

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
FACULTAD DE MEDICINA
ESCUELA DE TECNOLOGÍAS EN SALUD

TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE LICENCIATURA EN TERAPIA FÍSICA

Factores de riesgo para lesiones de miembro superior, cuello y espalda en la práctica de tiro con arco, modalidad recurvo, en arqueros de los equipos de las asociaciones ASTICA, ATACR y ADETAO participantes en los XXXVIII Juegos Deportivos Nacionales de Costa Rica, Sede Rodrigo Facio, II Semestre 2019.

Proponentes:

Jéssica Angulo González - B30403

María Natalia Rojas Meneses - B25861

Comité Asesor:

Directora: M.Sc. Andreína Moraga López

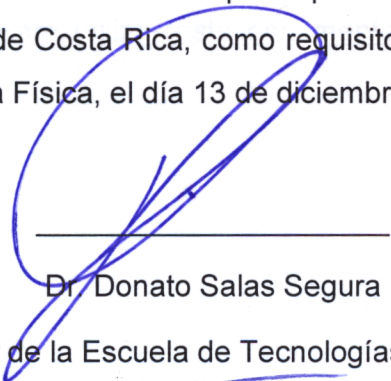
Lector: Lic. Luis Diego Arguedas Berrocal

Lectora: M.Ed. Rosibel Zelaya Orozco

13 de diciembre, 2019

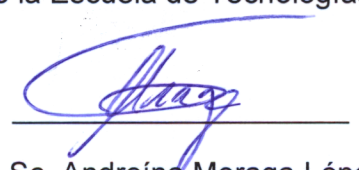
Hoja de aprobación

Este Trabajo Final de Graduación fue aceptado por la Escuela de Tecnologías en Salud de la Universidad de Costa Rica, como requisito parcial para optar al grado de licenciatura en Terapia Física, el día 13 de diciembre del 2019.



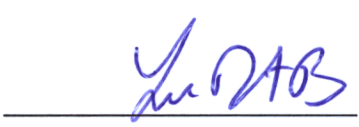
Dr. Donato Salas Segura

Director de la Escuela de Tecnologías en Salud



M.Sc. Andreína Moraga López

Directora de Tesis



Lic. Luis Diego Arguedas Berrocal

Lector



M.Ed. Rosibel Zelaya Orozco

Lectora



Licda. Darla Peralta Camacho

Profesora Invitada

Derechos de Propiedad Intelectual

Esta investigación es propiedad de Jéssica Alejandra Angulo González y María Natalia Rojas Meneses. Se prohíbe su reproducción parcial o total sin autorización previa de las autoras. Para utilizar este documento se debe hacer la correcta referencia bibliográfica.

Dedicatoria

A mis papás y a mis hermanos. - *María Natalia Rojas Meneses*

A Dios, por darme vida y permitirme estar donde estoy, le agradezco su amor y todas las bendiciones que me ha dado. A Jesús de Nazareth y a la Virgencita de los Ángeles.

A mi mamá y a mi papá, que han hecho tanto por mí, no me alcanzan las palabras para agradecerles. A mi hermana, quién ha sido mi mejor amiga y compañía desde siempre, porque juntas podemos lograr grandes cosas. A mi ahijado, Maikel, un regalo de Dios que ha llenado de luz y felicidad nuestras vidas.

A mi madrina, Ana, que me ha apoyado incondicionalmente y a quien admiro por todo lo que ha logrado en su vida, enseñándome, a través de su ejemplo, la importancia del trabajo arduo y de querer lo que se hace, siempre apoyándose en Dios y en la familia.

A mi tío, Ale, quién durante el tiempo que compartió con nosotros nos enseñó que lo más importante es amar a Dios y a la familia, espero que donde estés puedas sentir todo el amor que te tenemos.

A toda mi familia: abuelos, tíos, primos y conocidos que de alguna u otra forma han sido parte importante de mi vida. - *Jéssica Angulo González.*

Agradecimientos

A nuestro equipo asesor los profesores Andreína Moraga, Rosibel Zelaya y Luis Diego Arguedas, por sus valiosos aportes al proyecto, por confiar en nuestro trabajo y apoyarnos.

A FEDETICA por darnos la oportunidad de presentar nuestro proyecto y apoyarnos en los primeros pasos de este proceso.

A las asociaciones ASTICA, ADETAO y ATACR y los equipos de los Comités Cantonales de Cartago, Curridabat y Heredia por brindarnos el espacio para llevar a cabo nuestro proyecto.

A las y los arqueros que accedieron a participar en nuestra investigación y a sus padres y madres de familia por dar su autorización para que participaran.

A Cristina Marín Marín por su contribución, sus muestras de interés y de apoyo.

A todas las personas que de una u otra forma colaboraron y mostraron su apoyo e interés durante este proceso.

Jéssica y Natalia

Índice general

Hoja de aprobación	ii
Derechos de Propiedad Intelectual	iii
Dedicatoria	iv
Agradecimientos	v
Índice general.....	vi
Índice de tablas	ix
Índice de cuadros.....	x
Índice de anexos	xii
Resumen.....	xiii
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL OBJETO DE ESTUDIO	1
Introducción.....	1
1.1 Planteamiento del problema.....	2
1.2 Objetivos	8
1.3 Justificación.....	9
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	12
2.1 Consideraciones generales.....	12
2.2 Generalidades del concepto de salud	12
2.2.1 Papel de la Terapia Física en la salud.....	14
2.2.2 Papel del fisioterapeuta en el ámbito deportivo e importancia del abordaje preventivo	15
2.3 Aproximación al concepto de deporte	22
2.3.1 Principios del entrenamiento deportivo para la mejora del rendimiento. 23	
2.4 Tiro con arco	24
2.4.1 Definición y características del tiro con arco.....	24
2.4.2 Técnica del tiro con arco.....	27
2.4.3 Enseñanza y entrenamiento en el tiro con arco.....	31
2.5 Lesiones musculoesqueléticas en el ámbito deportivo	33
2.5.1 Factores de riesgo asociados a las lesiones deportivas.....	35

2.5.2 Lesiones musculoesqueléticas y factores de riesgo específicos en el Tiro con Arco modalidad recurvo y otros deportes	39
2.6 Valoración de componentes de la aptitud física en Tiro con Arco.....	45
2.7 Análisis de movimiento	48
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA.....	50
3.1 Paradigma.....	50
3.2 Enfoque.....	50
3.3 Alcances y limitaciones del diseño propuesto	51
3.4 Hipótesis	52
3.5 Diseño de la investigación.....	52
3.6 Espacio y tiempo	52
3.7 Unidad de análisis.....	53
3.8 Población	53
3.8.1 Criterios de inclusión	53
3.8.2 Criterios de exclusión	53
3.9 Criterios de validez.....	54
3.9.1 Validez interna.....	54
3.9.2 Validez externa.....	55
3.10 Operacionalización de variables.....	57
3.11 Instrumentos y técnica de recolección de datos.....	59
3.12 Procedimientos de análisis.....	60
3.13 Consideraciones éticas	62
CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN	64
4.1 Análisis de resultados	64
4.1.1 Análisis descriptivo	65
4.1.2 Análisis de riesgo simple	79
4.1.3 Análisis multivariante	87
4.2 Discusión.....	91
V. PROPUESTA DE INTERVENCIÓN FISIOTERAPÉUTICA	102
5.1 Calentamiento y enfriamiento para una sesión de entrenamiento de tiro con arco	103

5.1.1 Calentamiento	103
5.1.2 Enfriamiento	123
5.2 Ejercicios complementarios a la preparación del tiro con arco.....	137
5.2.1 Ejercicios de resistencia aeróbica.....	137
5.2.2 Ejercicios de fortalecimiento	142
5.2.3 Ejercicios de estabilidad postural y equilibrio	152
5.2.4 Ejercicios de propiocepción	156
5.2.5 Ejercicios de flexibilidad.....	161
VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	171
6.1 Conclusiones.....	171
6.2 Recomendaciones	174
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	177
ANEXOS	190

Índice de tablas

Tabla 1 Factores de riesgo intrínsecos y extrínsecos	36
Tabla 2 Clasificación de resultados en el Test de push-up, según género, para individuos entre 15-19 años	47
Tabla 3 Operacionalización de variables	57

Índice de cuadros

Cuadro 1 Costa Rica, Asociaciones ASTICA, ATACR y ADETAO, 2019: Distribución de la población por equipos.....	64
Cuadro 2 Costa Rica, Asociaciones ASTICA, ATACR y ADETAO, 2019: Características sociodemográficas de la población	65
Cuadro 3 Costa Rica, Asociaciones ASTICA, ATACR y ADETAO, 2019: Características de las lesiones reportadas	67
Cuadro 4 Costa Rica, Asociaciones ASTICA, ATACR y ADETAO, 2019: Resultados de la evaluación de estabilidad articular.....	68
Cuadro 5 Costa Rica, Asociaciones ASTICA, ATACR y ADETAO, 2019: Clasificación por sexo de los resultados obtenidos en el Test de <i>push-up</i>	70
Cuadro 6 Costa Rica, Asociaciones ASTICA, ATACR y ADETAO, 2019: Evaluación postural, alineación de hombros.....	71
Cuadro 7 Costa Rica, Asociaciones ASTICA, ATACR y ADETAO, 2019: Evaluación postural, alineación de las escápulas	72
Cuadro 8 Costa Rica, Asociaciones ASTICA, ATACR y ADETAO, 2019: Evaluación postural, alineación de la columna.....	73
Cuadro 9 Costa Rica, Asociaciones ASTICA, ATACR y ADETAO, 2019: Evaluación postural, alineación de cabeza y cuello	74
Cuadro 10 Costa Rica, Asociaciones ASTICA, ATACR y ADETAO, 2019: Características de la práctica deportiva	75
Cuadro 11 Costa Rica, Asociaciones ASTICA, ATACR y ADETAO, 2019: Análisis de la técnica de tiro mediante el software KINOVEA	76
Cuadro 12 Costa Rica, Asociaciones ASTICA, ATACR y ADETAO, 2019: Distribución por equipos de las zonas anatómicas trabajadas durante la fase de calentamiento.....	77
Cuadro 13 Costa Rica, Asociaciones ASTICA, ATACR y ADETAO, 2019: Cantidad de rondas de tiro por equipo	78

Cuadro 14 Costa Rica, Asociaciones ASTICA, ATACR y ADETAO, 2019: Análisis de riesgo simple para las lesiones en cintura escapular y los factores de riesgo asociados	82
Cuadro 15 Costa Rica, Asociaciones ASTICA, ATACR y ADETAO, 2019: Análisis de riesgo simple para las lesiones en el hombro del brazo de cuerda y los factores de riesgo asociados	85
Cuadro 16 Costa Rica, Asociaciones ASTICA, ATACR y ADETAO, 2019: Análisis de riesgo simple para las lesiones en el hombro del brazo de arco y los factores de riesgo asociados	87
Cuadro 17 Costa Rica, Asociaciones ASTICA, ATACR y ADETAO, 2019: Modelo de regresión logística para las lesiones en cintura escapular	89
Cuadro 18 Costa Rica, Asociaciones ASTICA, ATACR y ADETAO, 2019: Modelo de regresión logística para las lesiones en el hombro del brazo de cuerda y los factores de riesgo asociados.....	90
Cuadro 19 Costa Rica, Asociaciones ASTICA, ATACR y ADETAO, 2019: Modelo de regresión logística para las lesiones en el hombro del brazo de arco y los factores de riesgo asociados.....	91

Índice de anexos

Anexo 1 Costa Rica, Juegos Deportivos Nacionales, 2019: Arqueros participantes.	191
Anexo 2 Costa Rica, Juegos Deportivos Nacionales, 2019: Distribución de la población de estudio por asociaciones y categorías.	191
Anexo 3 Fórmula de consentimiento informado	192
Anexo 4 Fórmula de asentimiento informado.....	196
Anexo 5 Instrumento #1 Anamnesis	198
Anexo 6 Instrumento #2 Observación de la sesión de entrenamiento	202
Anexo 7 Instrumento #3 Guía de análisis de la técnica mediante el software Kinovea	205

Angulo González, J. y Rojas Meneses, M. (2019). *Factores de riesgo para lesiones de miembro superior, cuello y espalda en la práctica de tiro con arco, modalidad recurvo, en arqueros de los equipos de las asociaciones ASTICA, ATACR y ADETAO participantes en los XXXVIII Juegos Deportivos Nacionales de Costa Rica, Sede Rodrigo Facio, II Semestre 2019*. (Tesis de Licenciatura). Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.

Directora

M.Sc. Andreína Moraga López.

Palabras clave

Tiro con arco, factores de riesgo, lesiones atléticas, lesiones deportivas, prevención, terapia preventiva, fisioterapia.

Resumen

El tiro con arco es un deporte de precisión donde la ejecución técnica del tiro es el principal determinante del rendimiento. Como cualquier otro deporte las lesiones son inherentes a su práctica y cuentan con un perfil característico relacionado a las demandas del gesto deportivo. Los estudios señalan que las principales lesiones se registran a nivel de miembros superiores y columna vertebral, siendo los pinzamientos tendinosos del hombro del brazo de cuerda las más prevalentes. Una limitación de muchas de las investigaciones respecto al tema es que no profundizan en los factores de riesgo para el desarrollo de lesiones.

El objetivo de esta investigación fue determinar los posibles factores de riesgo para lesiones en practicantes de tiro con arco modalidad recurvo. Se desarrolló en una población de 36 arqueras y arqueros participantes de los Juegos Deportivos Nacionales 2019 y que pertenecen a los equipos de las asociaciones ASTICA, ADETAO y ATACR. Se recolectó información acerca de características

de la práctica deportiva y las lesiones producto de esta, además se aplicaron evaluaciones fisioterapéuticas de estabilidad articular, postura, fuerza y flexibilidad. Por otro lado, se realizaron observaciones de las sesiones de entrenamiento de los equipos y se analizó la técnica de tiro de cada participante haciendo uso de la videofotogrametría.

Los resultados obtenidos mediante los análisis estadísticos evidenciaron que un 38,9% de la población afirmó haber sufrido lesiones debido a la práctica de tiro con arco. Las zonas anatómicas más afectadas fueron la cintura escapular (38,1%), el hombro del brazo de cuerda (28,6%) y el hombro del brazo de arco (14,3%). El mecanismo principal fue la sobrecarga (81%) y el tipo más frecuente de lesión fue muscular (66,7%).

Cabe destacar la alta frecuencia de discinesia escapular y de desalineaciones como las escápulas aladas y la hiperlordosis lumbar, factores que, mediante los análisis bivariados y de regresión logística, mostraron asociación con las principales lesiones. Otros factores que determinaron riesgo se relacionaron con el entrenamiento, errores en la ejecución del gesto de tiro, practicar otro deporte además del tiro con arco, el libraje del arco y el tiempo de practicar la disciplina.

Según los resultados obtenidos y lo establecido en la literatura científica se elaboró una propuesta enfocada en la prevención de lesiones desde la perspectiva fisioterapéutica. Se dirige a complementar las sesiones de entrenamiento con rutinas de calentamiento y enfriamiento y a reforzar la preparación de las y los arqueros con ejercicios para aptitudes físicas específicas como la fuerza, la flexibilidad, la capacidad aeróbica, la estabilidad postural y el equilibrio y la propiocepción.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL OBJETO DE ESTUDIO

Introducción

El tiro con arco es una disciplina deportiva de gran tradición sobre todo en países asiáticos, los cuales lideran las competencias a nivel mundial. Un deporte que se cataloga como de precisión, para el cual la perfección de la técnica es esencial para lograr tiros lo más al centro de la diana y que sean repetibles, con lo que se obtendrán mayores puntajes que permitan ganar las competencias. Las características del gesto deportivo y demandas del propio deporte hacen que la preparación de estos atletas sea muy meticulosa y que se requiera trabajar las diversas aptitudes físicas para lograr mejorar no sólo el rendimiento, sino también la salud de las y los arqueros.

Como cualquier otro deporte el tiro con arco conlleva demandas a nivel físico las cuales, sin una correcta preparación y planificación del entrenamiento, pueden provocar sobrecarga en las diferentes estructuras anatómicas involucradas y desencadenar lesiones. Sin embargo, para lograr prevenir estas lesiones, mejorar la preparación de las y los arqueros y garantizar una buena salud en la práctica de este deporte, es necesario tener conocimiento de cuáles son las lesiones que perjudican a esta población y los factores de riesgo que los hacen más vulnerables a sufrir una lesión.

La Terapia Física cumple un importante papel en esta área, pues al contar con el conocimiento epidemiológico, biomecánico y de preparación en el deporte, es capaz de aportar en el tema de la prevención y salud deportiva. Es por tanto que este documento se centra en conocer sobre las lesiones y factores de riesgo existentes en el tiro con arco y cómo pueden prevenirse desde la Terapia Física, apuntando tanto al rendimiento de las y los atletas, como a su salud general.

1.1 Planteamiento del problema

Actualmente, la práctica de deporte y actividad física se ha incrementado al ser considerados factores importantes para mejorar la salud (Rosas, 2011). Asimismo, de acuerdo con Pujals, Rubio, Oliva-Marquez, Sánchez y Ruiz-Barquin (2016) esta generalización en la práctica de deporte y la participación competitiva conlleva a la aparición de una condición inevitable en los atletas, las lesiones deportivas. Ante dicho panorama las investigaciones en el campo del deporte se han acrecentado con el fin de desarrollar programas de rehabilitación y prevención de lesiones, sin embargo, la mayoría de estos estudios se han centrado en los deportes más populares dejando de lado aquellos que son poco convencionales.

El tiro con arco, un deporte poco conocido, se ajusta a esta realidad, ya que a pesar de que su práctica se ha incrementado significativamente en los últimos años, según Singh y Lhee (2016), los estudios sobre la salud de las y los arqueros son escasos, pese a que se ha demostrado que su práctica conlleva el riesgo de sufrir un amplio espectro de lesiones. Es por esto que se recomienda realizar estudios pertinentes que permitan identificar factores adversos en la práctica del tiro con arco que puedan ser abordados desde el campo de la salud en beneficio de los arqueros.

A pesar de que el tiro con arco no es un deporte muy popular, sus inicios no son recientes, ya que la práctica de esta disciplina se remonta a mediados de los años 1500 donde en Inglaterra comenzaba a practicarse, sobre todo por la nobleza, y se formaban los primeros clubes de arqueros (Hidalgo, s.f.). Esta disciplina deportiva ingresó a los Juegos Olímpicos en las justas de París 1900 y fue uno de los primeros deportes en abrir la participación a mujeres, esto en los Juegos de San Luis 1904 (World Archery Federation, 2018a). En Costa Rica, el tiro con arco es un deporte de más reciente aparición, sucedió durante la década 1960 (J. Gómez, entrenador del equipo del CCDR Cartago durante los Juegos Deportivos Nacionales 2016 y 2017, comunicación personal, 9 de junio de 2017) y se ha contado con

participación en las justas olímpicas de Montreal 1976, Moscú 1980 y Barcelona 1992.

A nivel internacional es la organización World Archery Federation (Federación Mundial de Tiro con Arco), antes conocida como Federación Internacional de Tiro con Arco (FITA), la máxima instancia de este deporte. En Costa Rica la Federación Deportiva de Tiro con Arco (FEDETICA) es el órgano reconocido por World Archery y está registrada como ente a cargo del tiro con arco en el país por el Comité Olímpico Nacional (CON) y el Instituto Costarricense de Deporte y Recreación (ICODER). FEDETICA cuenta con tres asociaciones miembros: Asociación de Tiro con Arco de Occidente (AETAO), Asociación Deportiva de Tiro con Arco de Alajuela (ASTICA) y Asociación de Tiro con Arco de Costa Rica (ATACR) (en adelante se utilizarán estas siglas). Los diferentes equipos de esta disciplina distribuidos en el país deben estar adscritos a alguna de estas asociaciones para ser reconocidos ante la federación y poder participar de las diferentes competiciones (Federación Deportiva de tiro con arco de Costa Rica, s.f.).

En Costa Rica, el tiro con arco es poco conocido y existe faltante de información del deporte a nivel nacional, por ejemplo, sobre la historia y acontecer actual, así como de registros sobre incidencia y prevalencia de lesiones. Esto sucede pese a que en Costa Rica existen leyes como la Ley 7800 de creación del ICODER, la cual establece que dentro de las obligaciones, tanto del ICODER como del CON, está el promover la investigación científica en materia del deporte (artículos 11 y 25) (Ley N° 7800, 1998) de manera que se tenga un mayor control de lo que acontece en el país y se cuente con información que sea de provecho para el mejoramiento y progreso de la disciplina. Además, FEDETICA no cuenta con registros epidemiológicos sobre las posibles lesiones que se presentan en las y los arqueros nacionales.

Asimismo, las bases en la formación desde edades tempranas están en desarrollo, por ejemplo, la disciplina apenas contará con su tercera edición en Juegos Deportivos Nacionales (JDN) para el 2019, justas donde participan jóvenes

entre los 12 (incluso menores) y 20 años, pertenecientes a las categorías de Cadete (12-17) y Juvenil (17-21) (Federación Deportiva de Tiro con Arco de Costa Rica, 2015). Esta participación es en modalidad de exhibición, por lo que no se realizan procesos de clasificación debido a que aún se está trabajando por consolidar la disciplina a nivel nacional por parte de la Federación y Asociaciones para que el ICODER la incorpore como parte del programa competitivo. La población de arqueros que participan en estas justas es creciente, según datos de la Federación Deportiva de Tiro con Arco de Costa Rica (2018) para el 2018 participaron 61 arqueros en modalidad recurvo y para el año 2019 esta población fue de 66 arqueros (Federación Deportiva de Tiro con Arco, 2019) (ver anexo 1). Todos estos atletas representan a un Comité Cantonal durante dichas justas, sin embargo, cada arquero debe estar debidamente adscrito a una de las asociaciones reconocidas por FEDETICA (AETAO, ASTICA o ATACR).

A nivel mundial existen países que son potencias en el tiro con arco y realizan grandes inversiones en la investigación sobre este deporte en temas como los elementos que influyen el rendimiento, análisis de la ejecución técnica y otros. Dentro de estos países se encuentra Corea del Sur, que ha liderado las competencias mundialmente por más de 30 años (Han-Byul, Sae-Hyung y Wi-Young, 2015). Además, países como Cuba han desarrollado programas de formación de talentos desde edades tempranas y entrenamiento en alto rendimiento, ellos cuentan con programas de iniciación basados en investigación (Sánchez-Márquez, Garcés-Carracedo y García-Arias, 2017). Asimismo, cuentan con un alto volumen de competición, lo que le da más oportunidad de preparación y habituación competitiva a los atletas (Han-Byul et al., 2015).

En general, el tiro con arco es un deporte de precisión, como menciona Ertan, Soyly y Korkusuz (2005): “la habilidad en el tiro con arco se define como la capacidad de disparar una flecha a un objetivo determinado en un cierto lapso de tiempo con precisión” (p. 222). El atleta debe ser capaz de repetir esta acción durante la totalidad de tiros de la competición, que puede superar las 100 flechas (Shinohara, Urabe, Maeda, Xie, Sasadai y Fujii, 2014). Por esta razón debe

mantener una completa concentración y una técnica que sea efectiva, es decir, que minimice el gasto energético para evitar la aparición precoz de la fatiga durante la competición y así lograr tiros precisos lo más al centro del blanco posible.

Villaquirán, Portilla-Dorado y Vernaza-Pinzón (2016) en su estudio describen como la práctica de cualquier deporte se asocia a la posibilidad de padecer una lesión, por lo tanto, el tiro con arco como disciplina deportiva está sujeto a esta realidad. Respecto a esto, Singh y Lhee (2016) señalan que la práctica de tiro con arco puede implicar la aparición de una amplia variedad de lesiones. Esto debido a que las y los arqueros sufren grandes demandas a nivel musculoesquelético, por ejemplo, se han identificado que las mayores repercusiones de la práctica de este deporte se presentan a nivel de miembro superior y columna vertebral, siendo la lesión de pinzamiento tendinoso de hombro la más común seguida de la epicondilitis medial y lateral. Por último, a nivel distal se encuentran los tendones como las estructuras más vulnerables, debido a la tensión a la que se exponen durante la ejecución del gesto.

La investigación referente a las lesiones en arqueros se basa en su mayoría en la recolección de información a partir de entrevistas a los atletas, tal y como lo señalan en su artículo Kaynaroglu y Kiliç (2012), quienes complementaron su trabajo mediante una revisión bibliográfica para conocer las lesiones relacionadas a la práctica de tiro con arco. En dicho documento se menciona que la causa principal de las diferentes lesiones que pueden presentar estos atletas corresponde a las cargas asimétricas que debe soportar el cuerpo durante la ejecución de la técnica, las mismas pueden variar dependiendo si el arquero tiene experiencia o se está iniciando en la práctica. Entre los novatos se ha visto que la articulación más afectada es la del hombro, y que conforme aumenta la frecuencia de las prácticas comienzan a aparecer otras condiciones como la fatiga muscular e inestabilidad de hombro, tendinitis de la cabeza larga del bíceps y del músculo supraespinoso especialmente en el brazo de cuerda.

Por su parte Adkitte, Shah, Jain, Walia, Chopra y Kumar (2016), realizaron un estudio en 138 arqueros de élite en la India que pertenecían a las categorías de arco compuesto y recurvo, a los cuales se les realizó una entrevista para conocer las lesiones que sufrieron en los últimos dos años. Los resultados que obtuvieron señalan que el patrón de lesión más prevalente fue durante la fase de apertura del arco, esto debido a las cargas asimétricas que el movimiento ocasiona en las diferentes estructuras del hombro, principalmente en el brazo de cuerda. Adkitte et al. (2016) describen que dentro del total de lesiones sufridas por los atletas las de mayor prevalencia fueron las ubicadas en el hombro del brazo de cuerda con un 19.79 %, seguida de ampollas en los dedos (17.01%), además se encontraron lesiones en cuello y espalda (15.28%), en el hombro del brazo de arco (10.07%) y en un porcentaje menor en las articulaciones de codo y muñeca. En este mismo estudio, lesiones en arqueros de la modalidad arco recurvo fueron más frecuentes que en el compuesto, lo que se atribuye a que en el arco recurvo la técnica es más demandante físicamente, requiere de mayor fuerza a nivel de cintura escapular, codo y mano del brazo de cuerda.

Sobre las lesiones que se presentan en la práctica de tiro con arco en la infancia y la adolescencia, la European Spine Journal en el 2011 publicó un estudio sobre la relación entre el dolor lumbar y la práctica de un deporte, para esto realizaron entrevistas a 46630 niños entre 8 y 16 años de la ciudad de Niigata, Japón. De la totalidad de la población estudiada 23 niños practicaban tiro con arco, y de estos aproximadamente un 39.1% había sufrido dolor de espalda, siendo calificado de intensidad severa en 16.7% de los casos, lo que demuestra la importancia de considerar programas preventivos adecuados a estas edades para prevenir el dolor de espalda y la posible aparición de otras lesiones o bien desalineaciones como las escoliosis por la asimetría del gesto (Sato et al., 2011).

Se entiende que para la práctica del tiro con arco se requiere de un gesto idéntico para cada tiro, de manera que se cuente con la precisión para llevar las flechas al centro de la diana (Marcos-García, 2016), lo que se logrará con largas jornadas de entrenamiento. Estas altas demandas de repetición llevan a la

sobrecarga estructural, pudiendo empeorar con la incorrecta ejecución del movimiento, como señalan Osorio, Clavijo, Arango, Patiño y Gallego (citados en Hernández-Zúñiga y Marengo-García, 2015): “la ejecución inadecuada de la técnica específica para cada deporte produce estrés exagerado, lesiones por uso excesivo o, incluso, lesiones agudas” (p.21), es decir representa un factor de riesgo. Shinohara et al. (2014) encontraron que las lesiones en arqueros alteran el patrón de activación muscular durante el lanzamiento, lo que provoca deficiencia de la técnica y el rendimiento y crean un círculo vicioso de errores técnicos y aparición de lesión.

Si bien la evidencia científica describe la prevalencia de lesiones en este deporte no profundizan en la determinación de los factores de riesgo a los que se exponen los individuos en la práctica del tiro con arco, específicamente en la modalidad recurvo. Por lo tanto, existe una carencia de información para establecer medidas preventivas aplicables a los programas de entrenamiento.

Es en este punto que la Terapia Física cobra valor, trabajando en el aspecto preventivo como una forma de mejorar la calidad en la salud y desempeño de las y los atletas (Ocampo, Sánchez, Ramos, Bonilla, Maldonado y Escalante, 2012). La prevención busca intervenir desde el entrenamiento, identificando los elementos que signifiquen factores de riesgo que atenten contra la salud y el rendimiento del atleta. Adamuz y Nerín (2006) afirman que: “el fisioterapeuta es un eslabón importante en la cadena de la prevención para recoger información con más criterio que un entrenador o preparador físico” (p.35) y explican que este profesional trabaja directamente con el atleta y debe conocer sus aspectos físicos y forma en que se desempeña para saber cómo intervenir, esto le proporciona ventajas para conocer sus fortalezas y deficiencias que pueden significar factores de riesgo.

Además, conociendo que la técnica es uno de los factores primordiales en esta disciplina se infiere que el aprendizaje y corrección será esencial. A propósito de esto Sánchez-Márquez et al. (2017) en su revisión sobre la enseñanza de la técnica en niños y niñas de 10-12 años encontraron deficiencias en elementos

básicos del gesto como la forma de tomar el arco o la posición de la cabeza; aspectos que se mencionan como prioritarios al aprender la técnica, estos factores a futuro podrían afectar el rendimiento y salud de los arqueros. Ocampo et al. (2012) rescatan la importancia del accionar del fisioterapeuta en el desarrollo de procesos de enseñanza y aprendizaje en materia deportiva, pues se pueden corregir alteraciones desde un inicio, evitando que se agraven en un futuro.

Tomando en cuenta las características del tiro con arco en cuanto a su gesto deportivo, la metodología de entrenamiento y cómo estos aspectos pueden influir en la aparición de lesiones en miembros superiores, cuello y espalda; surgen las siguientes interrogantes de investigación: ¿Cuáles son los factores de riesgo de lesiones de miembro superior, cuello y espalda en la práctica del tiro con arco modalidad recurvo en arqueros de los equipos pertenecientes a las asociaciones ADETAO, ASTICA y ATACR que participan en Juegos Deportivos Nacionales? ¿Qué aspectos deben tomarse en cuenta para diseñar una propuesta fisioterapéutica orientada a la prevención de lesiones en el tiro con arco modalidad recurvo?

1.2 Objetivos

Objetivo general

Determinar los factores de riesgo de lesiones de miembros superiores, cuello y espalda en la práctica de tiro con arco, modalidad recurvo, durante los Juegos Deportivos Nacionales del año 2019.

Objetivos específicos

1. Precisar las características clínicas de las lesiones de miembro superior, cuello y espalda de la población de estudio.

2. Identificar los factores de riesgo intrínsecos y extrínsecos de lesiones de miembros superiores, cuello y espalda en la población de estudio.
3. Diseñar una propuesta fisioterapéutica orientada a la prevención de los factores de riesgo asociados a la práctica del tiro con arco modalidad recurvo que influyen en la salud y el rendimiento de los arqueros.

1.3 Justificación

En el ámbito deportivo, la práctica de cualquier disciplina conlleva un riesgo de sufrir lesiones. En el caso del tiro con arco, pese a que es un deporte estático y que no implica contacto físico con otros oponentes, posee un perfil único de lesiones a consecuencia de las demandas físicas y mentales que su práctica requiere (Singh y Kaur, 2015). Por lo tanto, resulta de gran importancia conocer los factores de riesgo capaces de afectar la salud de los atletas según el deporte al que se encuentran asociados.

Esta investigación identifica factores de riesgo asociados a la aparición de lesiones en la práctica del tiro con arco. Para esto se analizan los factores de riesgos intrínsecos presentes en arqueros de los equipos de tiro con arco de las asociaciones ADETAO, ASTICA y ATACR, así como la forma de ejecución del gesto deportivo que aplican, lo que representa un factor extrínseco. Las y los arqueros de estas asociaciones se verán beneficiados pues tendrán referencia de posibles alteraciones físicas que presenten, además de conocer detalles de su ejecución técnica importantes de corregir o potenciar para mejorar su rendimiento y disminuir el riesgo de lesionarse.

El entrenamiento busca optimizar el rendimiento de los atletas, sin embargo, sin una planificación adecuada este puede representar un factor de riesgo para las lesiones y, por el contrario, llegar a afectar el desempeño en el deporte. Es por esta razón que se indaga en aspectos sobre la metodología del entrenamiento, en cuanto a sus características y dinámica que se aplica en los equipos mencionados y así

identificar si se está incurriendo en aspectos que condicionan el progreso del atleta o que provocan riesgo de lesiones. De este modo el conocimiento teórico generado también será de beneficio para entrenadores y preparadores físicos de estos equipos.

Los resultados y conclusiones obtenidos a partir del trabajo con las asociaciones citadas, beneficiará en un segundo plano a arqueros, entrenadores y preparadores físicos de otros equipos de tiro con arco del país y de otras categorías. Esto debido a que se contará con un modelo de referencia sobre prevención de lesiones generalizable.

Se aportará a instituciones relacionadas al deporte y al tiro con arco a nivel nacional como lo son el Instituto Costarricense de Deporte y Recreación (ICODER), el cual es promotor de la investigación en materia deportiva, según lo establecido en la Ley 7800; y a la Federación Deportiva de tiro con arco de Costa Rica (FEDETICA). Esto por cuanto se busca dar un acercamiento a la situación actual del tiro con arco en diversos equipos del país. Se obtendrá información que será de valor no sólo en términos de preparación y competición, sino también a nivel de organización del deporte.

La investigación generará información que podrá ser utilizada por las instancias que regulan la práctica de este deporte en Costa Rica (FEDETICA, Asociaciones deportivas, Comités Cantonales de Deportes) para establecer normativas o regulaciones sobre el entrenamiento de esta disciplina. De este modo se puede contar con un marco referencial de lineamientos dirigidos a la prevención de lesiones que complementa la preparación de las y los arqueros nacionales.

El estudio favorecerá al área de la Terapia Física, tanto a profesionales como a estudiantes, pues contarán con información sobre las lesiones que se presentan en el tiro con arco; los principales factores de riesgo que inciden en estas; aspectos de la preparación; y pautas preventivas que se deben aplicar a nivel de fisioterapia en esta disciplina. Dicha información también será útil para otros profesionales que se desempeñan en el área de la salud deportiva.

Además, se aportará a la Universidad de Costa Rica y a la Escuela de Tecnologías en Salud, ya que se abarca una disciplina que no cuenta con investigaciones a nivel nacional, por lo tanto, será una fuente que facilite el acceso a la información en este tema para investigadores, profesionales y estudiantes en áreas de la salud y el deporte. Por último, se pretende abrir camino a futuras investigaciones nacionales tanto en el tema del tiro con arco, como en el área de la fisioterapia deportiva.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Consideraciones generales

En este segundo capítulo se desarrolla el posicionamiento teórico que sustenta la presente investigación. Se abordan diversos temas pertinentes para el estudio, entre ellos la salud, el deporte y el tiro con arco, así como lo referente a las lesiones deportivas y los factores de riesgo asociados a la práctica del deporte. Además, se hace un acercamiento sobre el papel de la Terapia Física en el deporte y en la prevención de lesiones.

Los temas se presentan en el siguiente orden: en un inicio se presenta el concepto de salud y el papel de la Terapia Física tanto en la salud como en el ámbito deportivo; posteriormente se aborda la definición de deporte y principios del entrenamiento deportivo. En segundo orden, se trata el tema específico de la disciplina del tiro con arco, su descripción, modalidades y categorías, así como los tipos de eventos competitivos. Se describe también la técnica de tiro, los determinantes del rendimiento de los atletas, así como la metodología del entrenamiento y enseñanza de dicha disciplina. En un tercer plano, se hace referencia a los conceptos de lesión deportiva y los factores de riesgo asociados a estas. Seguidamente se describen las lesiones específicas del tiro con arco en modalidad recurvo y, por último, se trata el tema de la valoración de los componentes de la aptitud física en arqueros.

2.2 Generalidades del concepto de salud

Las primeras definiciones sobre el concepto de salud se aproximaban a la interacción entre salud y enfermedad, se solía describir como la simple ausencia de enfermedad física. Entorno a este argumento se generaron múltiples discusiones pues su contenido era muy simple y no incluía los aspectos biológicos, psicológicos y sociales que conforman la integralidad del ser humano. Es cuando en 1946 la Organización Mundial de la Salud (OMS) emite una nueva concepción de la salud,

basándose en el modelo biopsicosocial, con lo cual creó la siguiente definición: “la salud es un estado de completo bienestar físico, mental y social, y no solamente la ausencia de afecciones o enfermedades” (Organización Mundial de la Salud, 2019a, párr. 1).

Esta nueva descripción es la que se ha tomado como oficial desde ese momento y sigue vigente en la actualidad, este involucra diferentes ámbitos del entorno humano que lo hacen un criterio más válido que el primero. Diversos autores han opinado acerca del juicio establecido por la OMS, por ejemplo, Vélez (citado por Valdivia, 2014) propone una construcción del término más dinámica, pues opina que esta es resultado de un proceso de adaptación por parte del individuo ante procesos sociales, económicos y políticos. Este autor, a diferencia de la OMS, no lo describe como un estado, sino que utiliza el término proceso en el que interactúan múltiples elementos.

La noción de ver la salud como un proceso es en cierta medida aceptada por la OMS, aunque su definición no se haya cambiado. Puede afirmarse esto debido al desarrollo del concepto de los determinantes sociales de la salud, pues deja de creerse que esta dependa únicamente de la parte biológica. Estos determinantes se refieren a diversas condiciones en las que nace, crece y se desarrolla una persona, dentro de los que se incluyen, por ejemplo: la organización política y económica de cada país; el sistema sanitario y las condiciones de vida (estilos de vida, empleo, educación) (Organización Mundial de la Salud, 2019b). Al interaccionar estos determinantes es que se entiende la salud como un proceso que depende de múltiples variables.

Este hecho explica el que se acepte que el acceso a educación, trabajo, empleo, recreación, servicios, entre otros, son también elementos necesarios para gozar de salud y no sólo el acceso a la atención médica. También los determinantes sociales justifican el hecho de que los gobiernos y las políticas y acciones que estos implementan cumplen un papel importante en la salud de la sociedad y por ende son responsables de garantizar el acceso a este derecho.

2.2.1 Papel de la Terapia Física en la salud

La Terapia Física es una disciplina de las ciencias de la salud que utiliza medios físicos y manuales para evaluar, brindar tratamiento y educar a las personas, con el objetivo de prevenir alteraciones, proporcionar, mantener y restaurar la salud individual y colectiva (González y López, 2014). Además, su campo de intervención es muy amplio, ya que puede desempeñarse en múltiples áreas desde el ámbito hospitalario hasta el educativo y tratar con poblaciones de cualquier edad.

La Terapia Física puede abordar las tres áreas de intervención en salud, que según González y López (2014) son: la prevención primaria, que incluye todas las acciones implementadas antes de que se presente alguna patología, o bien para evitarlas; la prevención secundaria, que se refiere a la detección temprana de alteraciones o factores de riesgo y su corrección; y la prevención terciaria, que es la atención en salud cuando ya existe una enfermedad o lesión.

Además, esta disciplina se caracteriza por considerar a la persona como un ser integral, dado que no sólo se centra en la alteración, lesión o enfermedad que presenta, sino que también presta atención a su contexto social, laboral, actividades recreativas que realiza, el ambiente en el que vive, entre otros elementos propios del ser humano. Por otro lado, contribuye a la educación de las personas en cuanto a la adquisición de estilos de vida saludables (higiene postural, práctica de actividad física) que buscan prevenir lesiones, enfermedades sistémicas y sus factores de riesgo, así como potenciar la independencia y funcionalidad en todas las edades y condiciones.

A propósito de esto, Pinzón (2014) resalta el rol del fisioterapeuta en la prescripción del ejercicio tanto terapéutico como ejercicio físico, tarea avalada por la Confederación Mundial de Terapia Física (WCPT). En cuanto al ejercicio terapéutico se centra en la prevención o corrección de efectos adversos de enfermedades, trastornos postraumáticos, postquirúrgicos, lesiones osteomusculares, entre otros. Por su parte, la finalidad de prescribir el ejercicio

físico es potenciar las cualidades físicas, ya sea enfocado a actividades funcionales (laborales o diarias) o deportivas (Pinzón, 2014).

2.2.2 Papel del fisioterapeuta en el ámbito deportivo e importancia del abordaje preventivo

Uno de los ámbitos de práctica de la Terapia Física es el deportivo, donde se busca mantener al atleta en un estado de salud óptimo para el entrenamiento y la competición. El trabajo de un fisioterapeuta en el área del deporte se centra en la prevención, recuperación y readaptación de un proceso lesivo que haya sufrido el atleta o que sea vulnerable de sufrirlo (Valdivia, 2014). Las lesiones en el deporte son situaciones muy frecuentes, puede afirmarse que forman parte de la cotidianidad de este campo. El abordaje de estas requiere de un equipo multidisciplinario en el que el terapeuta físico juega un importante papel, ya que tiene alcance desde la fase aguda hasta la rehabilitación para el reingreso a la competencia.

