

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE ENFERMERÍA
CARRERA DE TERAPIA FÍSICA**

**DISERTACIÓN DE GRADO PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE LICENCIADA EN TERAPIA FÍSICA**

**VALIDACIÓN DE UNA PROPUESTA DE PREVENCIÓN PARA LA
TENDINITIS DEL SUPRAESPINOZO PARA NADADORES**

CAMILA ISABEL NÁJERA ESPINOSA

QUITO, OCTUBRE 2013

Dedicatoria

A mi familia y a Pepe, motivo de inspiración y confianza.
Ustedes son mi fuente de entusiasmo y seguridad.

Agradecimiento

Agradezco a mi madre que desde el principio estuvo ahí para guiarme en la decisión más importante de mi vida, siempre mi mejor modelo a seguir, una gran mujer y amiga. A mi padre que me enseñó a caminar por la vida siempre buscando una meta clara, sin importar lo que pueda interponerse. A mis hermanos Sarah y Juanmis que son parte de este proceso que se llama vida, todos ustedes son los encargados de poner alegría y misterio a mi existencia.

Agradezco a mi director el Lic. Pedro Figueroa por todo su apoyo. Gracias por sus enseñanzas. Pocas personas pueden transmitir tantos conocimientos en tan poco tiempo y demostrar el amor por una profesión que pocas personas entienden el porque de lo que hacemos, gracias por hacerme una mejor profesional.

Agradezco a Pepe, mi entrenador y segundo padre, que me enseñó todo lo que se sobre natación y sobre la importancia de seguir un sueño, a la final paso el barco y si me subí en él para ir tras la meta. Gracias por tantos años juntos y enseñanzas que jamás olvidare.

Agradezco a Diego, por estar ahí cuando necesito y ayudarme cada vez que pedía, en especial la parte técnica que siempre me resulto difícil. Gracias por ser parte de mi vida, y parte de esta etapa, otras etapas nos esperan y espero que sean junto a ti.

Finalmente, agradezco a Gina y Richard, colegas y amigos que me apoyaron en el desarrollo de la tesis, cuando ya no sabía que mas poner. Gracias por la gran apertura que me dieron, y por enseñarme que nada es imposible solo hay que ponerle ganas y amor.

Gracias a todos.

ÍNDICE

ANTECEDENTES	6
JUSTIFICACIÓN	7
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	8
OBJETIVO GENERAL	10
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	10
CAPÍTULO I	11
1.1. BIOMECÁNICA DEL HOMBRO	11
1.2. MECÁNICA Y PATOMECAÁNICA DEL HOMBRO	14
CAPÍTULO II	22
2.1. ESTILOS DE NATACIÓN	22
2.2. BIOMECÁNICA DEL HOMBRO DEL NADADOR	23
2.2.2. <i>Análisis del estilo mariposa</i>	24
2.2.3. <i>Análisis del estilo pecho o estilo braza</i>	27
2.2.4. <i>Análisis del estilo espalda</i>	28
2.3. BIOMECÁNICA ANALÍTICA DE ESTILO LIBRE Y MARIPOSA	29
CAPÍTULO III	33
3.1. TENDINITIS DEL SUPRAESPINOZO.....	33
3.2. CAUSAS DE TENDINITIS DEL SUPRAESPINOZO EN LA NATACIÓN	33
3.3. FASES DE LA TENDINITIS DEL SUPRAESPINOZO.....	35
3.4. SEMIOLOGÍA DE LA TENDINITIS DEL SUPRAESPINOZO	37
3.5. SÍNTOMAS DE LA TENDINITIS DEL SUPRAESPINOZO	38
3.6. FISIOTERAPIA DE LA TENDINITIS DEL HOMBRO.....	39
3.6.1. <i>Fase Aguda</i>	39
3.6.2. <i>Fase Subaguda</i>	40
3.6.3. <i>Fase de Recuperación</i>	40
3.7. OTRAS LESIONES OCASIONADAS EN EL HOMBRO DEL NADADOR.....	40
3.8. PROTOCOLOS DE PREVENCIÓN PARA LA TENDINITIS DEL SUPRAESPINOZO	41

CAPÍTULO IV: CREACIÓN DE LA PROPUESTA	45
4.1. CALENTAMIENTO.....	45
4.2. ESTABILIDAD Y FORTALECIMIENTO DEL HOMBRO	54
4.3. STRETCHING.....	63
4.4. PRUEBA DE MOVILIDAD Y FLEXIBILIDAD ARTICULAR DEL HOMBRO	69
CAPÍTULO V: MARCO METODOLÓGICO	81
CAPÍTULO VI: PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS	84
CONCLUSIONES.....	97
RECOMENDACIONES.....	98
BIBLIOGRAFÍA.....	99
DOCUMENTOS ELECTRÓNICOS.....	104
ANEXOS	107

Antecedentes

Las lesiones en la natación se consideran de bajo riesgo por realizarse en un medio acuático; sin embargo al ser un deporte cíclico, como el ciclismo, demanda cierto compromiso por parte de las articulaciones, ya que se necesita repetir miles de veces el mismo movimiento, sobre todo durante las prácticas deportivas. La constante dinámica de recorrido sobre la cabeza del húmero, puede provocar la inflamación de varios tendones de los músculos implicados. Además las estructuras articulares están sometidas a un continuo rozamiento y esto provoca dolor e inflamación.

El atleta de alto rendimiento puede nadar aproximadamente 13.000 metros diarios, 6 días a la semana, es decir alrededor de 2500 movimientos continuos de la articulación del hombro por día (16.000 revoluciones por semana)¹. Esta mecánica continua genera estrés sobre la articulación del hombro, ocasionando lesiones por micro traumatismo repetitivo. Según Araya (2013) dentro de las lesiones músculo esqueléticas que se presentan entre los nadadores, la patología del hombro representa el 65%, seguida por las lesiones a nivel de rodillas, tobillos y espalda baja.

El “hombro de nadador” es el término más utilizado para referirse al grupo de lesiones recurrentes que afectan al hombro: la *capsulitis* anterior del hombro, la *tendinitis del bíceps*, la *tendinitis* del manguito rotador (usualmente del *supraespinoso*) y la *bursitis subacromial*. Tal condición clínica, fue descrita por primera vez en 1974 por Kennedy como una patología dolorosa del hombro, debida al síndrome de *pinzamiento subacromial primario*, asociada a una limitación funcional variable en el atleta. Dentro de este grupo de lesiones, el tendón del *supraespinoso* es considerado uno de los músculos más afectados en este deporte. Entre el 40% y 80% de los nadadores de alto rendimiento, sufren *tendinitis del supraespinoso*, especialmente los libristas y/o mariposistas (Lecot, 2006).

¹ Tomado de la Tabla de Volúmenes Semanales de la Selección Provincial de Natación del Registro de la Concentración Deportiva de Pichincha.

Justificación

La incidencia de la *tendinitis del supraespinoso* es bastante elevada entre los nadadores de la Selección de Natación de la Provincia de Pichincha y considerando el tiempo de requiere su recuperación, es necesario desarrollar una guía de prevención de dicha lesión con el propósito de prevenirla y potencializar la actuación de los nadadores durante las competencias.

La prevención de la lesión aporta a un mejor desarrollo de las capacidades del deportista, y el crecimiento de un mejor atleta. La selección de natación de Pichincha es viable para la realización del estudio ya que la prevención de esta lesión, implica menor gasto económico y un mejor rendimiento. Además que se benefician los mismos nadadores ya que resulta dificultoso estar todo el tiempo en rehabilitación, considerando que el tiempo de recuperación no solo perjudica a su desarrollo como deportistas sino que también afecta todo su entorno bio-psico-social; por lo que la prevención de la lesión resulta beneficiosa para la práctica diaria de los nadadores.

El ser miembro activo, desde hace 6 años, de la Selección de Natación de Pichincha favorece la accesibilidad al lugar de entrenamiento, así como también la observación de los procesos y rutinas de entrenamiento de los nadadores, sujetos de esta propuesta de investigación. Esta investigación beneficia a los nadadores y a los entrenadores que conforman la selección, a los terapistas físicos dedicados a la colaboración de los centros de natación que podrán utilizar la propuesta de prevención, a deportistas que ingresen en un futuro a la selección de Pichincha, a nadadores del Ecuador que se puedan beneficiar evitando lesiones de hombro y a los padres de los atletas, ya que evitan gastos innecesarios para la curación de las lesiones.

El presente estudio se realizará en la ciudad de Quito en el sector de la Jipijapa, con la Selección de Natación de Pichincha, conformada por 20 nadadores y 3 entrenadores, durante el período de agosto a octubre del año 2012. La edad de los nadadores está entre los 12 a 22 años, entre hombres y mujeres.

Planteamiento del Problema

La natación siempre se ha considerado como una de las actividades más completas y menos lesiva para las articulaciones. Sin embargo, la natación practicada a niveles competitivos es más exigente y se convierte en una actividad de riesgo para padecer lesiones. “El alto rendimiento es un proceso pedagógico sistemático, con un direccionamiento y desarrollo adecuado de los diferentes componentes como son: lo social, lo cognitivo, lo técnico, lo psicológico, lo administrativo y lo científico, que conduzcan al nadador hacia los altos logros en la edad óptima de acuerdo a la tendencia mundial” (Suárez, 2008) ²

Es común, que un nadador de alto rendimiento, nade entre 6.000 y 18.000 metros por día, es decir que a la semana, nada un promedio de entre 36 a 80 kilómetros, entre 9 a 10 meses al año. Cuando el brazo se eleva por encima del plano del hombro, el tendón del *supraespinoso* tiende a rozar contra el borde inferior del acromion que se sitúa justo por encima, lo que es causa de inflamaciones, desgarros e incluso roturas. Entre el 40% y el 80% de los nadadores de alto rendimiento, sufren la *tendinitis del supraespinoso*, especialmente los libristas y/o mariposistas (Lecot, 2006).³

Las alteraciones, en el hombro del nadador, ocasionan inflamación de la articulación, dolor, pinzamientos, tensión muscular, contractura, limitación de movimientos articulares, entre otros. Además de pérdidas de entrenamientos por recuperar la lesión, disminución de la fuerza muscular, disminución de la frecuencia de prácticas y resultados negativos en las competencias. En la Selección de Natación de Pichincha el entrenamiento es de alto rendimiento con un promedio de 14.000 metros al día, 9 veces por semana, durante todo el año, por lo que se realizan constantemente brazadas que desgastan la articulación, lo que conlleva a la *tendinitis del supraespinoso*.

Durante la práctica clínica se observó que de los 21 nadadores que conforman el equipo, 12 practican el estilo libre y el estilo mariposa, de los cuales 8 sufren de

² Wilmar Castro, *Entrenamiento de Alto Rendimiento en Natación Carreras Club Huracanas Liga de Natación de Antioquia*, Instituto Universitario de Educación Física Universidad de Antioquia, Medellín, 2008 [En línea]. <<http://viref.udea.edu.co/contenido/pdf/202-entrenamiento.pdf> > [Consultado: mayo 2012]

³ Alejandro Lecot, *El hombro del Nadador. Experiencia y Consejos*, NotiNat, Argentina, 2006 [En línea]. <<http://www.notinat.com.es/vernoticia.asp?id=454> > [Consultado: mayo 2012]

tendinitis del supraespinoso, esto representa el 66% de los atletas; comparado con un estudio que se realizó en la selección de Zulia en Venezuela en donde de los 20 nadadores profesionales que forman la selección, 20% de los nadadores que nadan libre y mariposa tienen *tendinitis del supraespinoso* (Greco, 2006)⁴, se concluyó que esta es la lesión de mayor incidencia en nadadores profesionales.

Los atletas que presentan *tendinitis del supraespinoso* tienen un tiempo de recuperación de 2 a 6 semanas, en el cual acuden a centros de rehabilitación para su tratamiento, tomando en cuenta que a pesar de que acuden al centro de rehabilitación, ninguno hace un trabajo de prevención para evitar la recaída de la lesión o evitar una ruptura del tendón. Durante el tiempo de recuperación, aproximadamente faltan a 5 sesiones de entrenamiento de las 9 que se cumplen en la semana y el resto de días acuden a realizar trabajo de miembros inferiores en el gimnasio.

Un músculo pierde su fuerza a partir de las 72 horas de su inactividad, consecuentemente pierden musculatura en miembros superiores y tronco, y por consiguiente la frecuencia de entrenamiento. Una vez terminado el tiempo de recuperación los nadadores vuelven a su práctica normal, sin realizar ejercicios preventivos para no recaer en la lesión. Mejorar y desarrollar una buena técnica puede ayudar a prevenir esta patología, así como un buen calentamiento antes y después del entrenamiento.

En resumen, de los 21 nadadores de la Selección de la Provincia de Pichincha, el 66% que practican el estilo libre y el estilo mariposa sufren de *tendinitis del supraespinoso*; estos acuden a centros de rehabilitación en donde reciben tratamiento para la lesión pero no obtienen propuestas de prevención para evitar la misma. Por lo tanto, es oportuno realizar una propuesta de prevención para estos nadadores ya que no solo se previene una posible *tendinitis del supraespinoso*, sino que, en el caso de los nadadores que ya presentan la lesión, se puede evitar la ruptura del tendón. Al momento de validar la propuesta conoceremos si esta es efectiva para cumplir el objetivo planteado.

⁴ Giuseppe Greco, ***Ecografía profiláctica de hombro en nadadores juveniles de la selección del EDO Zulia***, Instituto Regional de Deportes del Estado Zulia, Venezuela, 2006 [En línea]. < <http://www.portalesmedicos.com/publicaciones/articulos/48/1/Ecografia-profilactica-de-hombro-en-nadadores-juveniles-de-la-seleccion-del-EDO-Zulia-Venezuela.html> > [Consultado: mayo 2012]

Objetivo General:

- Validar una propuesta de prevención de *tendinitis del supraespinoso* para los nadadores profesionales de la Selección de Natación de la Provincia de Pichincha en el periodo de enero a mayo del 2013.

Objetivos Específicos:

- Valorar a los atletas en movimiento, flexibilidad y dolor para poder crear la propuesta de prevención para la tendinitis del supraespinoso.
- Plantear la propuesta de prevención para la tendinitis del supraespinoso en nadadores.
- Incluir la propuesta de prevención dentro del entrenamiento que realizan los nadadores de la Selección de Natación de Pichincha.
- Analizar comparativamente los resultados pre, intermedia y post implementación de la propuesta de prevención para la tendinitis del supraespinoso.

Capítulo 1

1.1. Biomecánica del Hombro

Según Kapanji (2012) la biomecánica de la articulación del hombro es la más móvil de todas las articulaciones del cuerpo humano. Los movimientos de *flexoextensión* se efectúan en el plano sagital en torno a un eje trasversal: extensión movimiento de poca amplitud 45° a 50° , intervienen los músculos redondo mayor y menor, porción posterior del deltoides y dorsal ancho, la flexión es un movimiento de gran amplitud, 180° . La flexión tiene tres fases: $0-60^{\circ}$ intervienen los músculos deltoides, coracobraquial y haz clavicular del pectoral mayor, $60^{\circ}-120^{\circ}$ intervienen el trapecio y el serrato mayor, $120^{\circ}-180^{\circ}$ interviene el raquis lumbar aumentando la lordosis. A partir de la posición anatómica la aducción en el plano frontal es mecánicamente imposible debido a la presencia del tronco, por lo que se necesita una ligera flexión para luego realizar la aducción, intervienen los músculos redondo mayor, dorsal ancho, pectoral mayor y romboides.

La abducción es un movimiento que aleja el miembro superior del tronco, se realiza en el plano frontal, en torno al eje anteroposterior. La amplitud de la abducción alcanza 180° , el brazo queda vertical por arriba del hombro, al igual que la flexión posee tres fases: $0-90^{\circ}$ interviene el deltoides y el *supraespinoso*, $90^{\circ}-150^{\circ}$ interviene el trapecio y el serrato mayor, $150^{\circ}-180^{\circ}$ interviene el raquis. La rotación del brazo sobre su eje longitudinal puede realizarse en cualquier posición del hombro. Se trata de la rotación voluntaria o adjunta de las articulaciones con tres ejes y tres grados de libertad. La rotación externa tiene una amplitud de 80° , está dada por los músculos *infraespinoso*, *supraespinoso* y *redondo menor*. La rotación interna tiene una amplitud de 100° está dada por los músculos dorsal ancho, redondo mayor, Subescapular y pectoral mayor. Para alcanzar la amplitud, se refiere necesariamente que el antebrazo pase por detrás del tronco, lo que asocia cierto grado de extensión al hombro. La libertad de este movimiento es indispensable para que la mano pueda alcanzar la espalda.

La *flexoextensión* horizontal se trata del movimiento del miembro superior en el plano horizontal en torno al eje vertical, o más preciso, en torno a una sucesión de ejes verticales, ya que el movimiento se realiza no solo es la *escapulohumeral*, sino también en la *escapulotoracica*. La flexión horizontal es un movimiento que asocia la flexión y la aducción de 140° de amplitud, activan los siguientes músculos: *deltoides*, *subescapular*, *pectorales mayor y menor*, *serrato mayor*. La extensión horizontal es un movimiento que asocia la extensión y la aducción de menor amplitud, 30°-40°, activa los siguientes músculos: *deltoides*, *supraespinoso*, *infraespinoso*, *redondo mayor y menor*, *romboides*, *trapecio* y *dorsal ancho*.

La *circunducción* combina los movimientos elementales en torno a los tres ejes; cuando esta *circunducción* alcanza su máxima amplitud, el brazo describe en el espacio un cono irregular: el cono de la *circunducción*. Dicho como delimita, en la esfera cuyo centro es el hombro y cuyo radio es igual a la longitud del miembro superior, un sector esférico de accesibilidad, en cuyo interior la mano puede coger objetos sin desplazamiento del tronco, para llevarse eventualmente a la boca. Como el hombro tiene más de tres movimientos o ejes se va a realizar una rotación automática o una rotación conjunta como por ejemplo en la natación, esta acción involuntaria se llama la paradoja de Codman.

El hombro está constituido por cinco articulaciones que conforman su complejo articular, cuyos movimientos en relación al miembro superior se acaban de especificar. Estas cinco articulaciones se clasifican en dos grupos:

Primer grupo (dos articulaciones):

- a. Articulación escapulohumeral: verdadera articulación desde el punto de vista anatómico (es la más importante del grupo) Las superficies articulares son la cabeza humeral, la cavidad glenoidea, rodete glenoideo y la cápsula articular. Ligamentos de la articulación escapulohomeral:

- El ligamento croacohumeral: que se extiende desde la coracoides hasta el troquiter, donde se inserta el músculo supraespinoso y hasta el troquin, donde se inserta el músculo subescapular.
- El ligamento glenohumeral: con sus tres haz, superior (supragleno-suprahumeral), medio (supragleno-prehumeral) e inferior (pregleno-

subhumeral). El conjunto dibuja una Z expandida sobre la cara anterior de la cápsula.

- b. Articulación subdeltoidea o “segunda articulación del hombro”: desde el punto de vista anatómico no se trata de una articulación; sin embargo desde el punto de vista fisiológico sí lo es, ya que está compuesto por dos superficies que se deslizan entre sí. La articulación subdeltoidea está mecánicamente unida a la articulación escapulohumeral; cualquier movimiento en la escapulohumeral influye en la dinámica de la subdeltoidea.

Segundo grupo (tres articulaciones):

- a. Articulación escapulotorácica: en este caso se trata de nuevo de una articulación fisiológica y no anatómica. Es la articulación más importante del grupo, sin embargo, no puede actuar sin las otras dos a las que está mecánicamente unida. Permite que el hombro esté hacia atrás. Se encuentra separada de la columna vertebral aproximadamente de 3 a 5 cm de las apófisis espinosas; está unida por el músculo serrato anterior.

- b. Articulación acromioclavicular: verdadera articulación localizada en la porción externa de la clavícula. Esta cubierta por el músculo deltoides.

Ligamentos de la articulación acromioclavicular:

- Acromioclavicular: es el más importante, pasa directamente la articulación.
- Conoide: da estabilidad a la articulación y ayuda a que la clavícula no se separe de la escápula
- Trapezoide: acromion unido a la apófisis coracoides.

- c. Articulación esternocostoclavicular: verdadera articulación localizada en la porción interna de la clavícula. Existe un menisco intraarticular que amortigua cargas, presiones, ayuda a la lubricación y aumenta la estabilidad en los espacios reducidos.

Ligamentos de la articulación esternocostoclavicular:

- Costoclavicular (2 haces anteriores y 2 posteriores).
- Esternoclavicular (haz derecho e izquierdo).
- Interclavicular (haz anterior y posterior).

En cada uno de los grupos las articulaciones están mecánicamente unidas, es decir que actúan necesariamente al mismo tiempo. En la práctica, los dos grupos también funcionan simultáneamente, según proporciones variables en el transcurso de los movimientos. De modo que se puede afirmar que las cinco articulaciones del complejo articular del hombro funcionan simultáneamente y en proporciones variables de un grupo a otro. La captación del hombro está dada por la porción larga y corta del bíceps.

1.2. Mecánica y patomecánica del hombro

Según Oatis (2009) la musculatura del hombro puede ser dividida en 3 grupos de acuerdo con su inserción y las articulaciones que afecta. Estos grupos son: escapulohumeral, axiohumeral, axioescapular y axioclavicular.

Músculos del grupo axioescapular y axioclavicular

El principal rol de estos músculos es posicionar la escápula y la clavícula, moviendo las articulaciones esternoclavicular y escapulotorácica, con movimientos resultantes en la articulación acromioclavicular. Los músculos de este grupo frecuentemente trabajan en conjunto para mantener a la escápula y al tórax móvil. Estos músculos son: trapecio, serrato anterior, elevador de la escápula, romboides mayor y menor, pectoral menor, subclavio y esternocleidomastoideo.

Trapecio

Las inserciones del trapecio tanto en la escápula como en la clavícula sugieren que actúa tanto en la articulación esternoclavicular como en la escapulotorácica. Estudios por medio de electromiografía revelan una considerable actividad en la porción superior del trapecio durante la elevación activa del hombro. La porción superior del trapecio contribuye a la rotación hacia arriba de la articulación

escapulotoracica, su inserción en la parte lateral de la clavícula debe acompañar al normal funcionamiento de la rotación hacia arriba de la articulación escapulotoracica. Las fibras superiores activas durante la abducción de hombro indirectamente soportan su papel como rotadores de escápula, porque la rotación hacia arriba es un ingrediente esencial para el funcionamiento continuo de la articulación escapulotoracica.

Las fibras medias del trapecio son puramente aductoras de la escápula por sus fibras horizontalizadas y son esenciales para la estabilización del omóplato al momento de la utilización del hombro. En tanto que las fibras superiores e inferiores del trapecio son depresoras de la escápula. Como un todo, el trapecio aduce y rota hacia arriba la escapula. La elevación y depresión de sus fibras superiores e inferiores se balancean entre sí y es lo que permite que la escápula se mantenga estable.

La debilidad o contractura de cualquiera de estas 2 fibras impediría la estabilización de la escápula y llevaría a una dificultad para realizar la flexión o abducción de hombro. El trapecio tiene una mayor importancia durante la aducción del hombro que durante la flexión, por su capacidad de rotar y abducir la escapula para mantenerla firme.

Serrato anterior

El serrato anterior se divide en 2 partes, el rol que realiza durante la elevación se le atribuye a la porción superior y el rol de abducción y rotación hacia arriba se le atribuye a la porción más grande la porción inferior. Debido a que el serrato anterior se inserta en la parte medial de la superficie ventral de la escápula, este músculo sostiene a la escápula firme hacia el tórax. El trapecio aduce y rota hacia arriba la escápula mientras que el serrato anterior abduce y rota hacia arriba la escápula. En contraste con el trapecio el serrato anterior cumple un papel más importante en la flexión de hombro ya que mantiene su orientación cerca de la línea sagital. El serrato anterior se inserta en la superficie ventral de la escápula mientras que el trapecio se inserta en la parte dorsal de la escápula.

Durante la cocontracción normal de estos 2 músculos, la parte dorsal que tira el trapecio tiende a aducir la escápula y a llevarla un tanto dorsal. Mientras que al mismo tiempo el serrato anterior tira de la parte ventral de la escápula y la mantiene firme hacia el tórax. Si existe debilidad del serrato anterior dejaría de tirar la parte ventral de

la escápula y se formarían las escapulas aladas. Debilidad o contractura de cualquiera de estos 2 músculos limita y en ciertos casos hasta elimina la rotación hacia arriba de la articulación escapulotoracica y por ende reduce la actividad del hombro tanto en la flexión como en la abducción. Resultando una profunda incapacidad en la movilidad del hombro.

