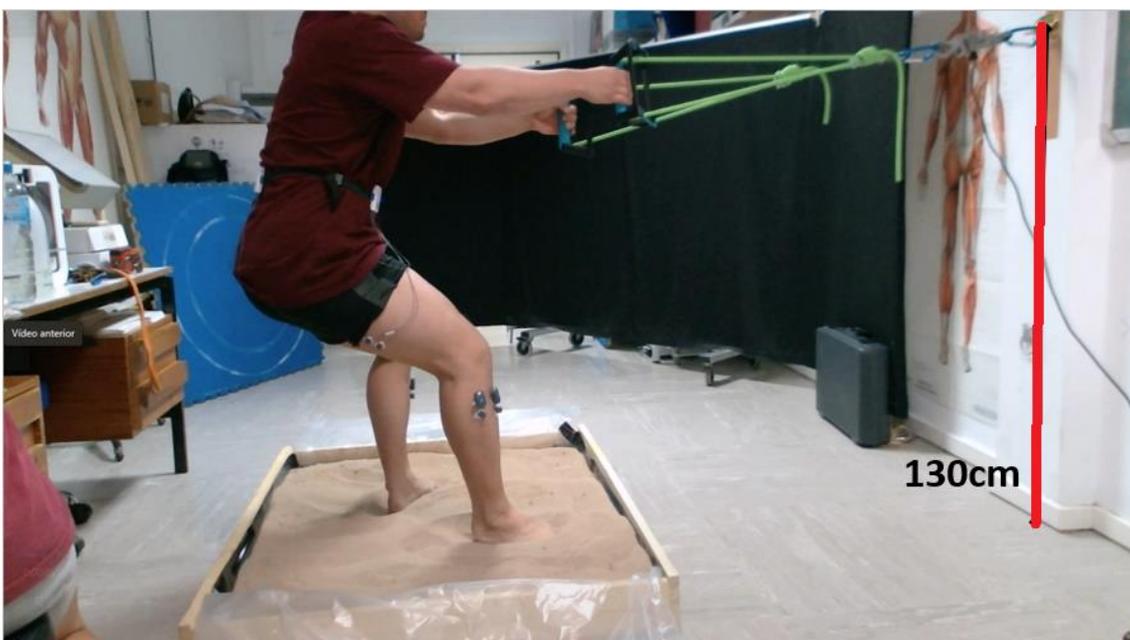


Figura 3.8 Agarre de J

En conjunto se procedió de la siguiente forma, esquematizada en la Figura 3.9:

1. Toma del peso y de la estatura
2. Toma de cuatro fotografías: frontal, dorsal y ambos lados
3. Calentamiento global y de las posturas
4. Preparación de la piel en los puntos de colocación de los electrodos

5. Colocación de electrodos y registro de la Contracción Voluntaria Isométrica Máxima (CVIM)
6. Ejercicio en posición de Lucha Canaria (ELC) – descanso – ELC – descanso – sobre suelo duro
7. Recuperación 60 segundos
8. Ejercicio en posición de Judo (EJ) – descanso – EJ – descanso – sobre suelo duro
9. Recuperación 60 segundos
10. Ejercicio en posición de Lucha Canaria (ELC) – descanso – ELC – descanso – sobre tatami
11. Recuperación 60 segundos
12. Ejercicio en posición de Judo (EJ) – descanso – EJ – descanso – sobre tatami
13. Recuperación 60 segundos
14. Ejercicio en posición de Lucha Canaria (ELC) – descanso – ELC – descanso – sobre arena
15. Recuperación 60 segundos
16. Ejercicio en posición de Judo (EJ) – descanso – EJ – descanso – sobre suelo arena

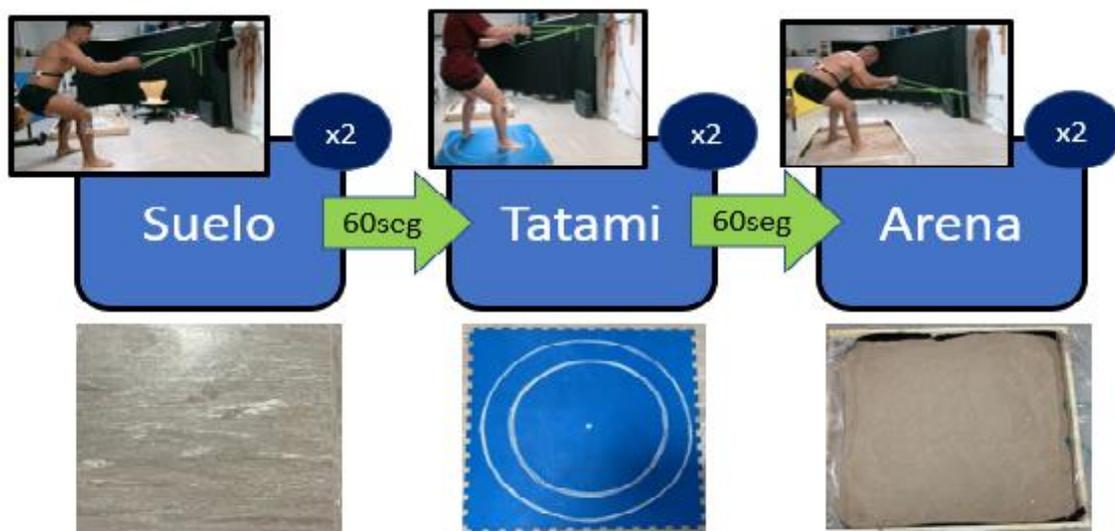


Figura 3.9 Esquema del proceso

### 3.4 Análisis estadístico

Con todos los participantes hicimos 3 grupos: (G) con la totalidad de ellos (n = 20); (GL) sólo con luchadores (n = 8); (GJ) sólo con los judokas (n = 12). Registrábamos la información electromiografía al someter a todo el grupo a las tres superficies, con los dos intentos descritos arriba. Los datos obtenidos fueron incorporados a una hoja de cálculo de Excel 2022 de Microsoft®, donde realizamos comparaciones de variables predictoras con variables resultados por curvas de regresión en aquellos casos razonables, obteniendo la significación por el coeficiente de correlación de Pearson. Para el tratamiento estadístico se utilizó el paquete estadístico SPSS versión 25 (Statistical Package for Social Sciences). Con el test de Kolmogorov-Smirnov (Anexo 3) comprobamos que los datos seguían una distribución normal, por lo que procedimos a aplicar los test paramétricos necesarios. Los resultados se expresaron como media y desviación estándar. Las comparaciones de los valores medios de cada variable se hicieron mediante un ANOVA de medidas repetidas para ver las diferencias entre ellas. Como *post hoc test* se utilizó el Test de Bonferroni y el Test de Tukey. En todos los casos el nivel de significación fue de  $p < 0,05$ .

#### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación, los resultados de nuestro trabajo se expondrán en diferentes tablas y gráficos, e iremos discutiendo con aquellos otros relacionados con el tema tratado cuando proceda.

<b>Edad</b>	27.05 ± 12.79
<b>Peso (kg)</b>	85.9 ± 24.13
<b>Talla (cm)</b>	177 ± 0.07

En esta tabla mostramos las características de la población de estudio, donde, como se dijo en material y métodos, la media de edad de la población fue de 27.05 años de edad. El peso medio fue de 85.9kg, acompañado de una altura media de 177 centímetros.

<b>IMC (kg/m<sup>2</sup>)</b>	26.45 ± 5.71
<b>% Graso</b>	22.35 ± 7.21
<b>Índice metabólico basal (Cal/día)</b>	1926.58 ± 371.34
<b>Índice cintura/cadera (cm)</b>	0.88 ± 0.08
<b>Masa magra (kg)</b>	65.19 ± 13.01

Antropométricamente, nuestra población de estudio queda definida con los siguientes parámetros. El Índice de Masa Corporal (IMC) medio del estudio fue de 26.45kg/m<sup>2</sup>, lo que nos arroja un diagnóstico nutricional medio de *Sobrepeso*, junto con un porcentaje graso medio de 22.4%, lo cual permite corregir el diagnóstico nutricional a *Normopeso*. Podemos observar también como la media del Índice Metabólico Basal (IMB) de la población de estudio fue de 1926.5Cal/día, junto con una índice cintura/cadera de 0.88cm y una masa magra media de 65.19 kilogramos. Esto nos lleva a aceptar que estamos ante una población deportista con un estado de salud óptimo, como así se puede observar por los distintos índices detallados.

En cuanto a la postura de los voluntarios/as, los datos, procedentes del software *PostureScreen*, arrojaron que el peso real medio de sus cabezas fue de 6kg, mientras que su peso efectivo medio fue de 20kg. En cuanto a las desviaciones de los segmentos corporales, nos encontramos con que la cabeza esta desviada de media unos 7cm hacia la derecha, los hombros se mantienen alineados, la caja torácica 0.6cm a la izquierda, y las caderas 0.91cm hacia la derecha. Lo que supone desarreglos posturales que tienen que compensar una media de catorce kilogramos en el peso de la cabeza, sumado a las desviaciones esqueléticas, con lo que eso supone para un organismo realizando un sobreesfuerzo: la desalineación esquelética que se produce a causa del desarrollo de mecanismos compensatorios puede alterar la distribución de la carga del peso en las articulaciones (Martínez-Sánchez et al., 2020)<sup>24</sup>.

