



**FACULTAD DE
CIENCIAS DEL DEPORTE**

Universidad de Granada

**NORDIC HAMSTRING EXERCISE (NHE)
COMO PROGRAMA DE PREVENCIÓN DE
LESIONES EN LA MUSCULATURA
ISQUIOSURAL PARA LA TEMPORADA DE
PISTA CUBIERTA DE ATLETISMO 2019.**



**UNIVERSIDAD
DE GRANADA**

TRABAJO FIN DE GRADO

Grado de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte

Convocatoria Ordinaria Curso 2018-2019

Alumno: Manuel Guillermo Rodríguez Heredia

Tutor: Jonatan Ruiz Ruiz

ÍNDICE

RESUMEN.....	2
CONTEXTUALIZACIÓN.....	3
INTRODUCCIÓN	4
OBJETIVOS	7
PROGRAMA DE PREVENCIÓN.....	7
CALENDARIO DE INTERVENCIÓN Y PLANIFICACIÓN DEPORTIVA DE LA TEMPORADA DE PISTA CUBIERTA.....	20
EVALUACIÓN DEL PROGRAMA DE PREVENCIÓN Y RESULTADOS	24
CONCLUSIÓN	29
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	32

RESUMEN

Las lesiones en la musculatura isquiosural son las más comunes en los deportes donde la carrera a alta velocidad es muy importante, como ocurre en el atletismo. Muchos atletas deben interrumpir su planificación deportiva debido a lesiones de este tipo y en muchas ocasiones no pueden llegar a sus competiciones clave en las mejores condiciones. Hay diferentes factores de riesgo que pueden causar una lesión en la musculatura isquiosural y entre ellos destacamos la falta de flexibilidad en dicha musculatura. La población actual, por las condiciones de vida que tiene, sufre de acortamiento isquiosural y esto es bastante negativo, ya que también puede afectar a deportistas. En este trabajo buscamos aumentar la flexibilidad de la musculatura isquiosural en atletas de categorías Sub18 y Sub20 llevando a cabo un programa de prevención de lesiones de dicha zona realizando el ejercicio nórdico de isquiosurales (NHE) para la temporada de Pista Cubierta de atletismo. El programa lo van a realizar cinco atletas (grupo de intervención), y también seguiremos muy de cerca a otros cinco atletas (grupo de control) que no van a realizar el programa de intervención, para ver las diferencias. El NHE es un ejercicio que produce un fortalecimiento excéntrico de la musculatura isquiosural y además, de una complejidad de ejecución mínima. El programa de prevención de lesiones va a ir de la mano con una planificación de la temporada de Pista Cubierta. El NHE se va a realizar dos días en semana durante 12 semanas, lo que equivale a 24 sesiones. Cada semana aumentará el volumen del ejercicio para que la musculatura isquiosural se adapte a cargas más elevadas. Concretamente, en la sesión, el NHE se va a realizar justo antes de la vuelta a la calma, para conseguir que el músculo se adapte a trabajar con fatiga y para evitar lesiones tras realizarlo, ya que es un ejercicio fatigoso. Tras el programa de prevención se han obtenido muy buenos datos ya que la flexibilidad de la musculatura isquiosural ha aumentado en gran medida tras los tres meses de intervención en el grupo de intervención, mientras que el aumento de la flexibilidad de dicha zona en los atletas del grupo control ha sido mucho más bajo debido a que no han tenido el suplemento del NHE como programa de prevención y han seguido solo la planificación. Podemos decir, por tanto, que el NHE es un ejercicio beneficioso ya que consigue aumentar la flexibilidad de la musculatura isquiosural, lo que produce una reducción de un factor de riesgo de poder sufrir una lesión, e indirectamente está logrando alcanzar otros objetivos como aumentar la fuerza excéntrica de dicha musculatura o mantener esfuerzos elevados durante más tiempo, entre otros.

PALABRAS CLAVE: Atletismo, ejercicio nórdico de isquiosurales (NHE), programa de prevención, flexibilidad isquiosural, lesión isquiosural y trabajo excéntrico.

CONTEXTUALIZACIÓN

Desde muy joven, he practicado atletismo, empezando a nivel provincial en mis primeros años, y acabando a nivel nacional participando en varios campeonatos de España. Actualmente sigo muy ligado al atletismo, siendo entrenador en el club donde me formé como deportista, Club de Atletismo “Granada Joven”. En mis años como atleta he sufrido algunas lesiones, y todas ellas en la musculatura isquiosural (distensiones, roturas, recaída de roturas...). Mi hermano, también atleta a nivel nacional, ha sufrido varias lesiones, y como ocurrió en mi caso, todas en la musculatura isquiosural. Tanto compañeros como atletas del club, también han sufrido lesiones en dicha zona.

Por tanto, desde que empecé mis estudios universitarios en la Facultad de Ciencias del Deporte de la Universidad de Granada, he querido estudiar el por qué la lesión en la zona isquiosural es muy común en el atletismo, cómo se puede prevenir, qué ejercicios son los más adecuados para la prevención, qué tipo de programas hay que seguir... Y poder dar una solución al problema. Este trabajo, este informe que pone punto y final a mis estudios de grado, creo que es el más adecuado para estudiar todo esto y demostrar lo aprendido en estos cuatro años.

Lo que se busca con este trabajo final de grado es poder ofrecer un informe que lleve a cabo un programa de intervención preventivo de lesiones en la musculatura isquiosural con el ejercicio nórdico de isquiosurales (NHE). En dicho informe se hablará sobre el por qué se debe hacer, cómo se debe programar, qué tipo de deportistas deben realizarlo, en qué momento de la sesión hay que realizar el ejercicio... Estando todo fundamentado científicamente. He tenido la inmensa suerte de poder llevar a la práctica todo lo que en mi cabeza se estaba fraguando, gracias al Club de Atletismo “Granada Joven”, que me ha dado la oportunidad de llevar a cabo el programa de prevención de lesiones con atletas del propio club. El informe también cuenta con una serie de datos, extraídos de la intervención realizada con los atletas del club, que nos explican de una forma más gráfica el posible éxito de haber realizado el programa de prevención de lesiones en la musculatura citada anteriormente, destacando que este trabajo no busca ser una investigación científica.

INTRODUCCIÓN

La lesión por distensión en la musculatura isquiosural es la causa más común por la que los deportistas deben parar su entrenamiento y su planificación en deportes donde la carrera es de gran importancia. (Bourne et al., 2018).

El acortamiento isquiosural parece ya algo normal que sufre parte de la población y se puede deber a diferentes motivos como factores genéticos, poca actividad física y sedentarismo prolongado (Espejo Antúnez, Maya Martín, Cardero Durán, & Albornoz Cabello, 2012). Por tanto, numerosos deportistas jóvenes que combinan estudios y deporte de alto nivel son muy propensos a tener acortada la musculatura isquiosural, lo que puede producir lesiones tanto a corto como largo plazo. En la carrera se producen ciclos de acortamiento (flexión de rodilla) y alargamiento (flexión de cadera) de la zona isquiosural (Les, 1989). Por tanto, cuando dicha musculatura se encuentra acortada y se produce el ciclo de alargamiento de la carrera, se pueden producir distensiones y roturas.

Según J. Petersen & Hölmich (2005), las lesiones en la musculatura isquiosural se pueden prevenir. La flexibilidad de dicha zona muscular en relación a las torceduras/distensiones y el trabajo de fuerza con sobrecarga excéntrica son las dos formas que nos permiten hacer mediciones para llevar a cabo una prevención de lesiones. Hartig & Henderson (1999) nos exponen que el número de lesiones en la musculatura isquiosural se ve reducido debido a un aumento de flexibilidad en la zona gracias a un trabajo de 13 semanas realizando tres sesiones semanales de cinco repeticiones de estiramientos estáticos de una duración de 30 segundos como añadido al entrenamiento. La evidencia también nos dice que es posible identificar cuando un deportista (futbolista en este caso) está en riesgo de desarrollar lesiones musculares según el grado de flexibilidad de la zona (Witvrouw, Danneels, Asselman, & Cambier, 2007). Por otro lado, Askling, Karlsson, & Thorstensson (2003) indican que el número de lesiones en los músculos posteriores del muslo son mucho menores e incluso se ve un aumento en la velocidad del deportista cuando se lleva a cabo un trabajo de fuerza concéntrica y excéntrica adicional en la pretemporada de los equipos.

El acondicionamiento excéntrico de los músculos flexores de la rodilla reduce el riesgo de lesiones por tensión en la musculatura isquiosural. Todo esto debido a que con trabajo excéntrico de la zona conseguimos aumentar la longitud del fascículo de la cabeza larga del bíceps femoral y una disminución del ángulo de pennación. Se propone el ejercicio nórdico de isquiotibiales, conocido en la terminología inglesa como Nordic Hamstring Exercise (NHE), como acción para llevar a cabo un acondicionamiento excéntrico de los músculos flexores de la rodilla. (Bourne et al., 2018)

Las lesiones por distensión en la musculatura isquiosural tienen una importante relevancia en los deportes donde se exige una carrera a alta velocidad, (Shield & Bourne, 2018) como en atletismo, fútbol, rugby, etc.

Es muy importante tener claro cuáles son los factores de riesgo que producen lesiones en la musculatura isquiosural, como pueden ser la edad avanzada, las lesiones previas, la baja flexibilidad de la zona y desequilibrios de fuerza (Beijsterveldt, Port, Vereijken, & Backx, 2013). Estos autores, en su revisión sistemática, dan mucha importancia a los dos factores de riesgos que he anotado en primer lugar, la edad avanzada y las lesiones previas. Este último factor se puede deber a una rehabilitación inadecuada, un regreso prematuro al juego, o simplemente, un riesgo activo que tiene el deportista que no se conoce y que dio lugar a la primera lesión (Ekstrand, Hägglund, & Waldén, 2011). Aun así, hay cierta discrepancia ya que Fousekis, Tsepis, Poulmedis, Athanasopoulos, & Vagenas (2011) nos dicen que tras sufrir una lesión muscular en la zona isquiosural, el riesgo de ser reincidente es menor, algo sorprendente cuando la mayoría de autores nos dicen lo contrario. Como he anotado anteriormente, la edad avanzada es otro factor de riesgo importante (Engebretsen, Myklebust, Holme, Engebretsen, & Bahr, 2010). La edad media donde se producen el mayor grueso de lesiones en los músculos isquiosurales es de 23-26 años, una edad en la que los deportistas ya llevan tiempo realizando deporte y hay mucha fatiga detrás.

Se dice que la tasa de lesión se corresponde con el alto tiempo de juego, el alto tiempo de entreno, fatiga, los riesgos que se corren, entre otros aspectos. Por tanto, la realización del NHE es beneficioso para reducir la tasa de lesión en la musculatura isquiosural (Al Attar, Soomro, Sinclair, Pappas, & Sanders, 2017). Los equipos que utilizan el NHE solo o en combinación en un programa preventivo reducen la tasa de lesiones de la musculatura isquiosural en un 51% a largo plazo. (Al Attar et al., 2017).

