

GRADO UNIVERSITARIO DE FISIOTERAPIA



BATERÍA DE PRUEBAS SIMS EN FUTBOLISTAS DE DIFERENTES EDADES

SIMS TEST BATTERY WITHIN DIFFERENT AGES FOOTBALL PLAYERS

TRABAJO FIN DE GRADO

Presentado por: Jon Aspizua y Sergio Martínez

Dirigido por: David Casamichana

Grado en Fisioterapia 19-20

Gimbernat Cantabria

Declaración de autoría y originalidad del trabajo fin de grado

Por medio de la presente, yo **JON ASPIZUA CASTRESANA** alumno/a del Grado en **FISIOTERAPIA** de las Escuelas Universitarias Gimbernat-Cantabria, en relación con el Trabajo Fin de Grado (TFG) titulado **BATERÍA DE PRUEBAS SIMS EN FUTBOLISTAS DE DIFERENTES EDADES**, declaro que es de mi autoría y original.

Asimismo, declaro que depositando este TFG y firmando el presente documento confirmo que:

- Este TFG es original y he citado las fuentes de información debidamente.
- La autoría del TFG es compartida alumno/a y director/a.
- Soy plenamente consciente de que no respetar estos extremos es objeto de sanción por el órgano civil competente, y asumo mi responsabilidad ante reclamaciones relacionadas con la violación de derechos de propiedad intelectual.

En Torrelavega, a 22 de mayo del 2020

Fdo.: Jon Aspizua Castresana



Por medio de la presente, yo **SERGIO MARTÍNEZ PUENTE** alumno/a del Grado en **FISIOTERAPIA** de las Escuelas Universitarias Gimbernat-Cantabria, en relación con el Trabajo Fin de Grado (TFG) titulado **BATERÍA DE PRUEBAS SIMS EN FUTBOLISTAS DE DIFERENTES EDADES**, declaro que es de mi autoría y original.

Asimismo, declaro que depositando este TFG y firmando el presente documento confirmo que:

- Este TFG es original y he citado las fuentes de información debidamente.
- La autoría del TFG es compartida alumno/a y director/a.
- Soy plenamente consciente de que no respetar estos extremos es objeto de sanción por el órgano civil competente, y asumo mi responsabilidad ante reclamaciones relacionadas con la violación de derechos de propiedad intelectual.

En Torrelavega, a 22 de mayo del 2020

Fdo.: Sergio Martínez Puente



Índice

Resumen.....	4
Abstract.....	5
Introducción	6
Metodología	9
Participantes.....	9
Diseño	10
Procedimiento	10
Análisis estadístico	13
Resultados	13
Categorías de edad.....	13
Edad biológica	17
Discusión.....	21
Conclusión	25
Bibliografía	26
Anexos	31
Anexo 1. Consentimiento informado.....	31
Anexo 2. Parámetros batería de pruebas SIMS	33
Anexo 3. Modelo del proyecto TFG para el CEIC	38

Resumen

Introducción: El estudio de factores de riesgo asociados a las principales lesiones del fútbol, pudieran aportar información interesante como guía en los procesos de intervención. **Objetivo:** El objetivo de este estudio fue comparar la puntuación total y la obtenida en las diferentes pruebas de la batería *Soccer Injury Movement Screen* (SIMS) en función de las categorías de edad y edad biológica. **Material y métodos:** En el estudio participaron un total de 62 jugadores pertenecientes a cuatro equipos de diferente categoría de edad: 18 jugadores del juvenil A, 14 jugadores del juvenil B, 14 jugadores del cadete A y 16 jugadores del cadete B. Los deportistas fueron evaluados mediante las 5 pruebas que contiene la batería SIMS, en el siguiente orden: *Anterior Reach* (AR) considerando la mejor puntuación de cada pierna después de 3 repeticiones, *Single Leg Deadlift* (SLDL) teniendo en cuenta un promedio de 10 parámetros, *In Line Lunge* (ILL) atendiendo al promedio de 8 parámetros, *Single Leg Hop For Distance* (SLHFD) teniendo en consideración la mejor puntuación de cada pierna después de 3 repeticiones y *Tuck Jump* (TJ), atendiendo al promedio de 10 parámetros. **Resultados:** En cuanto a la categoría de edad, no se observaron diferencias significativas en la puntuación total obtenida, sin embargo, en el SLHFD se encontraron puntuaciones significativamente más elevadas en el Cadete B respecto al Juvenil B ($p=0.042$). Por otro lado en cuanto a la edad biológica, tampoco se observaron diferencias significativas en la puntuación total. Sin embargo, en el TJ, se encontraron puntuaciones significativamente más elevadas en los grupos de madurez muy baja ($p=0.001$) y alta ($p=0.015$) respecto a los de madurez muy alta. **Discusión:** Los principales hallazgos refieren que no existieron diferencias significativas en cuanto a las puntuaciones totales obtenidas en función de las categorías de edad y edad biológica estudiadas. Aún así, en puntuaciones individuales como el SLHFD en función de las categorías de edad entre el Cadete B y Juvenil B, y el en TJ atendiendo a la edad biológica, entre grupos con madurez muy baja y alta respecto a los de madurez muy alta, sí se han encontrado diferencias significativas.

Palabras clave: SIMS, edad, PHV, factores de riesgo

Abstract

Introduction: The study of the risk factors associated to the main soccer injuries, in order to receive interesting information as a guideline for intervention procedures. **Objective:** The aim of this study was to compare the proofs of the *Soccer Injury Movement Screen* (SIMS) battery, between the different age groups and biological age. **Material and methods:** 62 soccer players from divers' categories took part in this study: 18 players U20, 14 players U19, 14 players U18 and 16 players U16. The athletes were evaluated by 5 different proofs inside the SIMS battery, in the following order: *anterior reach* and *single leg hop for distance*, considering the highest score of the both feet after 3 repetitions with each foot, *single leg deadlift* and *tuck jump*, contemplating the average of 10 parameters and *in line lunge*, attending to the average of 8 parameters. **Results:** In one hand, talking about age group, there are not significant differences on the final mean punctuation, although there is in SLHFD proof individually, between U16 and U19 ($p=0.042$). On the other hand, talking about biological age, there are not significant differences on the final mean punctuation either. However, the only proof in which we do find differences, is in TJ, between very low ($p=0.001$) and high maturity ($p=0.015$) groups in relation to very high maturity group. **Conclusion:** The main finding refers that there weren't significant differences concerning the final mean punctuation according to the different age groups and biological age. However, on individual punctuation like SLHFD in age group, between U16 and U19 there were. In addition, there was also in TJ in biological age, between very low and high maturity groups in respect of very high maturity group.

Key words: SIMS, age, PHV, risk factors

Introducción

Las lesiones deportivas se definen como aquellos acontecimientos que ocurren en horario de entrenamiento o partido, y causan ausencia de la siguiente sesión de entrenamiento, requiriendo asistencia médica (1). Se estima que de media, un jugador de fútbol sufre 2 lesiones por temporada, de las cuales el 57% ocurren durante un partido y el 43% en los entrenamientos (1). Dentro del fútbol, las lesiones que tienen lugar en el miembro inferior abarcan un 87% del total, siendo las lesiones musculares, esguinces ligamentosos y contusiones las lesiones más frecuentes (1). Respecto a la localización de las lesiones, el lugar con mayor incidencia es el muslo, seguido por el tobillo y la rodilla, respectivamente (2,3). Las lesiones con mayor severidad y que conllevan un mayor tiempo de recuperación, se localizan en rodilla y muslo (1).

En cuanto a las lesiones de ligamento cruzado anterior (LCA) (3), tenemos que tener en cuenta varios factores de riesgo que han mostrado aumentar la probabilidad de lesión (3). A nivel extrínseco, hay que tener en cuenta tanto el terreno de juego (4) como el calzado utilizado (4). Y por otra parte, hay que tener en cuenta los intrínsecos no modificables como hiperlaxitud (4), género (4) y lesión previa (5) entre otros (6). Por último, tenemos los factores de riesgo intrínsecos modificables, todos en relación directa con la biomecánica y el sistema neuromuscular como la presencia de valgo de rodilla (7), fatiga (8), propiocepción (9), asimetría entre miembros (10) o desbalance cuádriceps-isquiotibial (4). Además, hay que tener en cuenta, que este tipo de lesiones se dan con más asiduidad en competición y por lesiones sin contacto, como recepciones y cambios de dirección bruscos (78%) (3,11). De la misma manera, los factores de riesgo de las lesiones que afectan a la musculatura isquiotibial (12) hacen referencia a la presencia de lesiones previas (13), la debilidad muscular (14), la fatiga acumulada (14), la falta de flexibilidad y la edad (15). Diferentes estudios han indicado que la musculatura isquiotibial es menos propensa a lesionarse cuando es fuerte y flexible (16,17). Por último, es propio de estas lesiones que sean provocadas en un gesto de sprint (18).

La asimetría ha sido propuesta como un factor de riesgo de diferentes lesiones deportivas (10,19). Así un estudio realizado en esquiadores demuestra que la asimetría de control motor entre pierna dominante y no dominante, puede considerarse como un factor de riesgo con cierta influencia en las lesiones de extremidad inferior (20). Otros estudios, emplean un método de valoración de la fuerza muscular mediante pruebas isocinéticas, para valorar las asimetrías

entre musculatura agonista y antagonista. Croisier JL et al. (2008) valoró a 462 futbolistas, de los cuales, el 47% presentaba asimetría entre la musculatura isquiotibial y cuadrícipital. Los jugadores que no presentaron asimetrías sufrieron un índice de lesión del 4.1%. Mientras que los que presentaban asimetría, presentaron un índice de lesión del 16.5%. Es decir, la incidencia lesional fue 4 veces mayor en el grupo de deportistas que fueron categorizados con mayor índice de asimetría (21). También hay que tener en cuenta la asimetría relacionada con la fuerza muscular excéntrica, ya que se ha demostrado que una diferencia mayor al 15% entre ambas extremidades hace que el futbolista sea más propenso a lesionarse (22). Sin embargo, recientemente se ha indicado que se debe ser cauto a la hora de utilizar diferentes baterías de pruebas funcionales como, el *Functional Movement Screen* (FMS) para buscar una relación entre asimetrías y riesgo de lesión (23).

Son numerosos los estudios que han encontrado que la edad (24), es uno de los principales factores de riesgo intrínseco para sufrir lesiones junto con la presencia de lesiones previas (20,21). En cuanto a lesiones musculares, los futbolistas menores de 22 años sufren 1.19/1000 horas de exposición, mientras que los futbolistas mayores de 30 años sufren 1.69/1000h. Aunque no existen diferencias en cuanto a las lesiones producidas entre la musculatura cuadrícipital e isquiotibial, sí se aprecia una gran diferencia en la incidencia lesional en gastrocnemios, siendo 6 veces mayor en los deportistas mayores de 30 años frente a los menores de 22 años (1).