<b>Peso real medio de la cabeza</b>	6kg
<b>Peso efectivo medio de la cabeza</b>	20kg
<b>Desviación media de la cabeza</b>	0.68cm a la derecha
<b>Desviación media de los hombros</b>	0.01cm a la izquierda
<b>Desviación media de la caja torácica</b>	0.6cm a la izquierda
<b>Desviación media de las caderas</b>	0.91cm a la derecha

PostureScreen<sup>©</sup> Tabla 4.1

En esta tabla (Tabla 4.1) reflejamos las contracciones isométricas voluntarias máximas (CIVM) de cada uno de los doce (12) músculos de cada voluntario/a. Hemos resaltado de forma que llame la atención las CIVM de cada músculo por cada participante, y esto nos crea una combinación en la que claramente el lado derecho es dominante en los luchadores (L), dada la posición de partida para el inicio de brega, donde el pie derecho está bastando mas adelantado que en judo. Por tanto, el lado izquierdo en los luchadores queda relegado a una situación de equilibrio compensatorio con el lado derecho. El vasto interno derecho muestra una activación potente, toda vez que está la rodilla derecha flexionada lo suficiente como para empujar hacia el suelo y transmitir la fuerza del agarre.

Código	TAd	PLLd	GId	VId	TAi	PLLi	GLi	Vli	BFd	GMD	GMI	MULT
<b>L1</b>	1.87	0.97	1.24	2.80	1.34	1.67	1.72	1.23	0.91	0.17	0.25	0.32
<b>L2</b>	0.85	1.58	0.67	0.69	1.54	1.36	1.11	0.98	0.25	0.21	0.18	0.21
<b>L3</b>	2.03	1.42	1.13	1.44	1.89	1.46	0.93	2.21	0.19	0.49	0.25	0.33
<b>L4</b>	2.35	1.34	2.10	1.84	2.07	1.19	1.15	2.58	0.41	0.07	0.12	0.17
<b>L5</b>	2.26	1.95	1.32	2.92	2.15	2.38	1.28	2.11	0.95	1.40	0.94	0.42
<b>L6</b>	1.26	1.07	2.43	1.17	1.53	0.80	1.35	1.96	0.37	0.78	0.34	0.59
<b>L7</b>	1.69	1.45	1.04	1.85	1.74	1.12	1.84	1.55	0.23	0.23	0.16	0.20
<b>L8</b>	1.51	1.12	0.95	1.36	1.69	1.01	0.77	1.24	0.26	0.25	0.14	0.23
<b>J1</b>	1.87	0.97	1.24	2.80	1.34	1.67	1.72	1.23	0.91	0.17	0.25	0.32
<b>J2</b>	0.85	1.58	0.67	0.69	1.54	1.36	1.11	0.98	0.25	0.21	0.18	0.21
<b>J3</b>	2.03	1.42	1.13	1.44	1.89	1.46	0.93	2.21	0.19	0.49	0.25	0.33
<b>J4</b>	2.35	1.34	2.10	1.84	2.07	1.19	1.15	2.58	0.41	0.07	0.12	0.17
<b>J5</b>	2.26	1.95	1.32	2.92	2.15	2.38	1.28	2.11	0.95	1.40	0.94	0.42
<b>J6</b>	1.12	1.19	1.71	1.32	0.97	0.92	1.07	0.75	0.60	0.15	0.16	0.28
<b>J7</b>	1.67	1.30	0.82	0.72	0.85	1.25	0.59	0.66	0.16	0.20	0.45	0.34
<b>J8</b>	2.03	1.20	0.92	2.34	1.77	2.21	1.15	2.87	0.33	0.64	0.14	0.46
<b>J9</b>	1.45	0.79	1.82	0.87	1.05	0.56	1.00	0.54	0.25	0.09	0.06	0.21
<b>J10</b>	1.84	1.36	1.40	2.21	2.63	1.51	1.16	2.26	0.55	0.25	0.16	0.47
<b>J11</b>	2.65	1.57	2.33	2.85	2.82	1.84	1.64	2.98	0.78	1.29	1.33	0.37
<b>J12</b>	1.15	0.63	0.77	0.99	0.93	2.01	0.53	0.75	0.19	0.09	0.08	0.13

TAd: Tibial anterior derecho; PLLd: Peroneo lateral largo derecho; GId: Gemelo interno derecho; VId: Vasto interno derecho; TAi: Tibial anterior izquierdo; PLLi: Peroneo lateral largo izquierdo; GLi: Gemelo interno izquierdo; Vli: Vasto interno izquierdo; BFd: Biceps femoral derecho; GMD: Glúteo mayor derecho; GMI: Glúteo mayor izquierdo; Long: Longísimo.

Tabla 4.2

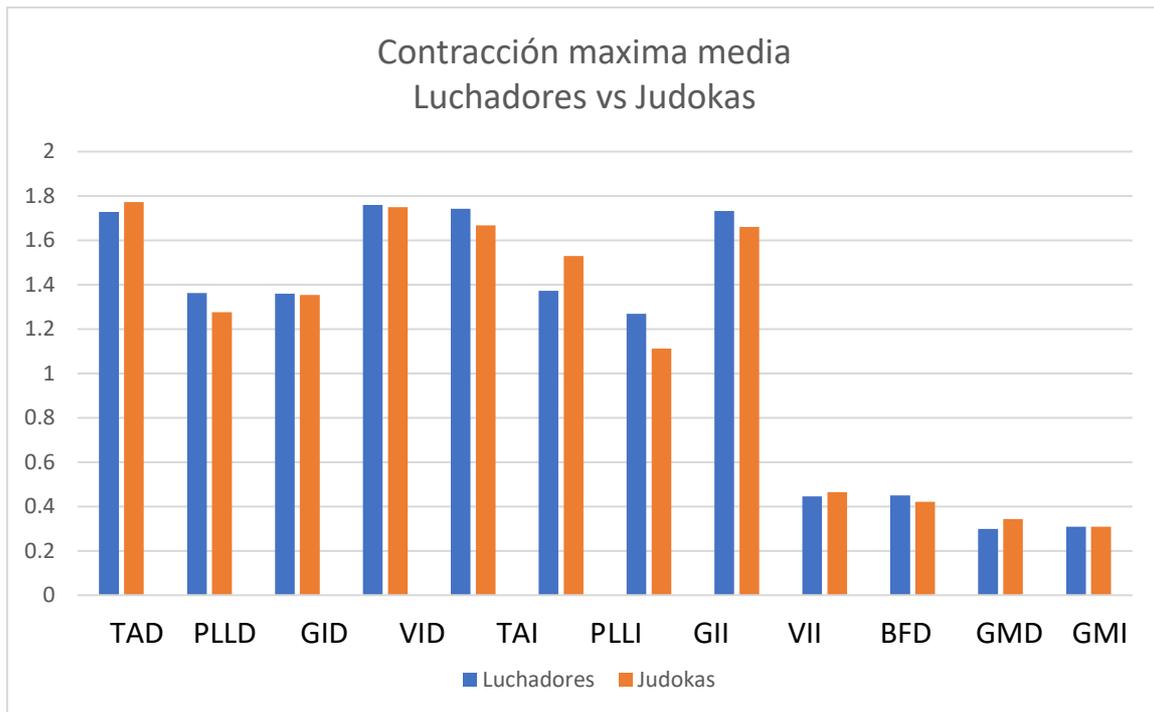
A continuación, mostramos los datos descriptivos derivados de la estadística obtenida con el SPSS referidos al tono muscular de todos los músculos estudiados sin distinción por superficie de juego:

Estadísticos descriptivos	SPSS					
	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Desviación	Varianza
<b>TAd</b>	118	0.011	0.159	0.04957	0.034499	0.001
<b>PLLd</b>	118	0.032	0.320	0.13227	0.069741	0.005
<b>Gld</b>	118	0.015	0.224	0.08956	0.044367	0.002
<b>Vld</b>	118	0.014	0.221	0.07897	0.040100	0.002
<b>TAi</b>	118	0.004	0.258	0.09968	0.079119	0.006
<b>PLLi</b>	114	0.006	0.279	0.06366	0.052979	0.003
<b>Gli</b>	119	0.008	0.104	0.03985	0.028286	0.001
<b>Vli</b>	114	0.006	0.158	0.05091	0.030566	0.001
<b>BFd</b>	119	0.012	0.221	0.10017	0.048060	0.002
<b>GMd</b>	117	0.008	0.195	0.04964	0.043702	0.002
<b>GMi</b>	116	0.004	0.029	0.01281	0.005757	0
<b>Long</b>	119	0.02	0.402	0.07506	0.048769	0.002
<b>N válido (por lista)</b>	102					

TAd: Tibial anterior derecho; PLLd: Peroneo lateral largo derecho; Gld: Gemelo interno derecho; Vld: Vasto interno derecho; TAi: Tibial anterior izquierdo; PLLi: Peroneo lateral largo izquierdo; Gli: Gemelo interno izquierdo; Vli: Vasto interno izquierdo; BFd: Bíceps femoral derecho; GMd: Glúteo mayor derecho; GMi: Glúteo mayor izquierdo; Long: Longísimo.

Como era de esperar, y este grupo de trabajo suponía, los músculos peroneos laterales largos iban a experimentar un sobreesfuerzo, especialmente en la superficie de arena, lo cual queda demostrado con los 0.320  $\mu$ V de máximo estímulo, que supone la segunda máxima contracción de toda la gama, en el caso del derecho, y el PLL izquierdo soporta también el tercer mayor estímulo de la serie. El entrenamiento en arena propuesto por Henríquez-Hernández (2012)<sup>14</sup> para jugadores y jugadoras de voleibol incluye un sobreesfuerzo al tren inferior, especialmente en los movimientos de frenada y arranque, especialmente en la región sural del miembro inferior.

A continuación, se presentan una serie de gráficas con el fin de comparar de manera visual diferentes valores, y permitir así una rápida y sencilla interpretación de ellos:



En esta gráfica, que compara las medias de las contracciones isométricas máximas voluntarias de cada grupo, vemos que no existe ninguna diferencia llamativa entre ambos grupos, presentando todos valores muy similares. Esto se corrobora con que no encontramos diferencia significativa en el análisis estadístico entre grupos de judokas y grupos de luchadores en cuanto a la CIVM. Esto nos da a entender que ambos grupos partían de una base de contracción muscular máxima similar (igualdad de fuerzas)

A continuación, los porcentajes mostrados se obtuvieron teniendo como referencia las contracciones máximas voluntarias isométricas de los doce (12) músculos de cada voluntario/a, por separado. Una vez obtenidas estas máximas, las comparamos con las contracciones que han alcanzado esos mismos músculos en las pruebas dinámicas de agarre sobre las diferentes superficies (Suelo, tatami y arena), expresando el resultado en porcentajes.