La evidencia de que el NHE previene lesiones en la musculatura isquiosural es muy alta, pero no llega al 100%, debido a que no se ve con claridad en los diferentes estudios realizados si se produce un cumplimiento del programa propuesto. (Goode et al., 2015). El cumplimiento del fortalecimiento excéntrico de la musculatura isquiosural produce una reducción del riesgo de lesión en dicha zona en un 65%. (Goode et al., 2015).

El NHE reduce las lesiones nuevas, agudas y recurrentes de la musculatura isquiosural, y además, la tasa de lesión es de un 71% inferior cuando dicho ejercicio se utilizaba como parte del entrenamiento. (Jesper Petersen, Thorborg, Nielsen, Budtz-Jørgensen, & Hölmich, 2011). La tasa de lesión es de un 86% inferior en jugadores que realizan el NHE y ya habían sufrido anteriormente una lesión en la musculatura isquiosural. (Jesper Petersen et al., 2011).

El 62% de las lesiones que ocurren en la musculatura isquiosural se producen en competición, cuando hay una mayor tensión. Los músculos fatigados absorben menor energía antes de alcanzar el grado de estiramiento que causa lesiones (Woods et al., 2004). Por tanto, realizar el NHE en un estado de fatiga, por ejemplo al final del entrenamiento, ayuda a mejorar y/o mantener la fuerza en un estado de cansancio muscular. Además, hay evidencia científica que nos recomienda hacer el NHE justo antes de la vuelta a la calma o como parte de ella, ya que así, conseguimos que aumente

el músculo y se reduzca el índice de la lesión. (Marshall, Robbins, Wrightson, & Siegler, 2012). La evidencia también nos muestra que cuando realizamos el NHE después del entrenamiento se produce un aumento moderado del grosor del músculo Bíceps Femoral y del ángulo de pennación (Lovell et al., 2018). Estos mismos autores nos exponen que el NHE es un ejercicio muy efectivo en la prevención de lesiones en la musculatura isquiosural pero bastante fatigoso, y puede causar lesiones si realizamos el entrenamiento después de realizar el ejercicio.

Es bueno realizar las series de NHE con un corto periodo de descanso entre series y sin descanso entre repeticiones. Cuando el descanso es prolongado, se ha visto que se produce una disminución de la fuerza máxima y de la fuerza de desplazamiento. Con descansos muy cortos, se consigue mantener y/o mejorar la fuerza en estado de fatiga, se produce un aumento del reclutamiento de las unidades motoras en el músculo. (Marshall et al., 2012).

Con cuatro semanas de trabajo, a dos sesiones semanales donde se introduce el NHE en tres series de seis a diez repeticiones, ya se pueden ver cambios en la musculatura isquiosural. Se pueden observar cambios como el aumento de la longitud de la cabeza larga del bíceps femoral y la disminución del ángulo de pennación. Además se produce un aumento de la fuerza isométrica y excéntrica de la musculatura. Todos estos cambios producidos hacen que el factor de lesión en la musculatura isquiosural se vea disminuido. (Ribeiro-Alvares, Marques, Vaz, & Baroni, 2018).

El NHE ha sido un ejercicio muy innovador y con grandes resultados positivos en la prevención de lesiones de la musculatura isquiosural. Poco a poco han ido apareciendo nuevas corrientes de investigación acerca de la prevención de lesiones en dicha musculatura que apuestan por el ejercicio de extensión de cadera (Hip Extension, HE) como ejercicio dentro de un programa de prevención de lesiones de la musculatura isquiosural, aunque no hay cierta evidencia de que en atletas donde hay carreras a alta velocidad sea más efectivo que el ejercicio NHE. Realizando ejercicio HE se produce un cambio aún mayor en la longitud de la cabeza larga del bíceps femoral, por tanto se dice que dicho ejercicio es un ejercicio más efectivo para trabajar la hipertrofia de la zona. (Bourne et al., 2017).

Otra nueva línea de investigación nos pone en duda que las fibras musculares que actúan en la carrera de velocidad lo hagan de forma excéntrica. Según Van Hooren & Bosch (2017), en la fase de impulsión de la carrera de velocidad, el elemento contráctil lleva a cabo una acción isométrica, y el elemento elástico en serie se estira cuando la rodilla se extiende y luego realiza un retroceso rápido para la flexión de la rodilla antes de volver a extender para contactar con fuerza en el suelo. Nos dicen que se produce un alargamiento del elemento contráctil en la fase de balanceo medio de la carrera de velocidad pero que no tiene por qué deberse a una contracción excéntrica, sino simplemente a efectos de relajación. Por tanto se concluye indicando que en la fase de impulsión de la carrera de velocidad, la acción de las fibras musculares de la zona

isquiosural es isométrica, y que los ejercicios isométricos son una forma más específica de acondicionar la zona isquiosural.

Aun así, hay que investigar más en estas dos nuevas líneas que se van abriendo hueco para que la forma de trabajar y acondicionar la zona isquiosural sufra cambios importantes aunque ya se puedan ir haciendo matices. Por eso, en este trabajo se va a seguir apostando por el NHE como ejercicio para la prevención de lesiones de la musculatura isquiosural en atletas especialistas en velocidad y vallas.

OBJETIVOS

El objetivo principal de este trabajo es conseguir un aumento de la flexibilidad de la musculatura isquiosural para minimizar uno de los factores de riesgo de sufrir una lesión en dicha musculatura (Ribeiro-Alvares et al., 2018). Con algunos test podemos identificar si un atleta puede estar en riesgo de sufrir una lesión midiendo su flexibilidad isquiosural (Witvrouw et al., 2007). Cuanto mayor sea la misma, el atleta se encontrará en mejores condiciones para lograr su máximo rendimiento deportivo. Incluso, con un trabajo excéntrico de la zona, lo que aumenta la flexibilidad isquiosural, podremos mejorar la velocidad del atleta (Askling et al., 2003).

Por otro lado, llevando a cabo este programa de prevención podemos alcanzar otros objetivos secundarios, como conseguir que el atleta pueda mantener esfuerzos durante un mayor tiempo (Marshall et al., 2012) debido a que el NHE es muy beneficioso realizarlo cuando el atleta tiene fatiga muscular. Otro objetivo secundario que podemos alcanzar es eliminar la reincidencia de la lesión isquiosural en atletas que ya la han sufrido, gracias al fortalecimiento excéntrico que nos aporta el NHE. Con este programa de prevención podremos eliminar el acortamiento isquiosural que suele tener la población y que, en muchas ocasiones, puede ser el causante de muchas lesiones en dicha musculatura (Espejo Antúnez et al., 2012). Además de la flexibilidad de la zona, encontramos otros factores de riesgo que pueden originar una lesión en la musculatura posterior del muslo, los cuales pueden ser la edad avanzada, el alto volumen de entrenamiento y competición, y desequilibrios de fuerza (Beijsterveldt et al., 2013). Con el trabajo de prevención que se quiere realizar alcanzaríamos una reducción de estos factores de riesgo.

PROGRAMA DE PREVENCIÓN

Se quiere realizar el programa de prevención de lesiones en la musculatura isquiosural utilizando el NHE en atletas que realicen pruebas que requieran una carrera a alta velocidad debido a que el mayor número de lesiones que se producen realizando dichas pruebas es de la zona isquiosural (Shield & Bourne, 2018). Encontramos numerosa evidencia científica que nos habla sobre programas de prevención de lesiones en la musculatura posterior del muslo en futbolistas y jugadores de rugby, pero no se habla prácticamente nada del atletismo, conociendo que en las pruebas donde la carrera

es a alta velocidad, el número de lesiones en los tendones de la corva es muy alto. Por tanto, me ha parecido adecuado que el programa de prevención que he propuesto posteriormente fuese realizado por atletas que realicen pruebas de velocidad y vallas (pruebas donde el trabajo isquiosural es alto y en las que se produce un gran número de lesiones en la zona), para así ver la incidencia que tiene el NHE en atletas.

Buscamos una muestra de sujetos que englobe tanto atletas masculinos como femeninos. Todos los atletas seleccionados tendrán entre los 15 y los 19 años, lo que equivale a categorías Sub18 y Sub20. Además, tienen que ser atletas que estén especializados en pruebas puras de velocidad y/o en pruebas de vallas.

Según Engebretsen et al. (2010), la edad avanzada es un factor de riesgo muy importante que puede producir lesiones en la musculatura isquiosural. Entonces parece adecuado trabajar con atletas Sub18 y Sub20 de nivel medio-alto y que lleven entrenando más de 2 años. De esta forma, conseguimos tener atletas que se encuentren por debajo de la media de edad y que entrenen de forma regular. Por tanto, buscamos poder llevar a cabo un acondicionamiento excéntrico de la zona unido al entrenamiento programado de la temporada de invierno (Pista Cubierta) de atletismo. Toda prevención que llevemos a cabo con atletas por debajo de la media de edad donde se sufren más lesiones en la zona isquiosural será positiva, porque podremos reducir el número de lesiones y el riesgo de poder sufrirla.

Las lesiones en la musculatura isquiosural tienen una gran incidencia en los deportes donde se exige una carrera a alta velocidad como en el fútbol, rugby o el atletismo (Shield & Bourne, 2018). Además, en las carreras cortas de vallas, la elongación de los músculos de la zona isquiosural de la pierna atacante es muy alta, por lo que el riesgo de sufrir lesiones en dicha zona es alto.

Hay poca evidencia que muestre diferentes formas de prevención de lesiones de dicha musculatura en atletas, ya que sobre todo vemos artículos que hablan de programas de prevención de la zona isquiosural en futbolistas y jugadores de rugby. Por tanto, me parece interesante ver que incidencia tiene el NHE en atletas especialistas en pruebas de velocidad y vallas cuando somos conocedores de que la lesión más común en dichos atletas es la distensión en la musculatura posterior del muslo.

Como he expuesto al inicio, tengo la suerte de seguir ligado al atletismo siendo entrenador del Club de Atletismo “Granada Joven”. Actualmente el club cuenta con un nutrido número de atletas, sobre todo de base. Pero hay que destacar un grupo de atletas Sub18 y Sub20 que está cosechando grandes resultados deportivos. Muchos de ellos son velocistas y vallistas. Los atletas de estas categorías se mueven en el rango de edad óptimo y tienen la suficiente experiencia dentro del atletismo para poder llevar a cabo el programa de intervención. Por tanto, se me ha brindado la oportunidad de poder llevar a la práctica todo lo propuesto teóricamente en este trabajo.