A pesar de que la mayoría de estudios han utilizado la categoría de edad como variable, algunos autores abogan por la utilización de la edad biológica en el estudio de los factores de riesgo (25). Estudios previos han encontrado que los futbolistas con un nivel de madurez menor, presentaron una incidencia lesional 3 veces mayor respecto a los que tenían un nivel de madurez más elevado. Además, en este mismo estudio también se observaron diferencias significativas en cuanto a la tendencia de recidiva, sufriendo los jugadores de menor edad biológica un riesgo 4 veces superior respecto a los de mayor edad biológica (26). Respecto a la posible relación entre edad biológica, calculada mediante el *Peak Height Velocity* (PHV) (27), y la asimetría, estudios previos han indicado que no existió una relación entre el grado de madurez y las asimetrías entre miembros (27).

La identificación de factores de riesgo podría ayudar en la prevención de lesiones, pudiendo disminuir la incidencia lesional a partir de un programa de prevención individualizada *ad hoc*, puesto que la estabilidad, la movilidad y la asimetría son factores de riesgo asociados a lesión

del miembro inferior. Un estudio previo en el que participaron 139 futbolistas, se encontró que el 95.7% de estos considera importante o muy importante la prevención de lesiones. En cuanto a la estrategias de prevención, el 91.4% realiza estiramientos, el 54.0% ejercicios específicos de calentamiento y el 33.1% ejercicios específicos de fuerza (28). Diferentes pruebas en la literatura, han sido propuestas con el objetivo de disminuir la incidencia lesional. Un ejemplo es el programa FIFA 11+ que también ayuda a mejorar el equilibrio dinámico y el rendimiento en futbolistas (29). Estudios previos han observado que los equipos que no incluyeron el programa FIFA 11+ dentro de sus rutinas, presentaron dos veces más probabilidades de sufrir una rotura del LCA (30).

Diferentes baterías de pruebas se han propuesto en la literatura para obtener información respecto a la probabilidad de lesión y a los factores de riesgo asociados (5). Quizás en los últimos años la que ha tenido más protagonismo es la batería de pruebas FMS. Estudios previos han encontrado que los jugadores que mostraban asimetría en al menos 2 pruebas del FMS, tenían una probabilidad 2.7 veces mayor de lesionarse que los jugadores que no lo mostraban (31), siendo las pruebas de *Shoulder Mobility* (SM) y *Active Straight-leg Raise* (ASLR) las que presentaban el mayor porcentaje de asimetrías (32).

En cuanto a la batería de pruebas funcionales *Soccer Injury Movement Screen* (SIMS), la cual utiliza cinco pruebas de evaluación específicas para futbolistas con la intención de valorar la calidad de movimiento. Estas, nos ayudan a identificar la movilidad y capacidad de estabilidad de las articulaciones del tobillo, rodilla y cadera (22), además de la flexibilidad y fuerza muscular. En la actualidad, hay un estudio que compara la puntuación obtenida en la SIMS con el género de los participantes. Dicho estudio observó que las puntuaciones obtenidas eran similares entre hombres (3,33) y mujeres (3,22), salvo en la prueba del *Single Leg Deadlift* (SLDL), donde los hombres obtenían puntuaciones 2.5 veces mayores a las de las mujeres (34). A pesar de que se pudiera pensar que existe cierta asociación entre las pruebas planteadas y el riesgo de lesión, estudios previos encontraron que la puntuación obtenida en la batería de pruebas SIMS no estaba significativamente relacionada con el número de lesiones (35).

Respecto a la evolución que pudieran tener los jugadores a lo largo de su periodo de formación, podemos indicar que estudios previos que han utilizado la batería de pruebas FMS observaron que los jugadores Sub-20 y Sub-17 lograron puntuaciones más altas que los Sub-16 y Sub-15 (32).

La escasa presencia de estudios en la literatura actual, en cuanto a la valoración de la influencia de las categorías de edad y edad biológica, con la puntuación obtenida en la batería SIMS, fue la principal motivación para la realización de este estudio. Por tanto, el objetivo de este estudio fue comparar la puntuación obtenida en la batería de pruebas SIMS en equipos de fútbol de diferente categoría de edad y edad biológica.

Metodología

Participantes

Los participantes que han formado parte de este estudio fueron 62 jugadores de fútbol que pertenecían a diferentes categorías de edad, dentro de un mismo club de fútbol profesional. Los datos de la muestra en cada uno de los equipos estudiados aparecen recogidos en la Tabla 1.

Tabla 1. Datos en cuanto al número de participantes, edad, peso y altura de los futbolistas que han participado en el estudio. Categorías de edad.

Equipo	Género	Muestra	Edad (años)	Peso (kg)	Altura (m)
Juvenil A	Masculino	n= 18	18.3 ± 0.7	70.9 ± 6.7	1.77 ± 0.1
Juvenil B	Masculino	n= 14	16.8 ± 0.4	67.2 ± 4.5	1.77 ± 0.0
Cadete A	Masculino	n= 14	15.9 ± 0.3	63.0 ± 5.8	1.76 ± 0.1
Cadete B	Masculino	n= 16	14.9 ± 0.3	60.1 ± 7.0	1.72 ± 0.1

A su vez, la muestra se dividió en cuatro grupos teniendo en cuenta el pico de edad de crecimiento. Los datos de la muestra en relación a la edad biológica aparecen recogidos en la Tabla 2.

Tabla 2. Datos en cuanto al número de participantes, edad, PHV, peso y altura de los futbolistas que han participado en el estudio. Edad biológica.

Madurez	Muestra	Edad (años)	PHV (años)	Peso (kg)	Altura (m)
Muy alta	n= 16	18.1 ± 0.9	14.6 ± 0.9	73.1 ± 5.6	1.80 ± 0.1
Alta	n= 15	16.6 ± 0.9	14.0 ± 0.8	66.6 ± 4.3	1.76 ± 0.0
Baja	n= 15	16.5 ± 1.1	14.9 ± 1.1	64.2 ± 3.1	1.74 ± 0.1
Muy baja	n= 16	15.0 ± 0.5	14.3 ± 0.7	58.6 ± 7.2	1.72 ± 0.1

Nota: PHV *Peak Height Velocity*

Los criterios de inclusión para participar en el estudio, atendieron a que los participantes no se encontrasen lesionados ni en período de recuperación, no presentasen patología cardíaca y todos tuviesen una edad comprendida entre los 14 y 24 años. Además, cada participante fue previamente informado acerca del procedimiento y objetivos de dicho estudio. Cada uno de forma voluntaria firmó la hoja de consentimiento informado (Anexo 1), la cual fue entregada previamente a la realización del estudio. En el caso de los menores de edad, fueron sus tutores legales los encargados de firmar los consentimientos una vez fueron informados de las pruebas. A su vez, durante las mediciones, los jugadores estuvieron supervisados por sus entrenadores en todo momento.

Diseño

El diseño, fue un estudio transversal donde se realizó una sola toma de información. A su vez, el formato fue observacional y descriptivo, en el cual se llevó a cabo una medición de la puntuación obtenida en la batería de pruebas SIMS, en futbolistas de diferentes categorías de edad y edad biológica.

Procedimiento

Los datos fueron recogidos por 4 evaluadores, los cuales se encontraban estudiando el 4º curso de fisioterapia. Estos puntuaron el *Anterior Reach* (AR), el *Single Leg Deadlift* (SLDL), el *In Line Lunge* (ILL) y el *Single Leg Hop For Distance* (SLHFD) en tiempo real, mientras que la prueba de *Tuck Jump* (TJ) se grabó en los planos frontal y sagital usando sistemas de vídeo. Lo que permitió observar la prueba a cámara lenta para establecer una puntuación lo más exacta posible (36). Cada evaluador, se encargó de puntuar siempre la misma prueba, tratando así de evitar sesgos inter-observador.

La valoración fue realizada en un único día en las instalaciones del club. Para efectuar las mediciones de las pruebas SIMS, el espacio fue dividido en 5 postas diferentes, por las cuales fueron pasando los jugadores. Se colocó una imagen en la pared de la prueba que se tenía que realizar, y se les explicó con un ejemplo visual por el examinador. A su vez, se les familiarizó con las pruebas haciendo 2 repeticiones previas a las valoradas. Además, se les pidió a los entrenadores que los jugadores llegasen directamente desde casa, sin calentamiento previo ni carga, para así evitar fatiga (8) o puntuaciones falseadas.

Respecto a la fiabilidad de la evaluación, el estudio realizado por McCunn et al. (34) encontró valores comprendidos entre 0.66-0.72 para la fiabilidad inter-observador, los cuales se calificaron como aceptables. Por otro lado, los valores para la fiabilidad intra-observador, fueron entre 0.78-0.81, los cuales se calificaron como excelentes.

El cálculo de la edad biológica se realizó basándose en la edad, en años, de los jugadores desde el PHV (37). Para ello, se recogieron diferentes datos el día de la muestra. En primer lugar, se midieron a los jugadores tanto en bipedestación como en sedestación, en dos ocasiones, haciendo una medición desde el suelo hasta la cabeza. Además, también se midió la longitud de la pierna, entre la cabeza del fémur y el punto final de la planta del pie. Por último, se pesó a los jugadores dos veces y calculamos la media como resultado a utilizar. Para terminar los datos y poder utilizar la fórmula pertinente (38), se añadió el día concreto de la obtención de la muestra y el día de nacimiento de los jugadores. De esta forma, y utilizando la fórmula, se obtuvieron los datos necesarios como el PHV. El cual hace referencia al pico más alto en velocidad de crecimiento del jugador y el *maturity offset* (MO) en años, que hace referencia a la cantidad de años que han pasado desde ese pico.

En las pruebas definitivas, las repeticiones y las puntuaciones obtenidas, dependieron de cada prueba (Anexo 2). En cuanto al AR, se realizaron tres repeticiones con cada pierna y se cogieron la mejor medida de la pierna izquierda y la derecha. En el SLDL, se hicieron tres repeticiones con cada pierna, y en base a una puntuación sobre diez parámetros, se decidió la puntuación final. Respecto al ILL, las directrices fueron las mismas que la prueba anterior, pero acotado a ocho parámetros diferentes. En el SLHFD, se realizaron tres repeticiones con cada pierna, y se cogieron la mejor puntuación tanto de la pierna izquierda como de la derecha. Y por último, en el TJ, se colocó en el suelo dos marcas a una distancia de 60 cm y se realizaron saltos verticales con las rodillas al pecho durante 10 segundos. La puntuación se basó en la observación de diez parámetros diferentes. Esta prueba fue grabada, ya que como se observó en un estudio del 2017, la fiabilidad inter-observador e intra-observador era superior al 90% cuando la prueba era grabada y se analizaba posteriormente (36).