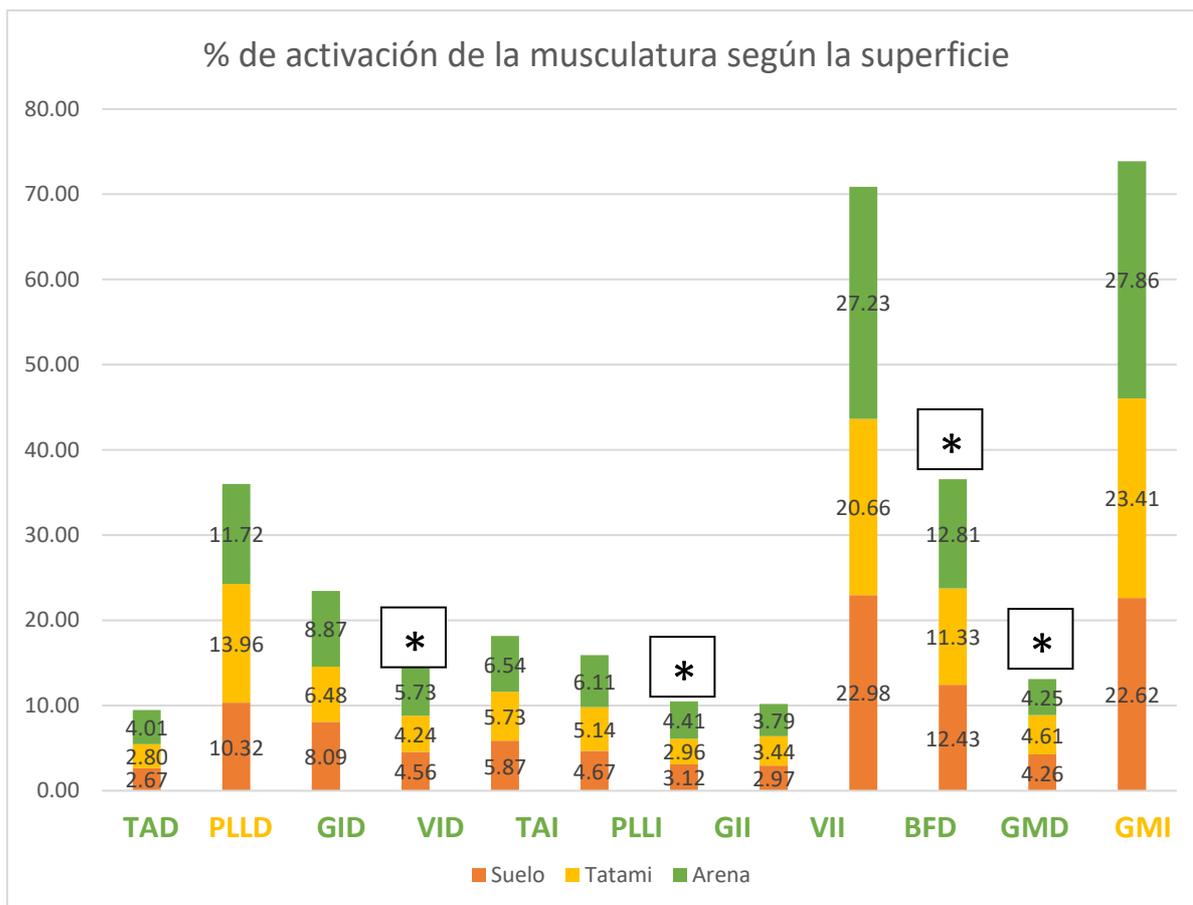
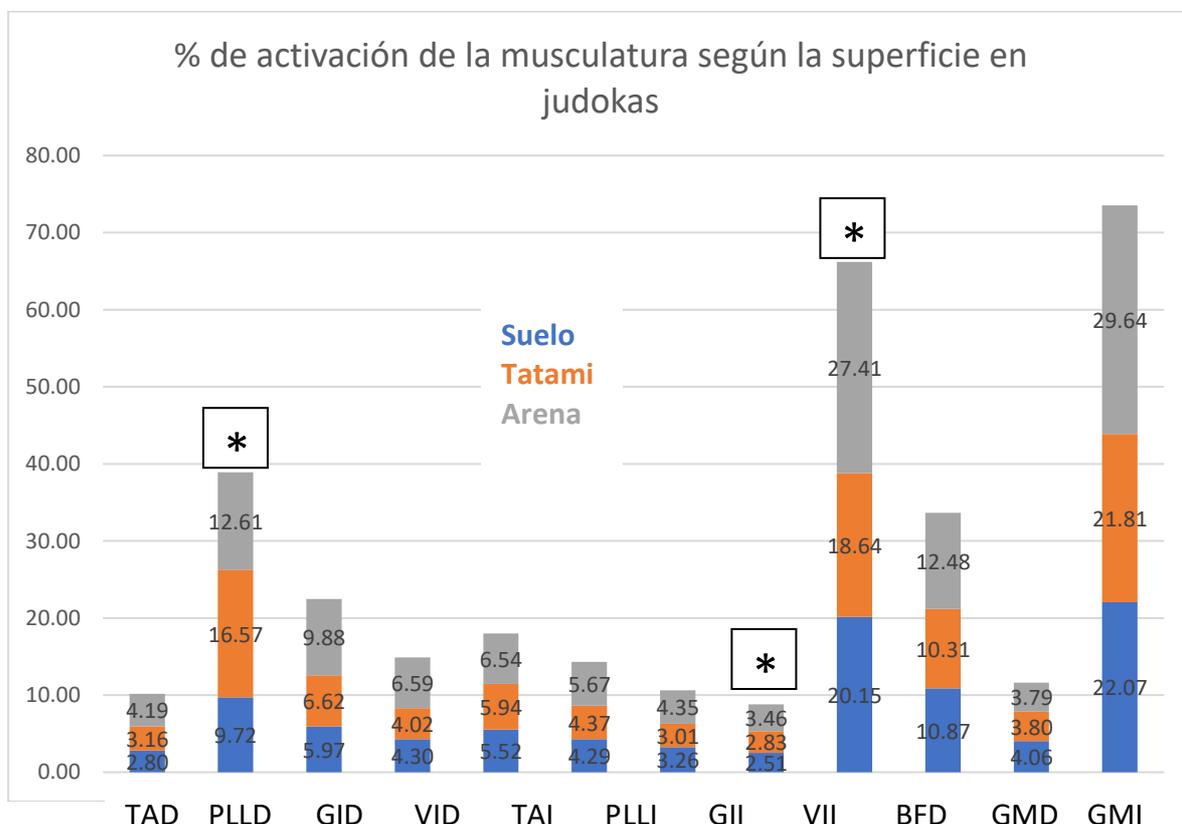


Tabla 4.3

A la vista de la tabla 4.3, se comprueba como el porcentaje medio de activación de los 12 músculos objetivo según la superficie en judokas y luchadores, de manera combinada. Aquí podemos apreciar una mayor activación en arena en la gran mayoría de los músculos, confirmando otra vez así el sobreesfuerzo al que se someten la musculatura de la región sural del miembro inferior (Henríquez-Hernández (2012)<sup>14</sup>. Por otra parte, se observa también una contracción muy similar entre suelo y tatami en casi todos los músculos. Este fue el motivo del inicio de este trabajo que nos ocupa, y que, a pesar de no haber diferencias significativas, salvo en el Vid ( $p=0,013$ ), si que la arena fue la superficie que solicitaba mayor tono muscular a toda la musculatura registrada electromiográficamente, poniendo de manifiesto que en esta superficie se estabiliza mucho más, no solo el tren inferior, sino también el raquis. Estos datos coinciden con Pinnington et al., (2005)<sup>31</sup>, que obtuvieron un mayor estímulo electromiográfico en los músculos principales de la extremidad inferior cuando sus deportistas corrían en arena, y ellos lo atribuyeron a un mayor rango de movimiento de la cadera y la rodilla, que cuando se activaba en superficies duras. Para García-Vaquero et al., (2012)<sup>12</sup> y Akuthota (2008)<sup>1</sup> una mayor contracción de la musculatura en las extremidades inferiores, especialmente en los músculos anti gravitatorios, aportaban una mejor estabilidad al raquis y al core. Lo que viene a apoyar nuestra hipótesis de que entrenar y competir en arena es, en si mismo, una forma de prevención de lesiones en los deportes de combate.

En la tabla 5.1 también se remarcó con un asterisco los músculos donde encontramos una diferencia significativa (Vid –  $p=0,013$ , Gli –  $p=0,003$ , GMd –  $p=0,042$  y GMI –  $p=0,048$ ) en la contracción muscular según la superficie.

También observamos una gran contracción de los multífidos en comparación con el resto de la musculatura. Como demostró Ng (1994)<sup>27</sup> en su publicación, esto se debe a que los multífidos logran una mayor activación en posiciones de carga o jalón de objetos, que cuando se estimulan desde decúbito prono. Por ello, el porcentaje de activación medio que nos arrojaron las pruebas en diferentes superficies es tan elevado respecto a los demás.



De manera más específica y centrándonos en un solo grupo, tenemos los porcentajes de activación media en el caso de los judokas. Siguiendo la línea general, los judokas también activaron en mayor medida la musculatura en el caso de la arena, en comparación con las otras dos superficies. También se observa una mayor activación en BFD y MUD. Esto es debido a la posición adoptada por los judokas durante el agarre, la cual resultó más erguida y vertical que la de lucha.