Según Johnsons MP (2004) en un estudio realizado sobre nadadores y dolor de hombro, asesoraron a 20 nadadores con quejas y signos consistentes con síndrome de pinzamiento subacromial y 20 nadadores más sin ningún tipo de queja o signos; el movimiento escapular durante la elevación del hombro fue similar en ambos grupos antes del entrenamiento. Sin embargo después de un entrenamiento duro los nadadores del grupo que tenían quejas y exhibieron una significativa reducción en la rotación hacia arriba de la escápula. Estos datos sugieren la importancia del control de la actividad escapular durante la elevación continua del hombro en actividades que requieran de este movimiento, para reducir o prevenir síndromes de pinzamiento.

Elevador de la escapula, romboides menor y romboides mayor

Johnson (1996) notó que el elevador de la escápula, el romboides menor y mayor son los únicos músculos que pueden suspender la escápula directamente. La rotación hacia debajo de la escápula puede ser utilizada para coger algún objeto de un bolsillo de atrás del pantalón o para rascarse la parte media de la espalda.

Algunos autores sugieren que estos tres músculos son necesarios para una postura erecta y que la debilidad de los mismos permite que la escápula se abduzca y se deprima; un acortamiento de estos resultaría en una elevación, aducción y rotación hacia debajo de la escápula.

Pectoral menor

Oatis (2009) estipula que el pectoral menor es un músculo axioescapular inusual ya que su inserción se encuentra en la parte anterior del tórax y se inserta en la apófisis coracoides de la escapula. El pectoral menor eleva la escápula mientras la trae hacia anterior, y por su inserción distal allá al apófisis coracoides en el proceso hacia abajo. Cuando otros músculos se contraen para prevenir esta interiorización de la escápula, el pectoral menor contribuye junto con estos músculos a la depresión de la misma. El pectoral menor y otros músculos depresores proporcionan una depresión

forzada para estabilizar el omóplato y en general el conjunto articular del hombro en contra de las fuerzas de elevación. La habilidad del pectoral menor de abducir la escápula hace que sea el perfecto compañero con el elevador de la escápula, el romboides menor y el romboides mayor en una fuerza anatómica para rotarla hacia abajo. Una contractura del pectoral menor produciría una inclinación anterior de la escápula; individuos con acortamiento del pectoral menor muestran una mejor inclinación posterior y una rotación interna mayor del omóplato durante la elevación del hombro.

Subclavio

Para Oatis (2009) el subclavio es un músculo pequeño insertado en la clavícula y su inserción distal en la cara anterior de la primera costilla. Según su inserción este músculo es principalmente un estabilizador de la clavícula de fuerzas que tienden a elevar la articulación Esternoclavicular. La debilidad o contractura de este músculo puede provocar dolor al momento de la elevación del hombro.

Esternocleidomastoideo

El esternocleidomastoideo es considerado principalmente un músculo del cuello, pero, según Oatis, por sus inserciones en la clavícula permite la participación activa con otros músculos de las articulaciones axioescapular y axioclavicular para posicionar la cintura escapular. Los músculos del grupo axioescapular y axioclavicular posicionan y estabilizan a la cintura escapular. Movimientos de las articulaciones escapulotorácica y esternoclavicular son esenciales para un completo y normal funcionamiento del complejo articular (Oatis, 2009).

Músculos del grupo escapulohumeral

Oatis (2009) plantea que los músculos del grupo escapulohumeral promueven dinámica y estabilización a la articulación glenohumeral. La articulación glenohumeral proporciona el 50% de la elevación, además son responsables de posicionar la articulación glenohumeral. Los músculos del grupo escapulohumeral son:

Deltoides

La expansión del acromion en los humanos incrementó la ventaja mecánica del deltoides el momento en que la migración distal de la tuberosidad deltoidea incrementa efectivamente la longitud de la contracción del músculo. El deltoides está dividido en 3 porciones: una anterior, una media y una posterior. (Oatis, 2009).

Brandell y Wilkinson (1991) demostraron una contracción selectiva de la porción anterior del deltoides durante una contracción isométrica con resistencia en una combinación de abducción y flexión, con una ligera rotación del hombro; esta representa la posición estándar para probar la fuerza de la porción anterior del deltoides en pruebas musculares manuales. Por lo que, la porción anterior del deltoides contribuye a la flexión del hombro pero sus otras funciones todavía permanecen inciertas.

Basmajian (1985) y otros autores acuerdan que la porción posterior del deltoides contribuye principalmente en la extensión del hombro. Brandell y Wilkinson (1991) concluyeron que la hiperextensión del hombro aísla mejor la actividad posterior del deltoides del resto del músculo mejor que la rotación lateral, abducción o movimientos combinados.

Oatis (2009) menciona que la porción media del deltoides es un abductor de hombro, que está íntimamente relacionado con los papeles rotadores que cumple el manguito rotador. Análisis del movimiento del músculo también sugieren que es capaz de asistir en la flexión del hombro.

Supraespinoso

Conforme Oatis (2009) el músculo supraespinoso es parte del manguito de los rotadores que incluye el infraespinoso, redondo menor y el subescapular. Todos estos músculos juegan un papel importante en la estabilización de la articulación glenohumeral. Para Mattingly (1996) el músculo supraespinoso es el músculo más superior del manguito rotador, se encuentra en lo profundo de la bursa subacromial, el ligamento coracoacromial y debajo del músculo deltoides. Se estipula que el músculo supraespinoso es un abductor de hombro. Kelly y Karmas (1996) concluyeron que existe una máxima actividad del supraespinoso, con mínima actividad en músculos circundantes, durante la abducción de hombro, en el plano de la escápula con rotación medial del hombro.

Estudios con electromiografía apoyan el papel del supraespinoso en la rotación lateral del hombro (Reinold, 2004). El supraespinoso no es únicamente responsable por la iniciación de la abducción del hombro, reportes han demostrado que también es partícipe en la estabilización de la articulación glenohumeral en la dirección inferior (Ssoslowky, 1997). Van Linge (1963) evidenció qué debilidad en el supraespinoso se manifiesta por una significativa reducción de la fuerza y resistencia en la abducción del hombro.

Infraespinoso

Kendall (1993) menciona que el infraespinoso es un músculo importante y poderoso, con su amplia inserción en la fosa infraespinosa de la escápula y su gran brazo de palanca, para la rotación lateral. Kuechle (1997) mediante estudios con electromiografía apoya el rol del infraespinoso como un abductor horizontal.

Redondo Menor

Algunos autores describen al redondo menor como una porción distal del deltoides, ya que los dos músculos mantienen la misma inervación y la misma inserción en la parte distal de la cápsula glenohumeral. Se encuentra debajo del músculo infraespinoso y su inserción proximal se encuentra en la 2/3 partes de la porción lateral de la escápula, lateral a la inserción del infraespinoso (Johnson, 1996). Su acción como rotador lateral es muy conocida.

Subescapular

Smith (1996) estipula que el músculo subescapular es el músculo más grande de los manguitos rotadores. Su papel en la abducción y la aducción dependen de la posición de la articulación glenohumeral. Sugieren que aduce el hombro cuando está medianamente rotado, pero que abduce cuando el hombro está en posición neutra o está rotado lateralmente. El subescapular se contrae durante la mayoría de movimientos de la articulación glenohumeral, pero su principal función es la de estabilizar esta articulación.

Estabilización Dinámica del manguito rotador

Electromiografías y estudios en cadáveres, al igual que modelos matemáticos indican consistentemente la importancia del manguito rotador para la estabilización de la articulación glenohumeral. Los músculos del manguito rotador proporcionan soporte adicional a la articulación. (Hapee, 1995). Apreleva (1998) demostró con un estudio que la contracción del manguito rotador previene visible inestabilidad de la articulación glenohumeral durante el movimiento del hombro, incluso en la presencia de grandes perturbaciones anteriores de la cápsula de la articulación.

Los estudios del deltoides y del manguito rotador como una unidad son bastante amplios debido a que, según Oatis (2009), la observación clínica de individuos, que tenían debilidad en el manguito rotador, determinó que estos tenían serios problemas con la elevación del hombro. Estas observaciones llevaron a la creación del mito que el supraespinoso es responsable de la iniciación de la abducción del hombro, que posteriormente se ha refutado pero no abandonado del todo la idea. Cuando la articulación glenohumeral está en una posición neutra, el músculo deltoides tiene un brazo de palanca corto (1.42cm) mientras que el músculo infraespinoso tiene un mayor brazo de palanca para la abducción (2.6cm).

En esta posición la línea de tracción de la porción media del deltoides, el músculo primario en la abducción de hombro, es directamente superior, de modo que la contracción de la porción media del deltoides tiende a producir mayor traslado de la cabeza humeral sobre la fosa glenoidea que un músculo rotador. El músculo supraespinoso tiene una ventaja mecánica por su mayor brazo de palanca, de modo que la contracción del supraespinoso tiende a producir una abducción, mientras que simultáneamente comprime la articulación glenohumeral. Así el deltoides y el supraespinoso forman una fuerza anatómica para producir la abducción.

Payne (1997) plantea que el deltoides se contrae al inicio de la elevación del hombro, y al mismo tiempo todos los músculos del manguito rotador se contraen y ejercen una fuerza de compresión en la parte proximal del húmero, sosteniendo la cabeza del húmero firmemente contra la fosa glenoidea. Oatis (1994) indicó que durante la abducción, la ventaja mecánica del deltoides mejora, y su brazo de palanca supera el brazo de palanca del supraespinoso. Resultando, de esta manera, el deltoides el mejor músculo para realizar esta acción de abducir el hombro, aunque los músculos del manguito rotador permanecen contraídos durante toda la abducción para mantener la estabilidad de la articulación glenohumeral.

Redondo Mayor

Según Bamajian (1985) estudios con electromiografía relevan que el redondo mayor tiene actividad durante la rotación medial, extensión y aducción de hombro cuando existe una resistencia, y ninguna actividad del músculo al menos que el hombro este en hiperextensión.

Coracobraquial

Basset (1990) menciona que el músculo coracobraquial es aun menos estudiado que el redondo mayor. Una exanimación del brazo de palanca de este músculo en hombros de cadáveres posicionados a 90 grados de abducción y una rotación lateral sostienen su papel de flexor del hombro.

Músculos del grupo axiohumeral

Los músculos del grupo axiohumeral según Oatis (2009) incluyen el pectoral mayor y el dorsal ancho. Estos músculos se enganchan en el tórax y en el húmero. Estos dos músculos, largos y potentes, cruzan todas las articulaciones del hombro. Además son los principales músculos en la depresión de hombro que proporciona fuerza y estabilidad durante actividades, como la Gimnasia Olímpica, en las que los miembros superiores llevan el peso.

Pectoral Mayor

Según Oatis (2009) la función principal del pectoral mayor es la rotación del hombro. El músculo subescapular y el pectoral mayor parecen tener el mayor potencial de rotación medial de todos los músculos que son rotadores mediales sin importar la posición del hombro. Electromiografías revelan que el pectoral mayor incluyendo sus dos porciones, juegan un papel importante en la depresión del hombro junto con el dorsal ancho. La porción clavicular del pectoral mayor y la porción anterior del deltoides son los músculos principales en la flexión de hombro.

Dorsal Ancho

Gagnon (2003), en estudios con electromiografía, verifica el rol del dorsal ancho y del pectoral mayor en la depresión del hombro. Además que sugiere que el dorsal ancho está activo tanto en la inspiración como en la espiración forzada.

Capítulo 2

2.1. Estilos de Natación

Hay cinco estilos reconocidos que se han ido perfeccionando desde finales del siglo XIX. Estos son: crawl (también llamado estilo libre), su primera versión la dio el nadador inglés John Arthur Trudgen en la década de 1870; espalda, que lo utilizó por primera vez el nadador estadounidense Harry Hebner en los Juegos Olímpicos de 1912; braza, que es el estilo más antiguo, conocido desde el siglo XVII; mariposa, desarrollado en la década de 1930 por Henry Myers y otros nadadores estadounidenses y reconocido en los 50 como estilo independiente y finalmente brazada de costado, que fue el estilo básico en los primeros años de competición, pero que actualmente solo se utiliza en la natación no competitiva.

Crawl

Es el estilo más rápido; utilizado en las pruebas de estilo libre. El nadador sube y baja las piernas desde la cadera. Mueve los brazos y las piernas alternativamente. Mantiene el cuerpo lo más recto y lo más plano posible. (Krause, 2012)

Espalda

Es el único estilo que tiene la salida dentro del agua. Los brazos se mueven alternativamente como un molino. El cuerpo se mantiene lo más recto posible. (Krause, 2012) Tiene la característica de que el cuerpo se encuentra en una posición de decúbito dorsal.

Braza

Es el estilo más lento. Los brazos y las piernas no salen del agua. Los brazos se mueven paralelamente con un movimiento circular desde una posición estirada hacia fuera y pasando por debajo de la barbilla. Las piernas se flexionan y estiran

simultáneamente. (Krause, 2012) Este estilo es más conocido como el estilo de la rana, ya que se asemeja al movimiento que hace la rana al nadar.

Mariposa

Al igual que en el estilo braza, tiene un movimiento simétrico. Con un fuerte movimiento paralelo de los brazos, el nadador sale por encima de la superficie. Las piernas se mueven de arriba abajo como la cola de un delfín. (Krause, 2012)

2.2. Biomecánica del Hombro del Nadador

Para el estudio de la biomecánica del nadador se tomará en cuenta el análisis de cada estilo.

2.2.1. Análisis del estilo libre

La brazada de la técnica libre en natación se efectúa en dos etapas, la fase acuática (tracción) que comprende la entrada, el agarre y el empuje, mientras que la fase aérea (recobro) corresponde al momento en el cual el brazo sale del agua, para iniciar nuevamente el ciclo; donde la articulación del hombro se convierte en la protagonista principal de este gesto en natación. (Camiña F, 1995)

Fase Acuática

– Entrada:

La mano entra al agua directamente enfrente de su hombro. El brazo debe estar flexionado con el codo en una posición más elevada que la mano, la escápula elevada y en retracción, la muñeca flexionada unos grados desde la línea media del antebrazo, palma de la mano hacia abajo y hacia fuera. Entran al agua dedos, muñeca, antebrazo, codo y brazo en ese orden.

– Agarre:

Se lo realiza con la mano, la muñeca y el brazo, como si se estuviera bordeando un barril, mientras que la parte superior del brazo permanece próximo a la superficie. (El pectoral mayor es responsable de iniciar e imprimir fuerza a la aducción). Cuando el

antebrazo esta casi vertical, la parte superior del brazo se une a la superficie total del mismo. En la mitad de la tracción el codo alcanza la máxima flexión (aprox.90 grados).

– Barrido:

Movimiento de la mano al surcar el agua en cualquier dirección.

– Empuje:

El brazo comienza su extensión, cambiando la dirección de la mano hacia fuera y hacia arriba, la mano alcanza la máxima aceleración. Al final, la mano se dirige hacia fuera, arriba y atrás. La mano sale del agua con la palma dirigida hacia el muslo.

Fase Aérea

La fase inicia cuando la mano está dentro del agua; el brazo se extiende cuando se eleva fuera del agua, debido al giro del cuerpo, el hombro es lo primero que aparece sobre la superficie, luego el codo, antebrazo y mano respectivamente. A mitad del recorrido los dedos se disponen en prolongación de la línea del antebrazo que se dirige al punto de entrada, la brazada con la posición correcta: codo-antebrazo-mano reduce el riesgo de lesión.

2.2.2. Análisis del estilo mariposa

Para Maglischo (1990) la entrada de las manos en el agua debe ser en línea con los hombros o ligeramente por fuera de los mismos. Las palmas de las manos han de inclinarse hacia afuera, aproximadamente a 45° (grados) en relación con la superficie del agua y los codos deben entrar en el agua flexionados.

El barrido hacia afuera se inicia inmediatamente después de la entrada en el agua. La extensión de los codos pone en marcha el movimiento de las manos hacia adelante casi inmediatamente después de su entrada. Las manos continúan adelante, siguiendo una trayectoria curvilínea hasta que sobrepasan la anchura de los hombros, donde se realiza la toma o agarre del agua. Las puntas de los dedos dirigen el movimiento, con las palmas de las manos inclinadas hacia afuera y hacia atrás. Las manos están inclinadas hacia afuera casi 90° a partir de la posición prona y están inclinadas hacia atrás de 40 a 50° en relación con la dirección de avance en la que se desplaza el nadador. Las manos han de estar ligeramente cóncavas.

La acción de agarre o toma de agua tiene lugar cuando las manos pasan por fuera de los hombros y de su anchura. La inclinación de las manos pasa de ser hacia afuera y hacia atrás a ser hacia afuera, hacia abajo y hacia atrás. Esto hace que los codos entren en flexión; puesto que la fuerza de ascensión o elevación creada por la inclinación de las manos hace que el cuerpo salga proyectado hacia adelante por encima de ellas, a continuación las manos se deslizan hacia abajo y hacia fuera siguiendo una trayectoria circular. Esto hace que el agua que fluye hacia arriba y hacia adentro se desvíe hacia atrás desde el pulgar hasta el meñique mientras va pasando por debajo de la palma.

El barrido hacia abajo termina cuando las manos se acercan al punto más bajo de la brazada. En este momento la fase siguiente de la brazada, el barrido hacia adentro, empieza su desarrollo.

El barrido hacia adentro empieza cuando las manos pasan por debajo de los codos. Las manos barren hacia adentro, hacia arriba y hacia atrás, describiendo una trayectoria circular hasta situarse bajo la cabeza y junto al centro del cuerpo, lo cual se logra con la flexión de los codos. Posteriormente, como en todos los estilos, la inclinación del barrido hacia arriba se superpone con el final del barrido hacia adentro. Esto ocurre de manera que la inercia hacia el interior pueda superarse con menor esfuerzo.

Cuando las manos alcanzan la línea del centro del cuerpo, la dirección de su movimiento varía, de ser hacia adentro, hacia arriba y hacia atrás, a ser hacia atrás, hacia afuera y hacia arriba. Una vez completado el cambio de dirección, las manos continúan barriendo hacia atrás, hacia afuera y hacia arriba hasta que alcanzan la parte posterior de las caderas, donde se efectúa el cambio.

Durante la fase de transición, la inclinación hacia afuera debe formar con la dirección hacia afuera del movimiento de la mano un ángulo de ataque entre los 60° y los 70° grados. Al pasar las manos fuera de la línea de las caderas, el movimiento discurre más hacia arriba hasta completarse el barrido. El ángulo de ataque hacia arriba de las manos ha de ser de 30° a 40° grados en relación con la dirección del movimiento hacia arriba. La velocidad de la mano ha de acelerarse en dirección hacia afuera y hacia arriba desde principio hasta el fin del movimiento. En el recobro aéreo los codos salen del agua mientras las manos están terminando el barrido hacia arriba.

Al término del mismo, hay que disminuir la presión sobre el agua, girar las palmas de las manos hacia adentro y dejar que las manos sigan la trayectoria de los brazos hacia arriba y hacia afuera por encima del agua. Los brazos continúan moviéndose hacia arriba y hacia afuera hasta que sobrepasan los hombros, en cuyo momento el movimiento se dirige hacia adentro y hacia adelante hasta efectuar la entrada en el agua.

Contrariamente a la opinión general, los brazos, al salir del agua, no deben estar completamente extendidos. La extensión solo tiene lugar cuando los brazos han salido del agua y se desplazan hacia arriba y hacia afuera por encima de la superficie del agua. Los brazos han de mantenerse distendidos y las manos deben salir del agua con los pulgares hacia abajo y permanecer en esta posición durante todo el recobro. Los codos, han de flexionar ligeramente durante su movimiento hacia adelante para preparar la entrada en el agua, de modo que el movimiento de los brazos hacia el interior pueda variar en dirección hacia afuera con menos esfuerzo mientras se realiza la entrada en el agua.

Para Counsilman (1990), mientras que los brazos son traccionados oblicuamente hacia abajo y al exterior, la parte superior de los mismos gira por el centro, cuando estos se doblan. Este peculiar movimiento hace que los codos se levanten, produciendo en el nadador la sensación de que está por encima del agua; esto permite a los brazos traccionar hacia atrás el agua desde un ángulo ventajoso.

Después que las manos y los brazos impelen hacia el exterior empiezan a aproximarse hasta que casi se tocan. De igual forma para Counsilman, la preparación para el recobro aéreo tiene lugar antes de que la tracción del brazo termine. Hay una superposición de estas dos fases, porque la parte superior del brazo y codos ya han recuperado mientras las manos continúan su impulsión hacia atrás. Las manos al final de la tracción no impulsan directamente hacia atrás, sino que pasan rápidamente hacia fuera en un movimiento redondeado. Este movimiento redondeado conserva la mayor parte del impulso de brazos y manos que fue desarrollado durante la tracción, y que permite que se pueda emplear en ayuda de la recuperación de los brazos.

La recuperación de los brazos empieza con un ligero doblamiento del codo y, mientras las manos salen del agua, los brazos inician el recorrido hacia adelante en una parábola baja y plana, poniéndose completamente extendidos debido en gran parte a la fuerza centrífuga generada en su movimiento circular. La fuerza necesaria

para crear este movimiento es aplicada únicamente durante un corto período, al principio del movimiento. La impulsión desarrollada en este período arrastra, posteriormente, esta parte del cuerpo durante el movimiento restante.

2.2.3. Análisis del estilo pecho o estilo braza

Según Maglischo (1990) la brazada empieza con un barrido hacia afuera. Su finalidad no es otra, probablemente, que la de situar los brazos en la posición más favorable para efectuar un barrido efectivo hacia adentro. En el inicio del barrido, hacia afuera y el final del recobro, los brazos se superponen de tal forma que la inercia de los brazos hacia adelante puede vencerse con menos esfuerzo. Las manos no empiezan a moverse hacia adelante hasta que sobresalen del ancho de los hombros, donde tiene lugar el agarre.

Durante el barrido hacia afuera, los brazos han de permanecer extendidos, a lo largo de toda la fase. La flexión de los codos empieza con la toma o apoyo en el agua. Las manos han de inclinarse hacia afuera y hacia atrás. Las manos han de inclinarse casi 90° a partir de la posición prona. La inclinación hacia atrás ofrece un ángulo comprendido entre 30° y 40° grados en relación con la dirección hacia afuera en que se están moviendo las manos. Las manos presentan una ligera concavidad, para mejorar el efecto de la forma aerodinámica.

El apoyo o agarre en el agua se efectúa cuando las manos pasan por la parte de afuera del ancho de los hombros. Las manos cambian su inclinación; la dirigida hacia afuera y hacia atrás por la que se dirige hacia afuera, hacia abajo y hacia atrás. La fuerza ascensional generada por esta inclinación da lugar a que la cabeza y los hombros emerjan hacia adelante, por encima de los brazos.

Una vez efectuado el agarre en el agua, las manos barren hacia abajo y hacia afuera, describiendo una trayectoria circular hasta llegar a alcanzar su punto de mayor profundidad. Los codos continúan en flexión, actuando a modo de un eje y girando a su alrededor como si fueran una hélice. La velocidad de las manos hacia abajo y hacia afuera se acelera, desde el principio hasta el fin del barrido hacia abajo. Durante la totalidad del barrido, las manos deben permanecer hacia abajo, inclinadas hacia afuera y hacia abajo. Los ángulos de ataque hacia afuera y hacia abajo han de oscilar entre los 30° y los 40° grados con las respectivas direcciones del movimiento.

El recobro se inicia cuando las manos se encuentran casi juntas bajo la barbilla. Las manos dejan de ejercer presión sobre el agua y el movimiento hacia adentro y hacia adelante de los codos lanza las manos hacia adelante para el recobro. A medida que las manos avanzan su inclinación cambia rápidamente, de estar dirigida hacia arriba hasta situarse hacia abajo. Las manos han de estar juntas y las puntas de los dedos han de deslizarse rápidamente hacia adelante, con suavidad, en línea recta, aproximadamente unos 20 o 25 centímetros bajo el agua.

2.2.4. Análisis del estilo espalda

Hernández (2008) plantea que el estilo espalda tiene una fase de entrada de la mano (brazo izquierdo). La mano izquierda entra en el agua, directamente por encima del hombro, con el brazo completamente extendido; el dedo meñique es el primero en entrar al agua, la posición de la palma de la mano es mirando hacia afuera. La mano derecha ha terminado su tracción y en su recuperación empieza a moverse hacia arriba. El brazo izquierdo se hunde en el agua con el codo extendido. La palma de la mano aún mira al exterior. El brazo derecho se mueve hacia arriba. El cuerpo comienza a girar hacia el lado del brazo que realiza la tracción. El brazo izquierdo se desplaza hacia abajo y hacia afuera para alcanzar la posición de agarre, el brazo derecho empieza a salir a la superficie.

