



**Universidad**  
Zaragoza



**UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD**  
**GRADO EN FISIOTERAPIA**

**Curso Académico: 2012/2013**

**TRABAJO DE FIN DE GRADO**  
**Efecto de un Programa de Entrenamiento**  
**Neuromuscular en la Prevención de Lesiones**  
**del Miembro Inferior en Baloncesto de**  
**Formación.**

**Autora: Adriana Barrio Huarte**

## **Índice:**

Resumen	2
Introducción	3
Epidemiología	3
Etiología	4
Prevención	5
Objetivos	7
Metodología	8
Diseño del estudio	8
Aleatorización	8
Sujetos	8
Programa de prevención	10
Definición y recopilación de datos	11
Análisis estadístico	11
Desarrollo	13
Resultados	13
Discusión	17
Conclusiones	18
Limitaciones del estudio y sugerencias	18
Bibliografía	20
Anexos	23
Anexo I.	24
Anexo II.	25
Anexo III	37

## **Resumen:**

**Introducción:** Escasa evidencia científica determina la epidemiología y prevención de lesiones en edades de formación en baloncesto.

**Objetivos:** Demostrar la eficacia de un programa de prevención específico para lesiones de miembros inferiores en el baloncesto en jóvenes entre 9-18 años.

**Metodología:** Estudio de casos-control. 154 sujetos fueron asignados aleatoriamente por conglomerados al grupo control e intervención. Los equipos asignados al grupo de intervención realizaron un programa de ejercicios de 16 semanas centrado en estiramientos, propiocepción y coordinación. Los equipos del grupo control continuaron con su actividad habitual. Análisis estadístico con Microsoft Excel y R Comamander (versión 2.14.2).

**Desarrollo:** La incidencia de lesiones del miembro inferior en general fue significativamente inferior para los sujetos del grupo intervención (P-valor=0,011), también lo fue para los esguinces de tobillo (P-valor=0,035) y las lesiones de rodilla (P-valor=0,029).

**Conclusiones:** Un programa de prevención basado en estiramientos, trabajo propioceptivo y coordinación reduce significativamente el riesgo de sufrir lesiones del miembro inferior en jugadores de baloncesto entre 9 y 18 años.

## **Introducción:**

La actividad física aporta numerosos beneficios para la salud y la formación integral de niños y jóvenes: mejora de la condición física, fomento del autoestima y la auto-exigencia, aprendizaje del trabajo en equipo...<sup>1,2,3,4</sup> Cada día más niños se especializan en un deporte a temprana edad<sup>1</sup>, participando regularmente en entrenamientos y partidos. El baloncesto es uno de los deportes más practicados entre los escolares en España.

Toda práctica deportiva conlleva el riesgo de sufrir lesiones, normalmente características de cada disciplina<sup>2,3,4,5</sup>. Existen numerosos estudios dedicados a determinar la epidemiología, etiología, tratamiento y prevención de estas lesiones; la mayoría de ellos realizados en adultos. Sin embargo, existen características propias de niños y jóvenes que les hacen vulnerables lesiones que no se ven en adultos<sup>1</sup>. Este trabajo pretende estudiar la eficacia de un programa de entrenamiento de la extensibilidad y la coordinación neuromuscular dirigido a jugadores de baloncesto en edades de formación con el objeto de prevenir lesiones musculoesqueléticas del miembro inferior.

## ***Epidemiología***

*Género.* La mayoría de artículos coinciden en que la incidencia de lesiones es mayor en hombres que en mujeres<sup>5,6,7</sup>; aunque hay alguno, como el de Borowski et col.<sup>8</sup> que indica lo contrario.

*Edad.* La incidencia de lesiones aumenta progresivamente con la edad, sobre todo al comienzo de la pubertad<sup>5,6,7</sup>. Ésto puede deberse a la mejora de la condición física que sobreviene a la pubertad y al aumento del nivel competitivo<sup>7</sup>.

*Región corporal.* Los mayores índices de lesión se observan en: miembro inferior ( $\approx 40\%$ ) y miembro superior ( $\approx 40\%$ ), y cabeza y tronco ( $\approx 20\%$ )<sup>5,6,8</sup>. Afinando a estructuras más concretas, destacaríamos: pie y tobillo ( $30-40\%$ )<sup>5,8</sup>, dedos de la mano ( $20\%$ )<sup>5,7</sup>, rodilla, cabeza y tronco<sup>3,5,6,7,8</sup>. En general, las mujeres sufren más lesiones de rodilla y dedos que los hombres<sup>5</sup>. Por edades, los niños entre 5-10 años son más

propensos a presentar lesiones en el miembro superior, especialmente en dedos; mientras que los jóvenes entre 15-19 años presentan más lesiones del miembro inferior, sobre todo en tobillos<sup>5</sup>.

*Naturaleza de la lesión.* Las lesiones más frecuentes son: esguinces y torceduras (40-45%)<sup>5,6,8,9</sup>, fracturas y dislocaciones (20%)<sup>5,6</sup>, lesiones del tejido blando (18-19%)<sup>6,8</sup> y TCE (2%)<sup>3,5,6,9</sup>. Por género, en mujeres son más frecuentes los esguinces, lesiones del tejido blando y TCE; mientras que en los hombres son más habituales las fracturas, dislocaciones y laceraciones<sup>5</sup>. Por edades, los TCE son más frecuentes en niños entre 5-10 años, las lesiones del tejido blando, fracturas y dislocaciones se producen sobre todo entre los 5-14 años, y los esguinces y torceduras a partir de los 15 años<sup>5</sup>.

*Tiempo de inactividad deportiva.* Varía desde unos días a una incapacidad permanente (10,6%), aunque lo más habitual es una duración igual o inferior a una semana (51,3%) o incluso entre 1-3 semanas (30%)<sup>8</sup>.

### ***Etiología.***

Los principales mecanismos lesivos se producen clasificar en: lesiones por contacto (76,8%) y lesiones sin contacto (23,2%)<sup>6</sup>. Las lesiones que no implican contacto son aquellas derivadas de un gesto técnico mal realizado: paradas, cambios bruscos de dirección, etc., éstas tienen especial repercusión en la rodilla y los tobillos; son más frecuentes en mujeres<sup>6</sup>. Las que implican contacto son más frecuentes en hombres<sup>6</sup>.

A continuación se detallan etiología, factores de riesgo y mecanismos lesivos de las patologías más frecuentes. Especial atención por su incidencia y su repercusión merecen las lesiones de tobillo y rodilla.

Los esguinces de tobillo son la lesión más frecuente<sup>2,10,11</sup>. Entre el 85-90% afectan al ligamento lateral, sino pueden darse en el ligamento medial o la sindésmosis tibioperonea<sup>10,11</sup>. El mecanismo lesivo consiste en una inversión/eversión forzadas al realizar una rotación con el pie fijo (defensa, pivotes y cambios de dirección) o al aterrizar de un salto con un mal apoyo (rebotes y tiros)<sup>8</sup>. La inestabilidad crónica, la afectación de la estabilidad activa y la incapacidad para colocar el pie en una posición correcta previa al

aterrizaje son secuelas frecuentes que, a su vez, constituyen el principal factor de riesgo para sufrir esguinces recurrentes<sup>12</sup>. Más del 50% de los casos recurrentes resultan en incapacidad deportiva y cursan con dolor e inestabilidad crónicos<sup>10</sup>.

Las lesiones de rodilla afectan principalmente al ligamento cruzado anterior (LCA). Estas lesiones son poco frecuentes en la población general<sup>13</sup>, pero de media/alta incidencia en deportes como baloncesto, fútbol y balonmano<sup>13,14,15</sup>; y son más frecuentes en mujeres<sup>13,14,16</sup>. Constituyen factores de riesgo: la debilidad muscular y los desequilibrios agonista-antagonista que perjudican a la estabilidad activa, un control postural y/o neuromuscular alterados y una mala técnica deportiva, especialmente en los aterrizajes<sup>14</sup>. Generalmente los mecanismos lesivos son de naturaleza no traumática<sup>13,14,15,16</sup>. Se producen sobre todo en aterrizajes y pivotes bruscos que implican un cizallamiento de las superficies articulares que no puede retener el ligamento.