Como podemos ver, en igualdad de condiciones, sobre una superficie de arena, en la primera foto, que corresponde a un luchador (Figura 4.4), su posición es más recogida y flexionada (63° de promedio), acercando así su centro de gravedad al suelo, y centrando su centro de masas dentro de la base de sustentación. Mientras, en la segunda foto, correspondiente a un judoka (Figura 4.5), observamos una postura más erguida y vertical (109° de promedio), provocando así una peor relación entre su centro de masas y su base de sustentación, necesitando entonces una mayor activación de longísimos y BFD para mantenerse estable durante el agarre. O lo que es lo mismo el judoka parte de una posición mas inestable que el luchador, solicitando a los longísimos mayor trabajo durante el entrenamiento y la competición.



Figura 4.4



Figura 4.5

En la tabla X, señalamos con un asterisco donde encontramos diferencias significativas en la contracción muscular de los músculos PLLd, Vli y BFd, con valores de p 0,048, 0,005 y 0,005 respectivamente, superiores en los judokas cuando comparábamos con los luchadores.

En la tabla 4.6 se recogen los porcentajes de activación según las superficies en luchadores. Otra vez, los sujetos vuelven a activar más la musculatura en arena que en las otras dos superficies, pero en este caso la diferencia no es tan pronunciada, habiendo valores muy parecidos entre tatami y arena en el caso de algunos músculos, como son el peroneo lateral largo derecho e izquierdo, vasto interno derecho e izquierdo y longísimos.

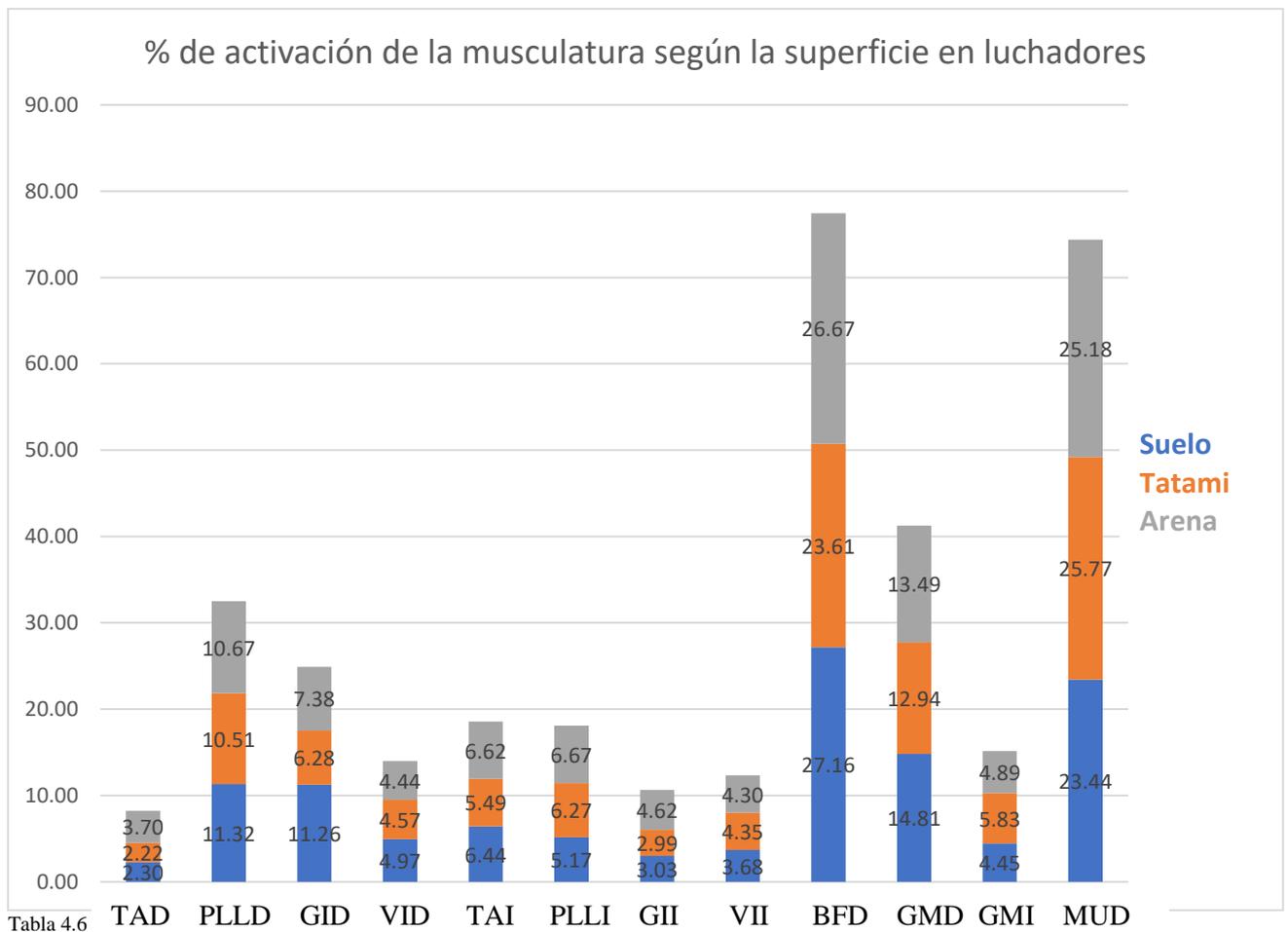


Tabla 4.6

También observamos como en el caso de los luchadores, estos activan más el BFD cuando se encuentran en el suelo. Esto se puede deber a que estos, al tener una posición más horizontal, al hacer fuerza, su cuerpo tiende a desplazarse hacia delante, siendo el bíceps femoral el encargado de contrarrestar este movimiento. Al estar en suelo, el agarre a la superficie es menor y, por ende, el deslizamiento sobre esta mayor, obligando así a los luchadores a activar más esa musculatura (BFD) para lograr una mayor estabilidad

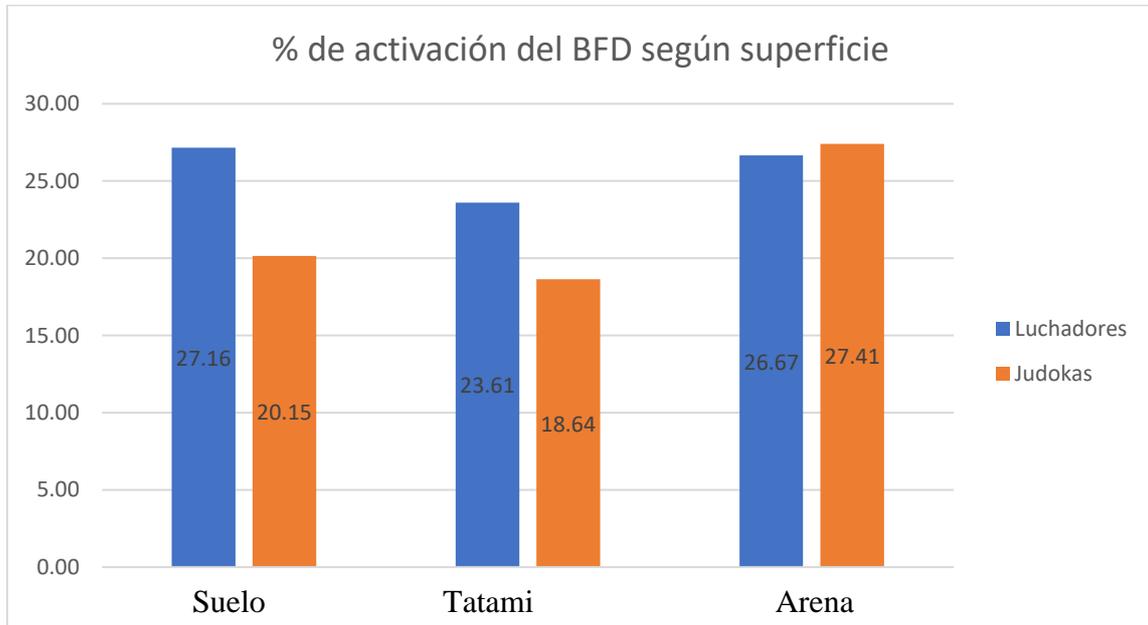


Tabla 4.7

Centrándonos en el porcentaje de activación media respecto a la máxima, tanto en luchadores como judokas, el BFD fue el músculo del tren inferior que más se activó durante las pruebas (Tabla 4.6) (Tabla 4.7). Esto, como explica Hegyi (2019)<sup>13</sup>, se debe a que el movimiento realizado es una contracción isométrica del músculo en flexión de rodilla, siendo este el segundo ejercicio que mayor activación logra del bíceps femoral.