Este primer barrido descendente no es propulsor. Una vez que se realiza el fin del agarre y el comienzo de la propulsión, el codo izquierdo comienza a flexionarse, mientras el brazo tracciona hacia abajo y lateralmente; la velocidad de la mano irá en aumento progresivo. La tracción del brazo izquierdo continúa a medida que la flexión del codo va aumentando. La mano que tracciona mira casi directamente hacia atrás. El brazo derecho recupera directamente hacia arriba.

Cuando el brazo izquierdo alcanza la altura del hombro, el codo tendrá la flexión máxima de 90 grados. El brazo derecho, el que está recuperando, inicia su rotación, girando la palma hacia fuera del cuerpo, esto facilitará la recuperación del brazo. El codo del brazo izquierdo empieza a extenderse cuando la mano ha rebasado el hombro. El brazo izquierdo se desplaza hacia atrás y hacia abajo siguiendo un camino semicircular. El brazo que recupera, que se halla directamente sobre el hombro, da una rotación de manera que la palma de la mano mire directamente hacia fuera, en este momento el cuerpo alcanza su máximo balanceo de 40° a 45° grados;

inmediatamente la palma de la mano derecha cambia de posición; se acerca más al cuerpo y empieza la impulsión casi directamente hacia abajo. El brazo que recupera continúa su trayectoria vertical. El brazo izquierdo termina su tracción con el codo completamente extendido y con la palma de la mano hacia abajo a un nivel entre 7 y 15 centímetros por debajo de las caderas.

Esta impulsión de la mano hacia abajo ayuda a elevar el hombro izquierdo. A medida que la mano derecha entra en el agua, con la palma mirando afuera, el brazo izquierdo inicia su recuperación hacia arriba. El hombro izquierdo atraviesa el agua antes de que se inicie la recuperación del brazo izquierdo.

Después de este proceso viene la fase de recobro (brazo izquierdo): la flexión del brazo derecho se hace evidente a medida que baja lateralmente. La mano derecha, directamente en oposición al hombro, aplica su fuerza apuntando hacia atrás. El hombro izquierdo sale del agua debido a la rotación del cuerpo. El brazo que tracciona ha completado la mitad de su movimiento de tracción. De este punto, la mano avanza hacia el cuerpo, tendiendo a dar empuje a las caderas en dirección opuesta.

Este movimiento puede anularse por el impulso diagonal y hacia arriba de la pierna izquierda. A medida que el brazo izquierdo inicia su impulso hacia abajo, la pierna izquierda continúa impulsando diagonalmente hacia arriba. La mano izquierda, con la palma hacia fuera, continúa su movimiento de recuperación, mientras la mano derecha impulsa hacia atrás y abajo. El brazo derecho termina la tracción cuando la mano izquierda casi ha terminado la recuperación; con esto, el ciclo total del movimiento queda completado.

2.3. Biomecánica analítica del estilo libre y mariposa

Según James (2003), la gran mayoría de nadadores competitivos nadan, en su jornada diaria de entrenamiento, aproximadamente de entre 10.000 a 20.000 metros, usando la brazada del estilo libre durante la mayor parte del entrenamiento. En un promedio de 8 a 10 ciclos por cada 25 metros, un nadador completa más de 1 millón de rotaciones de hombro cada semana, lo que predispone a un alto riesgo de lesiones por sobreuso, especialmente en la articulación del hombro.

Según Pink (1996) la repetitiva naturaleza de los nadadores, los predispone a formar desbalances musculares; músculos como el dorsal ancho y el pectoral mayor se vuelven subdesarrollados en relación a músculos más pequeños que hacen que la escápula se estabilice (particularmente el trapecio y los romboides). Este desbalance muscular no solo crea asimetría de fuerzas, además produce inestabilidad postural y disminución de la flexibilidad de las articulaciones, lo que ocasiona, en los atletas, una mayor tendencia a lesiones y a un pobre rendimiento.

Estilo Libre

Según Mcleod (2010) el momento en que la mano entra al agua, siguen la muñeca y el codo, mientras que el brazo se extiende a la posición inicial de la fase de propulsión. Una rotación hacia arriba del complejo articular del hombro permite a los nadadores llegar a una posición alargada en el agua. A partir de esta posición alargada, la primera parte de la fase de propulsión empieza con el agarre. Los movimientos iniciales son generados por la porción clavicular del pectoral mayor; enseguida el dorsal ancho se une al pectoral mayor para ayudar al movimiento. Estos dos músculos generan la mayor fuerza durante la fase acuática, especialmente durante la segunda parte de esta fase.

Los flexores de muñeca actúan para sostener a la muñeca en una posición de semiflexión durante toda la fase acuática. En el codo, los flexores (bíceps) empiezan a contraerse al principio de la fase acuática, llevando gradualmente al codo de una extensión completa de aproximadamente 30 grados de flexión. Durante la parte final de esta fase, el tríceps extiende el codo, lo que trae la mano hacia atrás y hacia arriba en dirección de la superficie del agua.

El deltoides y el manguito de los rotadores (supraespinoso, infraespinoso, redondo menor y subescapular) son los músculos primarios durante la fase aérea de la brazada, permitiendo que el brazo y la mano salgan del agua desde la cadera hasta la cabeza para reentrar al agua y comenzar la fase acuática. El movimiento de los brazos, durante el estilo libre, es recíproco por naturaleza, es decir, que mientras un brazo está en la fase acuática el otro brazo está en la fase de aérea o de recuperación.

Muchos grupos musculares funcionan como estabilizadores durante las dos fases, tanto aérea como acuática. Algunos de los músculos que son más importantes en la estabilización del hombro son el pectoral menor, romboides, elevador de la escápula, porción media e inferior del trapecio y el serrato anterior, que anclan y estabilizan la escápula. El adecuado funcionamiento de este grupo de músculos es importante ya que las fuerzas generadoras del impulso del brazo dependen de tener una escápula firme y estabilizada para que actúe como soporte. Adicionalmente los músculos estabilizadores de la escápula trabajan junto al deltoides y al manguito rotador para reposicionar al hombro durante la fase de recuperación.

Según James (2003) la causa de dolor en el hombro se atribuye a las numerosas brazadas que realizan los nadadores. Una mano que entra cruzando la línea media del cuerpo produce un pinzamiento mecánico en el hombro, incluyendo la porción larga del bíceps y el supraespinoso. Esto es exacerbado por una entrada inicial del pulgar, que estresa más la porción larga del bíceps. La entrada cruzada de la mano usualmente resulta un incremento del tiempo de posición de pinzamiento.

Un adecuado movimiento del tronco ayuda a resolver la mayoría de posiciones de pinzamiento, a menos que el atleta tenga inestabilidad glenohumeral, hiperlaxitud articular o subluxación anterior. La respiración unilateral aumenta el pinzamiento causando una compensación en el lado de la respiración y una disminución del movimiento de rotación en el lado donde no se respira. Una inadecuada posición de la cabeza, inclinación hacia delante de los hombros, e inestabilidad de la escápula también implican brazos, hombros y cuellos dolorosos.

Análisis con electromiografía, en nadadores con dolor en los hombros, reveló que el músculo más débil es el serrato anterior y que esto produce un aumento de actividad en los romboides durante la fase acuática. La mecánica resultante del imbalance escapular incrementa pinzamiento anterior del bíceps y del supraespinoso en sus tendones respectivos. (Pink, 1996)

Estilo Mariposa

Según Mcleod (2010) la diferencia primaria entre el estilo libre y el estilo mariposa es que en el estilo mariposa, los dos brazos se mueven al mismo tiempo, mientras que en el estilo libre se mueve un brazo a la vez. Ya que ambos estilos tienen

el mismo patrón en la fase acuática, los músculos que actúan son los mismos; se empieza la fase acuática con los brazos en una posición de elongación, los músculos activos durante todo el trayecto de la fase acuática son el pectoral mayor y el dorsal ancho, que actúan como músculos primarios, y los flexores de muñeca que actúan para mantener la muñeca en una posición neutra con una ligera flexión.

El bíceps braquial está activo conforme el codo se mueve de una extensión completa, al inicio de la fase, a una flexión de aproximadamente 40° grados durante la segunda parte de la fase. A diferencia del estilo libre, en el estilo mariposa el codo es enfatizado en una ligera extensión durante la fase final del agarre, resultando una demanda mayor en el tríceps.

El estilo mariposa carece de la inclinación del cuerpo, que ayuda durante la fase de recuperación, y movimientos ondulados del torso, que traen toda la parte superior fuera del agua, para auxiliar la fase de recuperación. Una vez más los estabilizadores de la escápula son muy importantes, ya que funcionan como un ancla para las fuerzas de propulsión, y además ayudan a reposicionar el hombro durante la fase de recuperación.

Capítulo 3

3.1. Tendinitis del Supraespinoso

El manguito de los rotadores desempeña un papel esencial en el funcionamiento del hombro y es, junto con el ligamento coracohumeral, el principal apoyo estático de la articulación glenohumeral. Es responsable de que la cabeza humeral esté centrada en la glena. La cabeza humeral tiende a rodar hacia abajo y afuera y el tendón común del manguito evita la rotación excesiva y, por tanto, la subluxación.

Es también el supraespinoso el principal músculo para iniciar el movimiento y el cambio funcional del brazo hacia ABD, Flexión y rotación externa dentro de la cavidad glenoidea. La frecuencia de la lesión del manguito se justifica no solo por la tensión mecánica permanente que este soporta, sino también porque además posee un tendón poco vascularizado en su extremo distal, siendo una zona crítica en los tendones, sobre todo del supraespinoso e infraespinoso.

El término tendinitis corresponde a la inflamación de un tendón, en la que se producen micro roturas y áreas de necrosis. "Hombro de nadador" es el término más comúnmente usado para referirse al trío de recurrentes lesiones que afectan la cápsula (frontal) del hombro. Las tres condiciones que causan dolor similar son: la tendinitis del bíceps, bursitis subacromial, y tendinitis del manguito rotador (usualmente supraespinoso). Todas estas entidades se superponen y están relacionadas. La afección se desarrolla por una de las tres formas o la combinación de las tres: técnica incorrecta relacionada con un desequilibrio fuerza/flexibilidad, incremento muy rápido del volumen e incremento muy rápido de la intensidad. (Jonshons, 2008)

3.2. Causas de la Tendinitis del Supraespinoso en la Natación

Según Martínez (2006) la principal causa por la que se produce esta lesión es por el aumento de la intensidad de los entrenamientos y la precocidad cada vez mayor de los nadadores noveles y el volumen de aplicación en los niveles altos de competición. Otros motivos potenciales presentes son:

- La técnica del nadador: este apartado debe empezar a cuidarse desde las escuelas de natación y los grupos de pre competición. Hay dos posiciones lesivas para el hombro atendiendo a la frecuencia de su aparición, son relativamente compatibles con los buenos resultados y se pueden producir durante estos movimientos:
 - a. Característicamente el pinzamiento del manguito de los rotadores y de la bolsa subacromial contra la articulación acromioclavicular y los ligamentos coracoacromiales ocurre con el brazo rotado intencionalmente, flexionado 90 grados y abducido 45 grados. Esto ocurre especialmente durante el recobro excesivamente bajo o arrastrado en el estilo mariposa o en el estilo libre.
 - b. Existe un compromiso vascular sobre el tendón del manguito de los rotadores y choque del troquíter contra el acromion con la abducción máxima, especialmente si el brazo está en rotación interna. Esta posición la vemos con la entrada de la mano en crol y mariposa.
- La flexibilidad: es un problema íntimamente ligado a la técnica del nadador. El déficit de flexibilidad está considerado como una causa lesional y como un factor limitador del rendimiento en los nadadores, aunque últimamente también se cuestiona el exceso de trabajo que se realiza en la preparación.
- El balance muscular: los músculos del manguito de los rotadores tienen una función importantísima en el correcto funcionamiento de la articulación glenohumeral. Durante la primera fase de abducción, el músculo supraespinoso fija la cabeza humeral facilitando la función del deltoides. La debilidad o el agotamiento prematuro de este músculo hace que el deltoides pierda eficacia y provoca la elevación del humero al inicio de cada abducción, con el consiguiente pinzamiento de las estructuras subacromiales.

Se ha demostrado que en los nadadores existe un marcado predominio de la fuerza de los rotadores internos (subescapular, pectoral mayor y dorsal ancho) sobre los rotadores externos (supraespinoso, infraespinoso y redondo menor). Y esta debilidad relativa parece influir en el riesgo de lesión del manguito de los rotadores. Por otro lado, la fatiga precoz durante los entrenamientos de músculos poco trabajados, como el supraespinoso y el serrato, produce que el recobro en los estilos libre y mariposa sea bajo, lo que es muy lesivo para el hombro. Asimismo el

exceso de tono y potencia muscular anterior propicia actitudes de cifosis dorsal, caída de los hombros hacia adelante y contracturas dolorosas de los músculos cervicodorsales.

- El calentamiento: un malo o defectuoso calentamiento puede ser la causante de diversas lesiones o problemas, acentuándose esta posibilidad sobre la articulación del hombro en el caso de los nadadores. Es conocido por casi todos los deportistas, que el calentamiento debe ser el prelude de todo entrenamiento y competencia.

3.3 Fases de la Tendinitis del Supraespinoso

Según Gallego (2006), la tendinitis es la manifestación clínica de una lesión por sobreuso de un tendón que ha sobrepasado la capacidad de los mecanismos de reparación del organismo. El curso de la enfermedad depende del manejo que se le dé al problema y podemos dividirlo en varias fases:

1. Traumática: En ésta fase, el factor desencadenante produce un sufrimiento directo o indirecto del tejido tendinoso en una de sus partes, produciendo micro ruptura (lesión de los puentes transversos de tropocolágeno) o ruptura de fascículos, dependiendo de las características del factor agresor (intensidad, duración). Estos hechos llevan a la aparición de la fase siguiente.
2. Inflamatoria: La lesión celular (necrosis), es seguida del desdoblamiento de los componentes de la membrana celular, a partir de los cuales se produce ácido araquidónico, precursor de las prostaglandinas. Concomitantemente se inicia el fenómeno de infiltración celular que representa el comienzo del proceso de limpieza de los elementos de desecho a cargo de los macrófagos. De igual forma hacen su aparición los mastocitos y granulocitos responsables de la producción de histamina, serotonina y prostaglandinas, los cuales producen vasodilatación.

Todos éstos hechos favorecen la aparición de edema, el cual produce compresión de los capilares contenidos en el endotendón, encargados del aporte de oxígeno y sustratos energéticos al tendón; es decir hay un

fenómeno isquémico con hipoxia tisular lo cual conlleva a una desviación del metabolismo energético, hacia la vía anaeróbica con la consecuente acidosis y disminución del pH que favorece a su vez la activación de enzimas proteolíticas agravantes del problema.

Si en éste momento se realiza un tratamiento adecuado y se evita la formación de un círculo vicioso, habrá una primera fase de reparación en la que los granulocitos producen colagenasa encargada del desdoblamiento del colágeno, lo que conlleva a una disminución de la resistencia del tejido y posteriormente se continuará el proceso de remodelado en un plazo de aproximadamente 14 días, caracterizado por una neovascularización del tejido, una mejor perfusión de oxígeno y una acelerada actividad fibroblástica a nivel ribosomal con adecuada producción de colágeno.

3. Degenerativa: Aquí el problema vascular se perpetúa por la persistencia del agente agresor y de las primeras etapas del proceso. El área lesionada del tendón evoluciona hacia la necrosis esclero-cicatrizal, estadio en el cual se observa depósito de sales de calcio, motivo por el que se denomina también "Tendinitis cálcica".

Esta se caracteriza macroscópicamente por un aspecto blanquecino del trayecto comprometido del tendón y desde el punto de vista mecánico por fragilización del mismo.

4. Ruptura: En esta fase se requiere de una tensión relativamente pequeña para romper el tendón. Si esta ocurre, aparece tardíamente una equimosis que al sexto día forma un coágulo fibroso el cual hacia el octavo día muestra fibroblastos dispuestos en diferentes direcciones, que progresivamente van tomando una disposición longitudinal que se completa hacia el vigésimo día, para convertirse al cabo del segundo mes en un tendón macroscópicamente normal y microscópicamente en un tejido altamente vascularizado.

3.4. Semiología de la Tendinitis del Supraespinoso

La semiología está dada por la evaluación y análisis de los diferentes síntomas y signos que presenta el paciente para poder saber qué tipo de patología manifiesta. El atleta necesita una evaluación apropiada para diagnosticar hombro de nadador; existen problemas más serios pero menos comunes, los cuales deben ser descartados.

Para la tendinitis del supraespinoso las pruebas semiológicas más comunes son:

- Prueba del rascado de apley

El paciente sentado de pie, eleva el brazo sobre la cabeza y flexiona el codo, colocando los dedos tan abajo sobre la escápula contralateral como sea posible. Se lleva entonces el brazo de regreso a un costado y el paciente intenta situar el brazo detrás de la espalda para alcanzar la escápula tan arriba como sea posible. Si se observa dolor durante cada uno de los movimientos es probable que este inflamado uno de los tendones del manguito de los rotadores, en especial el tendón del supraespinoso.(Chaitow,2006)

- Prueba de la caída del brazo

El paciente abduce completamente el brazo y comienza lentamente a descenderlo hacia el costado del cuerpo. Si el brazo cae desde alrededor de los 90 grados de abducción, es probable la alteración del manguito de los rotadores, siendo el más involucrado el supraespinoso. (Chaitow,2006)

- Prueba de Jobe

De pie con ambos hombros abducidos 90 grados y rotados internamente y los antebrazos pronados, de modo que los pulgares siempre estarán orientados hacia abajo. Se solicita el mantenimiento de la posición ante la aplicación de una fuerza descendente en ambos brazos. El dolor o la incapacidad para soportar la fuerza externa indican un proceso inflamatorio o degenerativo en tendón del supraespinoso.(Bueno,2007)

- Prueba inespecífica del supraespinoso

Paciente en sedestación y con el brazo en ABD 90 grados. Terapeuta en bipedestación detrás del paciente con la mano sobre la muñeca o antebrazo del miembro superior a explorar. El terapeuta pide al paciente que siga realizando ABD desde los 90 grados mientras ofrece resistencia al movimiento. El dolor o la impotencia funcional para realizar la prueba pueden indicar una alteración en el supraespinoso.(Martinez,2006)

3.5. Síntomas de la Tendinitis del Supraespinoso

Todas las tendinitis de los músculos poseen síntomas comunes como: dolor de tipo inflamatorio (se caracteriza disminuir durante el reposo y aumenta por la noche), dolor a la presión ejercida sobre el tendón, dolor en la realización de movimientos activos del hombro y dolor al efectuar estiramientos del tendón muscular.

Cuando la tendinitis se da en alguno de los músculos del manguito rotador, hay algunos síntomas más específicos, por ejemplo:

Si corresponde a una tendinitis del supraespinoso: el dolor se concentra en la región deltoidea (parte lateral del hombro), resulta sensible la presión sobre el tendón (situado en la parte supero externa del hombro), aparece dolor al movimiento de separación del brazo y existe un arco doloroso entre los 60° y 120° grados de separación.

Si se sitúa sobre el tendón del infraespinoso: el dolor se localiza en la cara antero externa del hombro, existe especial sensibilidad a la presión sobre el tendón (situado en la parte posterior del hombro) y al estiramiento del mismo y aparece dolor en los movimientos activos de separación y rotación externa del brazo.

Si se localiza sobre el tendón de la porción larga del bíceps braquial: las molestias se sitúan en la cara anterior del hombro y del brazo, se produce dolor en la cara anterior del hombro al estiramiento del tendón y en los movimientos resistidos de flexión de hombro y codo. (Bueno, 2007)

3.6. Fisioterapia en la tendinitis del hombro

Los objetivos generales del tratamiento fisioterapéutico son:

- Aliviar el dolor.
- Reducir o eliminar la inflamación.
- Mantener o recuperar la movilidad articular.
- Estabilizar la articulación.
- Reforzar los músculos debilitados.
- Obtener la funcionalidad del hombro para las actividades laborales y/o deportivas.

El tratamiento fisioterapéutico debe adaptarse a cada una de las tres fases evolutivas del proceso:

3.6.1. Fase aguda

Los síntomas predominantes son el dolor y la inflamación, siendo la reducción de los mismos el objetivo principal de esta fase. Es necesario el reposo articular y la aplicación de frío durante 20 minutos cada cuatro horas, especialmente antes de acudir a las sesiones de fisioterapia. Durante las mismas puede aplicarse ultrasonido (para disminuir la inflamación) y corrientes analgésicas. Por lo general, el paciente sobrecarga los músculos cervicales, siendo necesario tratar esto también.

Según Martínez (2006) en la fase aguda se debería:

- Guardar reposo absoluto del tendón, con inmovilización (15-90 días).
- Enseñar los movimientos contraindicados.
- Crioterapia entre 5 y 10 minutos de masaje con hielo 3-4 veces por día.
- Electroterapia: ionización con antiinflamatorios y/o analgésicos, estimulación vibratoria transcutánea.

3.6.2. Fase subaguda

El dolor y la inflamación se han reducido, pero persisten las molestias de tipo mecánico, especialmente en los movimientos donde se estira el tendón. Las sesiones de Fisioterapia constan de: aplicación de ultrasonido, masaje de la musculatura del hombro, masaje transversal profundo y movilizaciones pasivas, activas, resistidas y libres de todas las articulaciones que forman parte del hombro. Para reducir la intensidad de las molestias causadas durante el tratamiento, se debe finalizar la sesión con la aplicación de corrientes analgésicas y frío.

3.6.3. Fase de recuperación

El dolor y la inflamación han desaparecido completamente. Los objetivos de esta fase son recuperar la movilidad perdida y combatir la atrofia muscular. Las sesiones de Fisioterapia se centran principalmente en la aplicación de calor (puede ser con microonda o onda corta), ejercicios de estiramiento del tendón afectado, movilizaciones pasivas para recuperar los últimos grados de movilidad y técnicas de reforzamiento muscular. Además se debe añadir ejercicios de propiocepción, y realizar una reanudación progresiva del entrenamiento deportivo con protección.

3.7. Otras lesiones asociadas al hombro del nadador

Además de la tendinitis del supraespinoso, es común en los nadadores de alto rendimiento la tendinitis de la porción larga del bíceps y la bursitis subacromial, estas tres lesiones se conocen como la trilogía del hombro del nadador ya que muchas veces están asociadas a la misma biomecánica en el momento de la brazada de cada estilo de natación.

Empezaremos con la tendinitis de la porción larga del bíceps que, con su nombre lo indica, es un proceso inflamatorio de la porción larga del tendón del bíceps y es una causa común de dolor en el hombro debido a su posición y función. El tendón de origen de la porción larga del bíceps se inserta en el borde superior de la cavidad glenoidea y desde ahí, bordeando por encima la cabeza del húmero, se introduce en un canal óseo entre el troquín y el troquíter, que se convierte en un auténtico túnel al cubrirse por una estructura fibrosa conocida como ligamento intertuberositario. El

recorrido por este túnel osteofibroso puede ser causa de fricciones que dan origen a la aparición de tendinitis. Los trastornos del tendón del bíceps pueden ser el resultado de choque o como un hecho aislado de una lesión inflamatoria. (Mahiques, 2008)

Sobre el tendón del supraespinoso hay una bursa o bolsa (se trata de una pequeña bolsita de fluido cuya función es la de lubricar el tendón en su movimiento). Esta bursa puede quedarse atrapada en el hombro produciendo dolor e inflamación, lo que comúnmente se llama bursitis subacromial. La bursa cumple la función de proteger del roce entre el hueso y los tendones, para que no toquen directamente con el hueso y contiene una mínima cantidad de líquido en su interior. Cuando esta bolsa se inflama por distintas razones, aumenta el líquido dentro de ella y se comprime entre el acromion y los tendones del manguito rotador. La bursitis puede ocurrir cuando existe una inflamación de los tendones lo que ocasiona que crezca lo que está dentro del espacio subacromial y en este caso pueden aumentar de volumen las bursas, produciendo la bursitis.