Las fracturas se producen en colisiones con otros jugadores (36,8%) y por contactos con el balón (16,9%)<sup>8</sup>. Las lesiones del tejido blando se dan por sobreuso o sobreesfuerzo (29,5%) y en saltos/caídas (13,8%)<sup>8</sup>. Y por último los TCE se producen por contacto con otro jugador (64,7%), o con el suelo (12,9%)<sup>8</sup>.

Finalmente señalar que se produce una mayor incidencia de lesiones durante los partidos que en los entrenamientos<sup>8,17</sup>, siendo que generalmente los entrenamientos supone entre un 75-66% del tiempo de exposición total.

### ***Prevención.***

Numerosos estudios evalúan distintos programas de prevención en el baloncesto para adultos<sup>2,3,10,11,12,13,14,15,18,19,20</sup>; sin embargo, muy pocos se centran en niños ni adolescentes<sup>4</sup>. En general dichos programas se centran en entrenamientos neuromusculares y la mejora biomecánica de los gestos deportivos. Dentro de los programas de entrenamiento neuromuscular se

trabaja: estiramientos, propiocepción, fortalecimiento muscular, pliometría, coordinación y agilidad.

En la prevención de lesiones de LCA el entrenamiento neuromuscular debe trabajar todos sus componentes, ya que, aunque juntos muestran una elevada efectividad, aislados la eficacia es moderada<sup>13,15,20,19</sup>. La corrección de la biomecánica en gestos técnicos como paradas, cambios de sentido y aterrizajes resulta especialmente importante<sup>13,14,15</sup>; se puede realizar mediante instrucciones verbales<sup>13,15</sup>, feedback visual<sup>13</sup> o ejercicios para trabajar la correcta alineación del miembro inferior<sup>14</sup>.

En los esguinces de tobillo, la prevención secundaria cuenta con gran evidencia científica<sup>2,3,10,11,18,19,20</sup>, sin embargo, la prevención primaria parece poco eficaz y apenas esta estudiada<sup>2,10,11</sup>. El entrenamiento neuromuscular, y sobre todo el trabajo propioceptivo, es esencial en la prevención de esguinces<sup>2,10,11,12,18,19,20</sup>, ya que mejora la respuesta neuromuscular y los patrones posturales, ambos directamente relacionados con el riesgo de recaídas<sup>18</sup>. Fu et al.<sup>12</sup> señalan la coordinación como un componente también importante.

Durante la adolescencia, en la etapa de crecimiento musculoesquelético rápido, frecuentemente aparecen desequilibrios neuromusculares que provoquen una disminución del equilibrio y la coordinación, haciendo más susceptible al sujeto de sufrir lesiones<sup>20</sup>. Esto podría justificar la iniciación de programas neuromusculares en edades escolares.

**Objetivos:**

- Demostrar la eficacia de un programa de prevención específico para lesiones de miembros inferiores en el baloncesto en jóvenes entre 9-18 años.
- Describir las principales lesiones en baloncesto en los jóvenes.



## **Metodología:**

### ***Diseño del estudio***

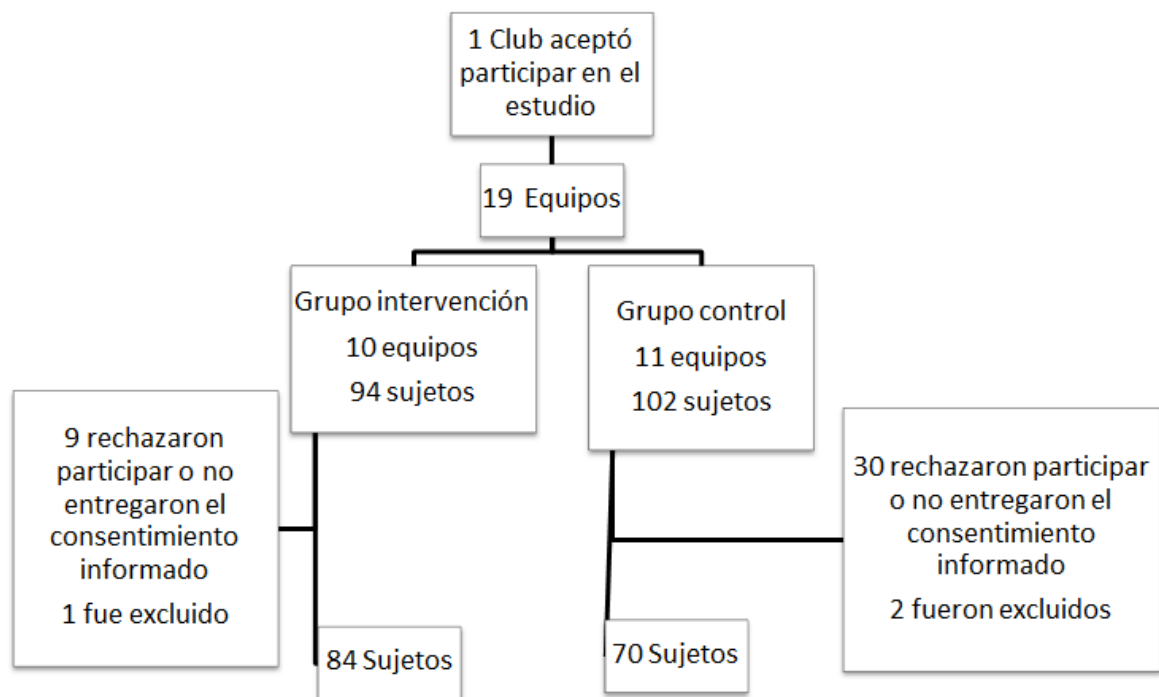
Estudio de casos-control.

### ***Aleatorización***

La asignación a los grupos control e intervención se realizó de forma aleatoria por conglomerados o grupos naturales; de este modo, cada miembro de un equipo fue asignado al mismo grupo. Este procedimiento no se considera óptimo; sin embargo, es ampliamente utilizado y aceptado en estudios de prevención de lesiones deportivas como una manera de limitar la contaminación entre los grupos.

### ***Sujetos***

196 jugadores (105 niñas y 91 niños) de un club de baloncesto fueron propuestos para participar en el estudio. El reclutamiento de sujetos se hizo en varias fases (septiembre-octubre): primero se contactó con el presidente del club y el director deportivo a quienes se les expuso las bases del estudio en una entrevista, aceptaron participar. Posteriormente, se hizo una reunión con los entrenadores donde se les explicó el proyecto, sus funciones y se aportó el material necesario; todos aceptaron. Finalmente, se informó a los padres en la reunión de pretemporada y se les facilitó la hoja de consentimiento informado (Anexo I). 154 jugadores (84 niñas y 70 niños) aceptaron participar voluntariamente, firmando el consentimiento informado.



**Figura 1.** Reclutamiento y aleatorización.

\*Dos de los equipos carecían de homologos, por lo que se asignó a sus componentes de forma aleatoria en los dos grupos.

Para ser incluidos en el estudio, los sujetos debían tener entre 9 y 18 años, pertenecer al club y estar en condiciones de jugar el primer día de temporada; además de entregar debidamente el consentimiento informado. Todos los equipos entrenaban 3 veces/semana y competían 1 vez/semana; se consideró un criterio de exclusión una participación inferior al 66,6% en los entrenamientos, al 75% en los partidos y/o al 79,1% de sesiones del programa de prevención.

Se informó a los equipos asignados al grupo de intervención que realizarían un programa de ejercicios con el propósito de prevenir lesiones y mejorar su rendimiento. Se pidió a los equipos del grupo control que continuaran con su actividad habitual durante la temporada y se les informó de que, si el programa de intervención resultaba efectivo, podrían tenerlo a disposición la temporada siguiente.

Categoría	G. Intervención		Total		G. Control	
Benjamín (9-10 años)	Fem.	10	Fem.	19	Fem.	9
	Masc.	6	Masc.	11	Masc.	5
	Total	16	Total	30	Total	14
Alevín (11-12 años)	Fem.	10	Fem.	15	Fem.	5
	Masc.	7	Masc.	13	Masc.	6
	Total	17	Total	28	Total	11
Infantil (13-14 años)	Fem.	10	Fem.	21	Fem.	11
	Masc.	10	Masc.	18	Masc.	8
	Total	20	Total	39	Total	19
Cadete (15-16 años)	Fem.	9	Fem.	17	Fem.	8
	Masc.	13	Masc.	21	Masc.	8
	Total	22	Total	38	Total	16
Junior (17-18 años)	Fem.	6	Fem.	14	Fem.	8
	Masc.	3	Masc.	5	Masc.	2
	Total	9	Total	19	Total	10
Total	84		154		70	

**Tabla 1.** Descripción de los sujetos según género, edad y grupo al que fueron asignados.

### ***Programa de prevención***

El programa de prevención (Anexo II) se diseñó en base a una recopilación de artículos validados científicamente y publicados, centrados en la prevención de lesiones de miembro inferior en baloncesto, especialmente esguinces de tobillo y lesiones del LCA de la rodilla.