Tabla 3. Batería de pruebas funcionales *Soccer Injury Movement Screen (SIMS)*.

	Descripción	Valoración	
ANTERIOR REACH	Le pedimos al jugador que con las manos en la cadera realice un desplazamiento anterior de una pierna, sin tocar el suelo.	<ul style="list-style-type: none"> • Flexión dorsal de tobillo • Equilibrio monopodal • Asimetrías 	
SINGLE LEG DEADLIFT	El paciente se coloca con las manos cruzadas en el pecho y debe realizar una flexión de cadera a una pierna, tratando de formar una T con su cuerpo.	<ul style="list-style-type: none"> • Flexibilidad de isquiotibiales • Equilibrio monopodal 	
IN LINE LUNGE	El paciente realiza una zancada hacia anterior sujetando una pica en la columna.	<ul style="list-style-type: none"> • Control motor y equilibrio de MMII 	
SINGLE LEG HOP FOR DISTANCE	El paciente tendrá que hacer su salto máximo hacia anterior de forma unipodal. A su vez, la caída tiene que ser con la misma pierna y debe mantener la posición durante 2-3 segundos.	<ul style="list-style-type: none"> • Potencia monopodal • Asimetrías entre miembros • Control monopodal 	
TUCK JUMP	El paciente tendrá que hacer saltos verticales llevando las rodillas al pecho durante 10 segundos, en un cuadrado de 60cm de lado y haciendo el máximo de saltos posibles en ese periodo de tiempo.	<ul style="list-style-type: none"> • Pliometría bipodal de MMII • Control motor de la rodilla • Asimetrías 	

Análisis estadístico

Los datos son presentados como medias y desviaciones estándar (\pm DS). Para la prueba de homogeneidad de las varianzas se utilizó el programa estadístico de Levene. Para estimar la presencia de diferencias significativas entre las diferentes categorías de edad y edad biológica, se aplicó el test ANOVA de una vía. Todos los análisis estadísticos fueron realizados utilizando el programa estadístico JASP versión 0.9.2 (University of Amsterdam, <https://jasp-stats.org/>) y el nivel de significación admitido fue de $p < 0.05$.

Resultados

Categorías de edad

No se han encontrado diferencias significativas ($F=0.965$; $p=0.416$) en la puntuación final obtenida en función de la categoría de edad (Figura 1).

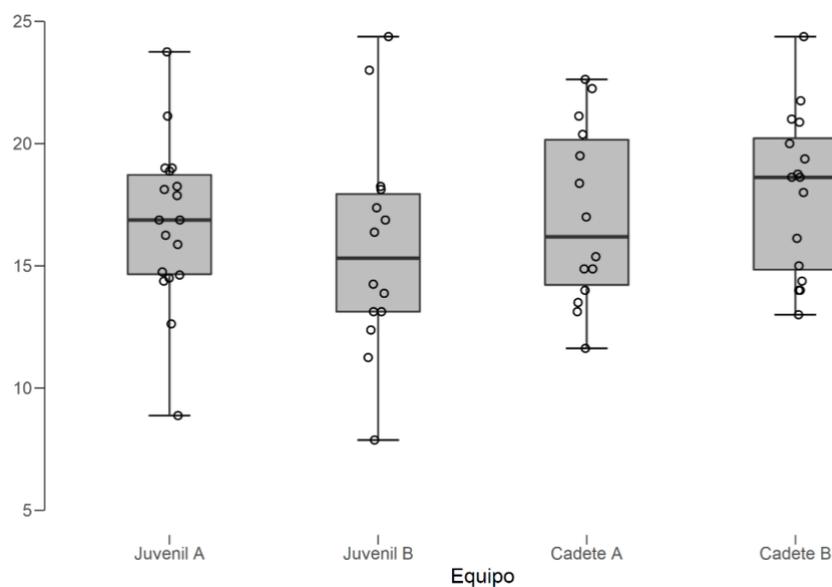


Figura 1. Puntuación final obtenida en la batería de pruebas *Soccer Injury Movement Screen* en función de las categorías de edad estudiadas.

La Figura 2 muestra las puntuaciones de cada uno de los sujetos estudiados agrupados en función de la categoría de edad en la prueba de AR. No se han encontrado diferencias significativas en función de la categoría de edad ($F= 0.607$; $p=0.613$).

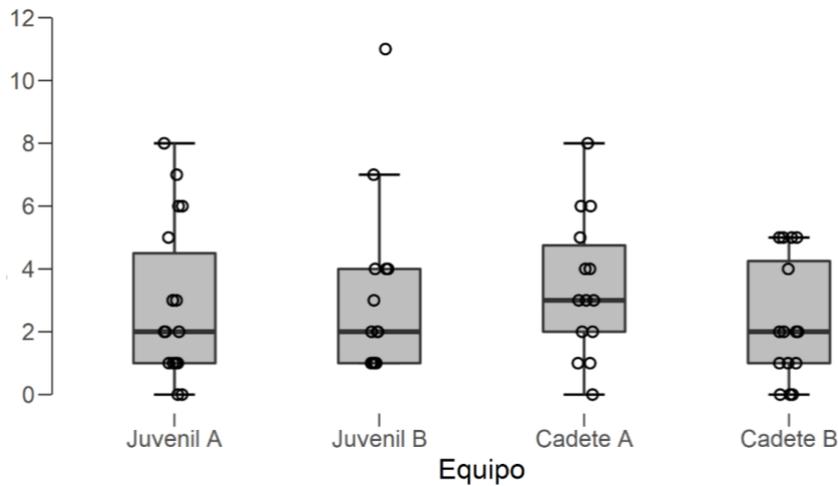


Figura 2. Puntuación en la prueba *Anterior Reach* obtenida en la batería de pruebas *Soccer Injury Movement Screen* en función de la categoría de edad.

La Figura 3 muestra las puntuaciones de cada uno de los sujetos estudiados agrupados en función de la categoría de edad en la prueba SLDL. No se han encontrado diferencias significativas en función de la categoría de edad ($F= 1.151$; $p=0.336$).

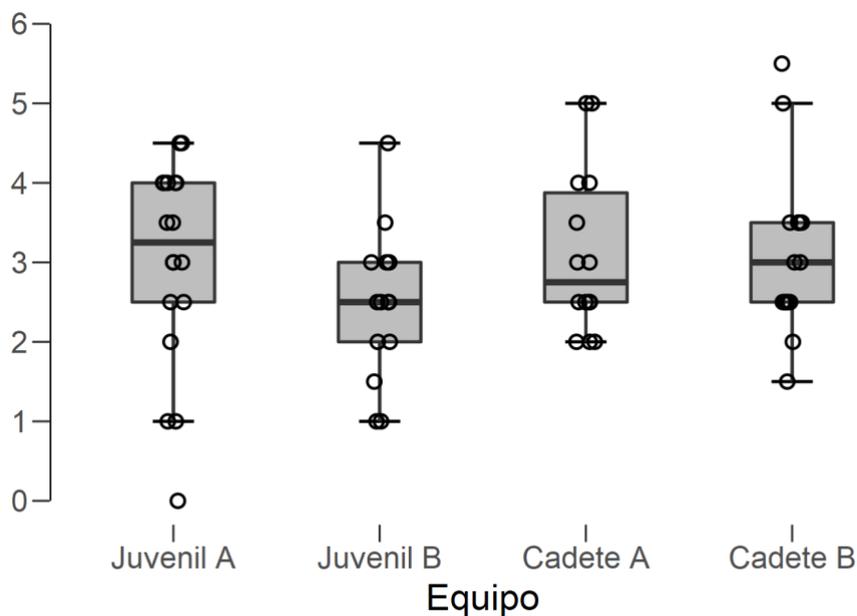


Figura 3. Puntuación en la prueba *Single Leg Deadlift* obtenida en la batería de pruebas *Soccer Injury Movement Screen* en función de la categoría de edad.

La Figura 4 muestra las puntuaciones de cada uno de los sujetos estudiados agrupados en función de la categoría de edad en la prueba ILL. No se han encontrado diferencias significativas en función de la categoría de edad ($F= 0.400$; $p=0.753$).

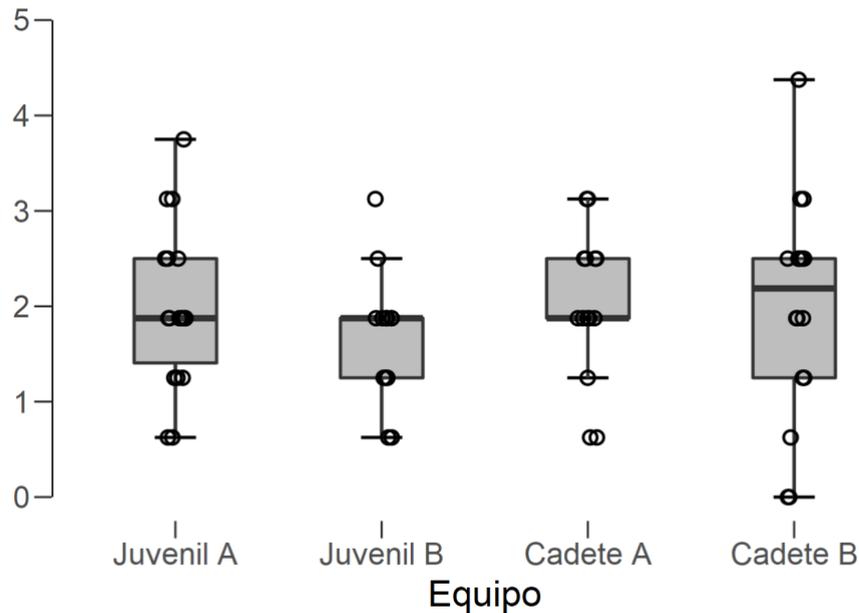


Figura 4. Puntuación en la prueba *In Line Lunge* obtenida en la batería de pruebas *Soccer Injury Movement Screen* en función de la categoría de edad.

La Figura 5 muestra las puntuaciones de cada uno de los sujetos estudiados agrupados en función de la categoría de edad en la prueba SLHFD. En esta, sí se han encontrado diferencias significativas en función de la categoría de edad ($F= 2.792$; $p=0.048$), donde los jugadores pertenecientes al Cadete B presentaron valores significativamente mayores respecto a los jugadores pertenecientes al Juvenil B ($p=0.042$).

