



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

Trabajo final de graduación sometido a consideración para optar por el grado de Licenciatura
en Terapia Física

**Relación entre el dolor de rodilla en nadadores de estilo pecho con el gesto deportivo
de miembros inferiores y los hábitos de entrenamiento**

Proponente:

Ana Carolina Sánchez Orantes

Mayo, 2019

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 09 de mayo de 2019

Dr. Horacio Chamizo García
Director de la Escuela de Tecnologías en Salud

M.Sc. César Alfaro Redondo
Director de Tesis

M.Sc. Catalina Smith Molina
Lectora

Lic. Armando Quirós Vásquez
Lector

Lic. Heylin Fernández Huertas
Profesora invitada

Derechos de propiedad intelectual

La presente investigación es propiedad de Ana Carolina Sánchez Orantes, cédula de identidad 1-1617-0516. Se prohíbe la reproducción total o parcial de este documento sin el consentimiento previo y por escrito de las autoras, así como su transmisión por cualquier medio, ya sea electrónico, fotocopias, grabaciones o cualquier otro, de conformidad con lo establecido en la Ley 6683 sobre derechos de autor.

Dedicatoria

“A mi papá, mi mamá y a tita, que me impulsan a cumplir mis sueños y metas”

Agradecimientos

Inicialmente agradecer a Dios por permitirme concluir con éxito esta investigación. Agradezco a mi familia que ha sido un apoyo incondicional en este proceso, por acompañarme y no dudar de mis capacidades además de brindarme su confianza y amor, a ellos les debo este logro. De igual manera agradecer a mis amigas que han compartido no solo este proceso de tesis de manera paralela sino cinco años de carrera universitaria, a ellas que han estado dándome su apoyo desde el inicio y con quienes he podido compartir lo mejor y lo peor, gracias mis Miñes. A mis amigos fuera del ámbito de la Terapia Física quienes me han escuchado con paciencia y ansias de aprender de este proceso también, en especial a Allan y a Kimberly. Agradezco a Fa por ser un gran soporte para mí, por darme ánimos en cada etapa y depositar tanta confianza.

Por su parte, agradezco a mi comité asesor: M.Sc. César Alfaro, M.Sc. Catalina Smith y Lic. Armando Quirós por su dedicación, acompañamiento y confianza para poder concluir con éxito este proyecto.

A los entrenadores y atletas del Comité Cantonal de Deporte y Recreación de San José y de la Asociación de Natación de Heredia por abrirme las puertas y acceder tan amablemente a formar parte de esta investigación.

Gracias enormemente a todos aquellos que de alguna manera formaron parte de esta investigación.

Tabla de contenido

CAPÍTULO I. Introducción.....	1
1.1 Planteamiento del problema de investigación.....	1
1.2 Objetivos	8
1.3 Justificación.....	9
CAPÍTULO II. Marco teórico	11
2.1 Consideraciones generales	11
2.2 Procesos de salud-enfermedad.....	11
2.3 Deporte de alto rendimiento	12
2.4 Lesiones en el deporte de alto rendimiento	13
2.5 Disciplina de la natación.....	14
2.5.1 Técnicas de nado.....	15
2.5.2 Biomecánica deportiva.....	19
2.6 Lesiones comunes en estilo pecho.....	22
2.7 Rodilla de bracista.....	24
2.7.1 Mecanismo de lesión	25
2.7.2 Factores de riesgo de la rodilla del bracista	26
2.8 Abordaje de la Terapia Física en la rodilla del bracista.....	29
2.8.1 Enfoque preventivo de la Terapia Física	29
2.8.2 Enfoque rehabilitador de la Terapia Física	31
2.9. Operacionalización de las variables	34
CAPÍTULO III. Metodología	38
3.1 Descripción general de la estrategia metodológica.....	38
3.2 Definición del tipo de estudio.....	38
3.3 Validez interna.....	39
3.4 Validez externa.....	40
3.5 Hipótesis general de la investigación.....	40
3.6 Espacio y tiempo	40
3.7 Población de interés.....	41
3.7.1 Criterios de inclusión.....	41

3.7.2 Criterios de exclusión.....	41
3.8 Procedimientos de recolección de datos.	41
3.8.1 Prueba de los instrumentos	42
3.9 Procedimientos y técnicas de análisis de datos.....	42
3.10 Consideraciones éticas	43
3.10.1 Tipo de revisión que requirió el estudio ante el Comité Ético Científico, según el equipo investigador.....	44
CAPÍTULO IV. Análisis de resultados	45
4.1 Descripción de la población.....	45
4.1.1 Características clínicas y sociodemográficas	45
4.1.2 Metodología del entrenamiento	54
4.1.3 Análisis biomecánico de la patada de pecho.....	59
4.2 Análisis de los factores de riesgo desencadenantes de dolor de rodilla.....	61
4.2.1 Análisis de riesgo simple.....	61
4.2.2 Análisis de riesgo múltiple.....	75
CAPÍTULO V. Recomendaciones fisioterapéuticas para el manejo del dolor de rodilla.....	80
CAPÍTULO VI. Conclusiones y recomendaciones.....	85
6.1 Conclusiones.....	85
6.2 Recomendaciones.....	88
CAPÍTULO VII. Bibliografía.....	91
CAPÍTULO VIII. Anexos.....	96
Anexo 1. Fórmula de Consentimiento Informado.....	96
Anexo 2. Fórmula de Asentimiento Informado.....	100
Anexo 3. Entrevista personal.....	102
Anexo 4. Instrumento de Examen Manual Muscular.....	104
Anexo 5. Instrumento de Goniometría	105
Anexo 6. Cuestionario individual de la práctica deportiva	106
Anexo 7. Guía observacional del entrenamiento	107
Anexo 8. Cuadros de frecuencias.....	110
Anexo 9. Material de retroalimentación de las evaluaciones individuales	118

Índice de figuras

Figura 1. Etapas del proceso de entrenamiento a largo plazo.....	15
Figura 2. Esquema de la brazada en el estilo pecho.....	16
Figura 3. Esquema de la patada en el estilo pecho.....	17
Figura 4. Comparación del porcentaje de propulsión entre las piernas y los brazos en los diferentes estilos de nado	22
Figura 5. Clasificación de los atletas del CCDR, SJ y ANAHE según la categoría de competición	46
Figura 6. Cantidad de atletas del CCDR, SJ y ANAHE que han sufrido lesiones anteriormente.....	47
Figura 7. Porcentaje de amplitud articular de los movimientos evaluados del lado izquierdo.....	53
Figura 8. Porcentaje de amplitud articular de los movimientos evaluados del lado derecho..	53
Figura 9. Horas de entrenamiento semanal por atleta.....	54
Figura 10. Horas de entrenamiento semanal de los atletas del CCDR, SJ y ANAHE	55
Figura 11. Cantidad de atletas que llevan a cabo los hábitos de entrenamiento	56
Figura 12. Cantidad de atletas que realizan entrenamiento de contra resistencia y otros deportes.....	57
Figura 13. Ejemplo de la toma del ángulo de abducción de cadera	60
Figura 14. Ejemplo de la toma del ángulo de flexión de cadera y rodilla de lado izquierdo ...	60
Figura 15. Ejemplificación de los grados de flexión de rodilla	73
Figura 16. Ejemplo de vendaje circular de rodilla vista lateral y anterior	82

Índice de tablas

Tabla 1. Diagnósticos diferenciales del “hombro del bracista”	23
Tabla 2. Factores de riesgo extrínsecos e intrínsecos de la “rodilla del bracista”	26
Tabla 3. Tabla de operacionalización de las variables	35
Tabla 4. Frecuencia absoluta y relativa del momento de lesión de los atletas del CCDR, SJ y ANAHE del estudio	47
Tabla 5. Valor absoluto y relativo de la localización más frecuente de lesión presentada por los nadadores del equipo del CCDR, SJ y el ANAHE	48
Tabla 6. Valor absoluto y relativo del tipo de lesión presentadas por los nadadores del equipo del CCDR, SJ y el ANAHE	48
Tabla 7. Valor absoluto y relativo del tejido lesionado presentado por los nadadores del equipo del CCDR, SJ y el ANAHE	49
Tabla 8. Valor absoluto y relativo del tejido lesionado en las lesiones de rodilla reportadas por los nadadores del equipo del CCDR, SJ y el ANAHE	49
Tabla 9. Valor absoluto y relativo del tipo de lesión presentadas por los nadadores del equipo del CCDR, SJ y el ANAHE	50
Tabla 10. Valor absoluto y relativo del mecanismo de lesión presentado por los nadadores del equipo del CCDR, SJ y el ANAHE	51
Tabla 11. Valor absoluto y relativo del tipo de tratamiento recibido por los nadadores del equipo del CCDR, SJ y el ANAHE	51
Tabla 12. Valor absoluto y relativo de los estilos de especialización de los nadadores del equipo del CCDR, SJ y ANAHE	56
Tabla 13. Valor absoluto y relativo de los ángulos de abducción y flexión de cadera durante el gesto deportivo.....	61
Tabla 14. Modelo explicativo I. Factores de riesgo asociados a lesión de rodilla en nadadores del equipo del Comité Cantonal de Deportes y Recreación de San José y la Asociación de Natación de Heredia.	64
Tabla 15. Modelo explicativo II. Factores de riesgo asociados a lesión de rodilla en los nadadores de estilo pecho del equipo del Comité Cantonal de Deportes y Recreación de San José y la Asociación de Natación de Heredia.	70
Tabla 16. Tabla cruzada entre los participantes que se especializan en el estilo pecho y el tipo de tejido lesionado en presencia de lesión de rodilla.....	71
Tabla 17. Tabla cruzada entre los participantes que se especializan en el estilo pecho y el tipo de lesión en la articulación de la rodilla.	71
Tabla 18. Modelo explicativo III. Factores de riesgo de presentar lesión de rodilla asociados a la biomecánica del gesto deportivo en los nadadores de estilo pecho del equipo del Comité Cantonal de Deportes y Recreación de San José y la Asociación de Natación de Heredia. .	72
Tabla 19. Tabla cruzada entre los pechistas con lesión en rodilla y la medición de la flexión de cadera mediante videofotogrametría	74

Tabla 21. Modelo de regresión logística I. Factores de riesgo asociados a lesión de rodilla en nadadores del equipo del Comité Cantonal de Deportes y Recreación de San José y la Asociación de Natación de Heredia.	76
Tabla 22. Modelo de regresión logística II. Factores de riesgo asociados a lesión de rodilla en nadadores de estilo pecho del equipo del Comité Cantonal de Deportes y Recreación de San José y la Asociación de Natación de Heredia.	78
Tabla 23. Sexo de los participantes. Equipos del Comité Cantonal de Deportes y Recreación, San José y la Asociación de Natación de Heredia.	110
Tabla 24. Edad en años de los participantes. Equipos del Comité Cantonal de Deportes y Recreación, San José y la Asociación de Natación de Heredia.	110
Tabla 25. Categoría de competición. Equipos del Comité Cantonal de Deportes y Recreación, San José y la Asociación de Natación de Heredia.	110
Tabla 26. Dominancia de los participantes. Equipos del Comité Cantonal de Deportes y Recreación, San José y la Asociación de Natación de Heredia.	110
Tabla 27. Antecedentes patológicos personales de los participantes. Equipos del Comité Cantonal de Deportes y Recreación, San José y la Asociación de Natación de Heredia	110
Tabla 28. Horas de sueño de los participantes. Equipos del Comité Cantonal de Deportes y Recreación, San José y la Asociación de Natación de Heredia.	111
Tabla 29. Años de práctica de natación. Equipos del Comité Cantonal de Deportes y Recreación, San José y la Asociación de Natación de Heredia.	111
Tabla 30. Cantidad de participantes lesionados. Equipos del Comité Cantonal de Deportes y Recreación, San José y la Asociación de Natación de Heredia.	111
Tabla 31. Sesiones de entrenamiento semanal de los participantes. Equipos del Comité Cantonal de Deportes y Recreación, San José y la Asociación de Natación de Heredia	112
Tabla 32. Horas de entrenamiento semanal de los participantes. Equipos del Comité Cantonal de Deportes y Recreación, San José y la Asociación de Natación de Heredia	112
Tabla 33. Sesiones de entrenamiento semanal del estilo pecho de los participantes. Equipos del Comité Cantonal de Deportes y Recreación, San José y la Asociación de Natación de Heredia.	112
Tabla 34. Hábitos de entrenamiento llevados a cabo por los participantes. Equipos del Comité Cantonal de Deportes y Recreación, San José y la Asociación de Natación de Heredia.	112
Tabla 35. Participantes que toman descansos durante los entrenamientos. Equipos del Comité Cantonal de Deportes y Recreación, San José y la Asociación de Natación de Heredia.	113
Tabla 36. Participantes que realizan entrenamiento contra-resistencia. Equipos del Comité Cantonal de Deportes y Recreación, San José y la Asociación de Natación de Heredia	113
Tabla 37. Participantes que realizan otros deportes. Equipos del Comité Cantonal de Deportes y Recreación, San José y la Asociación de Natación de Heredia.	113

Tabla 38. Valor absoluto de los músculos evaluados según la escala de Daniels-Worthingham de manera bilateral. Equipos del Comité Cantonal de Deportes y Recreación, San José y la Asociación de Natación de Heredia	113
Tabla 39. Porcentaje de los músculos evaluados según la escala de Daniels-Worthingham de manera bilateral. Equipos del Comité Cantonal de Deportes y Recreación, San José y la Asociación de Natación de Heredia	114
Tabla 40. Valor absoluto de los rangos de amplitud articular de los participantes. Equipos del Comité Cantonal de Deportes y Recreación, San José y la Asociación de Natación de Heredia	115
Tabla 41. Porcentaje de los rangos de amplitud articular de los participantes. Equipos del Comité Cantonal de Deportes y Recreación, San José y la Asociación de Natación de Heredia	115
Tabla 42. Valor absoluto de las angulaciones de abducción de cadera, flexión de cadera y de rodilla de los participantes. Equipos del Comité Cantonal de Deportes y Recreación, San José y la Asociación de Natación de Heredia	116

Abreviaturas

ANAHE: Asociación de Natación de Heredia

CCDR, SJ: Comité Cantonal de Deportes y Recreación de San José

ICODER: Instituto Costarricense del Deporte y la Recreación

LCM: Ligamento colateral medial

MMII: Miembros inferiores

MMSS: Miembros superiores

OMS: Organización Mundial de la Salud

Sánchez, A.C. (2019). "Relación entre el dolor de rodilla en nadadores de estilo pecho con el gesto deportivo de miembros inferiores y los hábitos de entrenamiento". Trabajo Final de Graduación para optar por el grado de Licenciatura en Terapia Física. Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.

Director de tesis: M.Sc. César Alfaro Redondo

Palabras clave: deporte, natación, lesión en rodilla, biomecánica, terapia física, factores de riesgo, prevención.

Resumen

La biomecánica deportiva se refiere a la aplicación del estudio de las leyes mecánicas y las fuerzas internas y externas que actúan sobre el cuerpo humano, el análisis biomecánico del gesto deportivo muestra como estas fuerzas afectan el desempeño del atleta de manera positiva o negativa sobre su rendimiento. Por lo tanto, el análisis biomecánico a través de la video fotogrametría logra de manera más específica la detección de errores en la técnica de nado en los atletas, con el fin de corregir de manera más específica el gesto técnico y brindar una retroalimentación visual a los atletas para prevenir las lesiones musculoesqueléticas.

El objetivo principal de este estudio fue analizar la relación entre la prevalencia de dolor de rodilla en nadadores de estilo pecho de los equipos competitivos de la ANAHE y del CCDD, San José con la biomecánica de miembros inferiores durante el gesto deportivo y los hábitos de entrenamiento.

La investigación tiene un enfoque predominantemente cuantitativo, el diseño es no experimental de tipo observacional y descriptivo con un alcance correlacional llevado a cabo de manera transversal en el periodo de agosto del 2018 a marzo del 2019. La información se recolectó por medio de entrevistas personales, una evaluación de la fuerza muscular y de la amplitud articular. Además, se realizó una evaluación observacional de los entrenamientos y finalmente la evaluación biomecánica del gesto deportivo mediante la video fotogrametría a través del Software Kinovea 0.7.10. Para el análisis de los datos, se aplicó inicialmente un análisis descriptivo y el posterior análisis multivariado de regresión logística en respuesta al alcance correlacional de la investigación mediante el programa estadístico SPSS 24.

Según los datos recolectados en la muestra de 37 nadadores de una edad media de 15 años se extrae que, el 91,9% ha sufrido alguna lesión, con una media de 1,81 lesiones por atleta las cuales ocurrieron en su mayoría durante los entrenamientos. La segunda localización más frecuente fue en miembros inferiores, mayormente en rodilla. Los tipos de lesión más comunes fueron las contracturas musculares, bursitis, esguinces y tendinitis.

El principal estilo de especialización fue el estilo pecho. En cuanto a los hábitos de entrenamiento, el 35,13% indica realizar calentamiento, estiramiento inicial, enfriamiento y estiramiento final mientras que del restante 64,87%, el calentamiento es el que se realiza en mayor frecuencia seguido del estiramiento final.

Del análisis biomecánico se extrajo que la mayoría de los pechistas realizan una abducción y flexión de cadera mayor al rango óptimo durante la patada de pecho mientras que para la flexión de rodilla se tomó como valor estándar el promedio de la muestra.

El análisis de riesgo simple descrito en tres modelos explicativos, así como el análisis de riesgo múltiple desarrollado en dos modelos de regresión logística revelaron como principales factores de riesgo para la muestra: el sexo femenino, la categoría de competición de los mayores (+18 años), una carga de entrenamiento semanal de 16 a 19 horas, la práctica de otros deportes de manera recreativa, abducción de cadera durante el gesto deportivo menor a 37° y mayor a 42° y una flexión de rodilla mayor a 147,84°.

Se propone una serie de recomendaciones fisioterapéuticas para el manejo de dolor de rodilla dirigidas a los entrenadores y atletas de equipos deportivos de natación con el objetivo de informar acerca de las acciones que pueden ser implementadas al presentar dolor de rodilla al finalizar el entrenamiento como medida de primeros auxilios.

Se concluye que se debe prestar atención al correcto aprendizaje del gesto técnico de la patada de pecho de manera que se reduzcan las lesiones en rodilla al realizar movimientos dentro de los rangos articulares descritos en la bibliografía estudiada como óptimos, además de implementar entrenamientos dirigidos de fuerza y flexibilidad que facilite a los deportistas conseguir el gesto técnico correcto con la mayor economía así, como fomentar la práctica de los hábitos de entrenamiento como medida preventiva de lesiones musculoesqueléticas.

CAPÍTULO I. Introducción

1.1 Planteamiento del problema de investigación

Los orígenes del deporte se remontan a la prehistoria, se desarrollaron las formas más esenciales de supervivencia y con ello el deporte mismo. Muchos de estos parecen haber tenido su nacimiento en el ejercicio de destrezas físicas y/o psicológicas en función de dicha supervivencia. El lanzamiento de jabalina, el salto en altura, la lucha cuerpo a cuerpo, la carrera, la natación, el buceo, el remo, entre otros, son claros ejemplos de deportes que en la actualidad continúan ejecutándose de manera recreativa y competitiva, abarcando un amplio abanico de disciplinas que siguen especializándose cada vez más (Monroy y Sáez, 2007).

En la actualidad, el ejercicio y el deporte como tal, se ha vuelto un importante medio de representación regional, nacional e incluso internacional, por lo que la participación de los deportistas es cada vez más demandante en aspectos tanto físicos como psicológicos, dando pie a la intervención de profesionales del deporte y la salud tales como entrenadores físicos, fisioterapeutas, nutricionistas, psicólogos, entre otros.

La natación es un deporte que presenta menor incidencia de lesiones que otras especialidades, ya que no implica contacto físico con el contrincante y el medio acuático en el que se practica representa un menor riesgo de lesión que en otras disciplinas. Sin embargo, por su carácter cíclico y por el mecanismo de repetición implicado en las técnicas de nado de cualquier estilo, predispone también a lesiones en el sistema músculo esquelético que deben ser estudiadas y abordadas de la mejor manera por los profesionales implicados (Villa, Carrasco, Martínez y Nadal, 2005).

Estudios a nivel internacional demuestran que las zonas que más se lesionan los nadadores son en primera instancia los miembros superiores seguido por miembros inferiores, cabeza/cuello y tronco. Chase, Caine, Goodwin, Whitehead y Romanik (2013) reportaron un 38,7% de nadadores con lesión de hombro seguido por un 16,1% en espalda y un 12,9% en rodilla, siendo la lesión presente en esta última zona anatómica el esguince del ligamento colateral interno.

Según los datos publicados por Mountjoy, Junge, Alonso, Engebretsen, Dragon, Gerrard, Dvrarak (2010) a partir de su participación en la 13th FINA World Championships 2009,

hallaron que, en las cinco categorías de disciplinas acuáticas, 171 atletas de 1745 evaluados, incurrieron en lesiones durante el campeonato. La incidencia de lesiones fue de 36,8% en la extremidad superior, 27,5% en la extremidad inferior, 19,3% en cabeza/cuello y un 16,4% en tronco. La parte del cuerpo lesionada con más frecuencia fue el hombro con un 14,6% y cabeza 12,3% y el tipo de lesión más común fueron los esguinces con un 24% de incidencia.

Además, reportaron que la mayoría de las lesiones se dieron durante el entrenamiento o la competición. Como principales causas se encuentra el sobre uso con un 37,5%, trauma sin contacto 15,3% y trauma con contacto 14,7%. Los deportes que más incurrieron en lesiones fueron la natación en aguas abiertas y el nado sincronizado.

Bailón (2014) indica que el desplazamiento del cuerpo a través del agua se logra mediante gestos repetitivos con el mínimo tiempo de recuperación, por lo que errores en la técnica de nado pueden repercutir en diferentes estructuras corporales de manera negativa, dentro de las regiones mayormente comprometidas, como se ha expuesto anteriormente, el hombro, la espalda y la rodilla.

Villa et al. (2005), en su estudio llevado a cabo en la Universidad Católica de Murcia, España, hacen énfasis en las lesiones de rodilla que presentan los nadadores, principalmente aquellos que practican el estilo de braza o pecho, debido a la mecánica corporal en miembros inferiores que exige la técnica. Destacan la importancia de tomar en cuenta estilos de nado específicos que van a representar una mayor carga en estructuras como la rodilla, que muchas veces se pasan por alto en el entrenamiento de estos deportistas.

Los autores indican que, al momento, son pocos los estudios realizados con el fin de valorar la incidencia de “rodilla del bracista” en nadadores de este estilo. Hallaron que en España solo un estudio realizado a lo largo de 3 temporadas publica datos al respecto, indicando que, de un grupo de 35 nadadores el 23,7% referían lesión en rodilla, presentadas un 92% por bracistas. De las lesiones de rodilla registradas, el 93% de los casos eran inflamación del ligamento colateral interno, es decir, “rodilla del bracista”. Las cifras publicadas en este estudio concuerdan con los datos de dos estudios realizados en la década de los 70, donde se encontró una incidencia de 28% y 30% (Villa et al. 2005).

Wanivenhaus, Fox, Chaudhury y Rodeo (2012), mencionan una incidencia significativamente mayor de anomalías en las imágenes visualizadas en una resonancia magnética del 69,2% en nadadores de estilo pecho, en comparación con nadadores del grupo control de la misma edad y sexo que no practican regularmente ningún deporte de impacto. Las anomalías más comunes fueron el edema infrapatelar (53,8%), el edema de la médula ósea (26,9%), el edema de la almohadilla grasa prefamoral (19%) y el derrame articular (15,3%) demostrando las alteraciones intra-articulares que genera la práctica regular del gesto deportivo aún sin presentar síntomas dolorosos.

La presencia de dolor en la rodilla en nadadores no braicistas es de un 48% mientras que en nadadores de braza es de un 73% a un 86%, además es más frecuente la aparición de dolor en nadadores universitarios cuando estos están en su primer año, siendo más frecuente en mujeres que en hombres (Nichols, 2015).

Bailón (2014) reafirma estadísticas presentadas anteriormente, indica que el 73% de los nadadores especialistas en braza padecen dolor de rodilla, además, por tratarse de un movimiento fuera de la alineación biomecánica normal de la rodilla puede provocar dolor en nadadores ocasionales o en nadadores de otros estilos de nado también.

Hefzollesan, Tofighi, Jamali y Ghalehgir (2014) mencionan que un 47% de nadadores de otros estilos presentan dicha patología, además indican una prevalencia 5 veces mayor de dolor de rodilla entre nadadores de estilo pecho de 200 y 400 metros que en otros estilos de la natación. Reportan que un nadador de estilo pecho a nivel profesional puede llegar a retirarse después de 2-3 años como resultado del dolor en la parte interna de la rodilla.

Villa et al. (2005) rescatan que, a pesar de contar con datos relevantes como la incidencia de lesión, no se cuenta con datos acerca de los hábitos deportivos de los participantes en el estudio ni abordajes de tipo preventivo o rehabilitador para dicha condición, aspecto que toman como base para los objetivos de su propio estudio. Realizaron un análisis de 50 nadadores especialistas de estilo braza, donde detectaron una incidencia de "rodilla del braicista" de un 78% sin diferencias significativas por sexo, con mayor afectación en competidores de nivel nacional e internacional.

En cuanto a la aparición del dolor de rodilla, un 92,2% lo refieren durante el entrenamiento, un 38,5% después del entrenamiento y un 12,8% en reposo. Durante la práctica del nado,

específicamente, se reporta que un 18% de los nadadores percibieron el dolor en el calentamiento y un 82% una vez iniciado el nado de pecho (Villa et al., 2005).

El estudio de Hefzollasan, Tofighi, Jamali y Ghalehgir (2014) demostró que el dolor en la rodilla de todos los nadadores antes del entrenamiento no fue diferente estadísticamente, pero después del comienzo del entrenamiento el dolor en la rodilla incrementó y aún más después de dos meses en comparación con antes del entrenamiento. Además, el aumento del dolor de la rodilla en nadadores de pecho se desarrolló más rápidamente en comparación con los nadadores de estilo libre.

El dolor se localiza en la zona antero-interna de la rodilla, desencadenado por irritación crónica del ligamento colateral interno principalmente, la región femoropatelar medial, cápsula y membrana sinovial son también afectadas. Entre más años de experiencia y mayor frecuencia de entrenamiento en el estilo de pecho aumenta el riesgo de lesión. El dolor puede desencadenarse durante la fase de empuje de la patada al inicio o final de esta, relacionado directamente con la técnica utilizada debido al grado de abducción de cadera y con ello, el grado de estrés aplicado sobre las estructuras anatómicas consecuentes (Bailón, 2014).

Según Nichols (2015), la rodilla del bracista es un dolor típico en la zona medial y/o anterior de la rodilla que se relaciona a diversas etiologías tales como un esguince recurrente del ligamento colateral medial (LCM), síndrome de dolor patelofemoral, tendinopatía rotuliana, sinovitis del compartimento medial, síndrome de la plica sinovial, bursitis anserina o tensión en el músculo aductor largo o corto.

El dolor resulta de la carga en valgo repetitiva de la patada de pecho, lo que provoca distensión medial y compresión lateral de los compartimentos de la rodilla. Se ha observado que el ángulo óptimo de abducción de la cadera durante la patada de pecho es de 37° a 42°. Las técnicas de patada caracterizadas por ángulos de abducción de la cadera menores y los tobillos en rotación junto con una plantar-flexión predisponen al dolor relacionado con LCM, mientras que los ángulos más altos de la abducción de la cadera son usualmente asociados con el dolor facetario medial de la patela (Nichols, 2015).

El dolor en la rodilla también puede ocurrir secundario a contracciones repetitivas del cuádriceps asociadas con golpes de aleteo o de delfín y de la presión patelofemoral ocurrida durante el empuje de inicio contra la pared.

Respecto a los hábitos deportivos, un 70% de los deportistas realizan estiramientos frente a un 30% que no realiza. Del total de nadadores que realizaban estiramientos indican que el 37% lo efectuó antes del entrenamiento, 59,3% al final del entrenamiento y un 3,7% (1 caso) durante el entrenamiento. La exposición a tratamientos fue de un 56,4% crioterapia, 30,8% AINES, 5,1% termoterapia y 7,7% otras terapias incluidas la electroterapia (Villa, et al., 2005).

Como parte del abordaje preventivo Nichols (2015) menciona los aumentos graduales en la distancia e intensidad del entrenamiento, tomar descansos del estilo de pecho durante al menos 2 meses al año, realizar adecuados calentamientos en los entrenamientos y competencias, además de combinar el entrenamiento con otros estilos de nado que representen una menor carga mecánica para la rodilla. Es importante también el entrenamiento en tierra enfocado al fortalecimiento de miembros inferiores y del núcleo de estabilización muscular, además de estiramientos especialmente de cadera e isquiotibiales.

Villa et al. (2005) proponen además el aprendizaje de la técnica de nado correcta, detección precoz de la fatiga y crioterapia como primeros auxilios. Bailón (2014), expone que un inicio gradual de la carga de entrenamiento, adecuado calentamiento y el equilibrio de fuerza y flexibilidad de los distintos grupos musculares de miembros inferiores es necesario para evitar este tipo de lesiones.

Por otra parte, el tratamiento de la rodilla del braicista debe ir enfocado inicialmente a un diagnóstico preciso e identificación de los factores de riesgo que contribuyen a la aparición de la lesión. Se deben corregir los errores técnicos de la patada de pecho y enfocar el entrenamiento a las pautas preventivas mencionadas anteriormente. Los casos más graves pueden requerir largos períodos de descanso del estilo de pecho, fisioterapia y una evaluación exhaustiva de las causas del dolor de rodilla (Nichols, 2015). El reposo activo, potenciación muscular, crioterapia, ultrasonidos y TENS como modalidad de electroterapia son también implementados (Villa, et al., 2005).

En Costa Rica no se encuentran estudios de este deporte como tal ni de sus implicaciones en la población. Sin embargo, en la tesis de grado de González y López (2014), aplicado a nadadores de 15 a 19 años previo a Juegos Deportivos Nacionales 2013, encontraron que un 33% de las lesiones presentadas fueron en miembros inferiores referentes en casi su totalidad a lesiones en rodilla. Estas se presentaron en un 31% en el estilo pecho y mariposa cada uno, dorso en un 25% y estilo libre solo el 13%. En su investigación concluyen que el

principal factor de riesgo no modificable es una edad deportiva mayor a 5 años y en relación a las variables modificables, se menciona un alto volumen de entrenamiento y la combinación de entrenamiento de pesas más de tres veces por semana.

Las autoras además, mencionan que en el equipo de natación de la Universidad de Costa Rica, es el entrenador el encargado de la prevención y abordaje de las lesiones de sus deportistas, su programa incluye fortalecimiento muscular, cargas progresivas de trabajo, entrenamiento de técnica y periodos de descanso, mientras que para los atletas de la Selección Nacional de Natación el seguimiento lo reciben por parte del departamento de Terapia Física del Instituto Costarricense de Deporte y Recreación (ICODER) (González y López, 2014).

Por su parte, el ICODER, como una de las entidades de representación deportiva nacional más importantes, no externa como tal programas de prevención, rehabilitación o registros de incidencia o prevalencias de lesiones en deportistas, en general de aspectos relacionados al campo de la salud y de la Terapia Física. El ICODER es una institución que busca específicamente *“Promover el deporte competitivo y de alto rendimiento a nivel nacional y su proyección internacional, procurando mejores resultados apoyando la selección y el desarrollo del talento deportivo.”* (ICODER, 2017).

Esta institución se encuentra involucrada en proyectos en busca de la promoción del ejercicio y la actividad física para la prevención y tratamiento de las enfermedades crónicas no transmisibles, sin embargo, se requiere que organizaciones de impacto nacional como esta e incluso Asociaciones Deportivas a nivel regional impulsen además el registro e investigación en el tema de deportes específicos y salud.

Tomando en consideración las lesiones ocasionadas por la práctica de natación a nivel competitivo, la prevalencia de lesiones en rodilla atribuibles a estilos específicos de nado y los factores de riesgo asociados al gesto deportivo y hábitos de entrenamiento, así como las posibles entidades nacionales involucradas en la producción de conocimiento en el tema, se plantean las siguientes interrogantes de investigación:

¿Cuáles son las características clínicas y sociodemográficas de los atletas de natación en estilo pecho del equipo competitivo de la Asociación de Natación de Heredia y del Comité Cantonal de Deportes y Recreación de San José?, ¿Cuál es la metodología del entrenamiento de los equipos y las características de la técnica de nado de estos atletas?,

¿Existe relación entre el dolor de rodilla en nadadores de estilo pecho con el gesto deportivo de los miembros inferiores y los hábitos de entrenamiento en estos atletas?