CUESTIONARIO INICIAL PARA EL ATLETA					
NOMBRE: _____	EDAD: _____				
CLUB: _____					
CATEGORÍA: _____	ESPECIALIDAD: _____				
1. ¿Cuánto tiempo lleva practicando atletismo? Señale con una X.					
De 0 a 2 años	De 2 a 4 años	De 4 a 6 años	De 6 a 8 años	Más de 8 años	
2. ¿Cuántos días a la semana entrena? Señale con una X.					
1 día	2 días	3 días	4 días	5 días	Más de 5 días
3. ¿Cuántas veces ha sufrido una lesión? Señale con una X.					
Ninguna vez	1 vez	2 veces	3 veces	4 veces o más	
4. ¿Cuáles de esas lesiones se han producido en los músculos isquiosurales? Señale con una X.					
Ninguna	1 lesión	2 lesiones	3 lesiones	4 lesiones o más	
5. ¿Su lesión en los músculos isquiosurales ha sido recurrente? Señale con una X.					
Si	No				
6. ¿Conoce el NHE (Nordic Hamstring Exercise)? Señale con un X.					
Si	No				
PRUEBA INICIAL					
PRUEBA FINAL					

Figura 1. Cuestionario propuesto. Elaboración propia.

Antes de comenzar el programa de prevención, se ha llevado a cabo la elaboración de un cuestionario inicial para los atletas. Este cuestionario es el medio que hemos adoptado para escoger a los diferentes participantes que posteriormente tendrán que realizar el programa de prevención. Nos centraremos únicamente en los atletas que se dediquen a las pruebas de velocidad, ya sean velocistas propiamente dichos y/o vallistas (especializados en prueba de velocidad con vallas), ya que como dicen Shield & Bourne (2018), las lesiones en la musculatura isquiosural son muy comunes en los deportistas que realizan carreras a alta velocidad. Como podemos observar en la figura 1, nos centramos en los años que lleva el atleta practicando atletismo, la frecuencia con la que entrena, el número de lesiones que ha sufrido, si dichas lesiones se han producido en la musculatura isquiosural y si han sido recurrentes en dicha zona, y si conocen el NHE. He considerado estos puntos bastante importantes para captar a los participantes ya que es preferible realizar el programa de prevención a un atleta que ya ha sufrido una lesión en la zona debido a que tiene una mayor probabilidad de volverla a sufrir ya sea por una rehabilitación inadecuada, o un regreso prematuro al juego, entre otras cosas (Ekstrand et al., 2011). Es también preferible escoger a un atleta que tenga un gran volumen de entrenamiento semanal, ya que como dice la evidencia, uno de los factores de riesgo de lesión en la zona isquiosural es la fatiga, el alto tiempo de entrenamiento,

etc. (Al Attar et al., 2017). Como se puede observar, al final del cuestionario encontramos la tabla de prueba inicial y final. Además de como cuestionario, lo he utilizado como tabla de seguimiento, donde he reflejado los datos de las dos pruebas.

El cuestionario lo han realizado los atletas del Club de Atletismo “Granada Joven” de la categoría Sub18 y Sub20, como ya he anotado anteriormente, y que realicen pruebas de velocidad y vallas, donde la carrera a velocidad muy elevada es muy importante. Como requisito indispensable, se han escogido a los atletas que llevan practicando este deporte de dos años en adelante, porque es necesario que tengan una base en el atletismo. Otro factor a tener en cuenta, y como ya he expuesto en líneas anteriores, se ha escogido a atletas que entrenan más de cuatro días en semana para poder llevar a cabo el programa de prevención de una forma adecuada siguiendo la programación del mismo. A continuación se podrá ver el cuestionario relleno por uno de los atletas del club.

CUESTIONARIO INICIAL PARA EL ATLETA

NOMBRE: Alejandro Rodríguez Heredia EDAD: 16
 CLUB: Atletismo Granada Joven
 CATEGORÍA: Sub 18 ESPECIALIDAD: Velocidad

1. ¿Cuánto tiempo lleva practicando atletismo? Señale con una X.

De 0 a 2 años De 2 a 4 años De 4 a 6 años De 6 a 8 años Más de 8 años

2. ¿Cuántos días a la semana entrena? Señale con una X.

1 día 2 días 3 días 4 días 5 días Más de 5 días

3. ¿Cuántas veces ha sufrido una lesión? Señale con una X.

Ninguna vez 1 vez 2 veces 3 veces 4 veces o más

4. ¿Cuáles de esas lesiones se han producido en los músculos isquiotibiales? Señale con una X.

Ninguna 1 lesión 2 lesiones 3 lesiones 4 lesiones o más

5. ¿Su lesión en los músculos isquiotibiales ha sido recurrente? Señale con una X.

Sí No

6. ¿Conoce el NHE (Nordic Hamstring Exercise)? Señale con un X.

Sí No

PRUEBA INICIAL	33 cm.
PRUEBA FINAL	37 cm.

Figura 2. Ejemplo de cuestionario realizado por un atleta. Elaboración propia.

Como podemos observar en la figura 2, el atleta especifica los datos que pedimos, y como se ha indicado anteriormente, cumple perfectamente los criterios ya que está en el rango de edad que se pide, en una de las categorías aconsejadas y es velocista, concretamente este atleta es especialista en la prueba de 60 metros lisos (temporada de pista cubierta), 100 metros lisos y relevos 4x100 metros lisos (temporada aire libre). De esta imagen, además se puede destacar que lleva practicando deporte bastante tiempo y entrena de forma regular durante la semana, es decir, su volumen de entrenamiento semanal es alto. Otro aspecto que llama la atención es que ha sufrido lesiones en su carrera como atleta, dos concretamente, y cabe destacar que ambas de ellas las ha sufrido en la musculatura isquiosural. Por tanto, se puede decir que su lesión en dicha musculatura es reincidente. De esta forma se ha llevado a cabo el análisis de todos los cuestionarios realizados por los atletas.

Tras la realización del cuestionario por parte de los atletas del club, se ha llevado a cabo la elección de los diez participantes que formarán parte de este trabajo y su agrupación en los dos grupos, grupo de intervención y de control. A continuación podremos ver el resultado de los mismos:

Tabla 1

<i>Grupo de Intervención.</i>				
NOMBRE	EDAD	CLUB	CATEGORÍA	ESPECIALIDAD
ARH	16	Granada Joven	Sub 18	Velocidad
JJC	16	Granada Joven	Sub 18	Velocidad
PAV	15	Granada Joven	Sub 18	Velocidad
AAC	16	Granada Joven	Sub 18	Vallas
MAM	17	Granada Joven	Sub 20	Vallas

Nota. Elaboración propia

Tabla 2

<i>Resultado del Cuestionario por Parte del Grupo de Intervención.</i>						
NOMBRE	1 CUEST	2 CUEST	3 CUEST	4 CUEST	5 CUEST	6 CUEST
ARH	Más de 8 años	5 días	2 veces	2 lesiones	Si	No
JJC	Más de 8 años	4 días	1 vez	Ninguna	-	No

PAV	De 2 a 4 años	4 días	1 vez	1 lesión	No	No
AAC	De 2 a 4 años	5 días	1 vez	Ninguna	-	No
MAM	Más de 8 años	5 días	2 veces	Ninguna	-	No

Nota. Elaboración propia

Si nos centramos en los datos de los atletas, tabla 1, observamos que se encuentran en el rango de edad propuesto y tienen como especialidad la velocidad y las vallas según el atleta. En cuanto a los resultados del cuestionario, tabla 2, vemos que los atletas escogidos llevan practicando este deporte más de dos años y entrenan un mínimo de cuatro días en semana (tienen un alto volumen de entrenamiento y la fatiga que se puede acumular en el atleta es alta). Por otro lado, como podemos observar, de los cinco sujetos, todos han sufrido una lesión en su carrera deportiva, pero concretamente, en dos de los cinco sujetos, la lesión se ha producido en la musculatura isquiosural. También cabe destacar que en uno de los sujetos con lesión en la musculatura isquiosural, la lesión ha sido reincidente.

Tabla 3

<i>Grupo de Control.</i>				
NOMBRE	EDAD	CLUB	CATEGORÍA	ESPECIALIDAD
CMS	18	Granada Joven	Sub 20	Velocidad
BPM	15	Granada Joven	Sub 18	Velocidad
CRP	16	Granada Joven	Sub 18	Velocidad
JAS	15	Granada Joven	Sub 18	Velocidad
DED	16	Granada Joven	Sub 18	Vallas

Nota. Elaboración propia

Tabla 4

<i>Resultado del Cuestionario por Parte del Grupo de Control.</i>						
NOMBRE	1 CUEST	2 CUEST	3 CUEST	4 CUEST	5 CUEST	6 CUEST

CMS	De 2 a 4 años	4 días	1 vez	Ninguna	-	No
BPM	De 2 a 4 años	3 días	Ninguna vez	Ninguna	-	No
CRP	De 6 a 8 años	4 días	1 vez	Ninguna	-	No
JAS	De 0 a 2 años	5 días	1 vez	Ninguna	-	No
DED	De 2 a 4 años	5 días	1 vez	Ninguna	-	No

Nota. Elaboración propia

En el grupo de control, los atletas también se encuentran en el rango de edad propuesto, de entre 15 y 19 años, y todos están especializados en pruebas de velocidad propiamente dicha, o de velocidad con vallas (tabla 3). Según analizamos los datos del cuestionario de dicho grupo, tabla 4, todos entrenan de forma regular unos cuatro días a la semana y la mayoría lleva practicando este deporte más de 2 años, excepto un atleta que cumplía los dos años en el club a los pocos días. Por otro lado, cuatro de los cinco sujetos han sufrido una lesión, pero ninguno la ha sufrido en la musculatura isquiosural. Estaremos muy atentos para ver si al no realizar el NHE, como programa de prevención de lesiones en la musculatura isquiosural, estos atletas tienen más riesgo de sufrir lesiones en dicha zona.

Una vez realizado el cuestionario y teniendo ya a los atletas encuadrados en ambos grupos, se procedió a comenzar el programa de intervención.

Se va a llevar a cabo la realización del NHE como programa de prevención de lesiones en la musculatura isquiosural en un grupo de intervención de cinco atletas como añadido a su entrenamiento. El grupo de control, también formado por cinco atletas, llevará a cabo el entrenamiento programado sin el añadido del programa de prevención.

Lo que se busca con la realización de este programa de prevención, donde utilizaremos el NHE, es conseguir un aumento en la flexibilidad de la musculatura isquiosural, ya que esto es un factor de riesgo de lesión en dicha zona (Ribeiro-Alvares et al., 2018). Para poder medir este parámetro, se ha decidido realizar el test *Sit and Reach*.

Antes de comenzar el programa de prevención, los 10 atletas de la muestra realizarán una prueba inicial, concretamente el test *Sit and Reach*. Se decidió realizar este test ya que hay evidencia de que la fiabilidad es alta (siempre nos va a dar los mismos valores si lo hacemos dos veces), es válido, fácil de realizar y de procedimiento sencillo, no requiere de un alto nivel deportivo y tiene escalas de valores muy útiles (Ayala, Sainz de Baranda, De Ste Croix, & Santonja, 2012). Como he anotado

anteriormente, es muy fácil de realizar y además, rápido. Hay que utilizar un banco o un cajón (si se va a hacer pre y post test es necesario utilizar siempre el mismo material para evitar cambios).