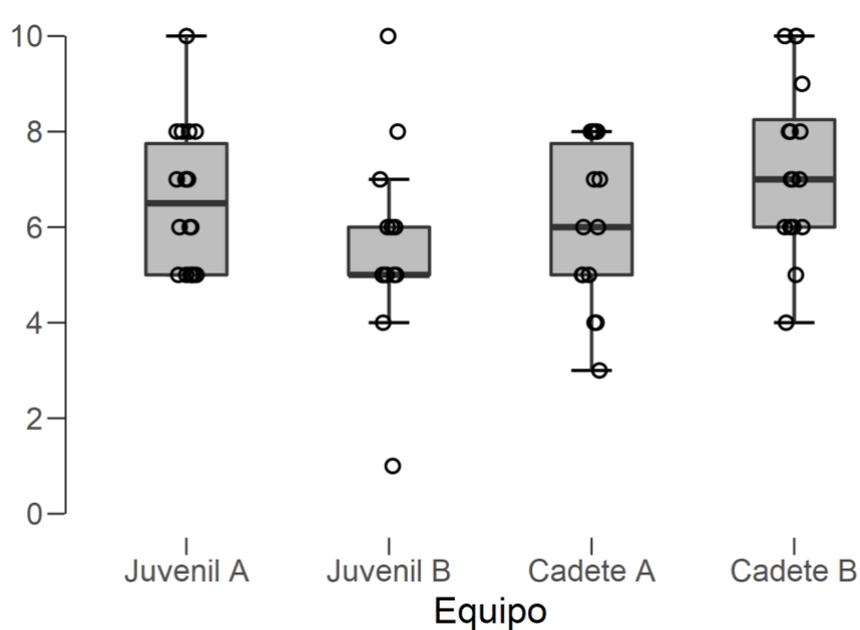


Figura 5. Puntuación en la prueba *Single Leg Hop for Distance* obtenida en la batería de pruebas *Soccer Injury Movement Screen* en función de la categoría de edad.

La Figura 6 muestra las puntuaciones de cada uno de los sujetos estudiados agrupados en función de la categoría de edad en la prueba TJ. No se han encontrado diferencias significativas en función de la categoría de edad ($F= 1.805$; $p=0.156$).

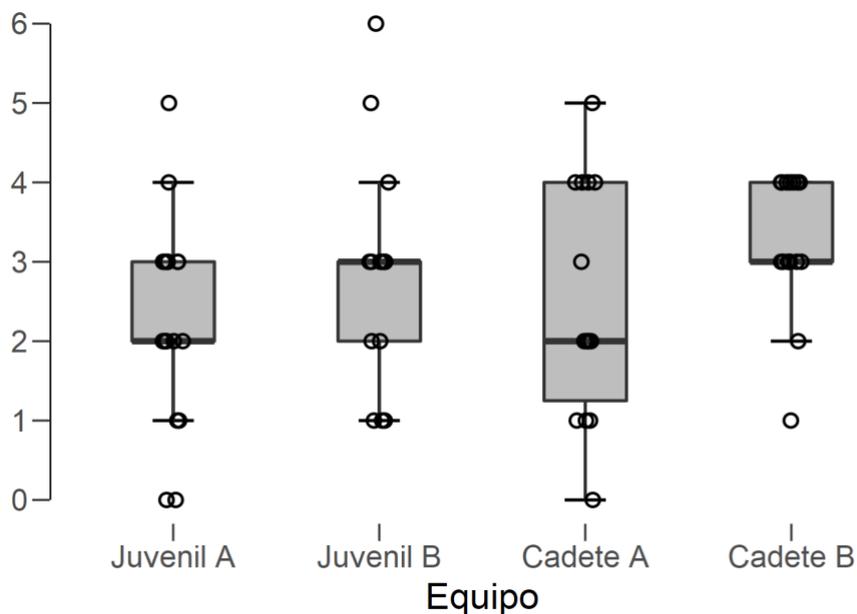


Figura 6. Puntuación en la prueba *Tuck Jump* obtenida en la batería de pruebas *Soccer Injury Movement Screen* en función de la categoría de edad.

Respecto a las diferentes pruebas que componen la batería SIMS, se puede observar en la Tabla 4 los valores de cada uno de los equipos, encontrándose únicamente diferencias significativas en la prueba del SLHFD. Donde los jugadores pertenecientes al Cadete B presentaron valores significativamente mayores respecto a los jugadores pertenecientes al Juvenil B ($p=0.042$).

Tabla 4. Puntuación obtenida en las diferentes pruebas realizadas que componen batería de pruebas *Soccer Injury Movement Screen* en función de la categoría de edad.

	AR	SLDL	ILL	SLHFD	TJ	Puntuación Total
Juvenil A	2.9 ± 2.4	3.0 ± 1.3	2.0 ± 0.8	6.6 ± 1.5	2.3 ± 1.3	16.7 ± 3.3
Juvenil B	3.1 ± 2.9	2.5 ± 1.0	1.7 ± 0.7	5.6 ± 2.0	2.9 ± 1.5	15.7 ± 4.4
Cadete A	3.4 ± 2.2	3.1 ± 1.0	2.0 ± 0.8	6.0 ± 1.7	2.5 ± 1.5	17.0 ± 3.6
Cadete B	2.3 ± 1.9	3.1 ± 1.0	2.0 ± 1.2	7.3 ± 1.8	3.3 ± 0.9	18.0 ± 3.3
ANOVA	F= 0.607 p= 0.613	F= 1.151 p= 0.336	F= 0.400 p= 0.753	F= 2.792 p= 0.048	F= 1.805 p= 0.156	F= 0.965 p= 0.416

Nota: AR: *Anterior Reach*, SLDL: *Single Leg Deadlift*, ILL: *In Lin Lunge*, SLHFD: *Single Leg Hop For Distance* y TJ: *Tuck Jump*.

Edad biológica

No se han encontrado diferencias significativas ($F=0.990$; $p=0.404$) en la puntuación final obtenida en función de la edad biológica (Figura 7).

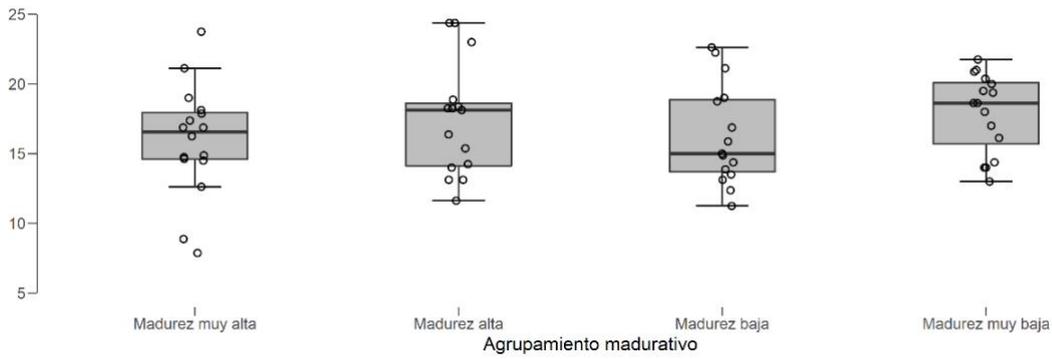


Figura 7. Puntuación final obtenida en la batería de pruebas *Soccer Injury Movement Screen* en función de la edad biológica de los participantes.

La Figura 8 muestra las puntuaciones de cada uno de los sujetos estudiados, agrupados en función de la edad biológica en el AR. No se han encontrado diferencias significativas en función de la edad biológica ($F= 0.516$; $p=0.673$).

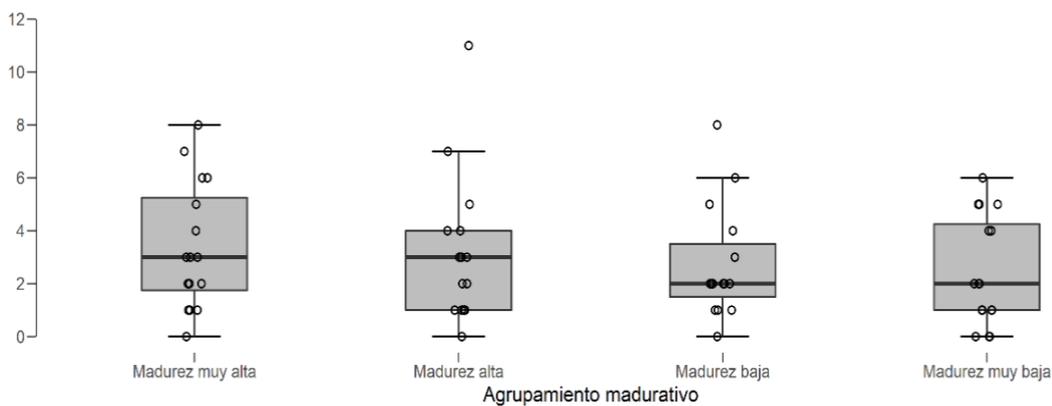


Figura 8. Puntuación en la prueba *Anterior Reach* obtenida en la batería de pruebas *Soccer Injury Movement Screen* en función de la edad biológica.

La Figura 9 muestra las puntuaciones de cada uno de los sujetos estudiados, agrupados en función de la edad biológica en el SLDL. No se han encontrado diferencias significativas en función de la edad biológica ($F= 0.063$; $p=0.979$).

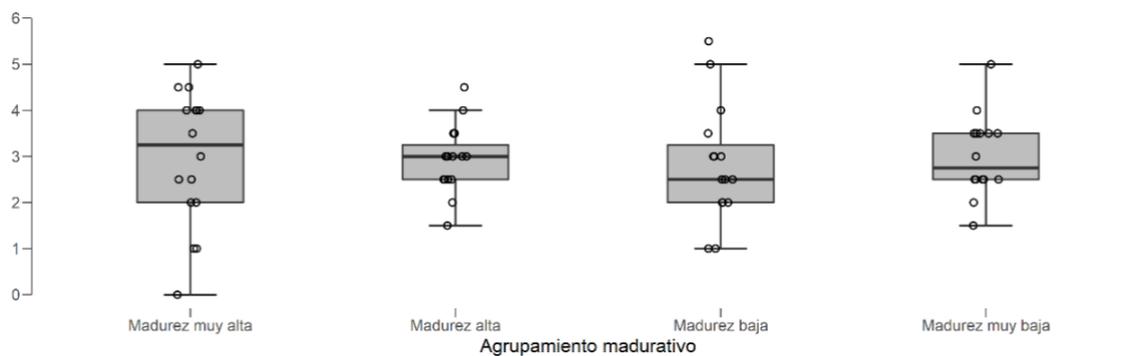


Figura 9. Puntuación en la prueba *Single Leg Deadlift* obtenida en la batería de pruebas *Soccer Injury Movement Screen* en función de la edad biológica.

La Figura 10 muestra las puntuaciones de cada uno de los sujetos estudiados, agrupados en función de la edad biológica en el ILL. No se han encontrado diferencias significativas en función de la edad biológica ($F= 0.089$; $p=0.966$).