1.2 Objetivos

Objetivo general:

Analizar la relación entre la prevalencia de dolor de rodilla en nadadores de estilo pecho de los equipos competitivos de la Asociación de Natación de Heredia (ANAHE) y del Comité Cantonal de Deportes y Recreación de San José (CCDR) con la biomecánica de miembros inferiores durante el gesto deportivo y los hábitos de entrenamiento en el período de agosto del 2018 a marzo del 2019.

Objetivos específicos:

1. Describir las principales características clínicas y sociodemográficas de los atletas, la metodología de los entrenamientos y el análisis biomecánico de la patada en el estilo pecho del equipo competitivo de ANAHE y del CCDR San José.
2. Analizar los factores de riesgo desencadenantes de dolor de rodilla en los nadadores de estilo pecho del equipo competitivo de natación de ANAHE y del CCDR San José.
3. Proponer recomendaciones fisioterapéuticas para el manejo del dolor de rodilla para los atletas del equipo competitivo de natación de ANAHE y del CCDR San José.

1.3 Justificación

La biomecánica como ciencia presenta múltiples aplicaciones, una de ellas es el estudio de la mecánica de la técnica deportiva, centrándose específicamente en la biomecánica deportiva. Su abordaje es de gran importancia ya que aporta elementos de análisis de la técnica deportiva, permitiendo determinar la presencia de ventajas mecánicas que favorezcan el gesto motor y el desempeño deportivo. En el caso de aplicarse dentro de un medio acuático, como es el caso de la natación, es necesario que el individuo incluya elementos propios de este medio como la resistencia al avance, la propulsión y la flotabilidad, lo cual requiere que realice ajustes de adaptación que determinaran el éxito en el dominio de la técnica (Ocampo, Leguízamo, Huérfano y García, 2012).

Por tanto, cuanto más específico sea el análisis del gesto deportivo y los factores que pueden alterar el correcto desarrollo de este, mejor será la intervención planteada desde el punto de vista de profesionales en salud, así como de entrenadores y/o educadores físicos, lo cual se pretende llevar a cabo con el presente estudio.

Esta investigación podría brindar beneficios a los y las atletas nacionales de natación y específicamente a los y las atletas del equipo de natación de la Asociación de Natación de Heredia y del Comité Cantonal de Deportes y Recreación de San José, sobre los que se realizará la investigación. Se registrará la prevalencia de lesiones de rodilla en el estilo pecho, los errores en la técnica de nado y/o en los hábitos de entrenamiento, que pueden estar desencadenando en los y las atletas este tipo de lesiones músculo-esqueléticas. De esta manera dispondrán de información científica referente al caso y podrán empoderarse de conocimiento respecto a la disciplina que practican y como cuidar su cuerpo para evitar lesiones y aumentar su rendimiento.

De igual manera, parte de los objetivos de este estudio es diseñar un programa de manejo de dolor de rodilla de acuerdo a las características de la muestra, lo cual podrá ser reproducible para otros equipos en condiciones semejantes ya que se trabajará sobre características de atletas nacionales.

Los entrenadores del equipo de natación de ANAHE y del Comité Cantonal de Deportes y Recreación de San José, así como entidades semejantes a nivel nacional, podrán contar con información de evidencia científica y recomendaciones fisioterapéuticas de apoyo para cambios que deban realizarse en el entrenamiento de los atletas. Además, por medio del

análisis biomecánico lograr de manera más específica corregir errores en la técnica de nado en los atletas, llevándolos a mejorar no solo su salud, en términos de menor riesgo de lesión, sino también aumentar el rendimiento de sus atletas en la competencia y con ello su permanencia en los equipos.

Por otra parte, los profesionales de salud y especialmente los fisioterapeutas dedicados al ámbito deportivo, podrán contar con antecedentes de revisión bibliográfica respecto a los tipos de lesiones músculo-esqueléticas más comunes en nadadores, factores de riesgo y sus posibles abordajes, así también como instrumentos de evaluación innovadores e individualizados para sus atletas como lo es el análisis de la biomecánica del gesto deportivo mediante la video fotogrametría. De tal manera la intervención de dichos profesionales sería cada vez más exhaustiva y de mayor provecho para los atletas involucrados y a la vez para el crecimiento profesional del área de salud.

En cuanto a la Escuela de Tecnologías en Salud, el Departamento de Terapia Física y estudiantes de la carrera, se pretende fomentar la construcción de conocimiento en la utilización de programas informáticos de análisis y procesamiento de datos que faciliten valoraciones biomecánicas no solo en la disciplina de natación, sino en diversos deportes e incluso fuera del ámbito deportivo, dando pie a futuras investigaciones y a la formación de profesionales con un abanico más amplio de herramientas de evaluación e intervención.

Finalmente, se pretende contribuir con hallazgos relevantes sobre las causas de lesiones, específicamente de rodilla, en nadadores competitivos de estilo pecho y su prevalencia ya que la información referente al tema es escasa a nivel internacional y aún más a nivel nacional, esto con el fin de aportar conocimiento a la comunidad científica de interés en el tema de la biomecánica deportiva tanto a nivel teórico como práctico.

CAPÍTULO II. Marco teórico

2.1 Consideraciones generales

En el siguiente apartado se presentan los tres ejes temáticos que comprenden el fundamento teórico de la presente investigación: la natación como una disciplina de alto rendimiento, los factores de riesgo y sollicitaciones biomecánicas específicas de este deporte y el papel de la Terapia Física.

Inicialmente se describe conceptos básicos de los procesos de salud-enfermedad y el deporte de alto rendimiento para comprender el impacto de las lesiones en deportistas y la influencia en su estilo de vida, luego de manera más específica se describe la disciplina de la natación, la técnica de nado específica del estilo pecho y la biomecánica del deporte como tal.

Entendiendo tales conceptos, se exponen seguidamente las lesiones que conlleva la práctica de la natación a nivel competitivo, especialmente en la articulación de la rodilla y con ello los mecanismos de lesión y factores de riesgo intrínsecos y extrínsecos de manera que pueda encontrarse una relación entre las lesiones comúnmente encontradas, la mecánica del gesto deportivo y estos factores modificables o no modificables.

Finalmente, se describe el papel principal de la Terapia Física con un enfoque preventivo desde el alivio de síntomas iniciales, así como mecanismos de mejora tanto para el rendimiento deportivo como la incidencia de lesiones, esto con el fin de realizar una propuesta fisioterapéutica de un programa de manejo del dolor de rodilla del braicista. Además, se explica también el enfoque rehabilitador de manera que se evidencie la puesta en práctica de la Terapia Física en cuanto a mejora de la condición patológica y la reinserción al deporte.

2.2 Procesos de salud-enfermedad

Gavidia y Talavera (2012) indican que el concepto de salud es una construcción mental que nos acerca al mundo que nos rodea y es válida mientras nos sirve para encontrar una explicación a lo que percibimos, la salud no es medible ni tangible. Se puede afirmar que hay personas sanas, pero lo que tienen en común las personas sanas es la salud lo cual es aplicar a un hecho concreto una abstracción ideal. Se aplica también para la construcción del concepto enfermedad.

Los conceptos son producto de una determinada sociedad, de una determinada cultura en un determinado momento. Al igual que las sociedades cambian y los individuos que las componen evolucionan, los conceptos con los que cada sociedad representa la “realidad” también se modifican. *“El concepto de salud es dinámico, histórico, cambia de acuerdo con la época, la cultura y con las condiciones de vida de la población. La idea que tiene la gente de su salud está siempre limitada por el marco social en el que actúan”* (Gavidia y Talavera, 2012, p.162).

De tal manera se tiene que el contexto que representa el concepto de salud y enfermedad es dinámico y como ejemplo de interés, se menciona el contexto médico-asistencial donde la salud es concebida como la ausencia de la enfermedad mientras que, en el contexto de los pacientes, la salud es la recuperación de la normalidad y de la adaptación que hace posible la vida en comunidad.

Sobre esta misma base Castellanos, P (1998), explica que la aspiración básica de la salud pública no es la eliminación de las enfermedades como tal, sino la transformación de la situación de salud en sus dimensiones general, particular y singular, es decir, en el modo de vida, las condiciones de vida y el estilo de vida propiamente. Además, la condición de salud estará determinada no solo por los indicadores anteriores sino también por las respuestas sociales a las necesidades y problemas, en busca de acciones de salud y bienestar que minimicen o modifiquen el impacto de estos sobre el perfil de salud.

Es así como los problemas de salud se pueden manifestar al alterarse las esferas: económica, política, cultural o ecológica que rigen en la vida cotidiana de la persona, de manera especial, en el caso del ámbito deportivo, es sobre la reproducción social de salud en las formas de conciencia y de conducta donde afectará en mayor medida a los deportistas de alto rendimiento y lo que para estos representa una lesión, ya que será determinada por su capacidad de percibir el mundo que lo rodea, y como esta situación afecta su bienestar físico, mental y social, en referencia a la definición de salud de la Organización Mundial de la Salud (Castellanos, 1998; OMS, 2017).

2.3 Deporte de alto rendimiento

El deporte se considera como la superación del juego, al pasar la línea divisoria entre diversión y dedicación sin dejar de ser originado por el juego. Con el tiempo, esta definición adquiere matices que lo lleva a convertirse en trabajo por las exigencias de su práctica,

dejando en segundo plano la diversión sin renunciar por completo a esta. *“El deporte puede ser considerado como la magnificación del juego, expresada por la constante repetición de los ejercicios, a fin de conseguir la perfección física, técnica y táctica del jugador”* (Alcoba, 2001, p.20).

El deporte es entendido como una actividad competitiva, reglada e institucionalizada, según Hernández y Carballo (2013), lo característico de este es lo agonístico en un marco institucional de reglas fijas, permitiendo distinguirlo de los juegos. Además, cita a Vicente (1997) el cual considera el deporte una panacea de la vida moderna *“el deporte ha sido mostrado y eficazmente utilizado como la enmienda para los transgresores de la ley de la normalidad: moral para amoraes, correctivo para delincuentes, revulsivo para vagos, purga para drogadictos, templanza para violentos, pedagogía para inadaptados, ilustración para ignorantes, esperanza para desahuciados, etc. La herencia, en fin, que el sistema reserva para los desheredados”* (p.2).

El deporte, en particular aquel practicado a nivel profesional, es considerado una actividad más del sector terciario de la economía integrada al moderno rubro del espectáculo y esparcimiento, es además una forma de representación nacional, provincial o municipal lo cual ejerce sobre los deportistas no solo a una demanda física relacionada a la actividad corporal, sino también a una demanda por parte de la sociedad, vinculado a la competitividad, récords, disciplina, eficiencia, entre otros (Hernández y Carballo, 2013).

Se entiende entonces por deporte más que una actividad física por salud y ocio. La práctica contemporánea del deporte involucra todos los órdenes del comportamiento colectivo, el deporte reclama la participación de una multiplicidad y diversidad de instituciones en todos los países y en todas las regiones del mundo, tiene presencia en el dominio de los espectáculos y la comunicación, lo cual adquiere una capacidad insólita de intervenir en la formación de identidades sociales e individuales. Las expresiones deportivas involucran diferencias de género, edad, identidades regionales y nacionales, capacidades cognitivas y motoras además de distintos perfiles de personalidad de quienes lo practican y sus espectadores (Elias y Dunning, 2015).

2.4 Lesiones en el deporte de alto rendimiento

El deporte de alto rendimiento puede implicar efectos negativos sobre la condición de salud del atleta, las exigencias biológicas, estructurales y mentales son muy altas por lo que se

debe acompañar al deportista a través de un seguimiento médico-fisiológico que comprenda la participación de varios profesionales en salud.

En el deportista del alto rendimiento, presentar el más mínimo problema de salud altera toda la mecánica del alto nivel, esta se verá frenada hasta que se resuelva el problema, sin contar con las posibles secuelas que puedan dejar en la salud del deportista impidiéndole incluso permanecer en el alto nivel deportivo más adelante. Carreras deportivas promisorias se han visto frustradas por haber tenido visiones a corto plazo, donde el entrenamiento sobre campeones infantiles y/o juveniles llegaron a tal grado de exigencias que no fue posible acceder a las competencias adultas por descuido en la condición de salud del deportista (Pastene, 2016).

La visión del deporte de alto rendimiento en aspectos de salud va dirigida a la demanda que tenga este deporte sobre las estructuras y metabolismos del deportista, que estarán exigidos al máximo, esto le impone al atleta una preparación rigurosa y adecuada para poder responder de manera positiva a estas exigencias sin dañar su salud (Pastene, 2016).

2.5 Disciplina de la natación

A manera general, la natación es una habilidad que permite al ser humano desplazarse en el agua, esto debido a la acción propulsora realizada por los movimientos rítmicos, repetitivos y coordinados de los miembros superiores, miembros inferiores y el tronco, que le permite mantenerse en la superficie y a la vez vencer la resistencia al desplazamiento que ofrece el agua.

A nivel deportivo, la natación se basa principalmente en la técnica y en segundo plano al entrenamiento de la velocidad y la resistencia que varía dependiendo del estilo de nado que se practica. Contrario a otros deportes, el cuerpo humano no fue diseñado para mantenerse en un medio acuático ni nadar por lo que el gesto deportivo implica movimientos no naturales y poco instintivos, a la vez es el deporte que involucra el trabajo de un mayor número de grupos musculares que otras disciplinas (Romero, 2016).

Los programas de natación tienden a estimular a los atletas a unirse desde edades tempranas, Sánchez y Hübner (2002) mencionan que la edad de máximo rendimiento en hombres latinoamericanos oscila entre los 19 y 23 años mientras que en las mujeres es de 18 a 22 años. El proceso de entrenamiento a largo plazo en la natación puede dividirse en 4

etapas según el nivel de especialización y los diferentes objetivos durante la carrera deportiva como se muestra en la figura 1.

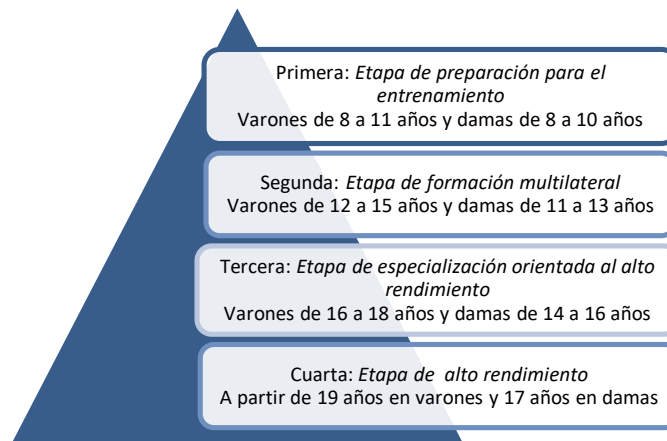


Figura 1. Etapas del proceso de entrenamiento a largo plazo. Fuente: Elaboración propia según Sánchez y Hübner (2002)

2.5.1 Técnicas de nado

La disciplina de natación consta de 4 estilos de nado: libre, dorso, mariposa y pecho. A continuación, se explica el estilo de nado de pecho o braza según Maglischo (2009):

Este estilo fue el primero utilizado nivel competitivo, es el estilo más lento debido a las grandes fluctuaciones de velocidad que ocurren en cada ciclo de brazada. Los bracistas generan grandes fuerzas durante la fase de propulsión, pero también desaceleran de forma considerable cada vez que realizan el recobro de las piernas en preparación para la siguiente patada.

En comparación con otros estilos, se pierde solo un tercio de la velocidad de avance durante los periodos de recobro mientras que muchos bracistas llegan a pararse del todo cuando realizan el recobro. Esto implica que los atletas de estilo braza deben ejercer más fuerza que en otros estilos para acelerar el cuerpo de nuevo y alcanzar la velocidad de carrera durante cada ciclo de brazada, lo que hace de este estilo un factor de riesgo para la aparición de alteraciones músculo-esqueléticas por sobrecarga.

A. Posición del cuerpo

Estilo plano: mantiene una posición horizontal del cuerpo incluso al realizar el recobro de las piernas hacia adelante, las caderas deben permanecer en la superficie o cerca de ella

durante todo el ciclo de la brazada. La respiración se realiza levantando y bajando la cabeza sin alterar la posición plana del tronco.

Estilo ondulatorio: la cabeza y los hombros se elevan fuera del agua cuando los nadadores respiran y las caderas bajan durante el recorrido de recobro de las piernas

B. La brazada: la brazada se ha descrito en 4 fases: el movimiento hacia afuera, el agarre, el movimiento hacia dentro y la relajación y recobro.

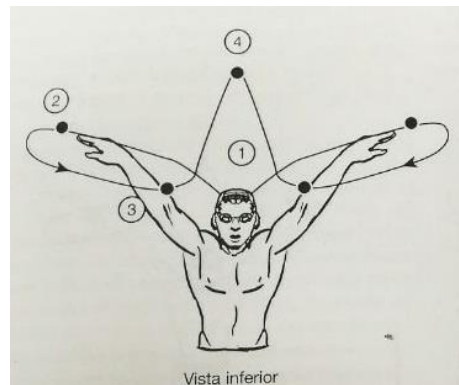


Figura 2. Esquema de la brazada en el estilo pecho. Fuente: Maglisho (2009)

- El movimiento hacia afuera: se desplazan los brazos hacia afuera y hacia adelante cuando se acercan a la extensión completa al final del recobro. Las manos deben trazar una trayectoria semicircular, desplazándose hacia afuera, hacia adelante y ligeramente hacia arriba hasta que salgan de la línea de los hombros donde se realiza el agarre. El desplazamiento hacia afuera requiere una flexión de codos para colocarlos mirando hacia atrás lo más pronto posible durante el movimiento hacia afuera. Este movimiento no es una fase de propulsión, su propósito principal es colocar los brazos en la posición en que puedan acelerar el cuerpo hacia delante durante el siguiente movimiento hacia adentro.

- El agarre: tiene lugar cuando las manos y los brazos están por fuera de la línea de los hombros y orientarse hacia atrás. Los codos deben estar flexionados a 90°. El empuje se debe realizar con la parte ventral de los brazos y las palmas hasta que aquellos estén por detrás de los hombros y desplazándose hacia adentro en dirección a las costillas.

- Movimiento hacia adentro: es la única fase de propulsión de la brazada, inicia cuando se realiza el agarre con los brazos por fuera de la línea de los hombros, se realiza un movimiento semicircular en el que se llevan los brazos y las manos hacia atrás, hacia abajo, hacia adentro y hacia arriba hasta que los brazos estén detrás de los hombros y las manos

pasen debajo de estos. Las palmas deben permanecer alineadas con el resto del cuerpo de manera que estén mirando hacia afuera al principio del movimiento, hacia adentro cuando los brazos se desplazan hacia afuera y deben mirar hacia adentro al final de movimiento sin realizar una rotación de la muñera para adoptar esta orientación.

- Recobro: empieza cuando las manos han pasado hacia dentro por debajo de los hombros, los nadadores deben empujar hacia atrás contra el agua y apretar los brazos hacia abajo y hacia adentro por debajo de los hombros. El apretón de codos vencerá la inercia hacia atrás de las manos y empezará a desplazarlas hacia arriba y hacia adelante hasta que estén juntas en la superficie del agua justo delante de la cara. Avanzar con los brazos por la superficie reduce el arrastre por empuje en comparación con empujarlos hacia delante por el agua.

C. La patada: conocida como “*patada de látigazo*” debido a su movimiento diagonal y semicircular de las piernas, se describe más ampliamente en 5 fases: el recobro, el agarre, el movimiento hacia afuera, el movimiento hacia adentro y la elevación de las piernas y el deslizamiento.

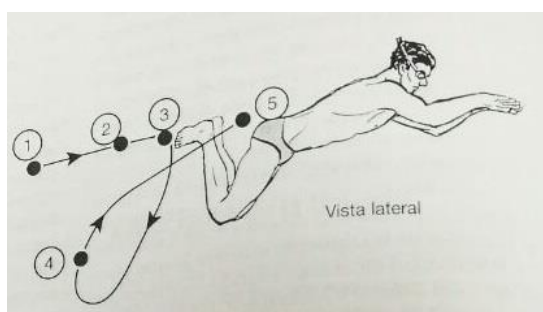


Figura 3. Esquema de la patada en el estilo pecho. Fuente: Maglisho (2009)

-El recobro: existen 2 fases de recobro, la flexión de rodillas y de caderas. Ocurre inmediatamente después de completar la fase propulsora de la brazada de manera que se reduzca el periodo de desaceleración, el nadador debe flexionar las rodillas para elevar la parte inferior de las piernas y desplazarlas hacia adelante, mientras se deja impulsar por la ola de propulsión causada por la repentina desaceleración del cuerpo al realizar el recobro de los brazos y las piernas hacia adelante.

La fase de recobro de las piernas continúa hasta que los brazos se extienden hacia adelante y la cabeza baja hasta la superficie. En ese momento se realiza una flexión de cadera para completar el recobro, esta flexión de cadera debe ser de 40° a 50°. Se siguen elevando los

pies hasta que estén cerca de las nalgas y luego se rota hacia afuera y desplazan las piernas por fuera de la línea de los hombros a la posición de agarre.

Las rodillas deben mantenerse un poco separadas al realizar el recobro hacia adelante para permitir mantener la parte inferior de las piernas y pies dentro del contorno del cuerpo mientras este avanza, pero no deben separarlas más de la anchura de los hombros ya que aumenta el arrastre resistivo.

Las caderas deben bajar y el cuerpo inclinarse hacia abajo desde la cabeza a las caderas durante la fase de recobro correspondiente a la flexión de rodillas para que pueda mantener las piernas debajo del agua durante el recobro sin flexionar las caderas. Si se flexionan las caderas desde el principio causará una reducción repentina y significativa de la velocidad de avance al empujar los muslos hacia abajo y adelante por el agua.

La fase de flexión de cadera, aunque se ha explicado anteriormente que esta acción desacelera el avance, se ha visto que una flexión de cadera cuando desplazan las piernas hacia afuera y no antes produce que haya una aceleración mayor en la siguiente fase de patada por la fuerza de extensión de las piernas. Se ha estudiado que se produce una mayor fuerza cuando se inicia de una flexión de cadera de 40° que cuando están a un ángulo cercano a 90.

-Movimiento hacia afuera: Es un movimiento de extensión hacia afuera de las caderas y rodillas. Los pies comienzan a rotar hacia abajo y adentro al acercarse las piernas a la extensión y empezar la siguiente fase de la patada, el movimiento hacia adentro.

-Movimiento hacia adentro: Movimiento de rotación de las piernas hacia abajo y girar las plantas de los pies para que la una mire hacia la otra mientras completan la extensión de las piernas. Luego debe desplazar los pies hacia adentro por el agua hasta que estén dentro de la línea de los hombros. Las plantas de los pies están rotadas hacia abajo y hacia adentro hasta que estén inclinadas hacia adentro y los tobillos deben permanecer flexionados hasta que se complete este movimiento. La extensión de los tobillos antes de que termine el movimiento hacia adentro hace que empujen agua hacia arriba en lugar de hacia atrás, durante la última parte del movimiento.

-Elevación de las piernas y el deslizamiento: La elevación es un movimiento de seguimiento donde una vez completado el movimiento hacia dentro, utilizando la inercia hacia adentro de las piernas, cambia su dirección gradualmente de hacia arriba a hacia abajo. Es un

movimiento circular y ascendente con las piernas durante los últimos centímetros antes de que se junten.

Cuando se realiza el deslizamiento, las piernas deben estar completamente extendidas desde las caderas hasta la punta de los pies con los tobillos extendidos. Se deben mantener juntas y alineadas con el tronco, pero inclinadas hacia arriba.

D. Sincronización de brazos y piernas

Se han propuesto 3 estilos generales de sincronización de braza:

-Sincronización continua: los nadadores empiezan a desplazar los brazos hacia afuera inmediatamente después de juntarse las piernas

-Sincronización de deslizamiento: existe un pequeño intervalo entre el final de la patada y el comienzo de la brazada en el que los nadadores se deslizan con los brazos y las piernas extendidas en posición hidrodinámica. Este intervalo permite ahorrar energía, pero se reduce la velocidad de avance al deslizar.

-Sincronización superpuesta: los nadadores empiezan a desplazar los brazos hacia afuera antes de que se junten las piernas. Es el estilo más utilizado a nivel mundial por brazistas ya que, reduce el periodo de desaceleración entre el final de la fase propulsora de la patada y el comienzo de la fase propulsora de la brazada.

2.5.2 Biomecánica deportiva

Se considera que la biomecánica es la mecánica aplicada a la biología, en los años 70 se definió como *“ciencia que estudia las fuerzas internas y externas y como estas inciden sobre el cuerpo humano”* así también en los años 90 se establece que es *“el empleo de métodos mecánicos para estudiar los sistemas biológicos y el estudio de estos sistemas con sus propios métodos biológicos cuando son sometidos a diferentes condiciones mecánicas”* (Hay, 1973 y Forriell, 1992 ambos citados por Miralles, Castro y Monterde, 2007, p.1).

De manera más concreta, Ramón (2009) recopila varias definiciones de la biomecánica y resalta tres de ellas: 1. Las bases mecánicas de la biología, la actividad muscular, el estudio de los principios y relaciones implicadas. 2. La aplicación de las leyes mecánicas a las estructuras vivas, especialmente al aparato locomotor del cuerpo humano y 3. Es la ciencia

que examina las fuerzas internas y externas que actúan sobre el cuerpo humano y el efecto que ellas producen.

La biomecánica deportiva entonces, se refiere a la aplicación del estudio de estas leyes mecánicas y las fuerzas internas y externas que actúan sobre el cuerpo humano, en el análisis del gesto deportivo, el cual afecta el desempeño del atleta de manera positiva o negativa sobre su rendimiento. Ramón (2009) indica que, para el estudio del movimiento humano, la biomecánica deportiva utiliza dos procedimientos: el análisis cuantitativo y el cualitativo. El primero utiliza la descripción de los movimientos del cuerpo en términos numéricos de manera que la cuantificación de las características de los movimientos ayude a eliminar las decisiones subjetivas mediante el uso de instrumentos de medición. El análisis cualitativo en cambio, describe los movimientos en términos no numéricos, la evaluación tiene gran peso en la habilidad del entrenador para reconocer los momentos críticos del gesto deportivo por lo que sus resultados son en parte subjetivos.

El más utilizado en la práctica es el análisis cualitativo, mediante la observación visual se analizan los movimientos de los atletas. Las grabaciones ayudan al análisis cualitativo ya que aumentan el proceso de aprendizaje mediante la retroalimentación visual al atleta, sin embargo, si no se cuenta con este tipo de equipos, los pequeños detalles no pueden ser observados por la velocidad a la que suceden y la poca velocidad de captación del ojo humano (Ramón, 2009).

El fotograma o videograma es una herramienta de análisis biomecánico que consiste en un sistema de cámaras infrarrojas que detectan los puntos anatómicos que se van a evaluar por medio de la marcación de los segmentos óseos con marcadores reflectivos en la piel del paciente, permitiendo el análisis del movimiento. Además, existen gran variedad de programas informáticos de análisis tales como Kinovea o SAPO que permiten editar las imágenes o grabaciones de video, haciendo énfasis en un gesto o movimiento específico para un posterior análisis del rango articular (Montoya, 2016).

Según Martín (2012), las filmaciones subacuáticas complementan el análisis de las técnicas de nado en 5 áreas específicas de beneficios: ofrecen un mayor campo de visión, reducción del tiempo de evaluación, análisis de la técnica en velocidad de carrera, estrategias de evaluación y representan un archivo de progresión.

Mediante las filmaciones se logra en pocos minutos detectar los errores, categorizarlos y realizar un plan de entrenamiento estratégico a partir de esos, además el análisis se puede realizar a la velocidad de competencia, donde aparecen los errores que van a incidir en esta, la reproducción fotograma por fotograma permite detallar cada uno de los puntos débiles de la técnica y a que distancia/tiempo comienzan a aparecer los errores técnicos. Además de ser una herramienta de gran utilidad para el equipo técnico como tal, para los nadadores se considera una fuente de retroalimentación muy útil para la creación de estrategias mentales de corrección y entender las modificaciones que el entrenador le indica (Martin, 2012).

Algunos biomecánicos aluden a que el rendimiento deportivo está caracterizado por un bajo nivel de variabilidad entre cada ejecución de un determinado movimiento y que la repetición de los movimientos deportivos tiende a ser idéntica. Por otra parte, se dice que la existencia de un patrón común y óptimo es una falacia, debido a la gran variabilidad observada inter e intra-individuos en el rendimiento motor humano. Es decir que la variabilidad en el movimiento humano no debe ser entendida como un factor negativo sino como un factor funcional que aporta al rendimiento deportivo (Acero, 2009).

Como parte del análisis biomecánico específico del gesto deportivo del estilo braza en natación, se describe de manera cualitativa los movimientos ideales, que involucran principalmente los miembros inferiores, llevados a cabo en este estilo de nado. El movimiento de las piernas se diferencia en 2 fases explicadas según Di Salvo (2016) como:

A. Fase de recobro o acción negativa: el gesto inicia en extensión de cadera y rodilla con los pies en extensión dorsal hasta llegar a una posición de flexión, abducción y rotación externa de cadera, flexión de rodilla y flexión con eversión dorsal. Mediante estos arreglos biomecánicos los pies mediante la flexión de rodilla deben ser llevados a los glúteos, preparados para la siguiente fase.

B. Fase propulsiva o acción positiva: inicia con un movimiento desde los pies, rotando externamente las caderas y realizando un esfuerzo en valgo de rodilla, de manera que empuje el agua logrando una posición de extensión completa sin que estos rompan la superficie del agua.

A diferencia de los demás estilos de nado, el estilo de braza ejerce una propulsión en igual medida por parte de miembros superiores como miembros inferiores, siendo el estilo de nado que ejerce mayor carga sobre estos últimos. Esto se demuestra en la figura 4.

Propulsión/Estilo	Crol	Espalda	Mariposa	Braza
Propulsión de brazos	80%	75%	65%	50%
Propulsión de piernas	20%	25%	35%	50%
Total	100%	100%	100%	100%

Figura 4. Comparación del porcentaje de propulsión entre las piernas y los brazos en los diferentes estilos de nado. Fuente: Di Salvo (2016)

En cuanto a la posición del cuerpo en el estilo pecho, como se explicó en el apartado anterior, hay diferencias en la eficiencia de la técnica según la posición utilizada. Se ha registrado mayor velocidad de avance del centro de masas en el estilo ondulatorio, ya que, el arrastre disminuye de manera significativa cuando los nadadores levantan la cabeza y el tronco fuera del agua debido a que crean menos arrastre por empuje con las piernas adoptando una forma más hidrodinámica durante la mayor parte de los recobros de brazos y piernas. Además, la ola producida por la elevación de la cabeza y hombros fuera del agua crea una tercera fase de propulsión.

En contra posición, el nadador estilo plano produce una cantidad considerable de arrastre por empuje en el recobro de las piernas al empujar los muslos hacia abajo y hacia adelante contra el agua, produciendo una desaceleración al final del recobro de las piernas.

El nadador estilo ondulatorio reduce el arrastre por empuje bajando las caderas cuando realiza el recobro de las piernas, bajando la parte inferior de estas hacia adelante sin empujar los muslos hacia abajo, con lo que se reduce el arrastre restrictivo empujando con la parte inferior de las piernas que con los muslos que son más grandes (Maglisho, 2009).

2.6 Lesiones comunes en estilo pecho

La disciplina de la natación presenta un riesgo menor de lesión en comparación con disciplinas que implican contacto físico con móviles o contrarios debido a la ausencia de este factor y sobre todo a su desarrollo en el medio acuático, en el que la gravedad queda reducida. Sin embargo, como cualquier deporte de carácter cíclico, el mecanismo de repetición implicado en cualquier estilo de nado sumado a los posibles errores en la técnica representa factores de riesgo desencadenantes de lesiones en el sistema músculo-esquelético (Villa et al., 2005).