Figura 3. Imagen explicativa sobre cómo se debe realizar el test *Sit and Reach* de forma correcta.
Elaboración propia.

Como se puede observar en la figura 3, el sujeto se tiene que sentar en el suelo con las piernas juntas, manteniendo las rodillas extendidas y con los pies apoyados en el cajón/banco. Posteriormente, el sujeto debe extender los brazos hacia delante colocando una mano encima de la otra o de forma paralela, y comenzar un deslizamiento sobre la superficie del cajón/banco hasta el máximo donde pueda llegar sin flexionar las rodillas (Ayala et al., 2012). De esta forma podremos medir cuál es la flexibilidad de la musculatura posterior del tren inferior, en concreto la musculatura isquiosural. Como se ha apuntado en líneas anteriores, el grado de flexibilidad de la musculatura isquiosural se considera un factor de riesgo en la lesión de dicha zona (Ribeiro-Alvares et al., 2018). Por tanto, cuanto mayor sea el grado de flexibilidad de dicha musculatura, menos riesgo de lesión tendrán los atletas. Por eso, medimos el grado de flexibilidad antes de la intervención y después de ella para ver qué cambios se pueden dar en dicha musculatura entre el grupo de intervención y el grupo control. Con la realización del NHE como programa de prevención de lesiones en la musculatura isquiosural, el grado de flexibilidad de dicha musculatura deberá aumentar y por tanto reducir el riesgo de lesión. (Ribeiro-Alvares et al., 2018).

Tanto la primera medición de la prueba como la segunda se han realizado en momentos similares de la sesión, tras el calentamiento. Se ha decidido realizar dichas medidas en ese instante ya que los atletas ya han llevado a cabo el calentamiento y se encuentran preparados para realizar ejercicio físico, pero no hay fatiga muscular en ninguna zona del cuerpo, por lo que el atleta está en plenas condiciones de realizar el test sin ningún problema.

En la próxima imagen, la figura 4, podemos observar los errores más comunes que se pueden producir al realizar el test. El principal error que se puede cometer es no mantener las rodillas totalmente extendidas. De esta forma, es más sencillo desplazar las manos por el banco/cajón ya que hay que vencer una menor resistencia. Así, los músculos isquiosurales no tienen tanta tensión y no se estiran lo suficiente, por lo que no podremos medir la flexibilidad de dicha musculatura de un modo adecuado. Debemos dejar relajado el cuello y la cabeza para centrarnos solamente en que los brazos lleguen lo más adelante posible, hasta donde los músculos isquiosurales nos permitan. Otro error que podemos encontrar es el mantener la cabeza hacia arriba, en tensión. Es necesario para realizar de forma correcta el test que el cuerpo de la persona esté relajado para que la movilidad sea alta y podamos llegar al máximo.



Figura 4. Errores comunes en la ejecución del test *Sit and Reach*. Elaboración propia.

El NHE es un ejercicio de una complejidad mínima. El atleta comienza de rodillas, con los muslos, tronco y cabeza hacia arriba mirando al frente. El ángulo de la rodilla debe ser de 90°. Un compañero de entrenamiento ejerce presión sobre los talones y la parte posterior e inferior de las piernas del atleta, para garantizar que los pies permanezcan en contacto con el suelo durante todo el movimiento. El atleta comienza a descender, llevando a cabo un movimiento de caída resistiendo al máximo con la musculatura isquiosural, consiguiendo así maximizar la carga en la fase excéntrica. Los atletas deben frenar la caída hacia delante durante el mayor tiempo posible utilizando la musculatura isquiosural. Al llegar casi a contactar con el suelo, los atletas utilizan las manos para evitar un golpe, y así regresar a la posición inicial ayudándose de éstas para que la contracción concéntrica sea de una carga mínima. (Jesper Petersen et al., 2011).

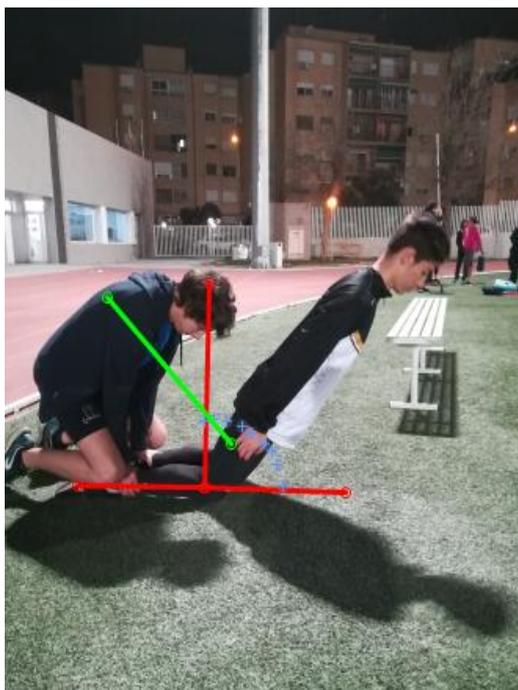


Figura 5. Ejecución del NHE indicando los puntos clave del ejercicio. Elaboración propia.

En la figura 5 podemos comprobar mediante las cruces azules el recorrido que hace el cuerpo del atleta. De la rodilla hasta el pie, en su cara anterior, el contacto con el suelo debe ser continuo. La rodilla, que comienza con una angulación de 90° , debe finalizar el ejercicio con 180° de ángulo. La línea verde que parte desde la musculatura isquiosural nos muestra que esta zona ejerce una fuerza contraria a la caída, frenando el movimiento lo máximo posible y así, conseguir un gran trabajo excéntrico. A ser posible, es necesario realizar el NHE en una superficie blanda, ya que de esta manera las rodillas no sufrirán durante la ejecución del ejercicio. Durante la realización del ejercicio, la angulación de rodilla hace un recorrido de 90° , y ese gesto puede resultar dañino si se realiza en una superficie dura, incluso puede causar heridas. Por otro lado, el compañero que ayuda a la ejecución del ejercicio manteniendo los tobillos en contacto con la superficie, ejerce fuerza contra el suelo, y puede causar malestar si se realiza en una superficie dura. Por tanto, como podemos observar en la figura 5, el atleta se encuentra de rodillas en el césped artificial del estadio donde la superficie es blanda y poco dañina en comparación con el tartán de atletismo.

El NHE es un ejercicio que produce un fortalecimiento excéntrico similar si se realiza antes del entrenamiento o después del mismo, pero si podemos encontrar diferentes adaptaciones arquitectónicas. La evidencia nos dice que se produce un aumento moderado en el grosor del músculo Bíceps Femoral y un aumento en el ángulo de pennación en atletas que realizan el NHE después del entrenamiento respecto a los atletas que lo realizan antes de éste. Esto es muy importante porque de este modo podemos prevenir lesiones en la musculatura isquiosural. También hay que añadir que la evidencia nos dice que se produce un aumento de la longitud del músculo Bíceps Femoral cuando el NHE es realizado antes del entrenamiento, y no se produce tanto aumento si se realiza el ejercicio después del mismo (Lovell et al., 2018).

Por otro lado, Lovell et al. (2018) nos dice que en la mayor parte de la bibliografía podemos encontrar que la realización del NHE se realiza después de la sesión debido a que éste es un ejercicio fatigoso y puede causar lesiones si se realiza antes del entrenamiento.

Según Marshall et al. (2012), realizar el ejercicio NHE después del entrenamiento en un estado de fatiga ayuda a mantener y/o mejorar la fuerza de la zona trabajada cuando hay cansancio. Por tanto nos permite prolongar el esfuerzo disminuyendo el riesgo de lesión.

Como ya he expuesto anteriormente, las posibilidades de sufrir una lesión en la zona isquiosural aumentan considerablemente cuando la fatiga en la zona es alta (Al Attar et al., 2017). Por tanto, viene bien que el músculo aprenda a trabajar y a rendir de forma eficiente cuando existe fatiga acumulada (Marshall et al., 2012) y es importante que no haya trabajo después de la realización del NHE para evitar lesiones (Lovell et al., 2018). Por estos dos motivos, principalmente, se ha decidido que el NHE se realice después de los entrenamientos, justo antes de la vuelta a la calma o como parte de ella. A continuación podremos observar un ejemplo de sesión a realizar por los atletas que tienen el añadido del programa de prevención.

SESIÓN JUEVES 24 DE ENERO DE 2019
OBJETIVO PRINCIPAL: TRABAJAR LA RESISTENCIA DE LA VELOCIDAD
CALENTAMIENTO GENERAL <ul style="list-style-type: none">• 10 minutos de carrera continua al 50% del VO₂max.• Foam Roller.• Movimientos balísticos.• Core.
CALENTAMIENTO ESPECÍFICO DE ATLETISMO. <ul style="list-style-type: none">• Técnica de Carrera.
PARTE PRINCIPAL <ul style="list-style-type: none">• 10 x 300 metros al 80% del tiempo más rápido con 4 minutos de descanso entre cada repetición.• 3 series de 8 repeticiones del NHE con 10 segundos de descanso entre series.
VUELTA A LA CALMA <ul style="list-style-type: none">• 5 minutos de carrera continua al 50% del VO₂máx.• Foam Roller.

Figura 6. Sesión realizada el jueves 24 de enero de 2019 donde se puede ver el trabajo que realizan los atletas durante la sesión, destacando con el fondo amarillo el trabajo de prevención de lesiones de la musculatura isquiosural. Elaboración propia.

Como se observa en la figura 6, las sesiones que realizan los atletas siguen la tipología tradicional de organización de una sesión, con el calentamiento, la parte principal y la vuelta a la calma. Los atletas llevan a cabo una parte de calentamiento general con carrera continua, *foam roller*, movimientos balísticos y *core* (ejercicios de

estabilización de tronco), para pasar a un calentamiento más específico de atletismo donde se trabajan aspectos más exclusivos de este deporte. Tras la puesta a punto, el atleta realiza la parte principal de la sesión, donde se trabaja para alcanzar el objetivo de la sesión. En este caso, se entrenaba la resistencia de la velocidad ya que realizaron 10 repeticiones de series de 300 metros a un ritmo elevado (80%), series que están por encima de la distancia en la que compiten estos atletas. Una vez finalizada esta parte, y como ya se ha indicado anteriormente, se realiza el NHE, justo antes de la vuelta a la calma. Esto es así, porque como ya sabemos, es un ejercicio muy fatigoso que puede causar lesiones si se trabaja a alta intensidad tras realizarlo. Además, nos permite mantener y/o mejorar la fuerza de la zona trabajada cuando hay cansancio. En este caso, se corresponde con el día 15 de intervención, primer día de la octava semana, por eso se realizan tres series de ocho repeticiones de NHE con 10 segundos de descanso entre series. Tras realizar el NHE, el atleta comienza la vuelta a la calma para buscar la relajación del músculo, y para ello realizan carrera continua a un ritmo bajo y *foam roller*.