Centrándonos ahora más específicamente en la contracción de determinados músculos, hemos observado las siguientes diferencias:

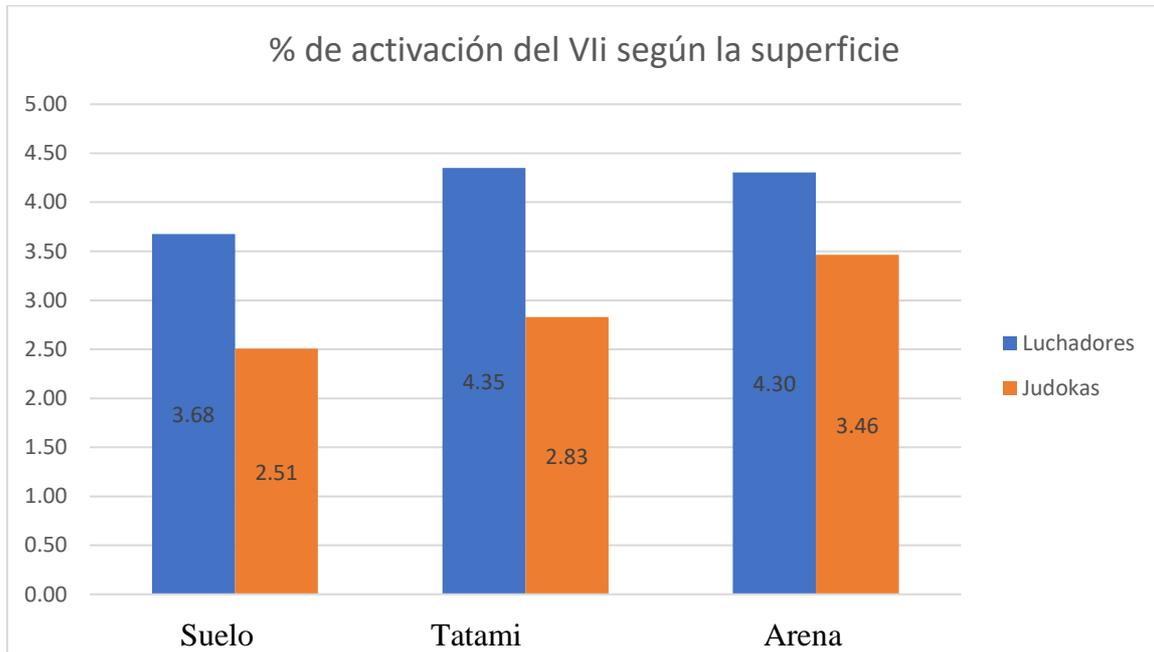


Tabla 4.8

En la tabla 4.8 observamos una mayor activación del Vli por parte de los luchadores en todas las superficies. Aquí podemos observar como es patente la diferencia significativa de este músculo según el deporte.

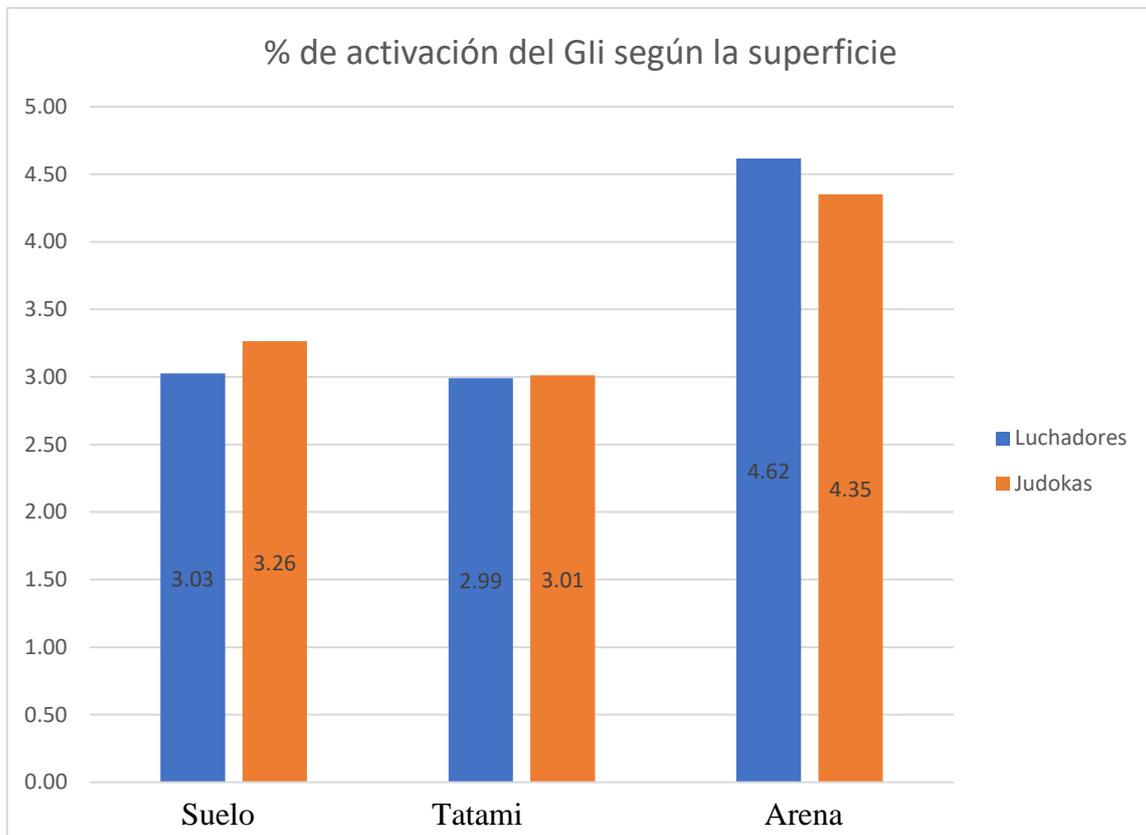
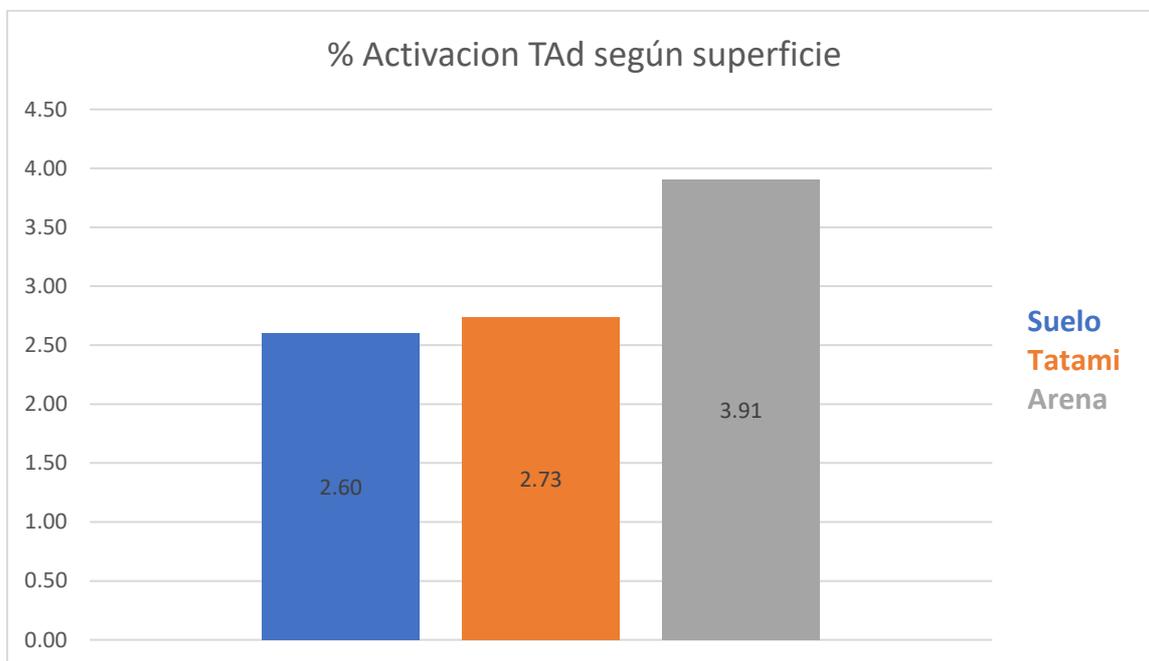


Tabla 4.9

A la vista de la gráfica 4.9, apreciamos un mayor porcentaje de activación muscular en arena, por parte de judokas y de luchadores. Esto confirma así la diferencia significativa de este músculo según la superficie



Aquí apreciamos como el tibial anterior se activó un 66.5% más en arena que sobre suelo rígido, hablando esto de la capacidad de estimular mayor activación de la superficie blanda y depresible que es la arena.

#### 4.1 Propuestas de mejora

A la vista de nuestros resultados, donde demostramos un mayor aumento de la actividad muscular sobre arena, a pesar de solo encontrar diferencias significativas en el vasto interno derecho, creemos que una forma de conseguir los resultados esperados sería utilizando una tecnología que no existe (sondas del tamaño de los electrodos), que nos permitiera colocar los captosres de actividad sobre los músculos objetivo, incluidos los intrínsecos superficiales del pie, mientras se realiza un simulacro de competición contra otro individuo real en ambas modalidades, pues consideramos que algunos patrones de movimiento cambian según se esté interactuando contra una persona o contra un sistema de agarre artificial. El dinamismo que aportan las ejecuciones técnicas de distintas mañas y llaves, pondría de manifiesto lo duro que es el movimiento sobre arena y la solicitud de un alto tono muscular.

Otra observación que creemos importante con respecto al uso de la electromiografía, es la necesidad de realizar la toma de datos en una habitación correctamente acondicionada para ello. En la habitación donde se realizan los registros electromiográficos, no debe existir ningún otro tipo de aparato eléctrico que aumente las interferencias electromagnéticas ambientales (televisores, monitores, etc.). El voluntario/a debe situarse a no menos de un metro de distancia del ordenador. Dichas interferencias no sólo provienen del ambiente, sino que también son producidas por los

propios cables que conforman los sensores, por ello los cables de los electrodos de un sensor siempre se entrecruzan y se aíslan con plástico (Moreno Hay (2011))<sup>26</sup>. Estas condiciones no pudieron ser cumplidas durante el desarrollo del estudio, encontrándose los voluntarios a menos de un metro del ordenador durante la toma de datos, y rodeados además de diversos dispositivos móviles y pantallas.

## 5. CONCLUSIONES

Teniendo en cuenta los resultados y la discusión de nuestro trabajo, podemos llegar a siguientes conclusiones:

1<sup>a</sup>. La arena, como superficie de entrenamiento y competición, es un estímulo del tono muscular superior a las otras superficies estudiadas. A pesar de haber encontrado diferencias significativas entre superficies solamente en el Vid ( $p= 0,013$ ).