Las lesiones más comunes, no solo en bracistas, sino en los nadadores en general ocurren en la articulación del hombro, con una prevalencia del 40% al 91% de nadadores competitivos, debido a la importante función propulsora de los miembros superiores. El “hombro del nadador” es característico del dolor anterior de hombro debido al impacto repetitivo de los tendones del manguito rotador bajo el arco coracoacromial, puede ser causado también por disfunción escapular, inestabilidad de la articulación glenohumeral o fatiga relacionada al uso excesivo del hombro, estabilizadores de escápula y musculatura de espalda. En la tabla 1 se presentan los principales diagnósticos diferenciales para esta patología (Nichols, 2015).

Tabla 1. Diagnósticos diferenciales del “hombro del bracista”

Diagnósticos diferenciales del hombro del nadador	
Desgarre del labrum	Apófisis acromial no fusionada
Subluxación	Columna cervical
Pinzamiento intra-articular o del borde antero-superior del labrum	Fractura de costilla por estrés
Desgarre del manguito rotador (especialmente en adultos mayores)	Pinzamiento coracoide
Tendinosis del bíceps	Apofisitis coracoide
Artrosis de la articulación acromioclavicular	Neuropatía supraescapular
Síndrome de la salida torácica	Obstrucción vascular proximal por hipertrofia muscular
Subluxación de la articulación esternoclavicular	Síndrome del compartimento del antebrazo

Fuente: Traducción propia según Nichols (2015)

El mismo autor menciona que la rodilla es la segunda articulación más común en presentar lesiones musculoesqueléticas en nadadores competitivos, suele llamarse “rodilla del bracista” con una incidencia del 34% en nadadores olímpicos, 48% en nadadores no bracistas y del 73% al 86% en bracistas. El dolor resulta de la carga en valgo repetitiva de la patada de pecho provocado por una distensión medial y compresión lateral de los compartimentos de la rodilla.

Lesiones en la musculatura de aductores de cadera son comunes en nadadores de braza con 41% de afectación en nadadores estadounidenses de élite, es relacionado a tensión muscular abdominal, hernia inguinal, hernia deportiva, osteítis púbica, lesión de avulsión ósea pélvica y apofisitis de la cadera y de los flexores que tiene su acción secundaria a la aducción repetida de cadera y abducción de las piernas en el golpe de pecho (Nichols, 2015).

Molestias en la columna lumbar afectan entre un 22% a un 47% de braicistas, los nadadores competitivos pueden llegar a presentar altos grados de cambios degenerativos vertebrales en uno o más niveles espinales, comúnmente L5 y S1. Se relaciona con la intensidad, duración y distancia del entrenamiento de natación como un indicador positivo de lesión. Todos los estilos de nado requieren que la columna lumbar se mantenga en hiperextensión para lograr una posición aerodinámica por lo que predispone a lesiones en la musculatura lumbar y ligamentos sacros. Además, en estilos ondulantes como braza y mariposa se exagera aún más esta hiperextensión lumbar produciendo cargas excesivas de la columna que predisponen a una espondilólisis y espondilolistesis (Nichols, 2015).

Respecto a la columna vertebral cervical se encuentra relación con las maniobras respiratorias repetidas en estilo pecho y mariposa especialmente por el movimiento de flexo-extensión cervical, además de la ondulación corporal insuficiente que pueden desencadenar dolor en esta zona (Nichols, 2015).

2.7 Rodilla de braicista

El dolor de rodilla en nadadores es un síndrome por uso excesivo y repetitivo, se presenta en nadadores competitivos de estilo pecho por la presión ejercida sobre esta articulación durante el gesto deportivo, a través del tiempo se desencadenará el dolor más localizado en la parte interna de la rodilla, característico de la “rodilla del braicista” (Hefzollasan, Tofighi, Jamali y Ghalehgir, 2014).

Esta patología se conoce como un dolor medial y/o anterior de la rodilla, generalmente atribuido a una lesión del tercio proximal del ligamento colateral interno o medial (LCM). El dolor tiende a aumentar con la palpación de la cintilla iliotibial por tensión de la misma, aunque en su mayoría no se encuentran síntomas de inflamación. Otras posibles etiologías se relacionan con síndrome de dolor patelofemoral, tendinopatía rotuliana, sinovitis del compartimiento medial, síndrome de plica medial, bursitis anserina y condromalasia rotuliana, entre otras. Usualmente no se encuentra inestabilidad articular ni alteración ósea o meniscal en fases iniciales de la lesión (Nichols, 2015; Villa et al, 2005).

Hefzollasan, Tofighi, Jamali y Ghalehgir (2014) mencionan que la rodilla del braicista es producto de una debilidad en el ligamento colateral interno como resultado de la frecuente tensión a la que se somete la articulación durante el gesto deportivo. En el movimiento normal de la rodilla, la presión ejercida sobre el ligamento colateral interno, como la principal

estructura de apoyo interno de la rodilla, aumenta al pasar de una posición de flexión hasta la extensión, esto ocurre igual durante la patada del estilo pecho. Por tanto, las tensiones ejercidas en la extensión de la patada junto con la presión excesiva de valgo en la articulación de la rodilla, que se presenta en la etapa final de la patada, puede desencadenar dicha patología.

2.7.1 Mecanismo de lesión

Desde la biomecánica, el LCM es el responsable de limitar la flexión, rotación externa y valgo forzado de la rodilla al comenzar la fase propulsiva de la patada, por tanto, aquellos nadadores que aumentan o disminuyen excesivamente el ángulo de la patada, exagerando el movimiento de rotación externa y valgo forzado serán los más afectados por esta patología (Villa et al, 2005).

La técnica de pecho como tal puede causar un aumento de tensión en el ligamento colateral interno de rodilla y la inestabilidad de esta zona, se ha demostrado que al realizar la técnica de patada, la articulación de la rodilla realiza una rotación en el plano vertical, esto impone una presión máxima sobre la articulación de la rodilla y desvía externamente el tobillo en el plano frontal, al mismo tiempo la cadera realiza una compensación en rotación interna, de tal manera la realización de esta actividad a largo plazo e intensamente, provoca tensión en los tejidos internos de la rodilla, dolor en la zona interna y probablemente cambios mecánicos en la articulación (Hefzollesan, Tofighi, Jamali y Ghalehgir, 2014).

Además, estos tres factores principales: la rotación externa de rodilla, la desviación del tobillo y la rotación interna de la cadera hacen que el ángulo Q de la rodilla aumente, predisponiendo aún más la articulación a un estrés mecánico. Se ha demostrado que valores aumentados de este ángulo ($Q > 16$) es un factor determinante en el grado de vulnerabilidad de la rodilla al realizar natación en estilo pecho, siendo mayor la percepción del dolor en nadadores con ángulo Q mayor al normal en un seguimiento de 2, 4 y 6 meses que los nadadores con un ángulo Q normal (Hefzollesan, Tofighi, Jamali y Ghalehgir, 2014).

El repetido movimiento de flexión de rodilla con las piernas en rotación externa y valgo forzado produce un gran compromiso del compartimiento interno de la rodilla debido a la torsión que se produce durante la patada en el estilo pecho. El dolor suele presentarse durante la fase propulsiva de la patada, ya que se pasa de una posición de flexión, abducción y rotación interna de cadera, con la rodilla flexionada y en rotación externa, a una

posición de extensión total, durante la fase de propulsión. Este movimiento de torsión y valgo forzado genera un aumento de la tensión en la zona interna de la rodilla y en la rótula, tomando en consideración que el movimiento se realiza además en contra de la resistencia que opone el agua (Di Salvo, 2016; Villa et al, 2005).

El dolor resultante de la carga de valgo repetitiva provoca entonces tanto una distensión medial como compresión lateral de los compartimentos de la rodilla, el ángulo óptimo de abducción de la cadera durante la patada es de 37° a 42°. Las técnicas de patada caracterizadas por ángulos de abducción de la cadera inferior con los tobillos en rotación y plantar-flexión predisponen al dolor relacionado con LCM, mientras que los ángulos más altos de la abducción de la cadera son usualmente asociados con el dolor facetario medial de la rótula (Nichols, 2015).

2.7.2 Factores de riesgo de la rodilla del bracista

Los factores de riesgo influyentes en el rendimiento deportivo del atleta, así como en la incidencia de lesiones se dividen en factores intrínsecos y extrínsecos los cuales, según Di Salvo (2016), los define como: *“Factores intrínsecos aquellos relacionados íntimamente con el deportista, y factores extrínsecos, son los relacionados con el ambiente que rodea al momento de ejecutarse la actividad”* (p.13).

La tabla 2 ejemplifica algunos de estos factores de riesgo:

Tabla 2. Factores de riesgo extrínsecos e intrínsecos de la “rodilla del bracista”

Factores de riesgo extrínsecos e intrínsecos	
Extrínsecos	Intrínsecos
↑ Años de entrenamiento	Alteración mecánica de la patela
↑ Edad	Inestabilidad o subluxación patelar
↑ Nivel de competición	↓ Rotación interna de cadera
Errores en la técnica de patada de pecho	Enfermedad de Osgood-Schalatter
○ Abducción de cadera mayor de 42° o menor de 37°	Enfermedad de Sinding-Larsen-Johansson
○ ↓ Rotación externa de tobillo	Patología meniscal
○ ↑ Plantar flexión de tobillo	Lesiones osteocondrales
	Síndrome de la banda iliitibial

Fuente: Traducción propia según Nichols (2015)

Dentro de los factores intrínsecos reportados en la revisión científica, Di Salvo (2016) menciona el sexo, la edad, mayor cantidad de años de entrenamiento y de competición, la constitución física, la historia clínica previa, la fuerza muscular, la laxitud ligamentosa, los hábitos de entrenamiento como la realización de calentamiento deportivo adecuado, el nivel de hidratación y el régimen alimenticio, además, el estado psicológico del atleta puede afectar en el rendimiento y la incidencia de lesiones.

Zoraida, Sanfilippo y Corina (2015) mencionan también la importancia de los hábitos nutricionales y la influencia del estado emocional y psicológico del deportista. Se recalca la edad como factor de riesgo ya que a mayor edad hay una disminución relativa del acondicionamiento físico, una menor elasticidad y menor capacidad de regeneración de los tejidos corporales. Khodaei, Edelman, Spittler, Wilber, Krabak, Solomon y Rodeo (2016) indican que es tanto factor de riesgo una edad menor a 11 años como la práctica competitiva de Masters.

Los programas de la disciplina de natación tienden a estimular a los atletas a unirse desde edades tempranas y a participar en un gran volumen de capacitación durante todo el año. Se considera que la natación es un deporte donde los participantes tienden a la especialización temprana siendo un factor de riesgo asociado a que los hombres que más temprano comenzaron a nadar tienen mayor riesgo de adquirir una lesión relacionada con la natación (Abgarov, Fraser y Baker, 2012).

Zoraida, Sanfilippo y Corina (2015) agregan que una inadecuada condición física conlleva a la aparición precoz de la fatiga lo cual entorpece el gesto deportivo provocando que el nadador empiece a utilizar mecanismos de compensación y a sobre exigir las estructuras corporales. Los desequilibrios musculares más comunes en los nadadores de estilo pecho por compensación aparecen en la musculatura del tronco, las altas exigencias a nivel lumbar deben ser compensadas positivamente con una musculatura abdominal fortalecida, para esto se recomienda además una detección temprana de los síntomas de fatiga y realizar descansos activos a menor intensidad.

Guzmán (2012) menciona que las lesiones por sobrecarga producto de cargas sub-máximas repetitivas son acumulativas y terminan dañando al esqueleto. Algunas causas mencionadas son los errores en el entrenamiento de la técnica, desbalances musculo-tendinosos, alteraciones ortopédicas preexistentes, además, en atletas en periodo de crecimiento este

proceso produce una disminución de la flexibilidad y aumento de la fuerza que pueden no ser uniformes contribuyendo a los desbalances musculotendinosos cerca de las articulaciones.

Los desequilibrios mecánicos, la inestabilidad en la articulación de la rodilla, presencia de subluxaciones o anomalías del músculo cuádriceps que a su vez predisponen a una alteración en la mecánica patelar con desequilibrios de fuerza, resistencia y flexibilidad, el estrés acumulativo sobre tejidos blandos por sobre-entrenamiento y/o sobre uso de estructuras articulares, la enfermedad de Osgood-Schlatter, una meniscopatía, lesiones osteocondrales, el síndrome de la cintilla iliotibial y la aparición precoz de la fatiga son factores predisponentes para presentar la lesión de rodilla del braicista de manera más específica (Hefzollasan et al. 2014; Wanivenhaus, Fox, Chaudhury y Rodeo; Nichols, 2015 y Khodae et al. 2016).

Como parte de las alteraciones en la biomecánica del gesto deportivo que pueden predisponer a lesiones, Nichols (2015) recalca técnicas de patada caracterizadas por poca abducción de cadera con rotación y flexión plantar de tobillos o su contrario, una patada con mucha abducción de cadera, estableciendo un rango de abducción de cadera correcto de 37° a 42°. Walnivenhaus et al. (2012) respalda esta teoría y agrega la influencia de cargas de valgo repetidas, rangos aumentados de flexión de cadera y rodilla, así como aumento en la rotación tibial externa. Van Dorssen, Whiteley, Mosler, Ortega-Cebrian y Dijkstra (2015) indica que alteraciones anatómicas propias del atleta tales como rotación interna de cadera aumentada, aumento en el eje de valgo de rodillas, pies pronados y planos predisponen aún más a la incidencia y prevalencia este tipo de lesión.

Con respecto a los factores de riesgo extrínsecos, cualquier programa de entrenamiento con una excesiva carga de intensidad y duración se considera un factor de riesgo, más del 10% por semana puede predisponer al joven deportista a lesiones por sobrecarga (Micheli y Warner, 2006).

El calentamiento y los ejercicios de flexibilidad insuficientes pueden conllevar a una rápida vasoconstricción y el atleta puede sufrir de una depleción de nutrientes y afectar estructuras relativamente avasculares, además, la realización de estiramientos previos al entrenamiento de natación es de vital importancia ya que la flexibilidad es fundamental para una técnica correcta y la optimización de fuerza muscular, así como la prevención de lesiones musculoesqueléticas (Zoraida, Sanfilippo y Corina, 2015).

Se recomiendan estiramientos durante 10 a 15 minutos, manteniendo cada ejercicio durante 20 segundos, es importante considerar todos aquellos músculos que tengan algún rol en la patada de pecho ya sea directa o indirectamente en la biomecánica tales como: cuádriceps, psoas, isquiotibiales, aductores y abductores de cadera (Zoraida, Sanfilippo y Corina, 2015).

Hefzollesan et al. (2014) indican riesgo aumentado al realizar más de 2 meses de entrenamiento del estilo pecho sin descanso o combinación con otros estilos de nado, alta intensidad y volumen del entrenamiento, Di Salvo (2016) agrega la temperatura de la piscina como un factor predisponente, esta debe estar entre 25° a 28°C ya que temperaturas superiores requieren de un mayor consumo de energía y líquidos corporales, la temperatura ambiental se recomienda que sea de 2° a 8°C más que la del agua de la piscina.

El uso de implementos de entrenamiento como las manoplas o los pull boy pueden ser factores de riesgo si no son utilizados de manera correcta, además el entrenamiento de pesas que involucre ejercicios como sentadillas de carga alta predisponen a sintomatología de rodilla del bracista (Van Dorsser, et al., 2015; Zoraida, Sanfilippo y Corina, 2015).

En un estudio a nivel nacional, se considera que el principal factor de riesgo no modificable para nadadores es una edad deportiva mayor a 5 años mientras que de las modificables se menciona un volumen alto de entrenamiento y la combinación de entrenamiento de pesas más de 3 veces a la semana (González y López, 2014).

2.8 Abordaje de la Terapia Física en la rodilla del bracista

El estudio, diagnóstico y abordaje de las lesiones deportivas ha evolucionado en el campo multidisciplinar de la medicina deportiva, incluyendo la intervención de médicos, fisioterapeutas, científicos del deporte, entrenadores y toda una gama de profesionales en salud, educadores e investigadores interesados en la prevención, tratamiento y rehabilitación de las lesiones deportivas, con el fin de devolver al individuo el más alto nivel de actividad posible (Olmo, 2000). A partir de esto se explica a continuación con mayor detalle la intervención fisioterapéutica dirigida principalmente a la prevención y rehabilitación de las lesiones en deportistas.

2.8.1 Enfoque preventivo de la Terapia Física

La prevención es de suma importancia en la población atlética ya que disminuye las posibilidades de lesiones. La adecuada progresión, intensidad, frecuencia y carga del

entrenamiento son necesarias para disminuir estas posibilidades, especialmente en lesiones por sobrecarga. Los programas preventivos tienen un papel esencial en el cuidado continuo del deportista y cada vez se hace más presente la planificación del entrenamiento con programas específicos y medidas generales de prevención de lesiones, teniendo un gran impacto en el rendimiento general de los equipos temporada tras temporada (Olmo, 2000).

Bak (2010), menciona que el exceso de entrenamiento del gesto deportivo en la natación supera a los demás deportes, por lo que representa un riesgo mayor de uso excesivo y fatiga, lo que a su vez aumenta la susceptibilidad a errores técnicos. Por ello recomienda que los nadadores de altos niveles, con una carga de más de 5 sesiones de entrenamiento por semana, deben realizar ejercicios en tierra seca para prevenir los efectos del entrenamiento, en su postura corporal, estabilidad y fuerza.

De manera preventiva se debe insistir en un aprendizaje correcto de la técnica de nado, detección precoz de la fatiga, aumentos graduales en el volumen e intensidad del estilo de pecho, tomar descansos del entrenamiento de este estilo durante al menos 2 meses al año, realizar adecuados calentamientos tanto en los entrenamientos como en las competencias e intercalar el entrenamiento con otros estilos de nado que no impliquen tanta tensión en la rodilla (Bak, 2010).

Como se mencionó anteriormente, se debe enfatizar en el entrenamiento en tierras secas especialmente en el fortalecimiento de miembros inferiores y el núcleo de estabilización muscular (CORE) en equilibrio con la flexibilidad de los distintos grupos musculares de miembros inferiores, en especial de cadera y los isquiotibiales (Nichols, 2015 y Villa et al, 2005).

Sanders, Fairweather, Alcock y McCabe (2015) resaltan que si bien, algunas asimetrías pueden no afectar el rendimiento y por tanto, las intervenciones para eliminarlas pueden ser contraproducentes e interferir con el programa de entrenamiento del nadador; si las asimetrías en fuerza, flexibilidad o técnica causan una alineación deficiente y aumentan la resistencia, si se deben introducir programas tales como entrenamiento de fuerza, fisioterapia y entrenamiento técnico para corregir las asimetrías y prevenir las lesiones de manera temprana.

Kraydzhikova y Hristova (2012) concluye en su estudio de dolor anterior de rodilla en jugadoras de voleibol, que se debe prestar más atención al calentamiento y los ejercicios de

estiramiento para los músculos estáticos para evitar la aparición del dolor, los micro traumatismos y traumas más graves lo cual puede extrapolarse en deportes donde la carga mecánica en rodilla sea elevada.

2.8.2 Enfoque rehabilitador de la Terapia Física

Según Olmo (2000), el objetivo del tratamiento y rehabilitación es la restauración de la función atlética en el menor tiempo posible. La intervención en el ámbito deportivo debe estar basada en conocimientos científicos, centrados en el manejo del curso temporal del proceso inflamatorio inicial y los procesos de reparación subsecuentes, con el conocimiento de las características de cicatrización de los tejidos neuromusculares, articulares y óseos con las bases de la mecánica articular, la fisiología del ejercicio y la psicología del deportista de manera que se dé un abordaje completo, dirigido e integral de la condición del deportista.

Un plan de tratamiento para una lesión deportiva debe asemejarse a la planificación de un entrenamiento modificado de acuerdo a las características de la lesión, este plan debe incluir añadidos terapéuticos en base al conocimiento de los límites de la regeneración del tejido y debe incluir la recuperación de la fuerza, potencia y resistencia muscular, mientras que la flexibilidad y la capacidad cardiovascular se mantienen o mejoran.

Es de gran importancia que el deportista conserve el mayor número posible de componentes de la condición física a pesar de estar lesionado, el abandono total de la actividad deportiva y la sustitución de esta por media hora al día de fisioterapia no es adecuado, sin embargo, es una práctica frecuente que conlleva a una disminución del rendimiento deportivo y un mayor riesgo de reincidir en lesiones (Olmo, 2000).

En presencia de alteraciones posturales y/o de la biomecánica del gesto deportivo, estas se deben tratar como una patología en sí, más allá de presentarse como una lesión específica a nivel muscular, tendinoso u óseo ya que, el alivio de los síntomas le permitirá al deportista reintegrarse a su actividad deportiva sin dolor, pero sin la correcta alineación, pudiendo reincidir en la misma lesión o nuevas lesiones asociadas a estos desequilibrios (Di Salvo, 2016).

El manejo terapéutico a través de medios térmicos, electroterapia, hidroterapia y terapia manual, entre otras, proporcionan mejores resultados cuando su uso se orienta con objetivos claros y definidos en el plan inicial, basados en una exhaustiva evaluación y seguimiento del deportista. La aparición y el desarrollo de alternativas modernas de terapia demanda

conocimiento, evaluación y aplicación de parte del fisioterapeuta basado en criterios de evidencia científica y médica (Olmo, 2000).

La fisiopatología de rodilla del bracista responde de manera general al dolor en la zona medial y/o anterior de la rodilla, más comúnmente asociado a una lesión en el ligamento colateral medial pero también a patologías como: síndrome de dolor patelofemoral, tendinopatía rotuliana, sinovitis del compartimiento medial, síndrome de plica medial, bursitis anserina y condromalasia rotuliana, entre otras, por lo que las acciones de rehabilitación en Terapia Física deben ser dirigidas a un diagnóstico preciso y atención a los síntomas asociados y a la evolución de la patología como tal.

Reinking (2016), hace referencia al dolor anterior de rodilla desencadenado por tendinitis rotuliana. Menciona que es inapropiado basarse únicamente en el proceso inflamatorio, se debe enfatizar en la curación de la estructura lesionada y el fortalecimiento muscular para devolver al paciente a sus actividades funcionales. Inicialmente, la reducción de la carga está indicada para minimizar una mayor progresión de la patología. Sin embargo, la reducción completa tiene un efecto negativo sobre la resistencia de los tendones, por lo que esta reducción de carga puede lograrse mediante una disminución en el volumen total de entrenamiento de la actividad en lugar de descansar completamente.

La crioterapia es comúnmente usada en la clínica para tratar el dolor y la inflamación y puede ser apropiada para el uso después de una sesión de ejercicio doloroso. La crioterapia produce disminución del movimiento de la proteína desde los capilares y puede disminuir el flujo sanguíneo. Kaux et al. citado por Reinking (2016), describieron un protocolo para el tratamiento de la tendinopatía rotuliana posterior a una inyección de plasma rica en plaquetas, el protocolo incluye: crioterapia, ejercicios excéntricos submáximos, estimulación eléctrica, reentrenamiento propioceptivo y estiramiento. A pesar de que los resultados del protocolo fueron positivos, se desconoce la contribución de la crioterapia después de cada sesión.

Werner (2014) hace referencia a la intervención de múltiples etiologías referentes al dolor anterior de la rodilla y menciona que el objetivo de una intervención es la reducción del dolor y la inflamación, la mejora en el equilibrio muscular como en el balance del músculo vasto medial y lateral, el seguimiento rotuliano para la mejora de la flexibilidad y la disminución de la carga de la articulación patelofemoral.

Además, reitera el uso de la crioterapia después de los ejercicios de fisioterapia y las actividades diarias que exacerbaban los síntomas con el fin de reducir el dolor y el edema, la estimulación eléctrica transcutánea para restaurar la función muscular y mejorar el equilibrio muscular. Recomienda el entrenamiento de la flexibilidad especialmente el tensor de la fascia lata y la banda iliotibial, el cuádriceps (principalmente el recto femoral), el bíceps femoral y los gastrocnemios y en caso de sintomatología en el retínaculo lateral, puede ser tratado con deslizamiento rotuliano medial, fricción y masaje.

Para una adecuada reinserción a las actividades diarias y más aún a la práctica deportiva, se requiere que el deportista cambie sus hábitos posturales, como mantenerse en bipedestación sin genu recurvatum, por ejemplo. En caso de existir hiper movilidad rotuliana, se recomienda colocar cinta adhesiva en la rótula o utilizar un aparato ortopédico estabilizador rotuliano durante los ejercicios de fisioterapia. Sin embargo, estos dispositivos de soporte deben usarse solo temporalmente hasta que se puedan realizar ejercicios y actividades funcionales sin dolor de rodilla (Werner, 2014).

Además, en presencia de errores en la técnica, Nichols (2015), menciona que posterior a la implementación de hábitos de entrenamiento y modificaciones técnicas del gesto deportivo en la patada de estilo pecho, el nadador puede ser capaz de regresar al entrenamiento de este estilo y la competencia, sin embargo, en casos más graves puede necesitar periodos prolongados de descanso relativo del estilo pecho y terapia física. Villa et al. (2005), agrega que el reposo activo, potenciación muscular, crioterapia como primeros auxilios, ultrasonidos y TENS son implementados con frecuencia en la práctica clínica.

Debido a que la fisiopatología más común implicada en la “rodilla del bracista” es la lesión del ligamento colateral medial, Shelbourne y Freeman (2007), proponen un plan de seguimiento para esta lesión semejante a los protocolos expuestos por otros autores respecto al dolor anterior de rodilla. En la fase inicial la rehabilitación se debe centrar en reducir el dolor y la inflamación además de restaurar los rangos de movimiento completo de manera que coincidan con la rodilla opuesta, mejorar el control del músculo cuádriceps y restaurar un patrón de marcha normal.

La fase de fortalecimiento puede comenzar una vez que el atleta camina con un patrón de marcha normal, la inflamación ha disminuido y el rango de movimiento es completo y simétrico. Se puede iniciar con ejercicios de bajo impacto como bicicleta o entrenador elíptico. La fase final de rehabilitación se basa en restablecer con seguridad al deportista a

su nivel de actividad anterior. La progresión funcional está adaptada individualmente para satisfacer las necesidades del deporte, el atleta no debe continuar con el siguiente paso del programa de rehabilitación hasta que la actividad se pueda realizar sin dolor y con buena técnica (Shelbourne y Freeman, 2007).

2.9. Operacionalización de las variables

A continuación se presentan en la tabla 3 las variables del estudio y su respectiva operacionalización.

Tabla 3. Tabla de operacionalización de las variables

Objetivo Específico	Variable	Definición Conceptual	Indicadores	Instrumentos
<p>Describir las principales características clínicas y sociodemográficas de los atletas, la metodología de los entrenamientos y el análisis biomecánico de la patada en el estilo pecho del equipo competitivo de ANAHE y del CCCR San José.</p>	<p>Características clínicas y sociodemográficas</p>	<p>Atributos clínicos y sociodemográficos presentes en los atletas de manera particular según su condición de salud</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Sexo - Edad - Categoría de competición - Dominancia - Antecedentes patológicos personales - Hábitos de sueño - Historial de lesiones - Fuerza muscular - Amplitud articular 	<ul style="list-style-type: none"> - Anamnesis -Examen Manual Muscular -Medición de la amplitud articular
	<p>Metodología del entrenamiento</p>	<p>La metodología del entrenamiento deportivo es la programación del proceso de entrenamiento, su organización, control y corrección en el tiempo; con el conocimiento de las debidas nociones metodológicas, es decir, los principios de estructuración del entrenamiento y sus modelos de principios, métodos de control y de corrección del proceso de entrenamiento (Verkhoshansky, 2001).</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Años de práctica competitiva en natación - Frecuencia de entrenamiento semanal - Frecuencia de entrenamiento del estilo pecho - Cantidad de estilos de nado de especialización - Ejecución de los hábitos de entrenamiento: calentamiento, enfriamiento y estiramiento inicial y final - Cumplimiento de periodos de hidratación y descanso - Práctica de entrenamiento contra-resistencia - Práctica de otros deportes 	<ul style="list-style-type: none"> -Cuestionario individual de la práctica deportiva

				<ul style="list-style-type: none"> - Ejecución y duración de los hábitos de entrenamiento - Realización de entrenamiento en tierra - Presencia de periodos de hidratación y descanso 	- Guía observacional del entrenamiento
	Análisis biomecánico	El análisis de la biomecánica deportiva se refiere al estudio de las leyes mecánicas biológicas, las fuerzas internas y externas que actúan sobre el cuerpo humano, que permiten realizar un análisis de la técnica o gesto deportivo (Ramón, 2009).		<ul style="list-style-type: none"> - Valor absoluto de los ángulos de abducción de cadera, flexión de cadera y rodilla durante el gesto deportivo 	-Video fotogrametría
Analizar los factores de riesgo desencadenantes de dolor de rodilla en los nadadores de estilo pecho del equipo competitivo de natación de ANAHE y del CCDE San José	Factores de riesgo intrínsecos	Características personales	Factores relacionados íntimamente con las características personales del deportista (Di Salvo, 2016).	<ul style="list-style-type: none"> - Sexo - Categoría de competición - Historial de lesiones - Amplitud articular 	<ul style="list-style-type: none"> -Entrevista personal -Evaluación observacional del entrenamiento -Video fotogrametría
		Características relacionadas al deporte	Factores relacionados íntimamente con el deportista asociados a la práctica del deporte (Di Salvo, 2016).	<ul style="list-style-type: none"> - Años de práctica a nivel competitivo - Estilo de nado de especialización - Ejecución de los hábitos de entrenamiento - Valor absoluto de los ángulos de abducción de cadera, flexión de cadera y rodilla durante el gesto deportivo 	

	Factores de riesgo extrínsecos	Los factores extrínsecos, son los relacionados con el ambiente que rodean al deportista al momento de ejecutarse la actividad (Di Salvo, 2016)	<ul style="list-style-type: none"> - Frecuencia de entrenamiento semanal - Frecuencia de entrenamiento del estilo de pecho - Práctica de entrenamiento contra-resistencia - Práctica de otros deportes 	
--	--------------------------------	--	--	--

Fuente: Elaboración propia, 2019

CAPÍTULO III. Metodología

3.1 Descripción general de la estrategia metodológica

El presente estudio posee un paradigma de tipo positivista con un enfoque predominantemente cuantitativo, el diseño es no experimental de tipo observacional y descriptivo con un alcance correlacional, la investigación se llevó a cabo de manera transversal en el periodo de agosto del 2018 a marzo del 2019 con los equipos de natación de la Asociación de Natación de Heredia y del Comité Cantonal de Deportes y Recreación de San José. Los datos se recolectaron por medio de entrevistas personales a los integrantes de los equipos de natación, se les aplicó una evaluación de la fuerza muscular y de la amplitud articular. Además, se realizó una evaluación observacional de los entrenamientos y finalmente la evaluación biomecánica del gesto deportivo mediante la video fotogrametría. Para el análisis de los datos, se aplicó inicialmente un análisis descriptivo y el posterior análisis multivariado de regresión logística en respuesta al alcance correlacional de la investigación.

A continuación, se explican los detalles de la metodología del estudio:

3.2 Definición del tipo de estudio

El enfoque de esta investigación es predominantemente cuantitativo ya que se planteó un problema de estudio delimitado y concreto, los datos se representan mediante números y se analizaron estadísticamente. Además, se siguió un proceso controlado y ordenado en etapas donde se procuró el máximo control del error y los sesgos con el fin de obtener información generalizable a otras poblaciones semejantes con los debidos criterios de validez y confiabilidad (Hernández, Fernández y Baptista, 2010).

El diseño del estudio es no experimental de manera que se observa el fenómeno como tal y como se desarrolla en su contexto actual, para después analizarlo. No se construyó una situación, sino que se observaron situaciones ya existentes tales como el tipo de entrenamiento y los factores de riesgo intrínsecos y extrínsecos ya presentes en la muestra. Se llevó a cabo como una investigación transversal donde la recolección de datos se dio en un solo momento, en un tiempo único (Cortés y Iglesias, 2004).

Esta investigación se planteó como un estudio observacional, descriptivo y correlacional ya que en primera instancia se especificaron las características de personas o grupos

implicados que se sometieron al análisis, es decir, que se midieron, evaluaron y recolectaron los datos sobre diversos conceptos o variables que componen el fenómeno a investigar, en este caso, el fenómeno es la lesión de rodilla del bracista. Además, como parte de un estudio correlacional se asociaron las variables recolectadas y estudiadas anteriormente con el propósito de conocer la relación que existe entre dos o más variables. Se midió y analizó la correlación entre dichas variables (Hernández, Fernández y Baptista, 2010).