La principal manifestación de la bursitis subacromial es dolor en el hombro, especialmente a la elevación lateral y a las rotaciones, pero también puede haber dolor sin movimiento. El tipo de movimiento que produce mayor dolor dependerá del tendón que esté más comprometido. El tratamiento dependerá de la causa encontrada para el dolor. Si hay una inflamación pura del manguito rotador o bursitis, lo primero que se va a hacer es intentar desinflamar ese tendón o bursa con antiinflamatorios y kinesiterapia y de esa forma tratar de que disminuya de tamaño. Si la respuesta no es satisfactoria, se puede realizar una infiltración con corticoides. (Vargas, 2011)

3.8. Protocolos de prevención para la Tendinitis del Supraespinoso

Martínez (2006) estipula que para llegar a poder prevenir una lesión deportiva debemos conocer cuáles son las causas más frecuentes que las provocan, y entre ellas podemos destacar las siguientes:

- Falta de conocimiento básico sobre el deporte que se practica.
- Falta de entrenamiento.
- Desigualdad corporal y/o escaso dominio de la técnica.
- Calentamiento insuficiente o mal realizado.
- Exceso de confianza.

- Edad inadecuada para este deporte.
- Mala higiene postural.
- Gestos deportivos no adecuados.
- El clima (temperatura extrema).
- Mala alimentación y/o nutrición.
- Fatiga o falta de sueño.
- Entrenamiento inadecuado.
- Vuelta a la práctica deportiva sin estar repuesto de una lesión anterior.

Como se menciona en varios textos, la medicina preventiva, “es la rama de la medicina que trata de la prevención de enfermedades. Incluye todas las medidas destinadas a evitar la aparición de la enfermedad (prevención primaria), a parar su proceso (prevención secundaria) y a evitar sus posibles complicaciones”.

Este tipo de medicina no se limita a las vacunas, como algunas personas podrían pensar. Si bien es cierto, hay enfermedades difíciles de prevenir, existen muchísimas que siguiendo algunos buenos y sencillos hábitos de higiene y salud, pueden evitarse o bien disminuir sus efectos nocivos a nuestra vida. La medicina preventiva es un enorme tema en el cual la Terapia Física tiene un gran papel. En la práctica de la fisioterapia las acciones del fisioterapeuta siempre van enrumadas a evitar complicaciones a largo plazo, previniendo molestias innecesarias y por supuesto, de la mano con la educación al paciente, que es el arma más poderosa para prevenir enfermedades, lesiones y cualquier otro malestar.

Aunque, en la mayoría de los casos, las lesiones deportivas ocurren a causa de accidentes, hay algunas lesiones que se pueden evitar por medio de medidas que son fáciles de hacer durante la práctica. Además de que la prevención de las lesiones no solo se basa en el deportista, sino también en el entorno y en las personas que le rodean. El hecho de aprender cómo cuidar de sus hombros para evitar ejercer tensión adicional sobre ellos puede ayudarlo a sanar de una lesión y evitar que ésta se vuelva a presentar. Entre las medidas preventivas tenemos podemos enumerar:

1. Calentar antes de empezar un ejercicio, lo recomendado es 10 minutos.
2. Estirar los músculos, ya que es la mejor manera de evitar contracturas.

3. No se debe esforzar más allá de los límites de cada deportista durante la actividad física que esté realizando. Marcar un ritmo propio.
4. El mejor entrenamiento es cuando todo se hace progresivamente, conforme se va aumentando las capacidad.
5. Mantener una buena postura en todo momento, y realizar la actividad con buena técnica.
6. No tratar de hacer en un solo día lo que se hace en una semana.
7. Incluir en la rutina, ejercicios cardiovasculares, de fortalecimiento y de flexibilidad. (Si no se está seguro de cómo hacer los ejercicios, pedir asesoramiento a alguien capacitado, nunca realizarlo sin saber)

Algunas otras sugerencias para cuidar del hombro son:

- Evitar llevar bolsos únicamente sobre un hombro.
- Evitar trabajar con los brazos por encima del nivel del hombro por mucho tiempo. De ser necesario, utilizar un banco para pies o una escalera.
- Levantar y cargar los objetos cerca a l cuerpo. Tratar de no alzar cargas pesadas lejos del cuerpo.
- Tomar descansos regulares para cualquier actividad que se realice de manera repetitiva.
- Al alcanzar algo con el brazo, el dedo pulgar debe estar apuntando hacia arriba.

Además de estas sugerencias, hay que contemplar la posibilidad de hacer algunos cambios en torno a la casa para que resulte más fácil cuidar de sí mismo; guarde los elementos cotidianos que usted usa en lugares que pueda alcanzar fácilmente. Mantenga consigo las cosas que use mucho, como su teléfono. (Benjamín, 2012)

Hay que tomar en cuenta que los aspectos referidos a la persona practicante del deporte, es una de las partes principales a la que debemos estar atentos para prevenir lesiones, ya que aunque son causas que influyen, en cierta manera son controlables. Entre estos aspectos según Martínez (2006) tenemos:

- a. **La nutrición:** gracias a ella haremos un mejor aprovechamiento de los recursos energéticos y, por consiguiente, una mejor y más rápida recuperación de los esfuerzos. Debemos tener en cuenta que la dieta de un deportista será adecuada a la intensidad, tipo de actividad que realice, duración del ejercicio, edad, sexo y composición corporal del deportista, así como la temperatura del ambiente y grado de entrenamiento. Una dieta adecuada para el deportista debe cumplir con todos los requisitos de una dieta equilibrada y estará formada por un 60-70% de hidratos de carbono, un 20-25% de grasas y un 10-15% de proteínas.
- b. **La preparación física:** es la base de la prevención de las lesiones deportivas, por eso es muy importante llevar un entrenamiento meticuloso, en el cual la dinámica de cargas (volumen, intensidad, frecuencia, etc.) y su periodicidad en las tres partes principales en que se divide el entrenamiento deportivo sean adecuadas.
- c. **El gesto técnico:** comprendiendo a la técnica como un programa motor adecuado para resolver con la máxima eficacia una situación deportiva. Si este programa no es adecuado, se propenderá fácilmente a las lesiones y, por consiguiente, el deporte podría convertirse en una fábrica de lesiones
- d. **El calentamiento:** es una parte que a veces se pasa por alto y, sin embargo, es fundamental para la actividad física y deportiva. Los principios por los que se debe regir el calentamiento son los siguientes:
- Individualización: cada persona necesita un calentamiento adecuado en base a la actividad física que va a practicar y a su grado de entrenamiento.
 - Especificidad: cada entrenamiento será típico, concreto, y adaptado a la especialidad deportiva que se va a practicar.
 - Progresión: el calentamiento debe ser progresivo en cuanto a intensidad y dificultad de ejercicios, siguiendo siempre una línea ascendente hacia la dificultad.
 - Dirección: el entrenamiento sigue un orden en el cuerpo, siguiendo una dirección cráneo-caudal o viceversa, aunque se puede comenzar por el grupo muscular recientemente lesionado.

Capítulo 4

Creación de la propuesta

4.1. Calentamiento

El calentamiento es el procedimiento previo a la actividad física a realizar, que nos dispone, prepara y adecua física y psicológicamente. Se ha demostrado que un calentamiento eficaz tiene un número importante de elementos clave que son esenciales para cualquier entrenamiento. Estos elementos o componentes, cuando se combinan, ayudan a minimizar la probabilidad de lesión de los deportistas.

El objetivo principal del calentamiento es preparar al organismo, de forma progresiva para un trabajo más específico, además de que prepara mentalmente al atleta para el trabajo posterior. Da al cerebro el suficiente tiempo para prepararse para una tarea que demanda de más energía, por medio de la activación de la circulación sanguínea. Del mismo modo mantiene los músculos con un riego óptimo y listos para trabajar, por lo que se realizan ejercicios suaves y lentos de manera que se aclimaten las articulaciones para el ejercicio siguiente.

Uno de los beneficios del calentamiento es que la temperatura central del cuerpo aumenta, lo que mejorará la elasticidad muscular y reducirá el riesgo de lesiones. Además, los músculos a más temperatura se contraen y se relajan más, lo que permite que aumente la velocidad y la fuerza de los atletas. También afecta directamente al rendimiento físico de los atletas ya que el flujo sanguíneo aumenta, así como el suministro de oxígeno.

Según James (2003) el calentamiento está dividido en fases. En la primera fase se debe dedicar unos minutos a la actividad articular, con movimientos de las principales articulaciones buscando progresivamente trabajar todo el grado de movilidad de cada articulación, a fin de mejorar la temperatura y lubricación de las articulaciones.

En la segunda fase se debe dedicar unos minutos al proceso de tonificación muscular mediante trabajo aeróbico leve, a fin de aumentar las pulsaciones y calentar tejidos, ligamentos y vientres musculares.

La tercera fase es un calentamiento específico, es decir, se calientan los principales grupos musculares que se utilizarán posteriormente. Se utilizan

movimientos parecidos a los del entrenamiento o a los de la actividad que se va a realizar.

Finalmente en la cuarta fase se realiza un trabajo de estiramientos activos, en donde se busca la relajación y mayor oxigenación de los músculos.

Para la primera fase del calentamiento, enfocándonos específicamente en los nadadores se empezará con los movimientos de las diferentes articulaciones. Iniciando por la cabeza hasta llegar a los pies.

Se realiza cada ejercicio, durante 30 segundos, con un total de 10 minutos de calentamiento básico.

Los ejercicios que se plantean a continuación han sido tomados de:

Tips and training. Prevention of Shoulder Injuries in Aquatics Sports (2012).

[En línea] United States of America: USAswimming. Disponible en: <http://www.usaswimming.org/DesktopDefault.aspx?TabId=1551&Alias=Rainbow&Lang=en> [2012, 25 de octubre]

1. Circunducción de la cabeza al lado derecho e izquierdo, realizando movimientos suaves y continuos. Para este ejercicio los principales músculos que se utilizan son el trapecio y el esternocleidomastoideo.

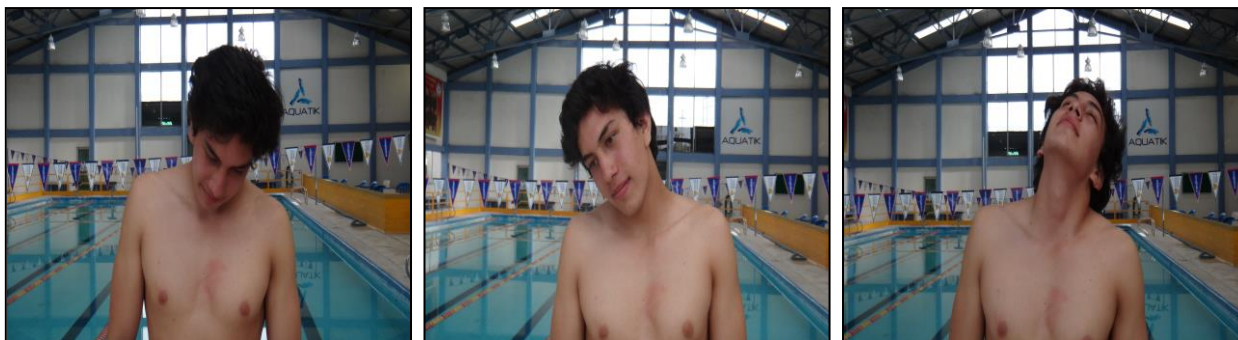


Fig.1. Circunducción de la cabeza

2. Movimientos de flexión y extensión de la columna cervical. Para este ejercicio de igual forma se utilizan el trapecio y el esternocleidomastoideo como músculos principales.



Fig.2. Movimientos de flexión y extensión de la columna cervical

3. Movimientos laterales de izquierda y derecha del cuello tratando de topar el oído en el hombro, sin levantar el hombro. Para este ejercicio se utiliza en esternocleidomastoideo como músculo principal.



Fig.3. Movimientos laterales del cuello

4. Circunducción de hombros tanto anterior como posterior, en un ángulo de 360 grados. Para este ejercicio se utilizan el deltoides, supraespinoso, trapecio, serrato mayor, pectoral mayor, coracobraquial, infraespinoso, redondo menor y parte del dorsal ancho.



Fig.4. Circunducción de hombros

5. Circunducción de hombro en forma de un 8, como si se realizara un patrón de FNP de flexión, aducción y rotación externa. Para este ejercicio se utilizan los mismos músculos mencionados anteriormente.

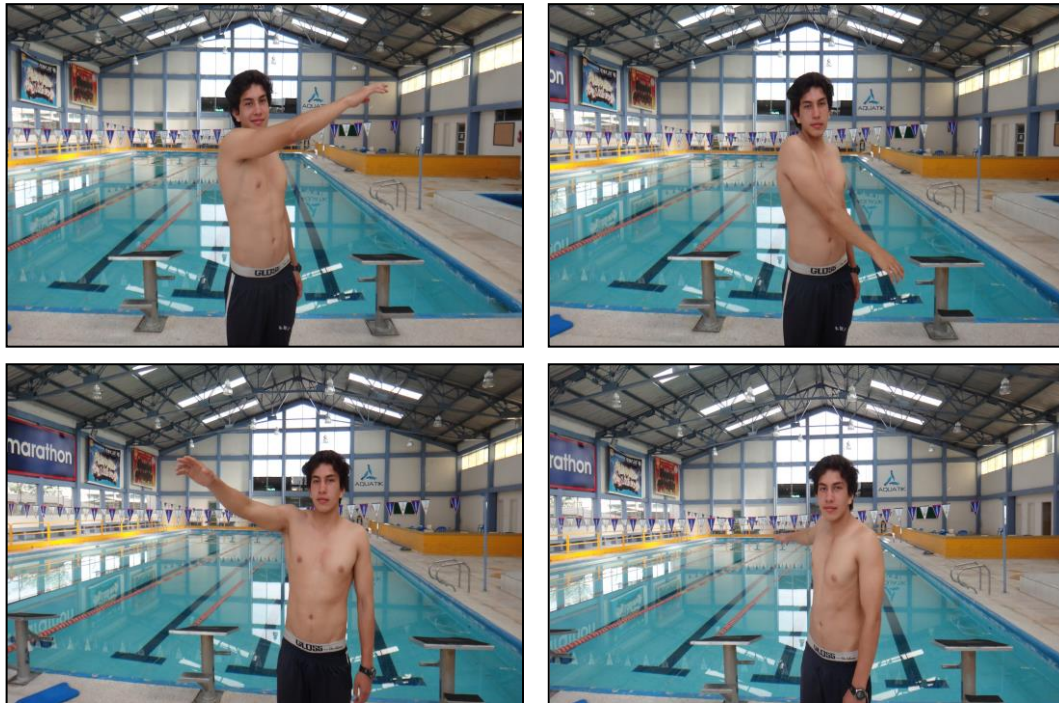


Fig.5. Circunducción de hombros en forma de un 8

6. Movimientos de flexión y extensión del codo. En este ejercicio se utilizará, para la flexión, el bíceps braquial y el coracobraquial, y para la extensión el tríceps braquial.



Fig.6. Movimientos de flexión y extensión del codo

7. Movimientos de flexión y extensión de muñeca. Para este ejercicio utilizamos palmar mayor, cubital anterior, palmar menor, flexor común superficial de los dedos, flexor propio del pulgar, cubital posterior, radiales externos, extensor común de los dedos, extensor corto y largo del pulgar.

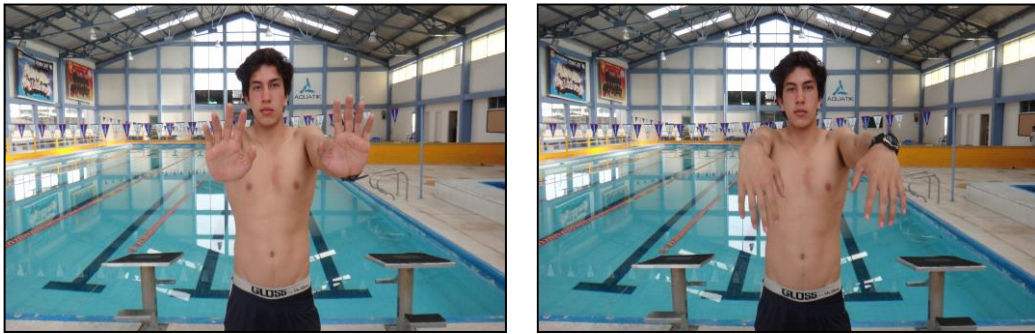


Fig.7. Movimientos de flexión y extensión de la muñeca

8. Circunducción de 360 grados de la articulación de la muñeca utilizando una combinación de los músculos de la flexión y extensión mencionados anteriormente.

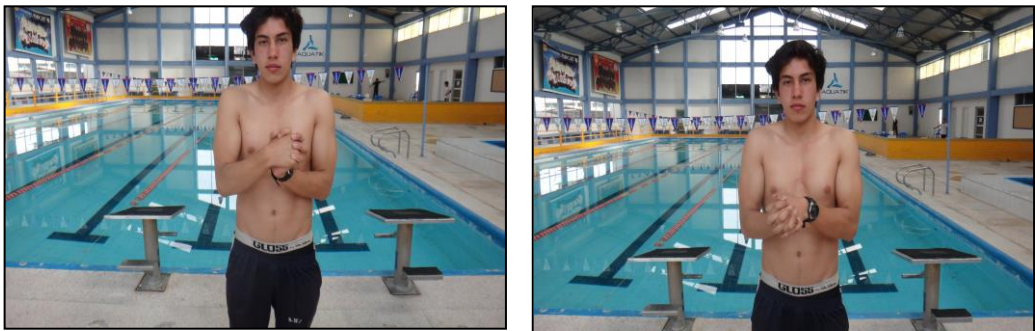


Fig.8. Circunducción de 360 grados de la articulación de la muñeca

9. Movimientos de circunducción de cadera y zona lumbar. Para este ejercicio se utiliza el psoas mayor, músculo iliaco, tensor de la fascia lata, sartorio, cuádriceps, glúteo mayor, medio y menor, cuadrado lumbar y paravertebrales.



Fig.9. Movimientos de circunducción de cadera y zona lumbar

10. Movimiento de abducción y aducción de cadera en forma circular. Para este ejercicio se utilizará, además de los músculos mencionados anteriormente, los aductores y abductores de cadera.



Fig.10. Movimiento de abducción y aducción de cadera en forma circular

11. Movimientos pendulares de cadera principalmente utilizando el glúteo mayor y medio para realizar el movimiento.



Fig.11. Movimiento pendulares de cadera

12. Movimientos de flexión y extensión de rodilla. Para este ejercicio se utilizará para la flexión, los isquiotibiales como músculos principales, y para la extensión, el cuádriceps.



Fig.12. Movimientos de flexión y extensión de rodilla

13. Circunducción de la articulación del tobillo en un ángulo de 360 grados. Para este ejercicio se utilizarán una combinación de tibial anterior, extensor largo del primer dedo, extensor largo de los dedos, tríceps sural, flexor largo del primer dedo, flexor largo de los dedos, peróneo anterior, peróneo lateral cortó y largo, tibial posterior.

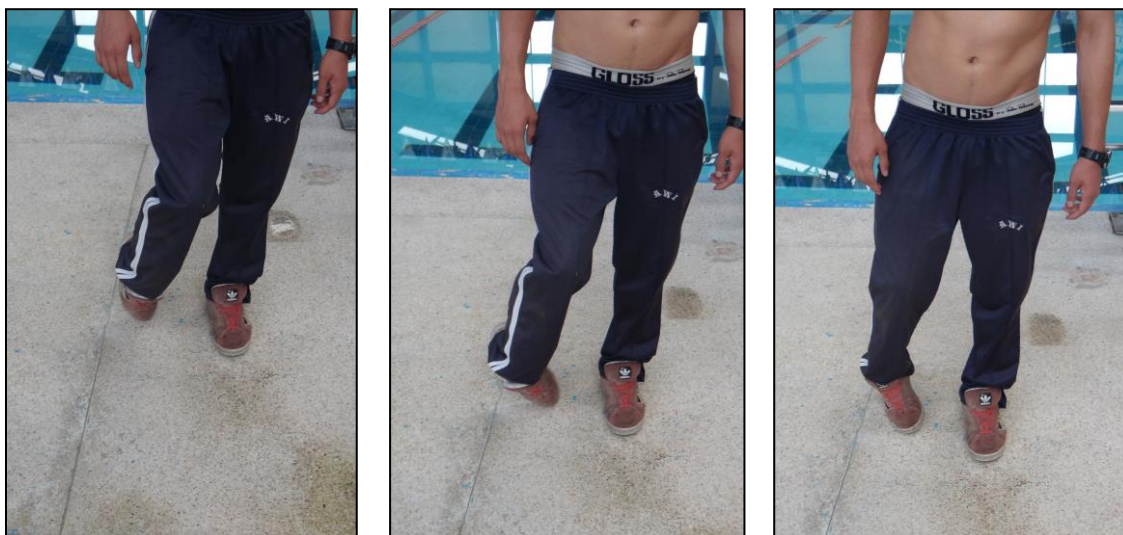


Fig.13. Circunducción de la articulación del tobillo en un ángulo de 360 grados

Una vez finalizada la fase de calentamiento se pasa a la segunda fase que consiste en un pequeño trote, lo más recomendable es una vuelta por la parte externa de la piscina, es decir a la altura de la playa, para empezar a activar al corazón y aumentar la circulación sanguínea.

En la tercera fase de calentamiento se realizan movimientos específicos de la natación, como si se estuviera nadando pero en la tierra. Para una mejor prevención se recomienda realizar el gesto deportivo de los 4 estilos alternando cada 30 segundos cada estilo. Una vez terminada esta fase el nadador está listo para ingresar a la piscina para comenzar su entrenamiento, hay que tomar en cuenta que en el plan de entrenamiento de cada nadador está contemplado 1 km como mínimo de calentamiento para comenzar la fase anaeróbica o aeróbica del entrenamiento en el agua.

4.2. Estabilidad y fortalecimiento del hombro.

Para la fase de fortalecimiento de hombro se tomará en cuenta un estudio realizado por USA-swimming auspiciado por la Federación Internacional de Natación (FINA), escrito por Jim Miller, Md Faafp/sports Medicine FINA sports medicine committee, en donde se describe una serie de ejercicios que están dirigidos para estabilizar y fortalecer el hombro del nadador que por su constante utilización en los entrenamientos y en las competencias es propenso a las lesiones.

Esta serie de ejercicios apuntan a prevenir el dolor del hombro, y posteriormente una posible lesión, estos ejercicios no deben ser realizados el momento en el que el hombro del nadador empieza a doler, sino hacerlo parte de su entrenamiento para evitar complicaciones. El mantenimiento de una buena postura en los ejercicios es vital para el éxito de los mismos. Los ejercicios están separados en 3 grupos principales de músculos: El primer grupo son los músculos de base que comprenden los abdominales, la zona lumbar y los músculos que estabilizan la cadera.

- El primer ejercicio se denomina posición lateral, está dirigido para fortalecer la parte lateral de este grupo de músculos. Comienza con el atleta en posición lateral con un brazo de soporte en 90 grados y el otro elevado hacia arriba, las piernas en extensión y levantando la cadera hasta lograr una posición recta de

todo el cuerpo, en este ejercicio hay que recordar al atleta de mantener la simetría. Se realiza por 30 segundos durante 3 o 5 repeticiones dependiendo de la capacidad de cada atleta, luego se cambia de lado.



Fig.14. Posición Lateral

- El siguiente ejercicio se llama el cuadrúpedo, el objetivo de este ejercicio es balancear el hombro que es fundamental para esta disciplina. El atleta se posiciona de forma cuadrúpeda y eleva un brazo y la pierna contraria, y mantienen esa posición durante 30 segundos seguidos, luego cambian de brazo y repiten el ejercicio, se repite el ejercicio 6 veces con cada brazo y si queremos aumentarle resistencia colocamos un disco de inestabilidad en la mano que queda apoyada al piso.

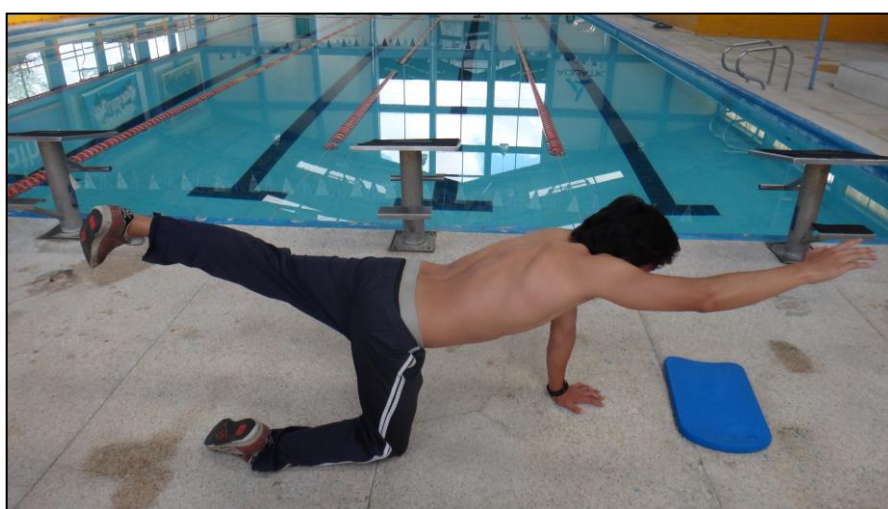


Fig. 15. Cuadrúpedo

- El tercer ejercicio se llama abdominal en una silla, se enfoca en fortalecer todas las zonas de los abdominales de una forma equitativa. El atleta se coloca en el piso con sus piernas elevadas a 90 grados en un banco o en una superficie que lo sostenga, y se va a realizar 3 abdominales levantando los hombros del suelo, con la mirada en un solo punto, se realizan 3 posiciones, a la izquierda, al centro y posteriormente a la derecha, cada posición se debe mantener por 2 segundos y volver al punto de partida. Los brazos deben mantener una posición de 0 grados de extensión de codo y las manos juntas, se debe mantener la espalda siempre recta y una simetría constante en cada ejecución del movimiento. Se realiza este ejercicio durante 30 segundos y se repite de 3 a 5 veces.