2<sup>a</sup>. El orden de sollicitaciones de contracción muscular va progresivamente del suelo, al tatami y a la arena.

3<sup>a</sup>. Las posiciones de partida de ambas modalidades deportivas condicionan las activaciones musculares de forma importante, siendo los músculos PLLd, VIi y BFd, los que mas se estimulan, existiendo diferencias significativas según el deporte.

4<sup>a</sup>. Los músculos glúteos mayor derecho e izquierdo eran de los músculos mas activos por deporte, existiendo diferencias significativas ( $p= 0,042$  y  $0,048$  respectivamente)

5<sup>a</sup>. Con todo lo anterior demostramos que la arena produce mayor estabilización del raquis y la extremidad inferior cuando la superficie de juego es la arena.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

1. Akuthota V, Ferreiro A, Moore T, Fredericson M. Core stability exercise principles. *Curr Sports Med Rep* [Internet]. 2008 [Consultado en 5 Jul 2022]; 7(1):39–44. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18296944/>
2. Barnett, Tristan, Pollard and Graham. (2007). How the tennis court surface affects player performance and injuries. *Medicine and Science in Tennis*, 12(1). pp. 34-37. ISSN 1567-2352.
3. Brown. All About Proprioception. 2013. March 19).
4. Cavanagh PR. The biomechanics of running and running shoe problems. Yearbook Medical Publishers. 1989
5. Cos F, Cos MÁ, Buenaventura L, Pruna R, Ekstrand J. Modelos de análisis para la prevención de lesiones en el deporte. Estudio epidemiológico de lesiones: el modelo Union of European Football Associations en el fútbol. *Apunts Med l Esport* [Internet]. 2010 [Consultado 6 Jul 2022];45(166):95–102. Disponible en: <https://www.apunts.org/es-modelos-analisis-prevencion-lesiones-el-articulo-X0213371710514943>
6. Cosma, Germina & Ilinca, Iona & Rusu, Ligia & Nanu, Costin & Burileanu, Alin. Physical exercise and its role in a correct postural alignment. *Discobolul - Physical Education, Sport and Kinetotherapy Journal*. XI. [Internet] 2015 [Consultado en 1 Jul 2022] Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/279961540\\_PHYSICAL\\_EXERCISE\\_AND\\_ITS\\_ROLE\\_IN\\_A\\_CORECT\\_POSTURAL\\_ALIGNMENT](https://www.researchgate.net/publication/279961540_PHYSICAL_EXERCISE_AND_ITS_ROLE_IN_A_CORECT_POSTURAL_ALIGNMENT)
7. De Créé, C. 2015, Las tres formas huérfanas de técnicas de contraataque de Kōdōkan jūdō - Parte 3: El Katame-waza ura-no-kata-. Formas de técnicas de control inverso, *Archivos de Budo* , 11 : 155-174).
8. Demanée N. y Rabeau C. Documental “Un mundo sin arena”. Francia. 2021)
9. Elena Pocecco, Gerhard Ruedl, Nemanja Stankovic, Stanislaw Sterkowicz, Fabricio Boscolo Del Vecchio, Carlos Gutiérrez-García, Romain Rousseau, Mirjam Wolf, Martin Kopp, Bianca Miarka, Verena Menz, Philipp Krüsmann, Michel Calmet, Nikolaos Malliaropoulos, Martin Burtscher. Injuries in judo: a systematic literature review including suggestions for prevention.2013. *Br J Sports Med*. 2013 Dec;47(18):1139-43. doi: 10.1136/bjsports-2013-092886.)
10. Enrique Lorenzo Henríquez Hernández. Influencia de la arena en los diferentes movimientos en el voleibol de playa [Internet]. *Efdeportes.com*. [citado el 6 de julio de 2022]. Disponible en: <https://efdeportes.com/efd169/influencia-de-la-arena-en-voleibol-de-playa.htm>

11. Escamilla RF, Lewis C, Bell D, Bramblet G, Daffron J, Lambert S, et al. Core muscle activation during Swiss ball and traditional abdominal exercises. *J Orthop Sports Phys Ther* [Internet]. 2010 [citado el 6 de julio de 2022];40(5):265–76. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20436242/>
12. García-Vaquero MP, Moreside JM, Brontons-Gil E, Peco-González N, Vera-García FJ. Trunk muscle activation during stabilization exercises with single and double leg support. *J Electromyogr Kinesiol* [Internet]. 2012;22(3):398–406. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S105064111200048X>
13. Hegyi A, Csala D, Péter A, Finni T, Cronin NJ. High-density electromyography activity in various hamstring exercises. *Scand J Med Sci Sports* [Internet]. 2019;29(1):34–43. [Citado en 2 Jul 2022] Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1111/sms.13303>
14. Henríquez-Hernández E.L. Influencia de la arena en los diferentes movimientos en el voleibol de playa. 2012. EFDeportes.com, Revista Digital. Buenos Aires - Año 17 - N° 169. (consultado julio de 2022) (<https://efdeportes.com/efd169/influencia-de-la-arena-en-voleibol-de-playa.htm>)
15. Herrero Arenas, Noelia. Influencia de la superficie de juego, botas y otras variables en la producción de lesiones por mecanismo indirecto de la extremidad inferior en el fútbol. Esparza Ros, Francisco; Lacleriga Giménez, Antonio [Internet] 2014 [Consultado en 1 Jul 2022] 159-164
16. Iacob, Simona & Chisnoiu, A. & Lascu, Liana & Antonela, Berar & Studnicska, D. & Fluerasu, Mirela. Is PostureScreen® Mobile app an accurate tool for dentists to evaluate the correlation between malocclusion and posture?. *Cranio: the journal of craniomandibular practice*. [Internet] 2018 [Consultado en 30 Jun 2022] 38. 1-7. 10.1080/08869634.2018.1512197. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/327560802\\_Is\\_PostureScreenR\\_Mobile\\_app\\_an\\_accurate\\_tool\\_for\\_dentists\\_to\\_evaluate\\_the\\_correlation\\_between\\_malocclusion\\_and\\_posture](https://www.researchgate.net/publication/327560802_Is_PostureScreenR_Mobile_app_an_accurate_tool_for_dentists_to_evaluate_the_correlation_between_malocclusion_and_posture)
17. Jafarnezhadgero A, Fatollahi A, Amirzadeh N, Siahkouhian M, Granacher U. Ground reaction forces and muscle activity while walking on sand versus stable ground in individuals with pronated feet compared with healthy controls. *PLoS One* [Internet]. 2019 [Consultado el 1 de julio de 2022];14(9):e0223219. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31557258/>
18. Jia Han, Gordon Waddington, Roger Adams, Judith Anson, and Yu Liuc. Assessing proprioception: A critical review of methods. 2016. *J Sport Health Sci*. 2016 Mar; 5(1): 80–90.)
19. José Humberto Maulén Arroyo. Estudio de fatiga muscular mediante estimulación de baja frecuencia. [Internet] 2005 [Consultado el 2 Jul 2022] 126 Disponible en: [https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/1129/JMA\\_TESIS.pdf](https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/1129/JMA_TESIS.pdf)

20. Llana Belloch S, Pérez Soriano P, Lledó Figueres E. La epidemiología del fútbol: una revisión sistemática. RIMCAFD [Internet]. 2010 [Citado 3 Jul 2022]; 1:0.37. Disponible en: <https://repositorio.uam.es/handle/10486/4209>
21. Mann RA. Biomechanics of the foot and ankle. *Surgery of the Foot and Ankle*. 1993; 6: 3-43
22. Marrero-Gordillo N, Hernández-Álvarez A, Ramos-Gordillo A, Pérez-González H, Carmona-Calero E, Díaz-Armas JT, Castañeyra-Perdomo A. Somatotipo de Referencia del Luchador Canario. *Arch Med Dep, Internet* 2002 [Consultado 5 Jul 2022] 19(88): 109-117. Disponible en: [https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-0036276960&origin=resultslist&featureToggles=FEATURE\\_NEW\\_DOC\\_DETAILS\\_EXPORT:1](https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-0036276960&origin=resultslist&featureToggles=FEATURE_NEW_DOC_DETAILS_EXPORT:1)
23. Marrero-Gordillo N., Hernández-Álvarez A., Ramos-Gordillo A.S., Pérez-González H., Carmona-Calero E., Díaz-Armas J.T., Castañeyra-Perdomo A., 2002. Somatotipo de referencia del luchador canario. *Archivos de Medicina del Deporte*. XIX-88, 109-117)
24. Martínez Sánchez, R. M., Baño Alcaraz, A., García Vidal, J. A., Belando Navarro, M., Martínez Carrasco, Ángel, & Belmonte Albaladejo, A. Ángel. (2020). Correlación entre la disimetría, reparto de carga y alteraciones estructurales del miembro inferior. *European Journal of Podiatry / Revista Europea De Podología*, 6(1), 19-25. [Consultado en 1 Jul 2022] Disponible en: <https://doi.org/10.17979/ejpod.2020.6.1.5726>
25. McGill SM, Karpowicz A, Fenwick CMJ, Brown SHM. Exercises for the torso performed in a standing posture: spine and hip motion and motor patterns and spine load. *J Strength Cond Res [Internet]*. 2009 [Consultado el 6 de julio de 2022]; 23(2):455–64. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19258883/>
26. Moreno Hay I. Estudio electromiográfico de los patrones musculares en sujetos con mordida abierta anterior. Sánchez Sánchez, Teresa y Ardizonez García, Ignacio [Internet] 2011 [Consultado el 7 Jul 2022]; Disponible en: <https://eprints.ucm.es/id/eprint/13020/1/T32927.pdf>
27. Ng J, Richardson C. EMG study of erector spinae and multifidus in two isometric back extension exercises. *Aust J Physiother [Internet]*. 1994;40(2):115–21. [Citado en 30 Jun 2022] Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S000495141460458X>
28. Nigg, B. M. (2003): Injury & performance on tennis surfaces. *The Effect of Tennis Surfaces On the Game of Tennis*. Hpl – calgary. 1-6.
29. Perkins, R.H; Davis.D. (2006): Musculoesketal injures in tennis. *Phys Med Rehabil Clin N Am*, 17(3). 609-31).
30. Peter Konrad. The ABC of EMG: A Practical Introduction to Kinesiological Electromyography. Noraxon INC. USA. Docplayer.net [Internet]. 2006. [Consultado en 2 Jul 2022]; Disponible en: <https://docplayer.net/21722234-The-abc-of-emg-a-practical-introduction-to-kinesiological-electromyography-peter-konrad-version-1-4-march-2006-noraxon-inc-usa.html>