Según la fase de la lesión en que se intervenga, el tipo de lesión y tejido comprometido se decidirá la modalidad terapéutica o agente físico apropiado para el tratamiento. Dentro de estos se tienen la crioterapia, termoterapia, electroterapia, ultrasonido, cinesiterapia, entre otros.

Es tarea del terapeuta no sólo el abordaje de las lesiones del deportista, sino también el evaluar al atleta al iniciar su entrenamiento, conocer las actividades que realiza, la planificación y las cargas de trabajo, para tener así expedientes y registros pertinentes que sirvan de base para futuras intervenciones. También debe registrar todos los procedimientos que aplica a cada atleta que atiende, de manera que se cuente con información escrita de sus labores (Hernández-Zúñiga y Marengo-García, 2015).

Se sabe que las lesiones son procesos que interfieren con la preparación del atleta, su calendario competitivo y, en general, con su salud. El tener que tomar

reposos profilácticos a causa de una lesión hace que se pierda el ritmo de competencia y disminuye el rendimiento del atleta. Además, siempre se habla del tema de costos de la atención, donde los tratamientos suelen ser más costosos que las medidas de prevención en salud. Esta suma de factores hace que las acciones dirigidas a la prevención de lesiones sean de suma importancia en el ámbito deportivo y la Terapia Física, al ser parte del equipo interdisciplinario deportivo, deberá aplicar dichas medidas a su labor.

González y López (2014) definen que la prevención ejecuta medidas previo a la aparición de una lesión, dentro de las que caben la promoción de la salud para educar en temas de autocuidado y la detección de factores predisponentes. En cuanto a la detección de factores de riesgo para la aparición de lesiones Adamuz y Nerín (2006) mencionan la existencia de factores de riesgo que el terapeuta debe detectar mediante evaluaciones como parte de una práctica preventiva, pues darán información de posibles debilidades que haya que modificar para evitar las lesiones. Casáis-Martínez (2008) establece que, dentro de las acciones de evaluación con carácter preventivo en el deporte, es importante que el fisioterapeuta realice análisis posturales y de desequilibrios musculares. A esto se le puede sumar la valoración de componentes de la aptitud física según la disciplina que se practica.

En el deporte, la promoción de la salud hace referencia a la implementación de técnicas de higiene postural, correcta ejecución de la técnica, aplicación del calentamiento y estiramiento (Chinchilla, 2008), así como tomar reposos adecuados para la recuperación del cuerpo. Asimismo, es de importancia conocer el tipo de entrenamiento del atleta, las cargas a las que se somete, los tiempos de reposo con que cuenta y la planificación del entrenamiento. También es importante evaluar las sesiones de entrenamiento para identificar factores de riesgo presentes en su estructura, por ejemplo: la ausencia de prácticas preventivas como el calentamiento, estiramiento, trabajo de fortalecimiento, entre otros.

Adamuz y Nerín (2006) analizaron varios programas preventivos en diferentes deportes y encontraron una serie de elementos en los que el

fisioterapeuta era quien intervenía, se presentan a continuación. En primer lugar, está la preparación de grupos musculares para evitar desequilibrios de fuerza y dar estabilidad a las articulaciones, así como la corrección de alteraciones posturales. En segundo lugar, se plantea la corrección del gesto deportivo de manera que se eviten compensaciones o sobrecargas; también se debe dar seguimiento al atleta rehabilitado de una lesión para observar su evolución. Por último, establecen que el terapeuta debe aplicar ciertas modalidades preventivas como los vendajes funcionales, el masaje deportivo, y la educación en higiene postural.

A propósito de esto, Casáis-Martínez (2008) establecen que un abordaje preventivo debe seguir 4 pasos fundamentales: primero, conocer la amplitud del problema, por ejemplo conocer qué lesiones se presentan, cuál es la magnitud con que afectan a los atletas; segundo, identificar factores de riesgo y mecanismos de lesión, de esta manera se tiene el elemento que debe abordarse con prioridad; tercero, introducir las medidas de prevención, el cómo abordar la situación; y, por último, evaluar la eficacia de las medidas preventivas. El fisioterapeuta cuenta con el perfil para ejecutar el programa preventivo en los 4 pasos propuestos por Casáis-Martínez (2008), desde las evaluaciones tanto de atletas como de los programas de preparación deportiva y la identificación de los factores de riesgo presentes, hasta la implementación de pautas preventivas y la constante evaluación de estas para determinar su alcance.

2.2.2.1 Abordajes fisioterapéuticos de prevención de lesiones deportivas

Árnason (2009) refiere que el objetivo de un programa de prevención es preparar a los atletas para adquirir la resistencia necesaria que le ayude a soportar las cargas biomecánicas que se demandan según el deporte practicado. Para esto los protocolos a implementar deben contemplar las especificidades del deporte y de cada atleta. Estos pueden categorizarse según su enfoque en (Árnason, 2009, p.175):

1. "Identificación de los deportistas en situación de riesgo.
2. Mejora del entrenamiento específico.
3. Mejora de la resistencia a la fatiga.
4. Mejora de la fuerza excéntrica.
5. Mejora de la función lumbar y pélvica.
6. Mejora de los programas de rehabilitación para prevenir recidivas".

Cada enfoque se dirige a reforzar algún componente en específico que pueda aumentar el riesgo de que se presente una lesión. Además, se consideran factores determinantes de la aptitud física que pretenden dar una preparación integral del atleta y conseguir esa resistencia a las demandas biomecánicas.

González y López (2014) proponen un protocolo de prevención de lesiones en nadadores donde incluyen ejercicios de flexibilidad, coordinación, propiocepción y fuerza. Refieren que la importancia del trabajo de la flexibilidad es el mantener los rangos óptimos de movimiento que permitan al atleta ejecutar a cabalidad los movimientos propios del gesto deportivo y a eliminar la tensión en puntos de mayor sobrecarga, con lo que afirman que se logrará mejorar el control postural. También consideran el entrenamiento de la fuerza, con el cual se busca fortalecer los grupos musculares que más trabajan según la técnica de manera que se mejore su resistencia, asimismo trabaja de modo general con el objetivo de evitar desequilibrios musculares. Por otro lado, se integran ejercicios de propiocepción y coordinación, con el fin de mejorar la capacidad de adaptación neuromuscular ante cambios de postura y movimientos, el aprendizaje motor y perfilación del gesto deportivo. Las autoras resaltan la importancia de incluir estos trabajos específicos de forma regular durante los entrenamientos.

El entrenamiento de fuerza es importante en deportistas desde edades tempranas. Se reportan beneficios como: prevención de lesiones; aumento de la

fuerza y mejora de habilidades motrices; aporte a la salud ósea; y mejoras en la composición corporal y sensibilidad a la insulina (Peña, Heredia, Lloret, Martín y Da Silva-Grigoletto, 2016). Además, estos mismos autores resaltan la ausencia de evidencia científica respecto a efectos adversos que pueda generar el entrenamiento de fuerza sobre el crecimiento óseo en las etapas de niñez y adolescencia.

Por su parte Monesma (2016) propone un abordaje preventivo para lesiones tendinosas del manguito rotador en tenis en el que se resalta el trabajo excéntrico de los músculos rotadores externos del hombro como factor protector. En este estudio se tiene un grupo control y un grupo experimental, a los cuáles se les aplica un programa de 12 semanas con una frecuencia de 4 veces por semana y una duración de entre 30 a 45 minutos, esto paralelo al trabajo de pretemporada. Ambos grupos realizan los siguientes ejercicios: calentamiento a baja intensidad por 5 minutos; estiramientos pasivos de músculos rotadores del hombro; fortalecimiento isométrico y concéntrico de músculos glenohumerales y escapulotorácicos; estabilización dinámica y control neuromuscular con contracciones isométricas; y estabilización del *core* o del centro del cuerpo (músculos, tronco y suelo pélvico).

El grupo experimental además realizaría un trabajo excéntrico de músculos rotadores internos del hombro utilizando bandas elásticas. Se pretende en este ejercicio recrear las exigencias biomecánicas del saque en tenis, el gesto que se ha identificado como de mayor riesgo en la técnica de este deporte (Monesma, 2016). El hecho de incluir la contracción excéntrica como el factor protector en estudio se justifica por sus beneficios en el fortalecimiento tendinoso, dado que lo expone a una mayor carga que durante la fase concéntrica. Además, se ha visto que incide sobre la morfología del tendón y paratendón y estimula la producción de colágeno tipo I, lo que incrementa la resistencia y fuerza (Monesma, 2016).

Otros autores también comparten la idea de los beneficios acerca del entrenamiento excéntrico como forma de prevención de lesiones tendinosas. Por ejemplo, Camargo, Albuquerque-Sendín y Salvini (2014) al revisar diversos

estudios hallaron que el realizar ejercicios excéntricos periódicamente parecía inducir la remodelación del tendón lesionado, hecho valioso para la prevención de recidivas. Estudios similares como el de Niederbracht, Shim, Sloniger, Paternostro-Bayles y Short (2008), han encontrado que no sólo se alcanzan mejoras en el tendón, sino que también se puede incidir sobre los desequilibrios musculares que conllevan riesgo de lesiones.

El trabajo de la estabilidad del *core* o del centro del cuerpo, que abarca grupos musculares del tronco (abdomen, espalda, suelo pélvico), es muy frecuente de encontrar en los protocolos de prevención de lesiones deportivas. Vera-García, Barbado, Moreno-Pérez, Hernández-Sánchez, Juan-Recio y Elvira (2015) definen la estabilidad del tronco como la capacidad de controlar la posición y el movimiento del tronco sobre la pelvis, haciendo que la producción, transmisión y control de fuerzas hacia las partes distales sea óptima. Se ha encontrado una relación en las deficiencias del control neuromuscular del tronco con lesiones a nivel de columna y extremidades (Vera-García et al., 2015). La inclusión de estos ejercicios ha demostrado disminuir la incidencia de lesiones en el deporte (Huxel-Bliven y Anderson, 2013), además al tener un tronco estable el movimiento será más eficiente, pues los movimientos distales se anteceden de la activación de la musculatura centro del cuerpo, esto potencia la transmisión de fuerzas y control postural reduciendo las sobrecargas (Vera-García et al., 2015) lo que es positivo para cualquier deporte.

El trabajo de la propiocepción es una de las pautas más sugeridas dentro de los programas de prevención en el deporte. La propiocepción es el conjunto de información sensitiva correspondiente a la posición articular en el espacio, la sensación del rango de movimiento y la sensación de la fuerza o resistencia muscular, tiene un importante papel en la estabilidad articular, control postural, equilibrio y control motor (Caamaño, 2015). Durante una lesión musculoesquelética la propiocepción se ve afectada debido al daño de mecanorreceptores que ocasiona alteración de la información recibida y como consecuencia falta de estabilización y

control de las fuerzas que actúan durante el movimiento, haciendo a la estructura lesionada más vulnerable a una recidiva. Por tanto, la inclusión de trabajos de propiocepción en el deporte es una práctica preventiva, por cuanto mejora el control neuromuscular, es decir, la adaptación de las estructuras musculoesqueléticas a la información interna y externa. Además, una capacidad propioceptiva íntegra promueve la adquisición de mejores patrones motores, lo cual es ventajoso en el deporte (Navarro, 2003).

Otro lineamiento considerado para la prevención es la implementación del calentamiento previo al entrenamiento o competición y de una fase de vuelta a la calma al final. El calentamiento es una actividad dirigida a la preparación del cuerpo previo a realizar un ejercicio físico. Pretende mejorar el desempeño deportivo y reducir el riesgo de lesiones, puesto que mejora la elasticidad muscular, su capacidad para generar fuerza y parámetros cardiovasculares de aporte de energía y oxígeno al músculo, también potencia la concentración y capacidad de reacción del atleta (Berdejo del Fresno, 2011). La evidencia sugiere la inclusión de estiramientos dinámicos en el calentamiento pues comprenden movimientos funcionales según el deporte y requiere tanto de fuerza como de flexibilidad, además demanda cierto esfuerzo aeróbico, de este modo prepara de una mejor manera el cuerpo para la ejecución técnica, siendo un factor protector de lesiones (Kovacs, 2010). Por otro lado, la teoría acerca de la inclusión de estiramientos estáticos en el calentamiento como factor protector para lesiones, es controversial, en contraste, estos sí se aprueban para la recuperación posterior a la actividad física. En cuanto a la fase de enfriamiento, se tiene que es importante para la disminución gradual de las variables fisiológicas y vuelta al estado de reposo (Costa, Medeiros y Fukuda, 2011), por tanto, es necesaria para la recuperación del organismo tanto posterior al entrenamiento como a la competición.

2.3 Aproximación al concepto de deporte

El deporte no debe confundirse con la actividad física, pues este último hace alusión a cualquier actividad para la cual se requiera de movimiento del cuerpo y un gasto energético mayor al de reposo, mientras que el deporte se relaciona mayormente con el entrenamiento para mejorar el rendimiento del sujeto y que pueda desempeñarse en un ámbito competitivo. Se entiende que el deporte requiere de una preparación específica que vaya hacia la mejora del desempeño de un atleta. A propósito de esto, Valdivia (2014) menciona que el deporte de competición o para rendimiento puede definirse como “una acción motriz que tiene reglas establecidas por una institución deportiva, en el que se le permite a la persona expresar sus potencialidades físicas y mentales” (p.12). Es decir, que tiene por característica ser organizado y planificado y se relaciona inherentemente a la competencia.

El deporte busca la preparación de los atletas para optimizar su rendimiento de manera que sean capaces de competir y superarse. Según la Real Academia Española (2014, párr.1), el término rendimiento se define como: “producto o utilidad que rinde o da alguien o algo”. Si se traduce esto al rendimiento deportivo se entendería como los resultados obtenidos por un atleta durante las competencias, que podrán mejorarse según progresen sus habilidades y aptitudes. Según la disciplina varía los determinantes del desempeño, pues cada una requiere de habilidades diferentes. Sin embargo, el gesto deportivo es una característica inherente, a propósito de esto Garrido-Castro, Gil-Cabezas, da Silva-Grigoletto, Mialdea-Baena y González-Navas (2017) señalan que la técnica es uno de los factores más influyentes para el rendimiento deportivo. Es generalmente por los resultados de las competencias que se determina el rendimiento del atleta, pues es aquí donde se exigen al máximo las capacidades de los deportistas.

2.3.1 Principios del entrenamiento deportivo para la mejora del rendimiento

Para lograr la mejora del rendimiento en los atletas es necesaria una preparación tal que estimule el desarrollo de adaptaciones tanto en la estructura como en la función de los diversos sistemas del cuerpo. Según McArdle, Katch y Katch (2015) para lograr las adaptaciones debe implementarse una preparación planificada que se centre en la “frecuencia y duración de las sesiones; tipo de entrenamiento; velocidad; intensidad y repetición de la actividad; intervalos de descanso y competencia” (p.462). Todo esto debe programarse en función del tipo de deporte. El crear adaptaciones mediante el entrenamiento en función de la mejora del rendimiento con miras a la competición, marca la diferencia del deporte o ejercicio físico por salud respecto al de alto rendimiento.

Por otro lado, para que el entrenamiento sea efectivo y cumpla con lo dispuesto en el párrafo anterior, siempre deben tenerse presentes los principios del entrenamiento. Estos principios son descritos por McArdle et al. (2015) y se desglosan a continuación:

- **Sobrecarga:** se centra en las exigencias físicas que se le demandan al atleta, ya que consiste en aplicar intensidades de trabajo mayores con el objeto de que el cuerpo genere adaptaciones. Se regula la frecuencia, intensidad o duración del entrenamiento.
- **Especificidad:** describe que las adaptaciones se dan en función de la modalidad de ejercicio que se realiza. Es decir, según el tipo de deporte que se entrena así serán las adaptaciones inducidas. Por ejemplo: un atleta de halterofilia genera adaptaciones en aumentos de fuerza y potencia, no así en capacidad o resistencia aeróbica; mientras que un nadador desarrolla una capacidad cardiovascular impresionante, pero no desarrollará una fuerza que se compare con la del levantador de pesas. Esto se explica por las características particulares de cada disciplina y los elementos que se enfatizan con cada entrenamiento.

- Individualidad: cada individuo responde de manera diferente al entrenamiento, aun teniendo un mismo programa la forma de adaptarse varía. Esto depende de diversos factores, entre ellos la genética. Dado este principio, se recomienda que para que los programas de entrenamiento sean más efectivos se debe tomar en cuenta las características propias de cada persona y ser lo más personalizados posible.
- Reversibilidad: explica que, así como las adaptaciones se van adquiriendo con el entrenamiento, el dejar de entrenar provocará la desadaptación del sujeto. Esta pérdida de las adaptaciones fisiológicas se cumple tanto si se deja de entrenar del todo, como si solamente se reduce la frecuencia, duración o intensidad del entrenamiento.

El objetivo del entrenamiento es lograr la forma óptima en los atletas y para ello se prepara al deportista (Ledesma-Beades, 2008). El entrenamiento debe contener características relacionadas a la planificación: volumen (frecuencia, duración), intensidad, recuperación, competición (McArdle et al., 2015); y relacionados al tipo de actividad o bien a su contenido: calentamiento, trabajo del gesto, fuerza, flexibilidad, entre otros. Este contenido se establece en función de la disciplina y sus requerimientos para mejorar el rendimiento, también pueden representar factores de prevención de lesiones.

2.4 Tiro con arco

En este apartado se abordan las generalidades de la disciplina del tiro con arco, desde sus características básicas, la descripción del gesto deportivo o técnica y los principios que rigen la enseñanza del gesto y el entrenamiento de estos atletas.

2.4.1 Definición y características del tiro con arco

El tiro con arco puede definirse como un deporte estático que requiere fuerza y resistencia en la parte superior del cuerpo, en especial del complejo

osteomuscular del hombro y manguito rotador (Ertan et al., 2005). Esta disciplina consiste, a grosso modo, en lanzar flechas con un arco y dar en el centro de un objetivo que se encuentra a una distancia considerable del arquero. La Federación Mundial de Tiro con Arco establece las distancias de lanzamiento, para todo evento oficial avalado por esta federación, de la siguiente manera: para la rama masculina 90m, 70m, 50m y 30m; para la rama femenina 70m, 60m, 50m y 30m (Shinohara et al., 2014). Para este deporte se requiere de gran precisión, esto para que los lanzamientos sean reproducibles y se logren las marcas buscadas en el centro del blanco.

El tiro con arco tiene dos grandes modalidades según el tipo de arco, estos son el arco recurvo y el compuesto. Las competencias de arco recurvo son incluidas en el programa de Juegos Olímpicos. Por su parte las competencias de arco compuesto sólo se llevan a cabo en eventos como los Campeonatos Mundiales, aún no forma parte del programa de los Juegos Olímpicos. Para ambas modalidades existen competencias bajo techo (*indoor*) y al aire libre (*outdoor*), y la distancia varía según el tipo de arco, teniendo que en arco recurvo se lanza a 70m en *outdoor* y para el compuesto a 50m, mientras que en la modalidad *indoor* ambas lanzan a 18m de distancia (World Archery Federation, 2018b). Para efectos de esta investigación se hará énfasis en la modalidad de arco recurvo, por ser la más representativa y practicada actualmente, además de ser la oficial de los Juegos Olímpicos.

El arco recurvo, en su forma más básica y sencilla, consta de dos palas, una superior y una inferior, unidas por el *riser* o empuñadura (punto medio del arco que es sujetado por la o el arquero), la cuerda, elemento que da impulso a la flecha, se ancla en ambos extremos de las palas. Los arcos modernos que se utilizan en las competencias de mayor nivel son mucho más complejos, estos cuentan con contrapesos o estabilizadores, lentes de mira y el *clicker*. El *clicker* es un dispositivo que se ajusta a la empuñadura y se mueve hasta un punto máximo que es la posición óptima de la flecha para ser liberada. Al llegar a esta posición el *clicker*

suenan, lo que indica al arquero que llegó a la posición óptima para liberar la flecha (Ertan, 2009). Este debe ajustarse previo a los lanzamientos, de manera que se encuentre bien calibrado. En cuanto a los estabilizadores, corresponden a contrapesos que ayudan a que el arco se mantenga estable durante toda la ejecución técnica, reduciendo la variabilidad en la posición del arquero y su arco (Lee, Lee, Carello y Turvey, 2012).

El objetivo, diana o blanco, a la que se lanza la flecha mide 122cm y está dividido en 10 anillos de diferentes colores. Los puntajes se otorgan en función del anillo en el que haya caído la flecha, así para el círculo más central de color amarillo se obtienen 10 puntos, el segundo amarillo otorga 9 puntos, los anillos rojos 8 y 7 puntos respectivamente, los celestes 6 y 5 puntos, los negros 4 y 3 puntos y los círculos blancos, los más extremos, dan 2 y 1 punto. Las competencias de tiro con arco se ganan al obtener el mayor puntaje, por lo que siempre se buscan las posiciones más céntricas del objetivo.

Las competencias de arco recurvo pueden ser individuales, en parejas mixtas y por equipos conformados por tres arqueros de la rama masculina o femenina. En el caso de la competencia individual se realizan 5 sets en los que se lanzan 3 flechas por set. Al ganar el set se obtienen 2 puntos, si se empata se obtiene 1 punto y si se pierde no se obtienen puntos. El primer arquero en acumular 6 puntos gana. En caso de que se llegue al empate, se procede a lanzar una flecha por cada arquero, se mide la distancia de cada flecha respecto al centro del objetivo, ganará aquel cuya flecha haya caído a la menor distancia del centro. Cada arquero cuenta con 20 segundos para lanzar cada flecha (World Archery Federation, 2018b).

Para el caso de la competencia por equipos mixtos, conformado por una pareja hombre y mujer, se juega a 4 sets en los que se lanzan 4 flechas, 2 flechas por arquero. La pareja ganadora será la primera que alcance 5 puntos. En el caso de la categoría por equipos conformada por 3 arqueros (3 masculinos o 3 femeninas) también se realizan 4 sets en los que se lanzan 6 flechas por equipo, 2

flechas por arquero. Ganará el equipo que llegue primero a los 5 puntos (World Archery Federation, 2018b).

En el formato de competición aplicado en Costa Rica para los Juegos Deportivos Nacionales, se distribuye el evento en 3 días y se aplica la modalidad *indoor*, lanzando a 18m. El día 1, de clasificación, se tienen 2 rondas en las que se lanzan 36 flechas por ronda, cada ronda se divide en 6 subrondas de 6 flechas cada una. Entre la ronda 1 y 2 se da un descanso de 20-30 minutos. Según la clasificación del día 1 se construyen las llaves para el día 2, se enfrenta el primer lugar contra el último, el segundo contra el penúltimo y así sucesivamente. En este se realizan 5 sets de 6 flechas cada uno y gana el mejor de los 5 sets. El día 3, las finales, se realizan 3 sets de 3 flechas cada uno, ganando el mejor de los 3 sets (J. Gómez, comunicación personal, 9 de junio de 2017).

2.4.2 Técnica del tiro con arco

Sánchez-Marquéz y Garcés-Carracedo (2016), definen el gesto deportivo o técnica como: “(...) serie de procedimientos racionales para la solución de las tareas motrices que conducen al deportista a obtener resultados óptimos de manera funcional y económica” (p.54). Esto significa que requiere un gasto energético bajo, conlleva una menor carga de las estructuras anatómicas y está fuertemente asociado al rendimiento deportivo.

El tiro con arco es un deporte que demanda precisión por parte de las y los arqueros. Marcos-García (2016) refiere: “(...) es un deporte de perfección en el gesto deportivo, cuanto más idéntico se repita el gesto, más se agruparán las flechas en la diana” (p.10), es perfeccionando el gesto como se llega a mejorar el rendimiento de los arqueros, pues se tendrá la capacidad de lanzar flechas que logren puntajes altos en el centro de la diana. A propósito de esto Ertan et al. (2005) mencionan que la habilidad o destreza en el tiro con arco está definida como la capacidad de lanzar una flecha a un determinado objetivo en un tiempo determinado con precisión. Es claro cómo este deporte es puramente técnico, no requiere una

estrategia astuta o una capacidad aeróbica o anaeróbica extraordinarias, se busca simplemente la precisión del tiro – con los elementos que llevan a su adquisición – que garantice el óptimo rendimiento del arquero.

La técnica del lanzamiento en el tiro con arco puede dividirse en tres fases: apertura del arco y anclaje (*drawing*), apuntar y esperar (*aiming*) y liberación de la cuerda (*release*) (Ertan et al., 2005). Sin embargo, Soylyu, Ertan y Korkusuz (2006) refieren una fase de adquisición de la postura o *stance*, donde el arquero se coloca en posición adecuada previo a ejecutar la apertura.

La postura correcta para iniciar el gesto es en posición bípeda con ambos pies separados, uno a cada lado de la línea de tiro, el arquero debe estar de medio lado, no de frente al objetivo. Los pies en posición neutra (apuntando hacia el frente) y el cuerpo en posición de “T”, con pies, rodillas, caderas y tronco alineados, no se deben realizar lateralizaciones o rotaciones del tronco pues se pierde la alineación ideal (Wolff, Krebs, Detânico, van Keulen, y Braga, 2008) esto puede comprometer el tiro y sobrecargar algunos músculos, sólo la cabeza rotará para observar de frente la diana. Las rodillas deben evitar la hiperextensión o la flexión, se mantendrán en una posición neutra que permita dar mayor equilibrio y estabilidad.

El trabajo de los músculos posturales o estabilizadores del tronco es esencial, pues el arquero debe mantenerse lo más estático posible para no perturbar la dirección de la flecha durante el tiro. Además, estos músculos deben tener gran resistencia pues el gesto se repite por un prolongado período y cada tiro requiere de máxima precisión, por lo que los músculos necesitan la capacidad de mantener la postura estática durante toda la competencia (Wolff et al., 2008).

Se describen diferentes funciones en ambos miembros superiores, se tiene el brazo de arco con el que se sujeta el arco y se estabiliza durante la ejecución; y el brazo de cuerda, el que sostiene la cuerda y flecha y las posiciona para el tiro. Ambos brazos deben realizar contracciones musculares que permitan, primero,

tomar la posición óptima de lanzamiento y, segundo, estabilizar el arco en esta posición para ejecutarlo.

Luego de que el arquero se posiciona en la postura correcta descrita, tomará el arco, con el brazo de arco por la empuñadura, y sujetará la cuerda con el brazo de cuerda para proceder a realizar la fase de apertura (*drawing*). El brazo de arco debe empujarlo hacia al frente con el codo extendido, mientras con el brazo de cuerda se hala de esta en dirección al arquero. Para la apertura el arquero realiza un gancho de tres dedos (2do, 3er y 4to dedo) para sujetar y halar de la cuerda hasta la posición de anclaje (Ertan et al., 2005), los dedos sostendrán la cuerda mediante la contracción de los músculos Flexores de los dedos (superficial y profundo). A su vez el codo se irá flexionando mientras que el hombro se mueve en una abducción horizontal (abducción + extensión) por acción de las fibras posteriores del Deltoides y el Dorsal Ancho, los grados finales del movimiento serán una aducción de la escápula mediante los músculos Romboideos. El movimiento y fuerza deben ser mayores desde la escápula y hombro y no flexionando el codo por acción del Bíceps Braquial. La fase de apertura finaliza con el anclaje de la cuerda en la cara del arquero, haciendo contacto con nariz, labios y barbilla (Soylu et al., 2006).

Durante el anclaje la activación de los músculos de los hombros se requiere para mantener la alineación y evitar disturbios a la hora de liberar la cuerda. Los autores Lin, Hung, Yang, Chen, Chou y Lu (2010) determinaron en su estudio que en la posición de anclaje (*full drawing position*) se da una mayor activación de músculos del hombro y escápula, específicamente: Deltoides (fibras medias), Bíceps Braquial, Infraespinoso, Redondo Menor, Trapecio (fibras superiores), Serrato Anterior, Romboideos y Dorsal Ancho. En este punto los mencionados músculos realizan contracciones isométricas para estabilizar la posición hasta el momento de la liberación.

Al llegar a la posición de anclaje se inicia la fase de apuntar y esperar (*aiming*). La duración de esta fase es muy breve y el movimiento del brazo de arco

será mínimo, pues en la fase de anclaje ya se tiene la posición óptima, sólo queda el último grado de movimiento para posicionar la flecha. En esta fase el arquero debe mantener la posición estática sin alterarla mientras apunta al objetivo y espera a que el *clicker* suene para liberar la cuerda.

La última fase, la liberación de la cuerda, requiere de una alta velocidad de reacción por parte del arquero, pues al colocarse la flecha en su posición final y sonar el *clicker* el arquero deberá de inmediato liberar la flecha. El liberar la flecha segundos después de la señal del *clicker* puede alterar la posición óptima del *full draw* (anclaje) y hacer que la flecha se desvíe del punto visualizado por el arquero en la fase de apuntar y esperar (J. Gómez, comunicación personal, 9 de junio de 2017). Esta fase debe ser equilibrada y altamente reproducible (Soylu et al., 2006) de modo que se logre la precisión buscada. Para la liberación de la cuerda se requiere de la acción de los músculos extensores de los dedos (Extensor común de los dedos y propio del índice) de modo que la posición de gancho durante la apertura se extienda y la cuerda y flecha sean liberadas (Soylu et al., 2006).

Como se discutió al inicio de este apartado, el rendimiento del arquero está determinado por la forma en que ejecute la técnica y, por ende, de cómo trabaje los aspectos que llevan a su perfeccionamiento. Dentro de estos elementos que pueden llevar a la mejora de la técnica y del rendimiento deportivo el control postural es fundamental para mantener la postura correcta y poder conservarla sin variaciones durante toda la competencia, para ello el trabajo que aumente la resistencia de los músculos posturales será necesario. También la fuerza, resistencia y estabilización de los músculos de la cintura escapular serán necesarias para lograr la posición de tiro, mantenerla estática durante la ejecución y poder repetirla para el número de tiros a realizar en la competencia. La velocidad de reacción es otro elemento a tomar en cuenta en la preparación del arquero, ya que se debe coordinar la acción muscular con la señal del *clicker* de modo que el lanzamiento se dé en el momento justo.

2.4.3 Enseñanza y entrenamiento en el tiro con arco

La enseñanza adecuada de la técnica, sobre todo en un deporte como el tiro con arco donde tiene tanto peso en el rendimiento, llega a tener un papel decisivo para la consecución de los grandes éxitos (Sánchez-Márquez y Garcés-Carracedo, 2016). El método de enseñanza del gesto deportivo se entiende como aquel proceso de enseñanza de los elementos básicos del tiro con arco durante la iniciación deportiva (Sánchez-Márquez y Garcés-Carracedo, 2016).

Se describen tres etapas para la enseñanza del gesto deportivo durante la iniciación (Sánchez-Márquez y Garcés-Carracedo, 2016):

1. Formación básica: formación que busca adquirir las bases del movimiento.
2. Formación específica: enseñanza de la estructura funcional del deporte de manera específica.
3. Perfeccionamiento deportivo: perfeccionamiento de los aprendizajes.

En Cuba se ha establecido un método de enseñanza de la técnica del tiro con arco que divide la técnica en cinco grupos con elementos clave para dominar cada paso (Sánchez-Márquez et al., 2017).

1. Parada (adquisición de la postura): tomar en cuenta posición de piernas y cadera.
2. Posición de hombros y tronco: tronco recto y hombros bajos, lograr la posición de "T".
3. Anclaje y posición de cabeza: profundo hasta contactar el mentón, la cabeza orientada hacia el objetivo.
4. Liberación: movimiento continuo y fluido.
5. Momento posterior a la liberación: mantenerse en dirección a la diana hasta que la flecha la contacte.

Se hace hincapié en que la repetición del gesto, de cada uno de los pasos de enseñanza, es necesario para conseguir el aprendizaje de los hábitos motores (Sánchez-Márquez y Garcés-Carracedo, 2016). Sin embargo, debe velarse por la formación de patrones correctos de la técnica que sean óptimos para el futuro dominio y perfección de la técnica que lleve al atleta a alcanzar su máximo desempeño.

El entrenamiento es un proceso dirigido al mejoramiento de la ejecución técnica y por ende lograr alcanzar un rendimiento óptimo por parte del atleta. Bolotín y Bakayev (2017), refieren que durante las competencias las y los arqueros se enfrentan a altas demandas a nivel físico y psicológico, por lo que la etapa de preparación es vital como medio para capacitar al atleta en el aspecto técnico, táctico, psicológico y físico.

Finalmente, la World Archery Federation (2004) ha recomendado que las sesiones de entrenamiento de tiro con arco incluyan momentos para el calentamiento, la retroalimentación (sobre los resultados obtenidos en las prácticas y las competencias), la enseñanza, el desarrollo de las condiciones musculoesqueléticas, el trabajo de campo (implica la práctica con el arco) y un tiempo de recuperación.

En general, al igual que en otras disciplinas deportivas, se considera que el calentamiento debe llevarse a cabo al inicio del entrenamiento y antes de la competencia como método de preparación de los diferentes sistemas corporales como el cardiovascular y el osteoarticular (World Archery Federation, s.f.). Además, que incluir esta fase tiene un beneficio particular, ayuda a compensar parcialmente los efectos que puede ocasionar el mantener una postura estática por un periodo prolongado de tiempo, por esto se sugiere incorporar ejercicios aeróbicos y de movilidad general del cuerpo. Se recomienda estructurar el calentamiento en una parte general dirigida al acondicionamiento corporal hacia la actividad, y una parte específica dirigida a adaptación al gesto deportivo, por ejemplo, realizar tiros a muy cortas distancias (5m, 10m) (World Archery Federation, 2015).

Como cualquier deporte, el tiro con arco demanda ciertas habilidades de los atletas, así lo establece World Archery Federation (2015), mencionando que los arqueros como deportistas deben prepararse de manera completa para alcanzar su máximo rendimiento. Añaden que, si bien deben enfocarse en lo específico de su disciplina, también deben cumplir ciertos requerimientos de forma general para potenciar su rendimiento, por ejemplo, se menciona que deben contar con un buen estado cardiovascular; fuerza muscular para la ejecución del tiro y control postural adecuado; y buena flexibilidad y movilidad articular (World Archery Federation, 2015). Estos elementos suman a la mejora de la técnica y, por ende, al desempeño en el deporte.

Por su parte Park, Hyun y Jee (2016) rescatan la importancia de que las y los arqueros realicen un trabajo de fortalecimiento, elemento necesario en el tiro con arco debido a que son necesarias la consistencia y estabilidad muscular durante la ejecución de la técnica. Además, estos autores destacan la importancia de realizar un entrenamiento bilateral debido a la naturaleza de la técnica que genera cargas asimétricas en el cuerpo.

Finalmente, la World Archery Federation (2004) habla de un período de recuperación tras la finalización de la sesión de entrenamiento y, de ser posible, posterior a las competencias a través de estiramientos, o de gestos más simples como por ejemplo realizar tiros al tablero con los ojos vendados, o tableros sin diana. Además, esta misma organización destaca la importancia de un entrenamiento cruzado, es decir, que la o el arquero realice actividades distintas al tiro con arco que ayuden a potenciar otras habilidades físicas, como por ejemplo nadar, correr, caminar o bailar.

2.5 Lesiones musculoesqueléticas en el ámbito deportivo

La práctica de ejercicio reduce en gran medida el riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares, metabólicas, y demás relacionadas con los estilos de vida (McArdle et al., 2015), sin embargo, el aumento de la práctica deportiva

conlleva a mayor riesgo de sufrir lesiones asociadas a esta. A propósito de esto Valdivia (2014) afirma que:

El deportista en su estilo de vida puede dar como resultado un perfil de distintas variables en salud, ya que gozará de los beneficios propios de la práctica deportiva, pero por otro lado su exposición a sufrir lesiones es bastante alta, dependiendo del tipo de deporte que practique y la intensidad con que lleve a cabo la actividad (p.11).

Es claro que hay probabilidad de sufrir lesiones, pero estas son, en su mayoría, prevenibles y, por otro lado, los beneficios del ejercicio superan sus riesgos.

Una lesión deportiva puede definirse como: "(...) todo accidente o disfunción física acaecido durante la práctica deportiva, o como consecuencia directa de ella" (Moreno, Rodríguez y Seco, 2008, p.42). Muchos autores agregan a este concepto el hecho de que la lesión incapacita a la persona para practicar actividad física, por corto o largo tiempo. Sin embargo, se sabe que no toda lesión es incapacitante, algunas permiten, en cierta medida, la continuación del entrenamiento y competición, aunque es claro que el rendimiento siempre se verá afectado (Moreno et al., 2008). En función de este elemento Cos, Cos, Buenaventura, Pruna y Ekstran (2010) establecen que la gravedad de una lesión puede determinarse según si genera o no ausencia a los entrenamientos o competición, y dependiendo de la duración del período de ausencia.

El mecanismo de lesión se define como un proceso físico responsable de una acción, reacción o resultado dado que es equivalente al fallo de una estructura (Adamuz y Nerín, 2006). La clasificación de lesiones por su mecanismo las divide en agudas o traumáticas y en crónicas o por sobrecarga (Cos et al., 2010). Las características propias de cada deporte hacen que sea más frecuente un mecanismo u otro, por ejemplo, en aquellos deportes donde hay contacto como el baloncesto o el fútbol las lesiones traumáticas suelen ser más frecuentes que en

deportes donde hay nulo contacto, como el atletismo o el tiro con arco, en los cuales el principal mecanismo de lesión es por sobrecarga (Moreno et al., 2008).

Al presentarse una lesión deportiva es importante realizar un registro con la descripción de esta, tomando en cuenta elementos como el mecanismo de lesión mencionado anteriormente, traumático o por sobrecarga. Asimismo, se debe especificar el tipo de lesión, que se refiere a los tejidos afectados (muscular, ligamentoso, tendinoso u óseo) y la zona anatómica (Moreno et al., 2008). Además, el momento de lesión, es decir, hace cuánto tiempo se presentó (días, meses, años) y si se realizó o no tratamiento y de qué tipo (fisioterapéutico, farmacológico, quirúrgico).

Por lo tanto, las lesiones son situaciones adversas que afectan la salud y el rendimiento de los y las atletas, pues requieren de modificaciones en la preparación y, según su gravedad, limitan la capacidad competitiva de estos. Casáis-Martínez (2008) explica que la propia actividad deportiva conlleva implícito el riesgo de aparición de lesiones, pero que se puede conseguir que este riesgo disminuya si se conocen los elementos que inciden en la producción de estas, o bien factores de riesgo.

2.5.1 Factores de riesgo asociados a las lesiones deportivas

La Organización Mundial de la Salud (OMS) (2002) define el riesgo como una probabilidad o un factor que aumenta la probabilidad de que se presente un evento adverso. En cuanto a factor de riesgo Urina y Triana (citados por Hernández-Zúñiga y Marengo-García, 2015) mencionan que este es “una condición o característica de un individuo o población que (...) se asocia con un riesgo aumentado de desarrollar una enfermedad futura” (p.19). Estos pueden ser elementos ligados al sujeto o al ambiente en el que se desenvuelve y las actividades que practica.

En el ámbito del deporte se explica que las lesiones deportivas tienen orígenes multifactoriales, es decir, se dan por la interacción de diversos factores de

riesgo y mecanismos lesionales (Cos et al., 2010). Casáis-Martínez (2008) clasifica los factores de riesgo en dos grandes grupos: intrínsecos (propios del sujeto) y extrínsecos (exposición a factores del ambiente y el deporte). Los autores Cos et al. (2010), quienes comparten esta idea de clasificación, explican que los factores intrínsecos son características que hacen que el atleta presente predisposición a lesionarse, mientras que los extrínsecos son factores que modifican el riesgo, representan la exposición a riesgos externos (ver tabla 1). Al interaccionar estos dos tipos de factores se tiene más vulnerabilidad a sufrir una lesión en el deporte y esto repercutirá en el desempeño del deportista al tener que modificarse el esquema de preparación y competición.

Tabla 1
Factores de riesgo intrínsecos y extrínsecos

Factores de riesgo	Indicadores
Intrínsecos	Características sociodemográficas: edad, sexo, composición corporal. Estado de salud. Lesiones previas. Aspectos anatómicos (alineación articular, acortamientos musculares, laxitud). Condición física / musculoesquelética (fuerza, flexibilidad, coordinación, resistencia). Estado psicológico.
Extrínsecos	Motricidad específica del deporte (gesto deportivo, contacto, acciones de riesgo). Entrenamiento (dinámica, volumen, recuperación). Competición (tiempo, frecuencia). Implementos deportivos. Condiciones ambientales

Fuente: Elaboración propia a partir de Casáis-Martínez (2008).

Los factores sociodemográficos hacen referencia a “características propias del individuo que convive en un entorno social” (Aguirre y Bigazzi, 2015, p.27). Dentro de los indicadores que permiten describir estos factores están la edad y sexo, los cuales a su vez corresponden a factores de riesgo intrínsecos. Se explica que con la edad hay cambios en la resistencia a los tejidos que podría hacerlos más o menos susceptibles a lesiones, asimismo el sexo marca diferencias

a nivel de condición musculoesquelética y aspectos anatómicos que pueden ser determinantes de una lesión.

En cuanto a los aspectos anatómicos, factor intrínseco, constituyen características individuales que determinan la integridad y equilibrio mecánico del aparato locomotor (Casáis-Martínez, 2008). Son de las fuentes primarias para la producción de lesiones dado que afectan directamente la biomecánica corporal. Dentro de estas se encuentra la alineación postural, inestabilidades articulares, desequilibrios musculares (debilidad, acortamientos).