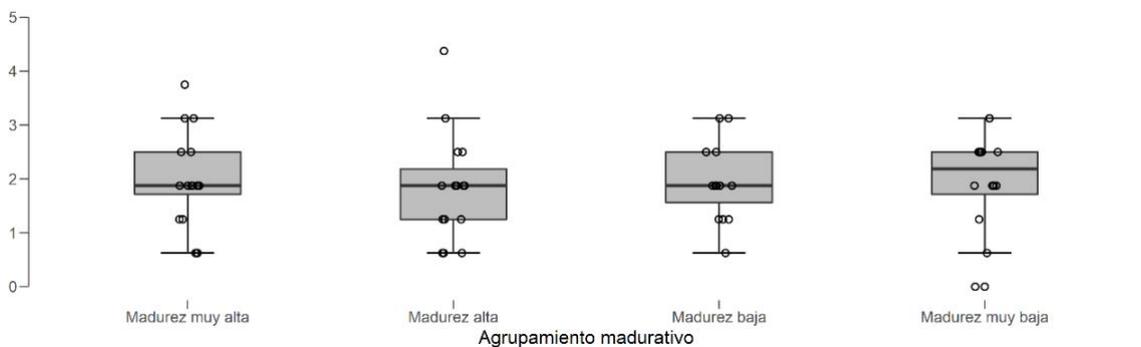


Figura 10. Puntuación en la prueba *In Line Lunge* obtenida en la batería de pruebas *Soccer Injury Movement Screen* en función de la edad biológica.

La Figura 11 muestra las puntuaciones de cada uno de los sujetos estudiados, agrupados en función de la edad biológica en el SLHFD. No se han encontrado diferencias significativas en función de la edad biológica ($F= 1.588$; $p=0.202$).

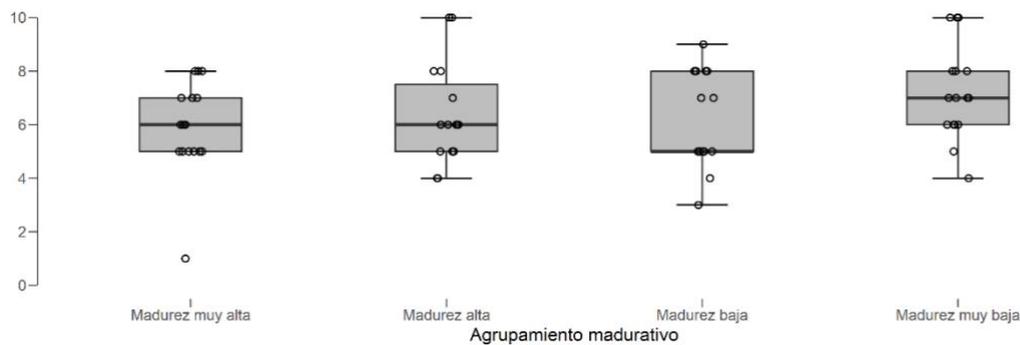


Figura 11. Puntuación en la prueba *Single Leg Hop for Distance* obtenida en la batería de pruebas *Soccer Injury Movement Screen* en función de la edad biológica.

La Figura 12 muestra las puntuaciones de cada uno de los sujetos estudiados, agrupados en función de la edad biológica en el TJ. En esta, sí se han encontrado diferencias significativas en función de la edad biológica ($F= 5.669$; $p=0.002$), donde los jugadores pertenecientes al grupo de madurez muy baja, presentaron valores significativamente mayores respecto a los jugadores pertenecientes al grupo de madurez muy alta ($p=0.001$). A su vez, los jugadores pertenecientes al grupo de madurez alta, presentaron valores significativamente mayores respecto a los jugadores pertenecientes al grupo de madurez muy alta ($p=0.015$).

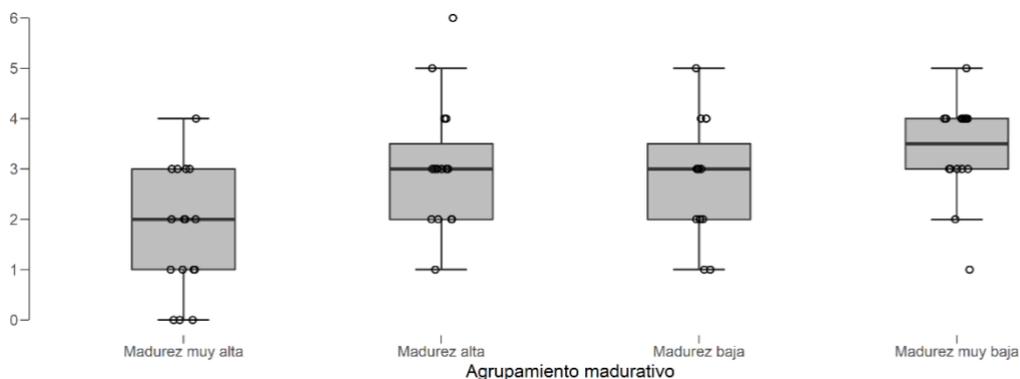


Figura 12. Puntuación en la prueba *Tuck Jump* obtenida en la batería de pruebas *Soccer Injury Movement Screen* en función de la edad biológica.

Respecto a las diferentes pruebas que componen la batería SIMS, se pudo observar en la Tabla 5, los valores de cada uno de los grupos en función de su edad biológica, encontrándose únicamente diferencias significativas en la prueba del TJ. Donde los jugadores pertenecientes

al grupo de madurez muy baja ($p=0.001$) y madurez alta ($p=0.015$) presentaron valores significativamente mayores respecto a los jugadores pertenecientes al grupo de madurez muy alta.

Tabla 5. Puntuación obtenida en las diferentes pruebas realizadas que componen batería de pruebas *Soccer Injury Movement Screen* en función de la edad biológica de los participantes.

	AR	SLD	ILL	SLHFD	TJ	Puntuación Total
Madurez Alta	3.2 ± 2.8	2.9 ± 0.8	1.8 ± 1.0	6.4 ± 1.9	3.1 ± 1.3	17.4 ± 4.1
Madurez baja	2.7 ± 2.2	2.8 ± 1.3	2.0 ± 0.7	6.1 ± 1.8	2.7 ± 1.2	16.3 ± 3.6
Madurez Muy Alta	3.4 ± 2.4	3.0 ± 1.5	2.0 ± 0.9	5.9 ± 1.8	1.8 ± 1.2	16.0 ± 4.0
Madurez Muy Baja	2.4 ± 2.1	3.0 ± 0.9	1.9 ± 1.0	7.2 ± 1.8	3.4 ± 1.0	17.9 ± 2.8
ANOVA	F= 0.516 p= 0.673	F= 0.063 p= 0.979	F= 0.089 p= 0.966	F= 1.588 p= 0.202	F= 5.669 p= 0.002	F= 0.990 p= 0.404

Nota: AR: *Anterior Reach*, SLDL: *Single Leg Deadlift*, ILL: *In Lin Lunge*, SLHFD: *Single Leg Hop For Distance* y TJ: *Tuck Jump*.

Discusión

El objetivo de este estudio fue comparar las puntuaciones obtenidas en la batería de pruebas SIMS en equipos de fútbol para las diferentes categorías de edad y edad biológica. Los principales hallazgos refieren que no existen diferencias significativas en cuanto a las puntuaciones totales obtenidas en función de las categorías de edad y edad biológica estudiadas. Aún así, en pruebas individuales sí se encontraron diferencias significativas. De esta forma,

respecto a la categoría de edad en la prueba SLHFD, el grupo Cadete B obtuvo valores significativamente más altos que el grupo Juvenil B ($p=0.042$). A su vez, respecto a la edad biológica en la prueba TJ, el grupo de madurez muy baja ($p=0.001$) y madurez alta ($p=0.015$) obtuvieron una puntuación significativamente mayores que el grupo de madurez muy alta.

Conocer la evolución de los jugadores de fútbol a lo largo de su maduración, nos pudiera aportar información para intervenir en ellos de forma más eficiente. Nuestros resultados indican que no existen diferencias significativas en función de la edad y la puntuación total. En un estudio realizado en jugadores de fútbol con edades comprendidas entre los 14 y 20 años de edad, se llegó a la conclusión de que los jugadores de menor edad presentaban un déficit mayor en los patrones de movimiento funcional, comparado con los jugadores de mayor edad. Siendo más analíticos, se pudo observar que en las pruebas de estabilidad, los jugadores sub-20 presentaban mejores puntuaciones que los sub-15. Al contrario ocurre con las pruebas de movilidad de hombro, donde los jugadores sub-15 obtuvieron mejores calificaciones (32).

En cuanto a la edad biológica, podemos decir que dentro de las lesiones traumáticas, se ha visto un aumento de las mismas justo en el momento del PHV (39), habiendo una diferencia en la media de lesiones, siendo de 0.80 prePHV y de 1.42 en el momento PHV. Sin embargo, se ha visto un aumento de lesiones por sobreuso posterior al PHV, siendo 0.81 en el prePHV con respecto a 1.42 en el postPHV. Por lo que podemos decir que el pico de velocidad de crecimiento es un predictor de riesgo lesional en jugadores de fútbol jóvenes (39).

Uno de los aspectos fundamentales a valorar durante la prueba del TJ, es el valgo de rodilla que se produce en el momento de aterrizaje, conocido por ser uno de los mecanismos de lesión de rodilla más frecuentes (7). Los resultados encontrados de nuestro estudio, indican diferencias significativas ($p=0.002$) en función de la edad biológica, obteniendo los jugadores de madurez más alta menores puntuaciones durante la prueba que los de madurez más baja, lo que nos hace reflexionar acerca del grado de madurez y su correlación con el valgo de rodilla. Read PJ et al. (2018) hacen referencia a la evaluación del valgo de rodilla que se produce durante el Tuck Jump, en jugadores de fútbol con edades comprendidas entre 11 y 18 años. Observaron que el valgo de rodilla era menor en los jugadores de mayor edad, mientras que los mayores valgos de rodilla aparecían en los jugadores sub-13. Por lo que tienen un mayor riesgo asociado de lesión del LCA (25). Se ha observado también que no hay diferencias significativas ($p>0.05$), en las puntuaciones obtenidas en la realización del *Tuck Jump* entre un grupo de universitarios no deportistas y universitarios deportistas. En cambio, sí que se encontraron

diferencias significativas ($p < 0.05$) en el número de saltos realizados, siendo mayor en el grupo de deportistas (40).

El uso del SLHFD, nos proporciona información acerca de la potencia unilateral de las extremidades y la presencia de asimetrías entre miembros. En nuestro estudio, se encontraron diferencias significativas ($p = 0.048$) entre las puntuaciones obtenidas en esta prueba, y las diferentes categorías de edad. En cuanto a los hop test, otros autores han encontrado que el uso de baterías que incluían varios tipos de saltos como *cross-over hop for distance* (COHFD) y *6m timed hop* (6TH) no aportaron información relevante, siendo el SLHFD y *triple hop for distance* (THFD), los que proporcionaron la mejor información para el “return to play” tras una lesión de LCA (41). De la misma manera, el SLHFD, aparecía como un indicador muy claro de asimetría respecto a la fuerza (41). Refiriéndonos a la edad biológica, un estudio sobre el SLHFD (42) nos hace ser más críticos con la idea de los factores de riesgo asociados a la maduración. Ya que aparecían resultados significativos ($p < 0.05$) en relación al salto unipodal y su puntuación, siendo mayor en jugadores que habían pasado el pico madurativo. Esto es así, que los jugadores sub13 tenían un mayor riesgo de lesión en esta prueba, seguramente por su compromiso madurativo y de control motor. Además, es comentado también que un crecimiento rápido, compromete el control motor de igual forma, y aumenta el riesgo de lesión en los tests de recepción de salto (42).