31. Pinnington HC, Lloyd DG, Besier TF, Dawson B. Kinematic and electromyography analysis of submaximal differences running on a firm surface compared with soft, dry sand. *Eur J Appl Physiol* [Internet]. 2005 [Consultado 7 Jul 2022];94(3):242–53. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15815938/>
32. Powell JW. Incidence of injury associated with playing surfaces in the national football league. *Athletic Training*. 1987; 22: 202-6
33. Quirós-Iglesias P. Casuística de Lesiones en Lucha Canaria. Trabajo de Fin de Grado, Sección de Fisioterapia, Repositorio de la Universidad de La Laguna. <http://riull.ull.es/xmlui/handle/915/3660>)
34. Reglamento Técnico (2022). Consultado en junio de 2022: [http://federacioncanariadeluchacanaria.com/documentos/Reglamento\\_Lucha\\_Canaria.pdf](http://federacioncanariadeluchacanaria.com/documentos/Reglamento_Lucha_Canaria.pdf)
35. Romero y Tous. Prevención de lesiones en el deporte. Claves para un rendimiento deportivo óptimo. Romero Rodríguez, Daniel y Tous Fajardo, Julio. *Educ fís cienc* [Internet]. 2011 [Consultado 2 Jul 2022];16(2):1-3. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4982604>
36. Rubio, Silvio & Chamorro, Manuel. (2000). Lesiones en el deporte. *Arbor: Ciencia, Pensamiento y Cultura*. 165. 10.3989/arbor.2000.i650.966
37. Scranton PE Jr, Bootman BH, McMaster JH. Forces under the foot: A study of walking,
38. Scranton PE, Whitesel JP, Powell JW, Dromer SG, Heidt RS, Losse G, Cawley PW. A review of selected noncontact anterior cruciata ligament injuries in the nacional football league. *Foot & ankle In*. 1997; 18: 772-776.
39. Stegeman, Dick & Hermens, Hermie. (2007). Standards for surface electromyography: The European project Surface EMG for non-invasive assessment of muscles (SENIAM). [Internet] 2007; [Consultado en 3 Jul 2022]; 5-6 Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/228486725\\_Standards\\_for\\_surface\\_electromyography\\_The\\_European\\_project\\_Surface\\_EMG\\_for\\_non-invasive\\_assessment\\_of\\_muscles\\_SENIAM](https://www.researchgate.net/publication/228486725_Standards_for_surface_electromyography_The_European_project_Surface_EMG_for_non-invasive_assessment_of_muscles_SENIAM)

## **7. ANEXOS**

- Anexo 1: Consentimiento informado
- Anexo 2: Informe de tatami para Serdican
- Anexo 3: Test de distribución normal
- Anexo 4: Tablas de significancia

# ANEXO 1

## **ESTABILIDAD DEL RAQUIS SEGÚN LA SUPERFICIE DE JUGO EN DEPORTES DE COMBATE** **INFORME DE CONSENTIMIENTO DEL DEPORTISTA SOMETIDO A ESTUDIO**

1. El deportista participante en el estudio ha sido informado de la naturaleza y objetivos del mismo.
2. El deportista ha sido informado de los mínimos riesgos inherentes a las pruebas antropométricas a que será sometido: pesaje, medida de estatura y fotografías en cuatro planos para determinar su composición corporal y su consumo calórico.
3. El deportista ha sido informado de la naturaleza e inocuidad de la realización de la electromiografía (EMG), consistente en la colocación de electrodos de superficie en diferentes músculos de su economía, con la preparación adecuada de la piel (desengrasado con alcohol de 70°, frotación leve con gasa seca de la superficie y, en su caso, rasurado ceñido de la zona).
4. Una vez instrumentado el deportista con los electrodos, se le pedirá que se coloque en cada una de las superficies de estudio (arena, tatami y suelo rígido), adoptando la posición de inicio de la brega y del combate de judo. Asirá con sus dos manos sendas asas conectadas a la pared por cuerdas. Entre la pared y las cuerdas existirá una galga dinamométrica que medirá la fuerza ejercida.
5. El estudio se realizará respetando en todo momento la privacidad del voluntario y por personal especializado, todo ello bajo las más estrictas normas de higiene y de prevención COVID-19.
6. El deportista ha sido informado de las ventajas que para su salud y rendimiento deportivo puede reportar el estudio completo a que será sometido.
7. El deportista ha sido informado de que los datos obtenidos en el estudio respetarán la privacidad de cada participante (Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal), y que serán usados exclusivamente para los fines y objetivos para los que son requeridos.

El abajo firmante, ....., con DNI número ....., declara haber leído, y en su caso comprendido, las cláusulas e información arriba especificadas, tras las pertinentes explicaciones de los técnicos, y por voluntad propia acepta participar en el estudio de investigación cuyo título figura en el encabezado de este informe.

Y para que así conste, firma el presente en..... a ..... de ..... de 20.....

Fdo.:

Fdo.: responsable del Estudio

## ANEXO 2



Centro de Estudios en Ciencias del Deporte

Universidad de La Laguna  
Tenerife

N. Marrero-Gordillo  
Doctor en Medicina y Cirugía  
Especialista en Medicina de la  
Educación Física y el Deporte  
Col. Nº.: 38/35/03922

### INFORME TÉCNICO

Se estudian las características físicas de un tatami para la práctica de Lucha Canaria. La información que recibimos del fabricante es la siguiente:

- Planchas de polietileno ("porex") de tres capas, con acabado antideslizante de paja de arroz. Enlace tipo puzzle con piezas de 1 m<sup>2</sup>.
- Capa intermedia absorbente de impactos.
- Densidad: 75 kg/m<sup>3</sup>
- Rango de temperatura de operación (estabilidad dimensional): -10 a +50 °C
- Resistencia a la compresión: 110 Kp
- Resistencia a la tracción longitudinal: 540 Kp
- Elongación a la rotura longitudinal: 140%
- Permeabilidad al vapor de agua: <0,25 ηg/Pa/s/m
- Absorción de agua en 28 días: <2,5 %vol
- Inflamabilidad horizontal: cumple la normativa vigente (FMVSS 302)

El tatami quedará configurado a modo de puzzle con piezas de 1m<sup>2</sup> de superficie y 3,5 cm de grosor, ocupando una superficie total a determinar por el reglamento vigente en materia de espacio de brega (12 losetas -144m<sup>2</sup>- dan un diámetro de 12 m). Posee una superficie antideslizante y es impermeable.

**Dada las peculiaridades del deporte para el que se destinará el tatami, el factor más importante a tener en cuenta es el poder de absorción de impactos del material. En este sentido, y teniendo en cuenta que el aportado por el fabricante es de 110 Kp, consideramos que el tatami reúne la resistencia suficiente para su propósito.**



Cálculo realizado:

1 Kilopascal = 1000 Newton x m<sup>2</sup>  
110 Kp = 110.000 Nm<sup>2</sup>

Área de los pies = 0,018 m<sup>2</sup>.

Un individuo de 65 kg (650 N) ejerce sobre sus pies una presión de 36,11 Kp.

Un individuo de 140 Kg (1400 N) ejerce sobre sus pies una presión de 77,77 Kp.

Si se produce una caída sobre un área de 0,5 m, la presión ejercida sería de 2,8 Kp.

En el hipotético caso de que al propio peso del individuo se le sumara una presión del oponente (por empuje y peso) de, por ejemplo, el triple (4200 N), la presión sobre el tatami sería de 8,4 Kp. El poder de amortiguación del sistema evaluado es todavía 13 veces superior.

Los otros parámetros de resistencia a la elongación y demás son secundarios para el propósito que nos ocupa. Otra cosa es la superficie antideslizante, que podría llegar a producir **escoriaciones por deslizamiento**, dado que es rugosa y la fricción producida puede escaldar la piel del atleta.

Las medidas globales calculadas para 144 m<sup>2</sup> como mínimo de tatami respetan la reglamentación vigente para los terreros de lucha (Artículo 5 del Reglamento Técnico de Lucha Canaria, 2012). Por tanto, una vez analizadas las características técnicas del material, podemos concluir que:

- El tatami propuesto por SERDICAN S.L. para su estudio técnico es **apto para la practica de la Lucha Canaria**, con la reserva de posibles lesiones cutáneas leves por deslizamiento.

Lo que informo a instancias de Servicios Deportivos Integrales Canarias S.L.

La Laguna, 4 de junio de 2013

Fdo.: Dr. N. Marrero Gordillo

Empresa: <http://www.tatamsport.com/> (consultado en junio de 2013).