Fig. 16. Abdominal en una silla

El segundo grupo de músculos se denomina los músculos escapulares, que representan todos los músculos que adhieren la escapula hacia el humero para poder mantener la estabilidad de la articulación glenohumeral.

- El primer ejercicio se llama el enganche del excursionista, en donde se fortalece los músculos principales de la estabilización de la escapula y además se puede encontrar y mejorar desbalances musculares entre el brazo derecho y el izquierdo.

El atleta se coloca de decúbito ventral con los brazos abducidos a 90 grados y las manos abiertas y los pulgares extendidos hacia arriba, como apuntando al techo. Los brazos son elevados del piso y dirigidos hacia arriba lo más alto posible, llegando a juntar las escapulas, sin dejar de apuntar los pulgares al techo. Se realiza 20 veces de 3 a 6 repeticiones.

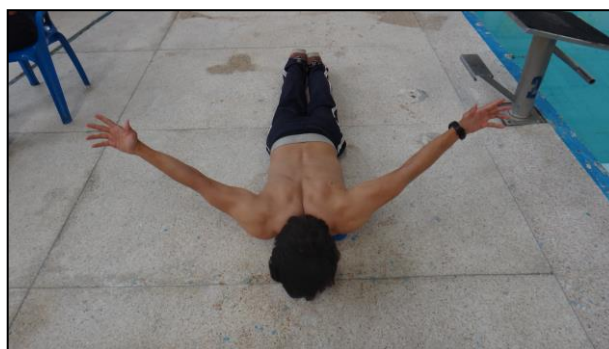


Fig. 17. Enganche del excursionista

- El segundo ejercicio se llama planchas escapulares, el objetivo de este ejercicio es aumentar el poder de la escapula y de enseñarle a este grupo de músculos a reaccionar mucho más rápido el momento de actuar.

El atleta se coloca como si fuera a realizar una plancha normal pero con los codos relativamente flexionados, y se comienza el ejercicio llevando las escapulas hacia la línea media y luego a la posición de inicio, los brazos no tienen que flexionarse más de lo que estaban en la posición de inicio. Se realizan de 20 a 30 veces y de 3 a 6 repeticiones.

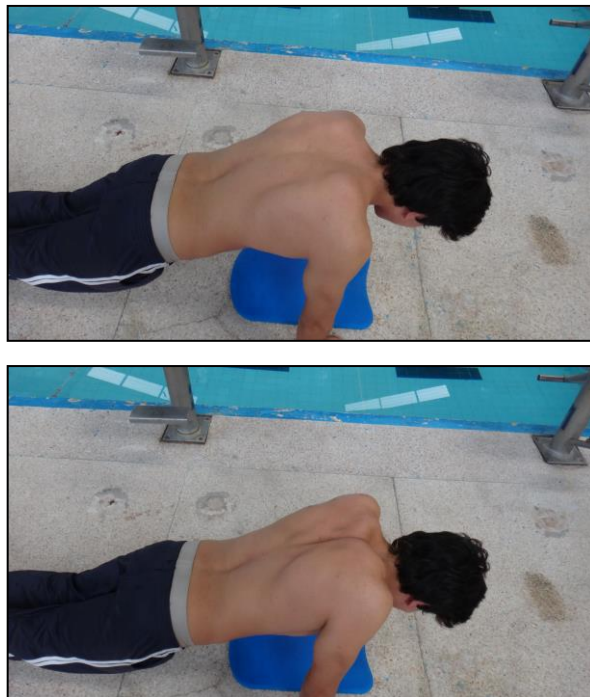


Fig. 18. Planchas escapulares

- El tercer ejercicio se llama encogimiento aislado de hombros, trabaja fortaleciendo los músculos estabilizadores de la escapula así como la reacción de los mismos el momento de actuar.

El atleta se coloca en una banca con una brazo y una rodilla apoyados, y el otro brazo colgado con una pesa en la mano y el codo ligeramente flexionado, la espalda está en una posición completamente recta, el ejercicio empieza cuando se eleva la escapula hacia el techo y se trata de llevarla hacia la línea media, luego de levantar el peso, se baja poco a poco sin soltar el peso, se

realiza un total de 20 veces y de 3 a 6 repeticiones, cambiando de brazo después de cada 20 veces.



Fig. 19. Encogimiento aislado de hombros

- El último ejercicio se llama el nadador, ya que trabaja el balance y simetría escapular. El atleta se coloca en una silla o en un balón bobath (pelota de ejercicios) lo más pegado al filo, apoyando el peso en los pies, la espalda inclinada hacia adelante, recta y los abdominales contraídos.

La cabeza se encuentra en una posición neutra y los brazos extendidos hacia adelante con las palmas en pronación sosteniendo una pelota pequeña o un peso pequeño.

Los brazos bajan en forma de péndulo hasta llegar hacia atrás y las palmas deben mantenerse en supinación, luego se regresa a la posición inicial, sin dejar de mantener la espalda recta y hacia adelante. Se realiza de 10 a 15 veces y de 3 a 6 repeticiones.



Fig. 20. El nadador

El último grupo está dirigido hacia los músculos del manguito rotador, que muchas veces no se les presta mucha atención el momento de fortalecer los diferentes músculos.

- El primer ejercicio se denomina el balón en la pared. Permite balancear y acomodar el humero en su correcta posición el momento que necesita actuar de forma más rápida.

El atleta se coloca de pie a un lado de la pared y el brazo en 90 grados de abducción, la mano en extensión sosteniendo el balón contra la pared, el ejercicio comienza al momento que el atleta rueda el balón en todas las

direcciones posibles durante 30 segundos y él realizó de 3 a 6 repeticiones. Una vez terminado con un brazo se cambia al otro.



Fig. 21. Balón en la pared

- El segundo ejercicio se llama sacudir, el atleta coloca su brazo a 90 grados del suelo y el codo a 90 grados, sosteniendo una botella en la mano, luego por 30 segundos la botella es batida sin perder la posición, de 3 a 6 repeticiones con cada brazo, hay que tomar en cuenta que mientras más llena esté la botella más esfuerzo realizará el atleta.



Fig. 22. Sacudir

- El tercer y último ejercicio se llama soltar y coger, el objetivo de este ejercicio es la coordinación de todos los músculos del manguito rotador. Una pequeña pelota es necesaria para este ejercicio. El atleta se coloca en una posición bípeda con un brazo elevado horizontalmente a 90 grados con la pelota en la mano, el ejercicio consiste en dejar caer la pelota unos 6 pulgadas y luego volver a cogerla en un rango de 15 grados hacia el cuerpo en forma circular, siempre manteniendo una buena postura, se realiza este ejercicio durante 20 veces de 3 a 6 repeticiones en cada brazo.

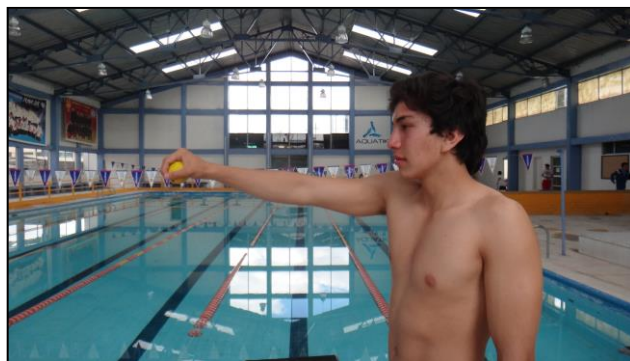


Fig. 23. Soltar y coger

4.3. Stretching

Según Konradsen (2001) el stretching se trata de ejercicios en tensión activa, con el objetivo de preparar los músculos para un esfuerzo intenso y para después del ejercicio intenso. Los ejercicios en cadenas musculares permiten reducir el tiempo de ejecución y al mismo tiempo reclutar numerosos músculos sinérgicos.

Estos ejercicios permiten combinar una tensión activa del lado de apoyo (en los estiramientos asimétricos) y una tensión pasiva contra lateral del lado que no apoya.

La duración de es de 30 segundos por cada ejercicio, repitiendo 2 veces a cada lado cada ejercicio.

1. **Cadena rotatoria:** en apoyo sobre los pies, rodillas semiflexionadas, pivotar sobre la cabeza femoral al máximo, tensión activa de los músculos de los glúteos profundos y aductores del lado de apoyo. Sujetar la muñeca derecha y estirla con fuerza con la mano izquierda (aponeurosis lumbosacra, deltoides posterior, serratos menores posteriores)

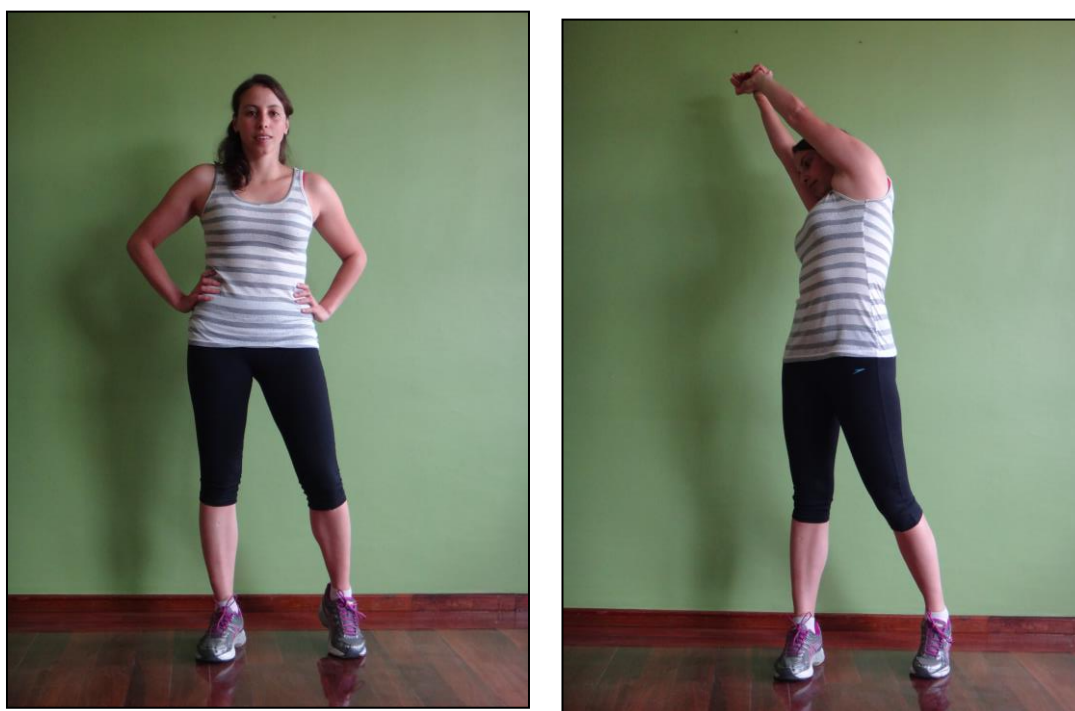


Fig. 24. Cadena Rotatoria

2. **Cadena lateral:** gran apertura lateral, peso del cuerpo sobre la pierna derecha, estirar el brazo hacia arriba, tensión activa (aductores, pectorales mayores, bíceps, tríceps sural, cuádriceps, isquiotibiales y músculos laterales del tobillo)



Fig. 25. Cadena Lateral

3. **Cadena antero lateral:** inicio en abertura hacia delante, pie en el eje, punta del pie en flexión plantar máxima; tirar simultáneamente sobre los dos brazos empujando la rodilla izquierda, con ligera inclinación del tronco hacia la derecha.



Fig. 26. Cadena antero lateral

4. **Cadena anterior:** inicio sentado sobre los talones, las manos apoyo por atrás, avanzar el vientre, separar los glúteos de los talones. Soltar una mano para tirar hacia arriba y hacia atrás, con ligera inclinación del tronco.



Fig. 27. Cadena Anterior

5. **Pectoral mayor en posición de klapp:** brazos en el suelo ligeramente separados, elevar un brazo para llevar el peso del cuerpo hacia el otro lado. Empujar este brazo hacia atrás al máximo.



Fig. 28. Pectoral mayor en posición de klapp

6. **Cadena muscular larga posterior:** con un apoyo o sujeción a una barra para mejorar la estabilidad, cruzar las piernas y traccionar con el brazo del mismo lado, manteniendo la rodilla anterior flexionada. Inclinarsse para aumentar la tracción sobre la aponeurosis lumbosacra. Se puede combinar la rotación interna del húmero con la flexión de muñeca, o bien la rotación externa del húmero con la extensión de la muñeca.

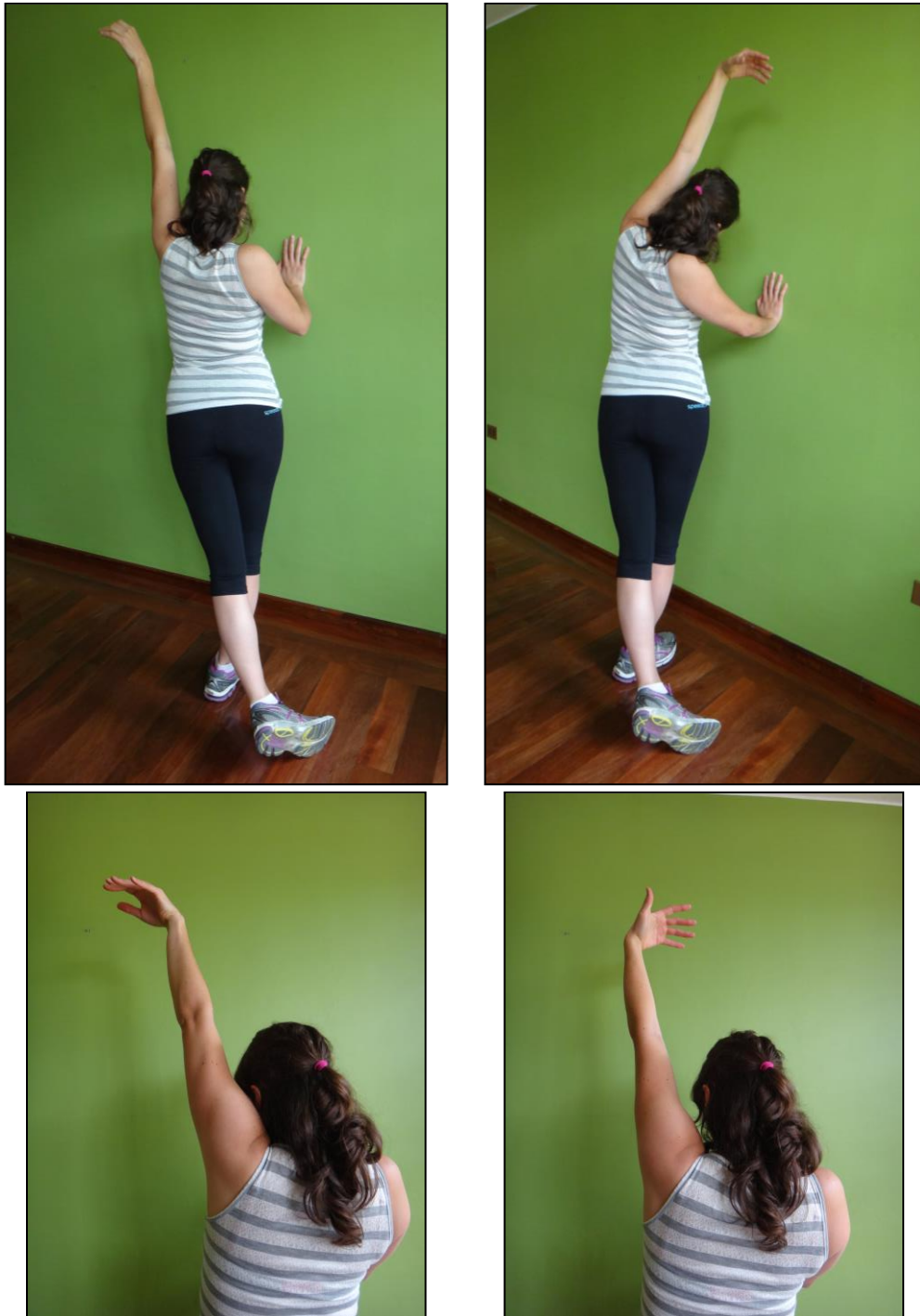


Fig. 29. Cadena Muscular larga posterior

7. **Estiramiento del hombro:** colocarse con abertura de piernas para asegurar mayor estabilidad de la pelvis, entrecruzar los dedos en los espacios interdigitales, tirar los brazos hacia atrás sin inclinarse hacia adelante.



Fig. 30. Estiramiento del hombro

8. **Variante que combina la flexión de cadera con la de los hombros:** proceder igual que el ejercicio anterior adoptando la posición del “saludo” y girando hacia adelante sobre las caderas, sin curvar el hombro.



Fig. 31. Variante que combina la flexión de cadera con la de los hombros

La propuesta se aplicó en el plan de entrenamiento ya establecido por los entrenadores al comienzo del año, las jornadas de entrenamiento también fueron implementadas según el horario de entrenamiento normal de los nadadores, no se las modifico.

En la **Tabla1**. (Cuadro de entrenamiento semanal del grupo a evaluar de la Selección de Natación de Pichincha), se detalla una secuencia de 4 semanas de entrenamiento en los cuales se añadió el calentamiento previo, el estiramiento, estabilidad y fortalecimiento de hombro después de cumplir el kilometraje previsto para la semana y para el día.

Luego de las 4 semanas se repite nuevamente hasta completar las 12 semanas de aplicación de la propuesta para las investigaciones pertinentes. Hay que tomar en cuenta que la propuesta se usó en una etapa de aumento de capacidades aeróbicas anaeróbicas, en la que el mayor volumen de entrenamiento se realiza en R2 y R1⁵.

Si se necesita aplicar durante una etapa previa a la competencia habría que modificar los tiempos del calentamiento, el estiramiento y la estabilidad articular, ya que la propuesta está diseñada para realizarse durante cualquier etapa de entrenamiento, ya que no afecta el entrenamiento en el agua. No se tomó en cuenta el fortalecimiento del hombro con pesas ya que los nadadores ya realizan la actividad 5 veces a la semana en sus sesiones de gimnasio. Se mostró los ejercicios a los entrenadores de estabilidad articular para que las apliquen dentro de su plan de entrenamiento durante el gimnasio, como parte del fortalecimiento y la estabilidad de la articulación del hombro, durante los días que se estableció para la aplicación de la misma.

⁵ R1: Desarrollo de la capacidad aeróbica con pulso de hasta 24 en 10 segundos
R2: Desarrollo de la capacidad anaeróbica con pulso de hasta 28 en 10 segundos
(Las 2 intensidades se aplican en un lapso de 1 hora a 2 horas, en tramos cortos-medios y largos)

Tabla1. Cuadro de entrenamiento semanal del grupo a evaluar de la Selección de Natación de Pichincha

	Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes	Sábado
1 semana	Mañana	10 min calentamiento 6 kilómetros 10 min estiramientos	LIBRE	10 min calentamiento 6 kilómetros 10 min estiramientos	LIBRE	10 min calentamiento 6 kilómetros 10 min estiramientos Estabilidad Articular 10 min estiramiento
	Tarde	10 min calentamiento 7 kilómetros 10 min estiramientos	10 min calentamiento 6 kilómetros Estabilidad Articular 10 min estiramiento	10 min calentamiento 4.5 kilómetros (Resistencia Lactacida) 10 min estiramientos	10 min calentamiento 6 kilómetros Estabilidad Articular 10 min estiramiento	10 min calentamiento 7 kilómetros 10 min estiramientos
2 Semana	Mañana	10 min calentamiento 6 kilómetros 10 min estiramientos	LIBRE	10 min calentamiento 6 kilómetros 10 min estiramientos	LIBRE	10 min calentamiento 6 kilómetros 10 min estiramientos 4.5 kilómetros (Potencia) 15 min estiramiento
	Tarde	10 min calentamiento 7 kilómetros Estabilidad Articular 10 min estiramientos	10 min calentamiento 6 kilómetros 15 min estiramiento	10 min calentamiento 4.5 kilómetros (Resistencia Lactacida) Estabilidad Articular 10 min estiramientos	10 min calentamiento 6 kilómetros 15 min estiramiento	10 min calentamiento 7 kilómetros Estabilidad Articular 15 min estiramientos
3 Semana	Mañana	15 min calentamiento 6 kilómetros 15 min estiramientos	LIBRE	15 min calentamiento 6 kilómetros 15 min estiramientos	LIBRE	15 min calentamiento 6 kilómetros 15 min estiramientos 4.5 kilómetros (Potencia) Estabilidad Articular 15 min estiramientos
	Tarde	15 min calentamiento 7 kilómetros 15 min estiramientos	15 min calentamiento 6 kilómetros Estabilidad Articular 15 min estiramientos	15 min calentamiento 4.5 kilómetros (Resistencia Lactacida) 15 min estiramientos	15 min calentamiento 6 kilómetros Estabilidad Articular 15 min estiramientos	15 min calentamiento 7 kilómetros 15 min estiramientos
4 Semana	Mañana	15 min calentamiento 6 kilómetros 15 min estiramientos	LIBRE	15 min calentamiento 6 kilómetros 15 min estiramientos	LIBRE	15 min calentamiento 6 kilómetros 15 min estiramientos 4.5 kilómetros (Potencia) 20 min estiramiento
	Tarde	15 min calentamiento 7 kilómetros Estabilidad Articular 15 min estiramientos	15 min calentamiento 6 kilómetros 15 min estiramiento	15 min calentamiento 4.5 kilómetros (Resistencia Lactacida) Estabilidad Articular 15 min estiramientos	15 min calentamiento 6 kilómetros 20 min estiramiento	15 min calentamiento 7 kilómetros Estabilidad Articular 20 min estiramientos

4.4. Prueba de movilidad y flexibilidad articular del hombro

Se entiende por flexibilidad la capacidad que tiene un objeto para adaptarse a una nueva situación, en el mundo del deporte, la flexibilidad es la cualidad que tienen los músculos de estirarse a fin de adaptarse a un nuevo rango de amplitud de movimientos.

Según Frontera (2008) la flexibilidad es la excursión máxima que puede conseguirse en una parte del cuerpo en su arco de movilidad potencial. La flexibilidad está relacionada con la elasticidad tisular para permitir un movimiento normal, mientras que la laxitud describe una elasticidad tisular excesiva que permite un movimiento anormal en una articulación. Los factores estáticos de la flexibilidad son el tipo de colágeno y la inflamación. Los factores dinámicos son el control motor o el dolor. La flexibilidad tiene tres componentes esenciales como son:

- La movilidad articular (grado de movimiento que tiene una articulación).
- La extensibilidad (capacidad de estiramiento del músculo).
- La elasticidad muscular (propiedad que poseen los componentes del músculo para recuperar su estado primitivo tras un estiramiento).

Frontera (2008) menciona que el objetivo del entrenamiento de la flexibilidad es lograr una flexibilidad óptima sin lesión ni laxitud articular excesiva. La movilidad articular influye en la flexibilidad y debe evaluarse por una persona competente. El estiramiento indica la aplicación de una fuerza deformante sobre la articulación y los músculos

El trabajo continuado y regular de la flexibilidad permitirá la mejora o el mantenimiento de la amplitud de los movimientos. En este sentido los beneficios son:

- El trabajo adecuado de flexibilidad favorecerá la correcta ejecución de las técnicas deportivas.
- La movilidad articular estimula la secreción de líquido sinovial lo que favorece el deslizamiento entre los cartílagos articulares y por tanto disminuirá la fricción y el desgaste de estos.

- El trabajo de flexibilidad contribuirá a aliviar los efectos característicos del estrés.
- También retrasará los efectos del envejecimiento de las estructuras musculares y articulares.
- Un adecuado trabajo de flexibilidad disminuirá la posibilidad de lesión muscular, es por ello que no es raro ver a los deportistas de alto rendimiento realizar ejercicios de estiramientos antes y después de cualquier competición.