El programa se llevó a cabo durante 16 semanas (24 sesiones) entre el 29 de octubre de 2012 y el 3 de marzo de 2013 y se dividió en tres fases (Tabla 2). Las sesiones se realizaban al término del entrenamiento ordinario en las mismas instalaciones y tenía una duración de entre 15-20 minutos.

<b>Programa de Prevención.</b> 16 Semanas – 24 Sesiones			
	<b>Fase 1.</b> <b>1 semana-</b> <b>2 sesiones</b>	<b>Fase 2.</b> <b>7 semanas-14 sesiones</b>	<b>Fase 3.</b> <b>8 semanas-8 sesiones</b>
<b>Estiramientos</b>	Aprendizaje de tabla de estiramientos	Estirar después de cada sesión	
<b>Propiocepción</b>		Ejercicios propioceptivos de dificultad creciente: <ul style="list-style-type: none"> <li>• equilibrio bipodal estático y dinámico con dos pelotas colocadas simétricamente,</li> <li>• equilibrio bipodal estático y dinámico con dos pelotas colocadas de forma asimétrica,</li> <li>• equilibrio monopodal estático en suelo con ojos abiertos (OA) y con ojos cerrados (OC),</li> <li>• equilibrio monopodal dinámico en suelo con OA y OC,</li> <li>• equilibrio monopodal dinámico con una pelota,</li> <li>• equilibrio monopodal dinámico con dos pelotas.</li> </ul>	
<b>Coordinación y agilidad</b>		Ejercicios con escalera de coordinación de dificultad creciente. Trabajo de diferentes desplazamientos (de frente, hacia atrás y laterales), usando una o ambas piernas y siempre procurando la máxima velocidad y precisión.	

**Tabla 2.** Descripción del programa de prevención.

### ***Definiciones y recopilación de datos***

Los tiempos de exposición, la adherencia al programa de prevención y los datos referentes a las lesiones; fueron recogidos por los entrenadores, quienes periódicamente remitían dichos datos al investigador.

Se definió una lesión deportiva como aquella que se produce a consecuencia de una actividad deportiva y que impide al sujeto continuar inmediatamente con la actividad deportiva y/o participar en la siguiente actividad deportiva programada, requiriendo atención médica. El tiempo de exposición comprende entrenamientos y partidos, sean ordinarios o extraordinarios, y se mide por sesiones. La adherencia al programa mide el grado de participación en el mismo y se expresa en porcentaje.

### ***Análisis de datos***

Se realizó un análisis descriptivo de las variables de interés: sexo, edad, grupo control/intervención, lesión, región corporal, naturaleza de lesión,

tiempo de inactividad y contexto de la lesión con el programa informático Microsoft Excel 2010.

Para valorar la eficacia del programa de prevención, se realizó en primer lugar el "Contraste de normalidad de Shpiro-Wilk" para las variables: género, lesiones del miembro inferior, esguinces de tobillo, lesiones de rodilla y tiempo de inactividad deportiva; se obtuvo un  $P\text{-valor} < 2.2 \times 10^{-16}$ , por lo que se rechaza en todas la hipótesis de normalidad. Al disponer de un tamaño muestral adecuado se utilizó de forma aproximada el "Test de diferencias de medias para poblaciones independientes (A)". Se utilizó paralelamente el "Test no paramétrico de Mann-Whitney (B)" que hace la misma comparación que el anterior pero utilizando las medianas. Para todo esto se utilizó el programa informático R Comamander (versión 2.14.2).

## **Desarrollo:**

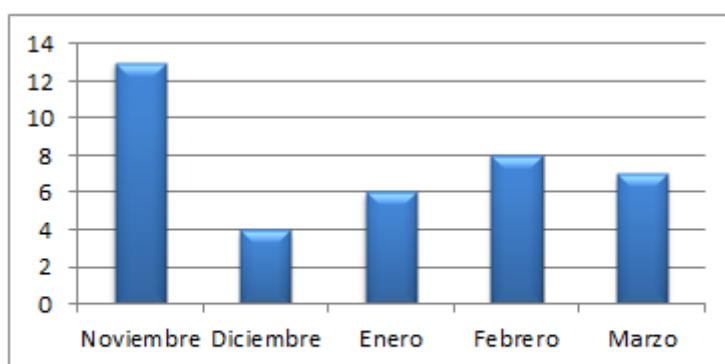
### ***Resultados:***

#### ***Características poblacionales***

Las características de los sujetos en los grupos de intervención y control fueron similares (Tabla 1).

#### ***Descripción de las lesiones generales***

29 de los 154 sujetos (18,8%) sufrieron alguna lesión durante la temporada, registrándose un total de 38 lesiones. La distribución de dichas lesiones durante los meses de estudio se observa en la figura 2.



**Figura 2.** Relación de lesiones durante los meses de estudio.

*Edad y sexo.* Los niños de 9-10 años acumulan el 18,42% de las lesiones, los de 11-15 años el 39,47% y los de 16-18 el 42,11%. El promedio de lesiones fue mayor en mujeres (0,22) que en hombres (0,17); aunque la diferencia no es estadísticamente significativa ( $P\text{-valor}_A=0.369$ ,  $P\text{-valor}_B=0.604$ ).

*Región corporal.* El 67% de las lesiones ocurren en el miembro inferior, el 22% en el miembro superior y el 11% en la cabeza y el tronco. En general, los niños de 9-10 años se lesionan todas las zonas del cuerpo similarmente; sin embargo, a partir de los 11 años se sigue la tendencia general (Tabla 3).

Región corporal/ Edad	9-10	11-15	16-18	Total
Miembro inferior	5,26%	26,32%	34,21%	65,79%
Miembro superior	5,26%	7,89%	7,89%	21,05%
Cabeza y tronco	5,26%	5,26%	0,00%	10,53%
Otros	2,63%	0,00%	0,00%	2,63%
<b>Total</b>	<b>18,42%</b>	<b>39,47%</b>	<b>42,11%</b>	<b>100,00%</b>

**Tabla 3.** Porcentaje de lesiones según región corporal y edad.

*Naturaleza de la lesión.* Los esguinces suponen el 47% de las lesiones, seguidas de las contusiones 26%, los traumatismos 17% y las fracturas 5% (gráfico x). Los niños de 9-10 años presentan más frecuentemente traumatismos y contusiones, frente a niños de 11-18 años donde se presenta un número mayor de esguinces (Tabla 4).

Naturaleza de lesión/Edad	9-10	11-15	16-18	Total
Contusión	5,41%	13,51%	8,11%	27,03%
Esguince	2,70%	16,22%	29,73%	48,65%
Fractura	0,00%	5,41%	0,00%	5,41%
Traumatismo	8,11%	5,41%	5,41%	18,92%
<b>Total</b>	<b>16,22%</b>	<b>40,54%</b>	<b>43,24%</b>	<b>100,00%</b>

**Tabla 4.** Pocentaje de lesiones según naturaleza de la lesión y edad.

*Contexto de lesión.* El 63,16% de las lesiones se produjeron durante los partidos, frente al 36,84% que se produjeron en entrenamientos (Figura 3).



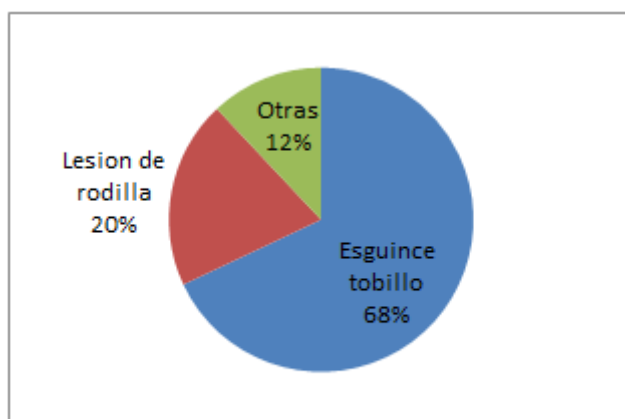
**Figura 3.** Relación entre el tiempo de exposición y la incidencia de lesiones.