Uno de los elementos que se valoran para determinar la capacidad física del deportista es su condición musculoesquelética, definida como el resultado del funcionamiento integral entre la flexibilidad, la fuerza y resistencia muscular (Correa, González, Palacios, Prieto y Ramírez, 2016). Por su parte Heyward (2008) hace referencia acerca de la importancia de conocer y evaluar los diferentes componentes de la aptitud física, en este caso relacionados a la condición musculoesquelética, para poder prevenir lesiones y buscar cómo potenciarlas a través del entrenamiento.

En cuanto a la flexibilidad se ha definido como “la capacidad de mover una articulación, o una serie de articulaciones, con fluidez a través de la amplitud de movimiento completa sin causar lesión” (Heyward, 2008, p.245). En el tiro con arco los programas de entrenamiento que incluyan ejercicios de flexibilidad son importantes en la disminución del riesgo de lesiones por cuanto la práctica de este deporte en general requiere que durante los entrenamientos o las competencias se disparen gran cantidad de flechas, lo que hace que el arquero o arquera deba realizar el mismo gesto y mantener la misma postura por un período extenso lo que puede ocasionar entre otras condiciones un acortamiento muscular (Ruis y Stevenson, 2004).

Por otra parte, la fuerza muscular se ha definido como la contracción máxima que los músculos pueden generar a una velocidad determinada durante una acción

articular (Institute of Medicine, Food and Nutrition Board, Committee on Fitness Measures & Health Outcomes in Youth, 2012). Para Bunting (2006), en el tiro con arco no debe sólo considerarse la fuerza muscular requerida para sostener y realizar la apertura del arco, sino también la necesaria para alcanzar la postura adecuada y mantenerla mientras se apunta a la diana. Por lo tanto, este mismo autor señala que dentro de los grupos musculares que deben fortalecerse para la práctica de esta disciplina están en general los de miembro superior y espalda como una forma de contrarrestar en parte la sobrecarga a la que se ven sometidas estas estructuras.

Finalmente, asociado al concepto de fuerza se encuentra el de resistencia muscular el cual es definido por Clarkson (2003) como la “capacidad de un músculo o de un grupo muscular para realizar contracciones repetidas, contra resistencia, o de mantener una contracción isométrica durante cierto período de tiempo” (p. 35). Es, por tanto, la resistencia lo que permite repetir el gesto durante el tiempo de entrenamiento o competición sin disminuir la intensidad del esfuerzo.

Uno de los factores intrínsecos que se ha encontrado relacionado a la aparición de lesiones y sobre todo a las recidivas, son los antecedentes de lesiones o lesiones previas que ha sufrido una persona. Se dice que la reinserción prematura a la actividad deportiva, o bien un inadecuado proceso de rehabilitación, predisponen a que vuelva a ocurrir una lesión, ya que los tejidos no han alcanzado el tiempo para restablecer sus propiedades para resistir las demandas físicas del deporte (Hurtado, Santos y Torres, 2015). Los mismos autores afirman que el hecho de no respetar el tiempo de recuperación o no llevar el proceso adecuado hace más vulnerable a una recidiva debido a que se da una “disminución de la propiocepción, disminuyendo la fuerza muscular, persistiendo la laxitud ligamentaria, alterando así la flexibilidad muscular y la movilidad articular” (Hurtado et al., 2015, p.27).

En lo que respecta a los factores de riesgo extrínsecos se tienen los factores deportivos, definidos por Aguirre y Bigazzi (2015) como “(...) todo aquella actividad o hábito que influye en el correcto desempeño de un deportista” (p.26). Dentro de

sus indicadores se pueden mencionar la participación en competencias y el tiempo de practicar el deporte. Respecto a este último, si bien el atleta puede verse beneficiado al tener mayor conocimiento y experiencia, también existe mayor tiempo de exposición a la actividad que puede aumentar el riesgo lesional (Valdivia, 2014).

El gesto deportivo es un factor de gran importancia, por un lado, es un determinante del rendimiento deportivo y, por otro, representa un factor de riesgo por cuanto su incorrecta ejecución lleva a estrés excesivo de las estructuras y riesgo de lesiones (Hernández-Zúñiga y Marengo-García, 2015), pero también su correcta ejecución por largos períodos de entrenamiento y competición puede producir fatiga y riesgo de lesión (Casáis-Martínez, 2008).

El entrenamiento y competición representan la exposición a la práctica deportiva que, como se discutió al inicio, es el contexto donde se presentan estas afecciones. El volumen de entrenamiento o competición, tiempo de exposición o carga acumulada, llevan a sobrecarga y fatiga residual que resulta en incremento del riesgo (Casáis-Martínez, 2008). Asimismo, las actividades dentro del entrenamiento como el trabajo de la condición física (fuerza, flexibilidad, resistencia, etc.), del gesto deportivo y el calentamiento se estudian como factores de riesgo y posibles pautas preventivas, esto según la disciplina.

2.5.2 Lesiones musculoesqueléticas y factores de riesgo específicos en el Tiro con Arco modalidad recurvo y otros deportes

En el tiro con arco al igual que en todas las disciplinas deportivas, existen lesiones muy características dado el tipo de actividad. Debido a que la ejecución del gesto de lanzamiento requiere una postura estática y una gran fuerza de miembros superiores por parte de los arqueros, las lesiones más frecuentes se encuentran en las zonas anatómicas correspondientes a miembros superiores (hombros, codos, manos y dedos) y columna (zonas lumbar, dorsal y cervical).

En el estudio realizado por Adkitte et al. (2016) en 138 arqueros de élite, encontraron el dolor en el hombro de cuerda como la afectación de mayor frecuencia, el cual puede deberse a diferentes lesiones entre ellas tendinitis del manguito rotador, pinzamientos o afectaciones musculares. Ledesma-Beades (2008) en su artículo relacionado a la salud en el tiro con arco, menciona que las tendinitis del manguito rotador y del tendón de la porción larga del bíceps son las lesiones más frecuentes que se presentan en miembros superiores, incluyendo además las contracturas musculares a nivel de los músculos Deltoides y Trapecios.

Singh y Lhee (2016) afirman que del total de lesiones que se presentan en este deporte el 45-50% son lesiones de hombro debido a pinzamientos. Aunado a esto, Kaynaroglu y Kiliç (2012) encontraron que la lesión que más afecta el rendimiento en tiro con arco es el pinzamiento anterior del hombro de cuerda, junto a la tendinitis del tendón largo del músculo bíceps braquial o del músculo supraespinoso.

Por otra parte, las lesiones a nivel del codo son también comunes ocupando el segundo lugar luego de las lesiones del hombro, siendo las más frecuentes las epicondilitis medial y lateral. A nivel de manos, muñeca y dedos pueden encontrarse tenosinovitis, compresiones nerviosas (Nervio Mediano) en el brazo de arco y ampollas o laceraciones por manipulación de la cuerda (Singh y Lhee, 2016).

Por otro lado, Kaynaroglu y Kiliç (2012) mencionan que en algunos arqueros puede encontrarse inestabilidad a nivel escapular, principalmente escápula alada, debido a la continua tracción y compresión del Nervio Torácico, esto provocaría alteraciones a nivel del músculo Serrato Anterior un importante estabilizador de la escápula. De la Rosa-Morillo, Galloza-Otero y Micheo (2019) explican que el desbalance en los estabilizadores del hombro y escápula pueden llevar a una excesiva antepulsión del hombro por parte del músculo Pectoral Mayor y Deltoides, pudiendo producirse lesiones por pinzamiento, además de una postura alada de la escápula y discinesia escapular (alteración en su movimiento), común en jóvenes atletas de deportes que requieren sobreuso del hombro.

Además de los miembros superiores, otras zonas que pueden presentar lesiones en el tiro con arco son la espalda y cuello. En esta disciplina se han reportado casos de dolor a nivel lumbar o cervical, Kaynaroğlu y Kiliç (2012) afirman que las rigideces a nivel cervical son frecuentes en arqueros debido a las posiciones en rotación que deben mantener por largos períodos de tiempo. En el estudio realizado por Adkitte et al. (2016) se encontró que en 35 arqueros de la modalidad de arco recurvo de la India el 25,71% habían padecido dolor en espalda y cuello en los últimos 2 años, cifra que se elevaba al 57,14% de un total de 21 arqueros internacionales (extranjeros a la India) de la misma modalidad de arco recurvo.

Ledesma-Beades (2008) añade que a nivel de cuello son frecuentes las contracturas musculares, lesiones ligamentosas y en las articulaciones interapofisarias de vértebras cervicales. Además, a nivel de columna lumbar pueden presentarse hiperlordosis y alteraciones por sobrecarga como pinzamientos, sobre todo a nivel de L4-L5 y L5-S1 (Ledesma-Beades, 2008). Estas pueden atribuirse a las posiciones estáticas prolongadas y asimétricas a las que se someten los arqueros por la propia naturaleza del gesto deportivo. En el caso de alteraciones en columna lumbar, otro factor que se puede sumar es la debilidad o ineficiencia de la musculatura abdominal y de espalda que no logra proporcionar una estabilidad postural adecuada, lo que hace que se observen posturas en hiperlordosis lumbar en este deporte (Ledesma-Beades, 2008).

Respecto a las lesiones traumáticas, estas se han considerado poco comunes en el tiro con arco. Las lesiones de este tipo son aquellas que se presentan debido a la fricción de la cuerda con los dedos del brazo de cuerda, pecho o antebrazo del brazo de arco. Como se encontró en el estudio de Niestroj, Schöffl y Küpper (2017), de un total de 62 arqueros solamente se reportaron 6 lesiones de tipo agudo durante las competiciones. Sobre estos casos se encontró que se debieron a fallos en el equipamiento, por ejemplo, rupturas del arco, de una flecha o de la cuerda que impacta, principalmente, en los brazos de los arqueros causando hematomas o leves cortaduras. Los traumas por accidentes con flechas, los cuales

pueden ser letales, son infrecuentes gracias a las medidas de seguridad que se aplican tanto en entrenamientos como en competiciones.

Los estudios no son lo suficientemente claros en la definición de los factores de riesgo de lesiones en el tiro con arco pues en su mayoría no los analizan, sin embargo, diferentes autores concuerdan en que el principal mecanismo de lesión es la sobrecarga, debido a las continuas repeticiones que deben ejecutar los arqueros tanto en los entrenamientos como durante las competencias.

La sobrecarga o volumen de trabajo puede determinarse por medio de la frecuencia de entrenamiento y la intensidad, dada por la cantidad de flechas que se lanzan por sesión y el libraje del arco. Ertan (2006) en su estudio aplicado en arqueros turcos determinó que el libraje promedio de los arcos que utilizaban era de 39 lb y el promedio de flechas que lanzaban en un día de entrenamiento eran 168. Multiplicando ambos datos encontró que la carga diaria aproximada que debían realizar los arqueros era de 6700 lb (aproximadamente 3 toneladas). En dicho estudio se encontró que la incidencia de lesiones aumentaba de acuerdo al libraje de los arcos, observándose que, en los sujetos varones, quienes utilizaban los librajes más altos, la incidencia de lesiones fue mayor (Ertan, 2006).

A estas fuerzas repetitivas se les suman las cargas asimétricas que inciden en el cuerpo por la propia naturaleza del gesto, lo que da lugar a las diferentes lesiones, por ejemplo, a nivel de cuello o en el brazo de cuerda o de arco. A propósito de esto, Ledesma-Beades (2008) señala que, dentro de las posibles causas para las lesiones a nivel de miembros superiores, cuello y espalda se encuentran la sobrecarga y elementos propios de la técnica de lanzamiento del tiro con arco. Detalla que con relación a las lesiones de miembros superiores las deficiencias en la ejecución del gesto deportivo y los entrenamientos intensivos son los principales factores causantes.

Niestroj et al. (2017) realizaron un estudio durante el Campeonato Nacional de Alemania y el Campeonato Europeo de tiro con arco, ambos realizados en el

2012. Estos autores a partir de un cuestionario aplicado a 62 arqueros encontraron que del total de lesiones referidas 52 corresponden a lesiones por sobreuso y solamente 6 eran de tipo agudo. Por otra parte, estos mismos autores en su artículo identificaron que las zonas anatómicas que presentaron la mayor cantidad de lesiones por sobrecarga fueron el hombro del brazo de cuerda y en el brazo de arco, siendo la principal causa de lesión encontrada la alta tensión de la cuerda a la hora de halarla (libraje del arco), asimismo la falta de fuerza por parte del atleta y la técnica inadecuada, lo que constituye a su vez un factor de riesgo de lesión por sobreuso. No obstante, en este mismo estudio se encontró que los mejores arqueros europeos presentaban menor riesgo de lesión que los arqueros de alto nivel en el resto de Alemania, por lo que en este caso una mejor técnica significó un factor protector.

Los autores Kaur-Grover y Kumar-Sinha (2017) realizaron un estudio para estimar la prevalencia del dolor de hombro en una población de 156 arqueros universitarios de la India, encontraron que un total de 85 arqueros presentaban dolor de hombro en el momento de la aplicación de la encuesta. Al analizar los resultados determinaron que los factores de riesgo intrínsecos que se asociaron significativamente a la aparición de dolor a nivel del hombro corresponden a la edad del jugador e historial previo de dolor de hombro. En cuanto a la edad, se encontró mayor prevalencia de dolor en mayores de 20 años que en individuos menores, esto según los autores se puede explicar debido a que a mayor cantidad de competencias a través de los años se genera una acumulación de microlesiones que finalmente terminan manifestándose como lesiones por sobreuso. Sin embargo, no se encontró asociación del dolor de hombro con los factores de riesgo extrínsecos considerados en el estudio entre ellos el calentamiento, enfriamiento, fortalecimiento de hombro y el número de flechas disparadas por cada sesión de entrenamiento.

En un estudio realizado en jugadores de waterpolo por Carrasco, Romero, Martínez y Fernández (2012), las principales lesiones relacionadas a esta práctica

se ubicaron en el hombro, y como principales causas se identificaron el nivel del jugador, los años de practicar el deporte, la presencia de un desbalance muscular en el manguito rotador del hombro, entre otros. De los 13 jugadores que participaron en el estudio al final de la temporada se registraron un total de 14 lesiones, de las cuales tres se ubicaron a nivel de hombro y fueron causadas debido al gesto de lanzamiento en el que el jugador debe realizar movimientos de gran amplitud (abducción y rotación externa de hombro principalmente) y se asociaron principalmente a una contractura del músculo deltoides. Además, Carrasco et al. (2012) encontraron casos en los cuales los jugadores continuaban entrenando y compitiendo a pesar de que presentaban dolor a raíz de una lesión crónica no diagnosticada y, por tanto, no tratada. De esta forma los jugadores se exponían a sufrir algún tipo de lesión incluso de mayor gravedad a largo plazo.

En relación con el gesto deportivo, Ahmad, Taha, Arif-Hassan, Azrul-Hisham, Hadi-Johari y Kardirgama (2014) en su estudio sobre la biomecánica en el tiro con arco destacan que la alineación corporal del atleta al ejecutar el gesto es importante, ya que permite alcanzar una mayor precisión del tiro. No obstante, si esta alineación es incorrecta la carga sobre la musculatura de los miembros superiores será mayor lo que dará paso a los efectos de la fatiga que a largo plazo pueden causar lesiones.

Ahmad et al. (2014) refieren que durante la secuencia de movimientos que realizan las y los arqueros para disparar una flecha, sobre el cuerpo actúan fuerzas las cuales, en una alineación correcta del atleta, se deben transferir principalmente a través de los huesos y en menor grado a través de los músculos, lo que permitirá una ejecución más precisa y que pueda soportar de mejor forma la repetición constante, reduciendo así el impacto de lesiones en los arqueros. Para esto el codo debe alinearse con la línea de fuerza del anclaje (DFL, *Draw Force Line*, línea que se traza desde la punta de la flecha hacia posterior en dirección al codo) para garantizar dicha transferencia ósea de la fuerza, su desalineación refiere la existencia de un error técnico que conlleva a un trabajo extra por parte de los músculos (Ahmad et al., 2014).

Árnason (2009) señala que “las lesiones musculares son frecuentes en muchos tipos de deporte y por lo general ocurren cuando la carga biomecánica es superior a la tolerancia del músculo” (p.174), esta condición puede presentarse cuando el atleta alcanza un estado de fatiga, ya que se dificulta la absorción de las cargas a nivel muscular. Debido a esto es importante que los entrenamientos sean específicos para cada deporte y que se trabaje la resistencia muscular, pues si el atleta alcanza un estado de fatiga en el entrenamiento o las competencias y aun así sigue practicando el deporte esto ocasionará un cambio en “(...) las propiedades mecánicas de los músculos y reduce su tolerancia a la carga biomecánica” (Árnason, 2009, p.175).

Por su parte, Vidarte-Claros, Marín-Villada, y Restrepo de Mejía (2013) en su estudio sobre el comportamiento de los músculos en la ejecución del disparo en tiro con arco, mencionan que, en la práctica de este deporte especialmente en la modalidad recurvo, el rendimiento del atleta no va a depender únicamente de su técnica, sino también de las aptitudes físicas y mentales que el atleta desarrolle. Por ejemplo, estos mismos autores destacan la importancia de la fuerza en los arqueros especialmente a nivel de miembros superiores, puesto que favorece el rendimiento del atleta, permitiendo que pueda realizar una ejecución más precisa del tiro. Asimismo, este componente puede constituir un factor protector al disminuir el riesgo de lesiones que puedan presentarse, debido a que favorece la funcionalidad del sistema neuromuscular y óseo, mejorando además la postura del atleta durante la ejecución del gesto.

2.6 Valoración de componentes de la aptitud física en Tiro con Arco

Es primordial la valoración de los componentes de la aptitud física en atletas para determinar sus habilidades y limitaciones, saber que debe trabajarse con mayor énfasis y cuáles son las fortalezas que presenta. Existen numerosas pruebas validadas para evaluar aspectos como la fuerza y la flexibilidad en atletas, estas han

sido aplicadas en gran cantidad de estudios y en la práctica deportiva diaria por muchos años, pues han mostrado buenos resultados (Martínez, 2002).

En el caso de la flexibilidad, en lo que respecta al tiro con arco es significativo a nivel de miembros superiores, sobretodo a nivel de hombros. Esto por cuanto son los segmentos que realizan el movimiento de halar la cuerda junto con la flecha durante la ejecución del gesto. Martínez (2002), en su obra Pruebas de Aptitud Física, muestra algunas pruebas para evaluar de forma funcional la flexibilidad del hombro, por ejemplo:

- La prueba de flexibilidad del hombro: esta consiste en agarrar las manos por detrás de la espalda, llevando un hombro por detrás de la cabeza (arriba) y el otro apoyando el dorso de la mano en la espalda (abajo). Debe tratar de acercar ambas manos hasta poder tocarlas. Se mide la distancia entre los dedos. Una buena flexibilidad se determina cuando las manos pueden tocarse (0cm); una flexibilidad media con una distancia entre 10-15cm; y una flexibilidad baja o pobre con una distancia mayor a 15 cm.

El gesto que se debe realizar cada vez que se dispara una flecha ocasiona que los músculos del hombro (que trabajan en la manipulación del arco) y del tronco (encargados de mantener el balance del cuerpo) deban ejercer esfuerzos considerables y repetitivos, por lo que la fuerza y la resistencia que estos tengan son de gran importancia en la ejecución técnica que realicen las y los arqueros. En este caso para conocer la condición de estos componentes a nivel deportivo se pueden utilizar algunas pruebas que permitan su valoración, por ejemplo:

1. Test de estabilidad en cadena cinética cerrada para miembro superior (Roush, Kitamura y Waits, 2007): para esta prueba se deben colocar dos cintas paralelas en el suelo a 90 cm de distancia entre ellas. El individuo debe en posición de push-up (para las mujeres se modifica la posición inicial apoyando las rodillas en el suelo) colocar una mano sobre cada cinta, el mismo debe con una mano tocar la cinta que se encuentra del lado opuesto,

posteriormente volver a su posición inicial y proceder a realizar lo mismo con la mano contraria. Se debe realizar este movimiento alternado durante 15 segundos y el resultado final corresponderá a la cantidad de toques que el individuo realice en esa cantidad de tiempo. Los resultados esperados para esta prueba son de 18.5 toques en promedio para los hombres y 20.5 toques para las mujeres (con posición inicial modificada).

2. Test de push-up (Caplan, 2007): el sujeto debe colocar los brazos a la anchura de los hombros, mientras que la o el evaluador colocará su mano (el puño) entre el suelo y el pecho del sujeto. El push-up que se contabiliza es aquel en el cual el sujeto toca con su pecho el puño de la o el evaluador. Los resultados de esta prueba se obtienen a partir de la cantidad de push-up (correctos) que puede realizar el sujeto en un minuto. Para individuos entre 15-19 años se utilizan los valores de referencia descritos en la tabla 2.

Tabla 2

Clasificación de resultados en el Test de push-up, según género, para individuos entre 15-19 años

Clasificación	Cantidad de push-up realizados	
	Hombres	Mujeres
Excelente	>39	>33
Bueno	29-38	25-32
Promedio	23-28	18-24
Bajo promedio	18-22	12-17
Pobre	<17	<11

Fuente: Elaboración propia a partir de Caplan (2007).

3. Prueba de plancha en prono (Avers y Brown, 2018): el sujeto debe colocarse en posición prona en el suelo, posteriormente se le solicita soportar el peso del cuerpo sobre los antebrazos y los dedos de los pies. Una posición adecuada requiere que los antebrazos estén debajo de los hombros y las caderas estén a nivel de la columna. Esta posición debe mantenerse por 120

segundos, si el sujeto logra mantener la “plancha” durante este tiempo se considera que la musculatura del *core* tiene una fuerza grado 5 según la escala de Examen Manual Muscular, si el sujeto mantiene la posición menos de 90 segundos corresponde un grado 4, si se logra la posición, pero no se mantiene es un grado 3.

2.7 Análisis de movimiento

La biomecánica es una disciplina que se basa en el estudio del movimiento humano, tomando en consideración el funcionamiento del sistema musculoesquelético, las cargas y los factores que determinan la forma en que los individuos realizan los movimientos. A nivel deportivo la biomecánica tiene gran relevancia, ya que a través de esta se puede lograr la perfección del método de entrenamiento (Soares-Leite, 2012).

Según Loachamin-Aldaz, Mena-Pila, Durán-Portilla y Maqueira-Caraballo (2017) otros aportes que brinda el uso de la biomecánica en el área deportiva son el mejoramiento del desempeño deportivo y la prevención de lesiones. Además, Sanabria y Agudelo (2015) mencionan que la biomecánica deportiva estudia el gesto deportivo considerando las fuerzas externas que actúan en el movimiento y la mecánica musculoesquelética, es decir, las fuerzas internas que producen los movimientos.

Existe una variedad de técnicas para el análisis cinemático, por ejemplo, las fotografías, grabaciones, mediciones de fuerza o velocidad a través de las cuales se puede realizar una medición del nivel técnico del deportista con un alto grado de precisión y a partir de esto determinar qué elementos se deben corregir (Sanabria y Agudelo, 2015). Por su parte Bermejo y Palao (2014) destacan la importancia de estos métodos en el estudio de la técnica para los atletas, entrenadores e investigadores en el campo deportivo debido a que, al ejecutar el gesto las y los deportistas realizan una serie de movimientos en un corto período de tiempo los

cuales pueden ser difíciles de captar en su totalidad únicamente a través de la observación.

En el caso particular del tiro con arco para el análisis de la técnica ejecutada por las y los arqueros, se puede utilizar la videofotogrametría. Este método de acuerdo con Bermejo, Palao y López-Elvira (2012) consiste en realizar grabaciones desde diferentes planos del atleta ejecutando el gesto y posteriormente se realiza el análisis de fotogramas del video a través de programas informáticos logrando así captar aspectos clave que influyen directamente en la forma en la que estos individuos ejecutan el gesto técnico.

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

En este tercer capítulo se explica la metodología aplicada en el estudio. Se abarca desde el paradigma, el enfoque, el diseño de la investigación, la unidad de análisis, el espacio y tiempo, la población, seguido de los criterios de validez, las técnicas de recolección de datos y de análisis de estos. Por último, se describen las consideraciones éticas por las que se rige el estudio.

3.1 Paradigma

En el modelo positivista se parte de la idea de que la realidad es simple, tangible y fragmentable lo que permite observar, medir y establecer relaciones sobre situaciones que se presentan en la misma, siguiendo un método hipotético-deductivo (Quesada, 2007). La investigación fue guiada bajo este paradigma, ya que, partiendo de premisas teóricas sobre la técnica empleada en el tiro con arco, características de su práctica y de los atletas y sus posibles relaciones con la aparición de lesiones; es posible establecer hipótesis de las cuales se deducen proposiciones más específicas que permiten explicar el fenómeno a través de su comprobación o no por medio de métodos específicos de medición, análisis y de comparación con la experiencia.

3.2 Enfoque

El estudio siguió un enfoque cuantitativo, aquel que incorpora la recolección de datos para probar hipótesis establecidas previamente, con base en mediciones numéricas y uso de análisis estadísticos (Hernández, Fernández y Baptista, 2010). En este se realizaron mediciones del gesto técnico del tiro con arco y evaluaciones fisioterapéuticas a las y los arqueros para probar la existencia de la relación entre estas características y las lesiones deportivas. Además, los resultados obtenidos de las mediciones y análisis aplicados a la población de estudio son generalizables al contexto nacional en el tiro con arco; características

que refieren Ugalde y Balbastre (2013) de un enfoque cuantitativo, puesto que en sus fines está “realizar inferencias a partir de una muestra hacia una población” (p.181) utilizando el análisis de las variables obtenidas en las observaciones y mediciones de esta.

3.3 Alcances y limitaciones del diseño propuesto

Los alcances de una investigación no se definen como una tipología, sino más bien como un indicador del resultado que se espera conseguir. Dentro de los alcances descritos en la teoría y a los que se ajusta esta investigación se encuentra el descriptivo, el cual tiene como propósito establecer características y propiedades de un fenómeno de estudio (Hernández et al., 2010). A pesar de que esta investigación representa una de las primeras aproximaciones en el campo deportivo del tiro con arco a nivel nacional, posee un alcance descriptivo, puesto que describe las características propias (factores sociodemográficos, aspectos anatómicos, condición y lesiones musculoesqueléticas) de las y los arqueros de los equipos de las asociaciones ADETAO, ASTICA y ATACR. Además, la información obtenida permite caracterizar otras dimensiones vinculadas a esta disciplina como lo son el gesto deportivo y aspectos del entrenamiento seguidos por esta población.

Respecto a las posibles limitaciones se destaca el hecho de emplear la prevalencia para análisis de factores de riesgo, cuando lo ideal sería la incidencia. Sin embargo, se justifica por tratarse de un tema que no cuenta con investigaciones anteriores en el contexto nacional y por lo tanto no existen hipótesis previas. Tampoco se realizó cálculo de muestra por tratarse de una población finita debido a que es un deporte que aún está en crecimiento en el país y quienes lo practican son relativamente pocos, razón por la que se aspiró a trabajar con la totalidad de la población.

3.4 Hipótesis

El estudio al ser de tipo descriptivo no cuenta con una hipótesis, sin embargo, puede servir de base para futuros estudios de tipo analítico.

3.5 Diseño de la investigación

La investigación es de tipo observacional, en estos estudios no se controla el ambiente del sujeto, siendo el investigador un observador y descriptor de lo que ocurre (Manterola y Otzen, 2014). La población de estudio fue observada en su medio cotidiano de entrenamiento sin alterar ningún factor. La dirección temporal del estudio fue transversal pues recopiló los datos en un único período de tiempo (Hernández et al., 2010).

Con respecto a la finalidad del estudio fue de tipo descriptivo, ya que se describieron variables en un sólo grupo y en un sólo período de tiempo, sin realizar comparaciones con otros grupos o poblaciones (Hernández et al., 2010), esta incluyó la caracterización de los arqueros participantes. Conjuntamente, esta investigación corresponde a un estudio de asociación cruzada, donde se identificó la existencia de una asociación entre los posibles factores de riesgo y las lesiones presentes en la población. Por lo tanto, no se establece una relación causal entre ambas variables por tratarse de un estudio transversal en el cual los datos sobre los factores de exposición y de lesión fueron recolectados en un momento determinado (Argimon-Pallás y Jiménez-Villa, 2004).

3.6 Espacio y tiempo

El espacio donde se desarrolló la investigación fueron los campos de entrenamiento de cada uno de los equipos que dieron su autorización para participar en la investigación. Estos fueron: el Polideportivo Monserrat (Alajuela), Polideportivo de Fátima (Heredia), plaza de deportes de la Fábrica de Muebles

Urgellés (El Coyol, Alajuela), Polideportivo de Cartago y Plaza José María Zeledón (Curridabat). Se llevó a cabo durante el segundo semestre del año 2019.

3.7 Unidad de análisis

La unidad de análisis fueron las y los arqueros y su técnica de lanzamiento, las lesiones musculoesqueléticas presentes y la metodología de entrenamiento realizada en cada equipo.

3.8 Población

El estudio se centra en la población de arqueros modalidad recurvo que participaron en los Juegos Deportivos Nacionales 2019. De esta población fueron reclutados 36 arqueros y arqueras, quienes cumplieron con los criterios de inclusión establecidos previamente y concluyeron el proceso de evaluación.

3.8.1 Criterios de inclusión

Fueron incluidos en el estudio las y los sujetos que cumplieron los siguientes requisitos:

- Arqueros modalidad recurvo.
- Miembros activos de las asociaciones de tiro con arco que otorgan su autorización para participar en la investigación.
- Que tengan edad de participar en Juegos Deportivos Nacionales (12 y 20 años).

3.8.2 Criterios de exclusión

Se excluyeron del estudio las y los sujetos que:

- No completan el proceso de evaluación.
- Arqueros modalidad compuesto.

3.9 Criterios de validez

3.9.1 Validez interna

La validación interna se ha definido como el grado en que los resultados de un estudio se obtienen y se analizan adecuadamente, lo que finalmente se relaciona con la calidad y la confianza de los resultados de la investigación. (Hernández et al., 2010).

El sesgo de información se refiere a errores que pueden presentarse a la hora de realizar mediciones debido a estimaciones subjetivas por parte del investigador (Hernández-Avila, Garrido y Salazar-Martínez, 2000). Esto se contrarrestó en primera instancia asignando en los procesos de recolección códigos para las y los participantes en lugar de utilizar sus nombres para identificarlos, de esta manera se evitó la manipulación inconsciente de la información para obtener resultados a conveniencia de la investigación. Adicionalmente, se alternó la aplicación de pruebas con un mismo sujeto, por ejemplo: al evaluar a un atleta una de las investigadoras realizó la entrevista y la valoración postural, mientras la otra investigadora aplicó las pruebas de flexibilidad y fuerza. De este modo se evitó la manipulación de los resultados de la evaluación por criterios subjetivos.

En cuanto al sesgo de implementación de instrumentos este se define como el que se produce cuando estos no cuentan con “la sensibilidad necesaria para poder detectar la presencia de la variable de estudio, por lo que la frecuencia de tal variable puede tener rangos de magnitud inferiores a la real” (Manterola y Otzen, 2015, p.1160). Para controlar esta situación en primera instancia los instrumentos se revisaron junto al equipo asesor (profesionales en Terapia Física de la Universidad de Costa Rica) y para garantizar su viabilidad se aplicaron pruebas de instrumentos con la selección nacional de tiro con arco y arqueros de categoría senior en adelante. Estas acciones permitieron detectar y controlar errores en la redacción y estructura de los instrumentos y así lograr que estos fueran adecuados y permitieran obtener la información necesaria de la población de estudio.

Por otro lado, se encuentra el sesgo de memoria el cual ocurre cuando los individuos que participan en el estudio tienen “dificultad a la hora de recordar de forma completa y precisa hechos o experiencias previas” (Manterola y Otzen, 2015, p.1160). Este sesgo pudo presentarse en el momento en que las y los arqueros debieron brindar información personal para el llenado de la anamnesis, ya que los deportistas pudieron excluir o modificar acontecimientos del pasado durante el cuestionamiento de sus lesiones previas. Por esta razón el instrumento incluyó preguntas generales y cerradas.

Finalmente, se encuentra el sesgo de confusión, el cual según Hernández-Ávila et al. (2000) se presenta al observar una “(...) asociación no causal entre la exposición y el evento en estudio o cuando no observamos una asociación real entre la exposición y el evento en estudio por la acción de una tercera variable que no es controlada” (p.45). Esta última variable no controlada de acuerdo con Hernández et al. (2010) se denomina confusora y constituye un factor de riesgo para el evento estudiado asociándose a este de manera causal. Por su parte, Nuevo et al. (2011) mencionan que es importante controlar este sesgo para evitar que los resultados se interpreten de forma errónea.

Para controlar el sesgo de confusión durante la fase de diseño se estableció una restricción en la que se limitó la participación de sujetos a través de los criterios de inclusión y exclusión. Además, en el proceso de análisis de datos se utilizaron medidas como la Razón Atribuible a Expuestos (RAe%) para medir el efecto aislado de determinados factores de riesgo. También se aplicó el análisis de regresión para conocer la interacción entre factores de riesgo para una determinada lesión y descartar aquellas posibles variables confusoras.

3.9.2 Validez externa

La validación externa describe la posibilidad de generalizar los resultados de una investigación a otras personas o poblaciones (Hernández et al., 2010). En este estudio se tomaron en cuenta las y los arqueros en modalidad recurvo que

participaron en Juegos Deportivos Nacionales 2019 (categoría cadete y juvenil). Tanto los instrumentos utilizados en la recolección de datos, así como los resultados obtenidos, se pueden aplicar y generalizar a otros grupos que presenten características similares a la población intervenida, por ejemplo, a las categorías mayores o arqueros que practiquen el deporte de forma recreativa o en alguna otra competición nacional, esto garantiza la validez externa de la investigación.

3.10 Operacionalización de variables

Tabla 3
Operacionalización de variables

Objetivo	Variable	Definición	Definición Operacional	
			Indicadores	Instrumentos
Precisar las características clínicas de las lesiones de miembro superior cuello y espalda de la población de estudio.	Lesiones deportivas	“Todo accidente o disfunción física producto de la práctica deportiva, o como consecuencia directa de ella” (Moreno et al, 2008, p.42)	Lesiones hace más de un año Lesiones recientes (en el último año) Zona anatómica (MMSS, cuello, espalda) Tipo de lesión Mecanismo Ausencia a práctica	Anamnesis (Instrumento #1)
Identificar los factores de riesgo intrínsecos y extrínsecos de lesiones de miembros superiores, cuello y espalda en la población de estudio.	Factores de riesgo intrínsecos	Factores propios del sujeto que influyen en la predisposición a lesionarse (Cos et al, 2010).	Sexo Edad Nivel de escolaridad Situación laboral Practica otras disciplinas Dominancia Alineación postural (cabeza, columna y MMSS) Inestabilidad articular MMSS Flexibilidad MMSS Fuerza MMSS y tronco	Anamnesis (Instrumento #1)

Factores de riesgo extrínsecos	Factores que modifican el riesgo de presentar lesiones y representan la exposición a riesgos externos (Cos et al, 2010)	Individuales	Tiempo de practicar el deporte Brazo de cuerda Brazo de arco Frecuencia de entrenamiento	Anamnesis (Instrumento #1)
		Gesto deportivo	Postura durante ejecución Apertura y anclaje Liberación	Videofotogrametría (Instrumento #3)
		Entrenamiento (características)	Frecuencia Duración Actividades (calentamiento, trabajos específicos, etc) División por categorías Enseñanza y corrección del gesto Equipamiento de seguridad Preparación de los entrenadores	Instrumento de observación de una sesión de entrenamiento (Instrumento #2)

Fuente: Elaboración propia, 2018.

3.11 Instrumentos y técnica de recolección de datos

La recolección de los datos se realizó mediante tres instrumentos. Se utilizó una anamnesis (Instrumento #1, anexo 5) para recolectar los datos sobre lesiones y factores de riesgo intrínsecos y extrínsecos individuales. En el caso de la alineación postural se valoró la alineación de miembros superiores, cabeza y columna vertebral mediante observación utilizando la sección para dichos segmentos anatómicos perteneciente al instrumento de evaluación postural del Centro Docente Asistencial en Fisioterapia (CeDAFi) de la Escuela de Tecnologías en Salud. La inestabilidad articular de hombros, codos y muñecas se determinó mediante pruebas clínicas funcionales (Buckup, 1997). En cuanto a la flexibilidad a nivel de miembros superiores, específicamente hombros, se aplicó la prueba de aptitud física descrita por Martínez (2002), Prueba de Flexibilidad de Hombros. Del mismo modo la fuerza y resistencia de miembros superiores y tronco fue valorada mediante la Prueba de Plancha en Prono, el Test de Estabilidad en Cadena Cinética Cerrada para Miembro Superior y el Test de Push Up, descritos por Avers y Brown (2018), Roush et al. (2007) y Caplan (2007) respectivamente. El instrumento #1 (anexo 5) fue elaborado por las investigadoras y consta de apartados específicos para cada uno de los elementos citados en el párrafo.

En cuanto a las características del entrenamiento se empleó un instrumento de observación (Instrumento #2, anexo 6) elaborado por las estudiantes. Mediante este se recolectaron los datos acerca de la frecuencia y duración, las fases del entrenamiento (calentamientos, trabajos específicos, enfriamiento) y habilidades que se trabajan (fuerza, técnica, precisión, etc.). También se valoró la forma de corrección del gesto deportivo, la división del trabajo según categorías y el equipamiento de seguridad que se utiliza.

Para el análisis de la técnica o gesto deportivo de los y las arqueras se utilizó la videofotogrametría. Esta técnica consiste en realizar grabaciones del atleta ejecutando el gesto desde diferentes planos y posteriormente analizar fotogramas

del video a través de programas informáticos logrando así captar aspectos clave que influyen directamente en la forma en la que estos individuos ejecutan el gesto técnico (Bermejo et al., 2012). El método es utilizado en múltiples investigaciones sobre ejecución de la técnica deportiva de distintas disciplinas, como los estudios de Borren, Gooch, Ingram, Jenkins y Dunn (2014); Hernández-Gervilla, Escalona-Marfil y Corbi (2016); Ismadi, Adnan y Sulaiman (2014), quienes han logrado buenos resultados al implementarla.

Se grabó a las y los arqueros ejecutando una serie de tiros, esto con una cámara colocada en el plano frontal y posteriormente sagital. El análisis se centró en la postura de inicio o posición “T” (Wolff et al., 2008), la alineación del codo y línea de fuerza (Ahmad et al, 2014) y la inclinación del tronco en el plano sagital. Las imágenes fueron captadas por una cámara Canon Eos Rebel T6 y analizadas mediante el software KINOVEA versión 8.27, programa de libre acceso, utilizando una guía de observación (Instrumento #3, anexo 7) elaborada por las investigadoras.

Los tres instrumentos descritos fueron previamente probados con una población similar a la de estudio, entre estos la selección nacional de tiro con arco y arqueros de categoría senior en adelante (mayores a 20 años) que participan en torneos nacionales.

3.12 Procedimientos de análisis

En primer lugar, se aplicó la estadística descriptiva para identificar las tres principales lesiones presentes en la población y los factores de riesgo intrínsecos (sexo, edad, entre otros) y de la misma manera con los factores extrínsecos. Estos datos fueron almacenados en una base de datos hecha con el programa estadístico SPSS versión 20. También se utilizó el programa Excel para la construcción de los cuadros.

En segundo lugar, se procedió a dicotomizar las variables utilizando la mediana para ejecutar el análisis bivariado o de riesgo simple a través de la Razón de Prevalencia (RP) y un nivel de significancia con valor de $p < 0,05$ calculado mediante el test de Fisher exact, esto con el paquete SPSS (v.20). El indicador RP hace referencia a cuántas veces se aumenta el riesgo en una población expuesta cuando su valor es mayor a 1, mientras que p muestra la significancia estadística, término que hace referencia a las pruebas de hipótesis, por lo que al referirse a que este fue significativo se concluye que la hipótesis nula puede ser rechazada (Gómez, 2012).

En tercer lugar, se utilizó la Razón Atribuible a expuestos porcentual (RAe%), que indica el porcentaje de casos que se atribuyen a la exposición y la posible disminución de estos si se elimina este factor dentro del grupo expuesto (Alonso, s.f.), con esto puede evitarse la confusión con otras variables. Los intervalos de confianza (IC) fueron necesarios para garantizar la mayor precisión de los resultados y su confiabilidad (Hernández-Zúñiga y Marengo-García, 2015) se manejó un valor de 95%.

Una vez identificados los posibles factores asociados se realizó el análisis multivariante mediante la regresión logística para identificar un modelo de variables predictivas, también mediante el programa SPSS (v.20). Se tomaron en cuenta las significancias ajustadas para los factores incluidos y los valores de significancia y R^2 de Cox y Snell de cada modelo. Este último es un coeficiente que estima el porcentaje de casos (variable dependiente) que pueden ser explicados por el conjunto de factores (variables independientes) incluidos en el modelo de regresión (Aguayo, 2007).