3.3 Validez interna

La validez interna se relaciona con la calidad de la investigación y se logra cuando hay control de las variables dependientes e independientes, cuando las mediciones son confiables y válidas, y cuando el análisis es el adecuado para el tipo de datos que se manejan. Incluye el control de sesgos de información y sesgos de confusión (Hernández, Fernández y Baptista, 2010).

Con respecto al sesgo de información, se realizaron entrevistas con preguntas de tipo cerradas donde la información recolectada tanto de manera directa como observacional fue acorde a lo encontrado en la revisión bibliográfica. Los instrumentos fueron aplicados por una única investigadora, además, la toma de datos personales se considera exenta de sesgos de memoria al ser datos básicos de los participantes, sin embargo, en datos tales como el historial de lesiones puede presentarse este tipo de sesgo.

El sesgo de confusión se minimizó analizando otros factores de riesgo diferentes a la biomecánica del gesto deportivo y los hábitos de entrenamiento sobre la prevalencia del dolor de rodilla, de manera que su influencia sea medida y analizada al relacionar el efecto de cada una de estas posibles variables confusoras mediante el análisis de regresión logística.

En cuanto al sesgo de selección de la población, se considera que no aplica en este estudio ya que se tomó la totalidad de la población de la Asociación de Natación de Heredia y el Comité Cantonal de Deportes y Recreación de San José, los cuales se encuentran en diversos niveles por edades. A pesar de esto, la muestra no es representativa de la totalidad de nadadores competitivos a nivel nacional.

3.4 Validez externa

La validez externa se refiere a que tan generalizables son los resultados de situaciones no experimentales, así como a otros participantes o poblaciones (Hernández, Fernández y Baptista, 2010).

Debido a que no se cuenta con un listado oficial de los nadadores a nivel nacional o equipos de natación, no se conoce el porcentaje total de nadadores en el país. Se tomó la totalidad de la población de la Asociación de Natación de Heredia y del Comité Cantonal de Deportes y Recreación de San José, que se encuentran en diversas categorías de competición clasificadas por edades, sin embargo, esta muestra no representa una fracción estadística de la población de nadadores nacionales. A pesar de esto, los resultados podrían ser reproducidos en poblaciones en condiciones semejantes a estas.

Los resultados y recomendaciones de la investigación pueden ser fuente de información para profesionales en salud y deporte interesados en el tema ya que brinda datos relevantes de factores de riesgo intrínsecos y extrínsecos para la disciplina de la natación, específicamente en lesiones como la rodilla del bracista en nadadores del estilo pecho particularmente.

Se considera de importancia la utilización de recursos de análisis biomecánico como la video fotogrametría para futuras investigaciones así, como su aplicación en el diario ejercicio profesional en salud y deporte.

3.5 Hipótesis general de la investigación

Existe relación entre el dolor de rodilla en nadadores de estilo pecho con los hábitos de entrenamiento y la biomecánica del gesto deportivo en los atletas del equipo de competición de la Asociación de Natación de Heredia y del Comité Cantonal de Deportes y Recreación de San José.

3.6 Espacio y tiempo

El espacio de esta investigación tuvo lugar en a las instalaciones del Palacio de los Deportes en Heredia y la piscina Silvia Poll en Plaza Víquez, donde entrenan los equipos de natación incluidos en el estudio.

La investigación se llevó a cabo en el periodo de agosto del 2018 a marzo del 2019, ya que como se mencionó anteriormente es un estudio de tipo transversal.

3.7 Población de interés

La población de estudio son los y las integrantes de los equipos competitivos de la Asociación de Natación de Heredia y del Comité Cantonal de Deportes y Recreación de San José. Estos se clasifican por categorías divididas por edades en: categoría infantil B (11 a 12 años), categoría juvenil A (13 a 14 años), categoría juvenil B (15 a 17 años) y categoría seniors (mayores de 18 años).

3.7.1 Criterios de inclusión

- Atletas que practican de manera competitiva la disciplina de natación.
- Atletas que practican el estilo de pecho y compitan en este estilo al menos 1 vez al año.
- Atletas que cumplan con al menos 2 meses de entrenamiento a nivel competitivo en las categorías de infantil B, juvenil A, juvenil B o seniors
- Atletas que al momento del estudio cumplan con el previo llenado del consentimiento informado

3.7.2 Criterios de exclusión

El estudio no presenta criterios de exclusión ya que se incluirá a toda la población del ANAHE y del CCDR San José que cumpla con los criterios de inclusión especificados en el apartado anterior.

3.8 Procedimientos de recolección de datos.

Inicialmente se realizó una búsqueda bibliográfica acerca del tema, con el fin de establecer una base teórica para el desarrollo de la investigación, dentro de las bases de datos consultadas se encuentran: Ebsco, OVID, PubMed, ClinicalKey y SciELO principalmente.

Para el primer objetivo, describir las principales características clínicas y sociodemográficas de los atletas, la metodología de los entrenamientos y el análisis biomecánico de la patada en el estilo pecho, las técnicas de recolección utilizadas fueron: el registro de la información personal de los y las participantes de manera individual a través de una anamnesis que incluye los datos personales, así como el historial de lesiones. Además, se les aplicó la escala de Daniels-Worthingham la cual valora de manera cuantitativa (escala numérica del 0-5) la fuerza muscular de miembros inferiores. Para la valoración de la amplitud articular de

miembros inferiores se midió mediante la técnica de goniometría, la medida tomada en cuenta para el análisis fue la mejor de dos intentos.

La información respectiva a la metodología de los entrenamientos se recolectó mediante un cuestionario individual acerca de los hábitos de entrenamiento y una evaluación observacional del entrenamiento guiada por medio de una guía observacional, la cual se aplicó en dos entrenamientos por cada equipo (Ver anexo 6 y 7).

En cuanto al análisis biomecánico del gesto deportivo, se realizó mediante video fotogrametría. La grabación se llevó a cabo con una cámara subacuática (GoPro) con una capacidad para generar 30 fps (fotogramas por segundo) a una distancia de 20cm desde la superficie; y con una cámara convencional por fuera del agua. El recorrido fue de 25m y se realizaron cuatro grabaciones del nado en estilo pecho por participante.

3.8.1 Prueba de los instrumentos

El instrumento "*Guía observacional del entrenamiento*" (ver anexo 7) se probó con el equipo de natación de la Universidad de Costa Rica, el día 21 de noviembre del 2017 en las instalaciones de la Unidad de Programas Deportivos de la UCR. El entrenamiento tuvo una duración de 2 horas y a partir de este se realizaron correcciones a dicho instrumento en cuanto al orden de los apartados y la modificación de preguntas abiertas a preguntas cerradas.

3.9 Procedimientos y técnicas de análisis de datos

Los datos recolectados para el primer objetivo de investigación, entre ellos las características clínicas y sociodemográficas de los y las participantes, así como la metodología de los entrenamientos y la biomecánica de la patada en el estilo pecho, fueron organizados en una base de datos mediante el programa Excel 2016 y se aplicó un análisis descriptivo en medidas de tendencia central tales como la media aritmética y la mediana, además de medidas de dispersión como la desviación estándar.

Posteriormente, para el segundo objetivo de investigación, analizar los factores de riesgo desencadenantes de dolor de rodilla, se realizó un análisis inferencial mediante el cálculo de correlaciones y análisis de riesgo simple entre variables determinadas con el fin de analizar el efecto e impacto de estas sobre el dolor de rodilla, además se realizó un análisis multivariado de regresión logística que permitió establecer la relación de otras variables

como factores de riesgo, de manera que se estima el valor medio de las variables dependientes y predecir valores basados en la información de las variables independientes, esto mediante el programa estadístico SPSS 24.

Además, el análisis de los videos se realizó por medio del Software Kinovea 0.7.10 (Licencia GNU versión 2), determinando el valor absoluto de los ángulos de abducción de cadera, flexión de cadera y rodilla durante el gesto deportivo a tomar en cuenta para el análisis descriptivo e inferencial mencionado anteriormente.

Los resultados de la investigación se presentan de manera tabular y gráfica principalmente a través de tablas, diagramas de barras y diagramas de líneas.

3.10 Consideraciones éticas

El presente estudio con lleva implicaciones éticas que se tomaron en cuenta para el desarrollo de la investigación, entre ellas:

-Principio de autonomía: Es reconocido como el derecho de las personas a tomar decisiones según su criterio con independencia y libertad. Para esto, se le entregó a cada participante un consentimiento informado mediante el cual, aquellos mayores de edad aceptaron con su firma y aquellos menores de edad, además de su consentimiento personal, fue firmado por un padre o encargado. Mediante este instrumento, se establece que los atletas tienen la libertad de decidir participar en el estudio luego de haber recibido la información pertinente acerca de los procedimientos de la investigación. Además, tienen la libertad de decidir no continuar con el estudio en el momento que así lo quieran.

-Principio de privacidad: Se refiere al derecho que tienen las personas a que su información sea resguardada y no se comprometa su privacidad. En este estudio la recolección y análisis de la información fue de carácter estrictamente confidencial, se le asignó un código a cada participante de manera que no se utilizaron indicadores directos. Durante la recolección de datos no se permitió el acceso de terceros a dicha información, además, los resultados finales mantuvieron siempre el anonimato.

-Principio no maleficencia: Es el derecho de los participantes a conocer los riesgos que la investigación implica y de ser protegidos ante estos riesgos en la medida de lo posible. La presente investigación fue de tipo observacional por lo que el riesgo para los participantes es

mínimo, únicamente se realizaron tomas de medidas tales como fuerza muscular y goniometría que no representaron un riesgo para los atletas.

-Principio de beneficencia: Es el derecho de los sujetos a recibir los beneficios resultantes del estudio en el cual participaron, por lo que, el programa fisioterapéutico de manejo del dolor resultante de esta investigación se hará extensivo a todos los participantes y beneficiará a aquellos que presenten la patología de rodilla del bracista o síntomas de esta. Además, la información servirá como medida preventiva ante los factores de riesgo detectados.

3.10.1 Tipo de revisión que requirió el estudio ante el Comité Ético Científico, según el equipo investigador

La presente investigación fue aprobada bajo el estatus de expedita ante el Comité Ético Científico de la Universidad de Costa Rica. A pesar de que la investigación incluye seres humanos, el riesgo para estos es mínimo, no presenta un riesgo mayor al que se expone una persona al realizar ejercicios físicos cotidianos. Además, presenta características de una investigación biomédica de tipo observacional.

CAPÍTULO IV. Análisis de resultados

En este capítulo se presentan los datos recolectados a partir de las observaciones y evaluaciones realizadas a los equipos del ANAHE y del CCDR, San José en el periodo de agosto del 2018 a marzo del 2019. El primer apartado corresponde al análisis descriptivo de la población donde se mencionan los hallazgos obtenidos de las variables evaluadas tales como características clínicas y sociodemográficas (sexo, edad, categoría de competición, dominancia, antecedentes patológicos personales, hábitos de sueño, historial de lesiones, fuerza muscular y amplitud articular), metodología del entrenamiento (cantidad de estilos de nado de especialización, frecuencia de entrenamiento semanal, práctica de entrenamiento contra-resistencia, práctica de otros deportes, cumplimiento de los hábitos de entrenamiento, presencia de periodos de descanso e hidratación,) y análisis biomecánico (valor absoluto de los ángulos de abducción de cadera, flexión de cadera y rodilla durante el gesto deportivo).

En el segundo apartado se muestra el análisis de riesgo simple y múltiple en donde se evidencia la correlación entre las lesiones de rodilla y la práctica de estilo pecho con los factores de riesgo. Los datos se presentan en figuras y tablas anexadas al documento.

4.1 Descripción de la población

En este apartado se muestra la caracterización de la población de estudio. La información fue recolectada mediante una anamnesis la cual incluyó datos personales e historial de lesiones, un instrumento de valoración de la fuerza muscular y la valoración de la amplitud articular. Además, se aplicó una entrevista individual acerca de la práctica deportiva y los hábitos de entrenamiento y una guía observacional del entrenamiento.

4.1.1 Características clínicas y sociodemográficas

En este estudio participaron un total de 37 atletas de los cuales 16 pertenecen al equipo del CCDR, SJ y 21 al equipo de ANAHE. Del total de participantes, el 51,35% corresponden al sexo masculino mientras que el 48,65% al sexo femenino, la diferencia entre hombres y mujeres fue de 1 sujeto. La media de edad fue de 15 años con una desviación estándar de 2,14. El valor mínimo fue de 12 años y el máximo de 20 años. La clasificación por categoría de competición se muestra en la siguiente figura:

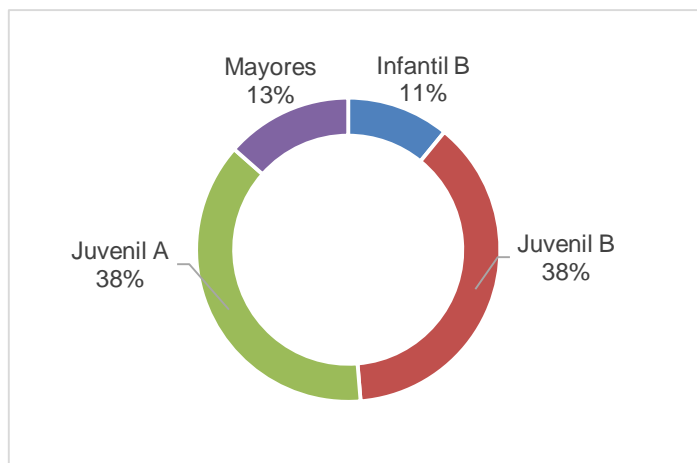


Figura 5. Clasificación de los atletas del CCDR, SJ y ANAHE según la categoría de competición. Fuente: Elaboración propia a partir de resultados obtenidos, 2019

La mayoría de los participantes compiten en las categorías de Juvenil A y Juvenil B, específicamente 14 atletas por categoría lo que corresponde a edades entre los 13 y 17 años.

Por otro lado, la mayoría de los atletas indicaron como su lado dominante el lado derecho en un 89,2% mientras que el 8,1% indicó el lado izquierdo y el 2,7% indicó ser bi-diestro siendo este solo 1 de los atletas entrevistados. En cuanto a los antecedentes patológicos personales, el 64,9% refiere no padecer de ninguna afectación al momento mientras que restante 35,1% indicaron padecer en su mayoría de asma (7 de 13), rinitis (4 de 13) y cardiopatías entre ellas arritmia cardiaca y un soplo (2 de 13).

Como parte de los hábitos de sueño, el 64,86% indicaron dormir de 7 a 8 horas diarias, el 29,73% de 5 a 6 horas diarias, únicamente un participante indicó dormir menos de 5 horas y otro de 9 a 10 horas correspondiente a un 2,70% cada uno.

- Historial de lesiones

Como parte de la anamnesis se indagó acerca de las lesiones sufridas anteriormente por los nadadores incluyendo el momento de la lesión, su localización general y específica, el tejido lesionado, el tipo de lesión, el mecanismo de lesión, así como el tipo de tratamiento recibido.



Figura 6. Cantidad de atletas del CCDR, SJ y ANAHE que han sufrido lesiones anteriormente. Fuente: Elaboración propia a partir de resultados obtenidos, 2019

Como se muestra en la figura 6, la mayoría de los atletas refiere haber tenido una o más lesiones mientras que el 8,1%, correspondiente a 3 atletas indicaron nunca haber sufrido alguna lesión. La media de lesiones por atleta fue de 1,81 lesiones con una desviación estándar de 1,15, siendo un total de 67 lesiones donde el máximo fue de 4 lesiones por persona.

El momento de la lesión se especifica en la tabla 4, la más frecuente fue durante los entrenamientos de natación seguido por la clasificación descrita como “otros momentos” dentro de las que se mencionan las caídas durante carrera y bajando escaleras, deportes como fútbol, basket, taekwondo, patinaje en hielo y telas aéreas. Con respecto a los participantes que mencionaron lesiones específicas en rodilla se obtiene que el 66,67% indicó que la molestia ocurría durante los entrenamientos y el 33,33% en otros momentos. Según Villa et al, (2005) la aparición del dolor de rodilla ocurre frecuentemente durante el entrenamiento en un 92,2% sin embargo hay reportes de la aparición del dolor en reposo, durante y después del calentamiento, así como una vez iniciado específicamente el estilo de nado de pecho lo cual se relaciona a la aparición de la lesión de la rodilla del bracista.

Tabla 4. Frecuencia absoluta y relativa del momento de lesión de los atletas del CCDR, SJ y ANAHE del estudio

Momento de la lesión	Valor absoluto	Valor relativo
Durante los entrenamientos	50	74,62%
Durante competencia	2	2,99%
Otros momentos	15	22,39%
Total	67	100,00%

Fuente: Elaboración propia a partir de resultados obtenidos, 2019

La localización más frecuente de lesión fue en miembros superiores seguido de miembros inferiores. La estructura de mayor afectación fue el hombro seguida de la rodilla y en tercer lugar el muslo, tobillo y zona cervical en igual porcentaje como se especifica en las tablas 5 y 6. La distribución de las lesiones concuerda con estudios tales como el de Nichols (2015), el cual expone el hombro como la articulación de mayor riesgo de lesión seguido de la rodilla debido al movimiento cíclico del gesto deportivo, además de la musculatura en aductores, columna vertebral lumbar y cervical.

Tabla 5. Valor absoluto y relativo de la localización más frecuente de lesión presentada por los nadadores del equipo del CCDR, SJ y el ANAHE

Localización más frecuente de lesión	Valor absoluto	Valor relativo
Miembros superiores	31	46,27%
Miembros inferiores	26	38,80%
Tronco y cuello	10	14,93%
Total	67	100%

Fuente: Elaboración propia a partir de resultados obtenidos, 2019

Tabla 6. Valor absoluto y relativo del tipo de lesión presentadas por los nadadores del equipo del CCDR, SJ y el ANAHE

Estructura lesionada	Valor absoluto	Valor relativo
Hombro	25	37,31%
Rodilla	12	17,91%
Muslo	6	8,95%
Tobillo	6	8,95%
Zona cervical	6	8,95%
Mano	3	4,47%
Codo	2	2,98%
Zona dorsal	2	2,98%
Muñeca	1	1,50%
Pierna	1	1,50%
Zona lumbar	1	1,50%
Clavícula	1	1,50%
Ortejos	1	1,50%
Total	67	100,00%

Fuente: Elaboración propia a partir de resultados obtenidos, 2019

El tejido lesionado más común, como se puede observar en la tabla 7, fue el músculo seguido del ligamento y los componentes articulares, principalmente la bursa y el cartílago

articular. En la tabla 8 se especifica el tejido lesionado en aquellos que reportaron una lesión de rodilla, en este caso la mayoría indicaron el componente articular seguido por el ligamento. La etiología de la rodilla del bracista es variada, pero se relaciona en mayor medida a la inflamación del ligamento colateral interno, sin embargo según Bailón (2014) y Nichols (2015) la zona principal de dolor en estos deportistas es en la región articular antero-interna y puede deberse también a la irritación de la cápsula articular, la membrana sinovial, sinovitis del compartimento medial o bursitis anserina lo cual concuerda con las lesiones reportadas por los participantes en esta investigación.

Además de esto, el 25% de los participantes con lesiones en rodilla desconocen el tejido lesionado, lo cual es también relevante ya que el desconocimiento de su diagnóstico hace más complejo su tratamiento y por tanto más frecuente la reaparición de dolor en esta articulación.

Tabla 7. Valor absoluto y relativo del tejido lesionado presentado por los nadadores del equipo del CCDR, SJ y el ANAHE

Tejido lesionado	Valor absoluto	Valor relativo
Músculo	18	26,87%
Ligamento	17	25,37%
Componente articular	10	14,93%
Tendón	8	11,94%
Hueso	5	7,46%
Desconoce	9	13,43%
Total	67	100,00%

Fuente: Elaboración propia a partir de resultados obtenidos, 2019

Tabla 8. Valor absoluto y relativo del tejido lesionado en las lesiones de rodilla reportadas por los nadadores del equipo del CCDR, SJ y el ANAHE

Tejido lesionado	Valor absoluto	Valor relativo
Músculo	0	0%
Ligamento	3	25,00%
Tendón	2	16,67%
Hueso	0	0%
Componente articular	4	33,33%
Desconoce	3	25,00%
Total	12	100%

Fuente: Elaboración propia a partir de resultados obtenidos, 2019

Como se muestra en la tabla 9, con respecto al tipo de lesión, el 17,91% indican no saber con exactitud el tipo de lesión que han sufrido o que sufren actualmente a pesar de haber recibido atención en el servicio de Terapia Física de cada Comité. Sin embargo, de los participantes que tienen conocimiento del tipo de lesión, en su mayoría refieren haber sufrido contracturas musculares en la zona cervical, dorsal y lumbar; seguido de bursitis en el hombro y rodilla; y en tercer lugar los esguinces en tobillo y rodilla. De igual forma fueron frecuentes las tendinosis y los desgarres musculares

Tabla 9. Valor absoluto y relativo del tipo de lesión presentadas por los nadadores del equipo del CCDR, SJ y el ANAHE

Tipo de lesión	Valor absoluto	Valor relativo
Desconocido	12	17,91%
Contractura muscular	10	14,92%
Bursitis	9	13,43%
Esguince	8	11,94%
Tendinitis	8	11,94%
Desgarre muscular	6	8,95%
Distensión ligamentosa	5	7,46%
Subluxación	4	5,97%
Fractura	3	4,48%
Fisura	1	1,50%
Luxación	1	1,50%
Total	67	100%

Fuente: Elaboración propia a partir de resultados obtenidos, 2019

Como se puede observar en la tabla 10, el mecanismo de lesión más frecuente fue el sobre uso seguido de traumatismo de contacto, traumatismo sin contacto y otros mecanismos tales como mala técnica realizando desplantes, correspondiente a 1 atleta. Estos resultados concuerdan con los hallazgos de Mountjoy, et al (2010) donde reportan la principal causa de lesión el sobre uso en un 37,5% dejando en evidencia el estrés al cual se someten las articulaciones en un deporte donde el gesto deportivo se repite de manera tan cíclica como en la natación.

Tabla 10. Valor absoluto y relativo del mecanismo de lesión presentado por los nadadores del equipo del CCDR, SJ y el ANAHE

Mecanismo de lesión	Valor absoluto	Valor relativo
Sobre uso	48	71,64%
Traumatismo de contacto	10	14,93%
Traumatismo sin contacto	8	11,94%
Otros	1	1,49%
Total	67	100%

Fuente: Elaboración propia a partir de resultados obtenidos, 2019

Como se muestra en la tabla 11, del total de participantes que indicaron sufrir lesiones anteriormente refieren que en su mayoría recibieron tratamiento fisioterapéutico, únicamente 2 de los participantes no recibieron ningún tratamiento a sus lesiones. Ambos equipos tienen acceso a las consultas de Terapia Física que les ofrece cada Comité Cantonal lo cual representa una gran ventaja para los atletas en el tratamiento de sus lesiones y aún más para la prevención de recidivas de la lesión o aparición de nuevas molestias que afecten con el rendimiento deportivo.

Tabla 11. Valor absoluto y relativo del tipo de tratamiento recibido por los nadadores del equipo del CCDR, SJ y el ANAHE

Tipo de tratamiento	Valor absoluto	Valor relativo
Médico	6	15,38%
Farmacológico	2	5,13%
Fisioterapéutico	29	74,36%
Ninguno	2	5,13%

Fuente: Elaboración propia a partir de resultados obtenidos, 2019

- Fuerza muscular

La evaluación de la fuerza muscular se realizó a partir del examen manual muscular según la escala propuesta por Daniels y Worthingham, la cual valora la fuerza de manera cuantitativa en una escala numérica del 0 al 5. La calificación de 5 implica la capacidad para ejecutar un movimiento completo o de mantener una posición límite contra la máxima resistencia aplicada por la examinadora. La calificación 4 implica que el grupo muscular es capaz de ejecutar un movimiento completo contra la fuerza de gravedad y puede tolerar una resistencia fuerte sin modificar su postura para la exploración. La calificación de 3 representa que el grupo muscular puede ejecutar el movimiento, pero una resistencia adicional por mínima que esta sea impide el movimiento (Hislop & Montgomery, 2014).

Se encontró que el 100% de los atletas evaluados poseen fuerza muscular conservada en miembros inferiores es decir que la calificación para cada uno de los músculos de manera bilateral fue de más de 3. Incluso se encontró que únicamente un sujeto obtuvo una calificación de 3 para los músculos isquiotibiales y de manera independiente el músculo bíceps femoral y los músculos semitendinoso y semimembranoso debido a dolor en la rodilla al momento de la evaluación por una lesión reciente en esta articulación. Los demás participantes obtuvieron calificaciones de 4 y 5 de manera generalizada en miembros inferiores, estos datos se reflejan en el anexo 8, tablas 37 y 38.

Al encontrarse la fuerza muscular conservada y no hallar desequilibrios musculares en miembros inferiores evidentes en los participantes del estudio, la variable de fuerza muscular tiene un alcance descriptivo por lo que no se incluye dentro del análisis de riesgo.

- Amplitud articular

La valoración de la amplitud articular se realizó mediante la goniometría de los movimientos de las articulaciones de miembros inferiores incluyendo cadera, rodilla y tobillo de manera bilateral. Se estableció el rango normal de cada articulación en base al libro de Taboadela (2007). En la figura 7 y 8 se muestra el porcentaje de participantes que obtuvieron una calificación dentro del rango normal, menor al rango normal y mayor al rango normal por movimiento articular de lado izquierdo y lado derecho.

De los 11 movimientos evaluados se obtiene que, la flexión de cadera con extensión de rodilla, extensión de cadera, aducción de cadera, extensión de rodilla y flexión plantar de tobillo se encuentran dentro del rango normal para la mayoría de los participantes. El único movimiento que mostró ser mayor al rango de movimiento normal para la mayoría de los atletas evaluados fue el de abducción de cadera con una media de 50,5° el lado izquierdo y 52,3° el lado derecho en comparación al estándar de 45°. La desviación estándar para el lado izquierdo fue de 11,16 y para el lado derecho fue de 11,21.

Es importante resaltar que los movimientos en los cuales la media de la población se encuentra en los rangos de amplitud menor al normal son: flexión de cadera con la rodilla en flexión, rotación interna y externa de cadera, flexión de rodilla y dorsiflexión de tobillo ya que se debe dar énfasis al entrenamiento de la flexibilidad de estos grupos musculares específicos con el fin de prevenir una lesión desencadenada por la limitada movilidad articular.

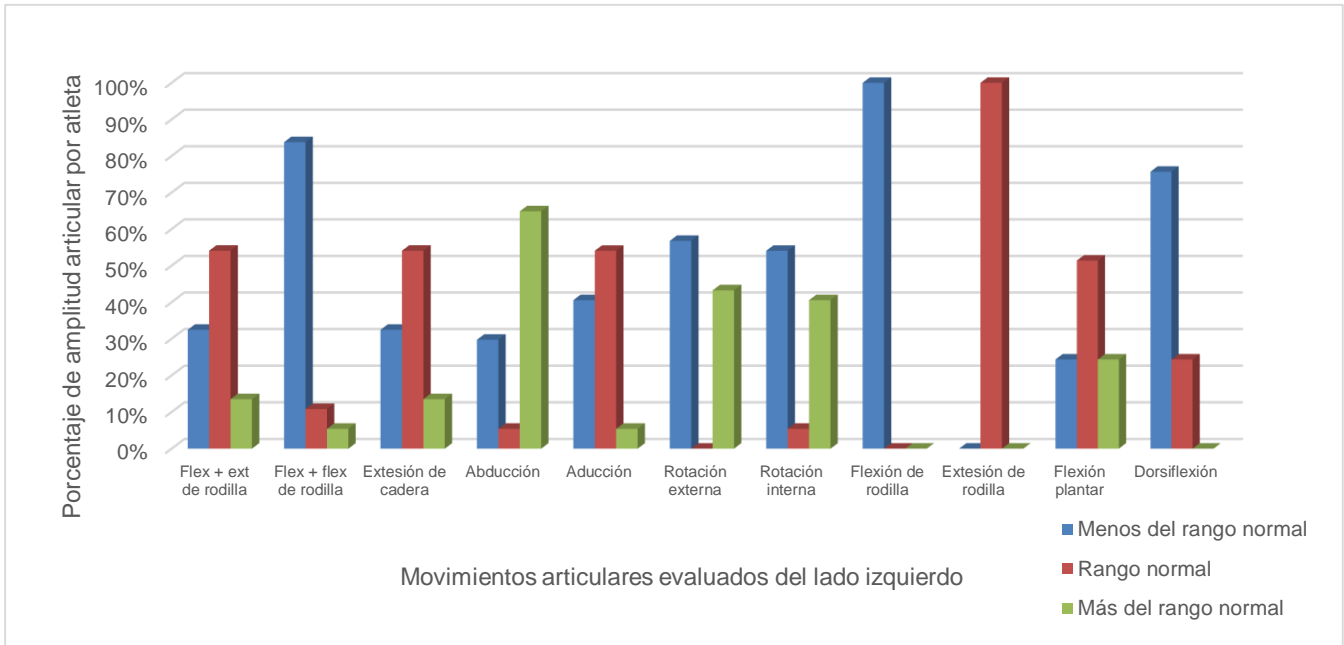


Figura 7. Porcentaje de amplitud articular de los movimientos evaluados del lado izquierdo. Fuente: Elaboración propia a partir de resultados obtenidos, 2019

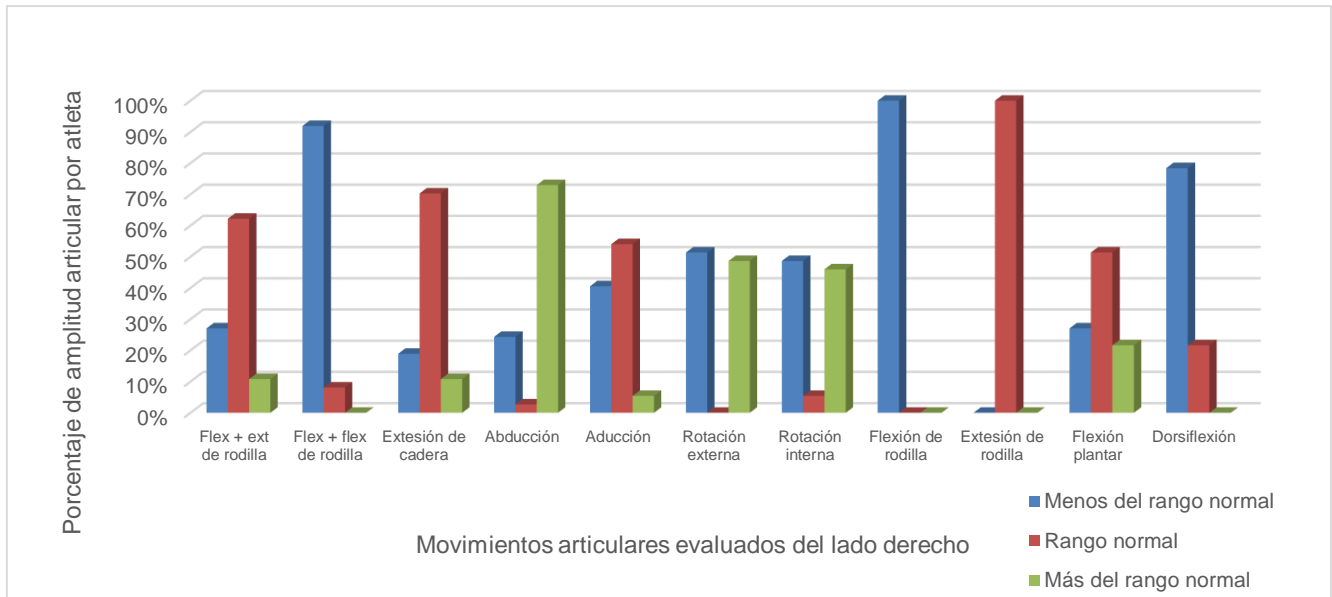


Figura 8. Porcentaje de amplitud articular de los movimientos evaluados del lado derecho. Fuente: Elaboración propia a partir de resultados obtenidos, 2019

4.1.2 Metodología del entrenamiento

A partir de la entrevista realizada a cada uno de los participantes se encontró que la media de años de practicar natación de manera competitiva es de 6,5 años para ambos equipos con una desviación estándar de 2,88. Los atletas del ANAHE tienen una media ligeramente mayor siendo esta de 7 años, en comparación con el CCDR, SJ con 5,7 años. En la figura 9 se muestra la frecuencia de los entrenamientos semanales de ambos equipos:

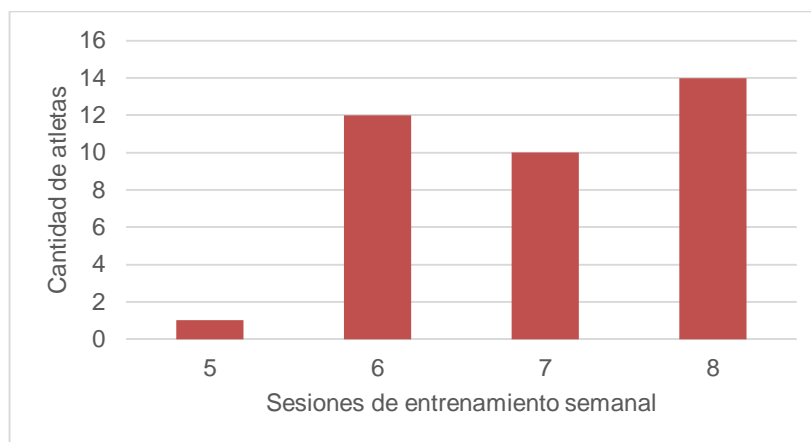


Figura 9. Horas de entrenamiento semanal por atleta. Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados obtenidos, 2019

Como se observa en la figura 9, la mayoría de participantes entrenan 8 sesiones semanales en un porcentaje de 37,84%, estos atletas asisten a 2 entrenamientos por la mañana y 6 entrenamientos por la tarde con 1 día de descanso por semana. Uno de los atletas mencionó entrenar únicamente 5 sesiones semanales correspondientes a los entrenamientos por la tarde, siendo este el de menor carga de entrenamiento semanal.