#### Descripción de las lesiones de miembro inferior

21 de los 154 sujetos (13,6%) sufrieron alguna lesión del miembro inferior durante la temporada, registrándose un total de 25 lesiones.

*Edad.* Los niños de 9-10 años supusieron el 8 % de las lesiones, los de 11-15 años el 40% y los de 16-18 el 52%.

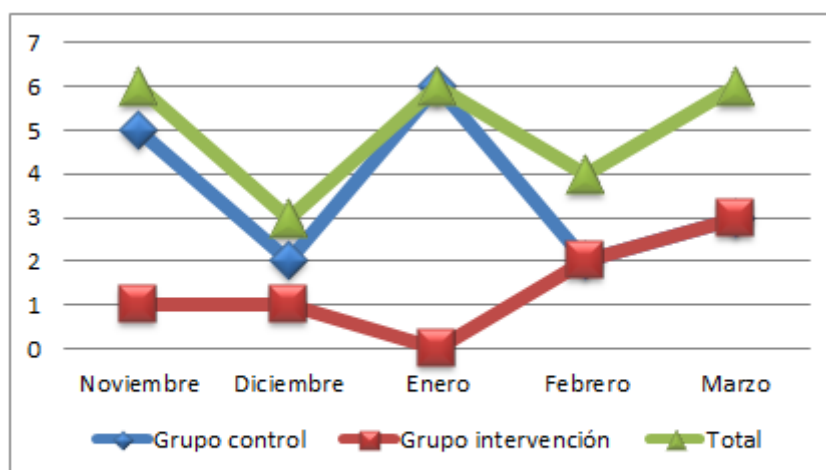
*Lesiones.* Los esguinces de tobillo fueron la lesión más frecuente (68%), seguidos de las lesiones de rodilla (contusiones (n=4) y meniscopatía (n=1)) (20%) (Figura 4). Todos los esguinces de tobillo afectaron al ligamento lateral externo, siendo el 88,2% de grado I con una inactividad deportiva media de 8,3 días y un 21,8% de grado II con una inactividad media de 26,5 días.



**Figura 4.** Lesiones del miembro inferior.



### Efecto de la intervención sobre las lesiones del miembro inferior



**Figura 5.** Relación de lesiones durante los meses de estudio.

*Lesiones generales del miembro inferior.* El promedio de lesiones fue de 0.250 en el grupo control y de 0.080 en el grupo intervención. El análisis estadístico muestra una disminución estadísticamente significativa en la incidencia de lesiones en el grupo intervención respecto al grupo control ( $P\text{-valor}_A=0.009$ ,  $P\text{-valor}_B=0.011$ ).

*Esguinces de tobillo.* El promedio de esguinces fue de 0.167 en el grupo control y de 0.060 en el grupo intervención. El análisis estadístico muestra una disminución estadísticamente significativa en el número de esguinces en el grupo intervención respecto al grupo control ( $P\text{-valor}_A=0.035$ ,  $P\text{-valor}_B=0.044$ ).

*Lesiones de rodilla.* El promedio de lesiones fue de 0.069 en el grupo control y de 0.000 en el grupo intervención. El análisis estadístico muestra una disminución estadísticamente significativa en el número de lesiones de rodilla en el grupo intervención respecto al grupo control ( $P\text{-valor}_A=0.029$ ,  $P\text{-valor}_B=0.015$ ).

*Tiempo de inactividad deportiva.* El tiempo medio de recuperación del grupo control fue de 10.440 días frente al del grupo intervención que fue 9.430 días. No existe diferencia estadísticamente significativa entre los tiempos de recuperación entre los dos grupos ( $P\text{-valor}_A=0.588$ ).

No se presentó ningún evento adverso (lesión) derivado de la participación en el programa.

### ***Discusión:***

Los resultados del programa de prevención coinciden con lo encontrado en la bibliografía, demostrándose eficaces los programas de prevención de lesiones deportivas en el baloncesto tanto en adultos<sup>2,3,10,11,12,13,14,15,18,19,20</sup> como en jóvenes<sup>4</sup>.

Los resultados epidemiológicos del estudio descriptivo muestran diferentes grados de acuerdo con la bibliografía consultada.

- *Edad y género.* En concordancia con la bibliografía, los resultados muestran como el número de lesiones aumenta progresivamente con la edad dándose un aumento especialmente significativo al comienzo de la pubertad<sup>5,6,7</sup>. Se observa, además, en contra de la bibliografía revisada que no existe diferencia en la incidencia de lesiones entre hombres y mujeres.<sup>5,6,7,8</sup>
- *Naturaleza y región corporal.* De acuerdo con la bibliografía<sup>5,6,8,9</sup>, los esguinces son la lesión más frecuente; sin embargo, en contra de dichos artículos, las fracturas y las lesiones del tejido blando han tenido una incidencia muy pobre en este estudio. La bibliografía consultada mostraba un porcentaje de lesiones en miembro superior e inferior bastante similares<sup>5,6,8</sup>, por el contrario, los resultados de este estudio muestran una relación de 1/3 respectivamente.
- *Tiempo de inactividad deportiva.* De acuerdo con la bibliografía, el entrenamiento neuromuscular preventivo no altera los tiempos de inactividad deportiva tras sufrir una lesión<sup>8</sup>.

## **Conclusiones:**

1. La participación en el programa de intervención redujo significativamente el riesgo de sufrir lesiones del miembro inferior, especialmente el riesgo de sufrir esguinces de tobillo, y en menor medida, las lesiones de rodilla.
2. El miembro inferior sustenta más de la mitad de las lesiones (67%), frente a las de miembro superior (22%) o a las de tronco (11%).
3. Los esguinces de tobillo constituyen la lesión más frecuente, afectando casi siempre al ligamento lateral externo.
4. Las lesiones de rodilla resultan poco frecuentes en estas edades, tratándose fundamentalmente de contusiones leves/moderadas.
5. La incidencia de lesiones aumenta progresivamente con la edad, existiendo un aumento significativo de las mismas a partir de la pubertad.
6. La mayoría de lesiones se producen durante la competición pese a que ésta supone solo un 25% del tiempo total de exposición.

## ***Limitaciones del estudio y sugerencias:***

El reducido tamaño muestral y la escasa incidencia de lesiones limitaron el poder del análisis estadístico para detectar diferencias en las tasas de lesiones entre los dos grupos, suponiendo una amenaza contra la validez externa.

También se deben tener en cuenta la existencia de variables perturbadoras como el "efecto experimentador" y las "características de la demanda". El efecto experimentador se refiere a que ciertas características o aspectos de la conducta del experimentador pueden influir en el comportamiento de los sujetos experimentales. Para disminuir el impacto de este efecto, se realizó un "experimento ciego", de modo que los examinadores desconocían la condición experimental del sujeto. La existencia de diferentes examinadores pudo suponer un riesgo para la validez interna por posibles diferencias de criterio. Las características de la demanda se refieren al hecho de que el sujeto tratará de averiguar la respuesta que se espera de él e intentará

“quedar bien” ante el experimentador. En este sentido, se realizó la aleatorización respetando los grupos naturales para tratar de limitar la contaminación entre los grupos.

La falta de recursos humanos y técnicos impidió incluir en el programa de prevención un trabajo específico dedicado a la corrección de los parámetros biomecánicos en el gesto deportivo.

Se recomienda para futuros estudios: en primer lugar, trabajar con una muestra de sujetos mayor para aumentar el poder estadístico, y limitar el número de examinadores y/o tratar de unificar los criterios diagnósticos al máximo posible. En segundo lugar, limitar el “efecto experimentador” y las “características de la demanda” mediante una estrategia de “experimento con doble ciego”. Y en tercer lugar, incluir un trabajo específico de corrección de parámetros biomecánicos en los gestos deportivos, especialmente en las paradas, los pivotes y los cambios de dirección.