Tabla 5

<i>Programación del Entrenamiento del NHE para la Prevención de Lesiones en la Musculatura Isquiosural.</i>		
DURACIÓN DEL PROGRAMA	14 semanas	Diciembre - Enero - Febrero
FRECUENCIA	Dos días por semana	Lunes - Jueves
SESIONES	SEMANA 0	Cuestionarios. Explicación del programa a realizar. Prueba inicial: Test <i>Sit and Reach</i> .
	SEMANA 1	2 series de 5 repeticiones con 10 segundos de descanso entre serie.
	SEMANA 2	2 series de 6 repeticiones con 10 segundos de descanso entre series.
	SEMANA 3	2 series de 7 repeticiones con 10 segundos de descanso entre serie.
	SEMANA 4	2 series de 8 repeticiones con 10 segundos de descanso entre serie.
	SEMANA 5	2 series de 9 repeticiones con 10 segundos de descanso entre serie.
	SEMANA 6	2 series de 10 repeticiones con 10 segundos de

		descanso entre serie.
	SEMANA 7	3 series de 7 repeticiones con 10 segundos de descanso entre series.
	SEMANA 8	3 series de 8 repeticiones con 10 segundos de descanso entre series.
	SEMANA 9	3 series de 9 repeticiones con 10 segundos de descanso entre series.
	SEMANA 10	3 series de 10 repeticiones con 10 segundos de descanso entre series.
	SEMANA 11	4 series de 8 repeticiones con 10 segundos de descanso entre series.
	SEMANA 12	4 series de 9 repeticiones con 10 segundos de descanso entre series.
	SEMANA 13	Prueba final: Test <i>Sit and Reach</i> .

Nota. Elaboración propia

La mayoría de los programas de prevención que utilizan el NHE, revisados en la bibliografía, siguen un calendario de intervención muy similar al que he propuesto. Según Petersen et al. (2011), en el programa de intervención se debe ir aumentando el volumen de la carga para que la musculatura isquiosural se adapte a dichas cargas de trabajo. Así se consigue maximizar la carga en la fase excéntrica.

Como se puede observar en la Tabla 5, la semana previa al inicio de la intervención ha ido dirigida a la realización de los cuestionarios, explicación del programa de prevención a los atletas que lo iban a realizar y a la ejecución de la prueba inicial. Una vez que comienza el programa de intervención, se puede observar como cada semana el volumen de ejercicio es mayor. En todas las semanas las repeticiones aumentan, pero para no realizar series de muchas repeticiones, se ha decidido fraccionar las series para que cada una no tenga más de 10 repeticiones.

Antes de comenzar el programa de intervención, posterior a la realización del cuestionario pero previo al día de pretest, una vez organizados los dos grupos, llevé a cabo durante unos 30 minutos una explicación, tras la sesión del martes 27 de noviembre de 2018, acerca de cómo realizar el NHE, qué puntos importantes hay que tener en cuenta en su ejecución y qué no se debe hacer mientras se está realizando. También expuse el cronograma propuesto, mostrando los días que se iba a realizar el NHE y explicando por qué se ha seguido dicha programación. Ante todo se explicó que buscábamos y cómo se llevaría a cabo. Así se consiguió que antes de comenzar, los

atletas tuviesen todo claro y una motivación externa a seguir entrenando ya que veían que todo esto podía ser útil y bastante beneficioso para ellos.

CALENDARIO DE INTERVENCIÓN Y PLANIFICACIÓN DEPORTIVA DE LA TEMPORADA DE PISTA CUBIERTA

El programa de prevención de lesiones en la musculatura isquiosural, como ya se ha indicado anteriormente, se va a realizar durante tres meses. Se decidió que comenzase cuando el atleta ya estuviese inmerso en la temporada y una vez finalizada la etapa de preparación general. Concretamente, el programa comenzó en el mesociclo preparatorio, en la etapa de preparación específica, cuando ya se había llevado acabo el acondicionamiento general y los aspectos más generales de fuerza y técnica. El programa de prevención se llevó a cabo paralelamente a los dos primeros mesociclos de competición, y finalizó la semana previa al mesociclo de competiciones importantes. A continuación se muestra el calendario propuesto que siguieron los atletas del club. El mes más complicado fue el primero, debido a las fiestas de Navidad, por lo que se tuvieron que hacer adaptaciones para evitar los días festivos. Una vez finalizadas las fiestas, el programa fue más uniforme y se siguieron los días de forma rigurosa.

NOVIEMBRE

Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30		

DICIEMBRE

	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
						1	2
1 semana	3	4	5	6	7	8	9
2 semana	10	11	12	13	14	15	16
3 semana	17	18	19	20	21	22	23

4 semana	24	25	26	27	28	29	30
5 semana	31						

ENERO

	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
5 semana		1	2	3	4	5	6
6 semana	7	8	9	10	11	12	13
7 semana	14	15	16	17	18	19	20
8 semana	21	22	23	24	25	26	27
9 semana	28	29	30	31			

FEBRERO

	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
					1	2	3
10 semana	4	5	6	7	8	9	10
11 semana	11	12	13	14	15	16	17
12 semana	18	19	20	21	22	23	24
	25	26	27	28			

	Realización del cuestionario
	Prueba inicial y final
	Días de intervención
	Días festivos

Como hemos indicado a lo largo del trabajo, se ha llevado a cabo un programa de prevención de lesiones en la musculatura isquiosural realizando el NHE para la temporada de Pista Cubierta de Atletismo. Este programa ha ido de la mano y se ha adaptado a la planificación que los atletas han seguido para la consecución de los objetivos propuestos para la temporada invernal. Los atletas con los que hemos

trabajado pertenecen a las categorías Sub18 y Sub20, por tanto, nos vamos a centrar en la planificación de una de estas dos categorías. A continuación se van a exponer las competiciones en las que se ha programado participar durante la temporada de Pista Cubierta:

- **COMPETICIONES IMPORTANTES:**
 - **CAMPEONATO DE ANDALUCÍA SUB 18:** 2 de marzo de 2019.
 - **CAMPEONATO DE ANDALUCÍA SUB 20:** 23 de febrero de 2019.
 - **CAMPEONATO DE ESPAÑA SUB 18 (En caso de clasificarse):** 9-10 de marzo de 2019.
 - **CAMPEONATO DE ESPAÑA SUB 20 (En caso de clasificarse):** 2-3 de marzo de 2019.
- **COMPETICIONES INICIALES:**
 - **CONTROL III FED. ANDALUZA DE ATLETISMO:** 4 de enero de 2019.
 - **CONTROL V FED. ANDALUZA DE ATLETISMO:** 26 de enero de 2019.
- **COMPETICIONES DE PREPARACIÓN:**
 - **CONTROL I DELEGACIÓN GRANADINA DE ATLETISMO:** 15 de diciembre de 2018.
 - **CONTROL II FED. ANDALUZA DE ATLETISMO:** 29 de diciembre de 2018.
 - **CONTROL IV FED. ANDALUZA DE ATLETISMO:** 20 de enero de 2019.
 - **CONTROL VII FED. ANDALUZA DE ATLETISMO:** 24 de febrero de 2019.

Las competiciones son prácticamente las mismas en ambas categorías excepto sus campeonatos autonómicos y nacionales que son en semanas distintas. Por tanto, la preparación es prácticamente idéntica.

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Comp.															●		●	★		●	★				●	★	★			
Microc.	G	C	C	R	C	C	R	C	C	R	C	C	R	C	A	R	A	C	R	A	C	R	C	C	A	C	C	R	R	R
Carga	8	12	14	6	16	20	10	17	21	10	21	23	10	23	20	10	20	20	10	20	18	10	21	23	20	18	16	10	8	6
25																														
20																														
15																														
10																														
5																														
Mesoc.	Introdutorio				Básico PG1*			Básico PG2*			Básico PE		Preparatorio		Comp1*		Comp2*		Intermedio			Comp3*		Rest.						
Etapas	Etapa Preparación General										Etapa Preparación Especial				Competiciones						Transitorio									
Periodo	Periodo Preparatorio										Periodo de Competiciones										Transitorio									
Obj. 1	Acondicionamiento General				Fuerza Máxima				Fuerza Específica		Rapidez Ejecución		Rapidez Ejecución		Recuperación		Rapidez Ejec.		Reestructurar Cap. Básicas											
Obj. 2					Técnica				Técnica Específica		Técnica Competición		Técnica Competición		Capacidades Básicas		Técnica Comp.		Acond. General											

COMPETICIONES PREPARACIÓN → ●	Control I Delegación Granadina de Atletismo
	Control II Fed. Andaluza de Atletismo
	Control IV Fed. Andaluza de Atletismo
	Control VII Fed. Andaluza de Atletismo
COMPETICIONES INICIALES → ★	Control III Fed. Andaluza de Atletismo
	Control V Fed. Andaluza de Atletismo
COMPETICIONES IMPORTANTES → ★	Campeonato de Andalucía Sub18
	Campeonato de España Sub18

Figura 7: Ejemplo de planificación deportiva de la temporada de Pista Cubierta para la categoría Sub18.
Elaboración propia.

En la Figura 7 podemos contemplar un ejemplo de planificación, en este caso, una planificación de temporada de Pista Cubierta. Lo primero que se ha llevado a cabo es la programación de las competiciones y su grado de importancia. En líneas anteriores ya se ha mostrado el calendario de las competiciones. Una vez tenemos las fechas, comenzamos la realización del macrociclo. La temporada de Pista Cubierta se ha dividido en tres periodos, el preparatorio, el de competiciones y el transitorio. Dentro del primer periodo, en las primeras semana de entrenamiento, llevamos a cabo un mesociclo introductorio, que solemos denominar pretemporada. En dicho mesociclo nos centramos en el acondicionamiento general de los atletas. Tras las primeras cuatro semanas, iniciamos los mesociclos básicos de preparación general, donde los objetivos principales son trabajar y mejorar la fuerza máxima del atleta (siempre con transferencia a sus pruebas de atletismo), y la técnica general (técnica de carrera, posición de brazos, contacto con el suelo, etc.). Una vez comenzada la semana número 11, se empieza a trabajar de un modo más específico, y se inicia el mesociclo básico de preparación especial, seguido del mesociclo preparatorio para las competiciones próximas. Las diferencias entre ambos mesociclos es que en el primero trabajamos la fuerza específica del atleta junto con un trabajo de técnica específica de la especialidad del atleta, y en el segundo nos centramos más en la prueba que realiza el atleta realizando entrenamientos que se asemejen a la competición para trabajar la técnica y la rapidez de la ejecución. Una vez comenzado el periodo de competiciones (semana decimoséptima), buscamos que el atleta siga corrigiendo aspectos importantes de la técnica que le permitan mejorar para alcanzar la excelencia, y ejercicios de fuerza aplicada al atletismo con poca carga que permita al atleta trabajar gestos de la competición para mejorar la rapidez en la ejecución. Destacamos un periodo intermedio de tres semanas donde hay ausencia de competiciones. En este periodo lo que buscamos es que el atleta se recupere de las primeras semanas de competición y se produzca una regeneración de las capacidades básicas. Tras estas semanas, volvemos a las competiciones, y ya si, a las más importantes. La carga en las semanas de competición disminuye bastante para conseguir el pico de supercompensación de rendimiento en las competiciones importantes. En este periodo volvemos a trabajar la rapidez de ejecución y la técnica de competición. Tras el mesociclo de competición final, llevamos a cabo un periodo de regeneración o de transición. Lo que buscamos en estas semanas es que el atleta descansa tras las competiciones y que se produzca una reestructuración de las capacidades básicas y de nuevo, comenzamos a trabajar en el acondicionamiento general del atleta para comenzar la temporada de Aire Libre.