También se emplearon los criterios de ajuste de manera que se conocieran los porcentajes de especificidad y sensibilidad de los modelos. La sensibilidad se refiere a la precisión del modelo de situar los casos positivos como positivos (verdaderos positivos) y la especificidad a asignar los casos negativos correctamente (verdaderos negativos) (Fiuza-Pérez y Rodríguez-Pérez, 2000).

Según estos autores son aceptables porcentajes del 70% o mayores, es decir, que logren clasificar correctamente al menos al 70% de los sujetos.

3.13 Consideraciones éticas

El estudio garantizó el cumplimiento de principios bioéticos como la autonomía y beneficencia, además de la privacidad de las y los sujetos.

- **Autonomía:** para Hirsch (2003) la autonomía se basa en la libertad y se ve como la capacidad de construirse a sí mismo a partir de las propias elecciones, añade que se vincula con la autorrealización. Es por la autonomía que se considera a los sujetos no como pasivos, sino protagonistas que poseen derechos y deberes (Hirsch, 2003). Esta investigación garantizó el principio de autonomía pues quienes accedieron a participar lo hicieron de manera voluntaria. Para esto se firmó la fórmula de consentimiento informado, en el caso de mayores de edad, y tanto el consentimiento como asentimiento informado en el caso de menores de edad, con la debida autorización de padres o encargados. Previo a que el o la sujeto diera su consentimiento de participación se les brindó la explicación de todo el proceso a llevar a cabo, así como su derecho a abandonar la investigación en cualquier momento.
- **Respeto a la privacidad:** Pardo (2011) explica que en la relación entre el profesional de la salud y el paciente se debe indagar en aspectos personales para poder obtener la información necesaria para ayudarlo, sin embargo, abrir dicha intimidad en ámbitos externos a esta relación representa una traición a la confidencialidad, es decir, a mantener un secreto que pertenece a la vida del paciente. Para garantizar la confidencialidad en esta investigación se consideró la protección de la información de las y los participantes utilizando los datos recolectados solamente con fines investigativos y esta se codificó mediante un número y no con el nombre propio. Las estudiantes investigadoras fueron las únicas personas con

acceso a estos datos. Para efectos de presentación de resultados no se utilizó el nombre de los sujetos, sino el código asignado y se presentan de forma grupal como datos estadísticos.

- **Beneficencia:** la beneficencia va más allá de hacer un bien al paciente, se trata de cuidar y dar la mejor calidad de vida a las personas (León, 2009). Este principio es garantizado, por cuanto los procedimientos de evaluaciones y análisis de resultados llevados a cabo permitieron llegar a conclusiones que aportan información pertinente para cuidar la salud de la población y mejorar su rendimiento deportivo.
- **No Maleficencia:** el autor Pardo (2011) explica que este principio establece que incluso antes de causar un beneficio, la intervención debe valorar no causar daño a las personas con quienes se trabaja. La investigación asegura este principio, puesto que no provocó daño a ningún participante, no se aplicaron procedimientos de peligro para la salud o integridad de los individuos. Tampoco se incurrió en abandono de las personas, sino que se les dio el seguimiento desde su aceptación de participación hasta la finalización del proceso de estudio.

CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este capítulo se detallan los resultados obtenidos de las entrevistas, evaluaciones y observaciones aplicadas a la población de estudio. Se muestra en un primer apartado la presentación descriptiva de estos datos y seguidamente se expone el análisis de riesgo simple y de regresión logística. En el segundo apartado, se realiza la discusión de los resultados con base en la literatura científica consultada respecto al tema.

4.1 Análisis de resultados

La población de estudio estuvo conformada por 36 arqueros y arqueras modalidad recurvo de 5 equipos pertenecientes a las 3 asociaciones participantes distribuidos de la siguiente manera: 10 de ASTICA, 18 de ATACR (4 de Heredia, 7 de Curridabat y 7 de Cartago) y 8 de ADETAO (ver cuadro 1).

Cuadro 1

Costa Rica, Asociaciones ASTICA, ATACR y ADETAO, 2019: Distribución de la población por equipos

Asociación	Equipo	Frecuencia	Porcentaje
Total		36	100
ASTICA	ASTICA	10	27,8
ADETAO	ADETAO	8	22,2
ATACR	Cartago	7	19,4
ATACR	Curridabat	7	19,4
ATACR	Heredia	4	11,1

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos recolectados, 2019

La información sociodemográfica denota que la población se distribuye de la siguiente manera en cuanto al sexo, 16 (44,4%) sujetos de sexo femenino y 20 (55,6%) de sexo masculino. El promedio de edad de los arqueros es de 15,9 ($\pm 2,06$ DE). Casi la totalidad de participantes son estudiantes actualmente, según el nivel

de escolaridad, se tienen 3 con primaria incompleta, 25 secundaria incompleta, 2 secundaria completa y 6 universitarios (ver cuadro 2). El adjetivo “incompleto” denota que aún están cursando dichos ciclos, en caso de “completo” hace referencia a que han terminado dicho ciclo y actualmente no cursan estudios.

Cuadro 2

Costa Rica, Asociaciones ASTICA, ATACR y ADETAO, 2019: Características sociodemográficas de la población

Características	Medidas	
	Frecuencia	Porcentaje
<i>Sexo</i>		
Masculino	20	55,6
Femenino	16	44,4
<i>Nivel del escolaridad</i>		
Primaria Incompleta	3	3
Secundaria Incompleta	25	69,4
Secundaria Completa	2	5,6
Universidad	6	16,7
<i>Dominancia</i>		
Diestro	34	94,4
Zurdo	2	5,6
	Promedio	Desviación Estándar
<i>Edad</i>	15,92	±2,06

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos recolectados, 2019.

4.1.1 Análisis descriptivo

a. Prevalencia y características clínicas de las lesiones

Según los datos obtenidos sobre las lesiones sufridas por la población, el 38,9% (14 arqueros) indicaron haber sufrido al menos una lesión debido a la práctica del tiro con arco, mientras que el 58,3% (21 arqueros) refirieron no haberse lesionado debido a esta práctica, solo un sujeto no brindó información al respecto.

Se reportan en total 21 lesiones en 14 participantes, las características de estas se detallan en el cuadro 3.

La distribución anatómica de las lesiones es la siguiente: un 38,1% en cintura escapular, 28,6% en el hombro del brazo de cuerda y 14,3% en el hombro del brazo de arco, un 9,5% en codo, 4,8% en la espalda a nivel dorsal y 4,8% en otras zonas (muñeca). En cuanto a los tipos de lesión se tiene, en primer lugar, las musculares con un 66,7%, en segundo lugar, las de tipo tendinoso con un 19%, en tercer lugar, las lesiones articulares con un 9,5% y, por último, se ubican las lesiones de tejidos blandos con un 4,8%. Por otra parte, en lo que concierne al mecanismo de lesión, la sobrecarga fue la causa principal referida en un 81% de los casos y el 19% restante fueron ocasionados por un trauma directo o agudo.

Respecto al momento de la lesión, en el 61,9% de los casos ocurrieron en el último año, mientras que el 38,1% se presentó hace más de un año. En el caso de la ausencia a la práctica deportiva debido a la lesión en el 61,9% de las lesiones no fue necesario detener la actividad, contrario al otro 38,1% donde los arqueros se vieron obligados a detener la práctica temporalmente.

Finalmente, se consultó sobre la presencia de molestias o dolor durante la práctica o competencias de tiro con arco, la distribución fue equitativa donde el 50% de los sujetos refirió sí presentar algún tipo de molestia durante la ejecución repetitiva del gesto deportivo y un 50% refirieron no presentar molestias. Algunos participantes reportaron más de una zona de dolor durante la práctica por lo que se tienen 23 datos distribuidos de la siguiente forma: hombro del brazo de cuerda 43,5%, cintura escapular 21,7% y hombro del brazo de arco 13%. Otras zonas de molestia corresponden al brazo de arco, brazo de cuerda, codo, espalda y pecho.

Cuadro 3

Costa Rica, Asociaciones ASTICA, ATACR y ADETAO, 2019: Características de las lesiones reportadas

Características	Frecuencia	Porcentaje
Total	21	100
<i>Zona de lesión</i>		
Cintura escapular	8	38,1
Hombro del brazo de cuerda	6	28,6
Hombro del brazo de arco	3	14,3
Codo	2	9,5
Espalda Dorsal	1	4,8
Muñeca	1	4,8
<i>Tipo de lesión</i>		
Muscular	14	66,7
Tendinosa	4	19
Articular	2	9,5
Tejidos blandos	1	4,8
<i>Mecanismo de lesión</i>		
Sobrecarga	17	81
Trauma	4	19
<i>Momento de la lesión</i>		
Último año	13	61,9
Más de una año	8	38,1
<i>Ausencia de la práctica</i>		
No	13	61,9
Sí	8	38,1

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos recolectados, 2019.

b. Factores de riesgo intrínsecos

Se presentan los datos referentes a los factores de riesgo intrínsecos según la bibliografía. Las características sociodemográficas se mostraron en el cuadro 2.

De los 36 arqueros 8 afirman practicar otra disciplina de manera frecuente o incluso competitiva además del tiro con arco, entre estas se mencionan: baile,

natación, taekwondo, ciclismo de montaña, atletismo, tenis de mesa, baloncesto, voleibol de sala y voleibol de playa.

Respecto a la estabilidad articular se aplicaron las pruebas de cajón anterior y posterior de hombro según Buckup (1997). A nivel del hombro del brazo de cuerda, tanto la prueba de cajón anterior como posterior fue positiva en 3 sujetos (8,3%). Porcentajes similares se obtuvieron al evaluar el hombro del brazo de arco, donde la prueba de cajón anterior fue positiva en 3 casos (8,3%) y la prueba de cajón posterior resultó positiva en 4 casos (11,1%) (ver cuadro 4).

En cuanto a la estabilidad de la cintura escapular se encontró la presencia de discinesia en 22 participantes (61,1%). En total se obtuvieron 24 resultados positivos distribuidos de la siguiente forma: 17 casos positivos (47,2%) en el brazo de cuerda y 7 (19,4%) en el brazo de arco, se destaca que 2 arqueros presentaron resultado positivo en ambas escápulas (ver cuadro 4).

Cuadro 4

Costa Rica, Asociaciones ASTICA, ATACR y ADETAO, 2019: Resultados de la evaluación de estabilidad articular.

Pruebas funcionales	Positivo		Negativo	
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
Total	36	100	36	100
<i>Cajón anterior</i>				
Hombro del brazo del arco	3	8,3	33	91,7
Hombro del brazo de cuerda	3	8,3	33	91,7
<i>Cajón posterior</i>				
Hombro del brazo del arco	4	11,1	32	88,9
Hombro del brazo de cuerda	3	8,3	33	91,7
<i>Discinesia escapular</i>				
Brazo del arco	7	19,4	29	80,6
Brazo de cuerda	17	47,2	19	52,8

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos recolectados, 2019.

Para la exploración de la flexibilidad se realizó la prueba de flexibilidad de hombro según Martínez (2002), encontrándose que los 36 participantes presentan una buena flexibilidad (distancia entre manos <10cm) al evaluar el hombro del brazo de arco. Por su parte, al valorar el hombro del brazo de cuerda 34 arqueros (94,4%) logran una buena flexibilidad y los 2 arqueros restantes presentaron flexibilidad media (distancia entre manos 10-15 cm) y flexibilidad baja (>15cm).

En lo que respecta a la valoración de la fuerza se aplicó el Test de estabilidad en cadena cinética cerrada (Roush et al., 2007) donde los datos esperables son de un promedio de 18,5 toques para hombres y 20,5 para mujeres (posicionando rodillas). Para las mujeres se obtuvo un promedio de 13,9 toques ($\pm 2,99$ DE) encontrándose por debajo del valor establecido por los autores, ninguna de las participantes alcanzó el valor de referencia. En el caso de los hombres el promedio de toques fue de 15,3 ($\pm 3,72$ DE) también por debajo del valor de referencia, donde solamente 5 arqueros lo alcanzaron.

Para la prueba de plancha en prono (Avers y Brown, 2018) en la cual se califica con Grado 3, 4 o 5 de fuerza muscular, según el tiempo que se logre mantener la posición, los datos acusan que 30 arqueros (83,3%) tienen una fuerza de grado 4 y los restantes 6 (16,7%) un grado 5, resultados esperables por el tipo de población.

La última prueba de fuerza realizada fue el Test de *push-up* (Caplan, 2007), donde los resultados se clasifican en una escala de Excelente, Bueno, Promedio, Bajo Promedio y Pobre, con distintos valores para hombres y mujeres. Como se muestra en el cuadro 5, en el caso de las mujeres 6 participantes alcanzaron calificaciones de Bueno o Promedio, mientras que en los hombres 5 participantes lograron estas calificaciones. El resto obtuvo una calificación de Bajo Promedio o Pobre (10 mujeres, 15 hombres) lo que denota deficiencias en la fuerza de tronco y, sobre todo miembros superiores.

Cuadro 5

Costa Rica, Asociaciones ASTICA, ATACR y ADETAO, 2019: Clasificación por sexo de los resultados obtenidos en el Test de *push-up*

Clasificación	Cantidad de <i>push-up</i>	Frecuencia
Total		36
<i>Mujeres</i>		
Bueno	25-32	1
Promedio	18-24	5
Bajo promedio	12-17	6
Pobre	<11	4
<i>Hombres</i>		
Bueno	29-38	1
Promedio	23-28	4
Bajo promedio	18-22	6
Pobre	<17	9

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos recolectados, 2019.

Se valoró específicamente la alineación postural del tronco, miembros superiores, cuello y cabeza. En miembros superiores se consideró tanto la altura como la proyección de los hombros, resultando que en 17 sujetos (47,2%) los hombros se encontraban a igual altura, mientras que 11 sujetos (30,6%) presentaban el hombro del brazo de cuerda descendido y 8 (22,2%) el hombro del brazo de cuerda ascendido. En el plano sagital se observó una proyección anterior de los hombros en 21 arqueros (58,3%) y una proyección posterior en 2 (5,6%), los 13 (36,1%) restantes no presentaron alteraciones (ver cuadro 6).

Cuadro 6

Costa Rica, Asociaciones ASTICA, ATACR y ADETAO, 2019: Evaluación postural, alineación de hombros

Evaluación de hombros	Frecuencia	Porcentaje
Total	36	100
<i>Altura</i>		
Sin alteraciones	17	47,2
Hombro del brazo de cuerda descendido	11	30,6
Hombro del brazo de cuerda ascendido	8	22,2
<i>Proyección</i>		
Anterior	21	58,3
Sin alteraciones	13	36,6
Posterior	2	5,6

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos recolectados, 2019.

En relación con la cintura escapular, como se observa en el cuadro 7, se evaluó la altura de las escápulas observándose que 20 atletas (55,6%) presentaron la escápula del brazo de cuerda descendida, 5 (13,9%) la escápula del brazo de cuerda ascendida y 11 (30,6%) las escápulas a igual altura. En cuanto a la posición respecto a la línea media, en 23 sujetos (63,9%) no se encontraron alteraciones, mientras que en los 13 restantes (36,1%) se presentaron escápulas aladas. De estos, 7 casos (19,5%) fueron del lado del brazo de cuerda, 3 (8,3%) del lado del brazo de arco y 3 (8,3%) en ambos lados (ver cuadro 7).

Cuadro 7

Costa Rica, Asociaciones ASTICA, ATACR y ADETAO, 2019: Evaluación postural, alineación de las escápulas

Evaluación de las escápulas	Frecuencia	Porcentaje
Total	36	100
<i>Altura</i>		
Brazo de cuerda descendida	20	55,6
Sin alteraciones	11	30,6
Brazo de cuerda ascendido	5	13,9
<i>Posición respecto a línea media</i>		
Sin alteraciones	23	63,9
Brazo de cuerda alada	7	19,5
Brazo de arco alada	3	8,3
Ambas aladas	3	8,3

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos recolectados, 2019.

En la evaluación postural del tronco se valoró la simetría de los triángulos de Thales para la cual en 17 arqueros (47,2%) se observó simetría entre ambos lados y, tomando como referencia el brazo de cuerda, en 17 arqueros (47,2%) estaba disminuido y en 2 (5,6%) aumentado. En el plano frontal (vista posterior) 9 sujetos (25%) presentaron escoliosis, de los cuales 6 (16,7%) fueron tipo “C” y 3 (8,3%) tipo “S”. De acuerdo con la clasificación dada por el Signo de Adams (Buckup, 1997), de estas alteraciones 6 (16,7%) son escoliosis compensadas y 3 (8,3%) estructuradas. Respecto a las alteraciones en “C” se encontró 1 sujeto con alteración dorsal izquierda, 1 sujeto con alteración lumbar derecha y 4 lumbar izquierda. Dentro de las escoliosis en “S” se encontraron 2 sujetos con alteración lumbar izquierda y dorsal derecha y 1 sujeto con alteración lumbar derecha y dorsal izquierda. Siguiendo con el tronco, en el plano sagital se observaron 15 sujetos (41,7%) con hiperlordosis lumbar y 1 (2,8%) con rectificación lumbar, en los restantes 20 sujetos (55,6%) no se hallaron alteraciones (ver cuadro 8).

Cuadro 8

Costa Rica, Asociaciones ASTICA, ATACR y ADETAO, 2019: Evaluación postural, alineación de la columna

Evaluación de la columna	Frecuencia	Porcentaje
Total	36	100
<i>Triángulo de Thales</i>		
Sin alteraciones	17	47,2
Brazo de cuerda disminuido	17	47,2
Brazo de arco aumentado	2	5,6
<i>Escoliosis</i>		
Sin alteraciones	27	75
Tipo C	6	16,7
Tipo S	3	8,3
<i>Clasificación de la escoliosis</i>		
Compensada	6	16,7
Estructurada	3	8,3
<i>Curvaturas</i>		
Sin alteraciones	20	55,6
Hiperlordosis	15	41,7
Rectificación	1	2,8

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos recolectados, 2019.

A nivel de cabeza y cuello en un plano frontal (vista anterior), se hallaron alteraciones en 19 sujetos (52,8%), de las cuales 3 (8,3%) presentaron inclinación de la cabeza hacia el brazo de cuerda, 6 (16,7%) inclinación de la cabeza hacia el brazo de arco, 8 (22,2%) rotación de la cabeza hacia el brazo de cuerda y 2 (5,6%) rotación hacia el brazo de arco. Respecto a la valoración en el plano sagital, 25 arqueros (69,4%) no presentaron alteraciones y 11 (30,6%) tenían una proyección anterior de la cabeza. Solamente se registró 1 caso con rectificación cervical (ver cuadro 9).

Cuadro 9

Costa Rica, Asociaciones ASTICA, ATACR y ADETAO, 2019: Evaluación postural, alineación de cabeza y cuello

Evaluación cabeza y cuello	Frecuencia	Porcentaje
Total	36	100
Cabeza		
<i>Posición</i>		
Sin alteraciones	17	47,2
Rotado hacia el brazo de cuerda	8	22,2
Inclinado hacia el brazo de arco	6	16,6
Inclinado hacia el brazo de cuerda	3	8,3
Rotado hacia el brazo de arco	2	5,6
<i>Proyección</i>		
Sin alteraciones	25	69,4
Anterior	11	30,6
Cuello		
<i>Curvatura</i>		
Sin alteraciones	35	97,2
Rectificación cervical	1	2,8

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos recolectados, 2019.

c. Factores de riesgo extrínsecos

A continuación, se exponen los datos referentes a los factores de riesgo extrínsecos. En primer lugar, se muestran las características de la práctica deportiva, seguidamente los resultados del análisis de la técnica de tiro y, finalmente, la descripción de las sesiones de entrenamiento.

En cuanto a las características de la práctica deportiva se encontró que el promedio de tiempo de estar practicando tiro con arco es de 22,2 meses ($\pm 17,01$ DE). La frecuencia de entrenamiento es de 3,4 días por semana ($\pm 1,42$ DE) y de

3,09 horas por día ($\pm 0,78$ DE). El promedio de competencias que realizan por año es de 4,8 ($\pm 2,8$ DE) con lapsos entre cada torneo de 2,7 meses en promedio ($\pm 3,08$ DE). De 36 arqueros 34 presentan dominancia derecha y solamente 2 dominancia izquierda. Esto guarda relación con los datos referentes al brazo de cuerda, siendo que 34 utilizan su brazo derecho como brazo de cuerda y 2 utilizan el izquierdo. Además, según la carga de trabajo se refirió que las y los arqueros lanzan en promedio 105 flechas ($\pm 36,9$ DE) y el libraje promedio que utilizan en sus arcos es de 28,5 lb ($\pm 6,1$ DE) (ver cuadro 10).

Cuadro 10

Costa Rica, Asociaciones ASTICA, ATACR y ADETAO, 2019: Características de la práctica deportiva

Características	Total	Promedio	Desviación Estándar
Tiempo de practicar tiro con arco (meses)	36	22,2	$\pm 17,01$
Días de entrenamiento por semana	36	3,35	$\pm 1,4$
Horas de entrenamiento por día	36	3,09	$\pm 0,78$
Competencias de Tiro con arco por año	36	4,67	$\pm 2,88$
Flechas lanzadas por entreno	32	105	$\pm 36,9$
Libraje del arco	34	28,5	$\pm 6,11$

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos recolectados, 2019.

Referente a la preparación paralela al entrenamiento de tiro con arco 20 arqueros (55,6%) no realizan entrenamiento contra resistencia, mientras que 16 arqueros (44,4%) sí realizan algún tipo de entrenamiento individual contra resistencia, ya sea trabajo general (5 arqueros), específico al tiro con arco (9 arqueros) o una combinación de ambos (2 arqueros).

En cuanto a los implementos de seguridad empleados durante la práctica, los 36 sujetos utilizan dactilera o *tap* en la mano del brazo de cuerda, el 80,6% (29 sujetos) utilizan protector de antebrazo en el brazo de arco y sólo el 30,6% (11 sujetos) utilizan el protector de pecho, en su mayoría mujeres (7 sujetos).

En relación con el análisis de la técnica de las y los arqueros (ver cuadro 11) se observa en el plano anterior que la posición “T” adquirida en el anclaje final se logra de manera adecuada en el 81,6% de los casos (31 sujetos) contra un 13,9% (5 sujetos) que realiza una inclinación del tronco hacia el brazo de cuerda para llegar al anclaje, no obteniendo una posición “T” adecuada. En este mismo plano se describe la posición del codo en relación con la línea de fuerza, la cual en el 50% de los casos se logra alinear de forma óptima y en el otro 50% no se alinea, dato que se confirma observando el plano sagital. Respecto a la alineación del cuerpo en el plano sagital el 80,6% (29 participantes) mantienen una correcta alineación respecto a la línea de plomada, mientras que un 19,4% (7 participantes) realizan una inclinación anterior de su tronco.

Cuadro 11

Costa Rica, Asociaciones ASTICA, ATACR y ADETAO, 2019: Análisis de la técnica de tiro mediante el software KINOVEA

Características	Frecuencia	Porcentaje
Total	36	100
<i>Posición "T" (plano frontal)</i>		
Logra	31	86,1
Inclinado hacia brazo de cuerda	5	13,9
<i>Alineación del codo y línea de fuerza (plano frontal)</i>		
Codo alineado	18	50
Codo no alineado	18	50
<i>Alineación del cuerpo (plano sagital)</i>		
Alineado	29	80,6
Inclinado anteriormente	7	19,4

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos recolectados, 2019.

Por último, se expone la descripción de las sesiones de entrenamiento de los equipos participantes del estudio. En estas observaciones se prestó especial

atención a la estructura de la sesión (calentamiento, trabajo principal, enfriamiento), carga de trabajo (duración, intensidad), supervisión de los entrenadores, entre otros.

En los 5 equipos observados estuvieron presentes 2 entrenadores durante las sesiones. Si bien la totalidad realizan rutinas de calentamiento estas difieren, por ejemplo, en la duración, para la cual se tiene que en 3 de los equipos se dedican entre 5 a 10 minutos y en 2 menos de 5 minutos. Además, sólo en uno el calentamiento no se ejecuta de forma grupal ni dirigido, cada atleta lo realiza por su cuenta, en contraste con los otros 4 donde se practica una rutina de calentamiento grupal dirigida por uno de los entrenadores o los mismos arqueros. Entre las actividades que se realizan en estas rutinas se observó que los 5 equipos realizan ejercicios de movilidad articular y estiramientos, y uno, además de estos ejercicios, incluyen trabajo aeróbico (*jumpings*, por ejemplo). En cuanto a las zonas anatómicas que se consideran al realizar el calentamiento (cuadro 12) se tiene que en 3 de los grupos se practican ejercicios para miembros superiores, miembros inferiores, tronco y cuello; uno trabaja miembros superiores, tronco y cuello; y el restante sólo incorpora ejercicios para miembros superiores y tronco.

Cuadro 12

Costa Rica, Asociaciones ASTICA, ATACR y ADETAO, 2019: Distribución por equipos de las zonas anatómicas trabajadas durante la fase de calentamiento

Zonas trabajadas	Frecuencia (equipos)
Total	5
Miembros superiores	5
Tronco	5
Cuello	4
Miembros inferiores	3

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos recolectados, 2019.

Respecto al trabajo principal, la duración en 2 de los grupos fue de entre 1 a 2 horas, mientras los otros 3 dedicaban entre 2 a 3 horas. En esta parte de la sesión

los 5 equipos realizaron trabajos específicos para el gesto deportivo. Además, 2 de estos realizan trabajos para fuerza de tronco y miembros superiores principalmente. Sin embargo, en uno solamente las y los arqueros que no hacen preparación en gimnasio deben realizar dichas rutinas, mientras que en el otro sí lo realizan la totalidad de atletas. El volumen de entrenamiento varía según la cantidad de rondas de tiros, la cual difiere en cada grupo, se tiene un promedio de 13 rondas de entre 3 a 6 flechas cada una (cuadro 13). En las sesiones observadas ningún equipo aplicó un tiempo límite para los tiros en cada ronda, los entrenadores refirieron que esto solamente se aplica cuando se encuentran en preparación para alguna competencia cercana.

En 3 de los grupos se realizan períodos de descanso durante el trabajo principal, donde toman tiempo para alimentarse e hidratarse. En los restantes 2 no se realizan pausas, sin embargo, las y los arqueros sí se hidratan y alimentan entre rondas. En cuanto a otras actividades realizadas durante el trabajo principal, solamente en una sesión se observó que se incluían actividades aeróbicas al finalizar las rondas de lanzamiento, estas consistían en trotar a lo largo del campo de tiro. Ninguno de los grupos realiza rutinas de enfriamiento al finalizar la sesión.

Cuadro 13

Costa Rica, Asociaciones ASTICA, ATACR y ADETAO, 2019: Cantidad de rondas de tiro por equipo

Equipo	Frecuencia (rondas)
ASTICA	20
Curridabat	15
Cartago	12
Heredia	11
ADETAO	7

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos recolectados, 2019.

En relación con la forma de enseñanza y corrección de la técnica se encontró que los entrenadores presentes realizan correcciones mediante indicaciones verbales y demostraciones de la técnica para corregir a los atletas, esto se determinó en la totalidad de observaciones. Asimismo, entre compañeros y compañeras se realiza retroalimentación sobre elementos de la ejecución del gesto, generalmente por parte de los más experimentados. Además, se encuentra que en 4 de los equipos dividen a las y los arqueros según diferentes criterios como: nivel de avance (principiantes, competitivos, recreativos), las distancias de lanzamiento, o bien la preparación para una competencia cercana.

4.1.2 Análisis de riesgo simple

Con base en las 3 principales lesiones halladas, según la zona anatómica (cintura escapular, hombro del brazo de cuerda y hombro del brazo de arco), se realiza el análisis bivariado entre estas y los factores de riesgo a través del cruce de variables mediante tablas de contingencia 2x2. Seguidamente, para los que se obtuvo un valor de $RP > 1$ (Razón de Prevalencia), se procede a realizar la tabulación (cuadros 14, 15 y 16) e interpretación. Se utilizan, además, los valores de significancia $p < 0,05$, intervalos de confianza 95% (IC 95%) y la Razón Atribuible a Expuestos (RAe%).

En el cuadro 14 se reportan los datos del análisis de riesgo simple para las lesiones en cintura escapular. Se incluyeron 15 variables de las cuales solamente una presenta significancia estadística ($p < 0,05$). Sin embargo, todos los valores de RP son mayores a 1, por lo que se asocia el riesgo con la respectiva exposición.

Los factores de riesgo intrínsecos analizados fueron el sexo, alineación postural, estabilidad articular y fuerza muscular. Por ejemplo, en cuanto al sexo, la exposición al ser del sexo femenino muestra un riesgo 2,08 veces mayor que en individuos masculinos. Según la altura de hombros y escápulas se observa que en sujetos con asimetría en dichas alturas se tiene 2,68 y 1,32 veces más riesgo de sufrir lesión, respectivamente. En el caso de alteraciones en el plano sagital de la

columna, específicamente la presencia de hiperlordosis lumbar se encontró un 3,75 más de probabilidad para sujetos expuestos sobre no expuestos.

Respecto a la estabilidad articular para las y los arqueros con resultados positivos en las pruebas de cajón anterior de hombro (brazo de cuerda), cajón posterior de hombro (brazo de arco) y discinesia escapular (brazo de cuerda) se tiene un riesgo 1,57, 2,67 y 1,86 veces mayor, respectivamente, que aquellos con resultados negativos. Para la fuerza muscular, las y los participantes que alcanzaron valores por debajo del promedio esperado en las pruebas de estabilidad en cadena cinética cerrada y test de push-ups presentan, respectivamente, 1,13 y 1,32 veces más riesgo que aquellos con valores iguales o mayores al promedio esperado. Mientras tanto quienes lograron un grado 4 de fuerza en la prueba de plancha en prono son 1,4 veces más vulnerables de sufrir estas lesiones que los sujetos con fuerza de grado 5.

En lo que respecta a los factores de riesgo extrínsecos, para el tiempo de practicar la disciplina se encontró que el grupo que tenía entre 1 y 18 meses de experiencia presenta un riesgo 1,17 veces mayor que el grupo con más tiempo de experiencia. Asimismo, quienes no realizan entrenamiento contra resistencia son 1,07 veces más propensos a desarrollar dichas lesiones.

Concerniente a la carga de trabajo las y los sujetos que lanzan entre 101 a 180 flechas por entrenamiento tienen un riesgo 1,71 veces mayor que el grupo que lanza menos de 100 flechas. En el caso del libraje del arco para el cual la exposición es utilizar librajes de entre 28lb a 42lb, se encuentra que los expuestos tienen una probabilidad 7 veces mayor de sufrir una lesión en cintura escapular. Cabe destacar que esta variable presentó un valor de p de 0,02, lo que denota su significancia estadística y que es poco probable que estos datos se deban al azar. Por último, en cuanto a la duración del calentamiento el grupo expuesto corresponde al que destina menos de 5 minutos para esta práctica, presentando un riesgo 2,27 veces más alto.

Se interpreta mediante el RAe% que, para las variables relacionadas a la alineación postural, si se suprime la exposición en altura de hombros y escápulas y la hiperlordosis lumbar se podrían reducir los casos de lesión en un 62,74%, 24,24% y 73,33%, respectivamente, para cada grupo expuesto. Según el sexo, este valor muestra que un 51,99% de los casos en mujeres se atribuyen al hecho de ser del sexo femenino.

Por otro lado, controlando los resultados positivos en las pruebas de cajón anterior de hombro (brazo de cuerda), cajón posterior de hombro (brazo de arco) y discinesia escapular (brazo de cuerda) se lograría prevenir 36,35%, 62,5% y 46,32% de los casos en estos grupos, respectivamente. Respecto a la fuerza, el 11,43%, 24,24% y 28,57% de lesiones reportadas en grupos expuestos, pueden atribuirse a los deficientes resultados en las pruebas de cadena cinética cerrada, test de push-ups y prueba de plancha en prono, respectivamente.

En lo que compete a los factores extrínsecos, se interpreta que 14,31% de las lesiones en arqueros de menor experiencia pueden atribuirse al menor tiempo de practicar la disciplina y un 6,28% a no realizar entrenamiento contra resistencia en los arqueros que no incluyen esta práctica. Del valor del RAe% para el tiempo de duración del calentamiento se infiere que si este se aumenta en el grupo que realiza menos de 5 minutos se reducirían 56,01% de los casos de lesión en dicho grupo. En el caso de las flechas lanzadas por entrenamiento, atenuando el riesgo dentro del grupo expuesto pueden prevenirse 41,66% de los casos reportados en este grupo. Por último, en cuanto al libraje del arco el 85,71% de las lesiones de cintura escapular en arqueros que utilizan altos librajes pueden atribuirse a esta exposición.

Cuadro 14

Costa Rica, Asociaciones ASTICA, ATACR y ADETAO, 2019: Análisis de riesgo simple para las lesiones en cintura escapular y los factores de riesgo asociados

Factor de Riesgo	Exposición	RP	IC 95%		Valor p	RAe%
			Límite Inferior	Límite Superior		
<i>Factores Intrínsecos</i>						
Alteraciones columna plano sagital	Hiperlordosis lumbar	3,75	0,87	16,13	0,06	73,33
Altura hombros	Asimetría en altura	2,68	0,62	11,56	0,15	62,74
Cajón posterior Hombro Brazo de Arco	Positivo	2,67	0,79	9,00	0,21	62,50
Sexo	Femenino	2,08	0,58	7,43	0,22	51,99
Discinesia escapular Brazo de Cuerda	Positivo	1,86	0,52	6,65	0,28	46,32
Cajón anterior Hombro Brazo de Cuerda	Positivo	1,57	0,28	8,87	0,54	36,35
Prueba plancha en prono	Grado 4	1,40	0,21	9,39	0,60	28,57
Altura escápulas	Asimetría en altura	1,32	0,31	5,54	0,53	24,24
Test Push-ups	Bajo el promedio	1,32	0,31	5,54	0,53	24,24
Test Cadena Cinética Cerrada	Bajo el promedio	1,13	0,17	7,33	0,70	11,43
<i>Factores Extrínsecos</i>						
Libraje del arco	28lb a 42lb	7,00	0,96	50,93	0,02*	85,71
Duración del calentamiento	Menos de 5 minutos	2,27	0,69	7,48	0,18	56,01
Flechas lanzadas por entrenamiento	101 a 180	1,71	0,46	6,44	0,35	41,66
Tiempo de practicar tiro con arco	1 a 18 meses	1,17	0,29	4,70	0,58	14,31
Entrenamiento contra resistencia	No realiza	1,07	0,75	1,53	0,51	6,28

Nota. RP: razón de prevalencia; IC: intervalo de confianza; Rae%: Razón Atribuible a expuestos porcentual.

* Nivel de significancia con valor de $p < 0,05$

Fuente: Elaboración propia, 2019.

Vinculado a las lesiones en el hombro del brazo de cuerda, de acuerdo con los datos del cuadro 15, de los 8 factores de riesgo considerados ninguno alcanzó significancia estadística ($p < 0,05$). No obstante, el indicador RP para la totalidad de estos factores es mayor a 1, indicando un posible riesgo para la población expuesta.

Los factores de riesgo intrínsecos analizados corresponden a la práctica de otra disciplina deportiva, alteraciones posturales (en hombros y columna) y presencia de molestias en el hombro del brazo de cuerda durante la práctica. Respecto a la práctica de otra disciplina, se presenta 3,5 veces más riesgo de lesión en el grupo expuesto que sí practica otro deporte aparte del tiro con arco. Mientras que, para las alteraciones posturales, la asimetría de la altura de los hombros y la presencia de hiperlordosis lumbar incrementa en 1,79 y 1,25 veces la probabilidad de sufrir lesiones, respectivamente. Por otra parte, las y los sujetos que presentan molestias en el hombro del brazo de cuerda durante la práctica son 2,6 veces más propensos a desarrollar lesión en esta estructura.

Para los factores de riesgo extrínsecos el libraje del arco alcanza el valor RP más alto, siendo que, en el grupo expuesto, quienes utilizan librajes entre 28lb a 42lb, el riesgo de lesión es 5 veces mayor. En cuanto a la carga del entrenamiento, el grupo que lanza entre 101 a 180 flechas por sesión es 1,29 veces más vulnerable de lesionarse en comparación con el que lanza una menor cantidad. Por otra parte, en relación con el tiempo de practicar tiro con arco, en el grupo expuesto (1 a 18 meses de experiencia) el riesgo de lesión aumenta en 1,75 veces respecto al grupo de mayor experiencia en la práctica.

En lo que compete a la ejecución del gesto de tiro, al analizar la alineación del codo con la línea de fuerza durante el anclaje final se evidencia que las y los arqueros que no logran una óptima alineación de este presentan una probabilidad 2 veces mayor de lesionarse el hombro del brazo de cuerda. Además, según el valor del RAe%, si se corrige este error técnico podría reducirse en un 50% los casos de lesión para el grupo expuesto.

Para los factores de riesgo intrínsecos analizados, el RAe% denota que controlando la exposición a la práctica de otra disciplina, la asimetría en altura de los hombros y la presencia de hiperlordosis lumbar, podrían prevenirse en un 71,43%, 44,1% y 20% los casos de lesión en el hombro del brazo de cuerda para los expuestos, respectivamente. Además, que un 61,54% de las lesiones en sujetos con historial de molestias en el hombro del brazo cuerda durante la práctica se atribuyen a dicha exposición.

Respecto a los factores extrínsecos, controlando la carga de entrenamiento mediante la cantidad de flechas lanzadas y el libraje del arco utilizado, el porcentaje de casos de lesión que podrían evitarse en los grupos expuestos sería del 22,24% y 80%, respectivamente. Por último, se infiere que la probabilidad de lesionarse debido al menor tiempo de practicar tiro con arco es del 42,86% en el grupo expuesto a este factor.

Cuadro 15

Costa Rica, Asociaciones ASTICA, ATACR y ADETAO, 2019: Análisis de riesgo simple para las lesiones en el hombro del brazo de cuerda y los factores de riesgo asociados

Factor de Riesgo	Exposición	RP	IC 95%		Valor p	RAe%
			Límite Inferior	Límite Superior		
<i>Factores Intrínsecos</i>						
Practica otra disciplina		3,50	0,87	14,11	0,11	71,43
Molestia en Hombro del Brazo de Cuerda		2,60	0,63	10,81	0,20	61,54
Altura de hombros	Asimetría en altura	1,79	0,37	8,57	0,39	44,10
Alteraciones en columna plano sagital	Hiperlordosis lumbar	1,25	0,29	5,38	0,54	20,00
<i>Factores Extrínsecos</i>						
Libraje del arco	28lb a 42lb	5,00	0,65	38,43	0,09	80,00
Alineación Codo-Línea de fuerza	No alinea	2,00	0,42	9,58	0,33	50,00
Tiempo de practicar tiro con arco	1 a 18 meses	1,75	0,39	7,88	0,40	42,86
Flechas lanzadas por entrenamiento	101 a 180	1,29	0,31	5,43	0,54	22,24

Nota. RP: razón de prevalencia; IC: intervalo de confianza; Rae%: razón atribuible a expuestos porcentual.

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos recolectados, 2019.

Finalmente, los datos del análisis de riesgo simple para las lesiones en el brazo de arco se exponen en el cuadro 16. Para este análisis se incluyeron 5 factores de riesgo para los que se obtuvo valor de $RP > 1$. Se resalta que ninguna de estas variables alcanzó un valor de $p < 0,05$.

En referencia a los factores intrínsecos, se tiene un riesgo 1,75 veces mayor en expuestos al factor de practicar otra disciplina además del tiro con arco. En el caso de la posición de las escápulas respecto a la línea media, el grupo expuesto es aquel que presenta escápulas aladas, para el cual la probabilidad de presentar lesión es 3,54 veces mayor.

Continuando con los factores de riesgo extrínsecos, para el tiempo de practicar tiro con arco se encuentra que las y los arqueros que tienen de 1 a 18 meses de experiencia son 1,75 veces más vulnerables que los de mayor experiencia. Correspondiente a elementos de la ejecución del gesto deportivo, en la adquisición de la posición "T" durante la apertura y anclaje, los arqueros que realizan una inclinación hacia el brazo de cuerda aumentan su riesgo 3,1 veces sobre el grupo no expuesto. De igual forma, respecto a la alineación del cuerpo en la posición de anclaje (plano sagital), las y los arqueros que se inclinan anteriormente son 2,07 veces más propensos que los que sí logran la alineación óptima.

Según el valor de $RAe\%$ si se elimina el factor de practicar otra disciplina, los casos de lesión en brazo de arco dentro del grupo expuesto podrían prevenirse en un 42,86% para este grupo. Por otra parte, el control de la exposición referente a la desalineación de escápulas aladas en el grupo expuesto podría evitar un 71,74% de los casos.

Para el tiempo de practicar la disciplina, dentro del grupo con menor tiempo de experiencia el 42,86% de las lesiones se atribuyen a este hecho. Por último, si se corrigen los errores en la ejecución técnica, específicamente la posición "T" y la alineación del cuerpo en la posición de anclaje dentro de los grupos expuestos,

podrían prevenirse respectivamente, un 67,74% y 51,71% de las lesiones dentro de los mismos grupos.

