

Efecto de un programa de Estiramientos pasivos y FNP en la flexibilidad de la articulación de hombro en los nadadores de la categoría juvenil del Club Orcas Tuluá 2017

Omar Andrés Betancourt Libreros

Robert Steven Londoño Ospina

Proyecto de trabajo de grado, para optar al título de Licenciados en Educación Básica con Énfasis en Educación Física, Recreación y Deporte

Línea de Investigación: Educación física, recreación y Deporte.

Unidad Central Del Valle Del Cauca

Facultad Ciencias de la Educación

Licenciatura en Educación Básica con Énfasis en Educación Física, Recreación Deportes

Tuluá – Colombia

2017

Efecto de un programa de Estiramientos pasivos y FNP en la flexibilidad de la articulación del hombro
en los nadadores de la categoría juvenil del Club Orcas Tuluá 2017

Omar Andrés Betancourt Libreros

Robert Steven Londoño Ospina

Proyecto de trabajo de grado, para optar al título de Licenciados En Educación Básica con Énfasis en
Educación Física, Recreación y Deporte.

Director: José Ever Collazos Paz

Unidad Central Del Valle Del Cauca

Facultad Ciencias de la Educación

Licenciatura en Educación Básica con Énfasis en Educación Física, Recreación y Deportes

Tuluá – Colombia

2017

Nota de aceptación

Presidente del Jurado

Firma Jurado

Firma Jurado

Tuluá, 05 Diciembre 2017

Dedicatoria

A quien me guía desde el cielo, mi tía. Persona a la que admiré en vida y a quien tengo presente en mi memoria y corazón en cada paso y cada logro.

A las personas más importantes en mi vida; mi familia, porque con su acompañamiento, apoyo me han permitido salir adelante en la vida y así poder poco a poco hacer mis sueños realidad.

Atentamente.

Tabla de contenido

Resumen		7
Abstract		8
Introducción		9
1	Los estiramientos pasivos y la facilitación neuromuscular propioceptiva como métodos de entrenamiento de flexibilización de la articulación del hombro en nadadores juveniles	16
1.1	Concepto y generalidades	17
1.1.1	Beneficios del entrenamiento de la flexibilidad.	17
1.2	La facilitación neuromuscular propioceptiva.....	18
1.2.1	Generalidades y origen.	18
1.2.2	Mecanismos neurofisiológicos de la facilitación neuromuscular propioceptiva (FNP). 19	
1.2.3	Principios fundamentales para realizar las técnicas de entrenamiento de Facilitación neuromuscular propioceptiva (FNP)	21
1.2.4	Técnicas de facilitación neuromuscular propioceptiva (FNP).....	23
1.2.5	Ventajas del entrenamiento de la flexibilidad mediante las técnicas de Facilitación neuromuscular propioceptiva (FNP).	25
1.2.6	Desventajas del entrenamiento de la flexibilidad mediante las técnicas de Facilitación neuromuscular propioceptiva (FNP).	26
1.3	Estiramientos	26
1.3.1	Estiramientos Estáticos.	27
2	Metodología	28
2.1	Hipótesis.....	28
2.2	Hipótesis de investigación.	28
2.2.1	Hipótesis nula.....	28
2.3	Enfoque y alcance	28
2.4	Diseño	29
2.5	Población y muestra	29

2.6	Variables.....	29
2.6.1	Variable dependiente.....	29
2.6.2	Variable independiente.....	29
2.7	Criterios de Inclusión.....	32
2.8	Instrumento de evaluación	32
2.8.1	Test de flexibilidad del hombro y muñeca	32
2.8.2	Test de flexibilidad del hombro: Prueba de rotación del hombro.....	33
3	Resultados	34
3.1	Resultados prueba de evaluación flexibilidad hombro muñeca	34
3.2	Resultados estadísticos de flexibilidad prueba de rotación de hombros.....	38
4	Análisis y discusión	41
5	Conclusiones	42
6	Recomendaciones	43
	Referencias	44
	Anexos	46

Lista de Tablas

Tabla 1.	Escala de valoración prueba de flexibilidad de hombro y muñeca.....	33
Tabla 2.	Prueba de rotación del hombro	34

Tabla 3. Resultados de media y desviación típica prueba de flexibilidad hombro muñeca (elevación de brazos tendido en de decúbito prono).....	34
Tabla 4. Pruebas de normalidad	35
Tabla 5. Prueba de Homogeneidad de varianzas.....	35
Tabla 6. Prueba de muestras relacionadas para muestras paramétricas	36
Tabla 7. Prueba de muestras independientes	37
Tabla 8. Resultados de media y desviación típica	38
Tabla 9. Prueba de normalidad.....	39
Tabla 10. Prueba de Homogeneidad de varianzas.....	39
Tabla 11. Prueba de muestras relacionadas	40
Tabla 12. Prueba de muestras independientes	41

Resumen

Esta investigación de enfoque cuantitativo, alcance explicativo y diseño preprueba-postprueba y grupo control, determinó el efecto de un programa de estiramiento pasivos y de FNP en la flexibilidad de la articulación del hombro en los nadadores de la categoría juvenil del Club Orcas Tuluá 2017.

Los adolescentes nadadores del Club de Natación Orcas, se destacan a nivel Departamental y Nacional por su buen rendimiento en las pruebas de fondo y semifondo Pero, la gran dedicación que se le brinda al desarrollo de la resistencia aeróbica y la fuerza, aunado a la carga académica de los nadadores ha impedido que los nadadores dediquen el tiempo necesario para el desarrollo de la flexibilidad, que a pesar de realizarse, tiene más un fin de calentamiento y de vuelta a la calma, de allí que una de los complejos articulares más solicitada por los nadadores, como lo es la articulación del hombro presentó en el diagnóstico un nivel muy deficiente en los movimientos de rotación y de elevación al estar tendido de decúbito prono. Para realizar este estudio, se seleccionaron 12 nadadores, distribuidos en dos grupos, control y experimental, este último intervenido bajo un programa de 14 semanas, 6 sesiones semanales (3 sesiones de estiramiento pasivo y 3 sesiones de técnica de facilitación neuromuscular propioceptiva), en el que se mejoraron los niveles de flexibilidad, en la prueba de flexibilidad hombro-muñeca una media de $22,5 \pm 3,7$ cm contra $16,33 \pm 3,1$ cm, mientras que en prueba de rotación de hombros el grupo experimental obtuvo una media de $30,6 \pm 6,1$ cm contra $16,17 \pm 2,6$ cm. Como conclusión más importante, se puede indicar que un programa de estiramientos pasivos y de facilitación neuromuscular propioceptiva presenta efectos positivos en los niveles de flexibilidad de la articulación del hombro.

Palabras clave: Flexibilidad, estiramiento, facilitación neuromuscular, natación

Abstract

This investigation of quantitative approach, explanatory scope and pre-test-post-test design and control group, determined the effect of a program of passive stretching and FNP on the flexibility of the shoulder joint in the swimmers of the youth category of the Club Orcas Tuluá 2017.

The adolescent swimmers from the Orcas Swimming Club stand out at the departmental and national levels for their good performance in the background and semi-round events. But, the great dedication that is given to the development of aerobic endurance and strength, coupled with the burden The swimmer's academic program has prevented swimmers from devoting the time necessary for the development of flexibility, which, despite being carried out, has more of an aim for warm-up and a return to calm, hence one of the most requested joint complexes. Swimmers, such as the shoulder joint, presented a very poor level in the diagnosis of rotation and elevation movements when lying prone. To perform this study, 12 swimmers were selected, divided into two groups, control and experimental, the latter under a program of 14 weeks, 6 weekly sessions (3 sessions of passive stretching and 3 sessions of proprioceptive neuromuscular facilitation technique), in the flexibility levels were improved, in the shoulder-wrist flexibility test an average of 22.5 ± 3.7 cm versus 16.33 ± 3.1 cm, while in the shoulder rotation test the experimental group obtained an average of 30.6 ± 6.1 cm against 16.17 ± 2.6 cm. As a most important conclusion, it can be indicated that a program of passive stretching and proprioceptive neuromuscular facilitation has positive effects on the flexibility levels of the shoulder joint.

Keywords: Flexibility, stretching, neuromuscular facilitation, swimming

Introducción

La natación es uno de los deportes del municipio de Tuluá que cuenta con un gran número de participantes, existiendo en el momento 11 escuelas de iniciación deportiva, y un club de formación y rendimiento, al cual llega constantemente población infantil promovida de dichas escuelas, promoviendo de esta forma la masificación y posterior selección de nadadores que deseen competir a nivel departamental y Nacional. De hecho, muchos profesionales egresados han realizado diferentes tipos de estudios, sobre todo en el entrenamiento de la fuerza y la resistencia, por tal razón, esta investigación se enfocó en la flexibilidad, especialmente en el complejo articular del hombro.