## **Bibliografía:**

1. Gaca AM. Basketball injuries in children. *Pediatr Radiol* 2009 Dec;39(12):1275-85.
2. Hupperets MDW, Verhagen EALM, Van Mechelen W. Effect of unsupervised home based proprioceptive training on recurrences of ankle sprain: randomized controlled trial. *BMJ* 2009 Jul 9;339:b2684.
3. Longo UG, Loppini M, Berton A, Marinozzi A, Maffulli N, Denaro V. The FIFA 11+ Program is effective in preventing injuries in elite male basketball players: a cluster randomized controlled trial. *Am J Sports Med* 2012 May; 40(5):996-1005.
4. MacKay M, Scanlan A, Olsen L, Reid D, Clark M, McKim K, Raina P. Looking for evidence: a systematic review of prevention strategies addressing sport and recreational injuries among children and youth. *J Sci Med Sport* 2004 Mar;7(1):58-73.
5. Randazzo C, Nelson NG, McKenzie LB. Basketball-related injuries in school-aged children and adolescents in 1997-2007. *Pediatrics* 2010 Oct;126(4):727-33.
6. Nelson NG, Alhajj M, Yard E, Comstock D, McKenzie LB. Physical education class injuries treated in emergency departments in the US in 1997-2007. *Pediatrics* 2009 Sep;124(3):918-25.
7. Pappas E, Zazulak BT, Yard EE, Hewett TE. The epidemiology of pediatric basketball injuries presenting to US emergency departments: 2000-2006. *Sports Health* 2011 Jul;3(4):331-5.
8. Borowski LA, Yard EE, Fields SK, Comstock RD. The epidemiology of US high school basketball injuries, 2005-2007. *Am J Sports Med*. 2008 Dec; 36(12):2328-35.
9. Rechel JA, Yard EE, Comstock RD. An epidemiologic comparison of high school sports injuries sustained in practice and competition. *J Athl Train*. 2008 Apr-Jun;43(2):197-204.

10. Janssen KW, Van Mechelen W, Verhagen EA. Ankles back in randomized controlled trial (ABrCt): braces versus neuromuscular exercises for the secondary prevention of ankle sprains. Design of a randomised controlled trial. *BMC Musculoskelet Disord* 2011 Sep 27;12:210.
11. McGuine TA, Keene JS. The effect of a balance training program on the risk of ankle sprains in high school athletes. *Am J Sports Med*. 2006 Jul;34(7):1103-11.
12. Fu AS, Hui-Chan CW. Ankle joint proprioception and postural control in basketball players with bilateral ankle sprains. *Am J Sports Med*. 2005 Aug;33(8):1174-82.
13. Stojanovic MD, Ostojic SM. Preventing ACL injuries in team-sport athletes: A systematic review of training interventions. *Res Sports Med* 2012 Jul;20(3-4):223-38.
14. Kato S, Urabe Y, Kawamura K. Alignment control exercise changes lower extremity movement during stop movements in female basketball players. *Knee* 2008 Aug;15(4):299-304.
15. Paszkewicz J, Webb T, Waters B, McCarty CW, Van Lunen B. The effectiveness of injury-prevention programs in reducing the incidence of anterior cruciate ligament sprains in adolescent athletes. *J Sport Rehabil* 2012 Nov;21(4):371-7.
16. Koga H, Nakamae A, Shima Y, Iwasa J, Myklebust G, Engebretsen L, Bahr R, Krosshaug T. Mechanisms for noncontact anterior cruciate ligament injuries: knee joint kinematics in 10 injury situations from female team handball and basketball. *Am J Sports Med* 2010 Nov;38(11):2218-25.
17. Owoeye A, Akodu AK, Oladokun BM Akinbo SR. Incidence and pattern of injuries among adolescent basketball players in Nigeria. *Sports Med Arthrosc Rehabil Ther Technol* 2012 May;4(1):15.
18. Fu ASN, Hui-Chan CWY. Ankle joint proprioception and postural control in basketball players with bilateral ankle sprains. *Am J Sports Med* 2005 Aug;33(8):1174-82.

19. Herman K, Barton C, Malliaras P, Morrissey D. The effectiveness of neuromuscular warm-up strategies, that require no additional equipment, for preventing lower limb injuries during sports participation: a systematic review. BMC Med 2012 Jul 19;10:75.
20. McLeod TC, Armstrong T, Miller M, Sauers JL. Balance improvements in female high school basketball players after a 6-week neuromuscular-training program. J Sport Rehabil 2009 Nov;18(4):465-81.

# **ANEXOS**



## **Anexo I. Consentimiento informado.**

Con motivo de la realización del trabajo de fin de grado de Dña. Adriana Barrio Huarte con DNI 73113561B estudiante de Fisioterapia de la Universidad de Zaragoza, se solicita a los socios del Club Baloncesto Lupus su participación en el mismo como sujetos experimentales. Dicho trabajo consistirá en un estudio de casos-control a cerca de la eficacia/no eficacia de un programa de prevención de lesiones ligamentarias y musculo-tendinosa en jugadores de baloncesto en edades de formación (6-18 años), y se llevará a cabo desde el 1 de Noviembre de 2012 hasta el 31 de Abril de 2013.

### **CONSENTIMIENTO INFORMADO**

D/Dña. \_\_\_\_\_ con DNI \_\_\_\_\_ **autoriza / no autoriza** de forma libre, voluntaria y consciente ser incluido en el estudio y acepta facilitar la información requerida referente a la presentación de lesiones o ausencia de ellas durante el tiempo de estudio. Así mismo conoce su derecho a retirar su consentimiento en cualquier momento durante el estudio.

Ante la imposibilidad de D/Dña \_\_\_\_\_ con DNI \_\_\_\_\_ de prestar autorización legalmente válida por ser menor de edad. D/Dña. \_\_\_\_\_ con DNI \_\_\_\_\_ en calidad de padre, madre o tutor legal **autoriza / no autoriza** de forma libre, voluntaria y consciente su participación en el estudio en calidad de sujeto experimental y acepta facilitar la información requerida referente a la presentación de lesiones o ausencia de ellas durante el tiempo de estudio. Así mismo conoce su derecho a retirar su consentimiento en cualquier momento durante el estudio.

Ningún dato de carácter personal será publicado, todos los datos divulgados en el estudio serán únicamente de carácter estadístico y completamente anónimos.

\_\_\_\_\_, a \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_

Firma jugador:

Firma padre, madre o tutor:

## **Anexo II. Programa de prevención.**

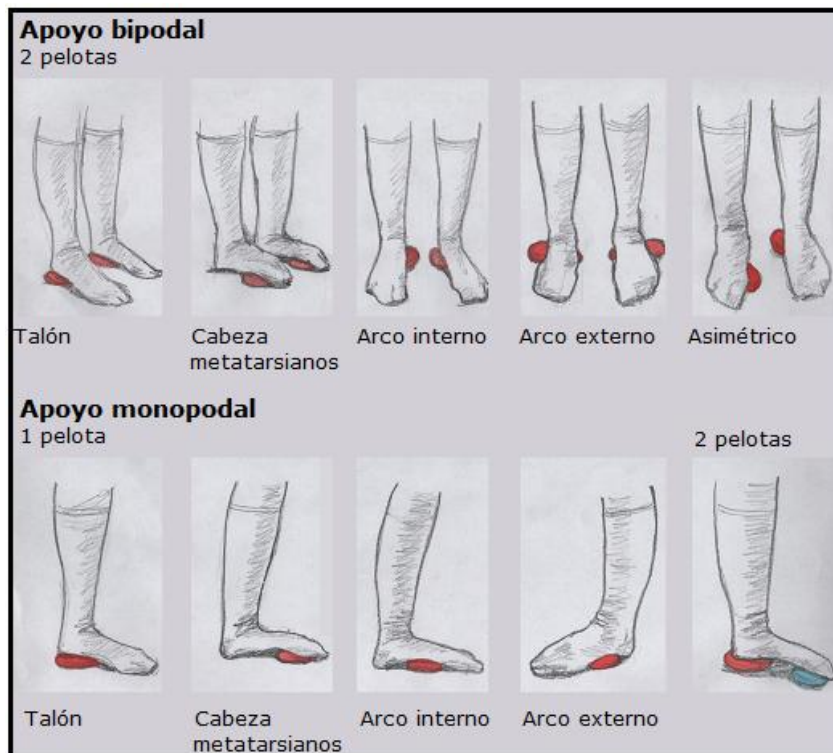
### **PROGRAMA DE PREVENCIÓN LESIONES DE MIEMBRO INFERIOR**

*Total de sesiones: 24*

#### ***Material***



*Apoyos para ejercicios de propiocepción:*



## Semana 1 (29 oct-4 nov.), 2 sesiones:

Enseñar estiramientos:



Gemelos



Cuádriceps



Aductores



Isquiotibiales



Psoas



Glúteo Mayor



Piramidal

Flexibilización fascia plantar: andar 2 vueltas al campo descalzos marcando la mecánica de la marcha.