El AR es una prueba que nos da información acerca de la flexión dorsal de tobillo y de estabilidad. Un estudio realizado por Chun-Man Fong et al. (2011) encontró que un aumento del rango de dorsiflexión de tobillo, genera un aumento de la flexión de rodilla y una menor fuerza de reacción durante los aterrizajes, reduciendo así el riesgo de lesiones de LCA, por lo que será un aspecto a valorar durante un programa de prevención de lesiones (43). En nuestro estudio se indica que no hay diferencias significativas entre los distintos rangos de edad y la puntuación de la prueba. En cambio, otro estudio se encargó de valorar los diferentes tipos de alcances con el uso del Y-Balance test en un grupo de jugadores de fútbol de diferentes edades biológicas, observando diferencias significativas ($p < 0.05$) en la prueba *Y-Balance Anterior Reach* (YBTAR) de ambas piernas, concluyendo por tanto que los jugadores de menor edad biológica lograban mejores resultados en esta prueba (44).

Dentro del SLDL, es interesante la valoración de la fuerza muscular en forma excéntrica de la musculatura isquiotibial de forma unilateral. Dentro de los factores de riesgo de la musculatura isquiotibial, se encuentra el ratio isquiotibial-cuádriceps (45,46), siendo un desbalance de este

un factor de riesgo de lesión. A su vez, la flexibilidad, que aún creando controversia, se ha visto como un posible factor de riesgo (45). Dentro de la puntuación obtenida en esta prueba en nuestro estudio, no se han encontrado diferencias significativas en cuanto a la edad biológica. Aún así, en estudios anteriores se ha visto en jugadores de fútbol que habían pasado recientemente el PHV, y dentro de los siguientes 6 meses, el riesgo de lesión era más alto que en el resto (47). Además, dentro de los tres tipos de lesiones más comunes en ese rango de tiempo, se encontraban las lesiones musculares del muslo y lesiones articulares de rodilla (47).

En cuanto a las limitaciones de nuestro estudio, no se pudo acceder a un equipo senior lo cual nos hubiera proporcionado datos que abarcasen un mayor rango de edad. A su vez, debido a la situación excepcional sufrida por el COVID19, no se pudo abarcar el estudio de las asimetrías de forma adecuada, lo cual hubiese sido interesante. Por otra parte, no tuvimos acceso a la historia clínica de las lesiones sufridas por los participantes, que hubiese sido interesante ya que las lesiones son un factor influyente en la puntuación obtenida durante el SIMS. Respecto al momento de la recogida de datos, los equipos Cadetes y el Juvenil A no habían realizado ningún ejercicio previo de calentamiento antes de tomar los datos, por el contrario al Juvenil B se le tomaron los datos después de la sesión de entrenamiento. Tampoco se tuvo en cuenta la posición de campo de cada jugador. En cuanto a la hora de puntuar las pruebas, solamente se dispuso de 2 cámaras, las cuales se emplearon para grabar el TJ por lo que el resto de pruebas se puntuaron según la interpretación del evaluador.

En futuros estudios, podría ser interesante realizar la evaluación durante la pretemporada para, a posteriori, establecer una relación entre los jugadores lesionados y la puntuación que obtuvieron dichos jugadores en la batería de pruebas SIMS. En un estudio que trató de establecer una relación entre la puntuación obtenida en la batería de pruebas FMS con el número de lesiones (48), se observó que aquellos jugadores que obtuvieron una puntuación <14 tenían un riesgo 4 veces mayor de lesionarse que aquellos jugadores con puntuación >14 . Los jugadores que habían sufrido una lesión de LCA previa, obtuvieron puntuaciones menores en el FMS, que aquellos que no habían tenido lesiones de LCA. Además, un estudio sobre lesiones en deportistas jóvenes, demostró que los jugadores jóvenes se lesionan mucho en entrenamientos comparado con jugadores adultos (49). De esta forma, se podría aprovechar la medición de pretemporada, para programar ejercicio propioceptivo individualizado, y reevaluar al final de la misma. Todo ello, atendiendo a la preocupación sobre la gran cantidad

de lesiones que manifiestan los futbolistas jóvenes, principalmente en el tren inferior (60-90%) (50).

Conclusión

La conclusión final hace referencia a que no se han encontrado diferencias significativas en la puntuación total de la batería de pruebas SIMS en las diferentes categorías de edad y edad biológica. Aún así, en puntuaciones individuales como el SLHFD en las categorías de edad y el TJ en la edad biológica, si se han visto diferencias significativas. Para futuros estudios sería interesante aumentar el rango de edad de los participantes.

Bibliografía

1. Ekstrand J, Hägglund M, Waldén M. Injury incidence and injury patterns in professional football: The UEFA injury study. *Br J Sports Med.* 2011;45(7):553–8.
2. Hawkins RD, Fuller CW. A prospective epidemiological study of injuries in four English professional football clubs. *Br J Sports Med.* 1999;33(3):196–203.
3. Grassi A, Macchiarola L, Filippini M, Lucidi GA, Della Villa F, Zaffagnini S. Epidemiology of Anterior Cruciate Ligament Injury in Italian First Division Soccer Players. *Sports Health.* 2019;XX(X):1–10.
4. Ristić V, Ninković S, Harhaji V, Milankov M. Causes of anterior cruciate ligament injuries. *Med Pregl.* 2010;63(7–8):541–5.
5. Bennett H, Davison K, Arnold J, Slattery F, Martin M, Norton K. Multicomponent musculoskeletal movement assessment tools: A systematic review and critical appraisal of their development and applicability to professional practice. Vol. 31, *J Strength Cond Res.* 2017. 2903–2919 p.
6. Magnussen RA, Meschbach NT, Kaeding CC, Wright RW, Spindler KP. ACL graft and contralateral ACL tear risk within ten years following reconstruction. *J Bone Jt Surg.* 2015;3(1):1–8.
7. Numata H, Nakase J, Kitaoka K, Shima Y, Oshima T, Takata Y, et al. Two-dimensional motion analysis of dynamic knee valgus identifies female high school athletes at risk of non-contact anterior cruciate ligament injury. *Knee Surgery, Sport Traumatol Arthrosc.* 2018;26(2):442–7.
8. Lesinski M, Prieske O, Demps M, Granacher U. Effects of fatigue and surface instability on neuromuscular performance during jumping. *Scand J Med Sci Sport.* 2016;26(10):1140–50.
9. Dargo L, Robinson KJ, Games KE. Prevention of knee and anterior cruciate ligament injuries through the use of neuromuscular and proprioceptive training: An evidence-based review. *J Athl Train.* 2017;52(12):1171–2.
10. Fort Vanmeerhaeghe A, Romero Rodriguez D. Análisis de los factores de riesgo neuromusculares de las lesiones deportivas. *Apunt Med l’Esport.* 2013;48(179):109–20.
11. Ekstrand J, Hägglund M, Waldén M. Epidemiology of muscle injuries in professional

- football (soccer). *Am J Sports Med.* 2011;39(6):1226–32.
12. Alentorn-Geli E, Myer GD, Silvers HJ, Samitier G, Romero D, Lázaro-Haro C, et al. Prevention of non-contact anterior cruciate ligament injuries in soccer players. Part 1: Mechanisms of injury and underlying risk factors. *Knee Surgery, Sport Traumatol Arthrosc.* 2009;17(7):705–29.
 13. Malliaropoulos N, Bikos G, Meke M, Vasileios K, Valle X, Lohrer H, et al. Higher frequency of hamstring injuries in elite track and field athletes who had a previous injury to the ankle - a 17 years observational cohort study. *J Foot Ankle Res.* 2018;11(1):1–8.
 14. Dalton SL, Kerr ZY, Dompier TP. Epidemiology of hamstring strains in 25 NCAA sports in the 2009-2010 to 2013-2014 academic years. *Am J Sports Med.* 2015;43(11):2671–9.
 15. Worrell TW, Perrin DH. Hamstring muscle injury: The influence of strength, flexibility, warm-up, and fatigue. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1992;16(1):12–8.
 16. Brooks JHM, Fuller CW, Kemp SPT, Reddin DB. Incidence, risk, and prevention of hamstring muscle injuries in professional rugby union. *Am J Sports Med.* 2006;34(8):1297–306.
 17. Timmins RG, Bourne MN, Shield AJ, Williams MD, Lorenzen C, Opar DA. Short biceps femoris fascicles and eccentric knee flexor weakness increase the risk of hamstring injury in elite football (soccer): A prospective cohort study. *Br J Sports Med.* 2016;50(24):1524–35.
 18. Valle X, Alentorn-Geli E, Tol JL, Hamilton B, Garrett WE, Pruna R, et al. Muscle Injuries in Sports: A New Evidence-Informed and Expert Consensus-Based Classification with Clinical Application. *Sport Med.* 2017;47(7):1241–53.
 19. Atkins SJ, Bentley I, Hurst HT, Sinclair JK, Hesketh C. The Presence of Bilateral Imbalance of the Lower Limbs in Elite Youth Soccer Players of Different Ages. *J Strength Cond Res.* 2016;30(4):1007–13.
 20. Promsri A, Longo A, Haid T, Doix ACM, Federolf P. Leg dominance as a risk factor for lower-limb injuries in downhill skiers—a pilot study into possible mechanisms. *Int J Environ Res Public Health.* 2019;16(18):1–15.
 21. Croisier JL, Ganteaume S, Binet J, Genty M, Ferret JM. Strength imbalances and prevention of hamstring injury in professional soccer players: A prospective study. *Am*