La investigación de alcance explicativo y enfoque cuantitativo, presentó un diseño cuasiexperimental de preprueba-postprueba y grupo control,

Esta investigación tuvo como variable independiente, un programa de estiramientos pasivos y de FNP, realizado durante 14 semanas estructurado en tres fases; así mismo, como variable dependiente se valoraron los niveles de movilidad de la articulación del hombro de los 12 nadadores del Club de natación Orcas Tuluá, seleccionados a conveniencia, distribuidos en dos grupos experimental y grupo control.

Los nadadores del club Orcas Tuluá se han destacado a nivel Departamental y Nacional por presentar un gran nivel de rendimiento en pruebas de media y larga distancia, como los 200 m, 400 m, 800 m y 1500 m técnica de libre, así mismo en las pruebas de 200 y 400 m combinado individual, pruebas que requieren un gran desarrollo aeróbico y muy buen manejo de las áreas funcionales, complementado con un buen fortalecimiento muscular.

Pero, la gran dedicación que se le brinda al desarrollo de la resistencia aeróbica y la fuerza, aunado a la carga académica de los nadadores ha impedido que los nadadores dediquen el tiempo necesario para el desarrollo de la flexibilidad, que a pesar de realizarse, tiene más un fin de calentamiento y de vuelta a la calma, de allí que una de las complejas articulares más solicitada por los nadadores, como lo es la articulación del hombro presentó en el diagnóstico un nivel muy deficiente en los movimientos de rotación y de elevación al estar tendido de decúbito prono. De acuerdo a lo anterior, este estudio se planteó la siguiente pregunta:

¿Qué efecto tiene un programa de estiramiento pasivos y de FNP en la flexibilidad de las articulaciones de hombro y tobillo en los nadadores de la categoría juvenil del Club Orcas Tuluá 2017?

De acuerdo a esta pregunta el estudio se planteó como objetivo general el determinar el efecto de un programa de estiramiento pasivos y de Facilitación neuromuscular propioceptiva (FNP) en los niveles de

flexibilidad de la articulación del hombro de los nadadores de la categoría juvenil del Club Orcas Tuluá 2017.

Para responder a este objetivo general, inicialmente se evaluaron los niveles de flexibilidad de la articulación del hombro, posteriormente se diseñó un programa de estiramientos pasivos y FNP, seguidamente se intervino la población durante 14 semanas, para luego ser evaluado al final de la intervención, por último, se compararon y analizaron los resultados iniciales y finales de las pruebas de evaluación de la flexibilidad de la articulación del hombro.

Son varios los estudios realizados, tanto en estiramientos estáticos como en facilitación neuromuscular propioceptiva, inclusive comprando varias técnicas de estiramiento a la vez.

Con respecto a los estiramientos estáticos, en estudio realizado con 57 individuos (40 varones y 17 damas) entre 21 y 37 años se realizaron cuatro propuestas de estiramientos estáticos para la musculatura de los isquiotibiales, conformando 4 grupos (3 experimentales y un control), que entrenaron durante 5 sesiones semanales, los tres grupos experimentales realizaron estiramientos estáticos durante 15", 30" y 60", respectivamente. Los resultados indican que los grupos que estiraron durante 30 y 60 segundos aumentaron el rango de movilidad de los músculos isquiotibiales que los que realizaron estiramientos de 15", mientras que grupo control no presentó mejoras; además, no existieron diferencias significativas, entre los que estiraron 30" con respecto a los que estiraron 60"; de acuerdo a estos resultados, los autores concluyen que el estiramiento de 30" es suficiente para incrementar la flexibilidad de isquiotibiales (Bandy & Irion , 1994).

De la misma forma, los anteriores investigadores junto a otro compañero determinaron no solo el tiempo, sino la cantidad de sesiones necesarios para realizar los estiramientos estáticos en los isquiotibiales; en este caso, la muestra estuvo conformada por 93 personas (61 varones y 32 damas) entre los 21 y 39 años con musculatura de isquiotibiales acortada, conformándose 5 grupos, 4 experimentales y un grupo control, que no realizaba los estiramientos. El programa se realizó 5 días a la semana durante 6 semanas. De la misma forma, en este estudio, tanto los 30" como los 60" de estiramiento presentaron efectividad en la movilidad, además, tampoco hubo diferencias entre los que realizaron una serie con respecto a los que realizaron 3, concluyendo el estudio que 30" son suficientes para provocar mejoramiento de la flexibilidad de los músculos isquiotibiales (Bandy, Jean Irion, & Briggler, 1997)

En otro estudio sobre el estiramiento estático, se determinó el efecto de este sobre las propiedades mecánicas y estructurales del músculo vasto lateral y su influencia en la capacidad de salto de 8 hombres y 3 damas realizando 15" o 60" de estiramiento, seguido por una contracción muscular al extender cuádriceps con dinamómetro, analizándose la estructura tendón y aponeurosis en contracción por ultrasonido, además de realizar un salto con contra-movimiento (CMJ) y un squat jump (SJ). Es estudio concluye que los estiramientos realizados no propiciaron adaptaciones estructurales en musculatura extensora de rodilla, lo que no afectó el rendimiento de capacidad de salto (Stafilidis & Tilp, 2014).

Otro estudio determinó el efecto de los ejercicios de estiramiento estático y dinámicos, realizados durante el calentamiento, tanto general como específico, evaluando 19 sujetos (10 damas y 9 varones) utilizando cuatro protocolos, un calentamiento aeróbico general con estiramiento estático, un calentamiento aeróbico general con estiramiento dinámico, un calentamiento general y específico con estiramiento estático y por último, un calentamiento general y específico con estiramiento

dinámico. Posteriormente, se valoró la altura de salto contra movimiento, flexibilidad de sentarse y alcanzar y 6 repeticiones de carreras de 20 metros, encontrándose que al utilizar un calentamiento específico para el deporte los niveles de significancia menores a 0,05 ($p = 0,0013$), apreciándose un mejoramiento de la velocidad máxima de carrera en 20 m utilizando los estiramiento dinámico y estático, pero, no se apreció diferencia en el rendimiento de sprint entre los grupos de estiramiento dinámico y estático en ausencia del calentamiento específico del deporte, además, el grupo de estiramientos estáticos incrementó el rango de movilidad en el test de sentarse y alcanzar, concluyendo el autor que el uso de estiramientos estáticos en el calentamiento específico favorece la amplitud articular y predispone de forma positiva el rendimiento de pruebas de velocidad máxima (Samson, Button, Chaouachi, & Behm, 2012).

Ahora, en cuanto a estudios utilizando la facilitación neuromuscular propioceptiva (FNP), pero también de estiramientos balísticos y estiramientos estáticos se destaca el realizado utilizando un solo ejercicio de FNP para analizar el comportamiento de los parámetros músculo-tendinosos (cambios de longitud del tendón y músculo) de miembros inferiores en 122 sujetos, distribuidos en tres grupos, cada uno un tipo de estiramiento, y un último de control, que no realiza ninguna técnica; ahora, de forma previa y luego de un protocolo de estiramientos de 4 series de 30", se analizó el nivel de amplitud en la flexión dorsal con la longitud del fascículo correspondiente y el ángulo de penetración del gastrocnemio medial y el nivel de rigidez muscular; entre los resultados se destaca la disminución significativa en todos los grupos de estiramiento, aunque en la técnica de FNP la disminución fue mucho mayor con respecto al ángulo de penetración al estirarse (Konrad, Stafilidis, & Tilp, 2017).

En otro estudio comparativo de estiramientos, se analizó el efecto agudo de tres técnicas en la prueba convencional de Wingate, participando 15 varones, que realizaron 5 pruebas de wingate; la primera de

prueba, luego de ningún estiramiento, de un estiramiento estático, de un estiramiento dinámico y de la técnica de facilitación neuromuscular propioceptiva (PNF); el protocolo incluía la musculatura de isquiotibiales, cuádriceps y los gastrocnemio. Para su valoración se midió la potencia máxima (MP), la potencia media (MP) y el tiempo para alcanzar MP, apreciándose como el MP fue significativamente menor cuando se comparó el DS ($7,7 \pm 0,9$ W / kg) con el PNF ($7,3 \pm 0,9$ W / kg) condición ($p < 0,05$); por lo tanto el estudio concluye que el tipo de estiramiento o no estiramiento debe considerarse cuando se pretende un mayor rendimiento en deportes donde predomina la potencia anaeróbica máxima (Franco, Signorelli, Trajano, Costa, & de Oliveira, 2012)

En otro estudio, se comparó el efecto del estiramiento de facilitación neuromuscular propioceptiva (FNP) y el vendaje de inclinación de la pelvis anterior modificado (APTT) en la compensación pélvica relacionado con la retracción de músculos isquiotibiales al realizar la extensión doble de la rodilla sentada en un grupo de 28 estudiantes varones con acortamiento musculatura de isquiotibiales distribuidos en dos grupos. Entre los resultados se aprecia que los dos grupos disminuyeron significativamente ($p < 0,05$) en la distancia de movimiento del centro de la presión glútea (COGP), además de la actividad muscular del recto abdominal (RA), sin apreciarse cambios en musculatura del semitendinoso (ST), por lo tanto, el estudio concluye, que tanto el vendaje de inclinación de la pelvis anterior modificado (APTT) como la FNP reducen la compensación pélvica inducida por la distensión de los isquiotibiales (Seung-Woong & Jung-Hoon, 2015).