En cuanto al programa de prevención de lesiones en la musculatura isquiosural realizando el NHE, como ya hemos indicado, es un añadido a la planificación. El mismo comienza en la semana 14, coincidiendo con el inicio del mesociclo de preparación para las competiciones. La última sesión del programa tiene lugar el jueves 21 de febrero, que se corresponde con la semana 25. El programa de prevención abarca prácticamente todo el periodo de competición, periodo en el que el atleta trabaja mucho y tiene

grandes exigencias, periodo en el que se pueden producir muchas lesiones y los atletas deben interrumpir su entrenamiento alterando la planificación (Bourne et al., 2018). Con este trabajo buscamos que la musculatura isquiosural sea capaz de resistir suficiente fatiga para que el atleta pueda rendir al máximo y no se vea afectado por las lesiones consiguiendo un aumento en la flexibilidad de dicha musculatura lo que produce una disminución en uno de los factores de riesgo más importantes de sufrir una lesión.

EVALUACIÓN DEL PROGRAMA DE PREVENCIÓN Y RESULTADOS

Tras la realización del test *Sit and Reach* antes de llevar a cabo el programa de prevención, hemos obtenido los datos que se pueden observar en la primera columna de la tabla. De esta manera hemos podido medir la flexibilidad de la musculatura isquiosural, aspecto muy importante relacionado con la tasa de lesiones en dicha zona muscular (Ribeiro-Alvares et al., 2018). Tras los tres meses de programa que se han llevado a cabo por parte del grupo de intervención se ha vuelto a realizar el test *Sit and Reach* a ambos grupos. Se pueden observar los cambios que se han producido en la flexibilidad de la musculatura isquiosural en los atletas que han llevado a cabo el programa de prevención, habiendo aumentado la misma bastante más en estos atletas.

Tabla 6

Resultados de la Prueba Inicial y Final más la Diferencia de Resultados entre Ambas Pruebas Correspondientes al Grupo de Intervención.

ATLETA	P. INICIAL	P. FINAL	DIFERENCIA PRE-POST
ARH	33 cm	37 cm	4 cm
JJC	19 cm	24 cm	5 cm
PAV	21 cm	26 cm	3 cm
AAV	28 cm	35 cm	7 cm
MAM	29 cm	31 cm	2 cm
MEDIA	26 cm	30,6 cm	4,6 cm

Nota. Elaboración propia

Tabla 7

Resultados de la Prueba Inicial y Final más la Diferencia de Resultados entre Ambas Pruebas Correspondientes al Grupo de Control.

ATLETA	P. INICIAL	P. FINAL	DIFERENCIA PRE-POST
--------	------------	----------	---------------------

CMS	28 cm	28 cm	0 cm
BPM	21 cm	24 cm	3 cm
CRP	23 cm	26 cm	3 cm
JAS	25 cm	26 cm	1 cm
DED	32 cm	32 cm	0 cm
MEDIA	25,8 cm	27,2 cm	1,4 cm

Nota. Elaboración propia

Como dicen J. Petersen & Hölmich (2005), la flexibilidad de la zona isquiosural nos permite hacer mediciones para llevar a cabo una prevención de lesiones en la zona. Además, según el grado de flexibilidad de la musculatura posterior del muslo, podemos ver el riesgo que tiene el deportista de sufrir una lesión en la zona (Witvrouw et al., 2007).

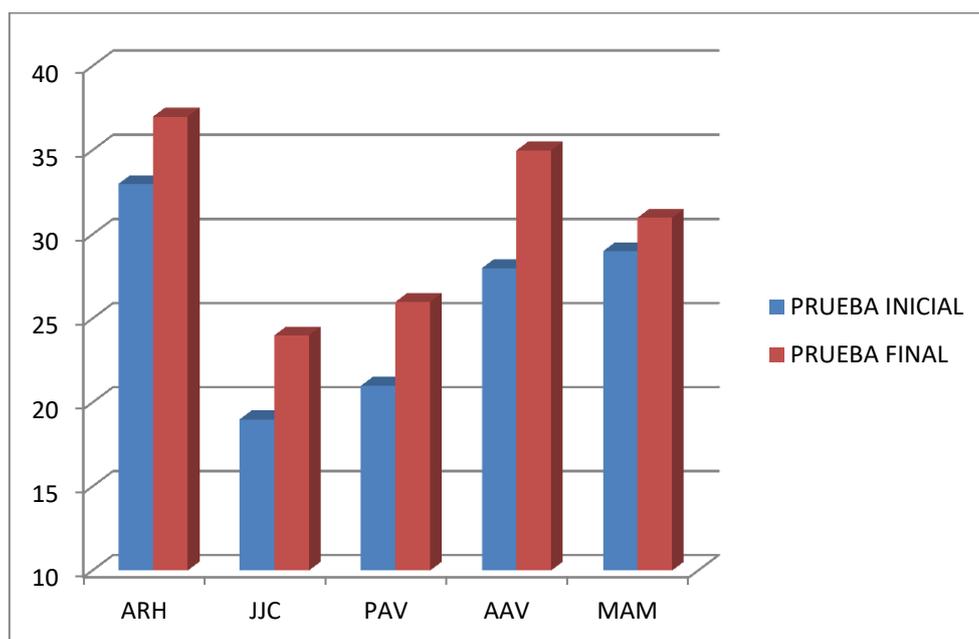


Gráfico 1. Resultados de la prueba inicial y final de flexibilidad isquiosural de los atletas del grupo de intervención. Elaboración propia.

En el gráfico 1 podemos observar los cambios que se han producido en la flexibilidad de la musculatura isquiosural después de llevar a cabo el programa de prevención en el grupo de intervención. Como he anotado anteriormente, los datos de flexibilidad se han obtenido realizando el test *Sit and Reach*. Los cinco atletas que han realizado el NHE los días propuestos en la programación, han sufrido cambios positivos en cuanto a la flexibilidad. Todos los atletas han aumentado su cifra tras la intervención de 24 semanas habiéndose producido una media de aumento de la flexibilidad de 4,16

centímetros. Sin embargo, los cambios producidos en el grupo de control no han sido tan importantes. En el gráfico 2 vemos que la diferencia entre las dos mediciones es mucho menor, incluso, en dos sujetos del grupo, no existe diferencia de flexibilidad en la zona isquiosural entre la primera toma de datos al inicio del programa, y la segunda, al final del mismo. Siguiendo el programa de entrenamiento del club de atletismo, sin el añadido del programa de prevención, la media de aumento de la flexibilidad que se ha producido en el grupo de control es de 1,4 centímetros.

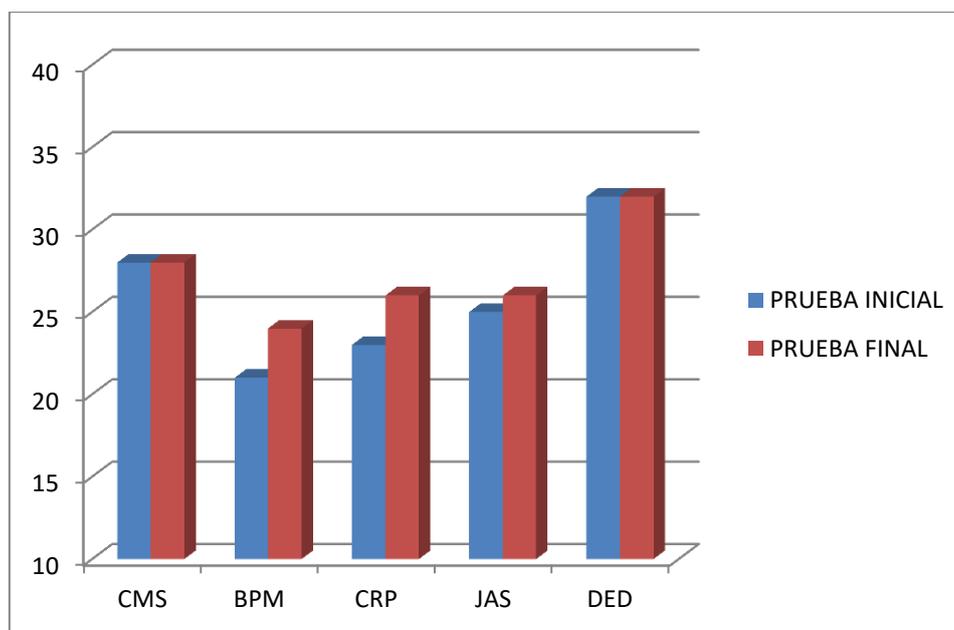


Gráfico 2. Resultados de la prueba inicial y final de flexibilidad isquiosural de los atletas del grupo de control. Elaboración propia.

El gráfico 3 nos muestra valores similares hablados anteriormente pero en distinta disposición. Estos datos se refieren al grupo de intervención. Además, en este gráfico añadimos la media de valores tanto de la prueba inicial como de la final. El gráfico 4, en la parte inferior, va de la mano, ya que muestra lo mismo, pero con los datos del grupo de control. En el primer gráfico (gráfico 3) observamos como la unión entre los dos valores hace que tengamos una línea ascendente, lo que indica que todos los atletas que han realizado el NHE para una prevención de lesiones de la musculatura isquiosural han aumentado su flexibilidad en dicha zona. La media también ha aumentado bastante, rondando los cinco centímetros más. En este caso, podemos indicar que se puede ver reducido el factor de riesgo relacionado con la flexibilidad isquiosural y que se han producido grandes aumentos en poco tiempo.