- J Sports Med. 2008;36(8):1469–75.
22. Bourne MN, Opar DA, Williams MD, Shield AJ. Eccentric knee flexor strength and risk of hamstring injuries in rugby union. *Am J Sports Med.* 2015;43(11):2663–70.
 23. Chalmers S, DeBenedictis TA, Zacharia A, Townsley S, Gleeson C, Lynagh M, et al. Asymmetry during Functional Movement Screening and injury risk in junior football players: A replication study. *Scand J Med Sci Sport.* 2018;28(3):1281–7.
 24. Schuermans J, Van Tiggelen D, Danneels L, Witvrouw E. Susceptibility to Hamstring Injuries in Soccer: A Prospective Study Using Muscle Functional Magnetic Resonance Imaging. *Am J Sports Med.* 2015;44(5):1276–85.
 25. Read PJ, Oliver JL, De Ste Croix MBA, Myer GD, Lloyd RS. Landing kinematics in elite male youth soccer players of different chronologic ages and stages of maturation. *J Athl Train.* 2018;53(4):372–8.
 26. Le Gall F, Carling C, Reilly T. Biological maturity and injury in elite youth football. *Scand J Med Sci Sport.* 2007;17(5):564–72.
 27. Read PJ, Oliver JL, De Ste Croix MBA, Myer GD LR. The effects of maturation on measures of asymmetry during neuromuscular control tests in elite male youth soccer players. *Pediatr Exerc Sci.* 2017;30(1):168–75.
 28. Zech A, Wellmann K. Perceptions of football players regarding injury risk factors and prevention strategies. *PLoS One.* 2017;12(5):1–11.
 29. Gomes Neto M, Conceição CS, De Lima Brasileiro AJA, De Sousa CS, Carvalho VO, De Jesus FLA. Effects of the FIFA 11 training program on injury prevention and performance in football players: A systematic review and meta-analysis. *Clin Rehabil.* 2017;31(5):651–9.
 30. Silvers-Granelli HJ, Bizzini M, Arundale A, Mandelbaum BR, Snyder-Mackler L. Does the FIFA 11+ Injury Prevention Program Reduce the Incidence of ACL Injury in Male Soccer Players? *Clin Orthop Relat Res.* 2017;475(10):2447–55.
 31. Chalmers S, Fuller JT, DeBenedictis TA, Townsley S, Lynagh M, Gleeson C, et al. Asymmetry during preseason Functional Movement Screen testing is associated with injury during a junior Australian football season. *J Sci Med Sport.* 2017;20(7):653–7.
 32. Bernardes Marques V, Menezes Medeiros T, de Souza Stigger F, Yuzo Nakamura F, Manfredini Baroni B. La Pantalla De Movimiento Funcional (Fms TM) En Jóvenes

- Jugadores De Fútbol Entre 14 Y 20 Años: Puntuación Compuesta, Puntuaciones De Prueba Individual Y Asimetría. *Int J Sports Phys Ther.* 2017;12(6):977–85.
33. Watson A, Mjaanes JM. Soccer injuries in children and adolescents. *Pediatrics.* 2019;144(5).
 34. McCunn R, Aus der Fünten K, Govus A, Julian R, Schimpchen J, Meyer T. the Intra- and Inter-Rater Reliability of the Soccer Injury Movement Screen (Sims). *Int J Sports Phys Ther.* 2017;12(1):53–66.
 35. McCunn R, Fünten KA Der, Whalan M, Sampson JA, Meyer T. Soccer injury movement screen (SIMS) composite score is not associated with injury among semiprofessional soccer players. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2018;48(8):630–6.
 36. Fort-Vanmeerhaeghe A, Montalvo AM, Lloyd RS, Read P, Myer GD. Intra- and inter-rater reliability of the modified tuck jump assessment. *J Sport Sci Med.* 2017;16(1):117–24.
 37. Mirwald RL, Baxter-Jones ADG, Bailey DA, Beunen GP. An assessment of maturity from anthropometric measurements. *Med Sci Sports Exerc.* 2002;34(4):689–94.
 38. Malina RM, Rogol AD, Cumming SP, Coelho E Silva MJ, Figueiredo AJ. Biological maturation of youth athletes: Assessment and implications. *Br J Sports Med.* 2015;49(13):852–9.
 39. Van Der Sluis A, Elferink-Gemser MT, Coelho-E-Silva MJ, Nijboer JA, Brink MS, Visscher C. Sport injuries aligned to Peak Height Velocity in talented pubertal soccer players. *Int J Sports Med.* 2014;35(4):351–5.
 40. Smith, Craig A.; Olson, Brandon K.; Olson, Lisa A.; Chimera, Nicole J.; Warren M. Comparison of collegiate athletes and college age cohort in Tuck Jump Assessment. *J Strength Cond Res.* 2016;31(4):1048–54.
 41. Davies WT, Myer GD, Read PJ. Is It Time We Better Understood the Tests We are Using for Return to Sport Decision Making Following ACL Reconstruction? A Critical Review of the Hop Tests. *Sport Med.* 2020;50(3):485–95.
 42. Read PJ, Oliver JL, De Ste Croix MBA, Myer GD, Lloyd RS. Hopping and Landing Performance in Male Youth Soccer Players: Effects of Age and Maturation. *Int J Sports Med.* 2017;38(12):902–8.
 43. Fong CM, Blackburn JT, Norcross MF, McGrath M, Padua DA. Ankle-dorsiflexion

- range of motion and landing biomechanics. *J Athl Train.* 2011;46(1):5–10.
44. John C, Rahlf AL, Hamacher D, Zech A. Influence of biological maturity on static and dynamic postural control among male youth soccer players. *Gait Posture.* 2019;68:18–22.
 45. Opar DA, Williams MD, Shield AJ. Hamstring strain injuries: Factors that Lead to injury and re-Injury. *Sport Med.* 2012;42(3):209–26.
 46. Ste Croix M De, Priestley A, Lloyd R, Oliver J. Age-related differences in functional hamstring/ quadriceps ratio following soccer exercise in female youth players: An injury risk factor. *Pediatr Exerc Sci.* 2018;30(3):376–82.
 47. Bult HJ, Barendrecht M, Tak IJR. Injury Risk and Injury Burden Are Related to Age Group and Peak Height Velocity Among Talented Male Youth Soccer Players. *Orthop J Sport Med.* 2018;6(12):1–10.
 48. Chorba RS, Chorba DJ, Bouillon LE, Overmyer CA, Landis JA. Use of a functional movement screening tool to determine injury risk in female collegiate athletes. *N Am J Sports Phys Ther.* 2010;5(2):47–54.
 49. Pfirrmann D, Herbst M, Ingelfinger P, Simon P, Tug S. Analysis of injury incidences in male professional adult and elite youth soccer players: A systematic review. *J Athl Train.* 2016;51(5):410–24.
 50. Faude O, Rößler R, Junge A. Football injuries in children and adolescent players: Are there clues for prevention? *Sport Med.* 2013;43(9):819–37.

Anexos

Anexo 1. Consentimiento informado

CONSENTIMIENTO INFORMADO

TÍTULO DEL ESTUDIO: Batería de pruebas SIMS en futbolistas de diferentes edades

INVESTIGADOR PRINCIPAL: Sergio Martínez y Jon Aspizua

CENTRO: EUGimbernat Cantabria

D./Dña.

He leído y comprendido la hoja de información que se me ha entregado sobre el estudio arriba indicado.

He recibido suficiente información sobre el estudio.

He realizado todas las preguntas que he precisado sobre el estudio.

He hablado con el Dr./Dra.

.....

..... con quien he clarificado las posibles dudas.

Comprendo que mi participación es voluntaria.

Comprendo que puedo retirarme del estudio:

- Cuando quiera
- Sin dar explicaciones
- Sin que repercuta en mis cuidados médicos

Comprendo que la información personal que aporte será confidencial y no se mostrará a nadie sin mi consentimiento.

Comprendo que mi participación en el estudio implica autorizar ...

Y presto libremente mi conformidad para participar en el estudio.

Para la posible realización de estas pruebas es necesario cumplir los siguientes criterios:

- No estar lesionado o en periodo de recuperación.
- Tener una edad comprendida entre 14 y 24.
- No presentar patología cardíaca.

En caso de no cumplir con todos los criterios, será necesario que firme la revocación del consentimiento.

Firma del investigador

Firma del paciente

Fecha

REVOCACIÓN DEL CONSENTIMIENTO:

Yo, D./Dña.

retiro el consentimiento otorgado para mi participación en el estudio arriba citado.

Fecha y firma:

Anexo 2. Parámetros batería de pruebas SIMS

Anterior Reach

Aspectos a valorar	Puntuación
La diferencia en el alcance entre las dos piernas (cm)	
0	0
1	1
2	2
3	3
4	4
5	5
6	6
7	7
8	8
9	9
≥10	10

Single Leg Deadlift

Aspectos a valorar	Puntuación	
¿Existe una rotación externa de cadera visible en la pierna apoyada?	Sí (+1)	No (0)
¿Permanece la espina lumbar neutra?	Sí (0)	No (+1)
¿Permanece la espina torácica neutra?	Sí (0)	No (+1)
¿Permanece la rodilla de la pierna levantada totalmente extendida?	Sí (0)	No (+1)
¿Están sincronizados los movimientos de la extremidad superior e inferior?	Sí (0)	No (+1)
¿Se mantiene la huella?	Sí (0)	No (+1)
¿Exista abducción de cadera en la pierna apoyada?	Sí (+1)	No (0)
¿Permanece la rodilla de la pierna apoyada completamente extendida?	Sí (0)	No (+1)
¿Se consigue adoptar una posición paralela al suelo?	90° (0)	89-45°=(+1) <45°=(+2)

In Line Lunge

Aspectos a valorar	Puntuación
¿La pica permanece vertical en el plano frontal?	Sí (0) No (+1)
¿Existe rotación en el torso en el plano transversal?	Sí (+1) No (0)
¿La pica permanece vertical en el plano sagital?	Sí (0) No (+1)
¿La rodilla trasera toca el suelo?	Sí (0) No (+1)
¿Se levanta el talón del pie delantero del suelo?	Sí (+1) No (0)
¿Se mantiene la huella en todo momento?	Sí (0) No (+1)
¿Se mantiene el triple contacto constantemente?	Sí (0) No (+1)
¿Se produce valgo de rodilla durante el movimiento?	Sí (+1) No (0)

Single Leg Hop For Distance

Aspectos a valorar	Puntuación
La suma del mejor salto de la pierna izquierda y derecha (cm)	
<320	5
321-340	4
341-360	3
361-380	2
381-400	1
>400	0
La diferencia entre el mejor salto de la pierna izquierda y derecha (cm)	
>20	5
17-20	4
13-16	3
9-12	2
4-8	1
<4	0

Tuck Jump

Aspectos a valorar	Puntuación
Movimiento de rodilla y muslo	
¿Existe valgo de rodilla en el aterrizaje?	Sí (+1) No (0)
¿Se colocan los muslos paralelos al suelo en el pico del salto?	Sí (0) No (+1)
¿Los muslos están simétricos durante el vuelo?	Sí (0) No (+1)
Posición de los pies durante el aterrizaje	
¿Se apoyan paralelos los pies a la separación de los hombros?	Sí (0) No (+1)
¿Se apoyan paralelos los pies desde la visión perpendicular al plano sagital?	Sí (0) No (+1)
¿Aterrizan los deportistas con ambos pies al mismo tiempo?	Sí (0) No (+1)
¿Se produce excesivo ruido durante el aterrizaje?	Sí (+1) No (0)
Técnica pliométrica	
¿Se produce una pausa entre los saltos?	Sí (+1) No (0)
¿Existe empeoramiento técnico antes de los 10 segundos de ejecución?	Sí (+1) No (0)
¿Se producen los aterrizajes dentro del cuadrado marcado en el suelo?	Sí (0) No (+1)

Anexo 3. Modelo del proyecto TFG para el CEIC

MODELO PARA EL TRABAJO FIN DE GRADO (PARA PRESENTACION AL CEIm)

Título trabajo: Batería de pruebas SIMS en futbolistas de diferentes edades.