Cuadro 16

Costa Rica, Asociaciones ASTICA, ATACR y ADETAO, 2019: Análisis de riesgo simple para las lesiones en el hombro del brazo de arco y los factores de riesgo asociados

Factor de Riesgo	Exposición	RP	IC 95%		Valor p	RAe%
			Límite Inferior	Límite Superior		
<i>Factores Intrínsecos</i>						
Posición escápula en relación con línea media	Aladas	3,54	0,35	35,37	0,29	71,74
Práctica otra disciplina		1,75	0,18	16,91	0,54	42,86
<i>Factores Extrínsecos</i>						
Posición "T"	Inclinado hacia Brazo de Cuerda	3,10	0,34	28,17	0,37	67,74
Cuerpo alineado en posición de anclaje (sagital)	Inclinado anteriormente	2,07	0,22	19,73	0,49	51,71
Tiempo de practicar tiro con arco	1 a 18 meses	1,75	0,18	16,91	0,54	42,86

Nota. RP: razón de prevalencia; IC: intervalo de confianza; Rae%: Razón Atribuible a expuestos porcentual.

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos recolectados, 2019.

4.1.3 Análisis multivariante

Se elabora un modelo de regresión logística para cada una de las lesiones analizadas anteriormente mediante análisis bivariado. En estos se añaden aquellos factores que obtuvieron la mayor significancia según el caso y se eliminan aquellos que pueden presentar confusión y los que no revelaron una fuerte asociación con el efecto lesión.

Se toma como referencia un valor de significancia $p < 0,05$ para cada modelo y para las variables agregadas. Se muestran los coeficientes de regresión (B) para

cada variable y la constante para los cálculos de probabilidad mediante ecuaciones de regresión. Igualmente se presenta el valor R^2 de Cox y Snell para los modelos y sus criterios de ajuste, tomándose como aceptables porcentajes de al menos 70%.

Para el modelo concerniente a las lesiones en cintura escapular se tomaron en cuenta 5 factores de riesgo: libraje del arco, duración del calentamiento, tiempo de practicar tiro con arco, alteraciones de columna en plano sagital y sexo. Los factores con niveles de significancia más acertados fueron el utilizar arcos con librajes entre 28lb a 42lb ($p=0,015$) y la presencia de alteraciones de columna en plano sagital ($p=0,044$), específicamente la hiperlordosis lumbar (cuadro 17).

La significancia del modelo es de 0,004 lo que lo hace estadísticamente significativo. Además, se interpreta que la presencia de estos factores en un individuo es capaz de explicar el 63,6% de las lesiones, según el valor de R^2 de Cox y Snell. Para este modelo se obtiene un 96,2% de especificidad y un 100% de sensibilidad, resultando un ajuste global del 97,1%.

En el cuadro 17 se muestran las variables incluidas en la ecuación con sus respectivos coeficientes de regresión (B) para cálculos de probabilidad, la significancia ajustada y los valores de significancia y R^2 de Cox y Snell para el modelo.

Cuadro 17

Costa Rica, Asociaciones ASTICA, ATACR y ADETAO, 2019: Modelo de regresión logística para las lesiones en cintura escapular

Factor de riesgo	Exposición	B	Significancia
Libraje del arco	28lb a 42lb	152,172	0,015*
Duración de calentamiento	Menos de 5 minutos	119,205	0,144
Tiempo de practicar tiro con arco	1 a 18 meses	84,640	0,911
Alteraciones columna plano sagital	Hiperlordosis lumbar	68,213	0,044*
Sexo	Femenino	49,826	0,317
Constante		-220,384	
		R² Cox y Snell	Significancia
Datos del modelo		0,636	0,004*

Nota. B: coeficiente de regresión

* Nivel de significancia con valor de $p < 0,05$

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos recolectados, 2019.

Por su parte, el modelo para las lesiones en el hombro del brazo de cuerda contiene 6 variables: libraje del arco, alineación del codo y línea de fuerza, alteraciones de columna en plano sagital, si practica otro deporte, altura de los hombros y la presencia de molestias en el hombro del brazo de cuerda. Ningún valor de p para estas variables estuvo por debajo del 0,05 que indica significancia, sin embargo, se incluyen en el modelo por relacionarse al riesgo de lesión. Se adjunta en el cuadro 18 los coeficientes de regresión para cálculo de probabilidades (B) y significancias ajustadas de cada factor de riesgo.

La significancia del modelo es de 0,001 y el R^2 de Cox y Snell muestra que este conjunto de variables puede explicar el 40,9% de las lesiones en el hombro del brazo de cuerda. El ajuste del modelo es aceptable, obteniendo un 96,4% de especificidad y 83,3% de sensibilidad, como resultado un ajuste global del 94,1%.

Cuadro 18

Costa Rica, Asociaciones ASTICA, ATACR y ADETAO, 2019: Modelo de regresión logística para las lesiones en el hombro del brazo de cuerda y los factores de riesgo asociados

Factor de riesgo	Exposición	B	Significancia
Libraje del arco	28lb a 42lb	37,868	0,720
Alineación Codo-Línea de fuerza	No alinea	36,221	0,289
Alteraciones en columna plano sagital	Hiperlordosis lumbar	35,954	0,749
Práctica otra disciplina		19,202	0,050
Altura de hombros	Asimetría en altura	17,897	0,368
Molestia en Hombro del Brazo Cuerda		1,250	0,223
Constante		-92,625	
Datos del modelo		R² Cox y Snell	Significancia
		0,409	0,001*

Nota. B: coeficiente de regresión.

*Nivel de significancia con valor de $p < 0,05$

Fuente: Elaboración propia, 2019.

Finalmente, para el modelo de regresión correspondiente a las lesiones en el hombro del brazo de arco se incorporaron 5 factores de riesgo: posición "T", si practica otra disciplina, posición de las escápulas respecto a la línea media, tiempo de practicar tiro con arco y la alineación del cuerpo en posición de anclaje (plano sagital). Se señala que, si bien estas variables mostraron asociación con el efecto de lesión, ninguna obtuvo valores de $p < 0,05$. Los coeficientes de regresión (B) y la constante para cálculos de probabilidad se exponen en el cuadro 19.

Por otro lado, el modelo alcanzó una significancia de 0, es estadísticamente significativo ($p < 0,05$). Sin embargo, según el R^2 de Cox y Snell su capacidad de explicar estas lesiones es baja con un 11,6% (ver cuadro 19). Se destaca que el ajuste del modelo indicó un 100% de especificidad y 33,3% de sensibilidad, resultando un ajuste global del 94,4%.

Cuadro 19

Costa Rica, Asociaciones ASTICA, ATACR y ADETAO, 2019: Modelo de regresión logística para las lesiones en el hombro del brazo de arco y los factores de riesgo asociados

Factor de riesgo	Exposición	B	Significancia
Posición "T"	Inclinado hacia brazo de cuerda	2,386	0,309
Practica otra disciplina		2,173	0,629
Posición de la escápula en relación con la línea media	Aladas	2,133	0,250
Tiempo de practicar tiro con arco	1 a 18 meses	1,948	0,629
Cuerpo alineado en posición de anclaje (sagital)	Inclinado anteriormente	1,099	0,526
Constante		-5,508	
		R² Cox y Snell	Significancia
Datos del modelo		0,116	0,000*

Nota. B: coeficiente de regresión.

*Nivel de significancia con valor de 0,05

Fuente: Elaboración propia, 2019.

4.2 Discusión

Se presenta en este apartado la discusión de los resultados previamente descritos, sustentando los argumentos según la bibliografía científica consultada sobre el tema.

En esta investigación se constató que las lesiones más frecuentes, por zona anatómica, fueron las ubicadas en la cintura escapular (38,1%), seguidas de lesiones en el hombro del brazo de cuerda (28,6%) y en el hombro del brazo de arco (14,3%). Distintos autores han detallado la prevalencia de las lesiones en el tiro con arco, concordando en que la estructura más afectada es el hombro del brazo de cuerda, dato que difiere de los resultados encontrados. Por ejemplo, Niestroj et al. (2017) reportan un 64,7% de lesiones en el hombro del brazo de cuerda y en segundo lugar las lesiones en el hombro del brazo de arco con un 23,5%, mientras

que Adkitte et al. (2016) registraron un 19,79% de lesiones en el hombro del brazo de cuerda, ubicándose en el primer lugar de su estudio.

Conjuntamente, autores como Ledesma-Beades (2008), Singh y Lhee (2016) y Kaynaroğlu y Kiliç (2012) coinciden en que las principales lesiones se registran a nivel de los hombros y en su mayoría son pinzamientos tendinosos, de manera preferente en el músculo Supraespinoso y Bíceps Braquial (cabeza larga). Los hallazgos de Niestroj et al. (2017) se ajustan a los anteriores, ellos mencionan que los tipos de lesiones más frecuentes son a nivel tendinoso. En un segundo orden, Ledesma-Beades (2008) señala que pueden encontrarse contracturas musculares a nivel de miembros superiores, especialmente en músculos Deltoides y Trapecios.

El tipo de lesión más común registrado en esta investigación fue el muscular con 66,7%, seguido del tendinoso 19%, articular 9,5% y de tejidos blandos 4,8%. Por lo general, las y los atletas referían contracturas a nivel de los músculos Trapecios y Romboides, lo que concuerda con lo indicado por Ledesma-Beades (2008) en cuanto a las afectaciones musculares más frecuentes. Sin embargo, la distribución respecto a tipos de lesiones contrasta con la mayoría de las investigaciones donde las lesiones tendinosas son las más prevalentes.

Las diferencias encontradas en relación con los estudios consultados pueden deberse a desigualdades en las poblaciones. Por ejemplo, el promedio de edad de la población de esta investigación fue de 15,92 años y el tiempo de practicar el deporte en promedio 1 año y 10 meses aproximadamente (22,2 meses). En contraste, estudios como el de Adkitte et al. (2016) incorporaron poblaciones con promedios de edad de 21,43 y de 5,5 años de practicar el deporte. Al igual que el estudio de Kaur-Grover y Kumar-Sinha (2017), quienes contaron con una población de 20,27 años de edad en promedio.

Estos últimos autores describen en su estudio que la prevalencia de dolor en el hombro del brazo de cuerda es más frecuente en arqueros de más de 20 años de edad. Como mencionan Kaynaroğlu y Kiliç (2012) las lesiones tendinosas

registradas en el tiro con arco tienden a ser de tipo crónico, debidas a sobrecarga y repetición, es decir, a constante exposición. Por estas razones pueden encontrarse en arqueros de más años de experiencia lo que difiere con las y los jóvenes participantes de este estudio.

Por su parte, Ertan (2006), que trabajó con distintas categorías de arqueros, resalta que en juveniles con una edad promedio de 16,7 años y 0,9 años (10,8 meses) de practicar tiro con arco las lesiones halladas en orden descendente fueron: quemaduras por fricción de la cuerda con el antebrazo de arco; en mano del brazo de cuerda; ampollas en los dedos de la mano de cuerda; y a nivel del hombro del brazo de cuerda. Kaynaroglu y Kiliç (2012) indican que en arqueros principiantes son más comunes estos daños por fricción (dedos y antebrazo) debido a errores técnicos. Sin embargo, en la población del presente estudio estas no se reportaron, lo que se atribuye al uso de dispositivos de seguridad como protector de antebrazo y dactilera (dispositivo que cubre los dedos con que se toma la cuerda) por la mayoría de los sujetos.

Sobre el mecanismo de lesión se determinó que un 81% de las lesiones registradas fueron debidas a sobrecarga, por la continua exposición y repetición del gesto. Se coincide con los datos obtenidos por Niestroj et al. (2017) quienes de 58 lesiones registradas en su estudio 52 fueron debidas a sobrecarga y solo 6 a traumas agudos. Las características del deporte lo hacen menos propenso a lesiones agudas, mientras que la esencia del gesto, que requiere de gran fuerza y resistencia para mantener contracciones isométricas, hace más factible el provocar daños acumulativos que resultan en sobrecarga de las estructuras involucradas.

De las lesiones reportadas un 38,1% obligaron a las y los arqueros a detener la práctica por unos días, para el restante 61,9% no se realizó reposo. Carrasco et al. (2012) también encontraron en su estudio que muchos atletas lesionados continúan sus rutinas habituales de entrenamiento y competición y mencionan que puede deberse a que no consultan a un profesional en salud para ser tratados. En el tiro con arco se refleja una situación similar, Kaur-Grover y Kumar-Sinha (2017)

encontraron que una parte de los arqueros que participaron en su estudio consideraban el dolor de hombro como algo propio del gesto e incluso algunos no admitieron presentar dolor a pesar de mostrar signos clínicos positivos, mismos que continuaban su práctica habitual. Se hace la salvedad de que, si bien no toda lesión requiere de un reposo absoluto, es ideal regular las cargas o modificar ciertos aspectos del entrenamiento en presencia de signos y síntomas de una lesión y durante el período de rehabilitación.

Concerniente a los factores de riesgo intrínsecos, a partir de la regresión logística se encontró asociación entre pertenecer al sexo femenino y las lesiones en cintura escapular, una de las razones que puede explicar dicha correspondencia es la relación existente entre los factores sexo y fuerza muscular. Niestroj et al. (2017) determinaron más lesiones por sobrecarga en arqueras, refiriendo que una menor fuerza muscular induce a fatiga más temprana, lo que a su vez conlleva a errores en la técnica que culminan como sobrecargas en tejidos y consecuentes lesiones. La demanda de fuerza de la musculatura de la cintura escapular para ejecutar el tiro hace que sea una de las estructuras donde se reportaron más afecciones.

El practicar otra disciplina deportiva, además del tiro con arco, también evidenció un riesgo para sufrir lesiones tanto en el hombro del brazo de cuerda como en el de arco. Se argumenta que esto incrementa el riesgo de lesión debido a que se tiene mayor sobrecarga física, incluso menor tiempo de reposo o recuperación posterior al ejercicio. Situación que podría comprometer la tasa de reparación de los tejidos, sumándose daños tisulares que pueden converger en lesiones.

Los antecedentes de dolor o molestia en el hombro del brazo de cuerda muestran concomitancia con lesiones en dicha zona. En este estudio las molestias o dolor en esta estructura durante la práctica del tiro con arco se presentaron en el 43,5% de la población, siendo la más prevalente. Por su parte, Kaur-Grover y Kumar-Sinha (2017), en su investigación describen una prevalencia de dolor en el

hombro del brazo de cuerda en arqueros del 41,8%, asociado en un 45,88% de los casos al gesto de apertura del arco. Esta afección, aún sin existir una lesión diagnosticada, sugiere la presencia de algún daño de los tejidos, por lo que pueden verse como atletas en riesgo.

De la Rosa-Morillo et al. (2019) indican que el dolor de hombros en atletas jóvenes es la tercera causa de consulta y es común en deportes con gestos repetitivos o que requieren movimientos por encima de la cabeza. Añaden que puede darse producto de inestabilidad articular, alteraciones biomecánicas y anatómicas, debilidad de músculos estabilizadores del hombro, escápula, e incluso tronco y miembros inferiores. El estrés al que se somete el hombro en abducción horizontal durante el gesto del tiro, su constante repetición y la postura del arquero pueden llevar a inestabilidad del hombro (Kaur-Grover y Kumar-Sinha, 2017) y esto desencadenar el dolor y las lesiones descritas anteriormente.

Uno de los hallazgos de importancia fue el alto porcentaje de arqueros con discinesia escapular (66,6%), y escápulas aladas (36,1%), los cuales indican asociación con lesiones de cintura escapular y del hombro del brazo de arco, respectivamente. En relación con esto Kaynaroglu y Kiliç (2012) mencionan que una desalineación común a causa de la práctica del tiro con arco es presentar escápulas aladas, lo cual explican que puede deberse a una constante compresión y tracción del nervio Torácico Largo, mismo que inerva al músculo Serrato Anterior uno de los principales estabilizadores de la escápula. Singh y Lhee (2016) también mencionan la compresión de este nervio como una de las lesiones nerviosas frecuentes durante esta práctica y señalan que puede acompañarse de discinesia escapular. El compromiso del nervio puede provocar alteraciones de la función muscular, lo que genera un desequilibrio y la consecuente posición alada de la escápula.

De la Rosa-Morillo et al. (2019) advierten que en atletas jóvenes con historial de dolor de hombro es común encontrar una postura alada de la escápula en reposo debido a desbalances en los músculos estabilizadores y como consecuencia la

irregularidad en el movimiento, o bien, la discinesia escapular. Si la alteración se ubica en el brazo de arco, puede suceder que músculos como el Trapecio, inclusive el Pectoral Mayor y músculos del tronco, trabajen más para sostener el peso del arco, en compensación a la debilidad de los músculos estabilizadores de la escápula. Sin embargo, no sólo se ven afectados dichos músculos, sino también estructuras tendinosas, por ejemplo, del manguito rotador, a causa de la alteración en la posición de la escápula y húmero asociada a la inestabilidad.

Otra desalineación postural encontrada en la práctica del tiro con arco es mencionada por Ledesma-Beades (2008), la hiperlordosis lumbar, lo que concuerda con este estudio donde dicha alteración alcanzó un 41,7%, además de que se asoció a lesiones tanto de cintura escapular como del hombro del brazo de cuerda. Ledesma-Beades (2008) explica que la hiperlordosis es producto de la posición estática propia del gesto de tiro y de una deficiencia y falta de potenciación de la musculatura abdominal y dorsal, estabilizadora de la postura. Si bien esta es una causa, también se debe tomar en cuenta que las y los arqueros participantes están en una etapa de crecimiento donde algunas desalineaciones posturales pueden presentarse temporalmente y luego corregirse, o bien continuar acentuándose, por lo que es prudente darles seguimiento.

La regresión logística también evidenció asociación entre la altura de los hombros y lesiones en el hombro del brazo de cuerda. De acuerdo con Casáis-Martínez (2008), este tipo de desalineaciones posturales, presentes en deportistas, alteran la biomecánica corporal lo que incurre directamente en alteraciones motoras que pueden sobrecargar determinadas estructuras anatómicas involucradas en el gesto deportivo.

En lo que respecta a factores de riesgo extrínsecos, al analizar la ejecución de la técnica de tiro se determinó que el 86,1% de las y los sujetos alcanzan de manera óptima la posición "T". Sánchez-Márquez et al. (2017), quienes establecen pautas para la enseñanza en el tiro con arco, mencionan que esta es una de las primeras acciones que deben aprenderse, esta es parte de la formación básica que

busca adquirir las bases del movimiento (Sánchez-Márquez y Garcés-Carracedo, 2016). Al ser de las primeras fases a perfeccionar, se estima que por el tiempo promedio con que las y los participantes cuentan en la disciplina, esta posición ya debería estar dominada, como muestran los resultados.

La adecuada alineación de los pies, rodillas, caderas y tronco para lograr la posición “T” (Wolff et al., 2008) está relacionada con la prevención de sobrecargas a nivel muscular. Por esta razón, se encontró asociación entre errores en la adquisición de esta postura y la presencia de lesiones en el hombro del brazo de arco, específicamente al inclinar el tronco hacia el brazo de cuerda. Dicha inclinación puede atribuirse a la falta de fuerza en el hombro del brazo de arco para sostener el peso de este.

En relación con lo anterior, Niestroj et al. (2017) describen que la inclinación del tronco genera una alteración en la transmisión lineal de fuerzas entre la cintura escapular y el brazo de arco y para compensar este desajuste los arqueros suelen realizar una mayor elevación del brazo de arco, lo que provoca un estrechamiento del espacio subacromial, desencadenando lesiones tendinosas o bursitis.

Por otro lado, se determina mayor variación en acciones más exigentes del gesto, tal es el caso de la alineación del codo con la línea de fuerza donde se tiene una distribución de 50% para quienes logran la alineación y 50% quienes no. Para lograr una correcta alineación se requiere alcanzar la posición final de anclaje con una aducción de la escápula involucrando la acción de músculos de la cintura escapular, hombro y espalda (Soylu et al., 2006), esto requiere de mayor fuerza en dichas estructuras y su deficiencia provoca que el movimiento se recargue sobre músculos del brazo y hombro. Esto respalda los resultados de los análisis estadísticos, donde se encontró que las falencias en dicha alineación mostraron incremento del riesgo para desarrollar lesiones en el hombro del brazo de cuerda.

Además, es importante tanto para la salud como el rendimiento de las y los arqueros, el consolidar la mencionada alineación, pues como explican Lin et al.

(2010) y Ahmad et al. (2014) la activación de dichos músculos y consecuente alineación del codo y línea de fuerza evitan los disturbios en el recorrido de la flecha al liberar la cuerda, además de evitar sobrecargas en otras estructuras corporales que podrían desencadenar una lesión. De modo que una buena técnica es un factor protector de lesiones, incluso ante altas cargas de entrenamiento (Niestroj et al., 2017; Casás-Martínez, 2008).

Uno de los factores que asoció mayor riesgo para sufrir lesiones a nivel de cintura escapular y de hombro del brazo de cuerda fue el libraje del arco. A mayor libraje, mayor fuerza debe generarse para lograr la apertura del arco, y la constante repetición del gesto demanda la producción de fuerza numerosas veces por entrenamiento, lo que induce fatiga muscular. Ertan (2006) concluyó en su trabajo que estos factores son de los principales riesgos en el desarrollo de lesiones en arqueros, lo que coincide con los hallazgos más recientes de Niestroj et al. (2017).

Inclusive puede existir consonancia entre el libraje y fallas en elementos de la técnica, por ejemplo, al adquirir la alineación del codo y línea de fuerza. Por un lado, la alineación del codo y la línea de fuerza se alcanza durante el anclaje final luego de la apertura del arco, mientras que, por el otro lado, el libraje denota la resistencia a vencer para conseguir esta apertura. Por lo tanto, para lograr dicha alineación el arquero debe contar con la fuerza muscular suficiente para vencer el libraje del arco y así obtener la postura óptima para liberar la flecha. En consecuencia, un arquero que no logre superar el libraje de su arco ni conseguir la alineación óptima, compensará el movimiento mediante otras estructuras, sometiéndolas a estrés biomecánico y como resultado lesiones.

El tiempo de practicar tiro con arco indicó riesgo para el desarrollo de lesiones en cintura escapular y el hombro del brazo de arco, siendo más vulnerables los atletas con menor experiencia. Se argumenta que en principiantes se requiere de un período de adaptación neuromuscular para aprender el patrón motor del gesto y adquirir la fuerza para ejecutarlo. Vidarte-Claros et al. (2013) señalan que los errores técnicos pueden deberse a deficiencias de coordinación, habilidad o fuerza

y, como ya se analizó, estos errores pueden converger en lesiones. Por consiguiente, un arquero con más años de experiencia, aun teniendo más tiempo de exposición, puede verse protegido por el perfeccionamiento de su técnica (Niestroj et al., 2017).

Elementos que forman parte del entrenamiento de las y los arqueros, como el calentamiento, mostraron incremento del riesgo de lesiones en la cintura escapular, específicamente su duración. Se establece que un calentamiento previo a actividades deportivas recreativas debe tener una duración de 10 a 20 minutos, tiempo que en deportistas de élite puede aumentar de 30 hasta 60 minutos, previo a una competición (Kovacs, 2010). Duraciones menores restringen la incorporación de ejercicios necesarios para la óptima preparación hacia la actividad principal. Si bien los 5 equipos observados realizan rutinas de calentamiento, el tiempo que destinan debería incrementarse para que sea de mayor provecho.

A propósito de esto, World Archery Federation (s.f.) plantea la necesidad de incluir un calentamiento previo al trabajo que contrarreste los efectos de mantener posiciones estáticas por largos períodos (por ejemplo: compromiso de la circulación sanguínea, fatiga muscular, entre otros), propios de la naturaleza del tiro con arco; además que prepare al cuerpo para las demandas de los altos librajes utilizados (World Archery Federation, 2004). Se sugiere incluir un calentamiento general que contenga ejercicios aeróbicos, movimientos articulares, estiramientos, movimientos contra resistencia (acciones relacionadas al gesto con bandas elásticas); y un calentamiento específico donde se ejecuten tiros a corta distancia (World Archery Federation, 2015).

En las sesiones observadas se incluía solamente movimiento articular y estiramientos a la hora de calentar y, en general, se centraban en los miembros superiores y tronco. Sin embargo, no es correcto sólo enfocarse en lo específico del deporte, sino también integrar ejercicios que requieran el trabajo de la mayoría de los grupos musculares, de modo que se obtengan mayores beneficios. Igualmente, World Archery Federation (2004) sugiere que se debe

incluir el calentamiento desde los niveles menores para crear en las y los arqueros el hábito desde que inician en la disciplina.

Por otro lado, se recomienda introducir en la sesión de entrenamiento fases de retroalimentación de resultados (de prácticas y competencias), enseñanza, preparación de condiciones musculoesqueléticas necesarias para la práctica (fuerza, resistencia), trabajo con arco y recuperación (pausas y final) (World Archery Federation, 2004). Durante las 5 visitas se observaron fases de calentamiento, enseñanza, trabajo con arco y pausas para recuperación durante el entrenamiento, sin embargo, faltan elementos de preparación física (fuerza, flexibilidad, resistencia, etc.) y fases de recuperación o vuelta a la calma al final de la sesión.

La fase de enfriamiento o vuelta a la calma facilita la transición gradual al reposo luego del ejercicio físico, se recomienda una duración de 5 a 10 minutos y realizar ejercicios de baja intensidad (Costa et al., 2011). World Archery Federation (2004) apunta que al finalizar el entrenamiento se pueden realizar rondas de tiro a corta distancia a pacas sin diana, o con ojos vendados, para disminuir la intensidad y trabajar, por ejemplo, la propiocepción; también sugieren que se deben incorporar estiramientos que contribuyan a la relajación muscular al término del entrenamiento.

Es esencial, en cualquier deporte, un trabajo general paralelo al entrenamiento, esto para evitar desequilibrios musculares, fortalecer y dar estabilidad, mantener rangos de movimiento, entre otras acciones que suman tanto al rendimiento como a la salud de las y los atletas. Los grupos participantes del estudio no frecuentan añadir esta preparación dentro de las sesiones, solamente se evidenció en 2 casos. Asimismo, sólo un 44,4% de la población afirma incluir trabajos de fortalecimiento o contra resistencia además de los entrenamientos específicos del tiro con arco. Se destaca que el hecho de no realizar entrenamiento contra resistencia en la población de estudio representó un factor de riesgo para sufrir lesiones en cintura escapular.

En el tiro con arco se recomienda incorporar prioritariamente el fortalecimiento de la musculatura del manguito rotador (Niestroj et al., 2017), del core para mejora de la postura y estabilidad (Park et al., 2016) y el trabajo muscular isométrico para mejora de la resistencia (World Archery Federation, s.f.). Se han encontrado, por ejemplo, considerables resultados en mejora de resistencia y estabilidad al aplicar programas de pilates en arqueros como forma de entrenamiento paralelo, además del control de la respiración necesario a la hora de ejecutar el tiro (Park et al., 2016). Conjuntamente se sugiere la práctica de actividades que brinden beneficios a la salud que el tiro con arco por sí solo no aporta, como el ejercicio aeróbico, además del trabajo bilateral que compense la carga asimétrica de la técnica (Park et al., 2016).

Respecto a los métodos de enseñanza y corrección de la técnica que se utilizan en los 5 equipos estudiados, se encuentran las indicaciones verbales y demostraciones de la técnica por parte de los entrenadores. Autores como Sánchez-Márquez y Garcés-Carracedo (2016) coinciden en el uso de estas formas de enseñanza y resaltan el valor de la repetición para consolidar el aprendizaje de la técnica de tiro en los arqueros. Se debe prestar atención a la adquisición de patrones motores correctos desde la iniciación (Sánchez-Márquez y Garcés-Carracedo, 2016) de modo que no se repitan secuencias incorrectas que en los niveles más avanzados serán más difíciles de corregir.

V. PROPUESTA DE INTERVENCIÓN FISIOTERAPÉUTICA

En este capítulo se desarrolla una propuesta de intervención fisioterapéutica para el deporte del tiro con arco, enfocada en la prevención de lesiones y mejora de la salud general de las y los arqueros. La propuesta está dirigida a arqueros, entrenadores, preparadores físicos y fisioterapeutas, con el fin de aportar al conocimiento en el área de la prevención y salud en el deporte. Se basa en los resultados obtenidos con la investigación y lo establecido en la bibliografía consultada respecto al tema. Por tanto, se centra en prevenir aquellos elementos que resultaron ser posibles factores de riesgo para el desarrollo de lesiones en arqueras y arqueros.

Muchos de estos factores de riesgo se asocian a deficiencias en la fuerza y resistencia muscular, o bien, a desalineaciones posturales susceptibles de corregir mediante ejercicios específicos. Asimismo, otros factores encontrados fueron elementos propios del entrenamiento y preparación de las y los arqueros. Por estas razones se plantean medidas preventivas dirigidas a la preparación en este deporte.

En primera instancia, se busca aportar a las sesiones de entrenamiento reforzando las rutinas de calentamiento y agregando rutinas de enfriamiento al final, las cuales son de las pautas con mayor evidencia científica como factores protectores contra lesiones en el deporte. En segundo orden, se presentan ejercicios complementarios a la preparación física del tiro con arco, los cuales se dirigen a potenciar la capacidad aeróbica, la flexibilidad, la propiocepción, la fuerza y resistencia muscular y la estabilidad postural y el equilibrio. Estas habilidades consideradas, son acordes a las demandas propias de la disciplina, además, la literatura científica establece que son componentes de la aptitud física que deben trabajarse para beneficiar la salud general de los deportistas. En la medida de lo

posible se prescindió del uso de materiales como pesas, balones, tablas u otros para los ejercicios propuestos, de modo que su aplicación no se viera limitada.

Se detallan a continuación los objetivos de la propuesta y seguidamente los ejercicios por apartados, empezando con las rutinas de calentamiento y enfriamiento y, posteriormente, los ejercicios propios de las aptitudes físicas contempladas. En cada apartado se presenta una breve justificación teórica sobre los ejercicios sugeridos; se brinda la explicación de cada uno y el número de repeticiones y series recomendadas; así como imágenes ilustrativas de la ejecución (tomadas con previo consentimiento del sujeto voluntario).

Objetivo General

Proporcionar pautas fisioterapéuticas para prevención de los factores de riesgo asociados a la práctica del tiro con arco.

Objetivos Específicos

1. Complementar las sesiones de entrenamiento con medidas preventivas aplicadas al calentamiento e inclusión de una fase final de enfriamiento.
2. Plantear ejercicios de aptitudes físicas específicas orientados a la prevención de lesiones y mejora de la salud general.

5.1 Calentamiento y enfriamiento para una sesión de entrenamiento de tiro con arco

5.1.1 Calentamiento

El calentamiento puede diferenciarse en dos etapas: una general que comprende un trabajo genérico dirigido a la preparación inicial del organismo para el ejercicio físico y una específica que corresponde a los requerimientos concretos

de cada deporte (Berdejo del Fresno, 2011). Se recomienda para el tiro con arco, en cuanto al calentamiento específico, realizar tiros a cortas distancias para iniciar las adaptaciones neuromusculares para su ejecución (World Archery Federation, 2015). Para efectos de esta propuesta se presentan medidas para desarrollar una rutina de calentamiento general, pues la etapa específica se deja a criterio de los entrenadores quienes tienen un conocimiento más profundo del trabajo de la técnica.

La rutina que se presenta tiene una duración estimada de 20 a 25 minutos, donde se incorporan ejercicios de movilidad articular, aeróbicos, estiramientos dinámicos y movimientos contra resistencia para activar la musculatura involucrada en el gesto deportivo. Se considera que el calentamiento debe ser una rutina progresiva para que el organismo se adapte paulatinamente y no provocar algún efecto adverso (Costa et al., 2011), por consiguiente, se plantea iniciar con los ejercicios de movilidad articular que son de baja intensidad e ir progresando a ejercicios más demandantes como el caso de los ejercicios aeróbicos.

Se hace la salvedad de que World Archery Federation (2015) establece el inicio del calentamiento con actividad aeróbica y progresa a actividades de baja intensidad de modo que la frecuencia cardíaca se regule antes de iniciar a tirar. Estas recomendaciones se dirigen al rendimiento, sin embargo, la propuesta al tener como finalidad la prevención de lesiones es que ordena el calentamiento con actividades de menor a mayor intensidad. Previendo este factor, posterior a los ejercicios aeróbicos y de estiramiento dinámico, de mayor intensidad, se realizan movimientos contra resistencia, la cual es una resistencia baja, por lo que se tiene un lapso de tiempo para regular la frecuencia cardíaca y respiratoria. Además, en los ejercicios respectivos a la simulación del gesto utilizando una liga se indica integrar el ritmo de respiración propio del tiro para ayudar a esta regulación previo al trabajo específico con el arco.

La movilidad articular comprende ejercicios de muy baja intensidad que buscan mantener rangos de movimiento óptimos y empezar a activar los músculos. Las actividades aeróbicas tienen varios objetivos, en primer lugar, contrarrestar los efectos de los largos períodos sosteniendo posiciones estáticas en bipedestación (World Archery Federation, s.f.); por otro lado, aumentar el suministro de oxígeno a los músculos, la temperatura corporal y así mejorar la elasticidad y capacidad contráctil muscular. Los estiramientos dinámicos se incorporan junto a ejercicios aeróbicos, estos tienen la ventaja de que demandan contracción y estiramiento muscular y activación del *core* o centro del cuerpo, además son actividades funcionales según el deporte (Kovacs, 2010). Se resalta el hecho de que no se incluyen estiramientos estáticos en esta fase, pues, como establecen Costa et al. (2011) y el American College of Sports Medicine (2014), se ha encontrado que pueden causar disminución de la fuerza muscular y del equilibrio a corto plazo, además no existe evidencia contundente de su aporte como factor protector de lesiones al ejecutarlos previo a la actividad.

Por último, se realizan movimientos contra resistencia donde se enfatiza en los músculos involucrados en el gesto y acciones propias del mismo. Siendo que el tiro con arco demanda esfuerzo muscular, en estos ejercicios se utilizan bandas elásticas de baja resistencia (World Archery Federation, 2015) que ayudan a la preparación de los músculos para las demandas de sostener el peso del arco, manejar el libraje y mantener la postura durante los tiros. A continuación, se detalla cada ejercicio, sus indicaciones e imágenes ilustrativas.

- Movilidad articular: estos ejercicios consisten en realizar movimientos en el rango fisiológico de cada articulación, se debe tener presente que la respiración sea relajada en todo momento, no realizar la maniobra de Valsalva (aguantar la respiración). En cada movimiento se cuentan 10 repeticiones, a continuación, se describe cada ejercicio.

1. Tobillos.

Movimiento: circunducción.

Indicación: se inicia en posición bípeda (de pie) con las piernas separadas al ancho de las caderas, se procede a levantar un pie y con este en aire se dibujan círculos, 5 círculos en sentido del reloj y 5 en sentido contrario con cada pie.



Imagen 1. Circunducción de tobillos. Fuente: Elaboración propia, 2019.

2. Rodillas.

Movimiento: flexión y extensión.

Indicación: con apoyo en un pie (puede sostenerse con una mano de una pared u otro soporte) se procede a estirar y doblar la rodilla, se repite con la otra pierna.



Imagen 2. Flexión y extensión de rodilla. Fuente: Elaboración propia, 2019.

3. Cadera.

Movimiento 1: abducción y aducción.

Indicación: en posición bípeda (de pie) se separa una pierna, alejándose de la línea media del cuerpo, luego se regresa hacia el centro, incluso pasando por delante de la pierna de apoyo.



Imagen 3. Abducción y aducción de cadera. Fuente: Elaboración propia, 2019.

Movimiento 2: giros.

Indicación: en posición bípeda (de pie) con las piernas separadas al ancho de las caderas se colocan las manos en la cintura se realizan giros con la pelvis, 5 veces a la derecha y 5 a la izquierda.



Imagen 4. Giros con la cadera. Fuente: Elaboración propia, 2019.

4. Tronco.

Movimiento 1: rotación y flexión.

Indicación: en posición bípeda (de pie) con las piernas separadas, los brazos abiertos al lado del cuerpo a nivel de hombros y el tronco recto, procurar tocar un pie con la mano contraria y alternar el movimiento (5 a cada lado). Hacer el movimiento despacio.



Imagen 5. Rotación y flexión de tronco. Fuente: Elaboración propia, 2019.

Movimiento 2: lateralizaciones.

Indicación: en posición bípeda (de pie) con el tronco recto y ambas manos a los lados del cuerpo, se inclina el tronco hacia el lado derecho hasta llevar la mano a la rodilla del mismo lado y se vuelve a la posición inicial, repetir hacia el lado contrario (5 veces a cada lado).



Imagen 6. Lateralizaciones de tronco. Fuente: Elaboración propia, 2019.

5. Hombros.

Movimiento 1: círculos.

Indicación: de pie o sentado, manteniendo los brazos a los lados del cuerpo se dibujan círculos con los hombros (5 al frente, 5 atrás).



Imagen 7. Círculos con los hombros. Fuente: Elaboración propia, 2019.

Movimiento 2: flexión y extensión.

Indicación: en posición bípeda (de pie) se lleva un brazo al frente y el otro hacia atrás, se alternan.

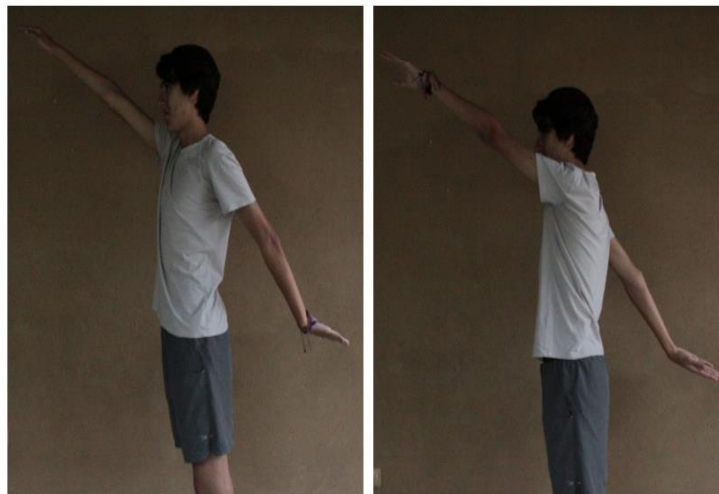


Imagen 8. Flexión y extensión de hombros. Fuente: Elaboración propia, 2019.

Movimiento 3: rotaciones.

Indicación: en posición bípeda (de pie), con los brazos elevados a nivel de los hombros y codos flexionados en un ángulo de 90°, se rotan los hombros alternando uno hacia el frente y el otro hacia atrás.



Imagen 9. Rotaciones de hombros. Fuente: Elaboración propia, 2019.

6. Codos.

Movimiento: flexión, extensión y pronosupinación.

Indicación: en posición bípeda (de pie), con la mano derecha se toma el codo izquierdo, la mano izquierda se encuentra con la palma hacia el suelo. El codo izquierdo se flexiona y el antebrazo rota sobre la mano derecha y se vuelve a extender el codo quedando con la palma hacia arriba. Se vuelve a flexionar el codo izquierdo y a rotar el antebrazo izquierdo por debajo de la mano derecha quedando con la palma hacia abajo.



Imagen 10. Flexión, extensión y pronosupinación. Fuente: Elaboración propia, 2019.

7. Muñecas.

Movimiento: circunducción.

Indicación: en posición bípeda (de pie) con las manos juntas entrelazando los dedos se rotan las muñecas como dibujando círculos (5 veces en sentido de las agujas del reloj y 5 al contrario).



Imagen 11. Circunducción de muñeca. Fuente: Elaboración propia, 2019.

8. Dedos.

Movimiento 1: abducción y aducción.

Indicación: en posición bípeda (de pie) separar y juntar los dedos.

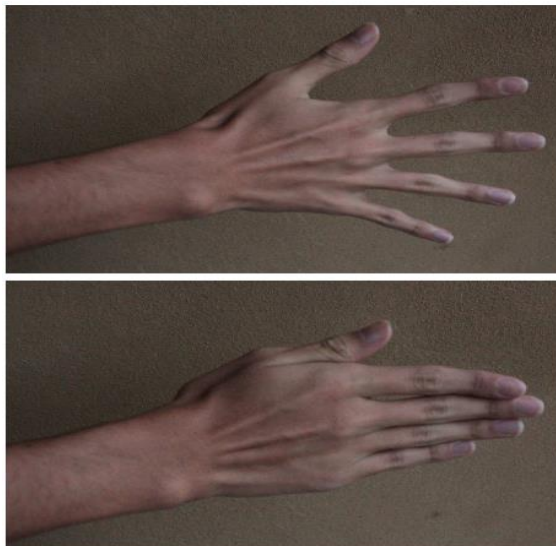


Imagen 12. Abducción y aducción de dedos. Fuente: Elaboración propia, 2019.

Movimiento 2: “tocar el piano”.

Indicación: en posición bípeda (de pie) se hacen movimientos como si se estuviera tocando las teclas de un piano o de un teclado (contar hasta 10).



Imagen 13. “Tocar el piano”. Fuente: Elaboración propia, 2019.

9. Cuello. Estos movimientos deben ser lentos.

Movimiento 1: lateralización.

Indicación: en posición bípeda (de pie) o sentado, se lleva la oreja derecha hacia el hombro derecho, se vuelve al centro y luego se lleva la oreja izquierda hacia el hombro izquierdo (5 veces de cada lado). Los hombros no se elevan.



Imagen 14. Lateralización del cuello. Fuente: Elaboración propia, 2019.

Movimiento 2: rotaciones.