## Semana 2 (5-11 nov.), 2 sesiones:

Trabajo de equilibrio con apoyo bipodal con 2 pelotas:

- Pases por parejas
  - Pelotas en los talones 30"-10" reposo-30"
  - Pelotas bajo la cabeza de los metatarsianos 30"-10" reposo-30"

- Pelotas en el arco interno del pie 30''-10'' reposo-30''
- Pelotas en el arco externo del pie 30''-10'' reposo-30''
- Ir a tocar el suelo lo más lejos posible marcando los cuartos del reloj
  - Pelotas en los talones 30''-10'' reposo-30''
  - Pelotas bajo la cabeza de los metatarsianos 30''-10'' reposo-30''
  - Pelotas en el arco interno del pie 30''-10'' reposo-30''
  - Pelotas en el arco externo del pie 30''-10'' reposo-30''

### Semana 3 (12-18 nov.), 2 sesiones:

Trabajo de marcha con diferentes apoyos:

- Pelotas en los talones 30''-10'' reposo-30''
- Pelotas bajo la cabeza de los metatarsianos 30''-10'' reposo-30''
- Pelotas en el arco interno del pie 30''-10'' reposo-30''
- Pelotas en el arco externo del pie 30''-10'' reposo-30''

Trabajo de equilibrio con apoyo monopodal en suelo:

- Ojos abiertos 30''-10'' reposo-30''
- Ojos abiertos, haciendo sentadillas lentamente 30''-10'' reposo-30''
- Ojos cerrados 25''-10'' reposo-25''

### Semana 4 (19-25 nov.), 2 sesiones:

Trabajo con escalera de coordinación:

- 1) 1 min.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

- 2) 1 min.

2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
1	3	5	7	9	11	13	15	17	19

- 3) 1 min. 30seg.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

4)

1 min.

	1		3		5		7		9		11		13		15		17		19
2		4		6		8		10		12		14		16		18		20	

5)

1 min.

2	1	4	3	6	5	8	7	10	9	12	11	14	13	16	15	18	17	20	19
---	---	---	---	---	---	---	---	----	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

6)

1 min.

		3		5		7		9		11		13		15		17		19	
1	2		4	5		7	8		10		12		14		16		18		20

### Semana 5 (26 nov.-2 dic.), 2 sesiones:

Trabajo de equilibrio con apoyo bipodal con 2 pelotas:

- Manejo del balón (bote, cambios de mano, rodear la cintura con el balón...)
  - Pelotas en los talones 30"-10" reposo-30"
  - Pelotas bajo la cabeza de los metatarsianos 30"-10" reposo-30"
  - Pelotas en el arco interno del pie 30"-10" reposo-30"
  - Pelotas en el arco externo del pie 30"-10" reposo-30"

Trabajo de equilibrio con apoyo monopodal en suelo:

- Ojos abiertos 30"-10" reposo-30"
- Ojos abiertos, haciendo sentadillas lentamente 30"-10" reposo-30"
- Ojos cerrados 25"-10" reposo-25"

### Semana 6 (3-9 dic.), 2 sesiones:

Trabajo con escalera de coordinación:

1)

1 min.

	2		4		6		8		10
1		3		5		7		9	

2)

1 min.

2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
1	3	5	7	9	11	13	15	17	19

3)

1 min.

		3			6			9	
1	2		4	5		7	8		10
		3			6			9	

4)

1 min.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

5)

1 min.

2	1	4	3	6	5	8	7	10	9	12	11	14	13	16	15	18	17	20	19
---	---	---	---	---	---	---	---	----	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

6)

1 min.

2	1		6	5		10	9		14	13		18	17	
4	3		8	7		12	11		16	15		20	19	

## Semana 7 (10-16 dic.), 2 sesión:

Trabajo de equilibrio con apoyo bipodal con pelotas colocadas de forma asimétrica:

- Bote con cambios de mano y pase (al pitido)
  - Talón – antepie 30''-10'' reposo-30''
  - Arco interno - arco externo 30''-10'' reposo-30''
  - Talón – arco interno 30''-10'' reposo-30''
  - Cabeza metatarsianos – arco externo 30''-10'' reposo-30''

Trabajo de equilibrio con apoyo monopodal en suelo:

- Ojos abiertos haciendo sentadillas lentas 30''-10'' reposo-30''
- Ojos abiertos botando 30''-10'' reposo-30''

- Ojos cerrados

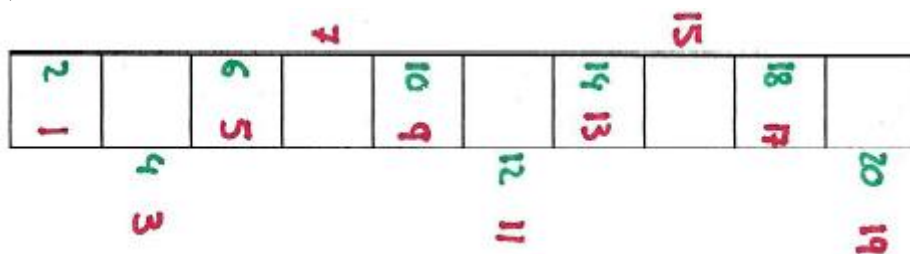
25''-10'' reposo-25''

## Semana 8 (17-23 dic.), 2 sesión:

Trabajo con escalera de coordinación:

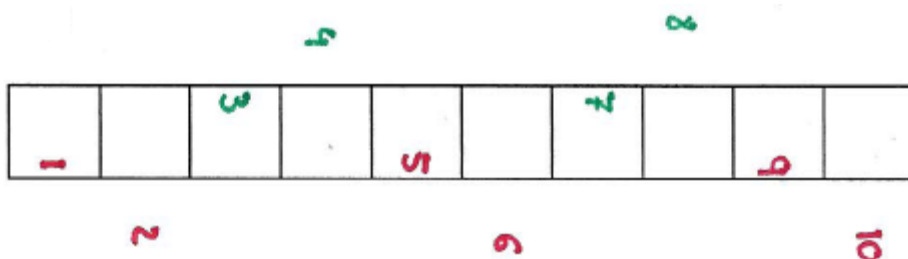
1)

1 min.



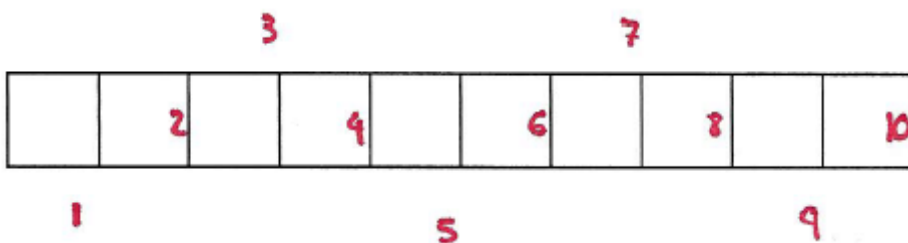
2)

1 min.



3)

1 min.



4)

1 min.



5)

1 min.