Autor/es: Sergio Martínez y Jon Aspizua

Alumnos de Fisioterapia de las Escuelas Universitarias Gimbernat-Cantabria, adscritas a la UC

Director/es Trabajo Fin de grado: David Casamichana

Doctor en Ciencias de la Actividad Física y del deporte. Real Sociedad de fútbol

Servicio/Centro al que pertenece: EUG Torrelavega

Firma del/los tutor/es

Firma del/los estudiante/s

1.ÍNDICE

Introducción

Hipótesis

Objetivos

Pacientes y métodos

Compromiso

Bibliografía

2. INTRODUCCIÓN

El estudio se realizará a una muestra de 100 futbolistas de diferentes edades entre los 14-23 años. Consiste en la realización de una batería de 5 pruebas (pruebas SIMS).

1.Anterior Reach: Le pedimos al jugador que con las manos en la cadera realice un desplazamiento anterior de una pierna, sin tocar el suelo.

2.Single deadlift leg: El paciente se coloca con las manos cruzadas en el pecho y debe realizar una flexión de cadera a una pierna, tratando de que forme una T con su cuerpo.

3.In line lunge: El paciente realiza una zancada hacia anterior sujetando una pica en la columna.

4.Single leg hop for distance: El paciente tendrá que hacer su salto máximo hacia anterior de forma unipodal. A su vez, la caída tiene que ser con la misma pierna y mantener la posición durante 2-3 segundos.

5. Tuck Jump: El paciente tendrá que hacer saltos verticales llevando las rodillas al pecho durante 10 segundos. En un espacio limitado por la anchura de los hombros y haciendo el máximo de saltos posibles en ese periodo de tiempo.

La idea de nuestro estudio, es tratar de buscar una relación entre los valores obtenidos en las diferentes pruebas y el riesgo de lesión existente durante la práctica deportiva en función de las edades cronológicas y madurativas de la muestra. Para ello trataremos de realizar las pruebas siguiendo un guión preestablecido previamente para tratar de tomar los datos de la misma manera a toda la muestra, tratando así de evitar la presencia de sesgos.

3. HIPÓTESIS

En función de los resultados obtenidos en las respectivas pruebas, tendremos en cuenta para la hipótesis las posibles asimetrías entre un mismo individuo y compañeros, para decretar si estos contienen riesgo de lesión.

Valorando de esta manera, la comparación de los participantes respecto a su edad cronológica y madurativa.

4. OBJETIVOS

- Comparar la puntuación de las pruebas SIMS en función de la edad **cronológica**.
- Comparar la puntuación de las pruebas SIMS en función de la edad **biológica o madurativa**.

5. PACIENTES Y MÉTODOS

a) **Tipo de estudio:** Transversal, observacional y descriptivo

b) **Lugar:** EUG Torrelavega y Santander

c) **Cálculo del tamaño muestral:** La muestra a evaluar estará formada por: 40 jugadores cadetes, 40 jugadores juveniles y 20 jugadores senior. Un total de 100 sujetos.

Tabla 1. Características de los sujetos participantes en el estudio

Equipo	Género	Muestra	Edad	Peso	Altura
Senior	Masculino	n=20	Media \pm DS	Media \pm DS	Media \pm DS
Juvenil	Masculino	n=40	Media \pm DS	Media \pm DS	Media \pm DS
Cadete	Masculino	n=40	Media \pm DS	Media \pm DS	Media \pm DS

d) **Criterios de inclusión:** Para la muestra de los participantes, hemos tenido en cuenta varios criterios de inclusión y exclusión.

Criterios de inclusión: los participantes, deben de tener una edad cronológica entre 14 y 25 años.

Criterios de exclusión: los participantes que estén actualmente lesionados, o en proceso de recuperación.

e) **Recogida de datos:** Las pruebas las llevaremos a cabo en tres días consecutivos en las instalaciones deportivas del club, más concretamente en el gimnasio.

Los grupos los dividiremos en tres días. El primer día se analizarán a los jugadores cadetes, el segundo los juveniles y el tercero, los seniors.

A su vez, cada examinador se hará cargo de la valoración de cada prueba. Por las que irán pasando los jugadores, divididos en grupos de 5 para un mejor orden y recolecta de resultados.

A la hora de evaluar a los deportistas, hemos llevado a cabo la batería de pruebas SIMS₁, la cual consta de 5 pruebas.

f) **Variables recogidas:**

Tabla 2. Batería de pruebas funcionales SIMS₁

	Descripción	Valoración
ANTERIOR REACH ₁	Le pedimos al jugador que con las manos en la cadera realice un desplazamiento anterior de una pierna, sin tocar el suelo	<ul style="list-style-type: none"> • Flexión dorsal de tobillo • Equilibrio monopodal • Asimetrías
SINGLE LEG DEADLIFT ₁	El paciente se coloca con las manos cruzadas en el pecho y debe realizar una flexión de cadera a una pierna, tratando de que forme una T con su cuerpo	<ul style="list-style-type: none"> • Flexibilidad de isquiotibiales • Equilibrio monopodal
IN LINE LUNGE ₁	El paciente realiza una zancada hacia anterior sujetando una pica en la columna	<ul style="list-style-type: none"> • Control motor y equilibrio de MMII
SINGLE LEG HOP FOR DISTANCE ₁	El paciente tendrá que hacer su salto máximo hacia anterior de forma unipodal. A su vez, la caída tiene que ser con la misma pierna y mantener la posición durante 2-3 segundos	<ul style="list-style-type: none"> • Potencia monopodal • Asimetrías entre miembros • Control monopodal
TUCK JUMP ₁	El paciente tendrá que hacer saltos verticales	<ul style="list-style-type: none"> • Pliometría bipodal de MMII

llevando las rodillas al pecho durante 10 segundos. En un espacio limitado por la anchura de los hombros y haciendo el máximo de saltos posibles en ese periodo de tiempo

- Control motor de la rodilla
- Asimetrías

g) **Análisis estadístico:** Los datos son presentados como medias y desviaciones estándar (\pm DS). Para la prueba de homogeneidad de las varianzas se utilizó el estadístico de Levene. Para estimar la presencia de diferencias significativas entre las diferentes categorías de edad se aplica el test ANOVA de una vía. Todos los análisis estadísticos fueron realizados utilizando el programa estadístico SPSS 16.0 para Windows y el nivel de significación admitido fue de $p < 0.05$.

6. COMPROMISOS

COMPROMISO DEL INVESTIGADOR

Nosotros, Jon Aspizua y Sergio
Martínez

Hacemos constar:

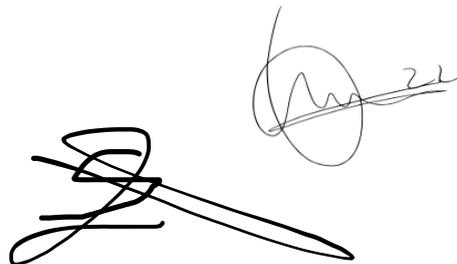
1. Que conoce y acepta participar como investigador principal en el estudio:
BATERÍA DE PRUEBAS SIMS EN FUTBOLISTAS DE DIFERENTES EDADES
2. Que conoce en profundidad la ley orgánica 3/2018 de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y Garantía de Derechos Digitales, y lo dispuesto en el Reglamento (UE) 2016/679 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 27 de abril de 2016, relativo a la protección de las personas físicas en lo que respecta al tratamiento de datos personales y a la libre circulación de estos datos, y que

por ente se compromete a cumplir cada uno de sus apartados. De esta manera, se compromete a utilizar los datos personales objeto de estudio, o los que recoja para su inclusión, sólo para la finalidad objeto de este trabajo, en ningún caso se usarán los datos para fines propios. No se comunicarán los datos a terceras personas, salvo que cuente con la autorización expresa del responsable del tratamiento, en los supuestos legalmente admisibles. Que se mantendrá el deber de secreto respecto a los datos de carácter personal a los que haya tenido acceso en virtud del presente encargo, incluso después de que finalice su objeto. Que garantizará que las personas autorizadas para tratar datos personales se comprometan, de forma expresa y por escrito, a respetar la confidencialidad y a cumplir las medidas de seguridad correspondientes, de las que hay que informarles convenientemente. Que facilitará la información relativa a los tratamientos de datos que se van a realizar. Y que se notificarán, si ocurren, las violaciones de la seguridad de los datos. Por tanto, se respetarán las normas éticas y legales aplicables a este tipo de estudios y seguirá las normas de buena práctica clínica en su realización.

3. Que cuenta con los recursos materiales y humanos necesarios para llevar a cabo el estudio, sin que ello interfiera en la realización de otro tipo de estudios ni en otras tareas que tiene habitualmente encomendadas.
4. Que se compromete a que cada sujeto sea tratado y controlado siguiendo lo establecido en el protocolo con dictamen favorable por el Comité Ético de la Investigación.

En Torrelavega a 20 de
diciembre de 2019

Firmado:



COMPROMISO DEL TUTOR

Yo, David Casamichana
Gómez

Hace constar:

1. Que conoce y acepta tutorizar el estudio: BATERÍA DE PRUEBAS SIMS EN FUTBOLISTAS DE DIFERENTES EDADES
2. Que el proyecto cumplirá con la ley orgánica 3/2018 de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y Garantía de Derechos Digitales, y que se cumplirán cada uno de sus apartados, y lo dispuesto en el Reglamento (UE) 2016/679 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 27 de abril de 2016, relativo a la protección de las personas físicas en lo que respecta al tratamiento de datos personales y a la libre circulación de estos datos. Por tanto, se respetarán las normas éticas y legales aplicables a este tipo de estudios y seguirá las normas de buena práctica clínica en su realización.
3. Que se compromete a que cada sujeto sea tratado y controlado siguiendo lo establecido en el protocolo con dictamen favorable por el Comité Ético de la Investigación.

En Torrelavega a 20 de
diciembre de 2019

Firmado:



7. BIBLIOGRAFÍA

1. McCunn, R., Aus der Fünten, K., Govus, A., Julian, R., Schimpchen, J., & Meyer, T. (2017). the Intra- and Inter-Rater Reliability of the Soccer Injury Movement Screen (Sims). *International Journal of Sports Physical Therapy*, 12(1), 53–66. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28217416><http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=PMC5294947>