Indicación: en posición bípeda (de pie) o sentado, se gira la cabeza hacia la derecha, se regresa al centro y luego se gira a la izquierda (5 veces de cada lado).



Imagen 15. Rotación del cuello. Fuente: Elaboración propia, 2019.

- *Jumping jacks*: en posición bípeda (de pie) en un sólo lugar se hacen saltos separando las piernas y tocando las manos por encima de la cabeza. Seguido se juntan las piernas y los brazos se llevan a los lados del cuerpo. Se realizan 3 series de 20 segundos.



Imagen 16. *Jumping Jacks*. Fuente: Elaboración propia, 2019.

- Gusanos: en posición bípeda (de pie) se procede a llevar las manos hacia los pies hasta tocar el suelo y luego se avanza caminando con las manos hasta quedar en una posición de plancha. Seguidamente se debe tocar el suelo con el pecho y se vuelve a elevar el cuerpo con la misma secuencia: se posiciona en plancha y se avanza con las manos hacia atrás hasta ponerse de pie de nuevo. Se realizan 3 series de 5 repeticiones del ejercicio.



Imagen 17. Gusanos. Fuente: Elaboración propia, 2019.

- Desplazamientos: se deben señalar 2 puntos (línea recta) a una distancia de unos 8m a 10m. Se realizan una serie de desplazamientos de un punto al otro ejecutando diferentes ejercicios dentro de los que se integran estiramientos dinámicos, se describen a continuación:

1. Marcha de oso.

Ida: en posición de 4 puntos, con el tronco inclinado hacia el frente de modo que las manos toquen el suelo y los pies se mantengan apoyados en el suelo se camina en 4 puntos (manos y pies).

Regreso: misma forma.



Imagen 18. Marcha de oso. Fuente: Elaboración propia, 2019.

2. Flexión y extensión de hombros.

Ida: caminar llevando un brazo hacia el frente y el otro hacia atrás.

Regreso: misma forma.



Imagen 19. Flexión y extensión de hombros. Fuente: Elaboración propia, 2019.

3. Flexoextensión horizontal de hombros.

Ida: caminando los brazos se llevan como dándose un abrazo, luego se estiran los brazos a los lados.

Regreso: misma forma.



Imagen 20. Flexoextensión horizontal de hombros. Fuente: Elaboración propia, 2019.

4. Flexión de cadera y flexión de rodilla.

Ida: trote subiéndose las rodillas hacia el pecho.

Regreso: trote llevando los talones lo más cercano a los glúteos.



Imagen 21. Flexión de cadera y flexión de rodilla. Fuente: Elaboración propia, 2019.

5. Flexión de hombros y extensión de cadera.

Ida: se avanza caminando, cada 3 pasos se procede a llevar ambos brazos hacia el frente (a los lados de la cabeza) y llevar una pierna hacia atrás (con la rodilla extendida) a la vez que el tronco se inclina hacia adelante. Se alterna la pierna.

Regreso: trote suave.



Imagen 22. Flexión de hombros y extensión de cadera. Fuente: Elaboración propia, 2019.

6. Desplante con rotación del tronco.

Ida: se inicia en posición bípeda (de pie) y se avanza realizando desplantes. La rodilla de la pierna que queda atrás contacta el suelo y se rota el tronco hacia el lado contrario.

Regreso: trote suave.



Imagen 23. Desplante con rotación del tronco. Fuente: Elaboración propia, 2019.

7. Marcha de puntillas y talones.

Ida: se avanza de talones con los brazos elevados a nivel de los hombros (en forma de “T”).

Regreso: se avanza de puntillas con los brazos por encima de la cabeza.



Imagen 24. Marcha de puntillas y talones. Fuente: Elaboración propia, 2019.

8. Desplazamiento lateral con sentadilla profunda.

Ida: se inicia de pie y se avanza de lado separando las piernas, se realiza una sentadilla profunda llegando a contactar rodillas y codos, se vuelven a juntar las piernas. Procurar que las rodillas no sobrepasen la punta de los pies.

Regreso: trote suave.

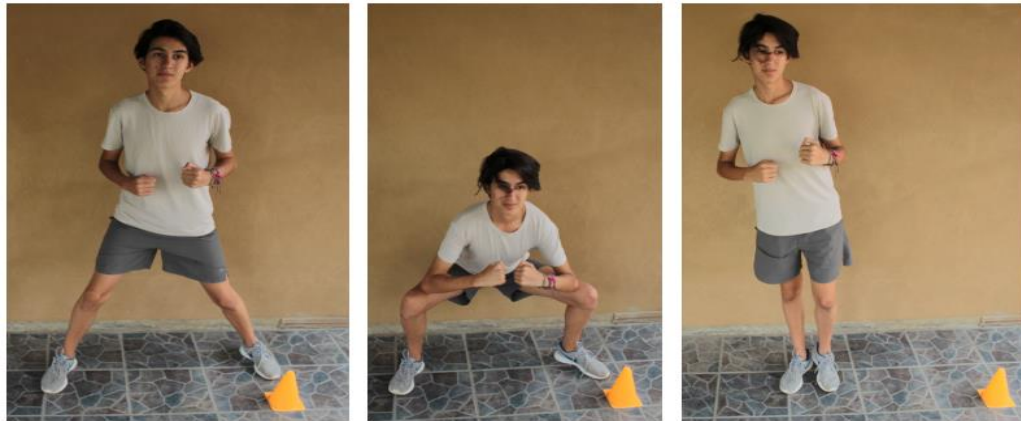


Imagen 25. Desplazamiento lateral con sentadilla profunda. Fuente: Elaboración propia, 2019.

9. *Sprints* o “piques” (se repiten 3 veces).

Ida: se corre a toda velocidad hasta la línea de fondo.

Regreso: trote suave.



Imagen 26. Sprints o piques. Fuente: Elaboración propia, 2019.

- Movimientos de activación muscular contra resistencia. Se propone utilizar ligas o bandas elásticas para estos ejercicios. La resistencia utilizada debe ser de baja a moderada. Para cada ejercicio se recomienda realizar 15 repeticiones y realizar entre 1 y 2 series (World Archery Federation, 2015).

1. Rotación externa de hombro.

Indicación: brazo al lado del cuerpo con el codo flexionado a 90°, se toma una liga con las manos. Se lleva la mano hacia afuera, rotando el hombro externamente.



Imagen 27. Rotación externa de hombro. Fuente: Elaboración propia, 2019.

2. Retracción escapular.

Indicación: con los brazos elevados a nivel del pecho se sostiene la banda elástica con ambas manos. Se llevan los codos hacia posterior hasta quedar en línea con los hombros y se trata de acercar las escápulas (gesto de “sacar pecho”).

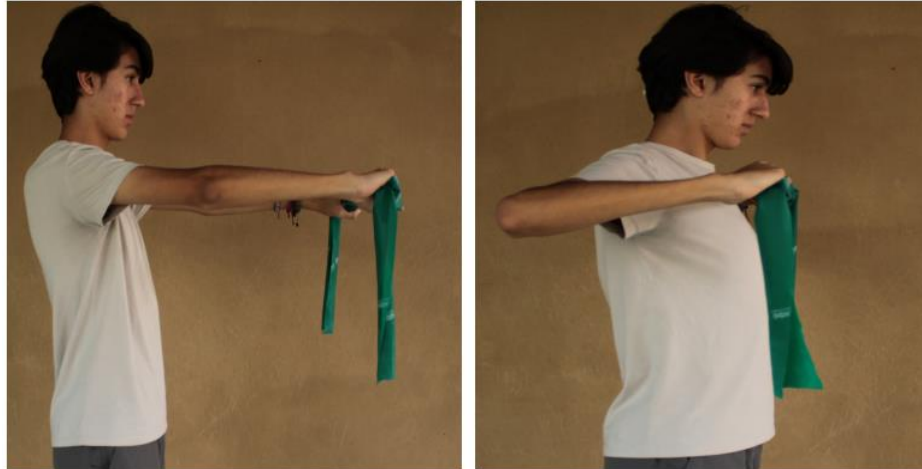


Imagen 28. Retracción escapular. Fuente: Elaboración propia, 2019.

3. Abducción de hombro.

Indicación: con los brazos a los lados del cuerpo se sostiene una banda elástica con ambas manos. Se separa un brazo del cuerpo hasta llegar a nivel del hombro.



Imagen 29. Abducción de hombro. Fuente: Elaboración propia, 2019.

4. Aperturas con liga en codo.

Indicación: se coloca una liga alrededor del codo. Se simula el gesto de apertura del arco. Se recomienda realizar 2 series del ejercicio con cada brazo para trabajar la lateralidad.



Imagen 30. Aperturas con liga en codo. Fuente: Elaboración propia, 2019.

5. Aperturas a distintos niveles respecto al hombro.

Indicación: con una liga se simula el gesto de apertura del arco normal, bajo el nivel de los hombros y sobre el nivel de los hombros. Cada movimiento se repite 5 veces, esto hace una serie.



Imagen 31. Aperturas a distintos niveles respecto al hombro. Fuente: Elaboración propia, 2019.

6. Simulación del gesto de tiro con liga.

Indicación: se realiza todo el gesto de tiro utilizando la liga. Se debe integrar la respiración como en el gesto normal realizado con el arco.



Imagen 32. Simulación del gesto de tiro con liga. Fuente: Elaboración propia, 2019.

5.1.2 Enfriamiento

De acuerdo con Campos (2015) la inclusión de una etapa de enfriamiento o vuelta a la calma en los entrenamientos es fundamental, ya que constituye un método de recuperación posterior a la práctica deportiva. Dentro de los beneficios del enfriamiento que se han encontrado, Hausswirth y Mujika (2013) y Costa et al. (2011) mencionan la recuperación metabólica del atleta, es decir, que este vuelva a su estado de reposo, de forma gradual. También apuntan la recuperación muscular, a lo que Campos (2015) añade que los ejercicios de enfriamiento permiten relajar la musculatura y de esta forma prevenir lesiones.

Se recomienda que dentro del desarrollo de la etapa de enfriamiento se incluyan actividades cuyo nivel de intensidad disminuya gradualmente. Costa et al. (2011), Walker (2013) y Campos (2015) sugieren primero realizar actividades físicas ligeras, por ejemplo, de tipo lúdico (jugar “monito” o realizar lanzamientos de balones), posteriormente realizar desplazamientos cortos, y, por último, realizar estiramientos estáticos. La inclusión de estiramientos estáticos durante esta fase como factor protector de lesiones, al contrario del caso del calentamiento, sí cuenta

con respaldo teórico, se explica que estos estiramientos colaboran en la reducción del dolor muscular posterior al ejercicio físico gracias a que relajan y alargan las fibras musculares y aumentan la circulación en los músculos, lo que aporta al desecho de sustancias y metabolitos acumulados durante el ejercicio (Walker, 2013).

Para la etapa de enfriamiento se sugiere una duración de entre 5 a 10 minutos y que los ejercicios se realicen de forma relajada sin sobreesforzar el cuerpo, también es importante que la respiración sea lenta y profunda durante su ejecución (Campos, 2015).

Fase 1. Actividad aeróbica ligera.

Al igual que en el calentamiento señalar 2 puntos (línea recta) a una distancia de unos 8m a 10 m. Se realizan una serie de desplazamientos caminando a paso ligero mientras se ejecutan movimientos específicos. Cada ejercicio se repite 2 veces.

Ejercicio 1.

Ida: se camina a paso ligero de frente.

Regreso: se camina de reversa.

Ejercicio 2.

Ida: se levantan los brazos a los lados (formando una "T") y se realizan movimientos circulares hacia el frente.

Regreso: se realizan los movimientos circulares con los brazos hacia atrás.



Imagen 33. Desplazamiento realizando movimientos circulares con los brazos.

Fuente: Elaboración propia, 2019.

Ejercicio 3.

Ida: se camina llevando un brazo hacia el frente y el otro hacia atrás de forma alternada.

Regreso: misma forma. (ver imagen 19)

Ejercicio 4.

Ida: se colocan los brazos a nivel del pecho y se llevan hacia atrás hasta quedar en línea con los hombros y tratando de acercar las escápulas, los codos quedan flexionados.

Regreso: misma forma.



Imagen 34. Flexoextensión horizontal de hombros. Fuente: Elaboración propia,

2019.

Fase 2. Ejercicios de estiramiento.

Es importante que los ejercicios se realicen de forma relajada y lenta, realizando los estiramientos hasta un punto de tensión que no sea doloroso. La respiración debe ser lenta y profunda durante los estiramientos, y cada uno debe mantenerse entre 15 a 20 segundos y sólo se realiza una vez.

1. Estiramiento para la zona lateral del cuello.

Posición inicial: de pie o sentado con la espalda recta y cabeza alineada en el centro.

Indicación: se coloca la mano izquierda en la parte baja de la espalda (zona lumbar), luego se inclina lentamente la cabeza al lado derecho (tratando de acercar la oreja al hombro). Para aumentar la inclinación se coloca la mano derecha por encima de la oreja izquierda y se empuja la cabeza hacia la derecha. Una vez completado el tiempo, lentamente, se retoma la posición inicial, para posteriormente repetir el estiramiento del lado contrario.



Imagen 35. Estiramiento zona lateral del cuello. Fuente: Elaboración propia, 2019.

2. Estiramiento para rotadores del cuello.

Posición inicial: de pie o sentado, con la espalda recta y cabeza alineada en el centro.

Indicación: se gira lentamente la cabeza hacia la derecha, se apoya la mano del mismo lado (es decir, a la derecha) en la mandíbula para aumentar la rotación de la cabeza. Una vez completado el tiempo, lentamente, se retoma la posición inicial para posteriormente repetir el estiramiento del lado contrario.



Imagen 36. Estiramiento para rotadores del cuello. Fuente: Elaboración propia, 2019.

3. Estiramiento para la zona posterior del cuello.

Posición inicial: de pie o sentado con la espalda recta y cabeza alineada en el centro.

Indicación: entrelazar las manos por detrás de la cabeza, manteniendo la espalda recta, empujar lentamente con las manos la cabeza llevando la barbilla al pecho. Una vez completado el tiempo, lentamente, se retoma la posición inicial.



Imagen 37. Estiramiento para la zona posterior del cuello. Fuente: Elaboración propia, 2019.

4. Estiramiento para la zona del pecho y zona anterior de hombros.

Posición inicial: de pie con las piernas ligeramente separadas. Se requiere estar al lado de un soporte vertical (por ejemplo: una pared, poste o marco de puerta).

Indicación: se debe levantar el brazo derecho lateralmente, hasta que quede a la misma altura del hombro (formando un ángulo aproximado de 90°). Con la palma de la mano derecha se debe tocar el soporte, el codo debe tener una ligera flexión. A partir de esta posición se debe girar lentamente el tronco hacia el lado izquierdo sin separar la mano derecha del soporte. Una vez completado el tiempo, lentamente, se retoma la posición inicial para repetir el estiramiento del lado contrario.



Imagen 38. Estiramiento para la zona del pecho y zona anterior de hombros.

Fuente: Elaboración propia, 2019.

5. Estiramiento para la zona de la cintura escapular y zona posterior de hombros.
Posición inicial: de pie con las piernas ligeramente separadas y los brazos a los lados del cuerpo.

Indicación: levantar el hombro derecho hacia al frente (a la altura del hombro) y cruzarlo por delante del pecho, acercando el brazo derecho al hombro izquierdo. Se coloca la mano izquierda por encima del codo derecho para ejercer una presión que acerque más el brazo derecho al cuerpo (no se debe colocar la mano directamente sobre el codo para evitar ejercer la presión sobre esta articulación). Una vez completado el tiempo, lentamente, se retoma la posición inicial para repetir el estiramiento del lado contrario.



Imagen 39. Estiramiento para la zona de la cintura escapular y zona posterior de hombros. Fuente: Elaboración propia, 2019.

6. Estiramiento para extensores de hombro.

Posición inicial: de pie o sentado con los brazos a los lados.

Indicación: se lleva el brazo derecho por detrás de la cabeza, colocando la mano en el centro de la espalda. Colocar la mano izquierda en el codo derecho para empujar el codo hacia atrás. Una vez completado el tiempo, lentamente, se retoma la posición inicial para repetir el estiramiento del lado contrario.

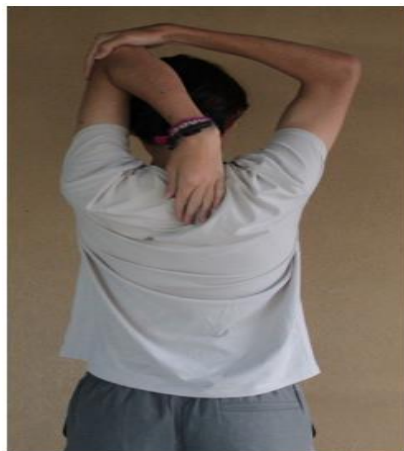


Imagen 40. Estiramiento para extensores de hombro. Fuente: Elaboración propia, 2019.

7. Estiramiento para la zona de los brazos.

Posición inicial: de pie o sentado con los brazos a los lados.

Indicación: las manos deben juntarse colocando la mano derecha sobre la palma de la mano izquierda (no entrelazar las manos debido a que el estiramiento se puede ver limitado) y estirar los brazos todo lo que se pueda hacia arriba en dirección al cielo o al techo, “queriendo crecer”. Una vez completado el tiempo, lentamente, se retoma la posición inicial.

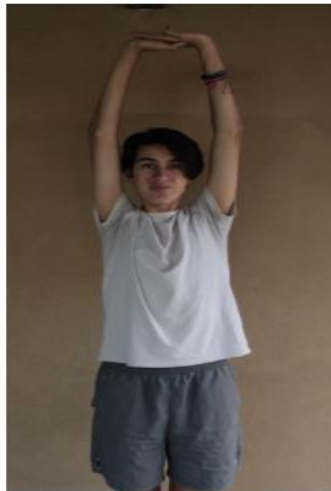


Imagen 41. Estiramiento para la zona de los brazos. Fuente: Elaboración propia, 2019.

8. Estiramiento para la zona anterior de los antebrazos.

Posición inicial: de pie o sentado con los brazos a los lados.

Indicación: se lleva la mano derecha (con los dedos extendidos) hacia el frente como haciendo una señal de “alto”. Con la mano izquierda se debe empujar los dedos de la mano derecha hacia atrás lentamente. Una vez completado el tiempo, se retoma la posición inicial para repetir el estiramiento del lado contrario.



Imagen 42. Estiramiento para la zona anterior de los antebrazos. Fuente:
Elaboración propia, 2019.

9. Estiramiento para la zona posterior de los antebrazos.

Posición inicial: de pie o sentado con los brazos a los lados del cuerpo.

Estiramiento: se lleva la mano derecha hacia el frente con los dedos apuntando hacia el suelo. Con la mano izquierda se debe empujar la mano derecha hacia abajo lentamente. Una vez completado el tiempo, se retoma la posición inicial para repetir el estiramiento del lado contrario.



Imagen 43. Estiramiento para la zona posterior de los antebrazos. Fuente:
Elaboración propia, 2019.

10. Estiramiento para zona anterior del muslo.

Posición inicial: de pie apoyar el peso del cuerpo sobre la pierna izquierda.

Indicación: se flexiona la rodilla derecha, llevando el talón derecho hacia el glúteo. Con la mano derecha se sujeta el pie derecho para acentuar el estiramiento, acercando aún más el talón al glúteo. Una vez completado el tiempo, se retoma la posición inicial para repetir el estiramiento del lado contrario.



Imagen 44. Estiramiento para la zona anterior del muslo. Fuente: Elaboración propia, 2019.

11. Estiramiento para zona posterior del muslo.

Posición inicial: sentado con las piernas extendidas, los tobillos juntos y los pies relajados. Mantener la parte posterior de las rodillas tocando el suelo.

Indicación: se apoyan ambas manos en el suelo al lado de muslos. Se deslizan ambas manos en dirección a los pies, inclinando lentamente el tronco hacia adelante, se pretende que las manos queden al lado o lo más cercano posible a los pies.



Imagen 45. Estiramiento para la zona posterior del muslo. Fuente: Elaboración propia, 2019.

12. Estiramiento para la zona lateral del tronco.

Posición inicial: de pie con las piernas ligeramente separadas a nivel de las caderas.

Indicación: se coloca la mano izquierda en la cintura, mientras que el brazo derecho se lleva hacia arriba (tratando de tocar el techo o el cielo). Se inclina el tronco, lentamente, hacia el lado izquierdo. Una vez completado el tiempo, se retoma la posición inicial, lentamente, para repetir el estiramiento del lado contrario.



Imagen 46. Estiramiento para la zona lateral del tronco. Fuente: Elaboración propia, 2019.

13. Estiramiento para la zona lateral del glúteo, muslo y tronco.

Posición inicial: sentado con la pierna derecha flexionada y la pierna izquierda extendida.

Indicación: se cruza la pierna derecha sobre la izquierda, el pie derecho debe estar apoyado en el suelo y colocado paralelo a la parte externa de la rodilla izquierda. El codo izquierdo se coloca al lado de la rodilla derecha para fijarla, mientras se gira el tronco, lentamente, a la derecha. Una vez completado el tiempo, se retoma la posición inicial para repetir el estiramiento del lado contrario.



Imagen 47. Estiramiento para la zona lateral del glúteo, muslo y tronco. Fuente: Elaboración propia, 2019.

14. Estiramiento para la zona de la espalda (ejercicio gato y perro).

Posición inicial: en cuatro puntos, las rodillas a la altura de las caderas y las manos alineadas con los hombros, el peso del cuerpo debe distribuirse equitativamente en cada punto de apoyo.

Indicación: se debe arquear la espalda hacia arriba (posición de “gato enojado”), a la vez que se mete el abdomen, la pelvis se lleva hacia dentro (acercando las caderas hacia adelante, en dirección a la cabeza) y se lleva la barbilla al pecho mientras se realiza una exhalación. Luego se lleva la cabeza hacia arriba mirando al techo o al cielo, inhalar al tiempo que se giran las caderas y se arquea la espalda en sentido contrario, a la vez que se tratan de

acercar las escápulas entre sí. Cada posición se mantiene 5 segundos y se repite el ejercicio 4 veces.



Imagen 48. Estiramiento para la zona de la espalda (ejercicio gato y perro). Fuente: Elaboración propia, 2019.

15. Estiramiento para la zona baja de la espalda, glúteo y zona posterior del muslo.

Posición inicial: acostado boca arriba con las piernas estiradas.

Indicación: se lleva la rodilla derecha al pecho sujetándola con las dos manos (por la parte posterior del muslo) y se mantiene la rodilla izquierda estirada. Una vez completado el tiempo se retoma, lentamente, la posición inicial para repetir el estiramiento del lado contrario.



Imagen 49. Estiramiento para la zona baja de la espalda, glúteo y zona posterior del muslo. Fuente: Elaboración propia, 2019.

5.2 Ejercicios complementarios a la preparación del tiro con arco

Se describen en este apartado una serie de ejercicios enfocados a la resistencia aeróbica, el fortalecimiento muscular, el equilibrio y la estabilidad postural, la flexibilidad y la propiocepción. Estos se enfocan en la prevención de lesiones y aporte a la salud de las y los arqueros, ya que están dirigidos a evitar sobrecargas y desequilibrios que pueden presentarse al practicar este deporte. Los mismos pueden ser incluidos en las sesiones de entrenamiento grupales, o bien practicarse de manera individual.

Se hace hincapié en que las rutinas propuestas se enfocan en la prevención y la salud y que, si bien pueden aportar al rendimiento, este no es su fin último, por lo que se deben complementar con asesoría de instructores o preparadores físicos que se enfoquen en el desempeño deportivo.

5.2.1 Ejercicios de resistencia aeróbica

El entrenamiento aeróbico beneficia a las y los arqueros en tanto que retrasa la aparición de la fatiga durante la ejecución repetitiva del gesto, además ayuda a mantener frecuencias cardíacas más constantes y estables, lo cual es trascendental durante la fase de apuntar a la diana (World Archery Federation, 2015). Por tanto, es conveniente incorporar actividades aeróbicas paralelo a la preparación específica del tiro con arco para mejorar no solo el rendimiento deportivo, sino también la salud, principalmente por su aporte a nivel cardiovascular.

Los siguientes ejercicios constituyen un ejemplo de actividades que se pueden incorporar a los entrenamientos como parte de la preparación aeróbica de los atletas. Cabe resaltar que según las recomendaciones del American College of Sports Medicine (mencionadas en Gibson, Wagner y Heyward, 2018) el ejercicio aeróbico moderado para la salud debe realizarse con una frecuencia mayor o igual a 5 días a la semana y una duración entre 30 a 60 minutos al día, y dentro de las

actividades recomendadas se encuentran caminar a paso ligero, correr, andar en bicicleta o nadar.

Es importante considerar que personas que realizan actividad aeróbica de intensidad moderada o vigorosa con una frecuencia menor a la recomendada, por ejemplo, sólo 1 o 2 días por semana, son más propensas a sufrir lesiones musculoesqueléticas debido a que su cuerpo no desarrolla las adaptaciones para tolerar dichas demandas (American College of Sports Medicine, 2014). Por tanto, se recomienda programar rutinas que cumplan con las recomendaciones dadas.

Ejercicios aeróbicos

Fase 1. Desplazamientos entre dos puntos a 10 metros de distancia.

1. Trote por 1 minuto ida y vuelta.
2. Desplazamientos laterales. Se repite el ejercicio 3 veces.
Ida: desplazamiento hacia la derecha.
Regreso: desplazamiento hacia la izquierda.



Imagen 50. Desplazamientos laterales. Fuente: Elaboración propia, 2019.

3. Flexión de cadera y flexión de rodilla (ver imagen 21).

Se repite el ejercicio 3 veces.

Ida: trote subiéndole las rodillas hacia el pecho.

Regreso: trote llevando los talones lo más cercano a los glúteos.

4. Salidas explosivas.

Se inicia acostado boca abajo en el punto de salida. Se repite el ejercicio 3 veces.

Ida: a la señal (auditiva), ponerse de pie y salir corriendo hasta el punto de llegada.

Regreso: trote suave.



Imagen 51. Carrera con salida explosiva. Fuente: Elaboración propia, 2019.

5. *Sprints* o “piques” (ver imagen 26). Se repite 3 veces.

Ida: se corre a toda velocidad hasta la línea de fondo.

Regreso: trote suave.

Fase 2. Ejercicios que no implican desplazamiento. Para cada ejercicio se realizan 3 series de 20 segundos, descansando 10 segundos entre series. Entre cada ejercicio descansar de 45 segundos a 1 minuto.

1. *Jumping jacks*.

Indicación: en un sólo lugar se hacen saltos separando las piernas y tocando las manos por encima de la cabeza. Seguido se juntan las piernas y los brazos se llevan a los lados del cuerpo. (ver imagen 16)

2. Flexión de cadera tocando rodilla.

Indicación: se inicia con ambos brazos extendidos sobre la cabeza y piernas ligeramente separadas. Se levanta la pierna derecha hacia el frente (a la altura de la cadera) al tiempo que se bajan los brazos y se toca la rodilla derecha. Se retoma la posición inicial y repetir gesto con la otra pierna.



Imagen 52. Flexión de cadera tocando rodilla Fuente: Elaboración propia, 2019.

3. Desplazamiento lateral con sentadilla.

Indicación: se inicia de pie con las piernas separadas y las rodillas ligeramente flexionadas. Se realizan dos saltos laterales a la derecha y en esta posición realizar una sentadilla, retomar la posición inicial y realizar dos saltos a la izquierda más la sentadilla (ver imagen 25).

4. Escaladores.

Indicación: se inicia en posición de plancha en prono (boca abajo) con las palmas de las manos apoyadas en el suelo (es importante mantener durante el ejercicio la alineación de la espalda con la cabeza y el cuello). Se acerca la

rodilla derecha al pecho, se retoma la posición inicial y se acerca la rodilla izquierda al pecho. Realizar este movimiento alternado de forma rápida (simulando una escalada).



Imagen 53. Escaladores. Fuente: Elaboración propia, 2019.

5. Plancha tocando hombros.

Indicación: se inicia en posición de plancha en prono (boca abajo) con las palmas de las manos apoyadas en el suelo. Con la mano derecha se toca el hombro izquierdo, regresar a la posición inicial y luego con la mano izquierda tocar el hombro derecho. Realizar este movimiento alternado de forma rápida durante 20 segundos.



Imagen 54. Plancha tocando hombros. Fuente: Elaboración propia, 2019.

6. Salto de cuerda.

Indicación: se debe saltar la cuerda de manera continua durante 20 segundos (3 series).

5.2.2 Ejercicios de fortalecimiento

Vidarte-Claros et al. (2013) señalan una serie de beneficios al incluir este trabajo en la preparación de deportistas, por ejemplo: la mejora de la postura, consolidación de capacidades psicológicas y aumento de la funcionalidad de sistemas como el cardiovascular, respiratorio, óseo, neuromuscular y del metabolismo. Se recomienda incorporarlo en la preparación de arqueros pues se requiere de fuerza y resistencia muscular para la ejecución óptima del gesto de tiro (World Archery Federation, 2015).

Las recomendaciones del entrenamiento de fuerza para la población de niñas, niños y adolescentes deportistas son de 2 a 3 días por semana no consecutivos, esta frecuencia aumenta conforme el atleta va alcanzando la edad adulta, y se sugiere iniciar con rutinas de 8 a 10 ejercicios que abarquen la mayoría de los grupos musculares y la inclusión de ejercicios específicos para la disciplina practicada (Peña et al., 2016). Además, se sugiere iniciar con 1 a 2 series en principiantes y avanzar de 3 a 4 series en jóvenes con más experiencia (al menos 6 meses de entrenamiento regular de fuerza), y realizar de 6 a 15 repeticiones de cada ejercicio, utilizando menos repeticiones en aquellos movimientos más complejos, mientras que para los movimientos sencillos monoarticulares se aplican más repeticiones; debe salvaguardarse la técnica adecuada (Peña et al., 2016).

Se presentan una serie de ejercicios de fortalecimiento para los principales grupos musculares y aquellos específicos de la técnica de tiro. Para cada ejercicio se sugiere un número de series y repeticiones según las indicaciones para principiantes, estas pueden modificarse en función de las recomendaciones descritas en el párrafo anterior y las consideraciones de los entrenadores a cargo. Para algunos ejercicios se sugiere el uso de bandas elásticas o ligas, estas pueden sustituirse realizando el trabajo en parejas donde el compañero sea quien ejerza resistencia contra el movimiento. Por último, se hace hincapié en que esta rutina se enfoca en la prevención y que, si bien puede aportar al rendimiento, este no es su fin último, por lo que se recomienda complementar o modificar estos

ejemplos con trabajo en gimnasio con un instructor o preparador físico que se enfoque en el rendimiento.

Ejercicio 1. Lagartijas escapulares.

Indicación: en posición de lagartijas o plancha posicionando ambas manos sobre el suelo se trata de acercar las escápulas y luego se separan empujando con ambos brazos hacia el suelo. Se recomiendan 2 series de 8 repeticiones del ejercicio.

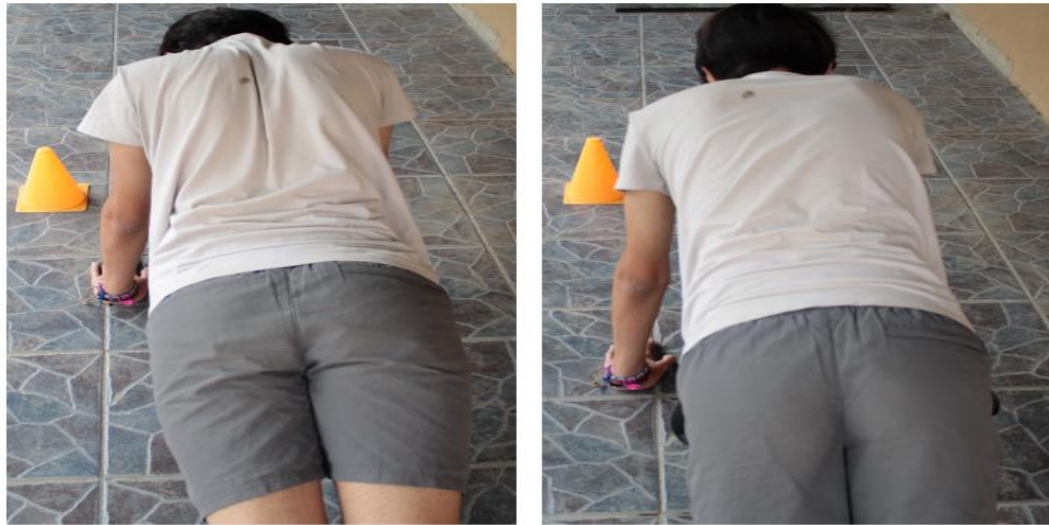


Imagen 55. Lagartijas escapulares. Fuente: Elaboración propia, 2019.

Ejercicio 2. Fondos con elevación de hombros.

Indicación: sentado en el suelo posicionando las manos sobre 2 bloques a los lados del cuerpo o sobre una banca detrás del cuerpo. Se elevan y descienden los hombros despegando los glúteos del suelo. Se recomiendan 2 series de 10 repeticiones del ejercicio.



Imagen 56. Fondos con elevación de hombros. Fuente: Elaboración propia, 2019.

Ejercicio 3. Lagartijas o “push-ups”.

Indicación: en posición de plancha con las manos a la altura del pecho se baja hasta que los codos queden flexionados a 90°, puede colocarse algún objeto como guía. Según la habilidad del arquero se puede modificar la posición apoyando las rodillas. Se recomiendan 2 series de 6-8 repeticiones del ejercicio.



Imagen 57. Lagartijas o push-ups. Fuente: Elaboración propia, 2019.

Ejercicio 4. Fondos.

Indicación: misma posición del ejercicio 2. Se desciende doblando los codos y se eleva estirando los codos. Se recomiendan 2 series de 6 repeticiones del ejercicio.



Imagen 58. Fondos. Fuente: Elaboración propia, 2019.

Ejercicio 5. Rotación externa de hombro.

Indicación: brazos a los lados del cuerpo con los codos flexionados a 90°. Se sostiene una banda elástica con ambas manos. Se llevan ambas manos hacia afuera rotando los hombros externamente y se sostiene la tensión que ejerce la banda elástica. Se recomiendan 2 series del ejercicio manteniéndolo durante 20 segundos.



Imagen 59. Rotación externa de hombro. Fuente: Elaboración propia, 2019.

Ejercicio 6. Rotación interna de hombro.

Indicación: misma posición de inicio del ejercicio 5. Se sujeta la banda elástica de modo que quede a la altura de la mano a un lado del cuerpo. Se lleva la mano hacia adentro en dirección al abdomen rotando internamente los hombros. Se sostiene la tensión ejercida por la banda. Se recomiendan 2 series del ejercicio en cada brazo manteniéndolo durante 20 segundos.



Imagen 60. Rotación interna de hombros. Fuente: Elaboración propia, 2019.

Ejercicio 7. Retracción escapular.

Indicación: con los brazos elevados a nivel del pecho se sostiene la banda elástica con ambas manos. Se llevan los codos hacia posterior hasta quedar en línea con los hombros y se trata de acercar las escápulas. Se recomiendan 2 series de 10 repeticiones del ejercicio (ver imagen 28).

Ejercicio 8. Abducción de hombros.

Indicación: con los brazos a los lados del cuerpo se sostiene una banda elástica con ambas manos. Se separan los brazos del cuerpo y se sostiene la tensión ejercida por la banda. Se recomiendan 2 series del ejercicio durante 20 segundos.



Imagen 61. Abducción de hombros. Fuente: Elaboración propia, 2019.

Ejercicio 9. Aducción horizontal de hombros.

Indicación: brazos a los lados del cuerpo elevados a nivel de los hombros (abducción 90°) sosteniendo una banda elástica con ambas manos. La banda estará sujeta detrás del atleta. Se llevan los brazos hacia el frente del cuerpo acercando las manos. Se recomiendan 2 series de 12 repeticiones del ejercicio.



Imagen 62. Aducción horizontal de hombros. Fuente: Elaboración propia, 2019.

Ejercicio 10. Extensión de hombro y cadera alterno.

Indicación: en posición de 4 puntos se extiende una pierna hasta quedar en línea con el tronco e igualmente se eleva el brazo contrario. Se mantiene la espalda recta y se contrae el abdomen. Se recomiendan 2 series de cada lado durante 20 segundos.

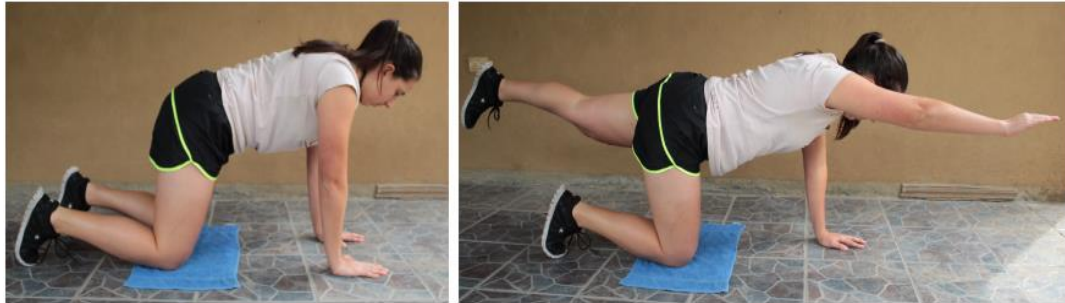


Imagen 63. Extensión de hombro y cadera alterno. Fuente: Elaboración propia, 2019.

Ejercicio 11. Plancha en prono.

Indicación: posición de plancha colocando los antebrazos o las manos según la habilidad y fuerza del arquero. Se sostiene la posición del tronco recto sin elevar o descender la cadera y manteniendo el cuello en línea con el tronco (sin extender o flexionar el cuello). Se recomiendan 2 series de 20 segundos del ejercicio.



Imagen 64. Plancha en prono. Fuente: Elaboración propia, 2019.

Ejercicio 12. Plancha en 3 puntos.

Indicación: se realiza la plancha despegando un brazo del suelo, seguidamente se cambia de brazo. Posteriormente se colocan ambas manos en el suelo y se eleva un pie, seguidamente se cambia de pie. Cada posición se mantiene 15 segundos y se repite 2 veces.



Imagen 65. Plancha en 3 puntos. Fuente: Elaboración propia, 2019.

Ejercicio 13. Plancha lateral isotónica.

Indicación: se posiciona en plancha lateral, se flexiona la rodilla de la pierna que está apoyada en el suelo, la cadera del mismo lado está apoyada en el suelo. Se eleva la cadera despegándose del suelo y se desciende de nuevo. Según la habilidad y fuerza del arquero se posiciona el antebrazo o la mano. Se recomiendan 2 series de 8-10 repeticiones del ejercicio de cada lado.



Imagen 66. Plancha lateral isotónica. Fuente: Elaboración propia, 2019.

Ejercicio 14. Plancha lateral con abducción de cadera.

Indicación: se posiciona en plancha lateral al igual que en el ejercicio 13 con la cadera elevada. La pierna que no está apoyada se eleva separándose del cuerpo. Se recomiendan 2 series de 6-8 repeticiones del ejercicio de cada lado.



Imagen 67. Plancha lateral con abducción de cadera. Fuente: Elaboración propia, 2019.

Ejercicio 15. Desplantes alternos.

Indicación: de pie con los pies juntos se da un paso al frente y se desciende hasta que la pierna que queda atrás contacte el suelo con la rodilla. Se eleva la posición y se da un paso atrás hasta que vuelvan a quedar ambos pies juntos, en todo momento mantener el tronco recto y procurar que la rodilla no sobrepase la punta del pie. Seguidamente se hace el mismo movimiento con la otra pierna. Se recomiendan 2 series de 10-12 repeticiones del ejercicio.



Imagen 68. Desplantes alternos. Fuente: Elaboración propia, 2019.

Ejercicio 16. Sentadilla profunda.

Indicación: de pie con las piernas separadas al ancho de la cadera y los brazos elevados al lado de la cabeza. Se desciende en una sentadilla con la espalda recta y llevando los glúteos a posterior bajando todo lo que sea posible y cuidando que las rodillas no sobrepasen la punta de los pies. Se recomiendan 2 series de 10-12 repeticiones del ejercicio



Imagen 69. Sentadilla profunda. Fuente: Elaboración propia, 2019.

Ejercicio 17. Puente simple y con extensión de rodilla alterno.

Indicación: acostado boca arriba con las rodillas flexionadas y los pies sobre el suelo. Se eleva la cadera despegando los glúteos del suelo, se sostiene esta posición de 15 a 20 segundos y se desciende hasta contactar con el suelo. Seguidamente se realiza el mismo movimiento y al elevar la cadera se eleva un pie extendiendo la rodilla y se sostiene esta posición de 10 a 15 segundos, se desciende hasta contactar el suelo y se repite la acción alternando la pierna. Se recomiendan 2 series de cada ejercicio sosteniendo el tiempo respectivo.



Imagen 70. Puente simple y con extensión de rodilla alterno. Fuente: Elaboración propia,2019.

Ejercicio 18. Sentadilla isométrica.

Indicación: apoyando la espalda contra la pared o con apoyo de otro compañero (espalda contra espalda) se posiciona en una sentadilla flexionando las rodillas a 90°. Se recomiendan 2 series de 20 segundos del ejercicio.



Imagen 71. Sentadilla isométrica. Fuente: Elaboración propia, 2019.