La duración de los entrenamientos es de 2 a 3 horas, cada entrenamiento del equipo del CCDR, SJ tiene una duración de 2 horas mientras que el equipo del ANAHE entrena 2 horas por la mañana y 3 horas por la tarde. De esta manera, se calcula que las horas de entrenamiento semanales de los atletas del equipo del CCDR, SJ es de 13 horas semanales en promedio y para el equipo del ANAHE es de aproximadamente 21 horas semanales. En la siguiente figura se muestra la cantidad de horas de entrenamiento semanal para ambos equipos.

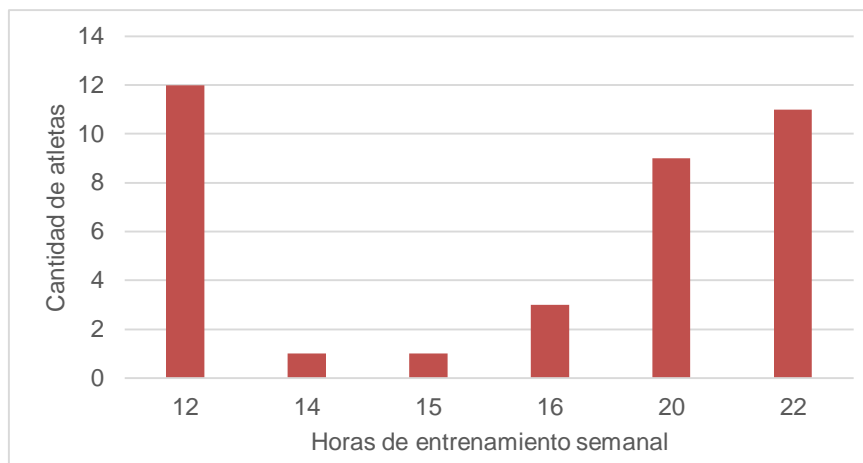


Figura 10. Horas de entrenamiento semanal de los atletas del CCDR, SJ y ANAHE. Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados obtenidos, 2019

Según los resultados mostrados anteriormente se observa que la mayoría de los atletas entrenan 12 horas semanales, específicamente el 32,43% de los atletas seguido por 22 horas semanales el 29,73%, aquellos que entrenan 14 y 15 horas semanales corresponden a un 2,70% cada uno representando a 1 participante por casilla.

Se indagó acerca de la frecuencia de entrenamiento semanal específico del estilo de pecho ante lo que se encontró que el 100% de los participantes practican este estilo al menos en 1 sesión semanal y como máximo 8 sesiones semanales. La media fue de 4,4 sesiones a la semana tomando en cuenta todos los participantes del estudio y para los que se especializan en este estilo la media fue de 5,56 sesiones semanales.

En relación con los estilos de nado en los que se especializan los atletas del estudio se encontró que el 100% de los participantes nadan regularmente los 4 estilos, sin embargo, como se muestra en la tabla 11, el 70,27% de ellos se especializa en 1 estilo de nado específico, mayormente en el estilo pecho seguido del estilo mariposa. Además, el 27,03% se especializan en 2 estilos en el que predomina la combinación de libre + mariposa. Únicamente 1 de los participantes indicó especializarse en el estilo combinado individual el cual incluye los 4 estilos en el orden de: mariposa, dorso, pecho y libre según el reglamento FINA 2017-2021 (Fédération Internationale de Natation , 2017).

Tabla 12. Valor absoluto y relativo de los estilos de especialización de los nadadores del equipo del CCDR, SJ y ANAHE.

Estilos de especialización	Valor absoluto	Valor relativo
Libre	2	5,40%
Dorso	4	10,81%
Pecho	14	37,84%
Mariposa	6	16,22%
Libre + dorso	0	0%
Libre + pecho	0	0%
Libre + mariposa	5	13,52%
Dorso + pecho	1	2,70%
Dorso + mariposa	3	8,11%
Pecho + mariposa	1	2,70%
Combinado	1	2,70%
Total	37	100%

Fuente: Elaboración propia a partir de resultados obtenidos, 2019

Con respecto a los hábitos de entrenamiento, el 35,13% de los participantes indicaron que realizan calentamiento, estiramiento inicial, enfriamiento y estiramiento final, el restante 64,87% indica realizar solo algunas de ellas. Por otro lado, como se muestra en la figura 12 el calentamiento se realiza en mayor frecuencia por los atletas en un 78,37% del total de participantes seguido del estiramiento final en un 72,97%. Únicamente 2 participantes indicaron no realizar ninguno de los hábitos de entrenamiento.

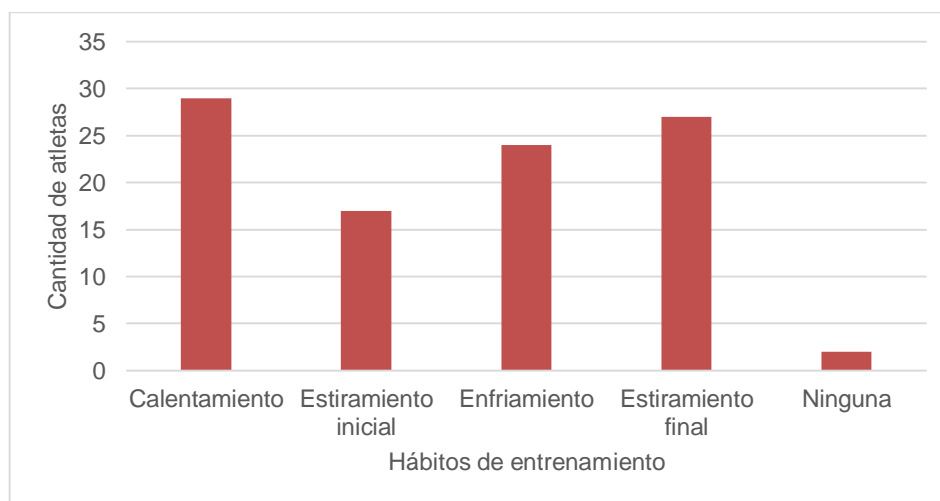


Figura 11. Cantidad de atletas que llevan a cabo los hábitos de entrenamiento. Fuente: Elaboración propia a partir de resultados obtenidos, 2019

El 100% de la muestra refiere hidratarse durante los entrenamientos con una media de 6 veces por entrenamiento con una desviación estándar de 6,10 ya que el valor mínimo es de 1 y el máximo es de 30 veces por entrenamiento. En relación con los periodos de descanso el 78,38% indica realizar estas pausas durante los entrenamientos, mientras que el 21,62% refiere no realizar ningún descanso durante la práctica deportiva.

En la figura 12 se muestra la cantidad de participantes que además de la práctica de natación realizan entrenamiento contra resistencia o algún otro deporte. El 24,32% realiza ejercicios de contra resistencia o pesas, con una media de 4,72 horas semanales y una desviación estándar de 3,21. Mientras que el 8,10% realizan otros deportes tales como remo, baloncesto y clases de spinning, con una media de 1,78 horas semanales y una desviación estándar de 0,38.

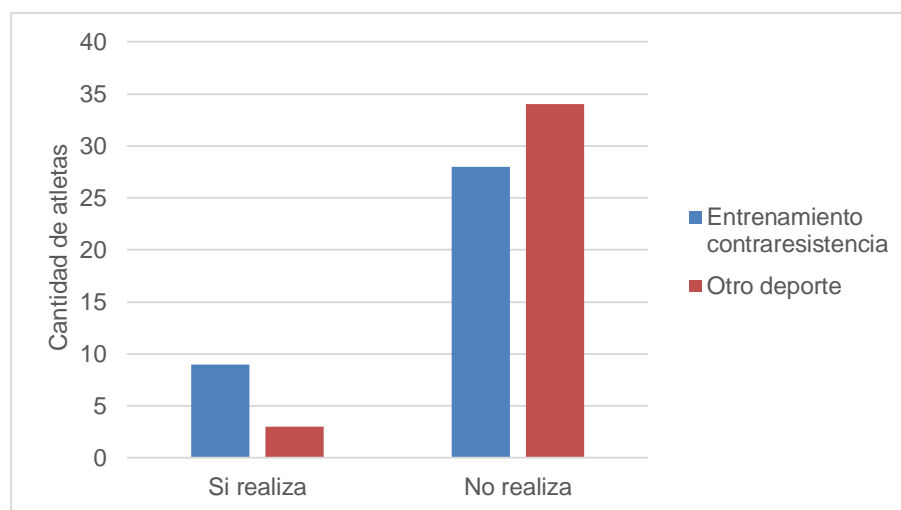


Figura 12. Cantidad de atletas que realizan entrenamiento de contra resistencia y otros deportes. Fuente: Elaboración propia a partir de resultados obtenidos, 2019

- Observación de los entrenamientos

En este apartado se describen las principales características de los entrenamientos de los equipos del CCDR, SJ y ANAHE, las cuales se recolectaron mediante una guía de observación del entrenamiento.

Se realizaron 2 visitas de observación del entrenamiento por cada equipo de natación para un total de 4 visitas. En estas se tomaron en cuenta aspectos tales como organización general del entrenamiento, implementos utilizados y características del calentamiento, estiramiento y enfriamiento, así como la presencia de momentos de hidratación y descansos.

La media de la cantidad de atletas por cada entrenamiento fue de 17 participantes. El entrenamiento del equipo del Comité Cantonal de Deportes y Recreación de San José tuvo una duración de 2 horas, mientras que los entrenamientos observados del equipo de la Asociación de Natación de Heredia fueron de 3 horas cada uno. En todos los entrenamientos se observaron momentos de hidratación y descansos los cuales dependían de la dinámica del entrenamiento.

Los implementos utilizados durante los entrenamientos fueron tablas, patas de goma manoplas y tubas, además se observó en uno de los entrenamientos de tierra el uso de balones terapéuticos y colchonetas.

Con respecto a las fases del entrenamiento, en todos ellos se realizó el calentamiento, sin embargo, el tiempo y dinámica de cada uno fue variado. Uno de los equipos realizó en ambos entrenamientos un calentamiento de tierra no dirigido que consistió en trotar alrededor de la piscina por un tiempo aproximado de 30 minutos, además los atletas que llegaban más temprano de la hora programada realizaban unos cuantos ejercicios de movilidad articular y estiramientos no controlados sin supervisión. El otro equipo observado, en ambas visitas realizó de 5 a 10 minutos de ejercicios de movilidad articular dirigidos por uno de los atletas y supervisado por uno de los entrenadores; seguido por 3 vueltas trotando alrededor de la piscina. El calentamiento en agua se observó en 3 de los 4 entrenamientos, únicamente en uno de ellos no se diferenció el calentamiento del entrenamiento como tal.

En ninguno de los entrenamientos se observó la realización de estiramiento previo a la práctica deportiva. El estiramiento al final del entrenamiento se realizó en 2 de los 4 entrenamientos. Uno de los equipos no realiza estiramientos al finalizar, sin embargo, se les indicó a los atletas que los realizaran en la casa. El otro equipo observado realizó un estiramiento no dirigido, se les enseñó una rutina de estiramientos que debían cumplir siempre al finalizar los entrenamientos una vez que se habían cambiado y colocado el abrigo, sin embargo, estos no son supervisados. Dichos ejercicios de estiramiento eran estáticos e incluyeron músculos del cuello, tronco, miembros superiores e inferiores, la duración fue de 5-10 minutos aproximadamente.

El entrenamiento en tierra se observó solo en 1 de las visitas, este consistió en un circuito de 4 vueltas el cual incluyó potencia de miembros inferiores, fuerza de miembros superiores e inferiores, velocidad, fortalecimiento de abdomen y entrenamiento cardiovascular. En cuanto al entrenamiento en agua, este incluyó el trabajo de potencia y fuerza en miembros

superiores e inferiores, entrenamiento cardiovascular, técnica de nado y velocidad. Uno de los entrenadores utiliza como recurso material una pizarra donde especifica las fases del entrenamiento con cantidad de series por ejercicio y zonas cardiovasculares, a las cuales deben trabajar según la serie mientras que el entrenador del otro equipo da las indicaciones verbales de los ejercicios a los atletas durante todo el entrenamiento.

El enfriamiento se observó en 3 de las 4 visitas, todos se realizaron en el agua de manera activa, 2 de ellos tuvieron una duración de 5 a 10 minutos y el otro de 15 minutos. Estos consistieron en series de ejercicios de recuperación de baja intensidad con descansos entre series. Además, se observó en uno de los entrenamientos un enfriamiento pasivo que consistió en 6 minutos de baño de crioterapia.

4.1.3 Análisis biomecánico de la patada de pecho

Para el análisis biomecánico se grabaron únicamente a los atletas que se especializan en el estilo de nado de pecho, para esto se utilizó una cámara subacuática con una capacidad para generar 30 fotogramas por segundo para la grabación en el plano sagital (flexión de cadera y rodilla) y una cámara convencional para la grabación en el plano coronal (abducción de cadera), se realizaron cuatro tomas por participante de manera simultánea. Los videos fueron analizados con el Software Kinovea 0.7.10 el cual permitió calcular el grado de abducción de cadera, flexión de cadera y de rodilla; se extrajeron la mayor cantidad de imágenes por video para calcular el ángulo de cada movimiento y determinar el valor final a utilizar en el análisis inferencial por lo que se calculó la media de los valores recolectados por participante, en el anexo 8, tabla 41, se especifican los valores de cada atleta, así como el valor final a utilizar.

Es importante recalcar que se utilizó como medida de tendencia central la media aritmética y no la mediana ya que esta última se utiliza en muestras donde la distribución contiene una serie de valores muy extremos, contrario a esto, los datos analizados tienen un máximo de 4 valores por participante por lo que la media aritmética otorga un valor más central y preciso de los datos (Sentís Vilalta, 2003).

Para la obtención del ángulo de la abducción de cadera se tomó como vértice la aproximación a la cresta iliaca postero-superior, con un eje fijo en dirección al plano sagital y el eje móvil en dirección a la fosa poplítea, como se ejemplifica en la figura 13.

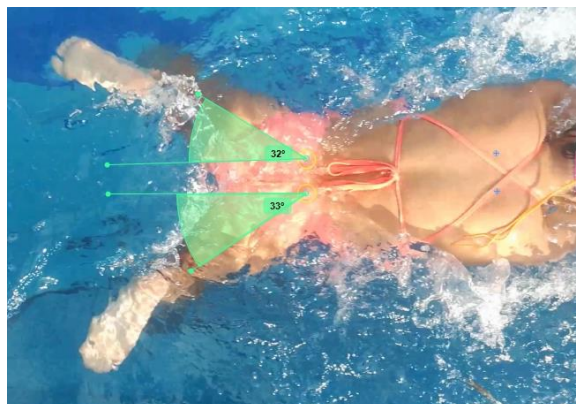


Figura 13. Ejemplo de la toma del ángulo de abducción de cadera. Fuente: Elaboración propia mediante el Software Kinovea 0.7.10, 2019

Para la obtención del ángulo de la flexión de cadera se tomó como vértice la aproximación al trocánter mayor, con un eje fijo en dirección al hombro unilateral y el eje móvil en dirección al cóndilo lateral de la rodilla. De la misma toma se extrae el valor del ángulo de flexión de rodilla, para este se tomó como vértice el cóndilo lateral de la rodilla, con un eje en dirección al trocánter mayor y el segundo eje al maléolo externo, ambos se ejemplifican en la figura 14 en color verde la flexión de cadera y en color rosado la flexión de rodilla, se realizaron las tomas de manera bilateral.

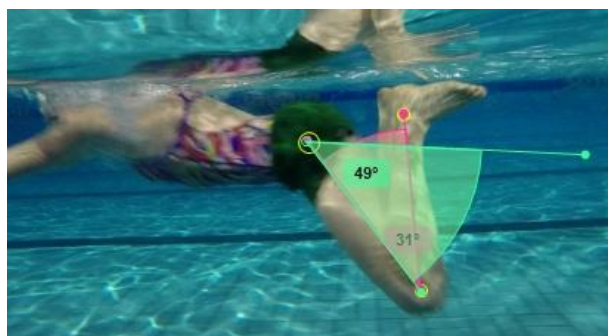


Figura 14. Ejemplo de la toma del ángulo de flexión de cadera y rodilla de lado izquierdo. Fuente: Elaboración propia mediante el Software Kinovea 0.7.10, 2019

Para este apartado la cantidad de participantes analizados fueron un total de 14 atletas especialistas en pecho, la angulación óptima de abducción de cadera durante el gesto deportivo según Nichols (2015) se considera dentro del rango de 37°a 42° mientras que la flexión de cadera, según la técnica de nado explicada según Maglischo (2009) debe ser de 40° a 50°; a partir de estas referencias los valores se clasifican en rango normal, menor al rango normal y mayor al rango normal como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 13. Valor absoluto y relativo de los ángulos de abducción y flexión de cadera durante el gesto deportivo.

Movimiento articular	Rango normal		Menor al rango normal		Mayor al rango normal		Total	
	Valor absoluto	Valor relativo	Valor absoluto	Valor relativo	Valor absoluto	Valor relativo	Valor absoluto	Valor relativo
Abducción de cadera	3	21,4%	4	28,6%	7	50%	14	100%
Flexión de cadera	5	35,7%	1	7,1%	8	57,1%	14	100%

Fuente: Elaboración propia a partir de resultados obtenidos, 2019

Como se muestra en la tabla anterior, la mayoría de los pechistas realizan una abducción y flexión de cadera mayor al rango óptimo durante la patada de pecho en ambos casos, 50% para la abducción de cadera y un 57,1% para la flexión de cadera. Por otra parte, la angulación óptima de flexión de rodilla no ha sido especificada aún en estudios anteriores por lo que se toma como valor estándar el promedio de la muestra en estudio, ese valor corresponde a 147,84°.

4.2 Análisis de los factores de riesgo desencadenantes de dolor de rodilla

4.2.1 Análisis de riesgo simple

En este apartado se muestra la relación bivariada entre los factores de riesgo y la probabilidad que tienen los participantes del estudio de presentar una lesión de rodilla. Se consideraron las lesiones referidas por los participantes y que han sufrido desde el inicio de su práctica deportiva como a nivel competitivo.

El análisis relacionó las variables dependientes como la presencia de lesión de rodilla y la práctica de estilo de nado de pecho con las variables independientes que corresponden a los factores de riesgo como el sexo, la categoría de competición, los valores de amplitud articular, los años de práctica deportiva, el estilo de nado en el que se especializa, la frecuencia de entrenamiento semanal, la frecuencia de entrenamiento semanal del estilo pecho, los hábitos de entrenamiento, la práctica de entrenamiento contra-resistencia y la práctica de otros deportes. En las tablas 14, 15 y 18 se especifica cada variable dependiente en un modelo explicativo, en el cual se detallan los valores de Odds de ratio (OR), los límites inferior y superior del OR, así como el nivel de significancia (valor de P).

El valor del OR expresa la probabilidad de que un suceso se presente en la población, indica la cantidad de veces en relación a esta probabilidad de que un nadador sufra una lesión de rodilla dependiendo del factor de riesgo al que se expone. Si el valor de OR es mayor a 1 se infiere que la variable independiente actúa como un factor de riesgo para la muestra, si el valor de OR es igual o menor a 1 implica que, por el contrario, esta variable representa un factor protector. Los límites inferior y superior indican la precisión de esta relación por lo que entre más amplio sea este rango, menos preciso es el cálculo del riesgo de lesión.

El valor de P se refiere a la significancia de la relación de las variables, si el valor de P es menor o igual a 0,05 se afirma que el dato es estadísticamente significativo en muestras probabilísticas, por lo tanto, se muestra el valor de P para la relación de variables propuestas, sin embargo, por el tamaño muestral del estudio no es una relación que pueda extrapolarse a toda la población.

Los valores mencionados anteriormente responden a la fuerza de asociación medida con los índices estadísticos pertinentes en base a las variables del estudio, sin embargo, se debe tomar en cuenta la influencia de otros criterios de causalidad según el modelo de Bradford-Hill. Dentro los criterios que se relacionan con el presente estudio, Álvarez-Martínez y Pérez-Campos (2004) explican los siguientes:

- Especificidad: Una sola causa no origina un efecto en particular, es el conjunto de síntomas y signos que obedecen a una causa; por su parte una enfermedad o lesión a veces es el resultado de múltiples causas.
- Temporalidad: El comienzo de una enfermedad o patología comprende un largo periodo de latencia entre la exposición y la aparición del efecto sobre la salud, no se puede definir con certeza el momento de aparición de la lesión o enfermedad específicamente.
- Gradiente biológico: En una relación dosis-respuesta, la frecuencia de la lesión aumenta con el nivel de exposición.
- Plausibilidad biológica: El contexto biológico existente debería explicar la etiología por la cual se produce un efecto sobre la salud sin embargo esta no puede extraerse de una hipótesis ya que el estado actual del conocimiento puede no ser el adecuado para explicar las propias observaciones.

- Coherencia: Comprende la relación entre los hallazgos de la asociación causal con los de la historia natural de la lesión y otros aspectos relacionados con la ocurrencia de la misma.
- Analogía: En una relación de causa y efecto, si un factor de riesgo produce un efecto en la salud, otro con características similares pudiera producir el mismo impacto a la salud o semejante.

A continuación, se especifican los modelos explicativos I, II y III, los cuales se ejemplificarán en tablas. En las columnas se exponen los factores de riesgo y sus valores correspondientes de OR, límites inferior y superior del OR y valor de P.

Tabla 14. Modelo explicativo I. Factores de riesgo asociados a lesión de rodilla en nadadores del equipo del Comité Cantonal de Deportes y Recreación de San José y la Asociación de Natación de Heredia.

Variable independiente	Exposición	OR	Límites inferior, superior	Valor de P
Sexo	Femenino	1,78	0.442, 7.176	0,42
Categoría de competición	Juvenil B	1,00	0.194, 5.154	1
	Mayores	3,75	0.066, 31.621	0,22
Años de práctica deportiva	6 a 10 años	0,77	0.174, 3.409	0,73
	11 a 15 años	2	0.214, 18.687	0,54
Estilo de nado	Pecho	1,78	0.441, 7.177	0,42
Frecuencia de entrenamiento semanal	16 a 19h semanales	7,33	0.484, 111.189	0,15
	20 a 23h semanales	1,97	0.410, 9.518	0,39
Frecuencia de entrenamiento semanal de pecho	5 a 8 sesiones por semana	1,78	0.442, 7.176	0,42
Hábitos de entrenamiento	Calentamiento	0,75	0.146, 3.841	0,73
	Estiramiento inicial	1,27	0.320, 5.058	0,73
	Enfriamiento	3,92	0.710, 21.749	0,11
Entrenamiento contra-resistencia	Estiramiento final	2,35	0.415, 13.342	0,33
	1 a 5h semanales	1,05	0.162, 6.873	0,95
Práctica de otros deportes	Historial de práctica deportiva	4,80	0.390, 59.138	0,22
Goniometría de flexión de cadera	Menor a 90°	0,93	0.010, 0.861	0,09
	Mayor a 90°	0,74	0.100, 5.490	0,74
Goniometría de extensión de cadera	Menor a 30°	1,08	0.232, 5.061	0,91
	Mayor a 30°	1,08	0.154, 7.642	0,93

Goniometría de abducción de cadera	Menor a 45°	1,00	0.050, 19.963	1
	Mayor a 45°	4,61	0.476, 44,757	0,18
Goniometría de rotación externa de cadera	Menor a 45°	1,33	0.237, 7.510	0,74
	Mayor a 45°	0,60	0.090, 3.986	0,59
Goniometría de rotación interna de cadera	Menor a 45°	0,90	0.159, 5.195	0,91
	Mayor a 45°	1,00	0.160, 6.255	1
Goniometría de flexión plantar de tobillo	Menor a 50°	1,71	0.323, 9.109	0,52
	Mayor a 50°	2,00	0.366, 10.919	0,42
Goniometría de dorsiflexión de tobillo	Menor a 20°	0,57	0.106, 3.092	0,51

Fuente: Elaboración propia a partir de resultados obtenidos, 2019

En relación con la tabla anterior, se considera que ninguna de las variables independientes es estadísticamente significativa, ya que, el valor de P es mayor a 0,05; sin embargo, las variables que poseen un OR mayor a 1 representan un factor de riesgo. Entre ellas el sexo femenino presenta 1,78 veces mayor probabilidad de sufrir lesiones en rodilla. La categoría de competición con mayor riesgo en la muestra es la categoría de mayores, equivalente a un OR de 3,75.

Tener de 11 a 15 años de practicar natación equivale al doble de riesgo de padecer alguna lesión de rodilla lo cual, según Nichols (2015), este aumento de riesgo aumenta proporcionalmente a la cantidad de años de práctica competitiva. Además, González y López (2014) muestran en su estudio a nivel nacional que el riesgo aumenta incluso a partir de los 5 años de práctica deportiva aumentando en este caso el riesgo a 5 veces más probabilidad de lesión.

Además, una frecuencia de entrenamiento semanal de natación de 16 a 19 horas semanales equivale a 7,33 veces más probabilidad de lesionarse ya que a mayor volumen de entrenamiento los deportistas se someten a una mayor fatiga y micro-traumatismos propios del deporte contribuyendo a la aparición de patologías musculo-esqueléticas. Olivos y Tate (2016), indican que los nadadores competitivos llegan a completar de 6,000 a 7,000 yardas en un entrenamiento individual con sesiones de 5 a 9 veces por semana, lo cual representa un mayor riesgo de sufrir lesiones por sobre uso.

El análisis indica también que a pesar de que existe un 29,73% de los atletas que entrenan más horas, de 20 a 22 horas semanalmente, estos no tienen tanto riesgo como los que cumplen con 16 a 19 horas por semana, esto puede deberse a que la muestra es muy reducida para poder comprobar estos datos de manera estadística. Sin embargo, debe tomarse en cuenta que un entrenamiento poco planificado de corta duración puede causar más lesiones en los atletas que entrenamientos de larga duración pero con una estructura óptima que incluya además del entrenamiento en agua, trabajo en tierra, descansos e hidratación frecuente así, como el cumplimiento de los hábitos de entrenamiento como medidas preventivas de lesión.

Según Argüelles-Cienfuegos y De la Fuente (2014), a medida que aumenta el nivel competitivo de los nadadores, el entrenamiento de fuerza debe ser más riguroso y específico. La fuerza es importante no solo para competencias de corta duración sino también para las pruebas de resistencia ya que el rendimiento estará limitado por la

capacidad para mantener la aplicación de fuerza por un tiempo determinado sin aumentar el tiempo de nado en los últimos metros de competición ya sea por causas metabólicas o neuromusculares. De esta manera el rendimiento mejorará en tanto se aumente la aplicación de fuerza en las fases de propulsión, así como la prevención de lesiones y la correcta ejecución técnica del gesto deportivo, por ello es importante la buena planificación de los entrenamientos en tierra en los equipos de alto rendimiento (Argüelles-Cienfuegos & De la Fuente, 2014).

Con respecto al estilo de nado de especialización, el estilo pecho implica 1,78 veces mayor probabilidad de lesionarse la rodilla que los otros estilos de nado y más aún con una frecuencia de entrenamiento de este estilo de 5 a 8 sesiones por semana equivalente a un OR de 1,78.

En cuanto a los hábitos de entrenamiento, la realización de calentamiento representa un factor protector con un OR de 0,75 mientras que la realización de estiramiento inicial, enfriamiento y estiramiento final representan un riesgo aumentado de lesión. Zoraida Pérez, Sanfilippo y Corina Jivelekian (2015) afirman la importancia de realizar un adecuado calentamiento no solo enfocado a la rodilla sino a segmentos adyacentes que pueden influir en la realización de la patada de pecho, de manera que las estructuras estén mejor preparadas al esfuerzo físico al cual será sometido de acuerdo al volumen de entrenamiento de cada atleta, con el fin de reducir el riesgo de sufrir lesiones musculoesqueléticas.

Incluso Cuenca-Fernández y Arellano (2014), publican que el calentamiento previo a la competición es indicado siempre que la prueba sea igual o superior a los 200 metros y/o de 2 a 3 minutos de duración. Además, este calentamiento se ha visto que mejora el rendimiento en la prueba si se realiza en no más de 20 a 25 minutos de que inicie la competencia.

A pesar de que los resultados de esta investigación indican que las rutinas de estiramientos y enfriamiento actúan como factores de riesgo, otros autores mencionan que el calentamiento y los ejercicios de flexibilidad insuficientes pueden conllevar a una rápida vasoconstricción y el atleta puede sufrir de una depleción de nutrientes y afectar estructuras relativamente avasculares. Además, la realización de estiramientos previos al entrenamiento de natación es de vital importancia ya que la flexibilidad es fundamental para una técnica correcta y la optimización de la fuerza muscular, así como la prevención de lesiones (Zoraida Pérez, Sanfilippo, & Corina Jivelekian, 2015).

La realización de estiramientos previo a una competencia es una posición más debatida por los investigadores ya que se ha sugerido que estos limitan la capacidad contráctil del músculo. Shrier (2004) realiza una revisión sistemática al respecto e indica que los estiramientos previos al ejercicio disminuyen la producción de fuerza y la velocidad de la contracción en parte del rango de movimiento pero mejora la economía del ejercicio debido a la disminución del comportamiento viscoelástico del músculo y el tendón requiriendo menor energía para mover el músculo, sin embargo, puede ser perjudicial para las pruebas de fuerza por el daño causado de manera aguda por el estiramiento. Por otro lado, el mecanismo que explica la mejora en el rendimiento debido al entrenamiento de la flexibilidad está relacionado a la hipertrofia inducida por el estiramiento ante lo que se podría predecir un aumento de la fuerza y la velocidad de contracción a largo plazo.

Por lo tanto, se recomienda implementar rutinas de estiramientos durante los entrenamientos que fomenten la hipertrofia muscular y la prevención de lesiones más no se recomienda realizarlos previo a una competencia. Por otra parte, lo indicado para el enfriamiento es un descanso activo de menor intensidad e incluso la aplicación de frío local post-entrenamiento de forma preventiva.

Si bien, los resultados del presente estudio pueden verse influenciados por el tamaño muestral, también se observó durante los entrenamientos la ausencia de estiramientos previos al entrenamiento, en su lugar se realizan ejercicios de movilidad articular los cuales, aunque son indicados como parte del calentamiento, no sustituyen los estiramientos. Los ejercicios de movilidad articular tienen como objetivo procurar amplios rangos de movimiento articular y la activación de la musculatura, por ello se consideran parte del calentamiento, pero no parte de los estiramientos ya que estos no cumplen con lo descrito anteriormente respecto a un estiramiento muscular.

Además, el 72,97% de los participantes indicó realizar estiramientos al final del entrenamiento, sin embargo, estos son realizados sin supervisión y en algunos casos son realizados hasta que los atletas llegan a la casa y no al momento de finalizar la práctica deportiva.