Para la evaluación de la movilidad y la flexibilidad de cada nadador primero se realizará una serie de mediciones por medio de un inclinómetro para medir el rango de movilidad de la articulación del hombro, del codo y de la muñeca, principales articulaciones utilizadas para realizar la brazada en la natación. Se tomará en cuenta los rangos normales de movilidad de cada articulación. Después se realizará una valoración del hombro como un todo a partir de la prueba de FMS.

HOMBRO	Rango normal
Flexión	0- 180 grados
Extensión	45- 50 grados (pura)
Abducción	0- 180 grados
Aducción horizontal	35-45 grados
Rotación interna	90 grados
Rotación externa	80 grados
CODO	
Flexión	0- 120 grados
Extensión	120- 0 grados
MUÑECA	
Flexión	85 grados
Extensión	85 grados
Desviación cubital	45 grados
Desviación radial	15 grados

4.4.1. Prueba de FMS

Según Bundy (2010) la mejor forma de valorar la flexibilidad de la articulación del hombro es mediante el test de FMS (Functional Movement Screen) también denominado patrón de movimiento de Movilidad de Hombro.

La valoración del rango de movimiento de la movilidad del hombro bilateral, combina la rotación interna con la aducción de hombro y la rotación externa con la abducción. Esta prueba también requiere de una movilidad escapular y una extensión de la columna dorsal normales.

Esta prueba es fundamental para valorar la movilidad bilateral de los hombros de los nadadores y detectar debilidades, acortamientos y compensaciones e inestabilidad de las estructuras del hombro.

Descripción

En primer lugar el evaluador debe determinar la longitud de la mano mediante la medición de la distancia desde el pliegue de la muñeca hasta la punta del dedo mayor. Luego el atleta debe cerrar el puño de cada mano, colocando el pulgar dentro del puño. Luego se les pide que realice una máxima aducción, extensión, y rotación interna con un hombro y una máxima abducción, flexión y rotación externa de posición con el otro hombro. Durante la prueba, las manos deben permanecer con el puño cerrado y se deben colocar en la parte de atrás con un movimiento suave. El evaluador deberá medir la distancia entre las prominencias óseas de los puños, más cercanas. Hay que realizar la prueba de la movilidad del hombro tres veces bilateralmente.

3 puntos	2 punto
	
Los puños están dentro de una longitud de una mano	Los puños están dentro de uno y un medio de las longitudes de las manos

1 punto	0 punto
	<p>El atleta recibe una marca de cero si el dolor es asociado con cualquier porción de este test. Un profesional médico debe realizar una evaluación completa del área dolorosa.</p>
<p>Los puños no están dentro de una y media longitud de la mano</p>	

Consejos para la prueba:

- El hombro flexionado identifica el lado que se evaluará.
- Si la medida de la mano es exactamente el mismo que la distancia entre los dos puntos, la puntuación debería ser baja.
- La prueba de compensación anula la puntuación obtenida en el resto de la prueba.
- El atleta no debería de "caminar" con las manos para alcanzar una mejor performance

Ejemplo de la realización de la prueba

En las imágenes a continuación se pueden observar dos puntuaciones diferentes en dos atletas. El primer atleta presenta un score de 3 puesto que sus puños se encuentran dentro del límite de longitud de una mano.



Fig. 31. Puños dentro del límite de longitud de una mano

Mientras que este otro atleta presenta una puntuación de 1 puesto que sus puños están fuera de una longitud de una vez y media



Fig. 32. Puños fuera de una y media longitud de la mano

La capacidad de realizar esta prueba requiere una gran movilidad del hombro en una combinación de movimientos que incluyen e integran la abducción-rotación externa, flexión-extensión y aducción-rotación interna. También requiere movilidad escapular y de la columna dorsal.

El bajo rendimiento durante esta prueba, como ocurre con él de la Fig. 32., puede ser el resultado de varias causas, una de las cuales es la explicación ampliamente aceptada que la rotación externa se obtiene de un aumento a expensas de la rotación interna en atletas realizan lanzamiento por arriba del hombro.

Además, un desarrollo excesivo y del acortamiento del pectoral menor y el dorsal ancho pueden causar alteraciones posturales llevando los hombros hacia adelante. Finalmente, una disfunción escapulo-torácica puede estar presente, como resultando de una disminución en la movilidad glenohumeral seguida de una pobre movilidad o estabilidad escapulo-torácica.

Por todo lo mencionado es que esta prueba es ideal para medir la capacidad de los atletas y ver si presentan algún acortamiento que pueda afectar su rendimiento al momento de nadar, así como una forma de apreciar los resultados después de realizar la propuesta de prevención.

4.4.2. Escala de Eva

La Escala Visual Analoga (EVA) permite evaluar el dolor que describe el atleta de una forma subjetiva, ya que cada persona percibe el dolor de diferente forma. Consiste en una línea horizontal de 10 centímetros, en la que 1 se considera sin dolor alguno y 10 el máximo dolor que haya sentido alguna vez. Se pide al atleta que marque el número que mejor indique la intensidad de su dolor.

Fig. 34. Gráfico escala de medición de dolor



Hay que tomar en cuenta que el dolor patológico que usualmente se evalúa con esta escala es diferente al dolor fisiológico o natural, es decir que el dolor que se está evaluando es el dolor natural que se presenta después del entrenamiento, su origen es fundamentalmente en el catabolismo muscular, es decir en la ruptura del tejido muscular, que es producto de un entrenamiento planificado, dirigido y sistemático.

Para entender mejor este tipo de dolor tomamos en cuenta que según Manno, 1999, la realización de ejercicio físico conlleva un estado de depresión que comprende la fase de cambios inmediatos conocidos como respuestas fisiológicas, donde destaca las variaciones químicas y fisiológicas inmediatas tras el ejercicio y en el reposo sirviendo también como el estímulo para la adaptación, es decir, preparando al

organismo para la adaptación al esfuerzo, dando al organismo la capacidad de soportar esfuerzos más intensos, y por lo tanto, aumentar el rendimiento inicial.

Por otro lado distinguen la inflamación muscular de aparición retardada de la que dicen que la inflamación muscular es principalmente el resultado de las acciones excéntricas, "la contracción excéntrica genera tensiones elevadas en el músculo cuya repetición en una persona no entrenada provoca la ruptura de estructuras musculares, en la unión músculo-tendinosas y en los tejidos conjuntivos" (Miñarro 2002), y está asociado con verdaderas lesiones musculares.

Se preguntará a los atletas su percepción del dolor en los hombros después del entrenamiento, antes de realizar la propuesta, durante la realización de la propuesta y al final de la propuesta. Hay que tomar en cuenta que los factores psicosociales de los atletas influyen en la respuesta de la percepción del entrenamiento y del dolor en los hombros, lo cual se tomara en cuenta para la evaluación de la propuesta.

Capítulo 5

Hipótesis y Operacionalización de Variables

Hipótesis

Al realizar una buena prevención en la tendinitis del supraespinoso se mejora el rendimiento en los entrenamientos y, sobre todo, en los resultados.

Operacionalización de Variables

VARIABLE	DEFINICIÓN	INDICADORES
Frecuencia de la Tendinitis del supraespinoso	El término tendinitis corresponde a la inflamación de un tendón, en este caso el tendón del supraespinoso. El diagnóstico se realiza mediante la exploración y pruebas funcionales	% de nadadores con tendinitis del supraespinoso % de nadadores que no presentan tendinitis del supraespinoso
Calentamiento antes de nadar	Se denomina calentamiento a la parte inicial del entrenamiento, que se caracteriza por tener una media de intensidad por debajo de la media del entrenamiento y el objetivo de preparar el organismo para una posterior sobrecarga.	% de nadadores que calientan antes de entrar a nadar
Estiramiento De miembro superior	La finalidad del estiramiento es dar elasticidad al sistema músculo-tendinoso. Cuando la movilidad está limitada se dificulta el desarrollo de la fuerza, de la coordinación, así como de la velocidad y resistencia, existiendo además mayor riesgo de lesión.	% de nadadores que estiran el miembro superior
Estilos de natación	Hay 4 estilos reconocidos que se han ido perfeccionando desde finales del siglo XIX. Estos son: Libre, mariposa, espalda y pecho	# de nadadores que nadan el estilo Libre # de nadadores que nadan el estilo Espalda # de nadadores que nadan el estilo Mariposa # de nadadores que nadan el

		estilo Pecho																														
Prueba de flexibilidad	La prueba de flexibilidad se realizara mediante el test de FMS (Functional Movement Screen) también denominado patrón de movimiento de Movilidad de Hombro. La valoración del rango de movimiento de la movilidad del hombro bilateral, combina la rotación interna con la aducción de hombro y la rotación externa con la abducción. Esta prueba también requiere de una movilidad escapular y una extensión de la columna dorsal normales.	Promedio de todos los nadadores que nadan libre y mariposa sobre 3 puntos para el test una prueba al inicio, una a la mitad y otra al final de la evaluación																														
Movimiento articular	Rango de movilidad de la articulación del hombro, del codo y de la muñeca, principales articulaciones utilizadas para realizar la brazada en la natación. Se tomara en cuenta los rangos normales de movilidad de cada articulación.	Promedio de cada movimiento entre los nadadores que nadan libre y mariposa																														
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>HOMBRO</th> <th>Rango normal</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Flexión</td> <td>0- 180 grados</td> </tr> <tr> <td>Extensión</td> <td>45- 50 grados (pura)</td> </tr> <tr> <td>Abducción</td> <td>0- 180 grados</td> </tr> <tr> <td>Aducción horizontal</td> <td>35-45 grados</td> </tr> <tr> <td>Rotación interna</td> <td>90 grados</td> </tr> <tr> <td>Rotación externa</td> <td>80 grados</td> </tr> <tr> <th>CODO</th> <td></td> </tr> <tr> <td>Flexión</td> <td>0- 120 grado</td> </tr> <tr> <td>Extensión</td> <td>120- 0 grados</td> </tr> <tr> <th>MUÑECA</th> <td></td> </tr> <tr> <td>Flexión</td> <td>85 grados</td> </tr> <tr> <td>Extensión</td> <td>85 grados</td> </tr> <tr> <td>Desviación cubital</td> <td>45 grados</td> </tr> <tr> <td>Desviación Radial</td> <td>15 grados</td> </tr> </tbody> </table>	HOMBRO	Rango normal	Flexión	0- 180 grados	Extensión	45- 50 grados (pura)	Abducción	0- 180 grados	Aducción horizontal	35-45 grados	Rotación interna	90 grados	Rotación externa	80 grados	CODO		Flexión	0- 120 grado	Extensión	120- 0 grados	MUÑECA		Flexión	85 grados	Extensión	85 grados	Desviación cubital	45 grados	Desviación Radial	15 grados	
HOMBRO	Rango normal																															
Flexión	0- 180 grados																															
Extensión	45- 50 grados (pura)																															
Abducción	0- 180 grados																															
Aducción horizontal	35-45 grados																															
Rotación interna	90 grados																															
Rotación externa	80 grados																															
CODO																																
Flexión	0- 120 grado																															
Extensión	120- 0 grados																															
MUÑECA																																
Flexión	85 grados																															
Extensión	85 grados																															
Desviación cubital	45 grados																															
Desviación Radial	15 grados																															

Dolor	El dolor es subjetivo y depende de la percepción de cada persona, se tomara en cuenta el dolor de cada nadar después de haber terminado todo el entrenamiento, en los hombros utilizando una escala de EVA	Promedio de dolor con la escala de EVA durante e inicio medio y final de la aplicación de la propuesta

Capítulo 6

Marco Metodológico

El presente trabajo tiene un enfoque cualicuantitativo, ya que se recogerá datos sobre los nadadores que conforman la Selección de Natación de Pichincha mediante la realización de grupos focales, para luego realizar una propuesta que ayude a los nadadores enfocándose en una sola patología, y de esta forma responder a la hipótesis planteada mediante el análisis de datos.

El nivel de investigación del estudio será descriptivo por su caracterización de una patología específica en donde se describirá sus rasgos más peculiares y su forma más efectiva de prevenirla. Además de que en la Selección de Natación de Pichincha no existe propuestas de prevención a los cuales los nadadores pueden acogerse.

Por lo que es oportuna la descripción de la patología más común y la vez observar cuál es la propuesta más eficaz para la prevención de la misma.

Tipo de Estudio

El tipo de estudio es observacional, analítico, transversal, que en la primera fase del trabajo se delimitará el estado de salud de la población, que en este caso son los nadadores de la Selección de Natación de Pichincha, en donde la prevalencia de la Tendinitis del Supraespinoso es elevada (66%), y luego plantear una propuesta de prevención para la patología más común que presenta este grupo en particular.

Permitirá observar, detallar y clasificar hechos y datos más predominantes a través de la descripción exacta del gesto de un nadador en las especialidades más practicadas, permitiendo así el pronóstico e identificación de las relaciones existentes entre dos o más variables para un análisis de resultados.

Tipo de Población

Para el estudio se utilizará una población finita de derecho conformada por los nadadores de la Selección de Natación de Pichincha, que entrenan en la piscina de la Concentración Deportiva de Pichincha, ubicada en la calle Río Coca e Isla Seymour.

Criterios de inclusión y exclusión

Serán incluidas en el estudio los nadadores que entrenen el estilo libre y el estilo mariposa como estilos principales, que comprendan las edades entre 11 y 22 años, y que tienen o han tenido la lesión el momento de realizar el estudio.

Y serán excluidos del estudio los nadadores que entrenen el estilo espalda y el estilo pecho como estilos principales, nadadores que no cumplan con el rango de edad, y los nadadores que presenten otro tipo de lesión que no sea en el hombro.

Técnica de recolección de datos

Se utilizará como técnica la recolección de datos a través de la historia clínica de los nadadores empleando la hoja de recolección de datos adecuada a la lesión del supraespinoso; además, se utilizarán libros, revistas y fuentes terciarias como el internet.

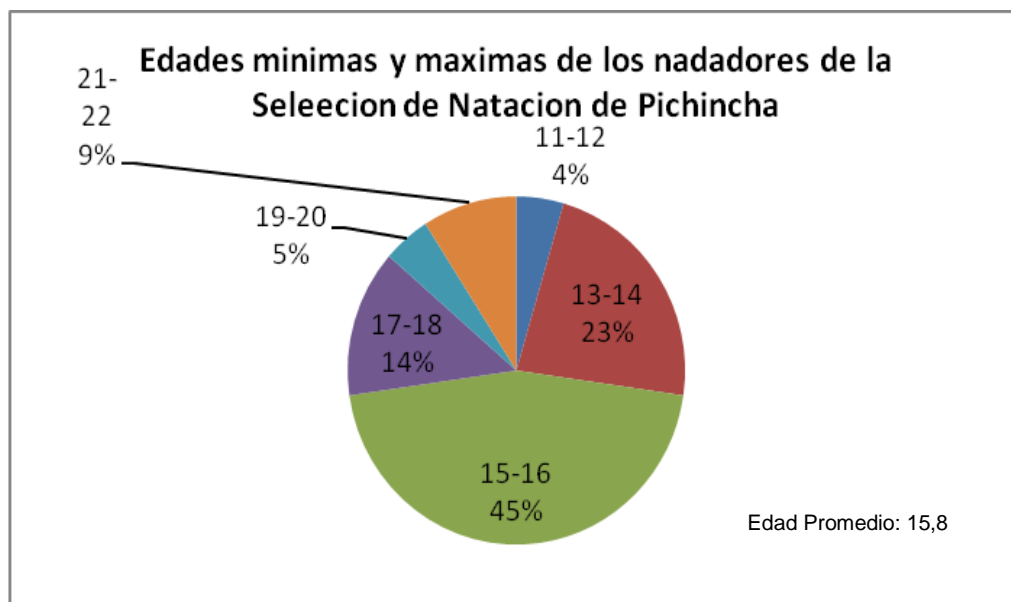
Análisis de los resultados

Para el análisis de la información se utilizará un análisis univariado, ya que se buscarán los datos de frecuencia más relevantes y bivariado porque se analizará la relación de causalidad de algunas variables. Se presentarán los resultados por medio de gráficos ya que es la mejor manera de resaltarlos.

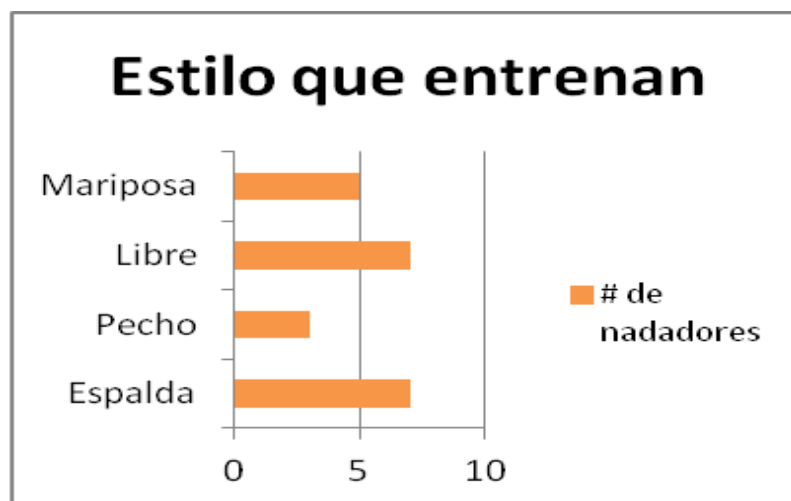
Tipo de Muestra

La muestra se constituyó de 12 nadadores que cumplieron los criterios de inclusión y exclusión. Las edades estaban comprendidas entre los 12 y 22 años, de los cuales 9 eran hombres y 3 eran mujeres.

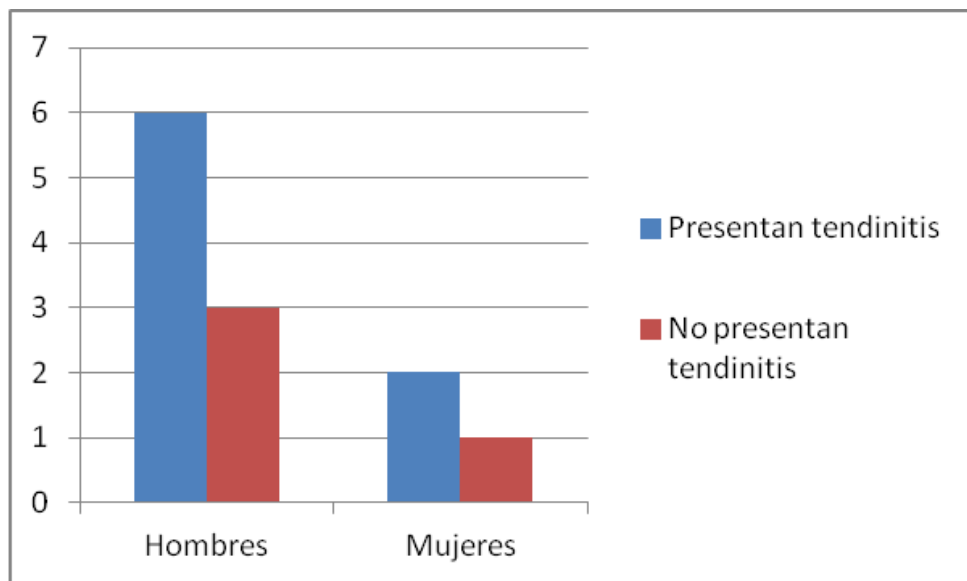
❖ **Edades mínima y máxima de los nadadores de la Selección de Natación de la Provincia de Pichincha.**



❖ **Número de nadadores que entrenan cada estilo**



❖ Frecuencia de la *Tendinitis del Supraespinoso*, según sexo, en los nadadores de la Selección de Natación de la Provincia de Pichincha.



Capítulo 7

Presentación y análisis de resultados

Para el análisis de este estudio se utilizó a los integrantes de la Selección de Natación de la Provincia de Pichincha, un grupo de 21 nadadores, de los cuales se tomó una muestra de 12 nadadores que entrenan y compiten los estilos libre y mariposa, para el estudio pertinente.

En los factores demográficos encontramos que la edad mínima dentro del grupo es de 11 años y la edad máxima es de 22 años. Mientras que el promedio de edad es de 15.8 ubicado en el 45% de la población. De esta población el 82% es de género masculino y el 18% de género femenino por lo que el estudio se basó más en el género masculino debido a la cantidad de los mismos en la población.

Gráfico 1. Edades mínima y máxima de los nadadores de la Selección de Natación de la Provincia de Pichincha.

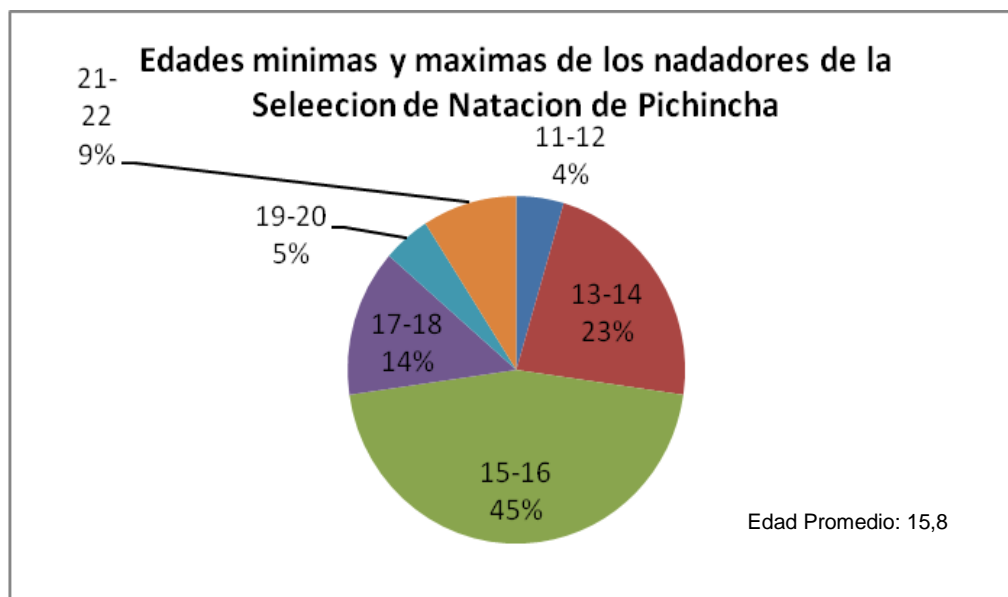
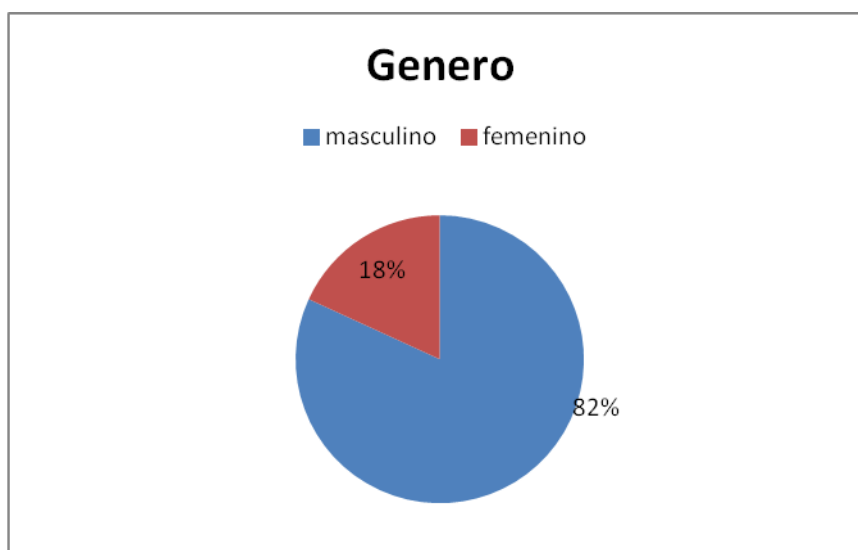


Gráfico 2. Distribucion porcentual según sexo de los nadadores de la Selección de Natacion de la Provincia de Pichincha.



De los 12 nadadores que nadan libre y mariposa el 66% presentó *tendinitis del supraespinoso* antes de realizar la investigación, de los cuales 6 de ellos son de género masculino y 3 de género femenino. De estos 6 atletas 3 tienen 15 años, 2 tienen 16 años y 1 tiene 22 años, lo que nos indica que el mayor número de casos de tendinitis se presentan entre las edades de 15-16 años.

Gráfico 3. Número de nadadores que entrenan cada estilo.