### ANEXO 3

Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra													
		TAd	PLld	Gld	Vld	TAi	PLLi	Gii	Vii	BFd	GMd	GMi	long
N		118	118	118	118	118	114	119	114	119	117	116	119
Parámetros normales a,b	Media	0.04957	0.13227	0.08956	0.07897	0.09968	0.06366	0.03985	0.05091	0.10017	0.04964	0.01281	0.07506
	Desv. Desvia	0.034499	0.069741	0.044367	0.0401	0.079119	0.052979	0.028286	0.030566	0.04806	0.043702	0.005757	0.048769
Máximas diferencias extrem	Absoluto	0.171	0.131	0.05	0.081	0.17	0.186	0.195	0.098	0.08	0.219	0.134	0.177
	Positivo	0.171	0.131	0.05	0.081	0.17	0.186	0.195	0.098	0.08	0.219	0.134	0.177
	Negativo	-0.132	-0.075	-0.046	-0.065	-0.113	-0.138	-0.13	-0.078	-0.066	-0.17	-0.079	-0.144
Estadístico de prueba		0.171	0.131	0.05	0.081	0.17	0.186	0.195	0.098	0.08	0.219	0.134	0.177
Sig. asintótica (bilateral)		,000c	,000c	,200c,d	,054c	,000c	,000c	,000c	,009c	,057c	,000c	,000c	,000c
a La distribución de prueba es normal.													
b Se calcula a partir de datos.													
c Corrección de significación de Lilliefors.													
d Esto es un límite inferior de la significación verdadera.													

## ANEXO 4

Tabla de ANOVAa							
			Suma de cuadrados	GL	Media cuadrática	F	Significancia
TAd * Deporte	Entre grupos (Combinado)		0.003	1	0.003	2.385	0.125
	Dentro de grupos		0.136	116	0.001		
	Total		0.139	117			
PLld * Deporte	Entre grupos (Combinado)		0.019	1	0.019	4.012	0.048
	Dentro de grupos		0.55	116	0.005		
	Total		0.569	117			
GLd * Deporte	Entre grupos (Combinado)		0.003	1	0.003	1.421	0.236
	Dentro de grupos		0.228	116	0.002		
	Total		0.23	117			
VLd * Deporte	Entre grupos (Combinado)		0.001	1	0.001	0.467	0.496
	Dentro de grupos		0.187	116	0.002		
	Total		0.188	117			
TAi * Deporte	Entre grupos (Combinado)		0.005	1	0.005	0.841	0.361
	Dentro de grupos		0.727	116	0.006		
	Total		0.732	117			
PLLi * Deporte	Entre grupos (Combinado)		0	1	0	0.062	0.804
	Dentro de grupos		0.317	112	0.003		
	Total		0.317	113			
GLi * Deporte	Entre grupos (Combinado)		0.002	1	0.002	2.662	0.105
	Dentro de grupos		0.092	117	0.001		
	Total		0.094	118			
Vli * Deporte	Entre grupos (Combinado)		0.007	1	0.007	8.31	0.005
	Dentro de grupos		0.098	112	0.001		
	Total		0.106	113			
BFd * Deporte	Entre grupos (Combinado)		0.018	1	0.018	8.052	0.005
	Dentro de grupos		0.255	117	0.002		
	Total		0.273	118			
GMd * Deporte	Entre grupos (Combinado)		0.001	1	0.001	0.578	0.449
	Dentro de grupos		0.22	115	0.002		
	Total		0.222	116			
GMi * Deporte	Entre grupos (Combinado)		0	1	0	1.314	0.254
	Dentro de grupos		0.004	114	0		
	Total		0.004	115			
long * Deporte	Entre grupos (Combinado)		0	1	0	0.08	0.778
	Dentro de grupos		0.28	117	0.002		
	Total		0.281	118			

Tabla de ANOVAa							
			Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Significancia
TAd * Superficie	Entre grupos	(Combinado)	0.002	3	0.001	0.448	0.719
	Dentro de grupos		0.138	114	0.001		
	Total		0.139	117			
PLD * Superficie	Entre grupos	(Combinado)	0.002	3	0.001	0.132	0.941
	Dentro de grupos		0.567	114	0.005		
	Total		0.569	117			
GId * Superficie	Entre grupos	(Combinado)	0.002	3	0.001	0.408	0.747
	Dentro de grupos		0.228	114	0.002		
	Total		0.23	117			
VId * Superficie	Entre grupos	(Combinado)	0.017	3	0.006	3.755	0.013
	Dentro de grupos		0.171	114	0.002		
	Total		0.188	117			
TAi * Superficie	Entre grupos	(Combinado)	0.006	3	0.002	0.327	0.806
	Dentro de grupos		0.726	114	0.006		
	Total		0.732	117			
PLLi * Superficie	Entre grupos	(Combinado)	0.002	3	0.001	0.212	0.888
	Dentro de grupos		0.315	110	0.003		
	Total		0.317	113			
Gli * Superficie	Entre grupos	(Combinado)	0.004	3	0.001	1.578	0.198
	Dentro de grupos		0.091	115	0.001		
	Total		0.094	118			
Vli * Superficie	Entre grupos	(Combinado)	0.001	3	0	0.457	0.713
	Dentro de grupos		0.104	110	0.001		
	Total		0.106	113			
BFd * Superficie	Entre grupos	(Combinado)	0.008	3	0.003	1.091	0.356
	Dentro de grupos		0.265	115	0.002		
	Total		0.273	118			
GMd * Superficie	Entre grupos	(Combinado)	0.001	3	0	0.088	0.967
	Dentro de grupos		0.221	113	0.002		
	Total		0.222	116			
GMi * Superficie	Entre grupos	(Combinado)	0	3	0	1.224	0.305
	Dentro de grupos		0.004	112	0		
	Total		0.004	115			
long * Superficie	Entre grupos	(Combinado)	0.01	3	0.003	1.465	0.228
	Dentro de grupos		0.27	115	0.002		
	Total		0.281	118			

Tabla de ANOVA (porcentajes)							
			Suma de cuadrados	GL	Media cuadrática	F	Significancia
TAd * Deporte	Entre grupos (Combinado)		0.621	1	0.621	1.023	0.369
	Dentro de grupos		2.426	4	0.607		
	Total		3.047	5			
PLld * Deporte	Entre grupos (Combinado)		6.827	1	6.827	1.137	0.346
	Dentro de grupos		24.02	4	6.005		
	Total		30.847	5			
Gld * Deporte	Entre grupos (Combinado)		1	1	1	0.178	0.695
	Dentro de grupos		22.468	4	5.617		
	Total		23.468	5			
Vld * Deporte	Entre grupos (Combinado)		0.144	1	0.144	0.14	0.728
	Dentro de grupos		4.128	4	1.032		
	Total		4.273	5			
TAi * Deporte	Entre grupos (Combinado)		0.05	1	0.05	0.16	0.71
	Dentro de grupos		1.263	4	0.316		
	Total		1.313	5			
PLli * Deporte	Entre grupos (Combinado)		2.381	1	2.381	3.958	0.118
	Dentro de grupos		2.407	4	0.602		
	Total		4.788	5			
Gli * Deporte	Entre grupos (Combinado)		0	1	0	0	0.993
	Dentro de grupos		2.744	4	0.686		
	Total		2.744	5			
Vli * Deporte	Entre grupos (Combinado)		2.077	1	2.077	11.138	0.029
	Dentro de grupos		0.746	4	0.186		
	Total		2.823	5			
BFD * Deporte	Entre grupos (Combinado)		21.056	1	21.056	1.64	0.27
	Dentro de grupos		51.369	4	12.842		
	Total		72.425	5			
GMD * Deporte	Entre grupos (Combinado)		9.576	1	9.576	8.734	0.042
	Dentro de grupos		4.385	4	1.096		
	Total		13.962	5			
GMI * Deporte	Entre grupos (Combinado)		2.065	1	2.065	7.937	0.048
	Dentro de grupos		1.041	4	0.26		
	Total		3.106	5			
LG * Deporte	Entre grupos (Combinado)		0.126	1	0.126	0.012	0.918
	Dentro de grupos		42.495	4	10.624		
	Total		42.621	5			

Tabla de ANOVA (porcentajes)							
			Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Significancia
TAd * Superficie	Entre grupos	(Combinado)	2.36	2	1.18	5.155	0.107
	Dentro de grupos		0.687	3	0.229		
	Total		3.047	5			
PLld * Superficie	Entre grupos	(Combinado)	9.323	2	4.662	0.65	0.583
	Dentro de grupos		21.524	3	7.175		
	Total		30.847	5			
Gld * Superficie	Entre grupos	(Combinado)	6.293	2	3.147	0.55	0.626
	Dentro de grupos		17.175	3	5.725		
	Total		23.468	5			
Vld * Superficie	Entre grupos	(Combinado)	1.586	2	0.793	0.885	0.499
	Dentro de grupos		2.687	3	0.896		
	Total		4.273	5			
TAi * Superficie	Entre grupos	(Combinado)	0.786	2	0.393	2.233	0.255
	Dentro de grupos		0.528	3	0.176		
	Total		1.313	5			
PLli * Superficie	Entre grupos	(Combinado)	2.096	2	1.048	1.168	0.422
	Dentro de grupos		2.692	3	0.897		
	Total		4.788	5			
Gli * Superficie	Entre grupos	(Combinado)	2.681	2	1.341	63.738	0.003
	Dentro de grupos		0.063	3	0.021		
	Total		2.744	5			
Vli * Superficie	Entre grupos	(Combinado)	0.63	2	0.315	0.431	0.685
	Dentro de grupos		2.192	3	0.731		
	Total		2.823	5			
BFD * Superficie	Entre grupos	(Combinado)	35.231	2	17.615	1.421	0.368
	Dentro de grupos		37.194	3	12.398		
	Total		72.425	5			
GMD * Superficie	Entre grupos	(Combinado)	2.231	2	1.116	0.285	0.77
	Dentro de grupos		11.73	3	3.91		
	Total		13.962	5			
GMI * Superficie	Entre grupos	(Combinado)	0.364	2	0.182	0.199	0.829
	Dentro de grupos		2.742	3	0.914		
	Total		3.106	5			
LG * Superficie	Entre grupos	(Combinado)	23.896	2	11.948	1.914	0.291
	Dentro de grupos		18.725	3	6.242		
	Total		42.621	5			