Por otra parte, la práctica de entrenamiento contra-resistencia de 1 a 5 horas semanales equivale a 1,05 veces más probabilidad de lesionarse la rodilla. Actualmente, los beneficios del entrenamiento contra-resistencia en jóvenes sigue sin tener claridad principalmente en la pre-pubertad, ya que se sugería que la ganancia de fuerza se lograría hasta que los niveles

de testosterona circulante aumentarían sustancialmente, llegando a la pubertad. Sin embargo, Ramírez Farto (2012), indica que en estudios recientes se ha observado un aumento en la fuerza del 40% en respuesta a un entrenamiento de resistencia progresivo sin pérdida de la flexibilidad ni incidencia de lesiones. Recomienda seguir la regla del “10% por semana” para el aumento de la intensidad y duración del entrenamiento siguiendo el principio de aumento lento y progresivo del entrenamiento y la intensidad. Este entrenamiento debe ser supervisado por el entrenador y diseñado específicamente para el atleta de manera individual, cuidando las desalineaciones propias del crecimiento, así como los mismos picos de crecimiento según la etapa del desarrollo en que se encuentre el atleta, de manera que no represente un riesgo de lesión.

En cuanto a la práctica de otros deportes, esto representa 4,80 veces más probabilidad de lesionarse lo cual se relaciona también con el porcentaje de lesiones que ocurrieron en la clasificación de “otros momentos” siendo un 22,39% de las lesiones reportadas por los participantes. Dentro de los que se menciona deportes como fútbol, basket, taekwondo, patinaje en hielo y telas aéreas, por lo que se debe valorar la frecuencia de la práctica de estos otros deportes en combinación con la práctica competitiva de natación.

En relación con la medición de la amplitud articular mediante la goniometría se determina como principal riesgo un rango de abducción de cadera mayor a 45° con un OR de 4,61; seguido por un rango de flexión plantar de tobillo mayor a 50° con un OR de 2. La extensión de cadera tanto mayor como menor al rango normal representa un riesgo 1,08 veces más que el rango normal. La rotación externa de cadera representa un riesgo cuando el rango es menor a 45° siendo 1,33 veces más probabilidad de lesión mientras los rangos mayores no representan riesgo. En la rotación interna de cadera el riesgo sucede de manera contraria, el riesgo es mayor para rangos mayores a 45° que para los que presentan rangos menores. La flexión de cadera y dorsiflexión de tobillo menor a 20° no representan un riesgo para la muestra.

A partir de la medición de la goniometría se puede inferir la capacidad de movimiento articular que tendrán los atletas durante el gesto deportivo, por esto se calcula el riesgo relativo al que se exponen los participantes con dichos rangos articulares. Esta información es de importancia práctica ya que puede utilizarse como una guía para el entrenamiento de la fuerza y la flexibilidad, según el análisis descriptivo de la amplitud articular, en los movimientos de rotación externa de cadera y dorsiflexión de tobillo, la media de la población logró valores menores al rango óptimo y estos dos movimientos se observan con un OR

mayor a 1 mostrando un riesgo en la muestra, ante estos resultados se recomienda enfocar el entrenamiento de flexibilidad y fuerza muscular en estos movimientos en particular.

Por su parte, según el análisis descriptivo de la amplitud articular el movimiento de abducción de cadera presentó valores mayores al rango óptimo por la media de la población y esto representa un riesgo según el resultado del OR, ante esto se recomienda el fortalecimiento de la musculatura abductora en equilibrio con la musculatura aductora de cadera con el fin de controlar los movimientos de apertura y cierre de la misma.

Tabla 15. Modelo explicativo II. Factores de riesgo asociados a lesión de rodilla en los nadadores de estilo pecho del equipo del Comité Cantonal de Deportes y Recreación de San José y la Asociación de Natación de Heredia.

Variable independiente	Exposición	OR	Límites Inferior, superior	Valor de P
Momento de lesión	Durante entrenamientos	2,22	0.473, 10.447	0,31
	Otros momentos	0,88	0.070, 11.221	0,92
Mecanismo de lesión	Trauma sin contacto	1,78	0.213, 14.860	0,59
	Sobre uso	1,78	0.356, 8.882	0,48

Fuente: Elaboración propia a partir de resultados obtenidos, 2019

A partir de la tabla anterior, se considera que ninguna de las variables independientes es estadísticamente significativa, ya que, el valor de P es mayor a 0,05; sin embargo, las variables que poseen un OR mayor a 1 representan un factor de riesgo. Se infiere que, para los pechistas, el principal riesgo de lesión ocurre durante los entrenamientos, además el riesgo de sufrir una lesión por sobre uso y de trauma sin contacto es 1,78 veces más para cada una si se compara con los que nadan otros estilos. El estudio de Mountjoy, Junge, Alonso, Engebretsen, Dragon, Gerrard, Dvrorak (2010) en base a su participación en el 13th FINA World Championships 2009, concuerda con los resultados del presente estudio. En donde reportaron que la mayoría de las lesiones se dieron durante el entrenamiento y como principales causas se encuentra el sobre uso en un 37,5% y trauma sin contacto un 15,3%. Además, Villa et al., (2015) indican que la aparición del dolor de rodilla ocurre en un 92,2% durante los entrenamientos, 18% de estos durante el calentamiento y un 82% una vez que se inició con el nado de estilo pecho.

Dentro del modelo explicativo II se debían incluir las variables de tejido lesionado y tipo de lesión, sin embargo, por el tamaño de la muestra no fue posible hacer la correlación ya que

ciertos valores en la tabla cruzada correspondían a un valor de 0. A pesar de esto es de importancia práctica la presentación de estos datos como se muestra en las tablas 16 y 17.

Tabla 16. Tabla cruzada entre los participantes que se especializan en el estilo pecho y el tipo de tejido lesionado en presencia de lesión de rodilla.

Tipo de tejido lesionado	Especialización en pecho		Total
	No	Sí	
Sin lesión de rodilla	16	9	25
Ligamento	3	0	3
Tendón	0	2	2
Componente articular	0	3	3
Desconocido ¹	3	1	4
Total	22	15	37

¹Corresponde a aquella lesión que no es descrita por el deportista con la suficiente precisión para determinar el tipo de tejido lesionado.

Fuente: Elaboración propia a partir de resultados obtenidos, 2019

Tabla 17. Tabla cruzada entre los participantes que se especializan en el estilo pecho y el tipo de lesión en la articulación de la rodilla.

Tipo de lesión	Especialización en pecho		Total
	No	Sí	
Sin lesión de rodilla	16	9	25
Subluxación	1	0	1
Esguince	1	0	1
Distensión	1	0	1
Tendinitis	0	2	2
Bursitis	0	2	2
Desconocido ¹	3	2	5
Total	22	15	37

¹Corresponde a aquella lesión que no es descrita por el deportista con la suficiente precisión para determinar el tipo de lesión.

Fuente: Elaboración propia a partir de resultados obtenidos, 2019

Como se muestra en la tabla 16, del total de lesiones de rodilla reportadas por los participantes, se obtiene que las lesiones que afectan el tendón y los componentes articulares fueron presentadas exclusivamente por los nadadores especialistas en pecho mientras que las lesiones en ligamentos fueron referidas por nadadores de otros estilos. Reafirmando dicha información, en la tabla 17 se muestra que las tendinitis y bursitis fueron las lesiones preferenciales en los pechistas mientras que los nadadores de otros estilos presentaron subluxaciones, esguinces, distensiones, entre otras de etiología desconocida por los participantes.

La rodilla del bracista se relaciona a diversas etiologías tales como la tendinopatía rotuliana, sinovitis del compartimento medial, síndrome de la plica sinovial, bursitis anserina, tensión en el músculo aductor largo o corto, entre otras; sin embargo, la mayoría de los estudios la

relacionan principalmente a una irritación crónica del ligamento colateral interno como resultado de la frecuente tensión a la que se somete la articulación durante el gesto deportivo (Bailon, 2014 y Nichols, 2015).

En ese sentido, es posible que los pechistas del estudio puedan desarrollar la lesión de la rodilla del bracista en un futuro si no se controla la evolución de las lesiones ya presentes que concuerdan con las expuestas anteriormente (reportadas como tendinitis y bursitis) y la carga de entrenamiento semanal a la cual están expuestos, ya que en el movimiento normal de flexo-extensión de la rodilla se ejerce presión sobre el ligamento colateral interno, como la principal estructura de apoyo interno de la rodilla, lo cual ocurre de manera cíclica durante la patada del estilo pecho. Por tanto, las tensiones ejercidas en la extensión de la patada junto con la presión excesiva de valgo en la articulación de la rodilla, que se presenta en la etapa final de la patada, puede desencadenar este tipo de lesión (Hefzollasan, Tofighi, Jamali y Ghalehgir, 2014).

Además, la inestabilidad en la articulación de la rodilla, la presencia de subluxaciones o anomalías del músculo cuádriceps que a su vez predisponen a una alteración en la mecánica patelar con desequilibrios de fuerza, resistencia y flexibilidad son factores predisponentes para desarrollar la lesión de rodilla del bracista en nadadores que se especializan en otros estilos. Como se observa en la tabla 16, los no pechistas presentan subluxaciones, distensiones y esguinces de rodilla las cuales son predisponentes para esta patología la cual se puede presentar hasta en un 47% de nadadores de otros estilos (Hefzollasan, Tofighi, Jamali y Ghalehgir, 2014 y Khodae et al., 2016).

Tabla 18. Modelo explicativo III. Factores de riesgo de presentar lesión de rodilla asociados a la biomecánica del gesto deportivo en los nadadores de estilo pecho del equipo del Comité Cantonal de Deportes y Recreación de San José y la Asociación de Natación de Heredia.

Variable independiente	Exposición	OR	Límites Inferior, superior	Valor de P
Abducción de cadera	Menor al rango normal	2	0.090, 44.350	0,66
	Mayor al rango normal	0,8	0.044, 14.643	0,88
Flexión de rodilla	Mayor a la media	8	0.590, 106,936	0,11

Fuente: Elaboración propia a partir de resultados obtenidos, 2019

A partir del análisis de riesgo expuesto en la tabla 18, se obtiene que los nadadores de estilo pecho tienen el doble de riesgo de sufrir una lesión en rodilla cuando realizan una abducción menor a 37° durante la patada de pecho, más no así cuando se realiza la abducción de cadera mayor al rango óptimo de 42° ya que se encuentra un OR de 0,8. Esta variable se retoma en el análisis de riesgo múltiple con el fin de poder obtener un alcance correlacional mayor al relacionarlo de manera conjunta con otras variables y determinar si representa un factor de riesgo para la muestra. Por otra parte, en el caso de la flexión de rodilla, existe 8 veces más probabilidad de lesionarse esta articulación cuando el grado de flexión es mayor a 147° que cuando es menor a este.

Para determinar el momento de angulación de la flexión de rodilla, se obtuvo mediante la video fotogrametría el ángulo formado entre los puntos móviles de cadera y tobillo. Sin embargo, para conocer la amplitud del movimiento se calculó el ángulo formado desde la posición de 0° (extensión completa de rodilla) hasta la máxima flexión realizada por el participante durante la patada de pecho. De acuerdo a lo anterior, entre mayor sea el grado de flexión reportado implica que el talón estará más cerca de los glúteos; por tanto, la flexión de la rodilla será mayor.

Esto se ejemplifica en la figura 15, en la primera imagen la flexión de rodilla es menor con un ángulo de 50° en rodilla, siendo el grado de movimiento de flexión de 140° ($180-50=140$) mientras que la segunda imagen la flexión es mayor con un ángulo de 24° en rodilla siendo el grado de movimiento de flexión de 156° ($180-24=156$). Por ello, según el análisis aplicado a la muestra, hay más riesgo de lesión en rodilla al realizar una flexión mayor a 147° .

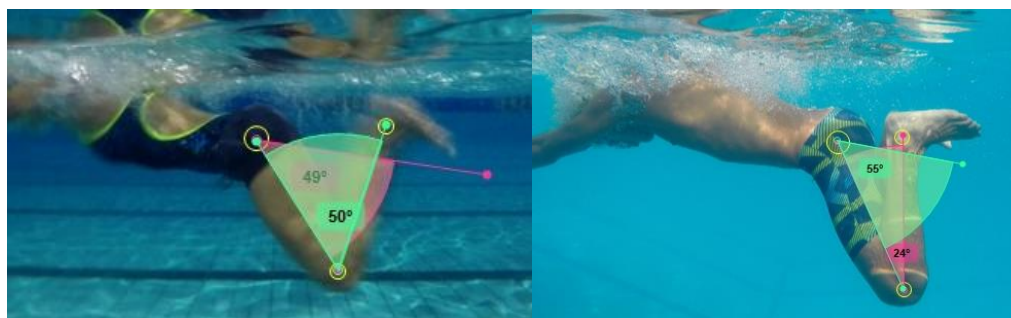


Figura 15. Ejemplificación de los grados de flexión de rodilla. Fuente: Elaboración propia mediante el Software Kinovea 0.7.10, 2019

Durante la patada de pecho, las cargas se traducen desde la cadera y repercuten directamente en la rodilla, esta carga en valgo repetitiva provoca distensión medial y compresión lateral de los compartimentos de la rodilla, si a esto se le suma un aumento en la

flexión de rodilla, el impacto sobre esta articulación y por consecuente, el riesgo de lesión aumenta también (Nichols, 2015).

Estudios acerca de la economía de los movimientos en la natación resaltan que, en la fase ascendente, un exceso de flexión de rodilla implica una mayor resistencia al desplazamiento y con ello la disminución de la velocidad. Es por tanto no solo perjudicial como un factor de riesgo para lesiones musculo-esqueléticas, específicamente en la articulación de la rodilla sino para el rendimiento deportivo como tal (Obregón y Arellano, 2014).

Los valores de flexión de cadera se explican mediante una tabla cruzada ya que, al existir valores de 0 en la tabla, estos no pueden ser incluidos dentro del análisis de riesgo, en la tabla 19 se muestran estos datos.

Tabla 19. Tabla cruzada entre los pechistas con lesión en rodilla y la medición de la flexión de cadera mediante videofotogrametría

Flexión de cadera	Lesión de rodilla		Total
	No	Sí	
Rango normal (40 a 50°)	2	3	5
Menor al rango normal	1	0	1
Mayor al rango normal	6	2	8
Total	9	5	14

Fuente: Elaboración propia a partir de resultados obtenidos, 2019

Según la tabla 19, de los pechistas lesionados en rodilla, tres de ellos realizan la flexión de cadera normal durante el gesto deportivo y dos de ellos realizan el movimiento con un rango mayor al normal mientras que los que realizan el movimiento con rangos menores a los 40° de flexión no presentan lesiones en rodilla.

Según Maglischo (2009) la fase de flexión de cadera implica una desaceleración en el avance, sin embargo, se ha visto que una flexión de cadera cuando desplazan las piernas hacia afuera y no antes produce que haya una aceleración mayor en la siguiente fase de patada por la fuerza de extensión de las piernas. Incluso se ha estudiado que se produce una mayor fuerza cuando se inicia de una flexión de cadera de 40° que cuando están a un ángulo cercano a 90°. Debido a esto, se recomienda que en casos como este se enfatice en la enseñanza de la técnica correcta de la patada de pecho, así como el fortalecimiento muscular que limite los movimientos exagerados de esta articulación al momento de realizar el gesto deportivo de manera que se prevenga una lesión de rodilla y se maximice el rendimiento deportivo.

4.2.2 Análisis de riesgo múltiple

A continuación, se realiza un análisis de riesgo múltiple mediante modelos de regresión logística los cuales determinan la influencia que posee la presencia o no de un factor de riesgo en la aparición de un suceso. De este modo, la regresión logística nos permite analizar de manera conjunta diversas variables independientes (factores de riesgo) con las variables dependientes del estudio y evidenciar si las variables determinadas como factores de riesgo mediante el análisis de riesgo simple obtienen los mismos resultados al relacionarlas entre sí.

El coeficiente beta (Exp b) hace referencia a la probabilidad de sufrir una lesión, la cual se infiere del valor estandarizado del OR. Si el valor del Exp b es mayor a 1 se infiere que la variable independiente es un factor de riesgo, si el valor del Exp b es igual o menor a 1 implica que, por el contrario, esta variable representa un factor protector. Los límites inferior y superior indican la precisión de esta relación por lo que entre más amplio sea este rango, menos preciso es el cálculo del riesgo de lesión.

El valor de P se refiere a la significancia de la relación de las variables, si el valor de P es menor o igual a 0,05 se afirma que el dato es estadísticamente significativo en muestras probabilísticas, por lo tanto, se muestra el valor de P para la relación de variables propuestas, sin embargo, por el tamaño muestral del estudio no es una relación que pueda extrapolarse a toda la población.

Los valores mencionados anteriormente responden a la fuerza de asociación medida con los índices estadísticos pertinentes en base a las variables del estudio, sin embargo, se debe tomar en cuenta la influencia de otros criterios de causalidad según el modelo de Bradford-Hill. Dentro los criterios que se relacionan con el presente estudio, Álvarez-Martínez y Pérez-Campos (2004) explican los siguientes:

- Especificidad: Una sola causa no origina un efecto en particular, es el conjunto de síntomas y signos que obedecen a una causa; por su parte una enfermedad o lesión a veces es el resultado de múltiples causas.
- Temporalidad: El comienzo de una enfermedad o patología comprende un largo periodo de latencia entre la exposición y la aparición del efecto sobre la salud, no se puede definir con certeza el momento de aparición de la lesión o enfermedad específicamente.

- Gradiente biológico: En una relación dosis-respuesta, la frecuencia de la lesión aumenta con el nivel de exposición.
- Plausibilidad biológica: El contexto biológico existente debería explicar la etiología por la cual se produce un efecto sobre la salud sin embargo esta no puede extraerse de una hipótesis ya que el estado actual del conocimiento puede no ser el adecuado para explicar las propias observaciones.
- Coherencia: Comprende la relación entre los hallazgos de la asociación causal con los de la historia natural de la lesión y otros aspectos relacionados con la ocurrencia de la misma.
- Analogía: En una relación de causa y efecto, si un factor de riesgo produce un efecto en la salud, otro con características similares pudiera producir el mismo impacto a la salud o semejante.

A continuación, se presentan los modelos de regresión logística I y II en la tabla 21 y 22 con su respectivo análisis.

Tabla 20. Modelo de regresión logística I. Factores de riesgo asociados a lesión de rodilla en nadadores del equipo del Comité Cantonal de Deportes y Recreación de San José y la Asociación de Natación de Heredia.

Variable independiente	Exposición	Exp (<i>b</i>)	Límites Inferior, superior	Valor de P
Sexo	Femenino	1,57	0.355, 6.937	0,55
Categoría de competición	Mayores de 18	3,76	0.435, 32.465	0,23
Estilo de nado	Pecho	1,47	0.312, 6.947	0,62
Frecuencia de entrenamiento de estilo pecho	5 a 8 veces por semana	1,85	0.399, 8.539	0,43

Fuente: Elaboración propia a partir de resultados obtenidos, 2019

Según el modelo de regresión logística I, se considera que ninguna de las variables independientes es estadísticamente significativa, ya que, el valor de P es mayor a 0,05; sin embargo, las variables que poseen un Exp *b* mayor a 1 representan un factor de riesgo. En cuanto al sexo, las mujeres en la muestra tienen 1,57 veces más probabilidad de presentar una lesión de rodilla que los hombres.

La categoría de competición de los mayores incluye atletas de 18 años o más y es la variable que presenta un mayor riesgo de lesión, 3,76 veces más que las otras categorías. Estos atletas suman más años de práctica competitiva que el resto por lo que este riesgo se

relaciona a la aparición de lesiones por sobre uso las cuales, como se ha explicado en el apartado anterior, son las lesiones más frecuentes en la muestra. Generalmente la natación se considera un deporte de especialización temprana siendo la categoría de competición inicial, la categoría de menores con edades de 7 a 8 años. Abgarov, Fraser Thomas y Baker (2012) concuerdan con el estudio en cuanto a que entre más temprano comiencen a nadar los atletas, mayor es el riesgo de adquirir una lesión relacionada al deporte debido a la alta carga de entrenamiento anual al que se exponen los atletas. Khodaei et al. (2016) establecen que incluso iniciar la práctica de natación de manera competitiva a los 11 años o menos ya implica un factor de riesgo.

Por lo tanto, el inicio temprano en este deporte implica un riesgo mayor de sufrir lesiones desde edades tempranas que repercuten en el rendimiento deportivo y desarrollo de los niños, así como pueden afectar en edades mayores en respuesta a una acumulación de carga continua sobre las estructuras durante los años de práctica competitiva como se refleja en los resultados de este estudio.

El estilo de nado de mayor riesgo para la lesión de rodilla es el estilo de pecho, siendo para los pechistas 1,47 veces más riesgoso que para los nadadores de otros estilos de nado. Se le atribuye esta característica al estilo de pecho específicamente por el gesto de la patada la cual atribuye el 50% de la fase de propulsión a diferencia de los otros estilos, donde el estilo libre ejerce solo el 20%, dorso el 25% y mariposa el 35%, en estos últimos la mayor carga de propulsión la realizan los brazos (Di Salvo, 2016).

El entrenamiento del estilo de pecho de 5 a 8 sesiones semanales implica 1,85 veces más probabilidad de lesión de rodilla que para los participantes que tienen una carga semanal de pecho menor.

Tabla 21. Modelo de regresión logística II. Factores de riesgo asociados a lesión de rodilla en nadadores de estilo pecho del equipo del Comité Cantonal de Deportes y Recreación de San José y la Asociación de Natación de Heredia.

Variable independiente	Exposición	Exp (<i>b</i>)	Límites Inferior, superior	Valor de P
Sexo	Femenino	4,93	0.280, 86.989	0,28
Abducción de cadera durante el gesto deportivo	Menor al rango estándar	1,85	0.071, 48.361	0,71
	Mayor al rango estándar	1,16	0.050, 26.826	0,92
Frecuencia de entrenamiento de estilo pecho	5 a 8 veces por semana	1,18	0.083, 16.799	0,90

Fuente: Elaboración propia a partir de resultados obtenidos, 2019

Para el modelo de regresión logística II se tomaron en cuenta únicamente los nadadores especialistas en pecho, la muestra en este caso es de 14 sujetos a los cuales se les aplicó el análisis biomecánico mediante la video fotogrametría. Se considera que ninguna de las variables es estadísticamente significativa, ya que, el valor de P es mayor a 0,05; sin embargo, las variables que poseen un Exp *b* mayor a 1 representan un factor de riesgo. Como se muestra en la tabla 22, el sexo sigue siendo un factor de riesgo para los participantes del estudio, teniendo aún más fuerza el valor del Exp *b* en este caso, indicando 4,93 veces más probabilidad de lesión de rodilla para las mujeres.

En cuanto a la abducción de cadera durante el gesto deportivo se observa que tanto rangos mayores como menores de abducción representan un factor de riesgo, sin embargo representan riesgo de lesión distintos según la revisión bibliográfica. Bailón (2014), refiere que el dolor de rodilla puede desencadenarse al inicio o final de la patada de pecho lo cual está relacionado con la técnica utilizada y más directamente con el grado de abducción de cadera debido al estrés aplicado sobre las estructuras subsecuentes. Por lo tanto, tomando en cuenta el rango óptimo de abducción determinado por Nichols (2015) de 37° a 42°, los rangos de abducción de cadera menor a este junto con una rotación de tobillo y plantar flexión predisponen al dolor relacionado con el ligamento colateral medial la cual es la principal etiología de la rodilla del braquista. Por su parte, los ángulos más altos de abducción de cadera están asociados con el dolor facetario medial de la rótula.

Además, como se mencionó anteriormente en el análisis de regresión logística I, la frecuencia de entrenamiento de pecho de 5 a 8 sesiones semanales representa un factor de riesgo tanto para los pechistas como para los nadadores de otros estilos. Sin embargo, los

pechistas están sometidos a cargas de entrenamiento semanal de este estilo mayor, por lo que según explica Zoraida, Sanfilippo y Corina (2015), una inadecuada preparación física conlleva a una aparición precoz de la fatiga lo cual desencadena mecanismos de compensación entorpeciendo el gesto deportivo y sobre exigiendo estructuras corporales. Por lo que, según los resultados del análisis, para los especialistas de pecho de la muestra, a partir de 5 sesiones semanales de entrenamiento de pecho implica un factor de riesgo para lesiones en rodilla.

CAPÍTULO V. Recomendaciones fisioterapéuticas para el manejo del dolor de rodilla

Sánchez Orantes, Ana Carolina

Agradecimientos

Agradecemos a los entrenadores del Comité Cantonal de Deportes y Recreación de San José y la Asociación de Natación de Heredia, así como a los atletas que participaron en el estudio.

Recomendaciones fisioterapéuticas

Las siguientes recomendaciones fisioterapéuticas de atención del dolor de rodilla van dirigidas a los entrenadores y atletas de equipos deportivos de natación. Estas tienen como objetivo informar acerca de las acciones que pueden ser implementadas al presentar dolor de rodilla al finalizar el entrenamiento como medida de primeros auxilios frente a una lesión aguda, así como recomendaciones preventivas para una lesión en dicha articulación, sin embargo, es de gran importancia la consulta a un médico o un fisioterapeuta con el fin de que se analice a profundidad el dolor y se dé un diagnóstico preciso de la lesión. Cada paciente presentará síntomas y signos clínicos específicos que guiarán el diagnóstico de la lesión y con ello el diseño individual del tratamiento basado en los hallazgos del historial clínico y la valoración física y funcional.

Las lesiones secundarias a prácticas deportivas se clasifican en: agudas y por uso excesivo. Las lesiones agudas son aquellas que se presentan con un inicio repentino y desencadenan un conjunto de signos y síntomas tales como dolor, hinchazón y pérdida de la capacidad funcional, en contraposición, las lesiones por uso excesivo se desarrollan de forma gradual. Puede ser difícil distinguir entre ambas lesiones si tienen un inicio agudo cuando en realidad la lesión puede ser el resultado de un proceso crónico (Zoraida, Sanfilippo y Corina, 2015 y Bahr y Maehlum, 2007). El tipo de lesión se relaciona con el daño del tejido tisular por lo que es importante consultar a un profesional de la salud que determine el daño del tejido de manera temprana limitando la afectación en el rendimiento deportivo.

Se entiende por estadio agudo de una lesión desde el momento en que ocurre el trauma o aparece el dolor hasta un periodo de 72 horas, posterior a esto pasa a un estadio subagudo y posteriormente crónico.

Como primera intervención ante el dolor de la rodilla varios autores concuerdan en protocolos que incluyen reposo relativo y aplicación de técnicas de crioterapia local con el fin de lograr analgesia a través de la disminución de la inflamación local.

El tratamiento con frío es accesible, fácil de realizar y se utiliza en lesiones musculoesqueléticas agudas por lo que es de primera recomendación. El frío tiene una amplia función en la recuperación de lesiones tisulares, que incluyen principalmente reducir el metabolismo celular, retrasar la conducción nerviosa, inhibir la expansión del edema y aliviar el dolor (Song, y otros, 2016).

El protocolo POLICE (sus siglas en inglés) es una actualización del conocido protocolo PRICE el cual incluye protección del área lesionada, carga óptima, hielo, compresión y elevación. A continuación, se explica detalladamente cada uno de estos apartados en base a las publicaciones de Placzek & Boyce (2016), Bleakley, Glasgow, & MacAuley (2012), Bahr & Maehlum (2007) y Villa et al (2005).

1. **(Protection)** Protección del área lesionada: se refiere a la protección inmediata de la articulación lesionada, se recomienda realizar un vendaje funcional de forma circular que proteja el área mientras se da inicio a las siguientes fases de este protocolo.
2. **(Optimal Load)** Carga Óptima: también llamado, reposo relativo. El descanso debe ser de duración limitada y restringido a inmediatamente después del trauma. Los periodos más largos de descanso son dañinos y producen cambios en el tejido, se debe encontrar el equilibrio entre la carga y la descarga durante la recuperación de una lesión. A los nadadores competitivos no se les recomienda estar durante varios días sin entrenar su estilo de nado ya que esto supondría alteraciones en su rendimiento, por tanto, lo más adecuado es que el nadador realice los entrenamientos sin variar parámetros de intensidad ni volumen, pero sí evitando el gesto que provoca la sintomatología. Por ejemplo, colocando un pull-buoy entre los muslos, o bien sustituyendo la patada de pecho por la acción de piernas de mariposa durante las sesiones que sea necesario dependiendo de la lesión.
3. **(Ice)** Hielo: el frío junto con las siguientes 2 pautas son el principio básico del tratamiento temprano, la analgesia inducida por el frío se debe a la vasoconstricción del tejido superficial es decir que produce una disminución del flujo sanguíneo y del

metabolismo de enzimas. Se recomienda la aplicación de hielo local durante máximo 15 minutos y preferiblemente dividido en bloques de 7 minutos con el fin de proteger la piel, si el dolor es muy elevado se puede repetir cada 3 a 4 horas en los primeros 2 días posterior a la lesión. Se puede aplicar el hielo mediante compresas de gel o bolsas de hielo cubiertas por un paño húmedo.

4. **(Compression)** Compresión: mediante una venda elástica se limita la formación del hematoma, se recomienda realizar un vendaje circular con una compresión moderada, es decir que la presión ejercida no sea tan elevada como para detener el flujo sanguíneo. En la siguiente figura se ejemplifica este tipo de vendaje.



1. Vista lateral



2. Vista anterior

Figura 16. Ejemplo de vendaje circular de rodilla vista lateral y anterior. Fuente: Elaboración propia, 2019.

5. **(Elevation)** Elevación: promueve la autorregulación del flujo sanguíneo que junto con la compresión promueven la reducción efectiva del suministro vascular. Se recomienda una elevación de aproximadamente 50cm por encima del nivel del corazón durante unos 30 minutos junto con la venda elástica que aporta la compresión durante los primeros 2 días posterior a la lesión.

Dicho protocolo puede ser aplicado para otras lesiones de tejido blando en miembros inferiores, no es exclusivo para el dolor de rodilla.

Recomendaciones fisioterapéuticas para la prevención de la lesión “rodilla del bracista”

Anteriormente se explicaron las principales medidas de primeros auxilios fisioterapéuticos frente a una lesión musculoesquelética, sin embargo, hay medidas que se deben tomar en cuenta para evitar sufrir una lesión tal como la rodilla del bracista.

Las principales estrategias preventivas presentadas a continuación fueron extraídas de los resultados del presente estudio, además se tomaron en cuenta los resultados de las publicaciones de Zoraida Pérez, Sanfilippo y Corina Jivelekian (2015), Nichols (2014), Shelbourne & Freeman (2007) y Cuenca-Fernández y Arellano (2014) de estas se destacan las siguientes recomendaciones:

- Realizar aumentos graduales en la distancia y la intensidad del entrenamiento de la patada de pecho.
- Tomar un descanso del entrenamiento del estilo pecho de al menos 2 meses al año, esto sin detener por completo la práctica deportiva, únicamente el entrenamiento de este estilo de nado en específico. Este periodo puede dividirse por semestres, 1 mes de descanso el primer semestre y 1 mes el segundo semestre del año.
- Realizar un adecuado calentamiento antes de ejecutar la patada de pecho en las prácticas y competencias. Se ha visto que realizar un calentamiento previo a la competencia mejora el rendimiento en la prueba siempre que esta sea igual o superior a los 200 metros y/o de 2 a 3 minutos de duración y en no más de 20 a 25 minutos de que inicie la competencia.
- La realización de estiramientos al inicio y final de los entrenamientos es de vital importancia ya que la flexibilidad es fundamental para una técnica correcta y la optimización de fuerza muscular. Los estiramientos se realizan durante 10 a 15 minutos, manteniendo cada ejercicio durante 20 segundos. Es relevante considerar para esta acción todos aquellos músculos que tengan algún rol en la patada de pecho ya sea directa o indirectamente en la biomecánica, por ejemplo: cuádriceps, iliopsoas, isquiotibiales, aductores y abductores de cadera.
- Los estiramientos previos al ejercicio producen un efecto agudo de disminución de la producción de fuerza y la velocidad de la contracción en parte del rango de movimiento, pero mejora la economía del ejercicio. El mecanismo que explica la mejora en el rendimiento debido al entrenamiento de la flexibilidad está relacionado a la hipertrofia inducida por el estiramiento ante lo que se podría predecir un aumento de la fuerza y la velocidad de contracción a largo plazo.
- Por lo tanto, se recomienda implementar rutinas de estiramientos durante los entrenamientos que fomenten la hipertrofia muscular y la prevención de lesiones más no se recomienda realizarlos previo a una competencia.