Trabajo de equilibrio con apoyo monopodal en suelo:

- Ojos abiertos, dar una palmadas delante y detrás del cuerpo alternativamente 30''-10'' reposo-30''
- Ojos abiertos, mover un brazo arriba y otro debajo alternativamente 30''-10'' reposo-30''
- Ojos haciendo sentadillas lentas 30''-10'' reposo-30''

## Navidades

### Semana 9 (7-13 ene.), 1 sesión:

Trabajo de equilibrio con apoyo monopodal en suelo:

- Ojos abiertos
  - Gusano pasando el balón por un lado y otro de forma alterna hacia atrás 30''-10'' reposo-30''
  - Gusano pasando el balón por un lado y otro de forma alterna hacia delante 30''-10'' reposo-30''
  - Gusano pasando el balón por encima de la cabeza hacia atrás 30''-10'' reposo-30''
  - Gusano pasando el balón por encima de la cabeza hacia delante 30''-10'' reposo-30''
  - Combinación de las anteriores según la orden recibida 30''-10'' reposo-30''
- Ojos cerrados
  - Haciendo sentadillas lentas 30''-10'' reposo-30''
  - Dar una palmadas delante y detrás del cuerpo alternativamente 30''-10'' reposo-30''

### Semana 10 (14-20 ene.), 1 sesión:

Trabajo con escalera de coordinación:

1)

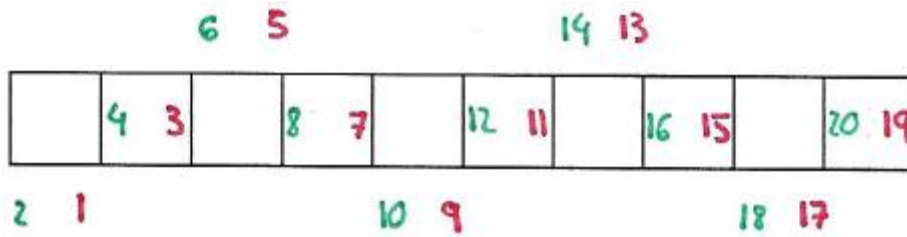
1 min.





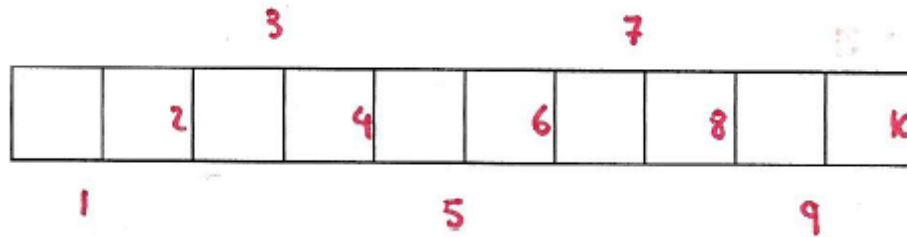
2)

1 min.



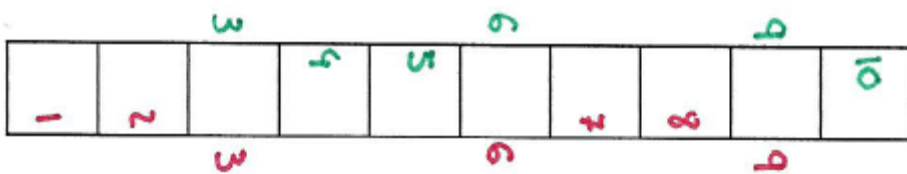
3)

1 min.



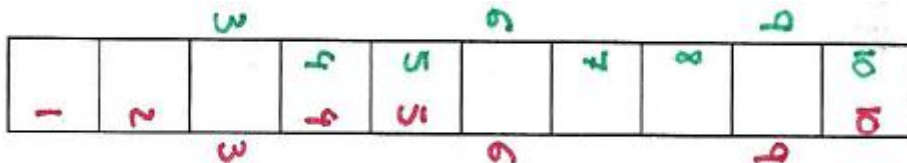
4)

1 min.



5)

1 min.



Trabajo de equilibrio con apoyo monopodal en suelo:

- Ojos abiertos
  - Bote con cambios de mano 40"-10" reposo-40"
  - Pases por parejas 40"-10" reposo-40"

## Semana 11 (21-27 ene.), 1 sesión:

Trabajo de equilibrio con apoyo monopodal con pelota:

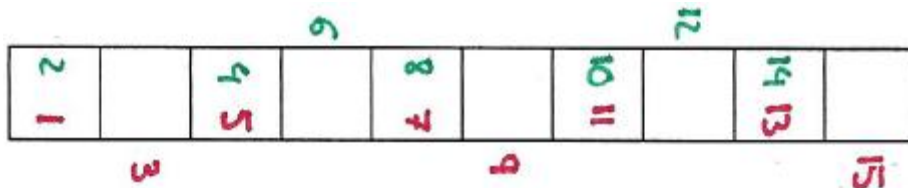
- Dar una palmadas delante y detrás del cuerpo alternativamente
  - Pelotas en los talones 30"-10" reposo-30"
  - Pelotas bajo la cabeza de los metatarsianos 30"-10" reposo-30"
  - Pelotas en el arco interno del pie 30"-10" reposo-30"
  - Pelotas en el arco externo del pie 30"-10" reposo-30"

- Hacer círculos en el aire con la otra pierna
  - Pelotas en los talones 30''-10'' reposo-30''
  - Pelotas bajo la cabeza de los metatarsianos 30''-10'' reposo-30''
  - Pelotas en el arco interno del pie 30''-10'' reposo-30''
  - Pelotas en el arco externo del pie 30''-10'' reposo-30''

## Semana 12 (28 ene.-3 feb.), 1 sesión:

Trabajo con escalera de coordinación:

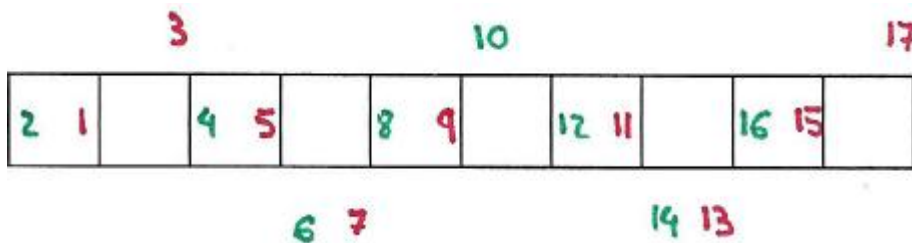
- 1) 1 min.



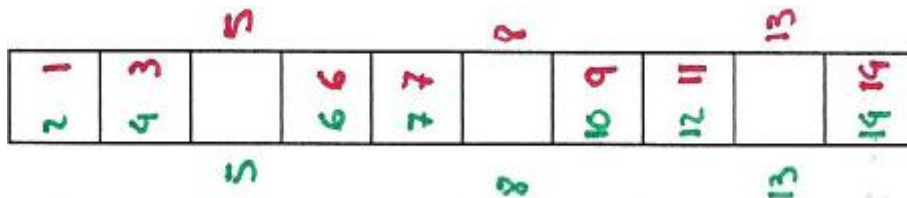
- 2) 1 min.



- 3) 1 min.



- 4) 1 min.



Trabajo de equilibrio con apoyo monopodal con pelota:

- Ojos abiertos, manejo del balón con bote
  - Pelotas en el arco interno del pie 30''-10'' reposo-30''
  - Pelotas en el arco externo del pie 30''-10'' reposo-30''

- Ojos cerrados
  - Pelotas en los talones 30''-10'' reposo-30''
  - Pelotas bajo la cabeza de los metatarsianos 30''-10'' reposo-30''

### Semana 13 (4-10 feb.), 1 sesión:

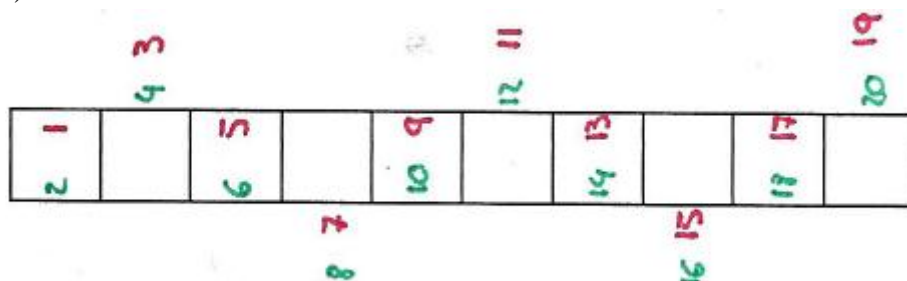
Trabajo de equilibrio con apoyo monopodal con pelota:

- Pases por parejas
  - Pelotas en los talones 30''-10'' reposo-30''
  - Pelotas bajo la cabeza de los metatarsianos 30''-10'' reposo-30''
  - Pelotas en el arco interno del pie 30''-10'' reposo-30''
  - Pelotas en el arco externo del pie 30''-10'' reposo-30''
- Trabajo con cinta elástica por parejas
  - Pelotas en los talones 30''-10'' reposo-30''
  - Pelotas bajo la cabeza de los metatarsianos 30''-10'' reposo-30''
  - Pelotas en el arco interno del pie 30''-10'' reposo-30''
  - Pelotas en el arco externo del pie 30''-10'' reposo-30''

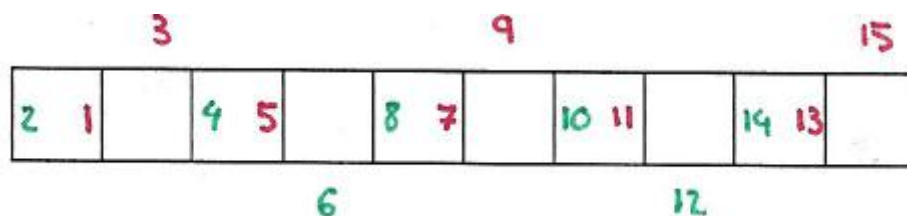
### Semana 14 (11-17 feb.), 1 sesión:

Trabajo con escalera de coordinación:

- 1) 1 min.