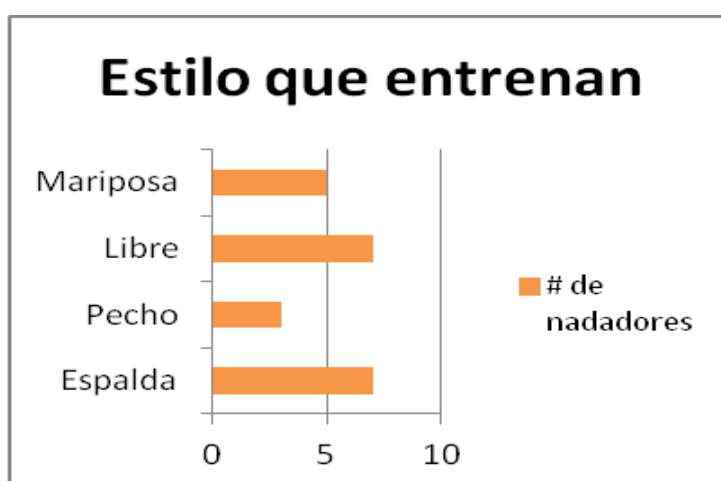


Gráfico 4. Prevalencia de la *Tendinitis del Supraespinoso* en los nadadores de la Selección de Natación de la Provincia de Pichincha que nadan los estilos libre y mariposa.

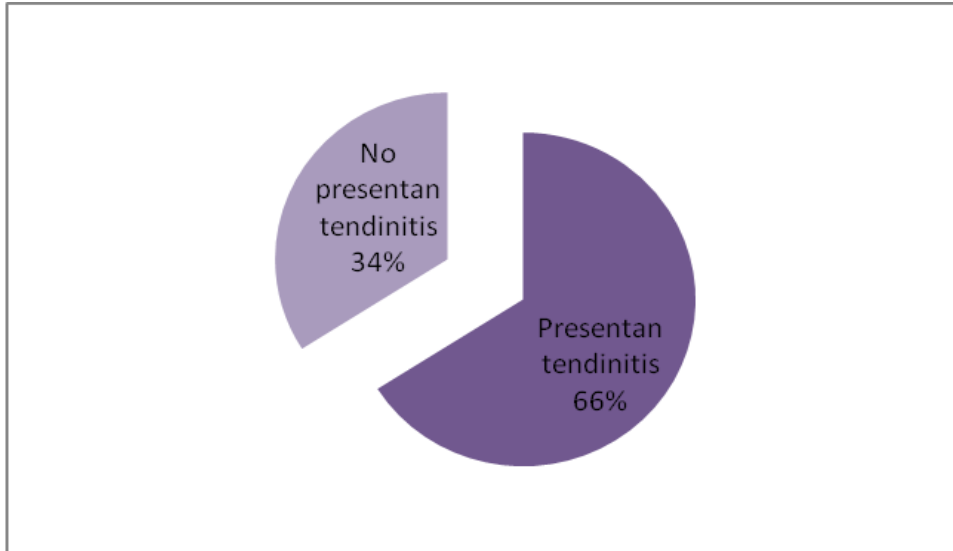


Gráfico 5. Frecuencia de la *Tendinitis del Supraespinoso*, según sexo, en los nadadores de la Selección de Natación de la Provincia de Pichincha.

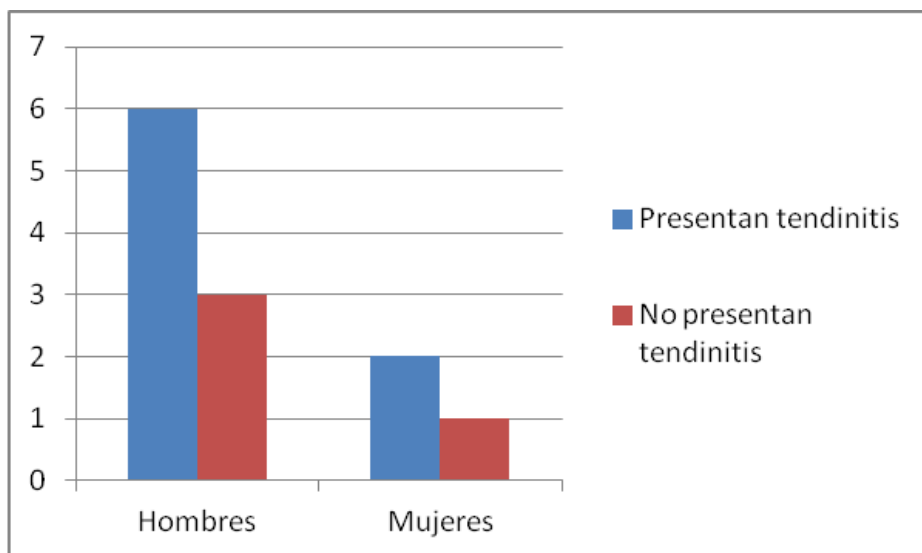
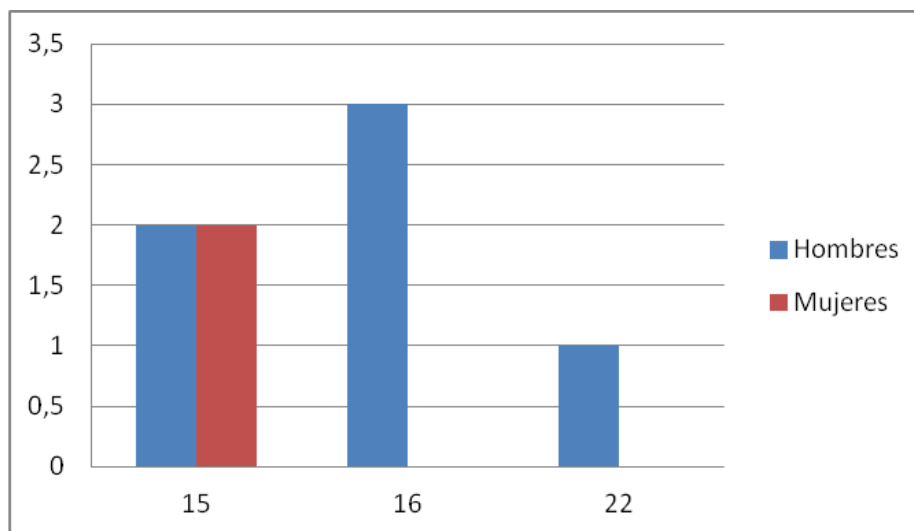


Gráfico 6. Frecuencia de la *Tendinitis del Supraespinoso*, según edad y sexo, en los nadadores de la Selección de Natación de la Provincia de Pichincha.



Para los factores antropométricos se tomó en cuenta el peso, la talla, el índice de masa corporal y el número de años que llevan entrenando natación de alto rendimiento.

Todos los atletas investigados están dentro del índice de masa corporal normal por lo que no se analizó como un factor determinante para la prevención de la lesión.

Se dio prioridad al número de años que llevan entrenando natación de alto rendimiento ya que el promedio está entre los 5 y 8 años como mínimo de entrenamiento, lo que nos indica que llevan un promedio de 366 millones de brazadas en toda su carrera deportiva y los hace más propensos a sufrir lesiones en el hombro, ya que el hombro no está diseñado anatómicamente y biomecánicamente para este número de rotaciones.

Gráfico 7. Peso de los nadadores de la Selección de Natación de la Provincia de Pichincha.

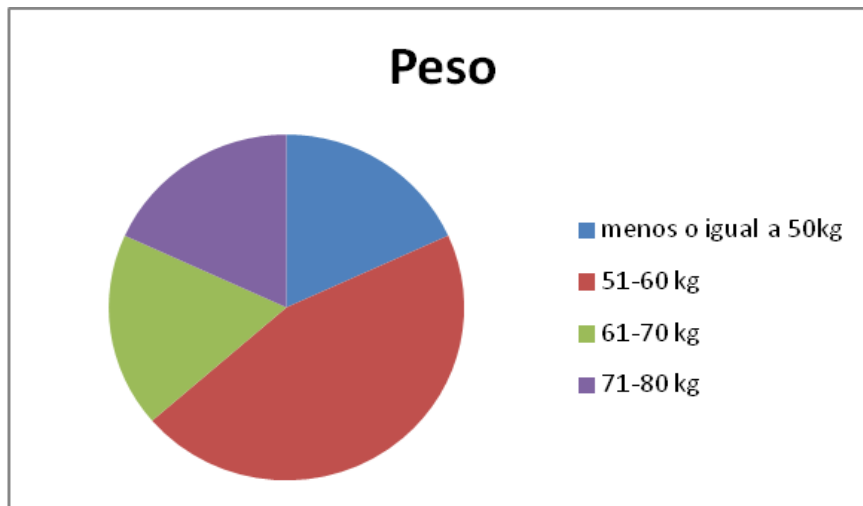


Gráfico 8. Talla de los nadadores de la Selección de Natación de la Provincia de Pichincha.

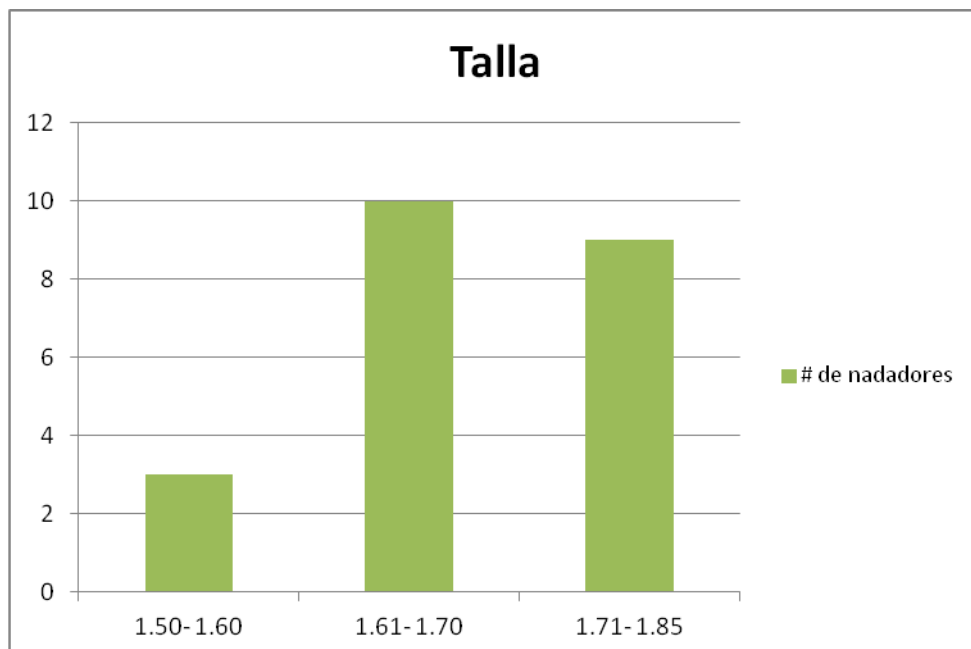


Gráfico 9. IMC de los nadadores de la Selección de Natación de la Provincia de Pichincha.

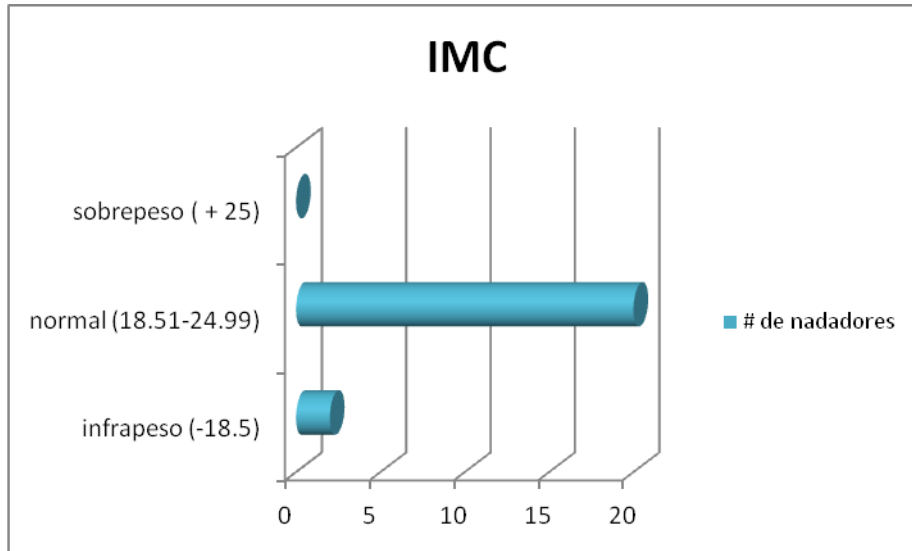
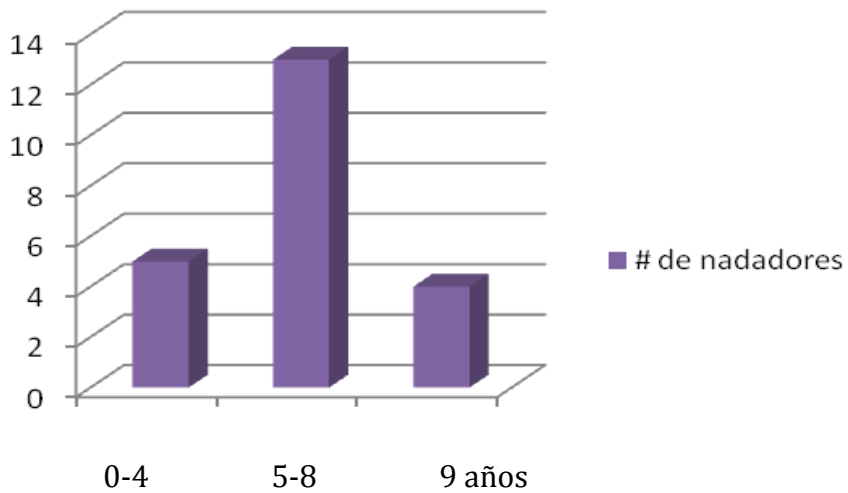


Gráfico 10. Número de años que llevan entrenando natación de alto rendimiento en la Selección de Natación de la Provincia de Pichincha.



A partir de este análisis se tomó a los 12 nadadores y se aplicó la guía para el nadador (Folleto Anexo) que consiste en el calentamiento previo al entrenamiento, el fortalecimiento específico de los grupos musculares más vulnerables del hombro y el estiramiento de los músculos del hombro para un mejor rendimiento y prevenir la lesión.

Se realizó este estudio por 3 meses y se realizaron 3 mediciones. La primera, los rangos articulares con un inclinómetro para mejor precisión en las medidas, la segunda, una escala de EVA con una escala de valores del 1 al 10, siendo 1 no sienten dolor después del entrenamiento y 10 sienten mucho dolor después del entrenamiento y por último, la tercera, una prueba de FMS para medir la flexibilidad de los hombros.

Se recolectaron 3 medidas; una al inicio de la investigación, una a la mitad y una al final para controlar el avance. Todas las medidas se recopilaron a las 4 de la tarde para que no existan alteraciones o desfases con los resultados. Para la presentación de los resultados se tomó la media de los 12 nadadores en cada una de las mediciones y a partir de estas se dan los resultados.

La primera prueba que se utilizó fue los rangos de movimiento normal del hombro, codo y muñeca, al ser nadadores se implica que los rangos de movimiento van a ser los normales, pero al realizar la primera evaluación se descubrió que por la falta de flexibilidad los rangos de movimiento eran limitados por la masa muscular, lo que nos limitaba los movimientos el momento de nadar.

Después de la tercera evaluación, a consecuencia de los estiramientos que se realizaron como parte de la propuesta de prevención, se vio un incremento en los arcos de movimiento de 5 a 10 grados como promedio entre los nadadores, lo que nos lleva a tener un hombro mucho más móvil y por lo tanto más ligero el momento de nadar y de realizar las actividades necesarias para el entrenamiento de natación.

Tabla 2. Resultados de la prueba de movilidad con inclinómetro

HOMBRO	Rango normal	Rango con inclinómetro 1 abril 2013		Rango con inclinómetro 1 junio 2013		Rango con inclinómetro 3 julio 2013	
		Derecha	Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Izquierda
Flexión	0- 180 grados	163	169	165	170	170	173
Extensión	45- 50 grados (pura)	35	30	37	35	39	37
Abducción	0- 180 grados	130	125	135	130	140	135
Aducción horizontal	35-45 grados	35	30	35	35	37	36
Rotación interna	90 grados	70	70	75	75	75	75
Rotación externa	80 grados	75	75	77	77	79	79
CODO							
Flexión	0- 120 grado	110	110	110	110	110	110
Extensión	120- 0 grados	-10	-10	-10	-10	-10	-10
MUÑECA							
Flexión	85 grados	65	70	67	72	70	74
Extensión	85 grados	75	70	77	75	80	78
Desviación cubital	45 grados	35	35	37	37	40	40
Desviación Radial	15 grados	19	20	20	20	20	20

Gráfico 11. Rango de movilidad de la flexión de hombro con inclinómetro

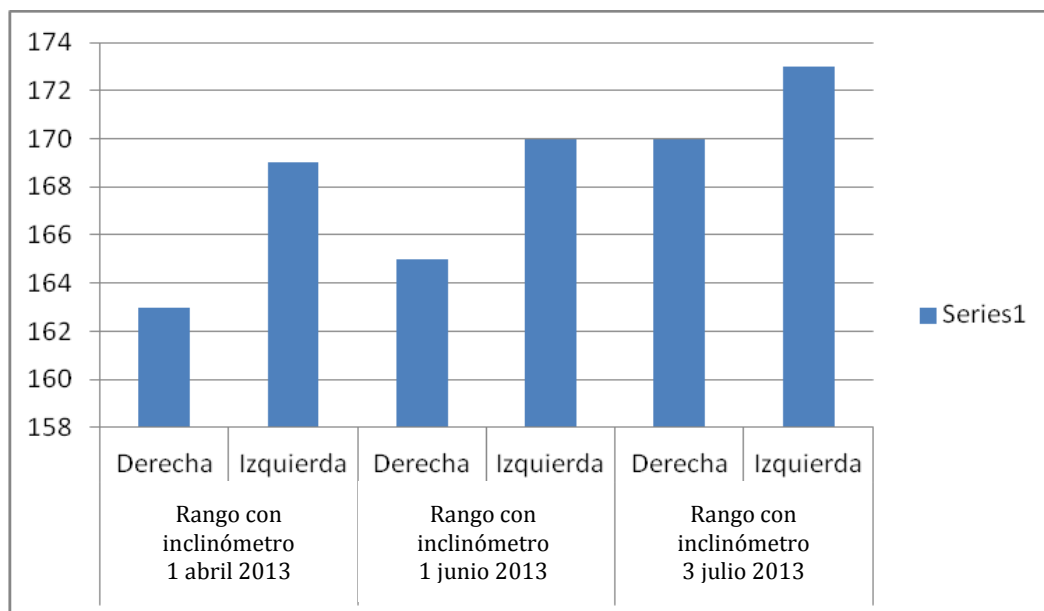


Gráfico 12. Rango de movilidad de la extensión del hombro con inclinómetro

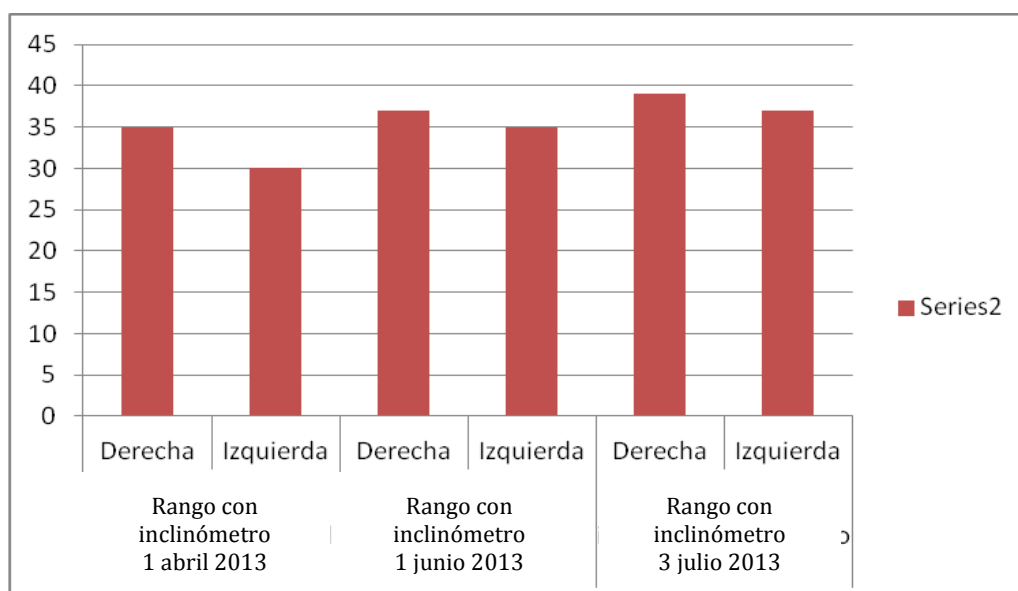


Gráfico 13. Rango de movilidad de la abduccion del hombro con inclinómetro.

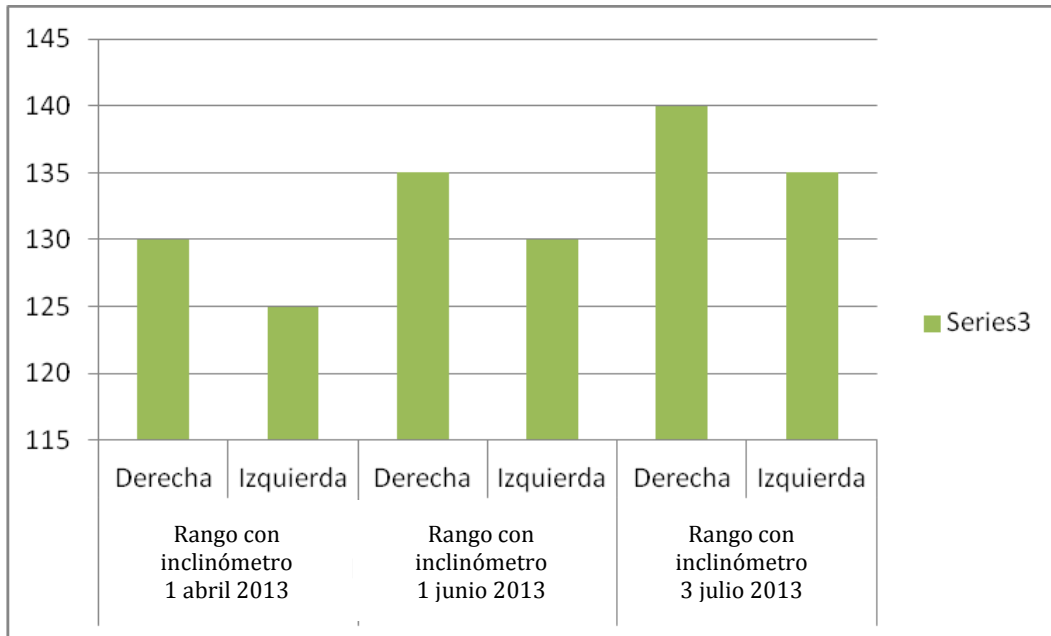


Gráfico 14. Rango de movilidad de la aducción horizontal del hombro con inclinómetro.

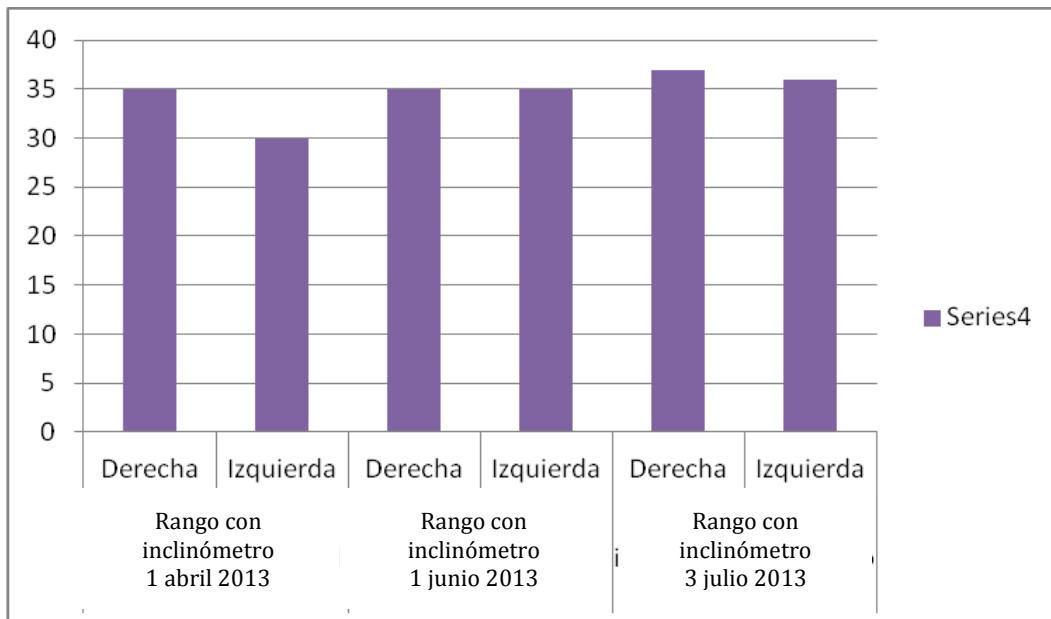


Gráfico 15. Rango de movilidad de la rotación interna del hombro con inclinómetro.