- Enfatizar el entrenamiento en tierra de la extremidad inferior y el fortalecimiento de los músculos del tronco ya que una musculatura abdominal fortalecida ayuda a equilibrar el cuerpo durante el movimiento subacuático.
- Promover los ejercicios de fuerza muscular y flexibilidad principalmente para movimientos de rotación externa de cadera, dorsiflexión de tobillo, así como el equilibrio entre la musculatura abductora con la aductora de cadera con el fin de controlar los movimientos de apertura y cierre de la misma.
- Evitar una apertura de cadera demasiado amplia durante la patada de pecho ayuda a disminuir la tensión en las estructuras articulares de rodilla.
- Es importante la detección de signos de fatiga en el nadador, tales como anomalías en la ejecución de la técnica al utilizar compensaciones, aumento en los tiempos de nado y aparición de molestias musculoesqueléticas, se recomienda hacer una pausa del entrenamiento para evitar lesiones producto de esta fatiga.

Bibliografía

Bahr, R., & Maehlum, S. (2007). Tratamiento de las lesiones deportivas. En *Lesiones deportivas: diagnóstico, tratamiento y rehabilitación* (págs. 25-32). Ed. Médica Panamericana

Bleakley, C., Glasgow, P., & MacAuley, D. (2012). PRICE needs updating, should we call the POLICE? *British Journal of Sports Medicine*, 220-221.

Cuenca-Fernández, F., & Arellano, R. (2014). Potenciación postactivación en natación. *Swimming Science*, 287-289.

Nichols, A. (2015). Medical Care of the Aquatics Athlete. *American College of Sports Medicine*, 14, 389-396.

Placzek, J., & Boyce, D. (2016). *Orthopaedic Physical Therapy Secrets*. Elsevier Health Sciences, 54-56

Shelbourne, K., & Freeman, H. (2007). *Nonoperative Management of Acute Medial Collateral Ligament Injuries*. Lippincott Williams & Wilkins.

Song, M., Sun, X., Tian, X., Zhang, X., Shi, T., Sun, R., & Dai, W. (2016). Compressive cryotherapy versus cryotherapy alone in patients undergoing knee surgery: a meta-analysis. *Springer Plus*, 1-12

Villa Villanueva, Z., Carrasco Páez, L., Martínez Pardo, E., & Nadal Soler, C. (2005). Rodilla del braicista: valoración de la incidencia y propuesta de intervención fisioterápica en nadadores de competición. *Revista Digital efdeportes.com*, <http://www.efdeportes.com/efd89/rodilla.htm>.

Zoraida Pérez, C., Sanfilippo, L. A., & Corina Jivelekian, A. (2015). Lesiones y accidentes deportivos en nadadores federados. *ISDe Sports Magazine*, 27-34.

CAPÍTULO VI. Conclusiones y recomendaciones

6.1 Conclusiones

Durante el proceso de investigación se evidenció la falta de estudios recientes a nivel nacional acerca de la prevalencia de lesiones musculoesqueléticas específicas en el deporte de la natación, así como los factores de riesgo. La investigación en el deporte es muy amplia y en la actualidad existen muchos estudios acerca de incidencia y prevalencia de lesiones en múltiples deportes, así como una visión general de cómo abordar las lesiones en deportistas, sin embargo, en la actualidad la investigación debe ir más allá de las generalidades, se debe investigar más específicamente lo que incide en los atletas en su deporte en particular así como el gesto deportivo que, en el caso de la natación, no se limita a un solo estilo sino a cuatro estilos de nado que implican una mecánica corporal muy distinta y por ello un enfoque de entrenamiento e intervención distinto al resto.

El presente estudio tuvo como objetivo indagar en estos aspectos específicos en cuanto a prevalencia de lesiones y factores de riesgo del estilo de pecho en específico sobre la lesión más incidente en ellos, la rodilla del bracista, con el fin de ser parte del creciente conocimiento en el deporte, externando recomendaciones fisioterapéuticas de prevención en esta área a partir de los resultados de la investigación.

En relación con la descripción de las principales características clínicas y sociodemográficas de los atletas, la metodología de los entrenamientos y el análisis biomecánico de la patada en el estilo pecho, se concluye que, en una muestra de 37 nadadores competitivos sin diferencia significativa en sexo, la mayoría ha sufrido al menos una lesión musculoesquelética en su vida deportiva, con una media de casi dos lesiones por atleta. De estas lesiones la localización más frecuente fue en miembros superiores seguido de miembros inferiores siendo la rodilla la articulación más afectada en esta zona. Por su parte, las estructuras lesionadas más frecuentes reportadas en rodilla fueron los componentes articulares y los ligamentos, siendo las lesiones por sobreuso el mecanismo de lesión más común en más de la mayoría de los participantes. De las lesiones reportadas, casi la totalidad de ellas recibieron atención fisioterapéutica otorgada por el servicio de Terapia Física de cada Comité.

El total de los atletas evaluados poseen fuerza muscular conservada en miembros inferiores es decir que la calificación para cada uno de los músculos de manera bilateral fue de más de 3 en la Escala de Daniels-Worthingham. En cuanto a la amplitud articular, de los 11

movimientos evaluados, la media de la población tenía un rango de movimiento normal en 5 de los movimientos, por debajo de este en otros 5 movimientos y solo 1 de los movimientos se encuentra por encima de los valores normales siendo este último la abducción de cadera.

En cuanto a la metodología de los entrenamientos, un tercio de los participantes entrenan 8 sesiones semanales siendo este el máximo de entrenamiento semanal con un día de descanso por semana, de estas sesiones semanales, aproximadamente en 6 de estas se realiza entrenamiento técnico del estilo de pecho para los especialistas en este estilo y 4 sesiones para las otras especialidades. La mayoría de los atletas tiene una carga de entrenamiento semanal de 12 horas. Por otra parte, el estilo de pecho es el estilo de especialización más frecuente en la muestra.

Con respecto a los hábitos de entrenamiento, la tercera parte de los participantes realiza los 4 hábitos: calentamiento, estiramiento inicial, enfriamiento y estiramiento final. Del restante porcentaje, el calentamiento es el que más suelen realizar los atletas seguido de los estiramientos al final del entrenamiento.

En cuanto a las visitas observacionales de los entrenamientos, el calentamiento estuvo presente en todas las visitas con variabilidad de dinámica, todo calentamiento tuvo una extensión mayor a los 15 minutos. Los estiramientos previos al entrenamiento fueron inexistentes, el enfriamiento en agua estuvo presente en todas las visitas mientras que los estiramientos post-entrenamiento solo se observaron en 2 de 4 visitas, en las restantes 2 visitas a los atletas se les indicó que realizaran los estiramientos en casa. Solo en 1 de las visitas se evidenció el entrenamiento en tierra.

Con respecto al análisis biomecánico, la mitad de los pechistas realiza una técnica de patada de pecho con una abducción de cadera mayor al rango óptimo, más de la mitad realiza rangos de flexión de cadera mayores al rango estándar y se considera para la flexión de rodilla una media de 147°.

El análisis biomecánico mediante la videofotogrametría permitió analizar con mayor precisión los movimientos ejecutados por los atletas y con ello determinar si el gesto deportivo se realizaba de manera óptima. Además de esta aplicación, la retroalimentación proporcionada por este sistema es una herramienta muy valiosa que puede ser utilizada por el equipo de profesionales a cargo de los atletas ya que permite mejorar el aprendizaje de las

correcciones necesarias para maximizar el rendimiento deportivo y prevenir las lesiones consecuentes a los errores en la técnica.

Por su parte, en relación con el análisis de los factores de riesgo desencadenantes de dolor de rodilla en los nadadores de estilo pecho, se concluye que a pesar de que los resultados del análisis no fueron estadísticamente significativos, reflejan los factores de riesgo para los participantes del presente estudio que a la vez concuerdan con otros estudios a nivel internacional.

Los factores de riesgo más destacados en el análisis de riesgo simple fueron el sexo femenino con casi el doble de riesgo de lesión, la categoría de competición de los mayores de 18 años, una carga de entrenamiento semanal de 16 a 19 horas, la cual implica 7 veces más riesgo, mientras que la práctica de otros deportes de manera recreativa representa 4 veces más probabilidad de lesión. En cuanto a la medición de la amplitud articular mediante la goniometría se determina como principales riesgos un rango de abducción de cadera mayor a 45° seguido por un rango de flexión plantar de tobillo mayor a 50°.

El análisis de riesgo múltiple destacó como principales factores de riesgo el estilo de nado de pecho con casi el doble de riesgo de lesionarse la rodilla que para otros estilos además de un entrenamiento semanal de estilo de pecho de 5 a 8 veces por semana. Por su parte, tomando en cuenta los rangos óptimos de abducción de cadera entre 37° a 42° medido a través de la video fotogrametría, una abducción de cadera mayor a este rango implica casi 2 veces mayor riesgo de lesión de rodilla mientras que los rangos menores a este implica también un riesgo mayor de lesión, aunque ligeramente menor a los rangos de abducción aumentados. Además, existe mayor riesgo de lesión al realizar una flexión de rodilla mayor a la media de la población de 147°.

A partir de la investigación se externa un documento con recomendaciones fisioterapéuticas para el manejo del dolor de rodilla con objetivo informar acerca de las acciones que pueden ser implementadas al presentar dolor de rodilla al finalizar el entrenamiento como medida de primeros auxilios frente a una lesión aguda, así como recomendaciones preventivas para una lesión en dicha articulación. Estas recomendaciones van dirigidas a los entrenadores y atletas de equipos deportivos de natación.

El carácter cíclico del deporte y el gesto técnico que implica el estilo de nado de pecho donde la patada conlleva movimientos fuera de la alineación normal de las articulaciones

sumado a la carga de entrenamiento semanal al que se someten los deportistas para integrarse a un equipo de nivel competitivo y la especialización a edades tempranas que este requiere son características que no pueden ser modificadas en el deporte como tal. Sin embargo, existen factores de riesgo que sí pueden ser modificados tales como una amplitud articular óptima, la ejecución de los hábitos de entrenamiento, la detección y corrección de errores en el gesto técnico de la patada de pecho y la práctica de otros deportes, los cuales fueron analizados en el presente estudio.

Es por esto que los profesionales en el deporte y la salud a cargo de equipos juveniles deben mantenerse actualizados acerca de las investigaciones recientes en el campo así, como promover el registro y la investigación propia en los equipos a su cargo. Además, la orientación del aprendizaje a los atletas del cumplimiento de los hábitos de entrenamiento más favorables para poder potenciar su rendimiento deportivo y prevenir lesiones musculoesqueléticas que puedan afectar al deportista no solo en el momento de la lesión sino en la calidad de vida a futuro.

6.2 Recomendaciones

- A los atletas y clubes deportivos

Se les recomienda a los atletas crear conciencia acerca de la gravedad de no atender las lesiones musculoesqueléticas de manera temprana y el efecto que tendrá esto sobre el rendimiento deportivo y su salud en general. Además, como parte de este proyecto se propone una serie de recomendaciones de primeros auxilios fisioterapéuticos para el dolor de rodilla post-entrenamiento que les será beneficioso para la atención aguda de las lesiones.

Es importante velar por el cumplimiento de los hábitos de entrenamiento correctos tales como el calentamiento, estiramientos y enfriamiento, así como hacer visible la diferencia entre los ejercicios de movilidad articular como parte del calentamiento y no como estiramientos musculares.

- Al cuerpo técnico

Los resultados de esta investigación sirven como recomendaciones prácticas para los entrenadores de los equipos de natación que fueron parte del estudio en tanto que pueden valorar la prevalencia de las lesiones existentes en el equipo, así como la condición muscular

y articular de los atletas analizado en este estudio para enfocar los entrenamientos a las debilidades reflejadas como factores de riesgo encontrados en la investigación así como las recomendaciones que se externan específicamente para los nadadores de estilo pecho, en la prevención y atención primaria de las lesiones en rodilla.

Se recomienda una prescripción más específica a los atletas que realizan trabajo contra-resistencia siguiendo los principios del ejercicio tales como la sobrecarga, participación activa, individualización, especialización y progresión de las cargas de manera que no se convierta en un factor de riesgo para los atletas. Además, se sugiere controlar la práctica de otros deportes ya que se evidenció como uno de los principales mecanismos de lesión que repercuten en el entrenamiento propio de la natación.

Se externa como una recomendación poder mantener una buena comunicación con el servicio de Terapia Física de cada Comité de manera que ambas partes tengan conocimiento de la evolución de los atletas y sus lesiones tanto durante los entrenamientos como en las sesiones de atención clínica y decidir las pautas a seguir de manera conjunta con el fin de no afectar el rendimiento deportivo ni agravar la condición de la lesión. Además, procurar que el equipo de fisioterapeutas del Comité realice evaluaciones continuas de la fuerza muscular, amplitud articular y flexibilidad de manera que los atletas se mantengan en la mejor condición física para sobrellevar la carga de entrenamiento semanal.

- A los futuros investigadores

La presente investigación tuvo la principal limitante en el tamaño poblacional por lo que se recomienda estudiar las relaciones causales expuestas en el estudio con una población de mayor tamaño, la cual sea estadísticamente significativo de manera que los resultados puedan ser extrapolados a la población en general.

Para estudios enfocados en la biomecánica de la técnica deportiva se recomienda utilizar software de movimiento tales como el utilizado en esta investigación, Kinovea, para analizar con mayor especificidad los valores angulares de las articulaciones que no se contemplan en este estudio tales como las rotaciones internas y externas de cadera, flexión y extensión plantar de tobillo.

- A la Escuela de Tecnologías en Salud

Se recomienda a la Unidad Académica brindar un mayor acompañamiento en el uso de la video fotogrametría para el análisis biomecánico, así como el acceso a los recursos necesarios para llevarlo a cabo tales como cámaras subacuáticas o dispositivos de detección del movimiento sumergibles de manera que puedan ser aprovechados por la comunidad universitaria para la investigación.

CAPITULO VII. Bibliografía

- Abgarov, A., Fraser Thomas, J., & Baker, J. (2012). Understanding trends and risk factors of swimming-related injuries in varsity swimmers. *Clinical Kinesiology*.
- Acero Jáuregui, J. (2009). Aplicabilidad de la variabilidad en los análisis biomecánicos del gesto y el entrenamiento deportivo. En G. Ramón Suárez G, *Biomecánica deportiva y control del entrenamiento* (págs. 45-49). Medellín, Colombia: Funámbulos Editores.
- Alcoba López, A. (2001). Enciclopedia del deporte. Librerías Deportivas Esteban Sanz S.L.
- Álvarez-Martínez, H., & Pérez-Campos, E. (2004). Causalidad en medicina. *Gaceta Médica de México*, 469.
- Argüelles-Cienfuegos , J., & De la Fuente, B. (2014). Evaluación y control del entrenamiento en seco a nadadores internacionales en el car de sierra nevada. *Swimming Science II*, 104-105.
- Bahr, R., & Maehlum, S. (2007). Tratamiento de las lesiones deportivas. En *Lesiones deportivas: disgnóstico, tratamiento y rehabilitación* (págs. 25-32). Ed. Médica Panamericana.
- Bailón, J. (2014). *Premium Madrid: Global Health Care*. Obtenido de Dolor de Rodilla y Natación: Rodilla del bracista: <https://rehabilitacionpremiummadrid.com/blog/javier-bailon/dolor-de-rodilla-y-natacion-rodilla-del-bracista/>
- Bak, K. (2010). The Practical Management of Swimmer's Painful Shoulder: Etiology, Diagnosis, and Treatment. *Clin J Sport Med*, 386-390.
- Bleakley, C., Glasgow, P., & MacAuley , D. (2012). PRICE needs updating, should we call the POLICE? *British Journal of Sports Medicine*, 220-221.
- Chase, K. I., Caine, D. J., Goodwin, B. J., Whitehead, J. R., & Romanik, M. A. (2013). A Prospective Study of Injury Affecting Competitive Collegiate Swimmers. *Sports Medicine*, 21:111–123.
- Colexio Oficial de Fisioterapeutas de Galicia . (13 de 05 de 2017). *Fisioterapia*. Obtenido de Colexio Oficial de Fisioterapeutas de Galicia: <http://www.cofiga.org/fisioterapia/definicion>
- Cortés Cortés , M., & Iglesias León , M. (2004). *Generalidades sobre Metodología de la Investigación*. México: Universidad Autónoma del Carmen .
- Cruz, D. (2016). Preventing swimmer's shoulder. *American Fitness*.
- Cuenca-Fernández, F., & Arellano, R. (2014). Potenciación post-activación en natación. *Swimming Science*, 287-289.
- Delgado de Molina Acevedo, G. (2014). Hacia un nuevo concepto pedagógico del rendimiento deportivo en la tercera infancia (7 a 11 años) y en la fase prepuberal dela adolescencia (12 a 14 años). *Swimming Science II*, 246.

- Di Salvo, E. (2016). Alteraciones posturales en nadadores federados estilo pecho. *Universidad FASTA*.
- Elias, N., & Dunning, E. (2015). *Deporte y ocio en el proceso de la civilización*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Fédération Internationale de Natation. (2017). FINA swimming rules 2017-2021. *Real Federación Española de Natación*, 27.
- Gavidia, V., & Talavera, M. (2012). La construcción del concepto de salud. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 161-163.
- González, S., & López, M. (2014). *Tesis de grado: 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 período de setiembre a noviembre previo a Juegos Deportivos Nacionales 2013*. Universidad de Costa Rica.
- Guzmán, H. (2012). Lesiones deportivas en niños y adolescentes. *Revista Médica Clínica Las Condes*, 267-273.
- Hefzollasan, M., Tofighi, A., Jamali Qarakhani, B., & Ghaleghir, S. (2014). The relationship of breaststroke training on knee pain and q angle of breaststroke and crawl swimmers. *Central European Journal of Sport Sciences and Medicine*, 29-36.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2010). *Metodología de la investigación*. México: McGraw-Hill.
- Hernández, N. F., & Carballo, C. G. (2013). Acerca del concepto de deporte: Alcances de su(s) significado(s). *Revistas de la FAHCE, UNLP*.
- Hislop, H. J., & Montgomery, J. (2014). Principios de la evaluación manual de los músculos. En *Pruebas Funcionales Musculares Daniels-Worthingtons* (págs. 4-5). MARVAN.
- ICODER. (02 de 07 de 2017). *ICODER*. Obtenido de Unidad de Gestión de Proyectos: <http://www.icoder.go.cr/gestion-de-proyectos>
- ICODER. (02 de 07 de 2017). *ICODER*. Obtenido de Costa Rica se une al Observatorio Global de Actividad Física (GoPA): <http://www.icoder.go.cr/noticias-icoder/342-costa-rica-se-une-al-observatorio-global-de-actividad-fisica-gopa>
- Khodaei, M., Edelman, G., Spittler, J., Wilber, R., Krabak, B., Solomon, D., . . . Rodeo, S. (2016). Medical Care for Swimmers. *Sports Medicine - Open*.
- Kraydzhikova, L., & Hristova, V. (2012). Adapted physical activity and sport for chronic pain prevention in the knee joints of women volleyball players. *apes* 2, 38.
- Len Funk, D. B., Mackenzie, T. A., & Herrington, L. C. (2015). Sorting swimmers shoulders: An observational study on swimmers that presented to a shoulder surgeon. *International Journal of Shoulder Surgery*, 90-93.
- Maglischo, E. (2009). *Natación. Técnica, Entrenamiento y Competición*. Editorial Paidotribo.

- Martin Demattei, E. (2012). Análisis de las técnicas de nado mediante filmación subacuática. *ISDe Sports Magazine*.
- Micheli, L., & Warner, J. (2006). Lesiones Músculo-Esqueléticas en Niños y Adolescentes. *Revista digital G-SE*.
- Miralles Marrero, R. C., Castro Vásquez, R., & Monterde Pérez, S. (2007). Introducción. En R. C. Miralles Marrero, & I. Miralles Rull, *Biomecánica clínica de las patologías del aparato locomotor*. España: Elsevier.
- Monroy Antón, A. J., & Sáez Rodríguez, G. (2007). *Historia del deporte. De la Prehistoria al Renacimiento*. WANCEULEN Editorial Deportiva, S.L.
- Montoya Leal, J. (2016). Valoración cuantitativa para la reincorporación ocupacional. *Salud Uninorte*.
- Mountjoy, M., Junge, A., Alonso, J., Engebretsen, L., Dragon, I., Gerrard, D., . . . Dvorak, J. (2010). Sports injuries and illnesses in the 2009 FINA World Championships (Aquatics). *British Journal of Sports Medicine*, 522-527.
- Nichols, A. (2015). Medical Care of the Aquatics Athlete. *American College of Sports Medicine*, 14, 389-396.
- Obregón, T., & Arellano, R. (2014). Efecto del entrenamiento concentrado en la velocidad intraciclo del movimiento ondulatorio subacuático. *Swimming Science II*, 215.
- Ocampo Plazas, M. L., Leguizamón Cárdenas, I. Y., Huérfano Riaño, G. C., & García, L. (29 de 08 de 2012). *Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación*. Recuperado el 14 de 05 de 2017, de Características biomecánicas de la técnica en estilo crol de natación en personas con amputación unilateral de miembro inferior: <http://repository.urosario.edu.co/handle/10336/3810>
- Olivos, M., & Tate, A. (2016). Coaches' Education and Practices Regarding Oversuse injury in Young Swimming. *J. Swimming Research*, 14.
- Olmo Navas, J. (2000). La rehabilitación en el deporte. *Arbor*, 227-236.
- OMS. (13 de 05 de 2017). *Preguntas frecuentes: Cómo define la OMS la salud?* Obtenido de <http://www.who.int/suggestions/faq/es/>
- Pastene, J. (2016). *Deporte de Alto Rendimiento: Reflexión a propósito de los Juegos Olímpicos 2016*. Obtenido de OSTEOCHILE: <http://osteochile.cl/pdf/DAR.pdf>
- Placzek, J., & Boyce, D. (2016). Orthopaedic Physical Therapy Secrets. *Elsevier Health Sciences*, 54-56.
- Ramirez Farto, E. (2012). Preparación Física fuera del agua para nadadores(as) de la categoría júnior: Una propuesta práctica para llegar a la categoría absoluta con garantías de éxitos. *NSW*.

- Ramón Suárez, G. (2009). Biomecánica deportiva. En G. Ramón Suárez, *Biomecánica deportiva y control del entrenamiento* (págs. 15-18). Medellín, Colombia: Funámbulos Editores.
- Reinking, M. (2016). Current concepts in the treatment of patellar tendinopathy. *The International Journal of Sports Physical Therapy*, 854-860.
- Romero Ramirez, R. (09 de 06 de 2016). *Nadar es mejor Natación en todos sus aspectos*. Obtenido de NATACIÓN, Como deporte completo: https://nadaresmejor.blogspot.com/p/blog-page_60.html?view=classic#!
- Sanders, R., Fairweather, M., Alcock, A., & McCabe, C. (2015). An Approach to Identifying the Effect of Technique Asymmetries on Body Alignment in Swimming Exemplified by a Case Study of a Breaststroke Swimmer. *Journal of Sports Science and Medicine*, 304-314.
- Sentís Vilalta, J. (2003). Medidas de tendencia central y variabilidad. En *Manual de Bioestadística* (págs. 34-37). España: Elsevier.
- Shelbourne, K., & Freeman, H. (2007). Nonoperative Management of Acute Medial Collateral Ligament Injuries. *Lippincott Williams & Wilkins*.
- Shrier, I. (2004). Does Stretching Improve Performance? A Systematic and Critical Review of the Literature. *Clin J Sport Med*.
- Song, M., Sun, X., Tian, X., Zhang, X., Shi, T., Sun, R., & Dai, W. (2016). Compressive cryotherapy versus cryotherapy alone in patients undergoing knee surgery: a meta-analysis. *Springer Plus*, 1-12.
- Taboadela, C. H. (2007). Goniometría de los miembros inferiores. En *Goniometría. Una herramienta para la evaluación de las incapacidades laborales* (págs. 91-106). ASOCIART SA.
- Van Dorssen, E., Whiteley, R., Mosler, A., Ortega-Cebrian, S., & Dijkstra, P. (2015). The knee and back in swimming. *ASPETAR Sports Medicine Journal*.
- Verkhoshansky, Y. (2001). Introducción a la teoría y metodología del entrenamiento deportivo. En *Teoría y metodología del entrenamiento deportivo* (pág. 25). Editorial Paidotribo.
- Villa Villanueva, Z., Carrasco Páez, L., Martínez Pardo, E., & Nadal Soler, C. (2005). Rodilla del bracista: valoración de la incidencia y propuesta de intervención fisioterápica en nadadores de competición. *Revista Digital efdeportes.com*, <http://www.efdeportes.com/efd89/rodilla.htm>.
- Wanivenhaus, F., Fox, A., Chaudhury, S., & Rodeo, S. (2012). Epidemiology of Injuries and Prevention Strategies in Competitive Swimmers. *SPORTS HEALTH*, 246-251.
- Werner, S. (2014). Anterior knee pain: an update of physical therapy. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.*

World Confederation for Physical Therapy (WCPT). (13 de 05 de 2017). Obtenido de What is physical therapy: <http://www.wcpt.org/what-is-physical-therapy>

Zoraida Pérez, C., Sanfilippo, L. A., & Corina Jivelekian, A. (2015). Lesiones y accidentes deportivos en nadadores federados. *ISDe Sports Magazine*, 27-34.

CAPÍTULO VIII. Anexos

Anexo 1. Fórmula de Consentimiento Informado



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

Escuela de Tecnologías en Salud
Investigación Biomédica Observacional

FORMULARIO PARA EL CONSENTIMIENTO INFORMADO BASADO EN LA LEY N° 9234 “LEY REGULADORA DE INVESTIGACIÓN BIOMÉDICA” y EL “REGLAMENTO ÉTICO CIENTÍFICO DE LA UNIVERSIDAD DE COSTA RICA PARA LAS INVESTIGACIONES EN LAS QUE PARTICIPAN SERES HUMANOS”

"Dolor de rodilla en nadadores de estilo pecho y su relación con el gesto deportivo de miembros inferiores y los hábitos de entrenamiento."

Código (o número) de proyecto:

Nombre del investigador principal: César Alfaro Redondo

Nombre de la investigadora secundaria: Ana Carolina Sánchez Orantes

Nombre del/la participante: _____

Medios para contactar a la/al participante: números de teléfono _____

Correo electrónico _____

Contacto a través de otra persona _____

A. PROPÓSITO DEL PROYECTO

La presente investigación se encuentra a cargo de la Bach. Ana Carolina Sánchez Orantes de la carrera de Licenciatura en Terapia Física de la Universidad de Costa Rica. Esta tiene como propósito analizar la relación entre el dolor de rodilla en nadadores competitivos del estilo pecho con la biomecánica del gesto deportivo y los hábitos de entrenamiento, a partir de ello se elaborará un programa fisioterapéutico de manejo del dolor de rodilla. El estudio pretende reunir la información de atletas que integren equipos competitivos de

natación de edades entre los 13 y 20 años, contando con un aproximado de 50 a 60 nadadores.

B. ¿QUÉ SE HARÁ?

Durante el estudio cada participante deberá responder a dos entrevistas administradas por la investigadora. En la primera visita se les aplicará una entrevista donde se indagará acerca de los datos personales, si padece o ha padecido de alguna enfermedad y su historial de lesiones anteriores, además se le realizarán dos pruebas físicas que incluyen la medición de la fuerza muscular y de la amplitud del movimiento de las articulaciones. La segunda entrevista incluirá datos individuales de la práctica del deporte y los hábitos de entrenamiento como el calentamiento, enfriamiento y estiramiento.

Posterior a obtener esta información se realizará la observación de al menos tres entrenamientos por equipo para conocer la dinámica de los mismos, así como la técnica de nado de los participantes. Además, se acordará una cita con cada participante ya sea en las instalaciones del Palacio de los Deportes en Heredia, en la Unidad de Programas Deportivos de la Universidad de Costa Rica o en la piscina Silvia Poll en Plaza Víquez con el fin de grabar un video de su técnica de nado el cual será analizado por un programa especializado de movimiento (Software Kinovea 0.7.10). Esta grabación será vista únicamente por la investigadora y el equipo tutor involucrado en el estudio, dicha información será guardada por cinco años y luego será destruida de manera permanente.

El estudio tendrá una duración aproximada de cuatro meses ya que requiere de un proceso de análisis de datos, sin embargo, la intervención con los participantes será únicamente en los primeros dos meses con la recolección de los datos mencionados anteriormente, y finalizando al realizar la devolución de los resultados a cada participante.

C. RIESGOS

La recolección de datos no representará ningún riesgo para los participantes.

D. BENEFICIOS

Como resultado de su participación en este estudio usted se verá beneficiado de la siguiente manera:

1. Contará con una evaluación individual de su condición física actual
2. Tendrá conocimiento de los factores de riesgo que le están causando el dolor en la rodilla o pueden llegar a causarle estas molestias en el futuro, así como los errores cometidos en la técnica de nado del estilo pecho
3. Obtendrá una propuesta fisioterapéutica de manejo del dolor de rodilla y recomendaciones para evitar sufrir lesiones en esta articulación, para ello se realizará una

actividad grupal con cada equipo de natación donde se explicará la propuesta y se atenderán dudas al respecto.

E. VOLUNTARIEDAD

Su participación en este estudio es voluntaria. Usted puede negarse a participar o retirarse en cualquier momento sin perder los beneficios a los cuales tiene derecho, ni a ser castigado de ninguna forma por su retiro o falta de participación.

F. CONFIDENCIALIDAD

La información recolectada en este estudio es totalmente confidencial por lo que no se utilizará su nombre en las entrevistas ni pruebas físicas realizadas, sino que se le asignará un número de participante. Además, los resultados serán totalmente anónimos y manipulados únicamente por la investigadora y verificados por el equipo tutor del estudio. Los resultados podrían aparecer en una publicación científica o ser divulgados en una reunión científica, manteniendo siempre el anonimato. Los documentos con la información recolectada, se guardarán por cinco años, pero después serán destruidos de manera permanente. Los participantes tendrán acceso a los resultados del estudio por medio de la entrega del documento final de forma digital y los resultados individuales a cada participante.

G. INFORMACIÓN

Antes de dar su autorización debe hablar con la investigadora responsable del estudio o sus colaboradores sobre este estudio y ellos deben haber contestado satisfactoriamente todas sus preguntas acerca de la investigación y de sus derechos. Si quisiera más información más adelante, puede obtenerla llamando a la investigadora a cargo, Ana Carolina Sánchez Orantes al teléfono 8421-4309 en el horario de lunes a viernes de 9:00 am a 4:00 pm. 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.

La presente investigación se encuentra adscrita bajo la Unidad Académica de la Escuela de Tecnologías en Salud de la Universidad de Costa Rica, bajo la dirección de M.Sc. César Alfaro Redondo.

H. Usted NO perderá ningún derecho por firmar este documento y recibirá una copia de esta fórmula firmada para su uso personal.

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/la investigador/a que solicita el consentimiento

Lugar, fecha y hora

Nombre, firma y cédula del/la testigo

Lugar, fecha y hora

Versión junio 2017

Formulario aprobado en sesión ordinaria N° 63 del Comité Ético Científico, realizada el 07 de junio del 2017.

Anexo 2. Fórmula de Asentimiento Informado



UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
COMITÉ ÉTICO CIENTÍFICO

Teléfono/Fax: (506) 2511-4201

Escuela de Tecnologías en Salud
Investigación Biomédica Observacional

FORMULARIO PARA EL ASENTIMIENTO INFORMADO
(participantes mayores de 12 y menores de 18 años) BASADO EN LA LEY N° 9234
“LEY REGULADORA DE INVESTIGACIÓN BIOMÉDICA” y EL “REGLAMENTO
ÉTICO CIENTÍFICO DE LA UNIVERSIDAD DE COSTA RICA PARA LAS
INVESTIGACIONES EN LAS QUE PARTICIPAN SERES HUMANOS”

"Dolor de rodilla en nadadores de estilo pecho y su relación con el gesto deportivo de miembros inferiores y los hábitos de entrenamiento."

Código (o número) de proyecto: _____

Nombre del investigador principal: César Alfaro Redondo

Nombre de la investigadora secundaria: Ana Carolina Sánchez Orantes

Nombre del/la participante: _____

Medios para contactar a la/al participante: números de teléfono _____

Correo electrónico _____

Contacto a través de otra persona _____

Hola, mi nombre es Ana Carolina Sánchez Orantes soy estudiante investigadora de la Universidad de Costa Rica y estoy haciendo un estudio sobre las lesiones de rodilla en nadadores de estilo pecho.

Quiero hablar con usted para hacerle unas preguntas sobre:

- Sus datos personales (si ha padecido o padece de alguna enfermedad)
- Su historial de lesiones anteriores
- Datos acerca de la práctica de la natación y los hábitos de entrenamiento como el calentamiento, enfriamiento y estiramiento
- Se le realizarán 2 pruebas físicas para medir la fuerza de los músculos y el movimiento de las articulaciones

Le informo que grabaré su forma de nadar en el estilo pecho, pero luego cuando termine mi trabajo me encargaré de destruir la grabación.

Al reunirse conmigo haremos lo siguiente: las entrevistas serán guiadas por mí y solo tendrá que contestar las preguntas de manera oral como en una conversación, luego de esto se aplicará un examen de la fuerza muscular de las piernas en donde primero realizará el movimiento que se le pida y luego lo repetirá mientras yo con mi mano aplico una fuerza que debe vencer, por ejemplo, que tan fuerte puede estirar la rodilla y luego doblarla de nuevo. Además, se realizará una prueba de movilidad de las articulaciones donde mediré cuanto se mueve la articulación, por ejemplo, cuantos grados logras doblar la pierna hacia atrás, esta prueba no incluye fuerza de mi parte. Por último, con una cámara dentro del agua y otra por fuera vamos a grabar su técnica de nado en estilo pecho y lo repetirá 3 veces. Para todo esto nos reuniríamos en su lugar habitual de entrenamiento ya sea en el Palacio de los Deportes en Heredia, en la piscina Silvia Poll en Plaza Víquez o en las Instalaciones Deportivas de la Universidad de Costa Rica por un rato aproximado de 1 hora por sesión.

Le garantizo que todas las respuestas que me de, solo yo Ana Carolina Sánchez Orantes, las conoceré.

Debes decir si estás de acuerdo en participar en este estudio

Sí **No**

Si acepta participar, contestará por su propia voluntad las preguntas que se le haga.

Si necesitas más información sobre este estudio, puede obtenerla llamando a Ana Carolina Sánchez Orantes al número de teléfono 8421-4309 en el horario de lunes a viernes de 9:00 am a 4:00 pm. Podes hacer consultas adicionales en la Vicerrectoría de Investigación de la Universidad de Costa Rica al teléfono 2511-4201, de lunes a viernes de 8 am a 5 pm.

Nombre del participante

firma

fecha

Nombre del Testigo

cédula y firma

fecha

Nombre del investigador(a)

cédula y firma

fecha

Versión Agosto 2017

Anexo 3. Entrevista personal

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

ANAMNESIS

I. Datos personales			
1. Código del participante:			
2. Sexo: 1. () Hombre 2. () Mujer	3. Edad en años: _____ 4. Peso: _____ Kg 5. Talla: _____ cm	6. Categoría de competición: 1. () Juvenil A 2. () Juvenil B 3. () Senior	7. Dominancia: 1. () Derecha 2. () Izquierda
8. Índice de masa corporal: 1. () Bajo peso 2. () Peso normal 3. () Sobrepeso 4. () Obesidad		9. Antecedentes patológicos personales: 1. () Diabetes 2. () HTA 3. () Cáncer 4. () Cardiopatías 5. () Obesidad 6. () Asma 7. () Otras: _____	
10. Horas de sueño: 1. () Menos de 5h 2. () 5 a 6h 3. () 7 a 8h 4. () 9 a 10h 5. () Más de 10h			
II. Historial de lesiones			
11. Ha sufrido alguna lesión: 1. () Sí 2. () No (Ha terminado el cuestionario)		12. Cantidad de lesiones previas: 1. () Una lesión 2. () Dos lesiones 3. () Tres lesiones 4. () Cuatro o más lesiones	
13. Momento de la lesión: 1. () Entrenamiento 2. () Competencia 3. () Otro: _____		14. Localización general: 1. () Miembro superior 2. () Miembro inferior 3. () Tronco y cuello 4. () Cabeza	
15. Localización específica: 1. () Hombro 2. () Brazo 3. () Codo 4. () Antebrazo 5. () Muñeca 6. () Mano 7. () Dedos 8. () Cadera 9. () Glúteo 10. () Muslo 11. () Rodilla 12. () Pierna		16. Tejido lesionado: 1. () Músculo 2. () Ligamento 3. () Tendón 4. () Hueso 5. () Componente articular: _____ 6. () Se desconoce	

<p>13. () Tobillo 14. () Pie</p> <p>15. () Ortejos 16. () Zona cervical</p> <p>17. () Zona dorsal 18. () Zona lumbar</p> <p>19. () Zona sacra 20. () Pecho</p> <p>21. () Abdomen 22. () Pubis</p> <p>23. () Cráneo 24. () Cara</p>	<p>17. Tipo de lesión:</p> <p>1. () Contusión 2. () Fractura</p> <p>3. () Fisura 4. () Luxación</p> <p>5. () Subluxación 6. () Esguince</p> <p>7. () Distensión 8. () Ruptura</p> <p>9. () Desgarro 10. () Contractura</p> <p>11. () Tendinitis 12. () Bursitis</p> <p>13. () Desconocida</p>
<p>18. Mecanismo de lesión:</p> <p>1. () Traumatismo sin contacto</p> <p>2. () Traumatismo de contacto</p> <p>3. () Sobre uso</p> <p>4. () Otro: _____</p>	<p>19. Tipo de tratamiento:</p> <p>1. () Médico</p> <p>2. () Farmacológico</p> <p>3. () Fisioterapéutico</p> <p>4. () Ninguno</p> <p>5. () Otro: _____</p>

Observaciones:

Firma de la evaluadora: _____ Fecha: __/__/__

Anexo 4. Instrumento de Examen Manual Muscular

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

Examen Manual Muscular

Código del participante: _____

Miembros Inferiores		
Izq.	Cadera	Der.
Flexión		
	Iliopsoas	
	Iliopsoas + Recto femoral	
	Sartorio	
Extensión		
	Glúteo mayor	
	Glúteo mayor + Isquiotibiales	
Abducción		
	Glúteo medio	
	Tensor de la fascia lata (TFL)	
	Glúteo medio y TFL	
Aducción		
	Aductor mayor, largo y corto + grácil + pectíneo	
Rotación Interna		
	Glúteo menor	
Rotación Externa		
	Rotadores externos de cadera	
Izq.	Rodilla	Der.
Flexión		
	Isquiotibiales	
	Bíceps femoral	
	Semitendinoso + semimembranoso	
Extensión		
	Cuádriceps	
Izq.	Tobillo	Der.
Flexión plantar		
	Gastrocnemios + sóleo + plantar	
	Sóleo	
Dorsiflexión		
	Tibial anterior	
Izq.	Pie	Der.
Inversión		

	Tibial anterior + Tibial posterior	
Eversión		
	Peroneos	

Anexo 5. Instrumento de Goniometría

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

Goniometría

Código del participante: _____

Miembros Inferiores		
Izquierda	Cadera	Derecha
	Flexión con extensión de rodilla	
	Flexión con flexión de rodilla	
	Extensión	
	Abducción	
	Aducción	
	Rotación externa	
	Rotación interna	
Izquierda	Rodilla	Derecha
	Flexión	
	Extensión	
Izquierda	Tobillo	Derecha
	Flexión plantar	
	Dorsiflexión	

Observaciones:

Firma de la evaluadora: _____ Fecha: __/__/__

Anexo 6. Cuestionario individual de la práctica deportiva

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

Cuestionario individual de la práctica deportiva

Código del participante: _____

1. Años de practicar natación: _____ 2. Frecuencia de entrenamiento semanal: _____ veces por semana 3. Duración en horas de 1 sesión de entrenamiento: _____ 4. Horas de entrenamiento semanal: _____ 5. Frecuencia de entrenamiento semanal de estilo pecho: _____ veces por semana	
6. En cual estilo se especializa: 1. () Libre 2. () Dorso 3. () Pecho 4. () Mariposa 5. () Libre + Dorso 6. () Libre + Pecho 7. () Libre + Mariposa 8. () Dorso + Pecho 9. () Dorso + Mariposa 10. () Pecho + Mariposa	7. Cual de las siguientes actividades realiza al entrenar: 1. () Calentamiento 2. () Estiramiento inicial 3. () Enfriamiento 4. () Estiramiento final
8. Durante los entrenamientos de natación, ¿Usted realiza periodos de hidratación? 1. () SI 2. () NO 8.1. Cuántos periodos: _____	9. Durante los entrenamientos de natación, ¿Usted toma periodos de descanso? 1. () SI 2. () NO 9.1. Cuántos periodos: _____
10. Además de los entrenamiento de la técnica deportiva, ¿Usted realiza entrenamiento de contrarresistencia o pesas? 1. () SI 2. () NO 10.1. Horas semanales: _____	11. Práctica otro deporte o actividad física: 1. () SI indique: _____ 2. () NO 11.1. Horas semanales: _____

Firma de la evaluadora: _____ Fecha: __/__/__

Anexo 7. Guía observacional del entrenamiento

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

Guía observacional del entrenamiento

Lugar de entrenamiento: _____ Fecha: __/__/____

Hora de inicio: _____

Hora de finalización: _____

1. Generalidades del entrenamiento

1. Cantidad de participantes: _____
2. Duración total de la sesión: 1. () De 1 a 2 horas 2. () De 2 a 3 horas 3. () Más de 3 horas
3. Descansos: 1. () Sí Cantidad: _____ Duración: _____ min 2. () No
4. Momentos de hidratación: 1. () Sí Cantidad: _____ 2. () No
5. Implementos de entrenamiento: 1. () Tablas 2. () Patas de goma 3. () Manoplas 4. () Pull bouy 5. () Tubas o snorkel 6. () Otras: _____

2. Fases del entrenamiento

1. Calentamiento: 1. () Si 2. () No	
2. Duración total del calentamiento: 1. () Menos de 5 minutos 2. () De 5 a 10 minutos 3. () De 10 a 15 minutos 4. () Más de 15 minutos 5. () No aplica	3. ¿Quién dirige el calentamiento? 1. () Entrenador 2. () Atleta 3. () No es dirigido

4. Calentamiento en tierra: 1. () Si 2. () No	5. Calentamiento en agua: 1. () Si Metros: _____ Estilo de nado: _____ 2. () No
6. Estiramiento previo: 1. () Si 2. () No	
7. Tipo de estiramiento: 1. () Estático 2. () Dinámico/ Balístico	10. Grupos musculares implicados: 1. () Cuello 2. () Tronco 3. () Miembros superiores 4. () Miembros inferiores
8. Duración total del estiramiento 1. () Menos de 5 minutos 2. () De 5 a 10 minutos 3. () De 10 a 15 minutos 4. () Más de 15 minutos 5. () No aplica	11. ¿Quién dirige el estiramiento? 1. () Entrenador 2. () Atleta 3. () No es dirigido
9. Duración aproximada de cada estiramiento: 1. () Menos de 15 segundos 2. () De 15-20 segundos 3. () Más de 20 segundos 4. () No controlado	
Entrenamiento	
12. Entrenamiento en tierra 1. () Sí 2. () No (pasar a la pregunta 13)	14. Entrenamiento en agua 1. () Sí 2. () No
13. Tipo de entrenamiento en tierra 1. () Potencia de MMII 2. () Fuerza de MMII 3. () Flexibilidad de MMII 4. () Velocidad 5. () Otra Indique: _____	15. Tipo de entrenamiento en agua 1. () Potencia de MMII 2. () Fuerza de MMII 3. () Velocidad 4. () Condición cardiovascular 5. () Técnica de nado 6. () Otra Indique: _____
16. Enfriamiento: 1. () Si 2. () No	

<p>17. Duración del enfriamiento</p> <p>1. () Menos de 5 minutos 2. () De 5 a 10 minutos 3. () De 10 a 15 minutos 4. () Más de 15 minutos 5. () No aplica</p>	<p>19. ¿Quién dirige el enfriamiento?</p> <p>1. () Entrenador 2. () Atleta 3. () No es dirigido</p>
<p>18. Tipo de enfriamiento:</p> <p>1. Activo 2. Pasivo</p>	
<p>20. Estiramiento final: 1. () Si 2. () No</p>	
<p>21. Tipo de estiramiento:</p> <p>1. () Estático 2. () Dinámico/ Balístico</p>	<p>24. Grupos musculares implicados:</p> <p>1. () Cuello 2. () Tronco 3. () Miembros superiores 4. () Miembros inferiores</p>
<p>22. Duración total del estiramiento</p> <p>1. () Menos de 5 minutos 2. () De 5 a 10 minutos 3. () De 10 a 15 minutos 4. () Más de 15 minutos 5. () No aplica</p>	<p>25. ¿Quién dirige el estiramiento?</p> <p>1. () Entrenador 2. () Atleta 3. () No es dirigido</p>
<p>23. Duración de cada estiramiento:</p> <p>1. () Menos de 15 segundos 2. () De 15-20 segundos 3. () Más de 20 segundos 4. () No controlado</p>	

Observaciones:

Firma de la observadora: _____

Anexo 8. Cuadros de frecuencias

Tabla 22. Sexo de los participantes. Equipos del Comité Cantonal de Deportes y Recreación, San José y la Asociación de Natación de Heredia.

Sexo	Valor absoluto	Valor relativo
Hombre	19	51,4%
Mujer	18	48,6%
Total	37	100%

Fuente: Elaboración propia a partir de resultados obtenidos, 2019

Tabla 23. Edad en años de los participantes. Equipos del Comité Cantonal de Deportes y Recreación, San José y la Asociación de Natación de Heredia.

Edad	Valor absoluto	Valor relativo
12	4	10,8%
13	7	18,9%
14	7	18,9%
15	4	10,8%
16	7	18,9%
17	3	8,1%
18	2	5,4%
19	2	5,4%
20	1	2,7%
Total	37	100%

Fuente: Elaboración propia a partir de resultados obtenidos, 2019

Tabla 24. Categoría de competición. Equipos del Comité Cantonal de Deportes y Recreación, San José y la Asociación de Natación de Heredia

Categoría de competición	Valor absoluto	Valor relativo
Infantil B	4	10,8%
Juvenil A	14	37,8%
Juvenil B	14	37,8%
Mayores	5	13,5%
Total	37	100%

Fuente: Elaboración propia a partir de resultados obtenidos, 2019

Tabla 25. Dominancia de los participantes. Equipos del Comité Cantonal de Deportes y Recreación, San José y la Asociación de Natación de Heredia

Dominancia	Valor absoluto	Valor relativo
Derecha	33	89,2%
Izquierda	3	8,1%
Bidiestro	1	2,7%
Total	37	100%

Fuente: Elaboración propia a partir de resultados obtenidos, 2019

Tabla 26. Antecedentes patológicos personales de los participantes. Equipos del Comité Cantonal de Deportes y Recreación, San José y la Asociación de Natación de Heredia

Antecedentes patológicos personales	Valor absoluto	Valor relativo
--	-----------------------	-----------------------

Cardiopatías	2	5,4%
Asma	7	18,9%
Otras	4	10,8%
Ninguna	24	64,9%
Total	37	100%

Fuente: Elaboración propia a partir de resultados obtenidos, 2019

Tabla 27. Horas de sueño de los participantes. Equipos del Comité Cantonal de Deportes y Recreación, San José y la Asociación de Natación de Heredia

Horas de sueño	Valor absoluto	Valor relativo
Menos de 5	1	2,7%
5 a 6	11	29,7%
7 a 8	24	64,9%
9 a 10	1	2,7%
Más de 10	0	0%
Total	37	100%

Fuente: Elaboración propia a partir de resultados obtenidos, 2019

Tabla 28. Años de práctica de natación. Equipos del Comité Cantonal de Deportes y Recreación, San José y la Asociación de Natación de Heredia

Años de práctica de natación	Valor absoluto	Valor relativo
1	1	2,7%
2	1	2,7%
3,4	1	2,7%
4	7	18,9%
4,6	3	8,1%
5	2	5,4%
6	6	16,2%
7	5	13,5%
8	4	10,8%
9	1	2,7%
10	2	5,4%
11	1	2,7%
12	2	5,4%
14	1	2,7%
Total	37	100%

Fuente: Elaboración propia a partir de resultados obtenidos, 2019

Tabla 29. Cantidad de participantes lesionados. Equipos del Comité Cantonal de Deportes y Recreación, San José y la Asociación de Natación de Heredia

Lesionados	Valor absoluto	Valor relativo
Sí	34	91,9%
No	3	8,1%
Total	37	100%

Fuente: Elaboración propia a partir de resultados obtenidos, 2019

Tabla 30. Sesiones de entrenamiento semanal de los participantes. Equipos del Comité Cantonal de Deportes y Recreación, San José y la Asociación de Natación de Heredia

Sesiones de entrenamiento semanal	Valor absoluto	Valor relativo
5	1	2,7%
6	12	32,4%
7	10	27%
8	14	37,8%
Total	37	100%

Fuente: Elaboración propia a partir de resultados obtenidos, 2019

Tabla 31. Horas de entrenamiento semanal de los participantes. Equipos del Comité Cantonal de Deportes y Recreación, San José y la Asociación de Natación de Heredia

Horas de entrenamiento semanal	Valor absoluto	Valor relativo
12	12	32,4%
14	1	2,7%
15	1	2,7%
16	3	8,1%
20	9	24,3%
22	11	29,7%
Total	37	100%

Fuente: Elaboración propia a partir de resultados obtenidos, 2019

Tabla 32. Sesiones de entrenamiento semanal del estilo pecho de los participantes. Equipos del Comité Cantonal de Deportes y Recreación, San José y la Asociación de Natación de Heredia

Sesiones de entrenamiento semanal de estilo pecho	Valor absoluto	Valor relativo
1	6	16,2%
2	7	18,9%
3	4	10,8%
4	2	5,4%
5	2	5,4%
6	5	13,5%
7	5	13,5%
8	6	16,2%
Total	37	100%

Fuente: Elaboración propia a partir de resultados obtenidos, 2019

Tabla 33. Hábitos de entrenamiento llevados a cabo por los participantes. Equipos del Comité Cantonal de Deportes y Recreación, San José y la Asociación de Natación de Heredia

Hábito de entrenamiento	Valor absoluto	Valor relativo
Calentamiento	36	100%
Estiramiento inicial	17	45,9%
Enfriamiento	24	64,9%
Estiramiento final	27	73%

Fuente: Elaboración propia a partir de resultados obtenidos, 2019

Tabla 34. Participantes que toman descansos durante los entrenamientos. Equipos del Comité Cantonal de Deportes y Recreación, San José y la Asociación de Natación de Heredia

Descansos durante el entrenamiento	Valor absoluto	Valor relativo
Sí	29	78,4%
No	8	21,6%
Total	37	100.0

Fuente: Elaboración propia a partir de resultados obtenidos, 2019

Tabla 35. Participantes que realizan entrenamiento contra-resistencia. Equipos del Comité Cantonal de Deportes y Recreación, San José y la Asociación de Natación de Heredia

Entrenamiento contra-resistencia	Valor absoluto	Valor relativo
Sí	9	24,3%
No	28	75,7%
Total	37	100%

Fuente: Elaboración propia a partir de resultados obtenidos, 2019

Tabla 36. Participantes que realizan otros deportes. Equipos del Comité Cantonal de Deportes y Recreación, San José y la Asociación de Natación de Heredia

Otros deportes	Valor absoluto	Valor relativo
Sí	3	8,1%
No	34	91,9%
Total	37	100%

Fuente: Elaboración propia a partir de resultados obtenidos, 2019

Tabla 37. Valor absoluto de los músculos evaluados según la escala de Daniels-Worthingham de manera bilateral. Equipos del Comité Cantonal de Deportes y Recreación, San José y la Asociación de Natación de Heredia

Músculo	Izquierda			Derecha		
	3	4	5	3	4	5
Clasificación según Escala de Daniels-Worthingham	3	4	5	3	4	5
Iliopsoas	0	14	23	0	14	23
Sartorio	0	7	30	0	8	29
Gluteo mayor	0	8	29	0	11	26
Gluteo mayor + isquiotibiales	0	4	33	0	5	32
Gluteo medio	0	1	36	0	1	36
Gluteo medio + tensor de la fascia lata	0	8	29	0	10	27
Aductores de cadera	0	4	33	0	5	32
Rotadores internos	0	2	35	0	5	32
Rotadores externos	0	1	36	0	2	35
Isquiotibiales	0	1	36	1	1	35
Biceps femoral	0	0	37	1	2	34
Semitendinoso + semimembranoso	0	2	35	1	2	34

Cuádriceps	0	0	37	0	1	36
Gastrocnemios	0	0	37	0	0	37
Soleo	0	0	37	0	1	36
Tibial anterior	0	0	37	0	0	37
Inversores de tobillo	0	1	36	0	0	37
Eversores de tobillo	0	0	37	0	0	37

Fuente: Elaboración propia a partir de resultados obtenidos, 2019

Tabla 38. Porcentaje de los músculos evaluados según la escala de Daniels-Worthingham de manera bilateral. Equipos del Comité Cantonal de Deportes y Recreación, San José y la Asociación de Natación de Heredia

Músculo evaluado	Lado izquierdo			Lado derecho		
	3	4	5	3	4	5
Clasificación según Escala de Daniels-Worthingham						
Iliopsoas	0	37,84%	62,16%	0	37,84%	62,16%
Sartorio	0	18,92%	81,08%	0	21,62%	78,38%
Gluteo mayor	0	21,62%	78,38%	0	29,73%	70,27%
Gluteo mayor + isquiotibiales	0	10,81%	89,19%	0	13,51%	86,49%
Gluteo medio	0	2,70%	97,30%	0	2,70%	97,30%
Gluteo medio + tensor de la fascia lata	0	21,62%	78,38%	0	27,03%	72,97%
Aductores de cadera	0	10,81%	89,19%	0	13,51%	86,49%
Rotadores internos	0	5,40%	94,60%	0	13,51%	86,49%
Rotadores externos	0	2,70%	97,30%	0	5,40%	94,60%
Isquiotibiales	0	2,70%	97,30%	2,70%	2,70%	94,60%
Biceps femoral	0	0	100,00%	2,70%	5,40%	91,90%
Semitendinoso + semimembranoso	0	5,40%	94,60%	2,70%	5,40%	91,90%
Cuádriceps	0	0	100,00%	0	2,70%	97,30%
Gastrocnemios	0	0	100,00%	0	2,70%	97,30%
Soleo	0	0	100,00%	0	0	100,00%
Tibial anterior	0	0	100,00%	0	0	100,00%
Inversores de tobillo	0	2,70%	97,30%	0	0	100,00%
Eversores de tobillo	0	0	100,00%	0	0	100,00%

Fuente: Elaboración propia a partir de resultados obtenidos, 2019

Tabla 39. Valor absoluto de los rangos de amplitud articular de los participantes. Equipos del Comité Cantonal de Deportes y Recreación, San José y la Asociación de Natación de Heredia

Movimiento articular	Izquierda			Derecha		
	Menos	Normal	Más	Menos	Normal	Más
Flexión de cadera + extensión de rodilla	12	20	5	10	23	4
Flexión de cadera + flexión de rodilla	31	4	2	34	3	0
Extensión de cadera	12	20	5	7	26	4
Abducción de cadera	11	2	24	9	1	27
Adducción de cadera	15	20	2	15	20	2
Rotadores externos de cadera	21	0	16	19	0	18
Rotadores internos de cadera	20	2	15	18	2	17
Flexión de rodilla	37	0	0	37	0	0
Extensión de rodilla	0	37	0	0	37	0
Flexión plantar	9	19	9	10	19	8
Dorsiflexión	28	9	0	29	8	0

Fuente: Elaboración propia a partir de resultados obtenidos, 2019

Tabla 40. Porcentaje de los rangos de amplitud articular de los participantes. Equipos del Comité Cantonal de Deportes y Recreación, San José y la Asociación de Natación de Heredia

Movimiento articular	Izquierda			Derecha		
	Menos	Normal	Más	Menos	Normal	Más
Flexión de cadera + extensión de rodilla	32,43%	54,06%	13,51%	27,03%	62,16%	10,81%
Flexión de cadera + flexión de rodilla	83,78%	10,81%	5,41%	91,89%	8,11%	0,00%
Extensión de cadera	32,43%	54,06%	13,51%	18,92%	70,27%	10,81%
Abducción de cadera	29,73%	5,41%	64,86%	24,33%	2,70%	72,97%
Adducción de cadera	40,54%	54,05%	5,41%	40,54%	54,05%	5,41%
Rotadores externos de cadera	56,76%	0,00%	43,24%	51,35%	0,00%	48,65%
Rotadores internos de cadera	54,05%	5,41%	40,54%	48,65%	5,40%	45,95%
Flexión de rodilla	100,00%	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%
Extensión de rodilla	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%
Flexión plantar	24,32%	51,36%	24,32%	27,03%	51,35%	21,62%
Dorsiflexión	75,68%	24,32%	0,00%	78,38%	21,62%	0,00%

Fuente: Elaboración propia a partir de resultados obtenidos, 2019

Tabla 41. Valor absoluto de las angulaciones de abducción de cadera, flexión de cadera y de rodilla de los participantes. Equipos del Comité Cantonal de Deportes y Recreación, San José y la Asociación de Natación de Heredia

Participante	Flexión de cadera		Flexión de rodilla		Abducción de cadera	
	Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha
AA37	43°	49°	36°	33°	31°	30°
	45°	43°	37°	35°	25°	30°
	34°	47°	45°	32°		
	40,7°	46,3°	39,3°	33,3°	28°	30°
Promedio	43,5°		36,3°		29°	
AA33	45°	56°	33°	45°	50°	43°
	46°		41°		45°	47°
	45,5°	56°	37°	45°	47,5°	45°
Promedio	50,7°		41°		46,2°	
AA35	74°	83°	35°	31°	50°	46°
	79°	88°	43°	26°	59°	
	76,5°	85,5°	39°	28,5°	54,5°	46°
Promedio	81°		33,7°		50,2	
AA28	38°	38°	37°	34°	34°	46°
	49°	48°	50°	26°	52°	43°
	43°	49°	35°	29°	42°	
	43,3°	45°	40,7°	29,7°	42,7°	44,5°
Promedio	44,1		35,2°		43,6°	
AA26	58°		49°			
	54°	87°	40°	30°	29°	23°
	69°	77°	44°	34°		33°
	68°		40°			
	62,2°	82°	43,2°	32°	29°	28°
Promedio	72,1°		37,6°		28,5°	
AA20	45°	39°	24°	24°	45°	38°
	43°	39°	19°	27°	27°	25°
	50°	43°	22°	21°	37°	30°
	46°	40,3	21,7°	24°	36,3	31°
Promedio	43,2°		22,8°		33,6°	
AA24	53°	43°	26°	33°	58°	68°
	65°	68°	27°	28°	42°	56°
	50°	66°	27°	27°		
	56°	59°	26,7°	29,3°	50°	62°
Promedio	57,5°		28°		56°	
AA21	73°	60°	34°	37°	47°	52°
	72°		39°			
	72,5°	60°	36,5°	37°	47°	52°
Promedio	66,25°		36,7°		49,5°	
AA25	62°	58°	35°	37°	39°	33°
	59°	68°	35°	26°	37°	34°
		66°		31°	40°	39°
	60,5°	64°	35°	31,3°	38,7°	35,3°
Promedio	62,2°		33,1°		37°	
AA36	43°		35°		45°	41°
	41	57°	26°	28°	38°	31°
	49°	56°	31°	33°	31°	39°
	56°		28°		37°	30°
	47,3°	56,5°	30°	30,5°	37,8°	35,3°

Promedio	51,9°		30,2°		36,5°	
CC15	47°	51°	38°	26°	34°	34°
	52°	56°	29°	22°	40°	36°
	53°	48°	39°	30°	32°	33°
	50,7°	51,7°	35,3°	26°	35,3°	34,3°
Promedio	51,2°		30,6°		34,8	
CC18	56°	63°	29°	30°	47°	46°
	53°	68°	25°	21°	65°	60°
		55°		24°		
	54,5°	62°	27°	25°	56°	53°
Promedio	58,2°		26°		54,5°	
CC13	22°	28°	32°	26°	36°	43°
	47°	34°	32°	28°	38°	39°
	30°	31°	31°	25°	42°	49°
	33°	31°	31,7°	26,3°	38,7°	43,7°
Promedio	32°		29°		41,2°	
CC16	50°	46°	30°	31°	46°	41°
	49°	47°	36°	29°	47°	32°
	52°	44°	29°	27°	48°	42°
	50,3°	45,7°	31,7°	29°	47°	38,3
Promedio	48°		30,3°		42,6°	

Fuente: Elaboración propia a partir de resultados obtenidos, 2019

Anexo 9. Material de retroalimentación de las evaluaciones individuales

Relación entre el dolor de rodilla en nadadores de estilo pecho con el gesto deportivo de miembros inferiores y los hábitos de entrenamiento

Elaborado por: Ana Carolina Sánchez Orantes

Nombre del participante:

Equipo al que pertenece:

Evaluación individual de su condición física

- Fuerza muscular (FM)

La FM está conservada, la mayoría de los músculos obtuvieron la calificación máxima de 5 según la escala de Daniels y Worthingham, aquellos músculos que obtuvieron una calificación menor se explican en el siguiente cuadro.

Músculos evaluados	Calificación Escala de Daniels y Worthingham	Imagen	Recomendaciones
* Iliopsoas + recto femoral bilateral *Glúteo medio + tensor de la fascia lata bilateral	<p style="text-align: center;">4</p> Implica que el grupo muscular puede realizar el movimiento completo sin una fuerza opuesta y puede tolerar la fuerza moderada impuesta por la evaluadora, pero no la fuerza máxima.		Se recomienda fortalecer estos músculos, encargados de los movimientos de elevación y apertura de las piernas.

Imagen tomada de SI-EDUCA.NET. Educación para la vida. (20 de Mayo de 2012). Obtenido de Músculos de las extremidades inferiores: <https://si-educa.net/intermedio/ficha669.html>.

- **Amplitud articular**

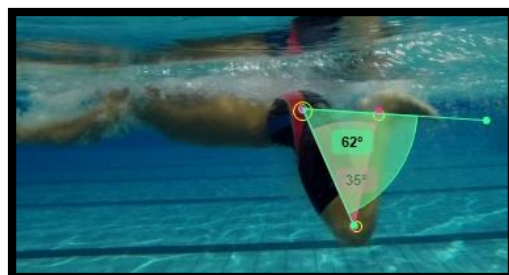
La mayoría de los movimientos articulares se encuentran dentro del rango óptimo de movilidad. Aquellos que se encontraron fuera de este rango se mencionan en el siguiente cuadro.

Rangos menores al normal	Rangos mayores al normal
* Flexión de cadera + flexión de rodilla: elevar la pierna con la rodilla doblada * Extensión de cadera: estirar la pierna hacia atrás * Dorsiflexión: los dedos de los pies se acercan a la pierna	* Abducción de cadera: abrir las piernas

Se recomienda enfatizar en el entrenamiento de la fuerza muscular y la flexibilidad en los movimientos mencionados anteriormente con el fin de lograr rangos óptimos de movimiento en todas las articulaciones. Esto promueve la prevención de lesiones músculo-esqueléticas y la mejora en el rendimiento deportivo.

- **Video fotogrametría del estilo pecho**

Movimientos evaluados	Rangos del participante	Rangos óptimos
Flexión de cadera	62,2°	40° a 50°
Abducción de cadera	37°	37° a 42°
Flexión de rodilla	146,9°	147°*



* Se refiere a la media de la población, no al rango óptimo como tal.

Fuente: Elaboración propia a partir del Software Kinovea, 2019.

Factores de riesgo para lesión de rodilla en la población según los resultados de la investigación

1. Sexo: femenino.
2. Categoría de competición: Seniors (mayores de 18).
3. Estilo de nado: pecho.
4. Frecuencia de entrenamiento de 16 a 19 horas semanales.
5. Entrenamiento de pecho de 5 a 8 sesiones semanales.
6. Practicar otros deportes de manera recreativa.
7. Movimientos de amplitud articular: apertura de piernas muy amplia y excesiva flexión de tobillos (poner los pies en puntas).
8. Durante la patada de pecho los movimientos de cadera muy pequeños o muy amplios son causantes de lesiones en rodilla, el rango óptimo es de 37° a 42°.
9. Durante la patada de pecho, la excesiva flexión de rodilla es causante de lesiones en rodilla.