5.2.3 Ejercicios de estabilidad postural y equilibrio

En el tiro con arco es necesario un buen equilibrio y estabilidad postural de manera que las y los arqueros logren controlar los desbalances ocasionados por las

condiciones ambientales, como el viento, y los movimientos corporales, distribución del peso y respiración. La asimetría del gesto, por sí sola, puede provocar desbalances que afectan esta estabilidad, así como la debilidad de los músculos posturales (muscultura del centro del cuerpo o *core*) también pueden tener un efecto negativo sobre esta (Park et al., 2016).

Los ejercicios que se presentan a continuación se enfocan en trabajar el equilibrio y estabilidad postural, mientras el fortalecimiento del *core* se abordó en el apartado anterior sobre ejercicios de fortalecimiento. Se resalta que estos deben realizarse de forma lenta, priorizando el mantener la buena postura, equilibrio y coordinando la respiración con cada movimiento. En cada ejercicio se sugiere un número de series y repeticiones que puede incrementarse a medida que se va progresando y el entrenador a cargo así lo considere.

Ejercicio 1. Equilibrio con pies en línea.

Indicación: estando de pie se coloca un pie frente al otro, contactando el talón del pie de enfrente con los dedos del pie que queda detrás. Se procede a inclinar el tronco hacia el frente hasta tocar la punta del pie y se regresa a la posición erguida tratando de no perder el equilibrio. Se inhala al estar erguido y se exhala al ir inclinando el tronco. Se recomiendan 2 series de 8 repeticiones del ejercicio



Imagen 72. Equilibrio con pies en línea. Fuente: Elaboración propia, 2019.

Ejercicio 2. Abducción de cadera.

Indicación: de pie con las piernas juntas y los brazos elevados a nivel del pecho. Se eleva una pierna de lado separándola de la otra mientras se van elevando los brazos hasta quedar a ambos lados de la cabeza, se regresa a la posición de inicio y se cambia de pierna. La espalda debe estar recta y la mirada al frente. Se inhala en la posición de inicio y se exhala mientras se va separando y elevando la pierna. Se recomiendan 2 series de 10 repeticiones del ejercicio alternando las piernas.



Imagen 73. Abducción de cadera. Fuente: Elaboración propia, 2019.

Ejercicio 3. Flexión y extensión de cadera y flexión de tronco en apoyo monopodal.

Indicación: sobre un sólo pie, el otro se eleva a nivel de cadera y se dobla la rodilla, los brazos elevados a nivel del pecho. El pie que está elevado se lleva hacia atrás estirando la rodilla mientras se inclina el tronco hacia el frente y los brazos pasan a los lados de la cabeza. Se debe mantener el tronco recto formando una sola línea desde las manos hasta el pie. Se inhala en la posición de inicio y se exhala mientras se lleva la pierna hacia atrás y se inclina el tronco. Se recomiendan 3 series de 6 repeticiones del ejercicio con cada pierna.



Imagen 74. Flexión y extensión de cadera y flexión de tronco en apoyo monopodal.
Fuente: Elaboración propia, 2019.

Ejercicio 4. Puntillas y flexión de cadera.

Indicación: de pie con los brazos a ambos lados de la cabeza se toma una posición de puntillas, se desciende y se eleva una pierna hacia el frente con la rodilla flexionada en ángulo de 90°. Si la flexibilidad y equilibrio lo permiten puede realizarse el segundo movimiento elevando la pierna esta vez manteniendo la rodilla extendida. Se alterna el movimiento con cada pierna. Se inhala en la posición de inicio y se exhala al realizar la posición de puntillas y elevar la pierna. Se recomiendan 2 series de 8-10 repeticiones del ejercicio alternando las piernas.



Imagen 75. Puntillas y flexión de cadera (imagen de abajo variante).

Fuente: Elaboración propia, 2019.

5.2.4 Ejercicios de propiocepción

La propiocepción integra sensaciones de posición articular en el espacio, de rangos de movimiento y de tensión o estiramiento, por ende, es difícil aislar su trabajo, pues se encuentra involucrado en toda actividad motriz, ya sea de forma consciente o inconsciente (Navarro, 2003). Caamaño (2015) establece que para el trabajo de propiocepción se deben considerar el sentido posicional, reconocer la posición espacial de una articulación; el sentido artrocinético, detectar la amplitud de movimiento; y la sensación de resistencia, percibir la fuerza aplicada o tensión

muscular. Realizar variaciones de estos 3 componentes en distintos ejercicios puede demandar mayor control de la capacidad propioceptiva. Por ejemplo: el utilizar bases inestables o solicitar rangos específicos de movimiento en ejercicios de fuerza es útil para el trabajo de la propiocepción.

Los ejercicios que se presentan a continuación se enfocan al trabajo propioceptivo principalmente de miembros superiores y de acciones relacionadas al gesto de tiro, esto con el fin de incidir en el control neuromuscular de la ejecución técnica. Se rescata que muchos de los ejercicios de fortalecimiento descritos, además de la fuerza, aportan a esta capacidad, asimismo los ejercicios de estabilidad postural y equilibrio.

Ejercicio 1. Protracción escapular y desplazamiento de miembro superior.

Indicación: con el brazo al nivel del pecho se presiona una bola contra la pared y se desplaza la misma en diferentes direcciones: sentido del reloj y al contrario de este, formando una cruz o llevándola a distintos puntos solicitados. Es importante mantener la presión intentando alargar el brazo y no con el peso del tronco. Se recomienda hacer 2 series del ejercicio con cada brazo durante 20 segundos.



Imagen 76. Protracción escapular y desplazamiento de miembro superior. Fuente: Elaboración propia, 2019.

Ejercicio 2. Plancha con desplazamiento de miembros superiores.

Indicación: en posición de plancha apoyando los antebrazos o manos según capacidad del arquero. Una de las manos moviliza una bola dibujando una cruz, cada vez que la lleva a un punto debe regresar al centro (por ejemplo: adelante, al centro, atrás, al centro, y así sucesivamente). Se recomienda hacer 2 series del ejercicio con cada brazo durante 15 segundos.



Imagen 77. Plancha con desplazamiento de miembros superiores. Fuente: Elaboración propia, 2019.

Ejercicio 3. Rotaciones de hombro isométricas con diferentes amplitudes.

Indicación: con los brazos a los lados del cuerpo y los codos flexionados a 90°, se sostiene una liga con la mano. Se mantiene la tensión de la liga en 3 distintas amplitudes de rotación interna y externa de hombro. Se sostiene 10 segundos cada posición, esto es una serie. Se recomienda 2 series de rotación interna y 2 de rotación externa con cada brazo.

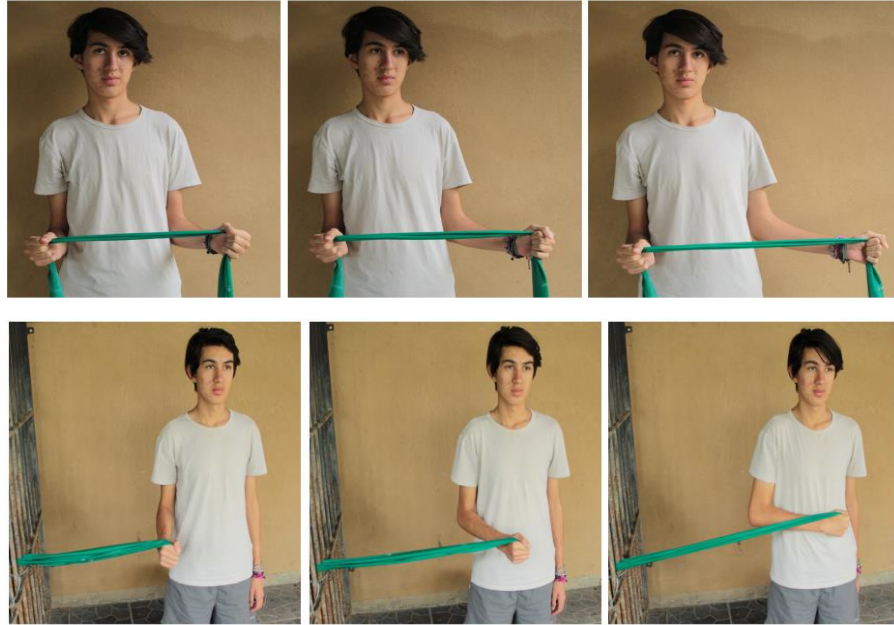


Imagen 78. Rotaciones de hombro isométricas con diferentes amplitudes (imágenes de arriba rotaciones externas, imágenes de abajo rotaciones internas).

Fuente: Elaboración propia, 2019.

Ejercicio 4. Flexión de hombro isométrica con diferentes amplitudes.

Indicación: con el brazo al lado del cuerpo se toma una liga con la mano. Se lleva el brazo hacia el frente a nivel del ombligo, a nivel del pecho y al lado de la oreja. Se sostiene 10 segundos cada posición, esto es una serie. Se recomienda 2 series con cada brazo.



Imagen 79. Flexión de hombro isométrica con diferentes amplitudes. Fuente:

Elaboración propia, 2019.

Ejercicio 5. Abducción de hombro isométrica con diferentes amplitudes.

Indicación: con el brazo al lado del cuerpo se toma una liga con la mano. Se lleva el brazo hacia el lado a nivel del ombligo, a nivel del hombro y al lado de la oreja. Se sostiene 10 segundos cada posición, esto es una serie. Se recomienda 2 series con cada brazo.

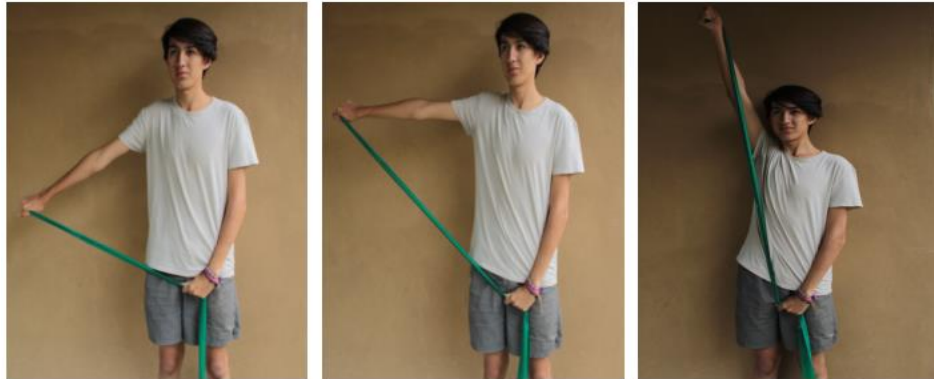


Imagen 80. Abducción de hombro isométrica con diferentes amplitudes. Fuente: Elaboración propia, 2019.

Ejercicio 6. Simulaciones del gesto de tiro con diferentes amplitudes.

Indicación: utilizando una liga se hacen simulaciones del tiro apuntando al suelo, apuntando en la alineación normal y apuntando hacia arriba. Se sostiene 10 segundos cada posición, esto es una serie. Se recomienda 2 series con cada brazo.



Imagen 81. Simulaciones del gesto de tiro con diferentes amplitudes. Fuente: Elaboración propia, 2019.

5.2.5 Ejercicios de flexibilidad

World Archery Federation (2015) indica que dentro de la preparación de los arqueros es importante una buena flexibilidad y movilidad articular. De acuerdo con Haywood y Lewis (2013), realizar ejercicios de flexibilidad ayuda en la prevención de desequilibrios musculares y lesiones por sobrecarga que se pueden presentar por la repetición continua del gesto de tiro que es estático y asimétrico. Asimismo, se rescata la importancia de la buena flexibilidad tanto en la práctica de deporte como en la realización de actividades de la vida diaria (American College of Sport Medicine, 2014)

Los siguientes ejercicios se enfocan en mantener o mejorar la flexibilidad, por tanto, se recomiendan como una práctica preventiva a incluir en la preparación de las y los arqueros. Se sugiere que la duración de los ejercicios de flexibilidad sea de 10 a 30 segundos y completar de 2 a 4 series, de modo que se sumen 60 segundos por cada ejercicio; se indica, además, realizar los ejercicios con una frecuencia de 2 a 3 veces por semana, aunque lo idóneo es trabajar la flexibilidad a diario (American College of Sport Medicine, 2014). Como práctica preventiva se sugiere, previo al trabajo de flexibilidad que se muestra a continuación, realizar los ejercicios de movilidad articular indicados en el apartado de calentamiento.

Ejercicio 1. Rotación de tronco.

Posición inicial: sentado con las piernas flexionadas (rodillas dobladas) y la espalda recta

Indicación: se gira el tronco hacia la derecha lentamente, los brazos siguen el movimiento del tronco de manera que ambas manos toquen el suelo del lado derecho. Se mantiene esta posición durante 10 segundos, una vez completado el tiempo, se retoma la posición inicial para posteriormente repetir el estiramiento del lado contrario. Repetir el ejercicio 3 veces de cada lado.



Imagen 82. Rotación de tronco. Fuente: Elaboración propia, 2019.

Ejercicio 2. Rotación de tronco en cuatro puntos.

Posición inicial: en cuatro puntos, de rodillas con ambas manos apoyadas en el suelo.

Indicación: se gira lentamente el tronco hacia la derecha al mismo tiempo que se levanta el brazo derecho (que permanece estirado) tratando de tocar el techo o el cielo y el brazo izquierdo permanece estirado apoyado en el suelo. Es importante que durante el ejercicio la cabeza siga el movimiento del tronco. Se mantiene esta posición durante 15 segundos, una vez completado el tiempo, se retoma la posición inicial para posteriormente repetir el estiramiento del lado contrario. Repetir el ejercicio 4 veces de cada lado.



Imagen 83. Rotación de tronco en cuatro puntos. Fuente: Elaboración propia, 2019.

Ejercicio 3. Gato y perro.

Posición inicial: en cuatro puntos, las rodillas a la altura de las caderas y las manos alineadas con los hombros, el peso del cuerpo debe distribuirse equitativamente en cada punto de apoyo.

Indicación: se debe arquear la espalda hacia arriba (posición de “gato enojado”), a la vez que se mete el abdomen, la pelvis se lleva hacia dentro (acercando las caderas hacia adelante, en dirección a la cabeza) y se lleva la barbilla al pecho mientras se realiza una exhalación. Luego se lleva la cabeza hacia arriba mirando al techo o al cielo, inhalar al tiempo que se giran las caderas y se arquea la espalda en sentido contrario, a la vez que se tratan de acercar las escápulas entre sí. Cada posición se mantiene 5 segundos y se repite el ejercicio 4 veces (ver imagen 48).

Ejercicio 4. Extensión de cadera y hombro simultánea.

Posición inicial: en cuatro puntos, las rodillas a la altura de las caderas y las manos alineadas con los hombros, el peso del cuerpo debe distribuirse equitativamente en cada punto de apoyo.

Indicación: se inicia con una inhalación profunda, seguida de una exhalación, durante esta última se debe levantar el brazo derecho y la pierna izquierda simultáneamente, ambas extremidades deben quedar alineadas con la espalda. Se mantiene la posición 10 segundos y se retoma la posición inicial para posteriormente repetir el ejercicio con el brazo y la pierna contrarias. Se realiza el ejercicio 3 veces de cada lado (ver imagen 63).

Ejercicio 5. Postura de “el niño”.

Posición inicial: en cuatro puntos, las rodillas a la altura de las caderas y las manos alineadas con los hombros, el peso del cuerpo debe distribuirse equitativamente en cada punto de apoyo.

Indicación: se inicia con una inhalación profunda, seguida de una exhalación, durante esta última, se flexionan las rodillas llevando los glúteos a los talones y acercando la cabeza al suelo, los brazos permanecen estirados. Se mantiene la posición 15 segundos y se retoma la posición inicial. Se repite el ejercicio 4 veces.



Imagen 84. Postura de “el niño”. Fuente: Elaboración propia, 2019.

Ejercicio 6. Extensión del tronco.

Posición inicial: acostado, boca abajo con las piernas extendidas (con los pies relajados), los codos flexionados a la altura y ancho de los hombros con las manos apoyadas en el suelo.

Indicación: se estiran los brazos al tiempo que se levanta el tronco realizando una extensión (despegando el pecho del suelo, manteniendo el abdomen apoyado), la cabeza se inclina ligeramente hacia atrás, durante este movimiento se realiza una inhalación, y se retoma la posición inicial lentamente realizando una exhalación. Se debe mantener cada posición 5 segundos y realizar 6 repeticiones.



Imagen 85. Extensión del tronco. Fuente: Elaboración propia, 2019.

Ejercicio 7. Flexión completa de miembro inferior.

Posición inicial: acostado boca arriba con las piernas estiradas.

Estiramiento: se lleva la rodilla derecha al pecho sujetándola con ambas manos (por la parte posterior del muslo), manteniendo la rodilla izquierda estirada y apoyada en el suelo. Se mantiene esta posición 15 segundos, una vez completado el tiempo se retoma, lentamente, la posición inicial para posteriormente repetir el estiramiento del lado contrario. Realizar 4 repeticiones de cada lado (ver imagen 49).

Ejercicio 8. Estiramiento de la parte lateral del muslo y glúteo.

Posición inicial: acostado boca arriba con las piernas y los brazos estirados (en forma de "T").

Indicación: se flexiona la rodilla derecha, con la mano izquierda se empuja la rodilla derecha hacia el lado izquierdo, rotando incluso la cadera. Se mantiene la posición durante 15 segundos y se repite 4 veces.



Imagen 86. Estiramiento de la parte lateral del muslo y glúteo. Fuente: Elaboración propia, 2019.

Ejercicio 9. Estiramiento de oblicuos.

Posición inicial: acostado boca arriba con las rodillas flexionadas y juntas. Las manos se colocan detrás de la cabeza y los codos deben tocar el suelo.

Indicación: se realiza una inspiración, luego se exhala al mismo tiempo que se llevan ambas piernas al lado derecho (acercando las rodillas al suelo del lado derecho). Se retoma la posición inicial, se realiza una nueva inspiración y se llevan las piernas al lado izquierdo mientras se exhala. La parte superior del cuerpo no debe moverse. Se debe realizar los movimientos lentamente y repetir 10 veces de cada lado.



Imagen 87. Estiramiento de oblicuos. Fuente: Elaboración propia, 2019.

Ejercicio 10. Estiramiento de flexores de cadera.

Posición inicial: de pie llevar la pierna derecha un paso más adelante y flexionarla aproximadamente a 90°.

Indicación: se extiende la pierna izquierda se toca el suelo con la rodilla (colocar un paño en el suelo para evitar molestias). Se colocan ambas manos sobre la pierna derecha y se empuja la rodilla derecha hacia adelante. Se mantiene la posición 15 segundos y se retoma la posición inicial para repetir el ejercicio con el lado contrario. Se repite 4 veces de cada lado.



Imagen 88. Estiramiento de flexores de cadera. Fuente: Elaboración propia, 2019.

Ejercicio 11. Flexión del tronco con piernas en “V”.

Posición inicial: sentado con las piernas extendidas y separadas (formando una “V”). Mantener la parte posterior de las rodillas tocando el suelo y los dedos de los pies apuntando al techo o al cielo.

Indicación: se apoyan las manos en el suelo (en medio de las piernas), se deslizan las manos hacia delante, los codos descienden hasta tocar el suelo. La espalda debe estar alineada y se debe mantener la vista al suelo. Se mantiene la posición 15 segundos y se repite el ejercicio 4 veces.



Imagen 89. Flexión de tronco con piernas en "V". Fuente: Elaboración propia, 2019.

Ejercicio 12. Estiramiento de pantorrillas.

Posición inicial: de pie colocarse (a un brazo de distancia) frente una pared y apoyar ambas manos en la pared.

Indicación: se avanza un paso hacia delante con la pierna derecha, se flexiona la rodilla derecha, mientras que la izquierda permanece extendida. Se inclina el cuerpo hacia adelante, los talones deben estar apoyados en el suelo. Se mantiene la posición durante 20 a 30 segundos y se repite de 2 a 4 veces.



Imagen 90. Estiramiento de pantorrillas. Fuente: Elaboración propia, 2019.

Ejercicio 13. Posición de “mariposa”.

Posición inicial: sentado en el suelo con las rodillas flexionadas colocar los pies juntos, con las plantas de los pies tocándose entre sí.

Indicación: con ambas manos se sujetan los pies, acercando los talones (lo más cerca posible) a los glúteos, los codos se apoyan debajo de las rodillas. A partir de esta posición se inclina el tronco hacia adelante (la espalda debe permanecer recta) y se presiona con los codos la parte inferior del muslo y rodillas hacia abajo. Se mantiene esta posición 15 segundos y una vez completado el tiempo se retoma, lentamente, la posición inicial. Se repite el ejercicio 4 veces.



Imagen 91. Posición de “mariposa”. Fuente: Elaboración propia, 2019.

Ejercicio 14. Respiraciones.

Posición inicial: acostado boca arriba con las piernas flexionadas, colocar las manos sobre el abdomen.

Indicación: se inhala por la nariz al tiempo que se infla el abdomen y al exhalar se bota el aire por la boca. Las respiraciones deben ser pausadas y debe ser mayor el tiempo que dura la exhalación en comparación a la inspiración. Con las manos se debe sentir cómo el abdomen se ensancha al inhalar y cómo se reduce al exhalar. Se realizan las respiraciones durante 1 minuto.



Imagen 92. Respiraciones. Fuente: Elaboración propia, 2019.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En el presente capítulo se presentan las conclusiones de la investigación y se brindan recomendaciones finales para consideración de los distintos sectores involucrados en el tema, como las asociaciones y los equipos de tiro con arco participantes, la FEDETICA, el Departamento de Terapia Física de la Escuela de Tecnologías en Salud, entre otros.

6.1 Conclusiones

Se estudió una población joven de 36 arqueras y arqueros con un promedio de edad de 15,92 años ($\pm 2,06$), donde la mayoría cursa la secundaria (69,4%) y hubo un mayor porcentaje de participantes varones (55,6%).

Los principales hallazgos del estudio mostraron que las lesiones más frecuentes, a diferencia de lo establecido en la literatura científica, se registraron en las siguientes zonas anatómicas, en orden descendente: cintura escapular, hombro del brazo de cuerda y hombro del brazo de arco. De estas lesiones el 66,7% fue de tipo muscular y la sobrecarga prevaleció como el mecanismo de lesión más recurrente.

A pesar de que las lesiones en cintura escapular fueron más frecuentes, las principales molestias referidas durante la práctica se presentaron en el hombro del brazo de cuerda. Se concluye que esto puede deberse a que muchos arqueros consideran este dolor como algo propio de la práctica de tiro con arco y no como un factor de riesgo o un daño de las estructuras.

Pese a que esta investigación también proponía dentro de sus objetivos precisar las características clínicas de las lesiones de cuello, estas no se reportaron durante las entrevistas. No obstante, al realizar la evaluación postural se

encontraron desalineaciones a nivel de cabeza y cuello, por ejemplo, 52,8% de los participantes presentaron inclinación o rotación de la cabeza en un plano frontal. Se apunta la necesidad de profundizar en la existencia de alguna concordancia entre estos hallazgos y la práctica del tiro con arco.

De igual manera se encontraron desalineaciones en la columna, entre las que destaca la hiperlordosis lumbar como factor de riesgo de lesiones de cintura escapular y hombro del brazo de cuerda. Además, se resalta la presencia de escoliosis en una proporción considerable de la población, desalineación que, si bien no mostró relación con el riesgo de sufrir alguna lesión, es otro aspecto que puede estudiarse para definir si existe asociación entre esta y el deporte estudiado.

Se hace hincapié en los hallazgos sobre las alteraciones a nivel escapular, se observó que un 69,5% de los arqueros presentaban asimetría en la altura y 36,1% escápulas aladas, mismas desalineaciones que se relacionan a lesiones en cintura escapular y en el hombro del brazo de arco. Asimismo, el 61,7% de los arqueros presentaron discinesia escapular. La existencia de estas alteraciones sumado a que corresponde a la zona donde se reportaron más casos de lesiones, indican que debe prestarse especial atención a la funcionalidad de esta estructura en las y los arqueros.

Se concluye que las falencias detectadas en las sesiones de entrenamiento (corto tiempo del calentamiento, ausencia de enfriamiento al final) y preparación paralela de las y los arqueros asocian un mayor riesgo para sufrir lesiones, lo que mostró consonancia con la bibliografía respecto al tema. Dentro de estos se desataca la falta de fases de enfriamiento y de elementos del calentamiento, así como carencias en la inclusión de trabajos de aptitudes físicas específicas (fuerza, capacidad aeróbica, propiocepción, entre otros).

Los errores en la ejecución de la técnica representaron factores de riesgo para lesiones tanto en el hombro del brazo de arco como en el hombro del brazo de cuerda. Por lo tanto, se establece que los métodos de enseñanza y corrección son

fundamentales para la protección de la salud de los y las atletas. La técnica también mostró asociación con el tiempo de practicar tiro con arco, se concluye que entre menos años de práctica existe un menor dominio de esta, por lo que atletas con menor experiencia se exponen a cometer errores que pueden desencadenar en lesiones.

El factor que mostró resultados más significativos en los análisis de riesgo fue el libraje del arco, el cual se asoció con las lesiones en cintura escapular y el hombro del brazo de cuerda. Se determinó que este elemento se relaciona directamente con la ejecución del gesto de tiro, donde un libraje alto demanda gran fuerza de parte del atleta y al ejecutarlo de forma repetitiva bajo estas condiciones se propicia la fatiga muscular que lleva al arquero a realizar compensaciones para conseguir la apertura. Por ende, se resalta la importancia de prestar atención a este componente para asegurar una adecuada técnica y no exponer al atleta.

La principal limitación con la que contó la investigación fue el tamaño de la muestra que, aun siendo representativa de la población objeto de estudio, es muy pequeña, lo cual puede comprometer los resultados de los análisis estadísticos. Asimismo, se destaca que para el análisis de la técnica es recomendado incluir grabaciones desde una vista superior para lograr una visión completa de la alineación de ambos miembros superiores, escápulas y la línea de fuerza, sin embargo, no se contaba con los recursos para poder realizar tomas desde dicho ángulo.

A pesar de que la práctica del tiro con arco ha ido en aumento, las investigaciones sobre perfiles epidemiológicos de lesión aún son escasas tanto a nivel nacional como internacional. Esta insuficiencia representa un faltante de información para desarrollar programas preventivos que beneficien de manera efectiva a las y los arqueros. Se destaca que algunos de los documentos analizados incluían evaluaciones fisioterapéuticas dentro de su metodología, lo que proporcionaba información provechosa. Por tanto, se establece que el área de la

Terapia Física puede generar valiosos aportes al respecto si se involucra más en el desarrollo de investigaciones en cuanto a perfil de lesiones, factores de riesgo y salud de las y los arqueros.

6.2 Recomendaciones

- Es importante dar seguimiento a las desalineaciones posturales encontradas en las y los arqueros de manera que puedan prevenirse alteraciones graves a futuro que condicionen tanto el rendimiento como la salud. Asimismo, se recomienda dar seguimiento a las lesiones o dolencias presentes en la población, de modo que se lleven a cabo procesos de tratamiento, rehabilitación y retorno seguro a la práctica y se prevengan las recidivas.
- Se destaca el hecho de monitorear la carga de trabajo de las y los atletas, específicamente la cantidad de flechas por entrenamiento y el libraje de arco utilizado. El libraje debe ser acorde a la capacidad de cada arquero, por lo que se recomienda ser prudente a la hora de decidir utilizar un arco de mayor libraje. Debe considerarse la fuerza del arquero y la calidad de su técnica, y tomar la decisión en conjunto con los entrenadores a cargo.
- Es esencial que los entrenadores presten atención a la ejecución del gesto de tiro, especialmente en principiantes, para garantizar su correcto aprendizaje y evitar la repetición de patrones erróneos que puedan incurrir en el desarrollo de lesiones. Se sugiere la aplicación de herramientas como los softwares de análisis de movimiento, los cuales son de fácil acceso y uso, además de ser un gran apoyo para la retroalimentación de las y los arqueros.
- Se recomienda contar con registros de evaluaciones físicas, clínicas y fisioterapéuticas (fuerza, flexibilidad, postura, historial de lesiones) en los equipos, pues brindan información de las y los arqueros que ayudará a orientar la preparación y a prevenir afecciones en su salud. También son de

valor para la FEDETICA, pues es información que los ayudará a tomar decisiones para regular la instrucción de los entrenadores.

- Los fisioterapeutas deben trabajar por la educación concerniente a la prevención de lesiones y el cuidado de la salud en la práctica del deporte, la cual es necesaria en esta población (arqueros, entrenadores, federativos) para crear conciencia del autocuidado y propiciar la adherencia a dichas medidas.
- El trabajo interdisciplinario es fundamental en el deporte, pues optimiza las condiciones de preparación de las y los atletas. En este caso se insta a trabajar de manera colaborativa entre los entrenadores, preparadores físicos y fisioterapeutas, de modo que cada uno conozca los diferentes aspectos del atleta (condición musculoesquelética y de salud, capacidades y requerimientos, nivel de competición, entre otros) y pueda potenciarse al máximo su rendimiento. Esta asociación también favorece el adecuado abordaje de las lesiones y un retorno seguro al deporte.
- Se recomienda la implementación de la propuesta fisioterapéutica desarrollada en esta investigación tanto en la población de estudio como en poblaciones de arqueros de otras categorías y de otras modalidades, por ejemplo, en arco compuesto, de forma que también se vean beneficiados al aplicar pautas preventivas.
- Para futuras investigaciones en este deporte se aconseja trabajar con poblaciones más numerosas para garantizar una mayor validez de los datos estadísticos. Además, se señala el alcance del trabajo con categorías mayores para conocer los perfiles anatómicos y biomecánicos y el perfil de lesiones en arqueros de más experiencia.
- En lo que respecta a los análisis de la técnica de tiro mediante videofotogrametría, se sugiere, en próximos estudios, incluir las tomas desde

una vista superior para tener una visión completa de la alineación de codos, hombros, escápulas y línea de fuerza.

- Se insta a que en futuras investigaciones se analicen a profundidad las desalineaciones posturales más frecuentes reportadas en esta población para conocer su relación con el deporte y como factores de riesgo específicos en la población.
- Referente a la formación de fisioterapeutas, se sugiere a la Escuela de Tecnologías en Salud fortalecer aspectos sobre evaluación funcional en deporte en los cursos de Terapia Física. Además de propiciar el uso de softwares de análisis de movimiento, para estudios biomecánicos tanto en deporte como en evaluaciones rutinarias (valoraciones de la marcha y postura, por ejemplo).
- Es de valor para los estudiantes que se refuercen los cursos de investigación con la introducción al uso de paquetes estadísticos para análisis de datos. También se recomienda tratar distintos métodos de análisis estadísticos (riesgo, correlación, regresión, entre otros) que son valiosos recursos para desarrollar investigaciones más provechosas.
- Para instancias como FEDETICA y sus asociaciones se insta a continuar facilitando espacios para llevar a cabo investigaciones que enriquezcan el conocimiento científico de los estudiantes y profesionales de diversas disciplinas y que aporten a la mejora del tiro con arco a nivel nacional; además, que contribuyan a la producción de investigación en Costa Rica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adamuz, F. J. y Nerín, M. (2006). El fisioterapeuta en la prevención de lesiones del deporte. *Revista de Fisioterapia*, 5(2), 31-36. Recuperado de <https://www.ucam.edu/sites/default/files/revista-fisio/imagenes-pdfs-revistas/volumen-5/vol.5-no2-art.4.pdf>
- Adkitte, R., Shah, S., Jain, S., Walia, S., Chopra, N. y Kumar, H. (2016). Common injuries amongst Indian elite archers: A prospective study. *Saudi Journal Sports Medicine*, 16 (3), 2010-213. doi: 10.4103/1319-6308.187559
- Aguayo, M. (2007). Cómo hacer una regresión logística con SPSS® “paso a paso”. Fundación Andaluza Beturia para la Investigación en Salud. Recuperado de http://www.fabis.org/html/archivos/docuweb/Regres_log_1r.pdf
- Aguirre, K. y Bigazzi, Z. (2015). *Prevalencia de lesiones y factores asociados en deportistas de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador abril 2015*. (Tesis de Licenciatura, Pontificia Universidad Católica del Ecuador), Recuperado de <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/10244>
- Ahmad, Z., Taha, Z., Arif-Hassan, H., Azrul-Hisham, M., Hadi-Johari, N. y Kardirgama, K. (2014). Biomechanics measurements in archery. *Journal of Mechanical Engineering and Sciences*, 6, 762-771. doi: <http://dx.doi.org/10.15282/jmes.6.2014.4.0074>
- Alonso, A. (s.f.) . *Medidas de frecuencia, asociación e impacto*. Universidad Carlos III de Madrid. Departamento de Estadística. Bioestadística. Recuperado de <http://halweb.uc3m.es/esp/Personal/personas/amalonso/esp/bstat-tema3m.pdf>
- American College of Sports Medicine. (2014). *ACSM's Guidelines for Exercises Testing and Prescription*. (9th ed). Estados Unidos: Lippincott Williams & Wilkins.
- Argimón-Pallás, J. y Jiménez-Villa, J. (2004). *Métodos de investigación clínica y epidemiológica*. España: Elsevier España.

- Árnason, A. (2009). ¿Cuál es la evidencia científica en los programas de prevención de la lesión muscular? *Apunts. Medicina de l'Esport*, 44 (64), 174-178. doi: [https://doi.org/10.1016/S1886-6581\(09\)70128-8](https://doi.org/10.1016/S1886-6581(09)70128-8)
- Avers, D. y Brown, M. (2018). Daniels and Worthingham's Muscle Testing E-Book: Techniques of Manual Examination and Performance Testing. Estados Unidos: Elsevier Health Sciences.
- Berdejo del Fresno, D. (2011). Calentamiento competitivo en baloncesto: revisión bibliográfica y propuesta. *Revista de Ciencias del Deporte*, 7(2), 101-116. Recuperado de <http://www.e-balonmano.com/ojs/index.php/revista/article/view/52>
- Bermejo, J. y Palao, J.M. (2014). El uso de la videografía y software de análisis del movimiento para el estudio de la técnica deportiva. *EFDeportes.com*, (169), 1-10. Recuperado de <https://www.efdeportes.com/efd169/software-de-analisis-de-la-tecnica-deportiva.htm>
- Bermejo, J., Palao, J. y López-Elvira, J. (2012). Análisis cinemático tridimensional: aspectos metodológicos. *European Journal of Human Movement*, 29, 75-94. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=274224827006>
- Bolotín, A. y Bakayev, V. (2017). Structure of the parameters that define the preparedness of archers for competitive struggle. *Journal of Physical Education and Sport*, 17 (3). doi: 1177-1179. 10.7752/jpes.2017.03181
- Borren, G. Gooch, S., Ingram, B., Jenkins, A. y Dunn, J. (2014). Classification Efficiency in Wheelchair Rugby: Throwing Analysis. *IFAC Proceedings Volumes*, 47(3), 4772-4777. doi: <https://doi.org/10.3182/20140824-6-ZA-1003.01335>
- Buckup, K. (1997). *Pruebas clínicas para patología ósea, articular y muscular*. España: Masson
- Bunting, C. (2006). *Interdisciplinary Teaching Through Outdoor Education*. Estados Unidos: Human Kinetics.

- Caamaño, M. (2015). *Uso de la propiocepción como mecanismo de recuperación del hombro*. (Tesis de doctorado). Universidad Internacional de Andalucía, Andalucía, España.
- Camargo, P., Albuquerque-Sendín, F. y Salvini, T. (2014). Eccentric training as a new approach for rotator cuff tendinopathy: Review and perspectives. *World Journal of Orthopedics*. 5(5), 634-644. doi: 10.5312/wjo.v5.i5.634
- Campos, A. (2015). *Masaje deportivo post competición vs rutina de enfriamiento en miembros inferiores para prevenir contracturas en jugadores de fútbol en el período enero 2015-mayo 2015*. (Tesis de Licenciatura). Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Colombia.
- Caplan, G. (2007). *BTEC National Sport*. Estados Unidos: Heinemann.
- Carrasco, M., Romero, E., Martínez, I. y Fernández, I. (2012). Incidence and diagnosis of injuries in a Valencia honor first division water polo team. *Journal of Sport and Health Research*. 4(2):191-198. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4184943>
- Casáis-Martínez, L. (2008). Revisión de las estrategias para prevención de lesiones en el deporte desde la actividad física. *Apunts. Medicina de l'Esport*, 43 (157), 30-40. doi: [https://doi.org/10.1016/S1886-6581\(08\)70066-5](https://doi.org/10.1016/S1886-6581(08)70066-5)
- Chinchilla, N. (2008). *Lesiones producto de la práctica competitiva del Surf en Costa Rica durante el período del 2005 al 2008: caracterización, mecanismos y factores predictores de lesión*. (Tesis de Licenciatura). Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.
- Clarkson, H. (2003). *Proceso evaluativo musculoesquelético: amplitud del movimiento articular y test manual de fuerza muscular*. España: Editorial Paidotribo.
- Correa, J., González, K., Palacios, A., Prieto, D. y Ramírez, R. (2016). *Condición física, ejercicio y salud en niños y adolescentes*. Colombia: Editorial Universidad del Rosario. doi: <http://dx.doi.org/10.12804/tm9789587387599>
- Cos, F., Cos, M., Buenaventura, L., Pruna, R. y Ekstran, J. (2010). Modelos de análisis para la prevención de lesiones en el deporte. Estudio epidemiológico

- de lesiones: el modelo Union of European Football Associations en el fútbol. *Apunts. Medicina de l'esport.* 45(166), 95-102. doi: 10.1016/j.apunts.2010.02.007
- Costa, P., Medeiros, H. y Fukuda, D. (2011). Warm-up, Stretching, and Cool-down Strategies for Combat Sports. *Strength and Conditioning Journal*, 33 (6), 71-79. doi: 10.1519/SSC.0b013e31823504c9
- De la Rosa-Morillo, F., Galloza-Otero, J. C., y Micheo, W. (2019). Rehabilitación del hombro doloroso en el atleta joven. *Rehabilitación.* 53(2), 85-92. doi.org/10.1016/j.rh.2018.10.005
- Ertan, H. (2006). Injury patterns among Turkish archers. *The Shield-Research Journal of Physical Education & Sports Science.* <https://www.researchgate.net/publication/237217892>
- Ertan, H. (2009). Muscular activation patterns of the bow arm in recurve archery. *Journal of Science and Medicine in Sport.* 12 (3), 357-360. doi: 10.1016/j.jsams.2008.01.003
- Ertan, H., Soyulu, A. y Korkusuz, F. (2005). Quantification the relationship between FITA scores and EMG skill indexes in archery. *Journal of Electromiography and Kinesiology.* 15(2), 222-227. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2004.08.004>.
- Federación Deportiva de Tiro con Arco de Costa Rica. (s.f.). *Asociaciones miembros.* World Archery Costa Rica. Recuperado de www.fedetica.org/?q=asociaciones-miembros
- Federación Deportiva de Tiro con Arco. (2018). Competiciones. Costa Rica. Juegos Deportivos Nacionales 2018. ianseo.net Recuperado de <http://ianseo.net/TourData/2018/4222/BOOK.pdf?time=2018-07-05+14%3A27%3A56>
- Federación Deportiva de tiro con arco. (2019). Competitions. Costa Rica. Juegos Deportivos Nacionales 2019. Listado de participantes por País/Aut./Club. ianseo.net Recuperado de <http://ianseo.net/TourData/2019/5781/ENC.php>

- Federación Deportiva de Tiro con Arco de Costa Rica. (2015). Descargas. *Reglamento de competición*. World Archery Costa Rica. Recuperado de <http://fedetica.org/sites/default/files//descargas/FEDETICA%20-%20Reglamento%20de%20Competicio%CC%81n.pdf>
- Fiuza-Pérez, M.D y Rodríguez-Pérez, J.C. (2000). La regresión logística: una herramienta versátil. *Nefrología*. 20(6), 477-565. Recuperado de <https://www.revistanefrologia.com/es-la-regresion-logistica-una-herramienta-articulo-X0211699500035664#tbl1>
- Garrido-Castro, J., Gil-Cabezas, J., da Silva-Grigoletto, M., Mialdea-Baena, A. y González-Navas, C. (2017). Caracterización cinemática 3D del gesto técnico del remate en jugadoras de voleibol. *Revista Andaluza de Medicina del Deporte*. 10(2), 69-73. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ramd.2016.02.01>
- Gibson, A., Wagner, D. y Heyward, V. (2018). *Advanced Fitness Assessment and Exercise Program* (8th ed). Estados Unidos: Human Kinetics.
- Gómez, M. (2012). *Elementos de la estadística descriptiva*. Costa Rica: EUNED.
- González, S. y López, M. (2014). *Factores de riesgo para lesiones musculoesqueléticas y diseño de una propuesta de intervención fisioterapéutica en nadadores de los 15 a los 19 años durante el periodo de setiembre a noviembre, previo a Juegos Deportivos Nacionales 2013*. (Tesis de Licenciatura, Universidad de Costa Rica). Recuperado de <http://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080/xmlui/handle/123456789/2847>
- Han-Byul, K., Sae-Hyung, K. y Wi-Young, S. (2015). The relative importance of performance factors in Korean archery. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 29(5), 1211–1219. doi: 10.1519/JSC.0000000000000687.
- Hauswirth, C. y Mujika, I. (2013). *Recovery for Performance in Sport*. Estados Unidos, Human Kinetics.
- Haywood, K. y Lewis, C. (2013). *Archery: Step to Success*. Estados Unidos: Human Kinetics.
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2010). *Metodología de la investigación*. México: McGraw-Hill.