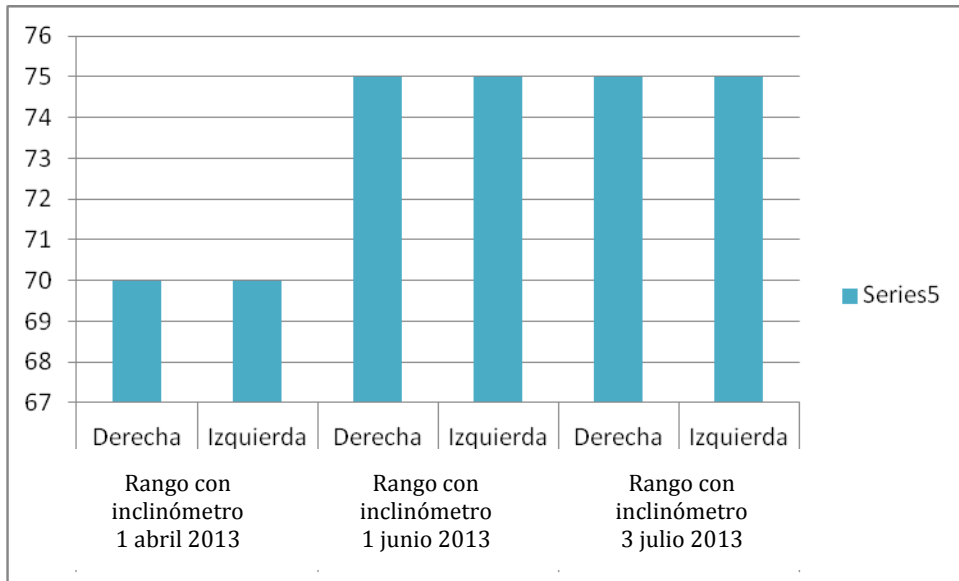
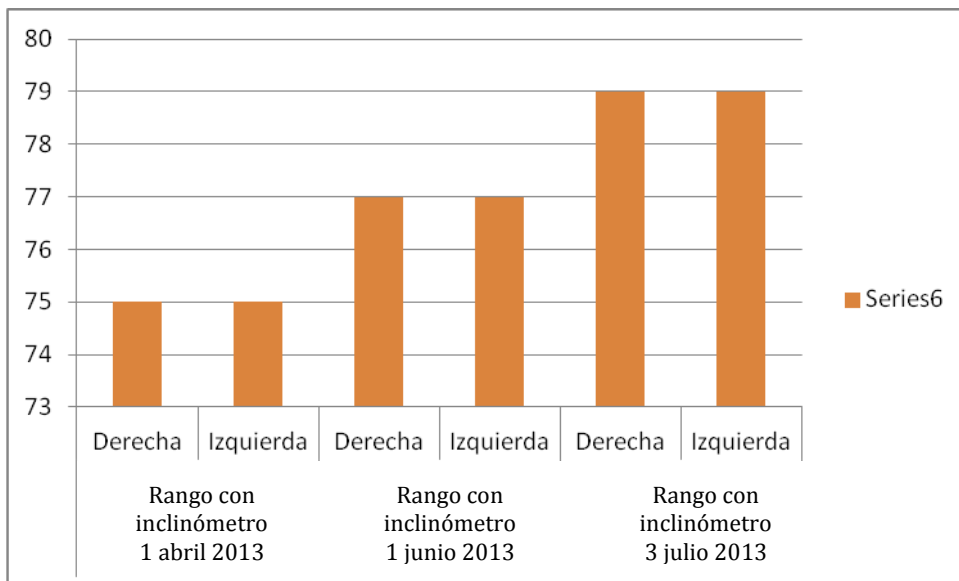


Gráfico 16. Rango de movilidad de la rotación externa del hombro con inclinómetro.

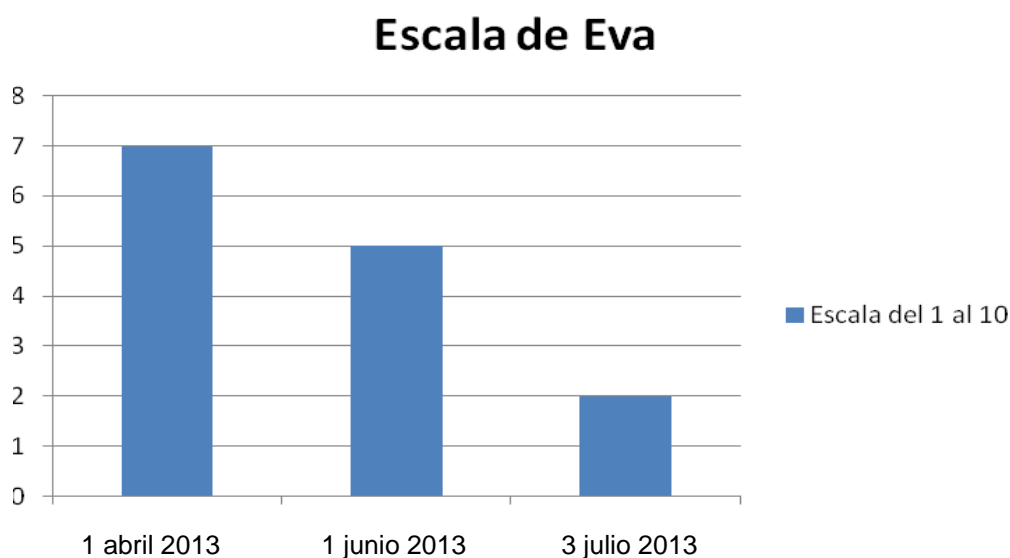


Después se realizó una evaluación subjetiva por medio de una escala de EVA para determinar el grado de dolor que los nadadores sienten después de los entrenamientos, siendo 1 que no presentan ningún dolor y 10 que presentan mucho dolor en los hombros después del entrenamiento.

En la primera evaluación el promedio en la escala fue de 7 lo que nos indica que el nivel de dolor que sienten los nadadores es alto y por lo tanto son más propensos a lesionarse en alguno de los entrenamientos. Después de la tercera evaluación el promedio en la escala fue de 2, y varios nadadores mencionaron que después de realizar la propuesta de prevención sintieron menos dolor en sus hombros, una articulación mucho más móvil y más fuerte.

Con este resultado podemos considerar la propuesta efectiva el momento de bajar la carga de trabajo que realiza el hombro durante cada entrenamiento sin necesidad de bajar los volúmenes e intensidades de los entrenamientos, lo que nos lleva a un mejor provecho de los entrenamientos sin necesidad de llegar a una lesión.

Gráfico 17 . Valoración con escala de EVA para el dolor del hombro después de un entrenamiento.

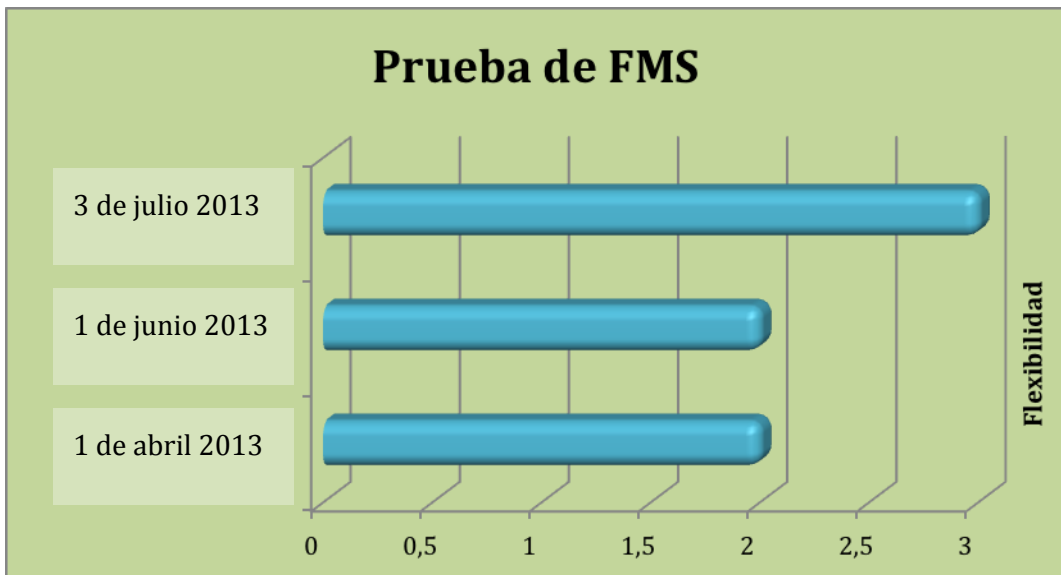


Para la última evaluación se utilizó la prueba de FMS que mide la flexibilidad de la articulación del hombro, ya que, como se mencionó anteriormente, un hombro flexible es un hombro móvil y más ágil es muy importante la evaluación de esta prueba.

En la primera evaluación el puntaje de la prueba era de 2 puntos lo cual no es una flexibilidad tan deficiente pero no es la óptima, hay nadadores que mantienen una buena flexibilidad en los hombros pero no sobrepasan el 5% de toda la población, lo que nos demuestra que pocos nadadores usan la flexibilidad como forma de prevención para las lesiones.

Una vez concluida la tercera evaluación el puntaje de la prueba fue de 3 puntos, lo que nos señala que la flexibilidad subió lo suficiente como para tener un movimiento mucho más natural el momento de realizar el gesto de la brazada.

Gráfico 18 . Prueba de FMS



Discusión

Después de haber realizado toda la investigación, podemos retomar la hipótesis planteada al principio de la investigación, la cual estipulaba que “al realizar una buena prevención en la tendinitis del supraespinoso se mejora el rendimiento en los entrenamientos y sobre todo en los resultados competitivos”.

Luego de aplicar la propuesta durante 3 meses podemos concluir que se ha comprobado la hipótesis, ya que los nadadores comentaron, que a pesar del cansancio, su entrenamiento fue eficiente, tomando en cuenta las cargas y volúmenes que se exigían, no hubo necesidad de pausas por patologías de hombro.

La aplicación de esta propuesta de prevención desde el inicio de la vida de un nadador, podría evitar la lesión más común que se produce en la articulación del hombro. Lo que nos permite obtener deportistas efectivos al momento de exponer sus articulaciones a la actividad física.

Conclusiones

- Una vez concluida la investigación se observó una mejora de los movimientos de la articulación del hombro, mientras que no se pudo apreciar ningún cambio en las articulaciones del codo y muñeca; esto nos indica que la propuesta aumenta los rangos de movimiento de la articulación del hombro.
- Luego de realizar el test de FMS puede concluir que la flexibilidad de los nadadores aumentó notablemente. Al comienzo de la investigación presentaban un resultado de 2 puntos, y al finalizar la investigación todos llegaron a un resultado de 3 puntos, lo que significa una flexibilidad óptima. La propuesta ayudó a aumentar la flexibilidad de la articulación del hombro.
- Al realizar la escala de EVA al comienzo de la investigación, los nadadores presentaban dolor moderado o alto al finalizar los entrenamientos. Al término de la investigación, luego de aplicar la propuesta de prevención, me pude dar cuenta que los nadadores manifestaban un dolor leve y en algunos casos este ya no existía. La propuesta permite un mejor desempeño en los entrenamientos ya que el nadador no presenta dolor.
- Al observar que el dolor disminuye, la flexibilidad aumenta y la movilidad se incrementa, se puede afirmar que la propuesta es válida.

Recomendaciones:

- Se recomienda aplicar todos los ejercicios propuestos en esta investigación desde el comienzo de las actividades de un nadador, o desde el comienzo de una temporada, para que aprendan a cuidar sus hombros de una mejor manera, y no tengan problemas al completar cada entrenamiento.
- Se aconseja, junto con la propuesta, realizar más estudios de análisis del gesto deportivo, ya que la forma de cómo, el nadador introduce la mano en la brazada, influye en la prevención de la *tendinitis del supraespinoso.*, además de ampliar la información sobre la mejor manera de prevenir la lesión ya que los estudios sobre la misma son escasos.

- Al concluir este trabajo me pude dar cuenta que pequeños cambios hacen gran diferencia para prevenir las lesiones. Asimismo la información hacia los entrenadores es vital para mantener al nadador en perfectas condiciones.
- Se sugiere transmitir y comunicar esta propuesta de prevención de la *tendinitis del supraespinoso* a todos los atletas, entrenadores, Terapistas Físicos, estudiantes de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, médicos y personas cercanas al mundo del deporte ya que considero que la prevención es la mejor herramienta para conseguir mejores atletas y mejores resultados.

Bibliografía

Apreleva M, Hasselman CT, Debski RE. (1998). A Dinamic analysis of glenohumeral motion after simulated capsulolabral injury, a cadaver model. J Bone Joint Surg.

Brandell BR, Wilkinson DA. (1991). An electromyographic study of manual testing procedures for the trapezius and deltoid muscles. Physiother Can.

Basmajian JV y DeLuca CJ. (1985). Muscle Alive. Their Fuction Revealed by Electromyography. Baltimore: Williams and Wilkins.

Basset RW, Browne AO, Morrey BF, An KN. (1990). Glenohumeral muscle force and moment mechanics in a position of shoulder instability. J Biomech.

Bueno, A. y Medina, I. (2007). Manual de Pruebas Diagnósticas-Traumatología y Ortopedia. España: Editorial Paidotribo, 2ºed.

Bundy M, Laver A. (2010). A guide to sports and injury management. UK: Elsevier.

Camiña, F. (1995). El entrenamiento de jóvenes nadadores. España: Editorial VitoriaGasteis.

Chaitow, L. y DeLany, J. (2006). Aplicación clínica de las técnicas neuromusculares. Editorial Paidotribo.

- Chorba R, Chorba D, Bouillon L, Overmyer C, Landis J. (2010). Use a functional movement screening tool to determine injury risk in female collegiate athletes. Sports Phys Ther. 47–54.
- Counsilman, J. E. (1990) La natación. Ciencia y técnica para la preparación de Campeones. Barcelona: Hispano Europea.
- Cook G. (2003). Athletic bogy in balance: optimal movement skills and conditioning for performance. United States: On Traget.
- Cook G. Baseline. (2001). Sports-fitness testing in High-performance sports conditioning. Illinois: Ed. HK, Champaign.
- Cook G, Burton L, Hoogenboom B. (2006). Pre-participation screening: The use of fundamental movements as an assessment of function. Sports Phys Ther. 62-72.
- Cook G, Lee B, Kiesel K, Rose G, Bryant M. (2010). Movement- Funcional movement systems. United States: On Traget.
- Frontera, W. (2008). Medicina Deportiva Clínica. Madrid: Editorial El Sevier. 227-230.
- Gagnon D, Nadeau S, Gravel D. (2003). Biomechanical analysis of a posterior transfer maneuver on a level surface individuals with high and low-level spinal cord injuries. Clin Biomech.
- Happer R, vander Helm FCT. (1995). The control of shoulder muscles during goal directed movements, an inverse dynamic analysis. J Biomech. 1179-1191.

James N, Johnson MD, Jason Gauvin, Michael Fredericson. (2003). The Physician and Sportsmedicine. United States: JTE Multimedia.

Johnson GR, Spalding D, Nowitzke A, Bogduk N. (1996). Modelling the muscles of the scapula morphometric and coordinate data and functional implications. United States: J Biomech. 1039-1051.

Kammers CS, Young CC, Niedfeldt MW. (1999). Swimming injuries and illnesses. United States: Phys Sports.

Kapangi. (2010). Fisiología Articular, Miembro Superior. 5ta edición.

Kendall FP, McCreary EK, Provance PG. (1993). Muscle Testing and Fuction. Baltimore: Williams and Wilkins.

Kiesel K, PLisky PJ, Voight ML. (2007). Can Serious Injury in Professional Football be Predicted by a Preseason functional Movement Screen? Sports Phys Ther.147–158.

Kuechle DK, Newman SR, Ioti E. (1997). Shoulder muscle momento arms during horizontal flexion and elevation. 429-439.

Konradsen L, Renstrom. (2001). Rehabilitation modalities and science In: Puddu, Giombini, Selvanetti, Rehabilitation of sport injuries. Springer Heidelberg.

López Miñarro, P.A (2002) *"Mitos y falsas creencias en la práctica deportiva"*. Editorial Inde.

- Manno, R (1999) *"Entrenamiento de la fuerza"*. Editorial Inde Zaragoza.
- Mattingly GE, Mackarey PJ. (1996). Optimal methods for shoulder tendon palpation: a cadaver study. Phys Ther. 76; 10-15.
- Mcleod Ian. (2010) Swimming Anatomy, United States: Editorial Human Kinetics.
- Maglischo, E. W. (1990). Nadar más rápido. Tratado completo de natación. Barcelona: Hispano Europea.
- Maglischo, E. W. (1993). Swimming even faster. Toronto: Mayfield Publishing Company.
- Martinez, J. L., (2006). Lesiones en el hombro y Fisioterapia. España.
- Oatis, Carol A. (2009). KINESIOLOGY The Mechanics and Pathomechanics of human Movement. Editorial Wolters Kluwer Business.
- Payne LZ, Deng XH, Craig EV. (1997). The combined dynamic and static contributions to subacromial impingement. Sports Med. 25; 801-808.
- Pink M, Jobe F. (1996). Biomechanics of Swimming in Zachazewski JE: Athletic injuries and rehabilitation, Philadelphia: Saunders.
- Reinold MM, Wilk KE, Fleisig GS. (2004). Electromyographic analysis of the rotator cuff and deltoid musculature during common shoulder external rotation excercises. JOSPT. 34; 385-394.

Schneiders AG, Davidsson A, Hörman E, Sullivan J. (2011). Functional movement screen normative values in a young, active population. Int J Sports Phys Ther. 75–82.

Scovazzo ML, Browbe A, Pink M. (1991). The painful shoulder during Freestyle swimming: an electromiographic and Cinematiographic analysis of twelve muscles. United States: Sports Med.

Smith LK, Weiss EL, Lehmkuhl LD. (1996). Brunnstorm's Clinical Kinesiology. Philadelphia: FA Davis.

Soslowsky LJ, Malicky DM, Blaiser RB. (1997). Active and passive factors in inferior glenohumeral stabilization: a biomechanical model. 371-379.

Su KPE, Johnson MP, Gracely EJ, Karduna AR. (2004). Scapular rotation in swimmers with and without impingement syndrome: practice effects. Med Sci Sports Exerc. 1117-1123.

Van Linge B, Mulder JD. (1963). Function of the supraspinatus muscle and its relation to the supraspinatus syndrome. An experimental study in man. J Bone Joint Surg. 750-754.

Documentos Electrónicos

Agudelo, Dorado, Quezada, Ramírez, Realpe, Vargas. (2008). Análisis biomecánico de la brazada en las fases de la técnica libre en natación. [en línea]. Santiago de Cali: Escuela Nacional del deporte. Programa de Tecnología en Deporte. Disponible en: <<http://www.scribd.com/doc/3792826/Analisis-Biomecanico-Brazada-Natacion>> [2012, 6 de junio].

Álvarez de Araya, Ruth. (2006). El hombro del Nadador. [en línea]. Disponible en: <<http://www.i-natacion.com/articulos/patologia/hombro.html>> [2013, 9 de marzo]

Barzano L., Greco G. (2006). Ecografía profiláctica de hombro en nadadores juveniles de la selección del EDO Zulia. Venezuela: Instituto Regional de Deportes del Estado Zulia. [en línea]. Disponible en: <<http://www.portalesmedicos.com/publicaciones/articulos/48/1/Ecografia-profilactica-de-hombro-en-nadadores-juveniles-de-la-seleccion-del-EDO-Zulia-Venezuela.html>> [2012, 31 de mayo]

Benjamin, C. (2011). Cuidados personales para el manguito de los rotadores. [en línea]. Disponible en: <<http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/ency/patientinstructions/000358.htm>> [2012, 6 de junio]

Castro W. (2010). Entrenamiento de Alto Rendimiento en Natación. [en línea]. Disponible en: <<http://viref.udea.edu.co/contenido/pdf/202-entrenamiento.pdf>> [2012, 31 de mayo]

Fisiopatología, Diagnóstico y Tratamiento de las Tendinitis en el Deporte. (2009). [en línea]. Disponible en: <<http://telesalud.ucaldas.edu.co/rmc/articulos/v12e2a1.htm>> [2012, 6 de junio]

Galeon.com., (2010). Estilos de Natación. [en línea] Disponible en: <<http://natacion.galeon.com/estilos.html>> [2012, 6 de junio].

Hernández, A. (2010). Técnica espalda: Brazos. [en línea]. Disponible en: <<http://www.i-natacion.com/articulos/tecnica/espalda/brazos.html> > [2012, 1 de agosto]

Institut Ferran de Reumatologia. (2009). Hombro doloroso. [en línea]. Disponible en: <http://www.institutferran.org/hombro_doloroso.htm> [2012, 6 de junio]

Jim Miller, Md. (2011) Shoulder Injury Prevention. United States: Faafp/sports medicine FINA sports medicine committee. [en línea]. Disponible en: <<http://www.usaswimming.org/desktopdefault.aspx?tabid=1551&alias=rainbow&lang=en> > [2013, 5 de marzo]

Johnson, J. (2008). Hombro de Nadador. [en línea]. Disponible en: <http://www.todonatacion.com/Articulos/Articulos%20de%20fisiologia/el_hombro_de_nadador.htm> [2012, 6 de junio]

Jove, José. (2010). Natación-Lesiones del nadador. [en línea]. Disponible en: <<http://blog.intersport.es/otros-deportes/natacion-lesiones-de-nadador>> [2013, 9 de marzo]

Krause, E. (2008). Láminas de Natación. [en línea] Disponible en: <<http://aula2.elmundo.es/aula/laminas/natacion.pdf>> [2012, 6 de junio].

Lecot Alejandro. (2010). El hombro del Nadador. [en línea]. Disponible en: <<http://www.notinat.com.es/vernoticia.asp?id=454>> [2012, 31 de mayo]

Mahiques, Arturo. (2009). Tendinitis bicipital. [en línea]. Disponible en: <<http://www.cto-am.com/biceps-pl.htm>> [2012, 22 de julio]

TerapiaFísica.com. (2007). Ejercicios Pliometricos. [en línea]. Disponible en: <<http://www.terapia-fisica.com/ejercicios-pliedometricos.html>> [2012, 6 de junio]

TerapiaFísica.com. (2007). Medicina Preventiva. [en línea]. Disponible en: <<http://www.terapia-fisica.com/medicina-preventiva.html>> [2012, 6 de junio]

TerapiaFísica.com. (2007). Tendinitis del hombro. [en línea]. Disponible en: <<http://www.terapia-fisica.com/tendinitis-de-hombro.html>> [2012, 6 de junio]

Vargas, Marcelo. (2011). Bursitis subacromial de hombro y pinzamiento subacromial del Manguito Rotador. [en línea]. Disponible en: <<http://www.meds.cl/lesiones-y-enfermedades/articulo/bursitis-subacromial-de-hombro-y-pinzaamiento-subacromial-del-manguito-rotador>> [2012, 2 de agosto]

Anexos

HOJA DE EVALUACIÓN

HOMBRO	Rango normal	Rango con inclinometro
Flexión	0- 180 grados	
Extensión	45- 50 grados (pura)	
Abducción	0- 180 grados	
Aducción horizontal	35- 45 grados	
Rotación interna	90 grados	
Rotación externa	80 grados	
CODO		
Flexión	0- 120 grado	
Extensión	120- 0 grados	
MUÑECA		
Flexión	85 grados	
Extensión	85 grados	
Desviación cubital	45 grados	
Desviación Radial	15 grados	

En una escala del 1 al 10, el momento de terminar los entrenamientos, que tanto te duelen los hombros. Siendo 10 un dolor insoportable y 1 sin dolor

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Prueba FMS:

0 Puntos	1 Punto	2 Puntos	3 Puntos