Por otra parte, en estudio realizado con 11 mujeres judokas escolares de 13 y 14 años de la provincia de Cienfuegos (Cuba) se planteó un programa de flexibilidad, fundamentado en la facilitación neuromuscular, propioceptiva (FNP), realizando 4 sesiones durante 4 meses, para lo cual se organizaron dos grupos, el experimental, sometido al programa de FNP y el control que continuó con su

programa convencional. Al final del estudio se concluye que el programa de ejercicios utilizando la técnica de FNP, presentó efectos significativos en los niveles de flexibilidad de las judokas escolares (Alomá Sarría & García Perez , 2003).

En otro estudio, se evaluó los cambios de flexibilidad de la musculatura de isquiotibiales en una población de niños de 10 a 13 años durante 6 semanas, siendo distribuidos equitativamente y al azar en tres grupos; el primer grupo de niños realizó ejercicios de relajación post isométrica, el segundo grupo realizó estiramientos estáticos combinado con ejercicios de estabilización, mientras tercer grupo realizó ejercicios de estabilización; para la valoración de la flexibilidad de isquiotibiales inicial y final, se realizaron el levantamiento de pierna recta (SLR), el ángulo poplíteo (AP) y pruebas de flexión tronco con rodillas en extensión subido en banco. Entre los resultados de la evaluación del levantamiento de pierna recta, se apreció una mayor significancia ($P < 0,005$) en los grupos que realizaron relajación pos isométrica y estiramientos pasivos combinados con ejercicios de estabilización que en el grupo que realizó solo ejercicios de estabilización; pero en el grupo que realizó ejercicios de estabilización se observó aumento significativo ($P < 0,005$) en el levantamiento de pierna recta, pero no hubo significancia el ángulo poplíteo y en la flexión del tronco con rodillas en extensión ($P > 0,05$). El estudio concluye que un programa de 6 semanas de ejercicios de relajación muscular post-isométrica y estiramiento estático combinado con ejercicios estabilizadores presentaron efectos similares en incremento de flexibilidad de musculatura de isquiotibiales y en la curvatura del tronco en la población infantil intervenida (Czaprowski, y otros, 2013).

Así mismo, en otra investigación se comparó el efecto de dos métodos sobre la flexibilidad sobre los isquiotibiales, conformándose tres grupos, uno que realizaba la técnica aislada de deslizamiento ciático neurodinámico, otro que aplicaba la técnica de estiramientos estáticos sobre isquiotibiales y el grupo control, que no realizaba ningún tipo de ejercicio. Entre los resultados se observó que el rango de

movilidad músculo-articular fue mayor en los grupos que realizaron técnica aislada de deslizamiento neurodinámico y el estiramiento estático, con respecto al grupo control, pero fue mucho mayor el rango de movilidad del grupo intervenido bajo la técnica de deslizamiento neurodinámico, concluyendo que esta técnica presenta mejores efectos en la flexibilidad de esta musculatura (Castellote-Caballero, Valenza, Puenteadura, Fernández-de-las-Peñas, & Alburquerque-Sendín , 2014)

En cuanto a estudios realizados en natación, utilizando algún método de movilidad se encontró la investigación realizada a 29 nadadores universitarios pertenecientes a la Asociación nacional de atletas colegiados (NCAA), en el cual se comparó los efectos de dos tipos de estiramientos pasivos en la longitud del pectoral menor, uno utilizando un estiramiento enfocado específicamente en el pectoral menor con manipulación directa de este músculo, y el otro, un estiramiento estático básico enfocado al grupo musculo-articular, midiéndose la longitud con cinta métrica estándar, además, analizar los efectos posteriores sobre la cinemática escapular entre un grupo de nadadores universitarios. Los resultados indican que no hubo cambios significativos en la rotación escapular ascendente, en rotación externa o la inclinación posterior después de los dos tipos de estiramientos pasivos, a pesar de que el estiramiento estático básico aumentó significativamente la longitud del pectoral menor en comparación con el grupo de control (Williams , Laudner , & McLoda, 2013)

Los estiramientos pasivos y la facilitación neuromuscular propioceptiva como métodos de entrenamiento de flexibilización de la articulación del hombro en nadadores juveniles

Los estiramientos pasivos y la facilitación neuromuscular propioceptiva son dos métodos de entrenamiento de la flexibilidad utilizados en el deporte, sobre todo en modalidades que requieren rangos de movilidad adecuados; la natación es una de esas modalidades deportivas que requieren una

buena flexibilidad en diferentes grupos musculo-articulares, entre ellos, el complejo del hombro. A continuación, se analizarán los fundamentos biológicos, métodos de entrenamiento y características de las propuestas metodológicas específicas utilizadas en esta investigación.

Concepto y generalidades

El término flexibilidad “etimológicamente proviene del latín *flectere o flexibilis* (“corvar”), (Grande Rodríguez, 2010, p. 264). El cual solo indica la posibilidad de un cuerpo de doblarse sin romperse; de allí, que otros autores, consideren más apropiado llamarle movilidad, por ampliar el concepto como tal (García Manso, Navarro Valdivieso, & Ruiz caballero, 1998). Otro autor que utiliza el término movilidad para referirse a la flexibilidad es Weineck, que la considera como “La movilidad es la capacidad y cualidad del deportista que le permite efectuar movimientos de una gran amplitud de recorrido, por sí mismo y bajo el influjo de fuerzas de apoyo externas, en una o en varias articulaciones” (Weineck, 2005, p. 439). Borrás y otros (2007) definen esta manifestación como “la cualidad que, con base en la movilidad articular y la elasticidad muscular, permite el máximo recorrido de las articulaciones diversas, lo que posibilita realizar acciones que requieren gran agilidad destreza” (Como se cita en Grande Rodríguez, 2010, p. 264). De acuerdo a estos conceptos, la mayoría de autores consideran la posibilidad de llamar flexibilidad o movilidades a esta capacidad, pudiendo definirse de acuerdo a lo anterior como la capacidad de un grupo musculo-articular para elongar un grupo muscular y ampliar el rango de amplitud de la articulación de forma eficiente. Analizando los conceptos sobre flexibilidad se deduce que esta capacidad es importante en el proceso de entrenamiento de un nadador, a continuación describiremos los aspectos más importantes de la relevancia de su trabajo dentro del programa de entrenamiento.

Beneficios del entrenamiento de la flexibilidad.

El tener gozar de una flexibilidad adecuada permite la ejecución eficiente de muchos movimientos que requieren grados de amplitud, como sucede en deportistas de taekwondo, al realizar técnicas de pateo que exigen grandes rangos de movilidad de la articulación coxofemoral, ahora, en la natación una buena flexibilidad en el complejo del hombro permite movimientos de brazada más fluidos y con mayor recorrido; al respecto Weineck considera que una buena movilidad permite la “optimización de la capacidad de rendimiento coordinativo y técnico y del proceso de aprendizaje motor” (Weineck, 2005, p. 440).

Pero, otros autores, explican como la flexibilidad es muy importante, mucho más allá de beneficiar los rangos de amplitud musculo-articular en la biomecánica eficiente del gesto deportivo, “favorecen la relajación muscular y reducción del estrés, disminución del riesgo de dolor lumbar, alivio a los calambres musculares y prevención y/o alivio del dolor muscular después de la actividad” (Porcari, Cedric X, & Comana, 2015, p. 449). Dos de los beneficios ofrecidos al realizar un programa de flexibilidad se relacionan con el favorecimiento del relajamiento muscular y disminuir el estrés.

La facilitación neuromuscular propioceptiva

Generalidades y origen.

La Facilitación neuromuscular propioceptiva (FNP) es una técnica que surgió a mediados del siglo XX, siendo su gestor el neurofisiólogo “Herman Kabat, junto a dos fisioterapeutas, Margaret Knott y Dorothy Voss” (McAtee & Charland, 2010, p. 11); el fundamento teórico de la FNP propuesto por Kabat se basó en las investigaciones de Sherrington, que propuso un modelo operativo del sistema neuromuscular (McAtee & Charland, 2010), como se explicará en el siguiente párrafo. Esta técnica se usó por primera vez en el tratamiento de pacientes con parálisis y diversos trastornos neuromusculares durante los años 50, con el objetivo de “fortalecer y mejorar el control neuromuscular” (Prentice, 2011).

En 1956, las fisioterapeutas Knott y Voss publican la “primera edición sobre la facilitación neuromuscular propioceptiva” (Di Santo, 2012, p. 163); es decir, que en los años 50 y 60 la utilización de los principios y las técnicas de FNP no se visualizaban en el entrenamiento de los deportistas, teniendo un propósito terapéutico, pero, a partir de la década de los 70 se plantean investigaciones que promovieron el primer modelo de entrenamiento de flexibilidad en deportistas utilizando esta técnica.

Taninawa (1972) compara las técnicas de facilitación neuromuscular propioceptiva (FNP) con el método pasivo y “observa un incremento más rápido y acentuado de la amplitud articular mediante la técnica FNP” (Como se cita en Di Santo, 2012, p. 164). Pero ya, en 1971, Lawrence Holt había propuesto una técnica FNP para el desarrollo de la flexibilidad en atletas, llamándola “técnica 3 S o *Scientific Stretching for Sports*” (Como se cita en Di Santo, 2012, p. 165); tomando como referencia este modelo de FNP, dos autores sugieren dos modelos.

Por un lado, Solvebórn (1982) presenta un grupo de fases para trabajar el FNP, iniciando con un estiramiento de los grupos musculares a flexibilizar, luego 6” de contracción isométrica del músculo a elongar, posteriormente una acción concéntrica del músculo contrario al que se va a elongar mientras que el compañero ofrece una leve resistencia, por último, se realizan acciones musculares isométricas de músculo a estirar y acciones concéntricas del músculo antagonista, hasta no poder lograr más apertura alternadas (Como se cita en Di Santo, 2012).

La otra propuesta, es la de Dantas (1991), que describe en su trabajo de FNP 3 fases, la primera realizando movimiento de apertura máxima del grupo musculo-articular, posteriormente, se realiza una acción isométrica no mayor a 8”, para en última fase realizar un estiramiento forzado luego de lograr la relajación de la musculatura implicada (Como se cita en Di Santo , 2012).

Mecanismos neurofisiológicos de la facilitación neuromuscular propioceptiva (FNP).

Antes de explicar los mecanismos neurofisiológicos de esta técnica, es importante resaltar, que Kabat su promotor, se basó en las investigaciones del médico neurofisiólogo Sherrington que planteó un modelo operativo del sistema neuromuscular, empezando por explicar los conceptos de facilitación e inhibición; para Sherrington el impulso que causa el reclutamiento y descargas en motoneuronas al viajar dicho impulso por el tracto corticoespinal desde los receptores periféricos del músculo, es el impulso facilitador, mientras que el estímulo que ocasiona que las neuronas motoras se desactiven de la zona de descarga y lejos de la franja subliminal es inhibitorio, por tanto “la facilitación produce una mayor excitabilidad y la inhibición produce una disminución de la excitabilidad de las neuronas motoras” (Como se cita en Prentice, 2011, p. 297).

Es así, como el autor atribuyó los impulsos transmitidos desde los receptores de estiramiento periféricos, a través del sistema aferente, como la influencia más fuerte sobre las neuronas motoras alfa. De allí, que Prentice considere que un entrenador al realizar un proceso de estiramiento a los deportistas debería saber modificar la forma de estimular los receptores para provocar excitabilidad de las neuronas motoras alfa (Prentice, 2011); es decir, que así como la:

Descarga de las neuronas motoras facilitan la estimulación periférica que hace que los impulsos aferentes entren en contacto con las neuronas excitatorias, provocando un aumento del tono muscular, las neuronas motoras también pueden ser inhibidas por estimulación periférica, causando que los impulsos aferentes entren en contacto con las neuronas inhibitorias, lo que resulta en la relajación muscular y permite el estiramiento del músculo (Prentice, 2011, p. 297).

Ahora, ya profundizando en la técnicas de facilitación neuromuscular propioceptiva (FNP), se considera como un “método destinado a desarrollar o acelerar la respuesta del mecanismo neuromuscular, por medio de la estimulación de propioceptores” (Di Santo , 2012 , p. 167). La

Facilitación neuromuscular propioceptiva (FNP) se fundamenta en el uso de dos reflejos neurofisiológicos que permiten incrementar el grado de estiramiento de un músculo, ellos son “El reflejo de inhibición autógena y el reflejo de inhibición recíproca” (Grande Rodriguez , 2010, p. 266). El reflejo de inhibición autógena o de relajación poscontracción se basa en la inhibición refleja de un músculo tras una contracción isométrica máxima, que desencadena la activación de los “órganos tendinosos de Golgi, que al percibir altas tensiones en los tendones reaccionan provocando la relajación muscular mediante la inhibición neurológica” (Grande Rodriguez, 2010, p. 266); es así como, se aprovecha la relajación para estirar el grupo músculo-articular con mayor amplitud en los siguientes acciones de elongación.

Ahora, en cuanto al reflejo de inhibición recíproca es un reflejo que está determinado por “los husos neuromusculares que al detectar una contracción muscular actúan inhibiendo la contracción de la musculatura contraria simultáneamente lo que facilita el estiramiento” (Grande Rodriguez , 2010, p. 266).

Principios fundamentales para realizar las técnicas de entrenamiento de Facilitación neuromuscular propioceptiva (FNP)

Para la aplicación de la técnica de FNP, es necesario cumplir con los principios fundamentales, establecidos por Knott y Voss, que como se señalaba inicialmente, junto a Kabat, fueron los pioneros de esta técnica; de forma resumida y parafraseando a las autoras a continuación se describirán dichos principios promulgados en una de sus ediciones sobre la Facilitación neuromuscular propioceptiva: Patrones y técnicas (1985):

1. El entrenador debe realizar la movilización pasiva al deportista explicando de forma concisa y clara los movimientos durante las diferentes fases de la técnica de FNP para concientizarlo (Como se cita en Prentice, 2011).

2. En el proceso de aprendizaje de esta técnica se debe insistir en la ayuda visual para que el deportista controle la dirección y posición de grupo musculoso-articular intervenido (Como se cita en Prentice, 2011).
3. Las explicaciones verbales son útiles para sincronizar los esfuerzos o tipos de acciones musculares y las respuestas reflejas, utilizando palabras breves como contraer y empujar. (Como se cita en Prentice, 2011).
4. El contacto manual con la presión adecuada es esencial para influir en la dirección del movimiento y facilitar una respuesta refleja de relajación motora (Como se cita en Prentice, 2011).
5. Al realizar las diferentes fases de la técnica de FNP se debe utilizar una mecánica adecuada ubicándose correctamente para realizar la presión y la resistencia, por tanto, se sugiere estar cerca al deportista con rodillas flexionadas, para que la dirección de la resistencia se pueda ejercer de forma fácil durante el recorrido musculoso-articular (Como se cita en Prentice, 2011).
6. La resistencia ofrecida por el entrenador al realizar las diferentes fases varía a lo largo de la técnica, pudiéndose aplicar la resistencia máxima cuando se realizan acciones isométricas cuando se pretende bloquear alguna fase del movimiento, además de usar acciones isotónicas de forma controlada (Como se cita en Prentice, 2011).
7. La acción de rotación en la técnica de FNP es una fase de cuidado, siendo necesaria para facilitar la técnica al realizar la contracción máxima (Como se cita en Prentice, 2011).
8. El entrenador debe coordinar las recomendaciones verbales con la movilización táctil, sincronizando los tiempos de fases de contracción, teniendo en cuenta que el tiempo de los movimientos distales o de amplitud máxima deben coincidir con la duración de las otras fases de la técnica (Como se cita en Prentice, 2011).
9. Es importante acentuar los movimientos en fase de contracción isotónica, siendo importante en este principio donde se superpone la resistencia máxima, en puntos específicos del rango, a los

patrones de facilitación, enfatizando en los rangos de movimiento más críticos para provocar la relajación (Como se cita en Prentice, 2011).

10. Es importante utilizar tracciones y aproximaciones de grupos musculo-articulares para facilitar el desarrollo de la técnica de FNP; mientras las tracciones amplían rangos de movilidad, aumentando la respuesta muscular y beneficiando las contracciones isotónicas, las aproximaciones cierran dichos rangos o los aproximan, incrementando la respuesta muscular, dando estabilidad, favoreciendo las contracciones isométricas; ambas acciones estimulan los propioceptores (Como se cita en Prentice, 2011).
11. Es importante realizar un estiramiento rápido al músculo previo a la contracción muscular, para que se facilite el mecanismo de reflejo (Como se cita en Prentice, 2011).

Técnicas de facilitación neuromuscular propioceptiva (FNP).

Para profundizar en las técnicas de FNP se tomó como referencia al doctor en medicina Herman kabat, quien propuso 9 técnicas, que se para parafrasearán a continuación:

1. Iniciación rítmica. Consiste en movimientos cíclicos realizados sin ningún tipo de esfuerzo, en el cual existe una relajación voluntaria inicialmente, luego una acción muscular isotónica asistida, para finalizar con una acción isotónica resistida (Como se cita en Di Santo, 2012)
2. Inversión lenta. Consiste en una acción isométrica simultánea de grupos musculares antagonistas, donde se pretende activar la acción de los grupos musculares agonistas, restablecer la inversión normal de los antagonistas, promoviendo la sincronización entre dos patrones antagonistas, para lograr la relajación como producto de la estimulación del agonista. (Como se cita en Di Santo, 2012).

3. Inversión lenta y sostén. Es la combinación de una acción isotónica y una acción isométrica posterior, aplicada al musculo antagonista, para a continuación, realizar el mismo procedimiento, pero sobre musculatura agonista de grupo musculo-articular, repitiéndose la secuencia hasta lograr la respuesta e relajación (Como se cita en Di Santo, 2012).
4. Estabilización rítmica. En este caso, se realiza una acción isométrica del grupo musculo-articular agonista, y posteriormente una acción isométrica musculo-articular antagonista, pretendiendo estimular el musculo agonista, desarrollando la estabilidad en ciertos grados de amplitud articular del movimiento, mientras se logra una relajación del antagonista al estimular el musculo agonista (Como se cita en Di Santo, 2012).
5. Inversión rápida. En esta técnica se presenta una acción musculo-articular isotónica, y posteriormente una acción isométrica, teniendo como objetivo el equilibrio en el recorrido acortado del agonista (Como se cita en Di Santo, 2012).
6. Contracción y relajación. En esta técnica, la acción de FNP se puede desarrollar en diferentes ángulos del recorrido musculo-articular iniciando en el ángulo de mayor limitación del musculo antagonista; el proceso consiste en realizar una acción isotónica del antagonista, luego se realiza un una contracción isométrica del grupo musculo-articular (Como se cita en Di Santo, 2012).
7. Sostén y relajación. En esta técnica, se realiza una acción isométrica del musculo antagonista, para a continuación realizar un movimiento activo del musculo agonista, pretendiendo una relajación del antagonista y beneficiar el mentar el movimiento activo del agonista (Como se cita en Di Santo, 2012).

8. Inversión lenta, sostén y relajación. En esta técnica se inicia con una acción isotónica, y posteriormente una acción isométrica del musculo antagonista, seguidamente, se realiza una relajación y finalmente, se ejecuta una acción isotónica del musculo agonista. (Como se cita en Di Santo, 2012).
9. Rotación rítmica. Para esta técnica, se realiza una rotación continua de la zona musculo-articular con limitación en rango de amplitud, teniendo en cuenta que, si la acción no es asistida, habrá una contracción isotónica de los grupos musculares que limitan grado de amplitud (Como se cita en Di Santo, 2012).

Ventajas del entrenamiento de la flexibilidad mediante las técnicas de Facilitación neuromuscular propioceptiva (FNP).

Di Santo señala que las técnicas de FNP presentan mejores efectos en los Rangos de movilidad articular donde la elasticidad es un factor limitante, permitiendo un desarrollo sincronizado entre la flexibilidad y la fuerza muscular, aportando mayor estabilidad a la articulación, además, la viscosidad del tejido conectivo es menor, debido al aumento de la temperatura dentro del músculo (Di Santo , 2012); una ventaja aún más importante, es la disminución de la magnitud de respuesta contráctil, al activarse el reflejo miotático de tracción, todo ello, al provocarse una inhibición de la motoneurona alfa, que al presentar una menor resistencia de los sarcómeras a la elongación permite ampliar el rango de movilidad musculo-articular (Di Santo, 2012). Otra de las ventajas se relaciona con la posibilidad de entrenarse la FNP en parejas, con la supervisión; por último, mediante esta técnica se favorece una mayor “conciencia muscular la conciencia muscular local por contraposición y contraste de los tres tipos

de sensaciones distintas: la de contracción, la de relajación y la de extensión. Y es quizás éste su principal beneficio” (Di Santo, 2012, p. 170).

Desventajas del entrenamiento de la flexibilidad mediante las técnicas de Facilitación neuromuscular propioceptiva (FNP).

A pesar de las ventajas que presenta esta técnica, también se pueden presentar algunas desventajas, si la metodología de las técnicas no se realiza de forma adecuada. Por ejemplo, para que se produzca el efecto esperado, es necesario cumplir con los tiempos de estímulo a los receptores, lugar de estímulo, nivel de esfuerzo y volumen de los estiramientos realizados, por lo que requiere un mayor tiempo de aprendizaje (Di Santo, 2012); otra desventaja, poco frecuente es la posibilidad de lesiones por sobreestiramiento debido a desatenciones y poca concentración en el trabajo (Di Santo, 2012); de la misma forma, si no existe una coordinación adecuada entre la pareja que ejecuta la técnica, se puede caer en un enfriamiento, teniendo en cuenta que se debe realizar de 2 a 3 series; esta técnica no es recomendable para personas hipertensas por la realización de acciones isométricas, aunque algunas técnicas de FNP no requieren de dicha acción muscular para estimular los propioceptores (Di Santo, 2012); una desventaja de esta técnica es la gran relajación que provoca por la disminución de excitabilidad muscular, por ello Di Santo sugiere no utilizar esta técnica antes de competiciones (2012); de allí, que en este estudio, se planificara esta técnica, los días de entrenamiento subaeróbico (RI) para que no incidiera en las velocidades de nado de los deportistas; por último, esta técnica puede causar cierta monotonía al trabajarse, de allí, que es necesario la variación de técnicas (Di Santo, 2012).

Estiramientos

Los estiramientos son una de las propuestas más conocidas en el argot deportivo, pero, de forma general se tiene la creencia de que para que haya beneficio es necesario de que exista dolor, por ello algunos autores recomiendan el estiramiento racional, siendo aplicable las zonas de umbral para determinar el nivel de esfuerzo al que es sometido un sujeto, por ejemplo, si el estiramiento realizado es muy suave, desde luego, no se tendrán efectos en el organismo, pero, si el estiramiento es muy intenso o muy excesivo, puede llevar a una lesión, o se producirá en organismo una respuesta de protección que bloqueará el mejoramiento de la flexibilidad; por último, si la elongación es realizada sin llegar al umbral de dolor, se podrán obtener beneficios al largo plazo (Moran Esquerdo, 2009). A continuación, se enfatizará en los estiramientos pasivos, utilizados en esta investigación junto a la técnica de facilitación neuromuscular propioceptiva.

Estiramientos Estáticos.

Este método consiste en elongar de forma pasiva un musculo antagonista asumiendo una posición determinada durante determinado lapso de tiempo; al respecto, se recomienda estímulos entre los 3" y los 60" (Prentice, 2011); Prentice basado en sus estudios señala que mantener "un estiramiento de 15" a 30" es lo más eficaz para aumentar la flexibilidad muscular" (Prentice, 2011, p. 121), siendo uno de los factores científicamente más estudiado por los científicos.

Otros autores, Bandy e Irion (2005), citados por Naclerio, realizaron una investigación con cinco grupos; El grupo ejecutaba 3 series de un estiramiento estático conservando posición durante 60" (con pausas de recuperación de 10" entre estiramiento), el grupo 2 ejecutó 3 series de estiramiento estático de 30" de duración (con periodos de recuperación de 0" entre estiramiento), el grupo 3 ejecutó una serie de estiramiento estático conservando posición durante 60", el grupo 4 ejecutó una serie de

elongación durante 30", por último, el grupo 5, mantuvo inactivo (Como se cita en Grande Rodriguez, 2010).

Ahora, al analizar los resultados en el grado de amplitud musculo-articular, de los tiempos de estiramiento de 30" y 60", no se apreciaron diferencias notorias; de igual forma, no se apreciaron diferencias grandes entre los que realizaban una serie con respecto a los que hacían 3 series; lo que si se demostró, "es que todos los grupos experimentales mejoraron, pero el grupo control no" (Grande Rodriguez , 2010, p. 266).

Metodología

Hipótesis

Hipótesis de investigación.

El programa de Estiramientos pasivos y de facilitación neuromuscular propioceptiva (FNP) presenta efectos significativos en los niveles de flexibilidad en la articulación del hombro de los nadadores de la categoría juvenil del Club Orcas Tuluá 2017.

Hipótesis nula.

El programa de Estiramientos pasivos y de facilitación neuromuscular propioceptiva (FNP) no presenta efectos significativos en los niveles de flexibilidad en la articulación del hombro de los nadadores de la categoría juvenil del Club Orcas Tuluá 2017.

Enfoque y alcance

El estudio presentó un enfoque cuantitativo, al obtenerse datos numéricos que fueron desarrollados bajo procesos estadísticos; mientras, que el alcance fue de tipo explicativo al determinarse la efectividad del programa de Estiramientos pasivos y de facilitación neuromuscular propioceptiva (FNP) en los niveles de flexibilidad en la articulación del hombro de los nadadores de la categoría juvenil del Club Orcas Tuluá 2017.

Diseño

Este estudio cuasiexperimental tuvo un diseño de preprueba-posprueba y grupo control; el estudio se considera cuasiexperimental, dado que la forma de obtención de la muestra responde a un estudio no probabilístico.

Población y muestra

La población de esta investigación son los nadadores pertenecientes al club Orcas de natación Tuluá, de donde se seleccionó la muestra a conveniencia, conformada por 12 nadadores de la categoría juvenil, distribuidos en dos grupos, experimental y control.

Variables

Variable dependiente

Como variable dependiente, en esta investigación se tuvieron en cuenta los niveles de flexibilidad de la articulación del hombro al realizar las pruebas de flexibilidad hombro-muñeca y la Prueba de flexibilidad del hombro de rotación del hombro.

Variable independiente.

Como variable independiente, el estudio tuvo un programa de estiramientos pasivos y de facilitación neuromuscular propioceptiva, estructurado en tres etapas, que presentó los siguientes criterios metodológicos.

El programa de 14 semanas, fue organizado en 3 fases, realizando 6 sesiones semanales; los días lunes, miércoles y viernes se ejecutaron las sesiones de Facilitación neuromuscular propioceptiva (FNP) a las 15:30, teniendo una duración promedio de 40 minutos. Estas sesiones se trabajaron antes de la sesión de entrenamiento en agua, teniéndose en cuenta que el entrenamiento de FNP provocaba una gran relajación muscular, por lo cual, se tuvo en cuenta el tipo de entrenamientos realizados por los nadadores en estos días, que respondían a trabajos aeróbicos de baja y moderada intensidad de nado (áreas funcionales subaeróbica y Superaeróbica), por lo que no afectó el nivel de rendimiento de los nadadores.

En cuanto a las otras 3 sesiones de entrenamiento, fueron realizadas los días martes, jueves y sábado, en este caso se realizaron estiramientos pasivos, que fueron desarrollados después de la sesión de entrenamiento en agua, teniendo en cuenta que en estos días se llevaban a cabo las sesiones de agua de alta intensidad.

En cuanto a la dinámica de organización de las etapas, durante la primera cuya duración fue de 5 semanas, se realizaron ejercicios de facilitación neuromuscular propioceptiva (FNP) utilizando técnicas de 3 fases, como, por ejemplo, en primera fase 10" de movilidad articular asistida, en segunda fase se realizó una relajación voluntaria, para finalmente en tercera fase ejecutar una extensión asistida estática de 8" a 12" de cualquier grupo muscular vecino de la zona articular movilizada.

En la segunda etapa de este programa se realizaron ejercicios de FNP de cuatro fases; en esta etapa se realizaron secuencias de ejercicios como la siguiente:

En primera fase se realizaron estímulos de 6" en contracciones isocinéticas excéntricas del grupo muscular agonista desde 0° de recorrido articular hasta alcanzar el umbral de la ZAR (zona de alta resistencia), en segunda fase se realizaron acciones isométricas de 6" de los grupos musculares agonistas en el umbral de la ZAR, en tercera fase se realizó una relajación voluntaria, terminar en cuarta fase con un estiramiento asistido estático del grupo muscular agonista de 8" a 12" de duración.

En la tercera del programa, se realizaron técnicas de FNP de 5 o más fases, como, por ejemplo, la técnica que inicia en primera fase acciones isométricas de 4" del grupo muscular agonista en 0° del recorrido articular, en segunda fase se realizaron 4" de acción isocinética excéntrica del grupo muscular agonista hasta el umbral de la ZAR (zona de alta resistencia), abriendo el arco articular, en tercera fase se realizaron 4" de acción isométrica del grupo muscular agonista en el umbral de la ZAR, en cuarta fase se ejecutan 4" de acción isométrica del grupo muscular antagonista en el umbral de la ZAR, ahora, en quinta fase se procede a un relajamiento voluntario, para finalizar en sexta fase con una extensión asistida estática del grupo muscular agonista durante 8" a 12" (ver imagen 1).

Imagen 1. Programa de estiramiento pasivo de facilitación neuromuscular propioceptiva



Fuente: los autores.

Criterios de Inclusión

Para participar de esta investigación los nadadores tenían que cumplir los siguientes requisitos:

1. Pertenecer al club Orcas de Tuluá
2. Tener una antigüedad en el club no menor a 2 años.
3. Presentar un buen estado de salud.

Instrumento de evaluación

Como instrumentos de evaluación, en esta investigación se utilizaron los siguientes test para evaluar la flexibilidad del hombro

Test de flexibilidad del hombro y muñeca

Esta prueba propuesta por Johnson y Nelson (1986), presenta dentro su protocolo como posición inicial el tenderse de decúbito prono con los brazos en extensión por encima de la cabeza y se debe sostener un palo con las manos y la separación de los hombros; luego de asumir la posición se elevan los brazos lo más alto posible. Al asumir la máxima altura, se mide la distancia vertical entre el palo y el suelo, también se mide la longitud del brazo desde el proceso acromial hasta la punta del dedo más largo; al hallar ambas medidas se resta la mejor puntuación vertical a la longitud del brazo (Katch, McArdle, & Katch, 2011). La escala de valoración propuesta por los autores (Johoson y Nelson, 1986) es la siguiente (Como se cita en Katch, McArdle, & Katch, 2011, p. 603)

Tabla 1. Escala de valoración prueba de flexibilidad de hombro y muñeca

Nivel escala de valoración	Valor en cm
Pobre	<13.97
Normal	13.97 – 19.04
Medio	19.05 – 27.30
Bueno	27.31 – 29.84
Excelente	>29.84

Fuente: Johoson y Nelson, 1986 (como se cita en Katch, McArdle, & Katch, 2011, p. 603)

Test de flexibilidad del hombro: Prueba de rotación del hombro

Al igual que el test anterior, esta prueba es propuesta por Johoson y Nelson, (1986). En la posición inicial de la prueba, el nadador coge el extremo de una cuerda con la mano izquierda y a 10 cm agarra la cuerda con mano derecha. Ahora se procede a elevar los brazos por el frente hasta llevarlos por encima de la cabeza sin soltar las manos de la cuerda hasta llevar la cuerda por detrás de espalda, deslizando la mano derecha de la cuerda a medida que haya dificultad para realizar el giro; cuando se logre bajar la cuerda totalmente por atrás se mide la distancia entre los pulgares de cada mano; posteriormente se mide el diámetro de hombro, tomando como referencia los deltoides, y finalmente se realiza una resta del ancho de los hombros menos la distancia lograda en la cuerda al rotar los hombros (Distancia entre los hombros – distancia de la cuerda al centímetro más próximo) (Katch, McArdle, & Katch, 2011). La escala de valoración propuesta por los autores (Johoson y Nelson, 1986) es la siguiente (Como se cita en Katch, McArdle, & Katch, 2011, p. 603)

Nivel Escala de valoración	Valor en cm
Pobre	<12,7
Normal	12,7 – 29,21

Medio	29,22- 33,02
Bueno	33,03 – 50,16
Excelente	>50,16

Tabla 2. Prueba de rotación del hombro

Fuente: Johoson y Nelson, 1986 (como se cita en Katch, McArdle, & Katch, 2011, p. 603)

Resultados

Resultados prueba de evaluación flexibilidad hombro muñeca

Tabla 3. Resultados de media y desviación típica prueba de flexibilidad hombro muñeca (elevación de brazos tendido en de decúbito prono)

Grupo de investigación		Evaluación inicial test de hombro muñeca	Evaluación final test de hombro muñeca
Grupo Control	Válido	6	6
	Media	16,17	16,33
	Moda	12 ^a	12 ^a
	Desviación estándar	3,971	3,141
Grupo Experimental	Válido	6	6
	Media	14,83	22,50
	Moda	12	21 ^a
	Desviación estándar	3,430	3,728

Fuente: Los autores.

En la tabla 3 se describen los valores de la media obtenidos en la prueba de flexibilidad de hombro-muñeca, en los que se aprecia como el grupo experimental mejoró su rango de movilidad en esta prueba en 7,67 cm, al comparar los resultados pre y post, mientras el grupo control se mantuvo estable en esta prueba. En cuanto a la desviación típica, se observa una dispersión por encima y por debajo de la media de casi 4 cm en el grupo experimental.

Tabla 4. Pruebas de normalidad

	Grupo de investigación	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Evaluación inicial test de hombro muñeca	Grupo Control	,930	6	,584
	Grupo Experimental	,853	6	,168
Evaluación final test de hombro muñeca	Grupo Control	,993	6	,995
	Grupo Experimental	,963	6	,840

Fuente: Los autores

En la tabla 4 se describen los resultados de la prueba de normalidad para variables paramétricas para la prueba de flexibilidad de hombro-muñeca, en este caso la prueba de Shapiro Wilk, en la que se aprecian niveles de significancia mayores a 0,05 ($p > 0,05$), cumpliendo de esta manera con uno de los supuestos para realizar la prueba t de hipótesis.

Tabla 5. Prueba de Homogeneidad de varianzas

	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Evaluación inicial test de hombro muñeca	,091	1	10	,770
Evaluación final test de hombro muñeca	,197	1	10	,666

Fuente: Los autores

Igualmente, se realizó el supuesto de prueba de homogeneidad para el test de flexibilidad de hombro-muñeca, en el que se observa como los valores de significancia son mayores a 0,05 ($p > 0,05$)

como se describe en la tabla 5, por tanto, al cumplir con los dos supuestos, se optó por realizar la prueba de hipótesis, en este caso la prueba *t*, para muestras paramétricas.

Tabla 6. Prueba de muestras relacionadas para muestras paramétricas

Grupo de investigación		Diferencias emparejadas				t	gl	Sig. (bilateral)	
		Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior				Superior
Grupo Control	Evaluación inicial test de hombro muñeca	-,167	1,722	,703	-1,974	1,641	-,237	5	,822
	- Evaluación final test de hombro muñeca								
Grupo Experimental	Evaluación inicial test de hombro muñeca	-7,667	1,506	,615	-9,247	-6,087	-12,474	5	,000
	- Evaluación final test de hombro muñeca								

Fuente: Los autores

En la tabla 6 se describen los resultados de la prueba de hipótesis (prueba *t*) para muestras relacionadas, en los que se aprecia un valor de significancia menor a 0,05 ($p < 0,05$) en el grupo experimental, indicando de esta forma, las diferencias significativas entre las pruebas pre y post para este grupo, sometido a un programa de flexibilidad, basado en estiramientos pasivos y de facilitación neuromuscular propioceptiva; por otro lado, los valores de significancia del grupo control fueron mayores a 0,05, en este caso 0,882, indicando que no existieron diferencias significativas en el pre y post del grupo control.

Tabla 7. Prueba de muestras independientes

		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias			
		F	Sig.	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
						Inferior	Superior
Evaluación final test de hombro muñeca	Se asumen varianzas iguales	,197	,666	,011	-6,167	-10,601	1,732
	No se asumen varianzas iguales			,012	-6,167	-10,619	1,715

Fuente: Los autores

En cuanto a la otra prueba de hipótesis, para muestras independientes, en la tabla 7 se aprecia un nivel de significancia fue menor a 0,05, indicando este valor las diferencias significativas entre los resultados del grupo experimental con respecto al grupo control, al comparar los resultados inter e intra pre y post de ambos grupos.

Resultados estadísticos de flexibilidad prueba de rotación de hombros

Tabla 8. Resultados de media y desviación típica

Grupo de investigación		Evaluación inicial test rotación de hombros	Evaluación final test rotación de hombros
Grupo Control	Válido	6	6
	Media	15,83	16,17
	Moda	11 ^a	13 ^a
	Desviación estándar	3,656	2,639
Grupo Experimental	Válido	6	6
	Media	17,50	30,67
	Moda	11 ^a	21 ^a
	Desviación estándar	6,285	6,186

Fuente: Los autores

En la tabla 8 se aprecian la media y desviación típica obtenidos en la prueba de flexibilidad de rotación de hombros, observándose como el grupo experimental mejoró el 13 cm el nivel de flexibilidad entre la prueba inicial y la prueba final, aunque con una desviación estándar muy dispersa de 6 cm por encima y por debajo de la media; ahora, en cuanto al grupo control, se observa que mejoraron menos de un cm entre pre y post.

Tabla 9. Prueba de normalidad

	Grupo de investigación	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Evaluación inicial test rotación de hombros	Grupo Control	,958 6		,807
	Grupo Experimental	,927 6		,556
Evaluación final test rotación de hombros	Grupo Control	,966 6		,863
	Grupo Experimental	,971 6		,902

Fuente: Los autores

En la tabla 9 se observan los resultados de la prueba de normalidad para variables paramétricas para la prueba de flexibilidad de rotación de hombros, en este caso la prueba de Shapiro Wilk, en la que se obtuvieron valores de significancia mayores a 0,05 ($p > 0,05$), cumpliendo de esta manera con uno de los supuestos para realizar la prueba t de hipótesis.

	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Evaluación inicial test rotación de hombros	1,885	1	10	,200
Evaluación final test rotación de hombros	2,785	1	10	,126

Tabla 10. Prueba de Homogeneidad de varianzas

Fuente: Los autores

Así mismo, se realizó el supuesto de prueba de homogeneidad para el test de flexibilidad de rotación de hombros, en el que se aprecian como los valores de significancia son mayores a 0,05 ($p > 0,05$) como se describe en la tabla 5, cumpliendo de esta manera con el segundo supuesto, lo que indica que se puede realizar la prueba de hipótesis, en este caso la prueba t , para muestras paramétricas.

Tabla 11. Prueba de muestras relacionadas

Grupo de investigación		Media	Desviación estándar	Diferencias emparejadas		t	gl	Sig. (bilateral)
				95% de intervalo de confianza de la diferencia				
				Inferior	Superior			
Grupo Control	Evaluación inicial test rotación de hombros -	-,333	1,966	-2,397	1,730	-,415	5	,695
	Evaluación final test rotación de hombros							
Grupo Experimental	Evaluación inicial test rotación de hombros -	-13,167	5,492	-18,931	-7,403	-5,872	5	,002
	Evaluación final test rotación de hombros							

Fuente: Los autores

En la tabla 11 se observan los resultados de la prueba de hipótesis (prueba *t*) para muestras relacionadas, en los que se obtuvieron niveles de significancia menor a 0,05 ($p < 0,05$) en el grupo experimental, existiendo de esta forma, diferencias significativas entre las pruebas pre y post en el grupo experimental, intervenido bajo un programa de flexibilidad, basado en estiramientos pasivos y de facilitación neuromuscular propioceptiva; por otro lado, los valores de significancia del grupo control fueron mayores a 0,05, en este caso 0,695, por lo cual se deduce que no hubo diferencias significativas en el pre y post del grupo control.

Tabla 12. Prueba de muestras independientes

		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		Prueba t para la igualdad de medias			
		F	Sig.	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
						Inferior	Superior
Evaluación final test rotación de hombros	Se asumen varianzas iguales	2,785	,126	,000	-14,500	-20,618	-8,382
	No se asumen varianzas iguales			,001	-14,500	-21,039	-7,961

Fuente: Los autores

En cuanto a la otra prueba de hipótesis, para muestras independientes, en la tabla 12 se aprecia un nivel de significancia fue menor a 0,05, indicando este valor las diferencias significativas entre los resultados del grupo experimental con respecto al grupo control, al comparar los resultados inter e intra pre y post de ambos grupos.

Análisis y discusión

La facilitación neuromuscular propioceptiva (FNP) como método de entrenamiento de la flexibilización resulta efectivo en el mejoramiento de la flexibilidad, como se pudo apreciar en los nadadores sometidos en este programa, coincidiendo con los resultados obtenidos por el doctor Taninawa en sus estudios, al comparar los resultados de estiramientos pasivos con las técnicas de FNP (citado por Di Santo, 2012), evidenciando un aumento rápido de los rangos de movilidad articular.

El mejoramiento de la flexibilidad en los nadadores responde a las características de la técnica de FNP, en la que se activan dos reflejos, el de inhibición autógena y el de inhibición recíproca, como lo fundamentan Prentice (2011), Grande Rodríguez (2010) y Di Santo (2012), al considerar que estos dos mecanismos neurofisiológicos, que a partir de los órganos tendinosos de Golgi (en el caso del reflejo de

inhibición autógena) y los husos musculares (reflejo inhibitorio recíproco) desencadenan un reflejo miotático inverso que favorece la elongación de los grupos musculo-articulares.

Conclusiones

El programa de flexibilidad de estiramientos pasivos y de la técnica de facilitación neuromuscular propioceptiva presentaron efectos significativos en los niveles de flexibilidad de la articulación del hombro de los nadadores juveniles del Club de natación Orcas de Tuluá, validándose la hipótesis de investigación propuesta en este estudio.

Los valores de los niveles de flexibilidad en la articulación del hombro de los nadadores del club Orcas Tuluá del grupo experimental mejoraron en las pruebas de flexibilidad de hombro-muñeca y rotación del hombro, al comparar los resultados de las evaluaciones iniciales con los resultados de las evaluaciones finales, apreciándose una diferencia de amplitud de movimiento en el test de flexibilidad de hombro-muñeca de 7,7 cm y de 12,8 en el test de rotación de hombro, ambos en grupo experimental, mientras que las diferencias entre el pre y el post del grupo control fueron menores a 1 cm en el rango de amplitud en ambos test.

El diseño de un programa de estiramientos pasivos y de la técnica de facilitación neuromuscular propioceptiva estructurado en tres etapas, caracterizadas por el incremento de las fases de estímulos neurofisiológicos que facilitaban la relajación y posterior capacidad de elongación presentó efectos benéficos en los niveles de flexibilidad de la articulación del hombro.

Recomendaciones

A pesar de que la natación es modalidad deportiva donde predomina la resistencia aeróbica y la fuerza resistencia, principalmente, la flexibilidad como capacidad condicional debe ser tomada en cuenta en los procesos de planificación del entrenamiento, no solo como estrategia de calentamiento, sino que debe incluirse dentro del programa para mejorar los rangos de movilidad articular.

Se sugiere utilizar la técnica de facilitación neuromuscular propioceptiva (FNP) como una estrategia metodológica en el mejoramiento de la flexibilidad, pero se recomienda realizarla este tipo de trabajo en sesiones que no requieran esfuerzos de alta intensidad o de gran esfuerzo.

Los estiramientos pasivos como método regenerativo al final de las sesiones de entrenamiento en agua como complemento de la fase de vuelta a la calma, son muy benéficas, por tal razón es recomendable al final de la sesión, luego de los aflojes para provocar relajamiento muscular y acelerar los procesos de recuperación.

Se sugiere supervisar y controlar los entrenamientos de flexibilidad utilizando la técnica de facilitación neuromuscular propioceptiva (FNP) para evitar un sobreesfuerzo que lleve a una contractura, o controlar que se contraigan de forma adecuada los músculos requeridos de acuerdo al tipo de acción muscular exigido por la técnica utilizada.

Referencias

- Franco , B. L., Signorelli , G. R., Trajano , G. S., Costa, P. B., & de Oliveira , C. G. (1 de Marzo de 2012). *Efectos agudos de tres protocolos de estiramiento diferentes en el rendimiento de prueba de Wingate*. Obtenido de Revista de Medicina y Ciencia del deporte : <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3737835/>
- Katch, V. L., McArdle, W. D., & Katch, F. I. (2011). *Fundamentos de la fisiología del ejercicio* (Cuarta ed.). Philadelphia , Estados Unidos : Lippincott Williams & Wilkins.
- Prentice, W. E. (2011). *Técnicas de rehabilitación en la medicina deportiva y el entrenamiento atlético* (Quinta ed.). New York, Estados Unidos : McGraw-Hill Companies.
- Stafilidis, S., & Tilp, M. (16 de Noviembre de 2014). *Efectos del estiramiento estático de corta duración sobre el rendimiento del salto, la contracción voluntaria máxima y varios parámetros mecánicos y morfológicos de la unidad músculo-tendinosa de las extremidades inferiores*. doi:10.1007 / s00421-014-3047-y
- Alomá Sarría , G., & García Perez , Y. (12 de Abril de 2003). *Efectividad del método de facilitación neuromuscular propioceptiva en el desarrollo de la flexibilidad en el judo escolar* . Obtenido de revista digital efdeportes : <http://www.efdeportes.com/efd59/judo.htm>
- Bandy , W. D., & Irion , J. M. (1 de Septiembre de 1994). *El efecto del tiempo en el estiramiento estático sobre la flexibilidad de los músculos isquiotibiales*. doi:10.1093/ptj/74.9.845
- Bandy, W. D., Jean Irion, J. M., & Briggler, M. (1 de Octubre de 1997). *El efecto del tiempo y la frecuencia del estiramiento estático sobre la flexibilidad de los músculos isquiotibiales*. doi:10.1093/ptj/77.10.1090
- Castellote-Caballero, Y., Valenza, M. C., Puenteadura, E. J., Fernández-de-las-Peñas, C., & Albuquerque-Sendín , F. (15 de Abril de 2014). *Efectos inmediatos del deslizamiento neurodinámico frente al estiramiento muscular en la flexibilidad del isquiotibial en sujetos con síndrome del tendón corto del muslo*. doi:10.1155 / 2014/127471
- Czaprowski, D., Leszczewska , J., Kolwicz, A., Pawłowska , P., Kędra, A., Janusz , P., & Kotwicki , T. (12 de Agosto de 2013). *La comparación de los efectos de tres técnicas de fisioterapia sobre la flexibilidad de los músculos isquiotibiales en niños: un estudio prospectivo, aleatorizado y simple*

- ciego. Obtenido de PLOS ONE: Acceso abierto diario revisado por pares:
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3741206/>
- Di Santo , M. (2012). *Amplitud de movimiento* . Paidotribo .
- Efectos inmediatos del deslizamiento neurodinámico frente al estiramiento muscular en la flexibilidad del isquiotibial en sujetos con síndrome del tendón corto del muslo*. (15 de Abril de 2014).
 doi:10.1155 / 2014/127471
- García García , J. (2012). *Rendimiento en Judo* . Barcelona : OnXsport.
- García Manso , J. M., Navarro Valdivieso , M., & Ruiz caballero , J. A. (1998). *Bases teóricas del entrenamiento deportivo* (primera ed.). Madrid, España : Gymnos.
- Grande Rodriguez , I. (2010). La flexibilidad como capacidad física entrenable. En F. Naclerio Ayllon, *Entrenamiento Deportivo. Fundamentos y aplicaciones en diferentes deportes* (978-84-9835-331-0 ed., págs. 263-275). Madrid, España : Médica Panamericana.
- Konrad , A., Stafilidis , S., & Tilp , M. (17 de octubre de 2017). *Efectos del ejercicio de estiramiento agudo estático, balístico y PNF en las propiedades del tejido muscular y tendinoso*. doi:10.1111 / sms.12725
- McAtee, R. E., & Charland , J. (2010). *Estiramientos Facilitados. Estiramientos y fortalecimiento con facilitación neuromuscular propioceptiva* (Tercera ed.). Madrid, España : Médica Panamericana.
- Moran Esquerdo , O. (2009). *Enciclopedia de Ejercicios de Estiramientos* (Primera ed.). Madrid, España : Pila Teleña .
- Porcari, J. P., Cedric X. , B., & Comana, F. (2015). *Fisiología del ejercicio* (Primera ed.). Philadelphia,, Estados Unidos : F. A. Davis Company.
- Samson, M., Button, D. C., Chaouachi , A., & Behm, D. G. (1 de Junio de 2012). *Efectos del estiramiento dinámico y estático dentro de los protocolos de calentamiento genéricos y de actividad específica*. Obtenido de Revista de Medicina y Ciencias del deporte:
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3737866/>
- Seung-Woong , L., & Jung-Hoon , L. (22 de Diciembre de 2015). *Efectos del Estiramiento Facilitador Neuromuscular Proprioceptivo y Taping Kinesiológico en la Compensación Pélvica durante la Extensión de Doble Rodilla*. doi:10.1515 / hugin-2015-0108
- Weineck , J. (2005). *Entrenamiento Total* (primera ed.). Barcelona , España : Paidotribo.
- Williams , J. G., Laudner , K. G., & McLoda, T. (8 de febrero de 2013). *Los efectos agudos de dos maniobras de estiramiento pasivas en la longitud menor pectoral y la cinemática escapular entre nadadores colegiados*. Obtenido de Revista internacional de fisioterapia deportiva:
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3578431/>

Anexos