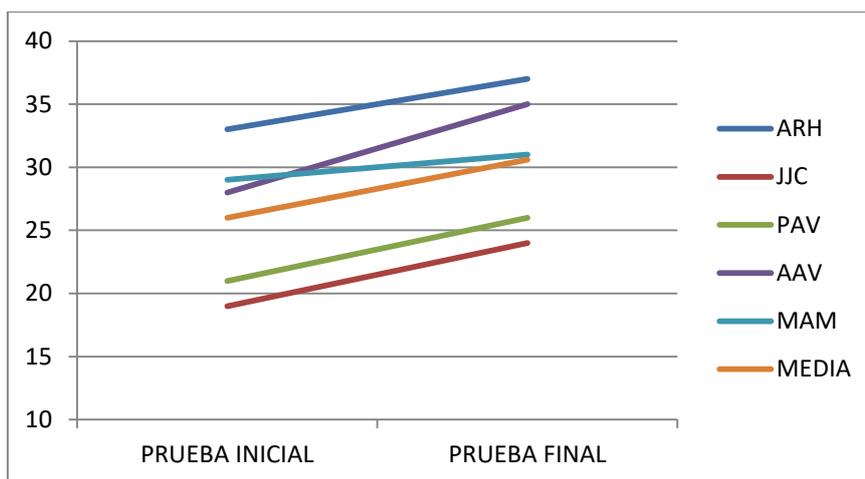


Gráfico 3. Diferencia entre los resultados de la prueba inicial y final en el grupo de intervención indicando también la diferencia de la media. Elaboración propia.

Por otro lado, a simple vista, podemos ver grandes diferencias entre ambos grupos. En el gráfico 4, la unión entre ambos puntos (prueba inicial y final) no hace que se produzca una línea ascendente, o si la produce, esta no es tan pronunciada. Todo esto nos indica que el aumento en la flexibilidad de la musculatura isquiosural no ha sido muy importante, o en algunos casos nula. Esto produce que el atleta no disminuya lo suficiente el factor de riesgo de poder sufrir una lesión. En dicho gráfico, también podemos observar la línea media, siendo ésta mucho menos inclinada, lo que viene a verificar lo que se ha indicado antes, que el aumento de la flexibilidad en la musculatura nombrada anteriormente no ha dado muchas diferencias entre la medida inicial y la final.

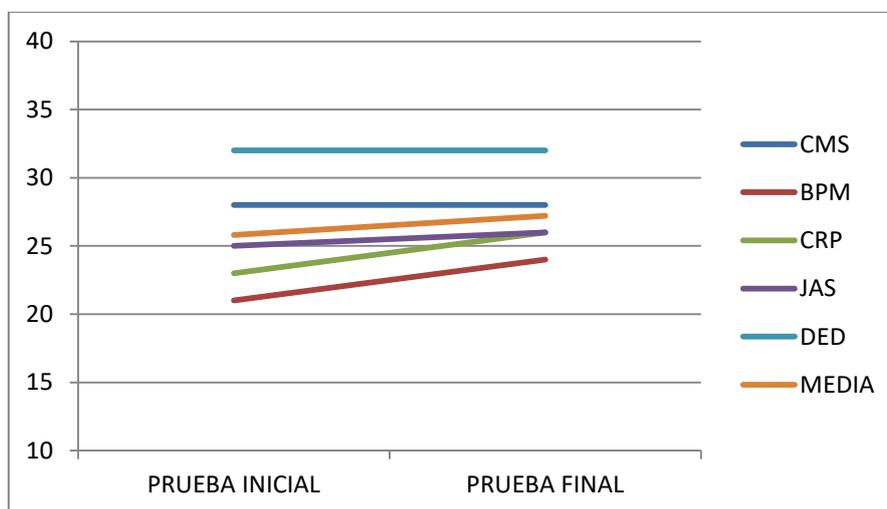


Gráfico 4. Diferencia entre los resultados de la prueba inicial y final en el grupo de control indicando también la diferencia de la media. Elaboración propia.

En el gráfico 5 hemos unido los resultados de la media tanto del grupo de intervención como del de control en cuanto a la diferencia de flexibilidad antes y después del programa. El grupo de intervención se ve representado con el color azul y el grupo de control con el color rojo. Como se puede ver, el valor medio en la prueba inicial es prácticamente idéntico en ambos grupos, siendo en el de intervención de 26

centímetros y en el de control de 25,8 centímetros. Las diferencias las podemos encontrar en el segundo valor del gráfico. El grupo de intervención muestra un valor bastante más elevado tras los tres meses de trabajo de prevención. Esto nos puede indicar que realizar el NHE nos ayuda a poder aumentar la flexibilidad de la musculatura isquiosural, por tanto, podemos decir que se ha alcanzado el objetivo principal del trabajo. Además, realizar un programa de prevención con el NHE puede proporcionaros otras mejoras, como un aumento en la fuerza excéntrica de la musculatura isquiosural, mejorar/mantener nuestro rendimiento máximo en un estado de fatiga, evitar lesiones en dicha zona evitando tener un parón en nuestra planificación, entre otras cosas.

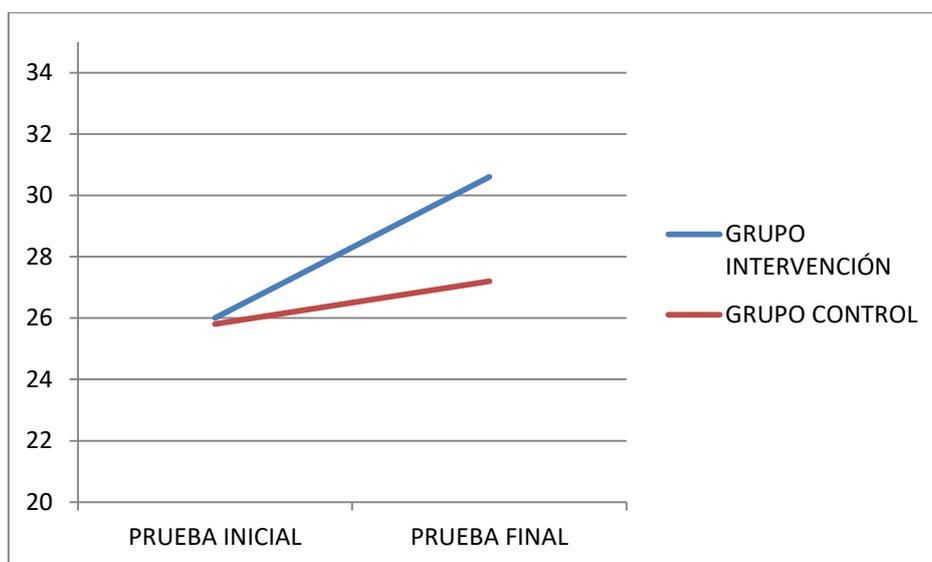


Gráfico 5. Diferencia media de flexibilidad isquiosural entre la prueba inicial y final de ambos grupos. Elaboración propia.

Tras la explicación y análisis de los datos extraídos, una vez realizadas las pruebas tanto antes como después de la intervención, hay que señalar que todo ha transcurrido según lo previsto y no ha surgido ningún contratiempo. Los cinco atletas del grupo de intervención han podido seguir la programación de un modo adecuado y todos han sabido ejecutar correctamente el NHE, siguiendo las indicaciones dadas al inicio del programa. También hay que destacar que todos los atletas han cumplido con los días establecidos, tomando el descanso indicado de 72 horas entre la realización del NHE en una semana. El programa de prevención de lesiones de la musculatura isquiosural utilizando el ejercicio indicado anteriormente se ha adaptado perfectamente a la planificación de la temporada de Pista Cubierta de atletismo.

A modo de incidencia se destaca que una atleta del grupo de intervención no pudo finalizar la sesión del jueves 24 de enero de 2019, que equivalía al día número 16 del programa, debido a una sobrecarga en los cuádriceps de la pierna derecha, y por tanto no pudo realizar el NHE previo a la vuelta a la calma. Por otro lado, se destaca que una atleta del grupo de control tuvo que parar de entrenar e interrumpir la planificación durante 10 días debido a una lesión en su rodilla derecha en la segunda quincena del mes de enero.

CONCLUSIÓN

La solución para evitar lesiones en la musculatura isquiosural es intentar eliminar los máximos factores de riesgo que pueden causar dichas lesiones. En este trabajo me he centrado en la flexibilidad isquiosural, ya que muchos deportistas tienen un déficit muy grande y como dice la evidencia, podríamos saber si el deportista está en riesgo de sufrir una lesión según su grado de flexibilidad. Creo que es acertado realizar el NHE aunque poco a poco van saliendo nuevas líneas de investigación que ponen en duda los beneficios de este ejercicio o proponen otros. Es un ejercicio muy completo que trabaja la fuerza excéntrica, muy importante en la técnica de carrera en deportistas que realizan carrera a alta velocidad. El programa de prevención llevado a cabo ha sido bastante correcto, siguiendo siempre las pautas de la bibliografía. Los atletas se han encontrado muy cómodos realizando el ejercicio. Se decidió que ninguna serie tuviese más de diez repeticiones para evitar una fatiga muy alta por parte del atleta, lo que le impediría realizar de forma correcta el ejercicio y poder seguir la programación del mismo, y no conseguir los beneficios que se buscaban.

Los resultados que se han obtenido tras el programa de prevención han sido bastantes buenos, ya que se ha conseguido aumentar la flexibilidad de la musculatura isquiosural en mayor medida en los atletas del grupo de intervención que han realizado el añadido del programa de prevención. Como se ha explicado anteriormente, ambos grupos partían de una misma media de flexibilidad isquiosural prácticamente, y tras los tres meses de trabajo, la media del grupo de intervención se ha disparado considerablemente, haciendo que la misma fuese de más de tres centímetro respecto a la del grupo control. Por otro lado, como dice la evidencia, la probabilidad de volver a tener una lesión en la musculatura isquiosural es bastante alta, es una lesión con un índice de recaída bastante alto. En esta temporada de Pista Cubierta, ningún atleta ha sufrido una lesión en dicha zona, y por tanto, aquí se engloba a los dos atletas del grupo de intervención que ya habían sufrido una lesión en la musculatura isquiosural y no han sufrido recaída.

Hay que destacar el alto compromiso de los atletas durante el programa de prevención. Tenían una motivación muy grande por ver los resultados de su temporada y ver que todo el trabajo tendría su recompensa. Los atletas han podido seguir sin ningún contratiempo la planificación de la temporada de Pista Cubierta.

Con este trabajo fin de grado he buscado encontrar una posible solución al problema que relaciona en muchas ocasiones a atletas con lesiones isquiosurales. Incluso, podríamos decir que este trabajo puede servir de guía para otros profesionales de las Ciencias del Deporte para poder llevar a cabo un programa de prevención de la musculatura isquiosural en atletismo. La evidencia sobre este tema es prácticamente nula ya que solo se centra en deportes como el fútbol y el rugby. Mi inquietud sobre este aspecto era muy alta, ya que en mi pasado como atleta he sufrido lesiones isquiosurales, mi hermano las ha sufrido, muchos atletas nacionales las han sufrido, y es muy frustrante tener que interrumpir una planificación por un problema isquiosural y

quizá, no poder llegar en las mejores condiciones a las competiciones importantes. Una vez finalizado el trabajo, considero que mi conocimiento acerca de este tema es mucho mayor, y seguiré formándome para conseguir que atletas y deportistas no sufran este tipo de lesiones. Hay que tener en cuenta que para que un músculo esté preparado para cualquier tipo de acción, es necesario someterlo a todo tipo de trabajo. No por realizar un ejercicio que haga trabajar al músculo de forma excéntrica vamos a conseguir eliminar por completo las lesiones. La musculatura isquiosural tiene que estar preparada para la flexión de la rodilla en la carrera y para frenar la rodilla en la posición de tándem. Si solo trabajamos la fuerza excéntrica puede que el atleta sufra lesiones en la impulsión de la carrera, cuando comenzamos a flexionar la rodilla, donde el trabajo es más concéntrico. En futuros programas de prevención de lesiones que pueda llevar a cabo, me centraré en todas las acciones que la musculatura de cualquier parte del cuerpo realice y trabajaré todo tipo de ellas, haciendo un músculo preparado para cualquier acción. En este trabajo he obtenido los resultados mediante un test, concretamente el de *Sit and Reach*. Lo ideal hubiese sido poder ver y medir mediante una ecografía la longitud del músculo antes de la intervención y después de la misma, para así ver los cambios del músculo de un modo más directo. Incluso, de este modo, ver en que músculo isquiosural tiene más incidencia el NHE según el aumento de grosor y de longitud.

En cuanto a las áreas de competencias del grado que he podido adquirir realizando el trabajo fin de grado, como indica el Boletín Oficial del Estado, destaco la de *Prevención, adaptación y mejora del rendimiento físico-deportivo y de la salud mediante la condición física y el ejercicio físico*. Dentro de ella, he adquirido diferentes competencias y/o resultados de aprendizaje. La más adquirida ha sido la de *Identificar, comunicar y aplicar criterios científicos anatómico-fisiológicos y biomecánicos a un nivel avanzado de destrezas en el diseño, desarrollo y evaluación técnico-científica de procedimientos, estrategias, acciones, actividades y orientaciones adecuadas; para prevenir, minimizar y/o evitar un riesgo para la salud en la práctica de actividad física y deporte en todo tipo de población*. Mi trabajo ha ido orientado a un programa de prevención de lesiones en la musculatura isquiosural, para conseguir un objetivo que ayude a minimizar el riesgo de lesiones en dicha zona en atletas de velocidad y vallas. Ha sido muy importante el conocimiento adquirido para poder llevar a cabo dicho programa, teniendo en cuenta los factores previos a la intervención del programa, a la fijación de un objetivo, procedimiento y estrategias de intervención y una evaluación técnico-científica, como indica la competencia. Por otro lado, en el trabajo he realizado un ejemplo de planificación que siguen los atletas de la categoría Sub18. Por tanto destaco la competencia de *Diseñar y aplicar con fluidez, naturalidad, de forma consciente y continuada ejercicio físico y condición física adecuada, eficiente, sistemática, variada, basada en evidencias científicas, para el desarrollo de los procesos de adaptación y mejora o readaptación de determinadas capacidades de cada persona en relación con el movimiento humano y su optimización; con el fin de poder resolver problemas poco estructurados, de creciente complejidad e imprevisibles y con énfasis en las poblaciones de carácter especial*, ya que he realizado una planificación de

una temporada de Pista Cubierta de atletismo realizando un macrociclo donde especifico los diferentes microciclos, mesociclos, periodos, y expongo los diferentes objetivos que se buscan a lo largo de los diferentes momentos de la temporada. Ha sido necesario un estudio de las diferentes competiciones y rango de importancia de las mismas para llevar a cabo una organización en el trabajo.

Ha sido un trabajo muy gratificante ya que he podido llevar a la práctica todo lo planteado en este trabajo y he podido vivir de primera mano cómo los atletas han ejecutado la programación que yo había ideado. En trabajos de este tipo uno ve su progreso tras los cuatro años de estudios en el grado. Es muy bonito poder llevar a cabo algo gracias a los conocimientos adquiridos y conseguir beneficios en otras personas con mi trabajo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Al Attar, W. S. A., Soomro, N., Sinclair, P. J., Pappas, E., & Sanders, R. H. (2017). Effect of Injury Prevention Programmes Including Nordic Hamstring Exercise on Hamstring Injury Rates in Soccer Players: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Medicine*, 47(5), 907–916. <https://doi.org/10.1007/s40279-016-0638-2>
- Askling, C., Karlsson, J., & Thorstensson, A. (2003). Hamstring injury occurrence in elite soccer players after preseason strength training with eccentric overload. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 13(4), 244–250. <https://doi.org/10.1034/j.1600-0838.2003.00312.x>
- Ayala, F., Sainz de Baranda, P., De Ste Croix, M., & Santonja, F. (2012). Reliability and validity related to the sit and reach test criteria and the finger touch test for estimating hamstring flexibility in young adults engaged in recreational activities. *Physical Therapy in Sport*, 13(4), 219–226. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2011.11.001>
- Beijsterveldt, A. M. C. Van, Port, I. G. L. Van De, Vereijken, A. J., & Backx, F. J. G. (2013). Risk Factors for Hamstring Injuries in Male Soccer Players :, 253–262. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2012.01487.x>
- Bourne, M. N., Duhig, S. J., Timmins, R. G., Williams, M. D., Opar, D. A., Al Najjar, A., ... Shield, A. J. (2017). Impact of the Nordic hamstring and hip extension exercises on hamstring architecture and morphology: Implications for injury prevention. *British Journal of Sports Medicine*, 51(5), 469–477. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-096130>
- Bourne, M. N., Timmins, R. G., Opar, D. A., Pizzari, T., Ruddy, J. D., Sims, C., ... Shield, A. J. (2018). An Evidence-Based Framework for Strengthening Exercises to Prevent Hamstring Injury. *Sports Medicine*, 48(2), 251–267. <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0796-x>
- Ekstrand, J., Häggglund, M., & Waldén, M. (2011). Epidemiology of muscle injuries in professional football (soccer). *American Journal of Sports Medicine*, 39(6), 1226–1232. <https://doi.org/10.1177/0363546510395879>
- Engebretsen, A. H., Myklebust, G., Holme, I., Engebretsen, L., & Bahr, R. (2010). Intrinsic Risk Factors for Hamstring Injuries Among Male Soccer Players. *The American Journal of Sports Medicine*, 38(6), 1147–1153. <https://doi.org/10.1177/0363546509358381>
- Espejo Antúnez, L., Maya Martín, J., Cardero Durán, M. A., & Albornoz Cabello, M. (2012). Aumento de la extensibilidad isquiotibial tras aplicar elongación muscular eléctrica. *Fisioterapia*, 34(3), 112–117. <https://doi.org/10.1016/j.ft.2012.01.001>

- Fousekis, K., Tsepis, E., Poulmedis, P., Athanasopoulos, S., & Vagenas, G. (2011). Intrinsic risk factors for non-contact quadriceps and hamstring sprains in football: A prospective study of 100 professional players. *British Journal of Sports Medicine*, 45(9), 709–714. <https://doi.org/10.1136/bjism.2010.077560>
- Goode, A. P., Reiman, M. P., Harris, L., DeLisa, L., Kauffman, A., Beltramo, D., ... Taylor, A. B. (2015). Eccentric training for prevention of hamstring injuries may depend on intervention compliance: A systematic review and meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 49(6), 349–356. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2014-093466>
- Hartig, D., & Henderson, D. (1999). Increasing Hamstring Flexibility Decreases Lower Extremity Overuse Injuries in Military Basic Trainees. *The American Journal of Sports Medicine*, 27(2), 173–176.
- Les, I. (1989). Renforcement local des groupes musculaires intervenant dans le retour de la jambe libre en course de vitesse, 34–38.
- Lovell, R., Knox, M., Weston, M., Siegler, J. C., Brennan, S., & Marshall, P. W. M. (2018). Hamstring injury prevention in soccer: Before or after training? *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 28(2), 658–666. <https://doi.org/10.1111/sms.12925>
- Marshall, P. W. M., Robbins, D. A., Wrightson, A. W., & Siegler, J. C. (2012). Acute neuromuscular and fatigue responses to the rest-pause method. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 15(2), 153–158. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2011.08.003>
- Petersen, J., & Hölmich, P. (2005). Evidence based prevention of hamstring injuries in sport. *British Journal of Sports Medicine*, 39(6), 319–323. <https://doi.org/10.1136/bjism.2005.018549>
- Petersen, J., Thorborg, K., Nielsen, M. B., Budtz-Jørgensen, E., & Hölmich, P. (2011). Preventive effect of eccentric training on acute hamstring injuries in Men's soccer: A cluster-randomized controlled trial. *American Journal of Sports Medicine*, 39(11), 2296–2303. <https://doi.org/10.1177/0363546511419277>
- Resolución de 18 de septiembre de 2018, de la Secretaría General de Universidades, por la que se publica el Acuerdo del Consejo de Universidades de 17 de septiembre de 2018, por el que se establecen recomendaciones para la propuesta por las universidades de memorias de verificación del título oficial de Grado en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte. Boletín Oficial del Estado, 228, de 20 de septiembre de 2018, 91209 a 91217. Recuperado de <https://deporte.ugr.es/pages/practicasyexternas-nueva/competenciasyestructuragradoef/>
- Ribeiro-Alvares, J. B., Marques, V. B., Vaz, M. A., & Baroni, B. M. (2018). Four

Weeks of Nordic Hamstring Exercise Reduce Muscle Injury Risk Factors in Young Adults. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 32(5), 1254–1262. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001975>

Shield, A. J., & Bourne, M. N. (2018). Hamstring Injury Prevention Practices in Elite Sport: Evidence for Eccentric Strength vs. Lumbo-Pelvic Training. *Sports Medicine*, 48(3), 513–524. <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0819-7>

Van Hooren, B., & Bosch, F. (2017). Is there really an eccentric action of the hamstrings during the swing phase of high-speed running? part I: A critical review of the literature. *Journal of Sports Sciences*, 35(23), 2313–2321. <https://doi.org/10.1080/02640414.2016.1266018>

Witvrouw, E., Danneels, L., Asselman, P., & Cambier, D. (2007). Players: A Prospective Study Muscle Flexibility as a Risk Factor for Developing Muscle Injuries in Male Professional Soccer Muscle Flexibility as a Risk Factor for Developing Muscle Injuries in Male Professional Soccer Players A Prospective Study, 31(1), 41–46.

Woods, C., Hawkins, R. D., Maltby, S., Hulse, M., Thomas, A., & Hodson, A. (2004). The Football Association Medical Research Programme: An audit of injuries in professional football - Analysis of hamstring injuries. *British Journal of Sports Medicine*, 38(1), 36–41. <https://doi.org/10.1136/bjism.2002.002352>