- Hernández-Ávila, M., Garrido, F. y M. y Salazar-Martínez, E. (2000). Sesgos en estudios epidemiológicos. *Salud Pública de México*, 45 (5), 438-446. Recuperado de https://www.scielosp.org/article/ssm/content/raw/?resource_ssm_path=/media/assets/spm/v42n5/3995.pdf
- Hernández-Gervilla, O., Escalona-Marfil, C. y Corbi, F. (2016). Relación entre la postura del pie y la cinemática de la carrera: estudio piloto. *Apunts. Medicina de l'Esport*, 51(192), 115-122. doi: <https://doi.org/10.1016/j.apunts.2016.03.001>
- Hernández-Zúñiga, D. y Marengo-García, A. (2015). *Propuesta de intervención fisioterapéutica para la prevención de las principales lesiones musculoesqueléticas de miembros inferiores en velocistas de los equipos de atletismo de la Universidad de Costa Rica, Universidad Nacional, Universidad Estatal a Distancia y Tecnológico de Costa Rica*. (Tesis de Licenciatura, Universidad de Costa Rica). Recuperado de <http://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080/jspui/handle/123456789/2693>
- Heyward, V. (2008). *Evaluación de la aptitud física y prescripción del ejercicio*. España: Editorial Médica Panamericana.
- Hidalgo, C. (s.f.). *Manuales ATAUNAM: Historia del Tiro con Arco*. UNAM, México.
- Hirsch, A. (2003). Elementos significativos de la ética profesional. *Reencuentro*, (38), 8-15. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=34003802>
- Hurtado, J., Santos, J. y Torres, I. (2015). *Factores de riesgo intrínseco funcionales de lesiones deportivas en dos selecciones universitarias de voleibol de la ciudad de Cali*. (Tesis de grado, Universidad del Valle). Recuperado de <http://hdl.handle.net/10893/10281>
- Huxel-Bliven, K.C. y Anderson, B.E. (2013). Core Stability Training for Injury Prevention. *Sports Health*. 5(6), 514–522. doi: 10.1177/19417381113481200
- Institute of Medicine, Food and Nutrition Board, Committee on Fitness Measures y Health Outcomes in Youth. (2012). *Fitness Measures and Health Outcomes in Youth*. Estados Unidos: National Academies Press.

- Ismadi, S. Adnan, R. y Sulaiman, N. (2014). Moderate Effort Instep Kick in Futsal. *Procedia Engineering*, 72(2014), 186-191. doi: <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2014.06.031>
- Kaur-Grover, J y Kumar-Sinha, A. (2017). Prevalence of Shoulder Pain in Competitive Archery. *Asian Journal Sports Medicine*, 8 (1), 1-6. doi: 10.5812/asjasm.40971
- Kaynaroğlu, V. y Kiliç, Y. (2012). Archery-Related Sports Injuries. En Doral, M., Tandoğan, R., Mann, G. y Verdonk, R. (Ed.), *Sports Injuries* (1081-1085). Berlin: Springer-Verlag Berlin Heidelberg. doi: https://doi-org.ezproxy.sibdi.ucr.ac.cr/10.1007/978-3-642-15630-4_143
- Kovacs, M. (2010). *Dynamic Stretching: The Revolutionary New Warm-Up Method to Improve Power, Performance and Range of Motion*. USA: Ulysses Press. Recuperado de: <https://books.google.co.cr/books?id=Xi4INCifpZUC&printsec=frontcover&dq=dynamic+stretching&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwibstfO6JTIAhUHxK0KHZjhA0cQ6AEIKjAA#v=onepage&q&f=true>
- Ledesma-Beades, D. (2008). Historia, Metodología y Salud vinculadas al Tiro con Arco. *Podium*, 3(3), 123-136 Recuperado de 123-136. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6174091>
- Lee, Y., Lee S., Carello, C. y Turvey, M. (2012). An archer's perceived form scales the "Hitableness" of archery targets. *Journal of Experimental Psychology Human Perception & Performance*, 38(5), 1125-1131. doi: 10.1037/a0029036
- León, F. (2009). De la bioética clínica a una bioética institucional y social. *Revista Latinoamericana de Bioética*, 9(1), 56-63. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=127020308005>
- Lin, J., Hung, C., Yang, C., Chen, H., Chou, F. y Lu, T. (2010). Activation and tremor of the shoulder muscles to the demands of an archery task. *Journal of Sports Science*, 28(4), 415-421. doi: 10.1080/02640410903536434

- Loachamin-Aldaz, E., Mena-Pila, F., Durán-Portilla, E., y Maqueira-Caraballo, G. (2017). Diferencias biomecánicas en la patada Ap Chagüi entre taekwondocas de cinturón blanco y negro. *Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas*, 36(2), 159-168. Recuperado de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03002017000200013&lng=es&tlng=es
- McArdle, W., Katch, V. y Katch, F. (2015). *Fisiología del ejercicio. Nutrición, rendimiento y salud*. 8va edición. España: Wolters Kluwer Health.
- Manterola, C. y Otzen, T. (2014). Estudios Observacionales: Los Diseños Utilizados con Mayor Frecuencia en Investigación Clínica. *International Journal of Morphology*, 32(2), 634-645. doi: <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022014000200042>
- Manterola, C. y Otzen, T. (2015). Los sesgos en investigación clínica. *International Journal of Morphology*, 33 (3), 1156-1164. doi: <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022015000300056>
- Marcos-García, A. (2016). *Efectos del Kinesiotape y Cross Tape en el rendimiento deportivo en el Tiro con Arco. Ensayo Clínico Analítico de Intervención*. (Trabajo Final de carrera para optar por el grado en Fisioterapia, Universidad de Gimbernat-Cantabria). Recuperado de <https://repositorio.unican.es/xmlui/bitstream/handle/10902/9984/Marcos%20Garc%C3%ADa%2C%20Andrea.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Martínez, E. (2002). *Pruebas de aptitud física*. Barcelona. Editorial Paidotribo.
- Monesma, M. (2016). *Efectividad del ejercicio excéntrico en la prevención de lesiones del manguito de los rotadores en tenistas adultos amateur: Ensayo clínico aleatorizado*. (Tesis de grado en Fisioterapia, Universidad de Lleida). Recuperado de <https://repositori.udl.cat/handle/10459.1/58939>
- Moreno, C., Rodríguez, V., y Seco, J. (2008). Epidemiología de las lesiones deportivas. *Fisioterapia*, 30(1), 40-48. doi: 10.1016/S0211-5638(08)72954-7

- Navarro, G. (2003). Trabajo de propiocepción de hombro. Una orientación práctica. *Apunts. Medicina de l'Esport*, 38(142), 17-27. doi: [https://doi.org/10.1016/S1886-6581\(03\)76053-8](https://doi.org/10.1016/S1886-6581(03)76053-8)
- Niederbracht, Y., Shim, A., Sloniger, M., Paternostro-Bayles, M. y Short T. (2008). Effects of a shoulder injury prevention strength training program on eccentric external rotator muscle strength and glenohumeral joint imbalance in female overhead activity athletes. *Journal of Strength Condition Research*. 22(1), 140–145. doi: 10.1519/JSC.0b013e31815f5634
- Niestroj, K., Schöffl, V. y Küpper, T. (2017). Acute and overuse injuries in elite archers. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*. 58(7-8), 1063-1070. doi: 10.23736/S0022-4707.17.07828-8
- Nuevo, J., Tafalla, M., Cordero, L., Ruiz, M., Calvo, E., Román, J. y Mayo, J. (2011). Sesgos de confusión por indicación y gravedad en estudios observacionales. *Gaceta Sanitaria*, 25 (2), 170-172. doi: 10.1016/j.gaceta.2010.12.007
- Ocampo, M., Sánchez, M., Ramos, D., Bonilla, J., Maldonado, M. y Escalante, J. (2012). Reflexiones del desempeño profesional del fisioterapeuta en el campo de la actividad física. *Revista Ciencias de la Salud*, 10 (2), 243-252. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo;jsessionid=DCCAF2F12C40CDD7CF11990F3DE8F870.dialnet02?codigo=4173453>
- Organización Mundial de la Salud. (2002). Capítulo 2. Definición y evaluación de los riesgos para la salud. *Informe sobre la salud en el mundo 2002 - Reducir los riesgos y promover una vida sana*. Recuperado de: <http://www.who.int/whr/2002/en/Chapter2S.pdf>
- Organización Mundial de la Salud. (2019a). Preguntas más frecuentes. Organización Mundial de la Salud. Recuperado de: <http://www.who.int/suggestions/faq/es/index.html>
- Organización Mundial de la Salud. (2019b). Determinantes sociales de la salud. Recuperado de: http://www.who.int/social_determinants/es/

- Pardo, A. (2011). La ética en la medicina. *Persona y Bioética*, 15(2), 166-183. doi:10.5294/pebi.2011.15.2.4
- Park, J., Hyun, G., y Jee, Y. (2016). Effects of Pilates core stability exercises on the balance abilities of archers. *Journal of Exercise Rehabilitation*, 12 (6), 553-558. doi: <https://doi.org/10.12965/jer.1632836.418>
- Peña, G.; Heredia, J.; Lloret, C.; Martín, M. y Da Silva-Grigoletto, M. (2016). Iniciación al entrenamiento de fuerza en edades tempranas: revisión. *Revista Andaluza de Medicina del Deporte*, 9(1), 41-49. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ramd.2015.01.022>
- Pinzón, I. (2014). Rol del fisioterapeuta en la prescripción del ejercicio. *Archivos de Medicina (Col)*, 14(1), 129-143. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=273832164012>
- Pujals, C., Rubio, V., Oliva-Marquez, M., Sánchez, I. y Ruiz-Barquin, R. (2016). Comparative sport injury epidemiological study on a Spanish sample of 25 different sports. *Revista de Psicología del Deporte*, 25 (2), 271-279. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=235146515008>
- Quesada, J. (2007). *Didáctica De Las Ciencias Experimentales*. Costa Rica: EUNED.
- Real Academia Española. (2014). Rendimiento. En *Diccionario de la lengua española* (23° ed.) Recuperado de <http://dle.rae.es/?id=VwxnN6O>
- Rosas, R. (2011). Lesiones deportivas. Clínica y tratamiento. *Offarm*, 30 (3), 36-42. Recuperado de <https://www.elsevier.es/es-revista-offarm-4-articulo-lesiones-deportivas-clinica-tratamiento-X0212047X11205082>
- Roush, J., Kitamura, J. y Waits, M. (2007). Reference Values for the Closed Kinetic Chain Upper Extremity Stability Test (CKCUEST) for Collegiate Baseball Players. *North American Journal of Sports Physical Therapy*, 2 (3), 159-163. Recuperado de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2953295/>
- Ruis, S. y Stevenson, C. (2004). *Precision Archery*. Estados Unidos: Human Kinetics.

- Sanabria Y. y Agudelo C. (2015). Análisis cinemático y dinámico en el pateo en el fútbol sala. *Revista Actividad Física y Desarrollo Humano*, 7 (1), 1-9. doi: 10.24054/16927427.v1. n1.2015.2264
- Sánchez-Márquez, J. y Garcés-Carracedo, J. (2016). La enseñanza del tiro con arco en la iniciación deportiva. *Revista de la Facultad de Cultura Física de la Universidad de Granma*, 13(41), 49-57. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6210836>
- Sánchez-Márquez, J., Garcés-Carracedo, J. y García-Arias, P. (2017). Adecuación metodológica al programa de preparación del deportista de Tiro con Arco para la iniciación en los combinados (revisión). *Revista de la Facultad de Cultura Física de la Universidad de Granma*, 14 (42), 35-45. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6210634>
- Sato, T., Ito, T., Hirano, T., Morita, O., Kikuchi, R., Endo, N. y Tanabe, N. (2011). Low back pain in childhood and adolescence: assessment of sports activities. *European Spine Journal*, 20 (1), 94-99. doi: 10.1007/s00586-010-1485-8
- Singh, S. y Kaur, S. (2015). Study of motor nerve conduction velocities of upper extremity in the female archers. *International Journal of Physical Education, Sports and Health*, 1 (6), 31-33. Recuperado de <http://www.kheljournal.com/archives/2015/vol1issue6/PartA/Sports-1-5-67.pdf>
- Singh, A. y Lhee, S. (2016). Injuries in archers. *Saudi Journal of Sports Medicine*, 16 (3), 168-170. doi: 10.4103/1319-6308.187554
- Shinohara, H., Urabe, Y., Maeda, N., Xie, D., Sasadai, J., y Fujii, E. (2014). Does shoulder impingement syndrome affect the shoulder kinematics and associated muscle activity in archers? *The Journal of sports medicine and physical fitness*, 54(6), 772-779. Recuperado de <https://pdfs.semanticscholar.org/4a1f/d5a97f6ea7c60a96f44d73cd77216b9e3833.pdf>
- Soares-Leite, W. (2012). Biomecánica aplicada al deporte: contribuciones, perspectivas y desafíos. *Educación Física y Deportes, Revista Digital*, (170),

- 1-9. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4741932>
- Soylu, A., Ertan, H. y Korkusuz, F. (2006). Archery performance level and repeatability of event-related EMG. *Human Movement Science*, 25(6), 767-774. doi: 10.1016/j.humov.2006.05.002
- Ugalde, N. y Balbastre, F. (2013). Investigación cuantitativa e investigación cualitativa: buscando las ventajas de las diferentes metodologías de investigación. *Revista de Ciencias Económicas*, 31 (2), 179-187. Recuperado de <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/economicas/article/view/12730/11978>
- Universidad de Costa Rica. Escuela de Tecnologías en Salud. Centro Docente Asistencial - Sala de Terapia Física. (2019). *Instrumento de Evaluación Postural* [documento inédito].
- Valdivia, D. (2014). *Análisis de la relación entre la capacidad propioceptiva y la percepción de la función articular de deportistas que sufrieron alteraciones musculoesqueléticas en la rodilla, miembros del Comité Cantonal de Deporte y Recreación de Cartago y Moravia: estudio realizado entre Marzo y Junio del 2014*. (Tesis de Licenciatura, Universidad de Costa Rica). Recuperado de <http://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080/jspui/handle/123456789/2846>
- Vera-García, F.J., Barbado, D., Moreno-Pérez, V., Hernández-Sánchez, S., Juan-Recio, C., y Elvira, J.L.L. (2015). Core stability: concepto y aportaciones al entrenamiento y la prevención de lesiones. *Revista Andaluza de Medicina del Deporte*, 8(2), 79-85. doi: <https://dx.doi.org/10.1016/j.ramd.2014.02.004>
- Vidarte-Claros, J., Marín-Villada, A., y Restrepo de Mejía, F. (2013). Comportamiento de la actividad en los músculos primarios del disparo, en deportistas de selección colombiana de arco recurvo. *Entornos*, 26(2), 313-323. <https://doi.org/10.25054/01247905.49>
- Villaquirán, A., Portilla-Dorado, E. y Vernaza-Pinzón, P. (2016). Caracterización de la lesión deportiva en atletas caucanos con proyección a Juegos Deportivos Nacionales. *Revista Universidad y Salud*, 18 (3), 541-549. doi: <http://dx.doi.org/10.22267/rus.161803.59>

- Walker, B. (2013). *The anatomy of Stretching: Your Illustrated Guide to Flexibility and Injury Rehabilitation*. Estados Unidos: North Atlantic Books.
- Wolff, F., Krebs, R. J., Detânico, R. C., van Keulen, G. E., y Braga, R. K. (2008). Estudio do equilíbrio plantar de iniciante de Tiro com Arco Recurvo. *Journal of Physical Education*, 19(1), 1-9. doi 10.4025/reveducfis.v19i1.4309.
- World Archery Federation. (s.f.). *Archery anatomy, warm-up, and physical conditioning module*. Recuperado de https://extranet.worldarchery.org/documents/index.php/Coaches/Accreditation/Coaching_Levels/Coaching_Manual_Level2.pdf
- World Archery Federation. (2004). *Manual del Entrenador: primer nivel*. Recuperado de <http://www.coparco.org/Coaches/CoachManuals/ManualdeentrenamientoNivel1.pdf>
- World Archery Federation. (2015). *Coach's Manual Entry Level*. Recuperado de: https://issuu.com/worldarchery/docs/manual_coaching_level_1
- World Archery Federation. (2018a). World Archery. About us. *History of World Archery*. Recuperado de <https://worldarchery.org/History-World-Archery>
- World Archery Federation. (2018b). World Archery. Sport. *World Archery's Rule Book*. Recuperado de <https://worldarchery.org/rulebook/>

ANEXOS

Anexo 1

Costa Rica, Juegos Deportivos Nacionales, 2019: Arqueros participantes.

Comité	Población	Categoría			
		Recurvo Cadete Femenino	Recurvo Cadete Masculino	Recurvo Juvenil Femenino	Recurvo Juvenil Femenil
Total	66	21	27	9	9
Alajuela	12	3	3	3	3
Belén	3	2	1	0	0
Cartago	9	3	3	2	1
Curridabat	7	2	3	1	1
Desamparados	6	1	4	0	1
El Guarco	6	2	2	1	1
Grecia	3	1	2	0	0
Goicochea	1	0	0	1	0
Heredia	5	2	1	1	1
San José	5	2	3	0	0
Santa Ana	2	1	1	0	0
Santa Bárbara	2	0	2	0	0
Santo Domingo	1	0	1	0	0
San Pablo	4	2	1	0	1

Fuente: Elaboración propia basada en Federación Deportiva de Tiro con Arco, 2019. Recuperado de <http://ianseo.net/TourData/2019/5781/ENC.php>

Anexo 2

Costa Rica, Juegos Deportivos Nacionales, 2019: Distribución de la población de estudio por asociaciones y categorías.

Asociación	Población	Categoría			
		Recurvo Cadete Femenino	Recurvo Cadete Masculino	Recurvo Juvenil Femenino	Recurvo Juvenil Femenil
Total	36	12	13	4	7
ADETAO	8	2	1	1	4
ASTICA	10	3	6	0	1
ATACR	18	7	3	3	2

Fuente: Elaboración propia basada en Federación Deportiva de Tiro con Arco, 2019. Recuperado de <http://ianseo.net/TourData/2019/5781/ENC.php>

Anexo 3

Fórmula de consentimiento informado



UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
COMITÉ ÉTICO CIENTÍFICO
Teléfono/Fax: (506) 2511-4201

TS Escuela de
Tecnologías en Salud

FÓRMULA CONSENTIMIENTO INFORMADO

Factores de riesgo para lesiones de miembro superior, cuello y espalda en la práctica de Tiro con Arco, modalidad recurvo, en arqueros de los equipos de la asociaciones ASTICA, ATCR y ADETAO participantes en los XXXVIII Juegos Deportivos Nacionales de Costa Rica, Sede Rodrigo Facio, II Semestre 2019.

Código (o número) de proyecto: _____

Nombre de las investigadoras: Jéssica Angulo González
María Natalia Rojas Meneses

Nombre del/la participante: _____

Medios para contactar a la/al participante:

Números de teléfono _____

Correo electrónico _____

Contacto a través de otra persona _____

Cédula _____

A. PROPÓSITO DEL PROYECTO: La presente investigación corresponde al trabajo final de graduación para optar al grado de licenciatura en Terapia física realizado por Jéssica Angulo González, cédula 304900119 y María Natalia Rojas Meneses, cédula 304770844, estudiantes de la carrera de Terapia Física de la Universidad de Costa Rica. El propósito de este estudio consiste en detectar lesiones e identificar los factores de riesgo de lesiones de miembros superiores, cuello y espalda presentes en la práctica de tiro con arco modalidad recurvo, específicamente en los atletas que participan en los Juegos Deportivos Nacionales. Además, a partir del análisis de esa información se pretende diseñar una propuesta fisioterapéutica orientada a la prevención de dichos factores.

B. ¿QUÉ SE HARÁ?: Se aplicará una evaluación fisioterapéutica en la cual se registrarán sus datos personales, así como aspectos relacionados a su práctica de tiro con arco y su historial de lesiones, para conocer las lesiones y los factores que pueden facilitar su aparición en cada atleta individualmente. En esta también se valorará su postura y se

Firma de sujeto participante: _____
Comité Ético Científico - Universidad de Costa Rica – Número de sesión de aprobación del proyecto: 144



aplicarán algunas pruebas para medir su fuerza, resistencia y flexibilidad en el tronco y miembros superiores (brazos).

En una segunda parte de la investigación, se hará un análisis de su técnica, para lo cual se requerirá grabarlo(a) mientras ejecuta una serie de lanzamiento con el arco, y posteriormente se analizarán los videos obtenidos para estudiar ventajas o desventajas que se presenten en su ejecución. Por otra parte, se realizarán observaciones del entrenamiento para recolectar datos acerca de la frecuencia y duración así como la distribución de las actividades que se realizan en este.

C. RIESGOS: Debido a la naturaleza de los procedimientos que se seguirán, esta investigación representa un riesgo mínimo para su salud tanto física como mental. Las evaluaciones posturales, pruebas funcionales y de aptitud física siempre se harán acompañado de una persona, mayor de edad. Se requerirá de su disponibilidad de tiempo para llevar a cabo cada una de las evaluaciones. Ninguna de estas va a provocar daños a su salud o integridad moral en ningún momento.

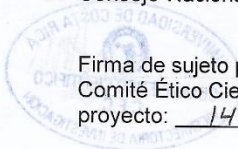
D. BENEFICIOS: Los beneficios que usted obtendrá como resultado de su participación serán el contar con una evaluación fisioterapéutica individualizada con la que conocerá deficiencias o fortalezas en cuanto a su salud en la práctica de tiro con arco. Al finalizar la investigación se le presentarán los resultados obtenidos durante este estudio. Además, obtendrá conocimiento sobre los factores de riesgo que podrían ocasionarle una lesión y se le proporcionará como herramienta para cuidar su salud, una propuesta fisioterapéutica orientada a la prevención de lesiones en el tiro con arco modalidad recurvo.

E. Su participación en esta investigación es voluntaria. Usted tiene derecho a negarse a participar o retirarse en cualquier momento, y esto no representará algún tipo de consecuencia negativa para su persona.

F. Su participación en este estudio es confidencial, para garantizar este principio, la información de los participantes será recolectada solo con fines investigativos y se utilizarán códigos en lugar del nombre propio de los participantes. Además, las investigadoras serán las únicas que tendrán acceso a estos datos. En caso de que la información aparezca en alguna publicación científica o se divulguen a través de otro medio de carácter académico, se mantendrá el anonimato de los participantes.

G. Antes de dar su autorización debe hablar con las investigadoras Jéssica Angulo González y María Natalia Rojas Meneses y ellas deben haber contestado satisfactoriamente todas sus preguntas acerca del estudio y de sus derechos. Si quisiera más información más adelante, puede obtenerla llamando a Jéssica Angulo González al teléfono 84598604 o a María Natalia Rojas Meneses, teléfono 88095569; en el horario de 8:00 am a 6:00 pm. Además, puede consultar sobre los derechos de los sujetos participantes en proyectos de investigación al Consejo Nacional de Salud del Ministerio de Salud (CONIS), teléfonos 2257-7821 extensión

Firma de sujeto participante: _____
Comité Ético Científico - Universidad de Costa Rica – Número de sesión de aprobación de proyecto: 144



119, de lunes a viernes de 8 a.m. a 4 p.m. Cualquier consulta adicional puede comunicarse con la Vicerrectoría de Investigación de la Universidad de Costa Rica a los teléfonos 2511-4201, 2511-1398, de lunes a viernes de 8 a.m. a 5 p.m.

H. Usted obtendrá una copia de esta fórmula firmada para su uso personal.

I. No perderá ningún derecho por firmar este documento.

CONSENTIMIENTO

He leído o se me ha leído toda la información descrita en esta fórmula antes de firmarla. Se me ha brindado la oportunidad de hacer preguntas y estas han sido contestadas en forma adecuada. Por lo tanto, declaro que entiendo de qué trata el proyecto, las condiciones de mi participación y accedo a participar como sujeto de investigación en este estudio.

Nombre, firma y cédula del sujeto participante

Lugar, fecha y hora

Nombre, firma y cédula del padre/madre/representante legal (menores de edad)

Lugar, fecha y hora

Nombre, firma y cédula del/la investigador/a que solicita el consentimiento

Lugar, fecha y hora

Nombre, firma y cédula del/la testigo

Lugar, fecha y hora

Firma de sujeto participante: _____
Comité Ético Científico - Universidad de Costa Rica – Número de sesión de aprobación del proyecto: 144



Autorizo a que se me tomen fotografías y se me grabe durante los entrenamientos y las ejecuciones técnicas que realice, con el compromiso de que las investigadoras utilicen dichos materiales únicamente con fines académicos y una vez terminado el estudio dichas fotografías y grabaciones sean destruidas. () Sí () No

Nombre, firma y cédula del sujeto participante _____ Fecha _____

Nombre, firma y cédula del padre/madre/representante legal (menores de edad) Fecha _____



Firma de sujeto participante: _____
Comité Ético Científico - Universidad de Costa Rica – Número de sesión de aprobación de proyecto: 144



Anexo 4

Fórmula de asentimiento informado.



UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
COMITÉ ÉTICO CIENTÍFICO
Teléfono/Fax: (506) 2511-4201

TS Escuela de
Tecnologías en Salud

FÓRMULA ASENTIMIENTO INFORMADO (Participantes mayores de 12 años y menores de 18 años)

Factores de riesgo para lesiones de miembro superior, cuello y espalda en la práctica de Tiro con Arco, modalidad recurvo, en arqueros de los equipos de las asociaciones ASTICA, ATCR y ADETAO participantes en los XXXVIII Juegos Deportivos Nacionales de Costa Rica, Sede Rodrigo Facio, II Semestre 2019.

Código (o número) de proyecto: _____

Nombre de las investigadoras: Jéssica Angulo González
María Natalia Rojas Meneses

Nombre del/la participante: _____

Medios para contactar a la/al participante:

Números de teléfono _____

Correo electrónico _____

Contacto a través de otra persona _____

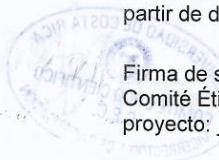
A. La presente investigación está a cargo de Jéssica Angulo González y María Natalia Rojas Meneses estudiantes de la carrera de Terapia Física en la Universidad de Costa Rica. Esta consiste en un estudio para conocer las lesiones que pueden sufrir los atletas que practican tiro con arco modalidad recurvo y los factores que pueden causar esas lesiones.

B. Para realizar la investigación, se necesita recolectar sus datos personales como nombre, sexo y ocupación. Se le preguntarán aspectos relacionados a la práctica de tiro con arco y el historial de lesiones. Posteriormente, se le hará una evaluación postural, pruebas para valorar fuerza, resistencia y flexibilidad. Por último, se tomará un video al realizar lanzamientos con el arco durante los entrenamientos para hacer un análisis de la técnica de tiro. También, asistiremos a los entrenamientos para hacer observaciones sobre la forma cómo entrenan y las actividades que realizan en su equipo.

C. Se debe considerar que se tomaran fotografías y grabaciones durante la sesión de entrenamiento y en la ejecución de la técnica. Esta información será manejada solamente por las estudiantes investigadoras, al finalizar la investigación las fotografías y grabaciones obtenidas serán eliminadas, se garantiza la confidencialidad de los datos que se obtengan a partir de dichos recursos.,

Firma de sujeto participante: _____

Comité Ético Científico - Universidad de Costa Rica - Número de sesión de aprobación de proyecto: 144



Anexo 5
Instrumento #1 Anamnesis



Universidad de Costa Rica
Facultad de Medicina
Escuela de Tecnologías en Salud
Departamento de Terapia Física

Instrumento #1 Anamnesis

I. Datos personales

[1] Código		[2] Equipo	
[3] Sexo: 1. () Femenino 2. () Masculino		[4] Edad:	
[5] Nivel de escolaridad: 1. () Primaria incompleta 2. () Primaria completa 3. () Secundaria incompleta 4. () Secundaria completa 5. () Universitaria		[6] ¿Actualmente trabaja? 1. () No 2. () Sí [7] ¿A qué se dedica? _____ _____	
[8] ¿Practica alguna otra disciplina deportiva? 1. () No 2. () Sí [9] ¿Cuál o cuáles? _____ _____			
[10] Dominancia: 1. () Diestro 2. () Zurdo			

II. Características relacionadas a la práctica del tiro con arco

[10] Tiempo de practicar tiro con arco (meses):			
Frecuencia de entrenamiento			
Sesiones de entrenamiento de tiro con arco en equipo			
[11] Promedio días/semana		[12] Promedio horas/días	
[13] Sesiones de entrenamiento individual contrarresistencia:			
1. () No		2. () Sí [14] Tipo 2. () General () Específico () Ambas	
[15] Promedio días/semana		[16] Promedio horas/días	
[17] ¿Cuántas flechas lanza por entrenamiento en promedio?			
[18] Brazo de cuerda: 1. () Derecho 2. () Izquierdo		[19] Brazo de arco: 1. () Derecho 2. () Izquierdo	
[20] ¿Cuántas competencias al año realiza en promedio?			
[21] ¿Cuántos meses trascurren entre competencias?			
[22] Libraje del arco:			

Seguridad y equipamiento		
[23] Dactilera / Tap	<input type="checkbox"/> 1. No utiliza	<input type="checkbox"/> 2. Utiliza
[24] Protector de brazo	<input type="checkbox"/> 1. No utiliza	<input type="checkbox"/> 2. Utiliza
[25] Protector de pecho	<input type="checkbox"/> 1. No utiliza	<input type="checkbox"/> 2. Utiliza

III. Historial de lesiones

[26] ¿Ha sufrido alguna lesión debido a la práctica de Tiro con Arco?

1. No 2. Sí 3. No sabe / No responde

Descripción de la lesión					
[27] *Zona	[28] **Tipo	[29] Momento		[30] ***Mecanismo	[31] Ausencia de práctica (1. No / 2. Sí)
		(1) Último año	(2) > de un año		

(*) Opciones: 1. Cuello; 2. Hombro del brazo de cuerda; 3. Hombro del brazo de arco; 4. Codo; 5. Espalda Dorsal; 6. Espalda Lumbar; 7. Cintura escapular; 8. Otro

(**) Opciones: 1. Muscular; 2. Ligamentosa; 3. Tendinosa; 4. Articular; 5. Tejido blando; 6. NS/NR

(***) Opciones: 1. Sobrecarga; 2. Trauma 3. NS/NR

[32] ¿Cuándo entrena o compite presenta molestia o dolor? 1. No 2. Sí

[33] ¿En qué zonas presenta la molestia o el dolor?

IV. Pruebas funcionales y de aptitud física en miembros superiores y columna

Inestabilidad de MMSS		
	Brazo de Arco	Brazo de Cuerda
Cajón anterior de hombro	[34] 1 <input type="checkbox"/> Negativo 2 <input type="checkbox"/> Positivo	[35] 1 <input type="checkbox"/> Negativo 2 <input type="checkbox"/> Positivo
Cajón posterior de hombro	[36] 1 <input type="checkbox"/> Negativo 2 <input type="checkbox"/> Positivo	[37] 1 <input type="checkbox"/> Negativo 2 <input type="checkbox"/> Positivo
Discinesia escapular	[38] 1 <input type="checkbox"/> Negativo 2 <input type="checkbox"/> Positivo	[39] 1 <input type="checkbox"/> Negativo 2 <input type="checkbox"/> Positivo

Flexibilidad de MMSS

1. Prueba de flexibilidad de hombro (distancia entre dedos) (Martínez, 2002)

[40] Mano cuerda inferior		[41] Mano arco inferior	
1. <input type="checkbox"/> Buena flexibilidad	0 cm	1. <input type="checkbox"/> Buena flexibilidad	0 cm
2. <input type="checkbox"/> Flexibilidad media	10-15 cm	2. <input type="checkbox"/> Flexibilidad media	10-15 cm
3. <input type="checkbox"/> Flexibilidad baja	>15 cm	3. <input type="checkbox"/> Flexibilidad baja	>15 cm

Fuerza MMSS y tronco			
1. Test de estabilidad en cadena cinética cerrada (Kitamura & Roush, 2007)	[42] Cantidad de toques en 15 segundos:		
2. Test de push-up (Caplan, 2007)	[43] Clasificación	Mujeres	Hombres
	1. () Excelente	>33	>39
Cantidad:	2. () Bueno	25-32	29-38
	3. () Promedio	18-24	23-28
	4. () Bajo el promedio	12-17	18-22
	5. () Pobre	<11	<17
3. Prueba de plancha en prono (Avers & Brown, 2018) [44] Clasificación	1.() Grado 5 Mantiene la posición correcta 120 seg.	2.() Grado 4 Mantiene la posición correcta <90 seg.	3.() Grado 3 Logra la posición, pero no se mantiene en el tiempo.

V. Evaluación postural miembros superiores, columna y cabeza *

VISTA ANTERIOR			
Tronco	[45] Triángulo de Thales	1. () Simétricos	2. () Brazo de cuerda derecho aumentado 3. () Brazo de cuerda derecho disminuido 4. () Brazo de cuerda izquierdo aumentado 5. () Brazo de cuerda izquierdo disminuido
Miembros superiores	[46] Hombros	1. () A igual altura	2. () Brazo de cuerda derecho ascendido 3. () Brazo de cuerda derecho descendido 4. () Brazo de cuerda izquierdo ascendido 5. () Brazo de cuerda izquierdo descendido
Cabeza y cuello	[47] Cabeza	1. () En línea media	2.() Inclínada hacia el brazo de cuerda 3.() Inclínada hacia el brazo de arco 4.() Rotada hacia el brazo de cuerda 5.() Rotada hacia el brazo de arco

VISTA POSTERIOR					
Tronco	[48] Escápulas (altura)	1. () Simétricos	2. () Brazo de cuerda derecho ascendida 3. () Brazo de cuerda derecho descendido 5. () Brazo de cuerda izquierdo ascendido 6. () Brazo de cuerda izquierdo descendido		
	[49] Escápulas aladas	1. () No	2. () Brazo de cuerda derecho alada 3. () Brazo de cuerda izquierdo alada 4. () Brazo de arco derecho alada 5. () Brazo de arco izquierdo alada 6. () Ambas escápulas aladas		
	[50] Columna	1. () No presenta alteraciones	2. () Presenta alteraciones		
	Escoliosis	[51] Curvatura de la escoliosis	1. No presenta alteraciones	2. () Escoliosis "C" 3. () Escoliosis "S"	
		[52] Alteraciones Curvaturas lumbares	1. No presenta alteraciones	2. () Lumbar derecha 3. () Lumbar izquierda	
		[53] Alteraciones Curvaturas dorsales	1. No presenta alteraciones	2. () Dorsal derecha 3. () Dorsal izquierda	
		[54] Clasificación de la escoliosis	1. No presenta alteraciones	2. () Compensada 3. () Estructurada	

VISTA LATERAL			
Tronco	[55] Columna	1. () No presenta alteraciones	2. () Hipercifosis 3. () Rectificación lumbar 4. () Hiperlordosis lumbar
Miembros superiores	[56] Hombros	1. () No presenta alteraciones	2. () Proyectados hacia delante 3. () Proyectados hacia atrás
[57] Cabeza		1. () No presenta alteraciones	2. () Proyección anterior 3. () Proyección posterior
[58] Cuello		1. () No presenta alteraciones	2. () Rectificación cervical 3. () Hiperlordosis cervical
Observaciones			
<hr/>			
<hr/>			
<hr/>			
<hr/>			

*Sección de evaluación postural:

Universidad de Costa Rica. Escuela de Tecnologías en Salud. Centro Docente Asistencial - Sala de Terapia Física (2019) Instrumento de Evaluación Postural [documento inédito].

Anexo 6

Instrumento #2 Observación de la sesión de entrenamiento



UNIVERSIDAD DE
COSTA RICA

TS Escuela de
Tecnologías en Salud

Universidad de Costa Rica
Facultad de Medicina
Escuela de Tecnologías en Salud
Departamento de Terapia Física

Instrumento #2 Observación de la sesión de entrenamiento

I. Aspectos generales		Fecha:	Hora:
		N.º de formulario:	
Equipo observado			
[59] Cantidad de arqueros presentes al inicio de la sesión			
[60] Cantidad de arqueros que participan en juegos nacionales			
[61] Cantidad de entrenadores presentes en la práctica			
II. Etapa de calentamiento			
[62] ¿Realizan calentamiento?		1 () No	2 () Sí
[63] Cantidad de arqueros que lo realizan			
[64] Duración del calentamiento		1. () Menos de 5 minutos 2. () Entre 5 a 10 minutos 3. () Entre 10 a 15 minutos 4. () Más de 15 minutos	
[65] Dirección del calentamiento		1. () No es dirigido 2. () Dirigido por uno de los atletas 3. () Dirigido por el entrenador	
[66] ¿Realizan actividades sin arco?		1. () No	2. () Sí
[67] ¿Qué actividades realizan sin arco?		_____ _____ _____	
[68] ¿Realizan actividades con arco?		1. () No	2. () Sí
[69] ¿Qué actividades realizan con arco?		_____ _____ _____	
Zonas anatómicas trabajadas	[70] Miembros superiores	1. () No	2. () Sí
	[71] Miembros inferiores	1. () No	2. () Sí
	[72] Tronco	1. () No	2. () Sí
	[73] Cuello	1. () No	2. () Sí

III. Etapa de desarrollo del entrenamiento

[74] Duración del trabajo principal	1. () Entre una a dos horas	
	2. () Entre dos a tres horas	
	3. () Más de tres horas	
[75] ¿Realizan trabajos específicos de fuerza?	1. () No	2. () Sí
[76] ¿Realizan trabajos de coordinación?	1. () No	2. () Sí
[77] ¿Realizan trabajos específicos de gesto deportivo?	1. () No	2. () Sí
[78] ¿Realizan trabajos específicos que impliquen actividades mentales (concentración, autoconfianza)?	1. () No	2. () Sí
[79] Cantidad de rondas de tiro que se realizan		
[80] Tiempo para lanzar las flechas		
[81] ¿Tienen períodos de descanso?	1. () No	2. () Sí
[82] ¿Los arqueros se hidratan durante la práctica?	1. () No	2. () Sí
[83] ¿Los arqueros consumen alimentos durante la práctica?	1. () No	2. () Sí
[84] Distancia a la que se realizan los lanzamientos		
[85] Otras actividades realizadas	<hr/> <hr/>	

IV. Etapa de enfriamiento

[86] ¿Realizan algún tipo de enfriamiento?	1. () No	2. () Sí
[87] Cantidad de arqueros que lo realizan		
[88] Duración del enfriamiento	1. () Menos de 5 minutos 2. () Entre 5 a 10 minutos 3. () Entre 10 a 15 minutos 4. () Más de 15 minutos	
[89] Forma del enfriamiento	1. () Individual	2. () Grupal
[90] Dirección del enfriamiento	1. () No es dirigido 2. () Dirigido por uno de los atletas 3. () Dirigido por el entrenador	
[91] Actividades realizadas	<hr/> <hr/>	
Zonas anatómicas trabajadas	[92] Miembros superiores	1. () No 2. () Sí
	[93] Miembros inferiores	1. () No 2. () Sí
	[94] Tronco	1. () No 2. () Sí
	[95] Cuello	1. () No 2. () Sí

VI. Enseñanza y corrección del gesto deportivo

[96] Métodos de corrección utilizados	<hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>
[97] ¿Hay retroalimentación entre compañeros?	1. () No 2. () Sí
[98] ¿Dividen a los arqueros en grupos?	1. () No 2. () Sí
[99] Criterio utilizado para dividir a los arqueros en grupos	<hr/> <hr/> <hr/>
Observaciones: <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>	
Encargada (s):	

Anexo 7

Instrumento #3 Guía de análisis de la técnica mediante el software Kinovea



UNIVERSIDAD DE
COSTA RICA

TS Escuela de
Tecnologías en Salud

Universidad de Costa Rica
Facultad de Medicina
Escuela de Tecnologías en Salud
Departamento de Terapia Física

Instrumento #3

Guía de análisis de la técnica mediante el software KINOVEA

Código:			
Plano Frontal			
Vista Anterior			
[100] Posición "T"	1. Logra	2. Inclinado hacia brazo de arco	3. Inclinado hacia brazo de cuerda
[101] Alineación codo y línea de fuerza	1. Codo alineado		2. Codo no alineado

Plano Sagital			
[102] Cuerpo alineado	1. Inclinado anteriormente	2. Inclinado posteriormente	3. Alineado

Observaciones:

Ahmad, Z., Taha, Z., Arif-Hassan, H., Azrul-Hisham, M., Hadi-Johari, N. y Kardigama, K. (2013). Biomechanics measurements in archery. *Journal of Mechanical Engineering and Sciences*, 6, 762-771.

Wolff, F., Krebs, R. J., Detânico, R. C., van Keulen, G. E., y Braga, R. K. (2008). Estudio do equilíbrio plantar de iniciante de Tiro com Arco Recurvo. *Journal of Physical Education*, 9(1), 1-9. DOI: 10.4025/reveducfis. v19i1. 4309.