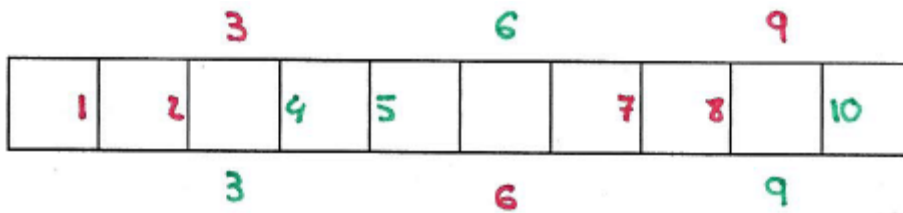


- 2) 1 min.



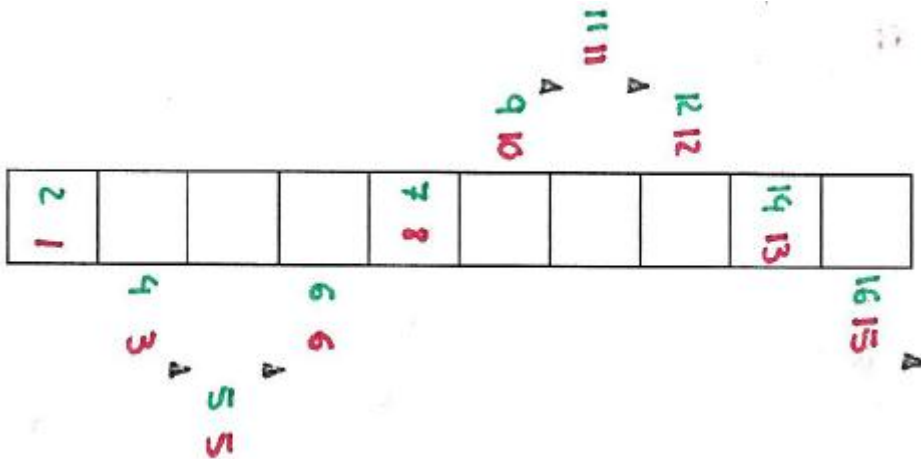
3)

1 min.



4)

1 min.



Trabajo de equilibrio con apoyo monopodal con pelota:

- Pases por parejas con dos balones simultáneos
  - Pelotas en los talones 30"-10" reposo-30"
  - Pelotas bajo la cabeza de los metatarsianos 30"-10" reposo-30"
  - Pelotas en el arco interno del pie 30"-10" reposo-30"
  - Pelotas en el arco externo del pie 30"-10" reposo-30"

## Semana 15 (18-24 feb.), 1 sesión:

Trabajo de equilibrio con apoyo monopodal con dos pelotas (talón-antepié):

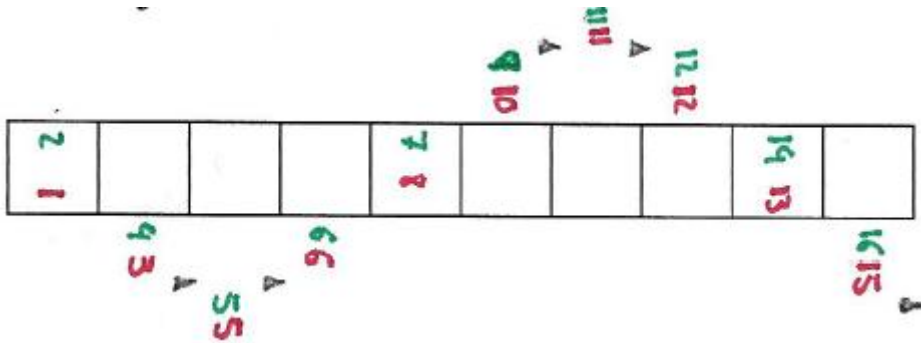
- Ojos abiertos 30"-10" reposo-30"
- Ojos cerrados 30"-10" reposo-30"
- Dar una palmadas delante y detrás del cuerpo alternativamente 30"-10" reposo-30"
- Hacer circunferencias en el aire con la otra pierna 30"-10" reposo-30"
- Manejo del balón 30"-10" reposo-30"
- Manejo del balón botando 30"-10" reposo-30"
- Pases por parejas 30"-10" reposo-30"

## Semana 16 (25 feb.-3 mar.), 1 sesión:

Trabajo con escalera de coordinación:

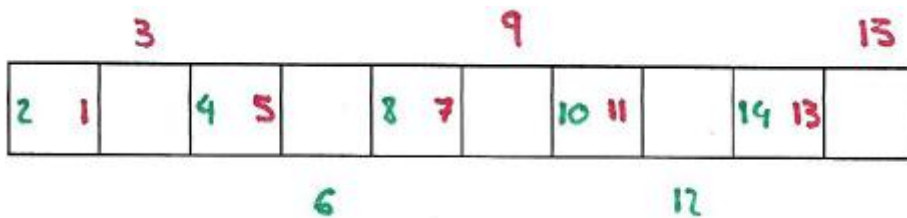
1)

1 min.



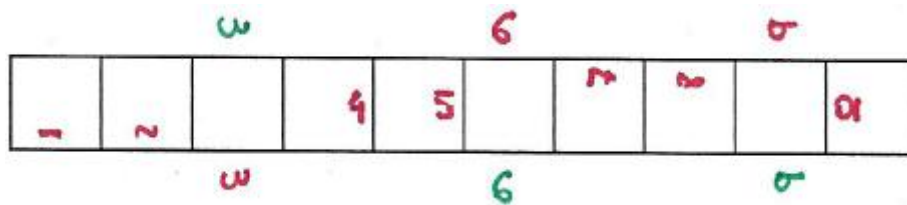
2)

1 min.



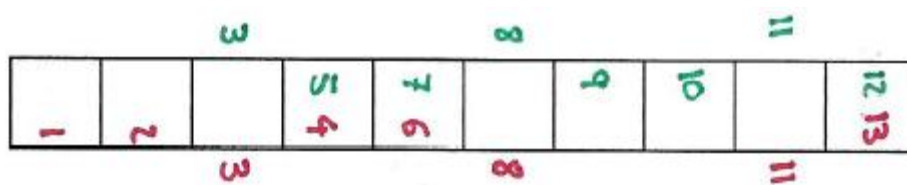
3)

1 min.



4)

1 min.



Trabajo de equilibrio con apoyo monopodal con dos pelotas (talón-antepié):

- Manejo del balón botando 30"-10" reposo-30"
- Manejo del balón botando con dos balones 30"-10" reposo-30"
- Pases por parejas 30"-10" reposo-30"

### **Anexo III. Consentimiento informado para publicación de imágenes.**

#### **CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PUBLICACION DE IMAGENES**

D/Dña. \_\_\_\_\_ con DNI \_\_\_\_\_ o en su defecto, D/Dña. \_\_\_\_\_ con DNI \_\_\_\_\_ padre, madre o tutor de legal **autoriza / no autoriza** de forma libre, voluntaria y consciente a Dña. Adriana Barrio Huarte a publicar fotos y videos en la presentación del trabajo de fin de grado con título “Efecto de un Programa de Entrenamiento Neuromuscular en la Prevención de Lesiones del Miembro Inferior en Baloncesto de Formación”, en las que salga el sujeto, siempre y cuando estén relacionadas con el programa de prevención deportiva llevada a cabo y del cual será objeto la exposición.

\_\_\_\_\_, a \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_

Firma jugador:

Firma padre, madre o tutor: