

Treatment of Shoulder Impingement Syndrome in Adolescent Tennis Players

PABLO PRIETO GONZÁLEZ^{1*}
MEHDI BEN BRAHIM¹

¹Physical Education Health and Recreation Department.
Prince Sultan University (Riyadh, Saudi Arabia)

* Correspondence: Pablo Prieto González (pprieto@psu.edu.sa)

Abstract

Introduction. Tennis is currently one of the most popular sports. However, practicing tennis sometimes leads to the appearance of injuries, and shoulder impingement syndrome is one of the most common. **Objective.** The goal of this study is to verify the efficacy of physical exercise in the treatment of shoulder impingement syndrome in adolescent tennis players. **Method.** 32 adolescent tennis players at the amateur level were chosen to participate in this study, in which a physical exercise program was applied which sought to reverse some of the alterations commonly associated with shoulder impingement syndrome. **Results.** 29 of the 32 participants responded successfully to the treatment within 35 days. **Discussion.** The design of the intervention used, which was based on performing physical exercise, affected key aspects of this injury, such as the need to increase the subacromial space, foster shoulder stability and avoid the interruption of the practice of physical activity. **Conclusion.** The design of the intervention used was proven effective in treating shoulder impingement syndrome.

Keywords: shoulder impingement syndrome, scapulohumeral joint, physical exercise, tennis

Introduction

Tennis is currently a sport which has as many practitioners as it does spectators. In Spain in 2015, 14% of people who practiced some kind of sport chose tennis (Sub-Directorate General of Statistics and Studies. General Technical Secretariat. Ministry of Education, Culture and Sport, 2015). The number of federation licenses that same year was 81 581 (Royal Spanish Tennis Federation, 2015). This sport was also the third

Tractament de la síndrome subacromial en tennistes adolescents

PABLO PRIETO GONZÁLEZ^{1*}
MEHDI BEN BRAHIM¹

¹Physical Education Health and Recreation Department.
Universitat Prince Sultan (Riyadh, Aràbia Saudita)

* Correspondència: Pablo Prieto González (pprieto@psu.edu.sa)

Resum

Introducció. El tennis és en l'actualitat un dels esports que gaudeix de més popularitat. No obstant això, la seva pràctica comporta en ocasions l'aparició de lesions, sent la síndrome subacromial una de les més habituals. **Objectiu.** A través del present estudi es pretenia verificar l'eficàcia de l'exercici físic en el tractament de la síndrome subacromial en tennistes adolescents. **Mètode.** 32 tennistes adolescents de nivell *amateur* van ser seleccionats per participar en aquesta recerca, en la qual es va aplicar un programa d'exercici físic progressiu que pretenia revertir algunes de les alteracions comunament associades a la síndrome subacromial. **Resultats.** 29 dels 32 participants van respondre amb èxit al tractament en un període inferior a 35 dies. **Discussió.** El disseny d'intervenció emprat, basat en la realització d'exercici físic, va permetre incidir en aspectes claus d'aquesta lesió, com són: la necessitat d'incrementar l'espai subacromial, afavorir l'estabilitat glenohumeral i evitar la interrupció de la pràctica d'activitat física. **Conclusió.** El disseny d'intervenció emprat es va mostrar eficaç en el tractament de la síndrome subacromial.

Paraules clau: síndrome subacromial, articulació escapulohumeral, exercici físic, tennis

Introducció

Avui dia, el tennis és un esport que compta amb un elevat nombre tant de practicants com d'espectadors. En el cas d'Espanya, l'any 2015, el 14% de les persones que van practicar alguna modalitat esportiva van optar pel tennis (Sotsdirecció General d'Estadística i Estudis. Secretaria General Tècnica. Ministeri d'Educació, Cultura i Esport, 2015). El nombre de llicències federatives en aquest mateix any va arribar a les 81 581 (Reial Federació Espanyola de Tennis, 2015). Aquest esport va

most popular spectator sport viewed by Spaniards, 39.4% of whom watch it (Sub-Directorate General of Statistics and Studies. General Technical Secretariat. Ministry of Education, Culture and Sport, 2015). However, despite its popularity, the practice of this sport, just as with many other sports disciplines, inevitably leads to the appearance of injuries which cause a high degree of human suffering and a significant economic cost and limit or prevent participation in physical and sport activities. In fact, problems related to injuries and health are the third most common reason why Spaniards stop practicing sport; specifically, 21% of people who stop practicing sport in our country do so for this reason (García Ferrando & Llopis Goig, 2011).

In studies performed with adolescents, it has been found that up to 15.4% of the subjects surveyed who stopped practicing sport stated that they had done so because of injuries (Macarro Moreno, Romero Cerezo, & Torres Guerrero, 2010).

In the specific case of adolescent tennis players, we should first consider that the most common injuries are those caused by repetitive micro-injuries (Ben Kiblera & Safranb, 2005). Of all of them, those affecting the shoulder are relatively frequent; indeed, some studies situate their frequency at 14.8% (Sansiseña & Rueda, 2011). In this sense, numerous studies have revealed that the practice of what are called “overhead sports” (sports in which the upper limb works above the head) increases the risk of suffering from injuries in the dominant shoulder. Furthermore, the analysis of image diagnostic tests has verified that the prevalence of shoulder injuries in former elite tennis players is higher than in the control group (Maquirriain, Ghisi, & Amato, 2006). There are also studies that show that tennis players who present pain in their dominant shoulder have a smaller subacromial space behind the joint capsule, an internal rotation deficit, an increase in the range of movement in external rotation and a strength deficit in external rotation compared to tennis players who did not mention pain (Marcondes, De Jesus, Bryk, De Vasconcelos, & Fukuda, 2013).

With regard to the causes leading to injuries in the shoulder joint during the practice of tennis, it has

ser, a més, el tercer espectacle esportiu més vist per la població espanyola, amb un seguiment del 39.4% (Subdirecció General d'Estadística i Estudis. Secretaria General Tècnica. Ministeri d'Educació, Cultura i Esport, 2015). No obstant això, i malgrat la seva popularitat, la pràctica d'aquest esport, igual que succeeix amb moltes altres disciplines esportives, comporta inevitablement l'aparició de lesions que ocasionen un elevat sofriment humà, un gran cost econòmic i limiten o impedeixen la participació en activitats físicoesportives. De fet, els problemes relacionats amb les lesions i la salut constitueixen el tercer motiu d'abandonament de la pràctica esportiva entre els espanyols, de tal manera que un 21% de les persones que deixa de practicar esport al nostre país ho fa per aquest motiu (García Ferrando & Llopis Goig, 2011).

En estudis realitzats amb població en edat adolescent, s'ha comprovat que fins a un 15.4% dels subjectes enquestats que van deixar la pràctica esportiva manifesten haver-ho fet a causa de les lesions (Macarro Moreno, Romero Cerezo, & Torres Guerrero, 2010).

En el cas concret de tennistes en edat adolescent, hem de considerar en primer lloc que les lesions més comunes són les que es generen a través de microtraumatismes repetitius (Ben Kiblera & Safranb, 2005). De totes elles, les que afecten a l'espatlla són relativament freqüents, fins al punt que alguns estudis situen el seu nivell d'incidència en un 14.8% (Sansiseña & Rueda, 2011). En aquest sentit, nombrosos estudis han posat de manifest que la pràctica dels anomenats *overhead sports* (esports en els quals el membre superior actua per sobre del cap), incrementa el risc de patir lesions en l'espatlla dominant. A més, a través de l'anàlisi de proves de diagnòstic amb imatge s'ha verificat que la prevalença de lesions glenohumerals en extennistes d'elit és superior a la dels grups control (Maquirriain, Ghisi, & Amato, 2006). També hi ha recerques on queda reflectit que els jugadors de tennis que presenten dolor en la seva espatlla dominant posseeixen, en relació amb els tennistes que no refereixen dolor, un espai subacromial disminuït en la part posterior de la càpsula articular, dèficit en la rotació interna, increment del rang de moviment en la rotació externa, i dèficit de força en la rotació externa (Marcondes, De Jesus, Bryk, De Vasconcelos, & Fukuda, 2013).

Quant a les causes que generen lesions en l'articulació de l'espatlla durant la pràctica del tennis, s'ha pogut

been found that serves and volleys are the two technical moves that often cause pain in tennis players' dominant shoulder. This is due to the following reasons (Reuben & Ingber, 2000):

- The upper extremity is taken to the maximum abduction and extension when preparing for the serve.
- The extremity is repeatedly circumducted above the head
- The arm is launched forward at high speed in the execution of both serves and volleys, given that both technical moves generally affect the rotator cuff, with particular effects on the supraspinatus tendon.

It is also essential to bear in mind that the shoulder joint has three degrees of freedom and is the human joint with the highest levels of flexibility and mobility. Without a doubt, these two circumstances indeed hinder shoulder stability (Maquirriain et al., 2006). Therefore, all of these particularities condition aspects such as the type, frequency and seriousness of the injuries that occur in this joint and should therefore be borne in mind in the processes of diagnosis, prevention and rehabilitation.

On the other hand, it should also be borne in mind that even though there are numerous pathologies that affect the shoulder joint (distensions, arthritis, dislocations, fractures, bursitis, tendinitis, frozen shoulder, etc.), shoulder impingement syndrome is the most frequent. In fact, 70% of shoulder pain is related to injuries in the rotator cuff (Suárez Sanabria & Osorio Patiño, 2013). Shoulder impingement syndrome is also the third most common reason for visits to primary care physicians in Spain, and it has reached a prevalence of 78% of inhabitants (Marín-Gómez et al., 2006). It is also an injury that affects athletes at a younger age and more frequently than the rest of the population (Asunción Reyes López, 2012). On this point, we should note that shoulder impingement syndrome was defined for the first time by Neer in 1972 as a pathology in which the rotator cuff is compressed against the different structures that comprise the acromial arch: acromion, acromioclavicular joint, coracoacromial ligament and coracoid process (Vilar Orellana & Sureda Sabaté, 2005). The high

apreciar que el servei i la rematada són els dos gestos tècnics que ocasionen freqüentment dolor en l'espatlla dominant dels tennistes. Això es deu als següents motius (Reuben & Ingber, 2000):

- L'extremitat superior es porta a la màxima abducció i extensió en la preparació del servei.
- La realització de repetides circumduccions de l'extremitat per sobre del cap.
- El braç és llançat cap a endavant a gran velocitat en l'execució tant del servei com de la rematada, atès que tots dos gestos tècnics afecten generalment al manegot dels rotatoris, amb especial incidència en el tendó supraespinós.

També cal tenir en compte que l'articulació de l'espatlla disposa de tres graus de llibertat sent l'articulació de l'ésser humà amb més nivells de flexibilitat i mobilitat. I sens dubte, aquestes dues circumstàncies dificulten la pròpia estabilitat glenohumeral (Maquirriain et al., 2006). Per tant, totes aquestes particularitats condicionen aspectes com el tipus, freqüència i gravetat de les lesions que es produeixen en aquest nucli articular, i per tant, han de ser tingudes en compte en els processos de diagnòstic, prevenció i rehabilitació.

D'altra banda, s'ha de tenir en compte també que, a pesar que existeixen nombroses patologies que afecten l'articulació de l'espatlla (distensions, artritis, luxacions, fractures, bursitis, tendinitis, espatlles congelades, etc.), la síndrome subacromial és la més freqüent. De fet, un 70% de les omàlgies estan relacionades amb lesions al manegot dels rotatoris (Suárez Sanabria & Osorio Patiño, 2013). La síndrome subacromial suposa a més el tercer motiu de consulta en atenció primària a Espanya, i s'han aconseguit xifres de prevalença/punt de 78 per 1000 habitants (Marín-Gómez et al., 2006). Es tracta, a més, d'una lesió que afecta en una edat primerenca i amb més freqüència els esportistes que la resta de la població (Asunción Reyes López, 2012). En aquest punt, cal ressenyar que la síndrome subacromial va ser definida per primera vegada per Neer el 1972 com a una patologia en la qual es produeix una compressió del manegot dels rotatoris contra les diferents estructures que conformen l'arc acromial: acromi, articulació acromioclavicular, lligament acromiocracoide i apòfisi coracoide (Vilar Orellana & Sureda Sabaté, 2005). L'elevada incidència de la síndrome del

incidence of shoulder pain syndrome has been studied by teams of researchers, so the scholarly literature contains numerous publications which describe aspects related to its epidemiology, etiology, diagnosis and treatment. In this sense, it is important to bear in mind that the main reasons why this injury occurs are the following (Maquirriain et al., 2006):

- decrease in the subacromial space;
- absence of stability in the joint;
- subchondral sclerosis;
- cystic changes, and
- presence of osteophytes.

Of these five elements, the first two can be directly reversed via physical exercise. Therefore, these are two factors that should be taken into account in the rehabilitation process of shoulder impingement syndrome.

In the specific case of decrease in the subacromial space, there is yet another factor which should be considered: through the analysis of the morphology of the scapulohumeral joint in humans, three different kinds of acromia have been found: type I or flat, type II or curved and type III or hook-shaped. Seventeen percent of the subjects show a type I or flat acromion, 43% show type II or curved and 40% type III or hook-shaped. Subjects who have a hook-shaped acromion suffer rotator cuff injuries more frequently (Cavalcanti Torres et al., 2007), and this clearly hinders the rehabilitation process of shoulder impingement syndrome.

In any case, despite the complexity of both the shoulder joint and shoulder impingement syndrome itself, there are numerous studies in the scholarly literature which have analyzed the efficacy of the different kinds of treatment used on this injury, and in fact physical exercise has been shown to be an effective therapy (Zhou, 2014). Nonetheless, it is essential to establish more specific points of action when prescribing treatments so that protocols adapted to the characteristics of the subject and their injury can be established.

congost subacromial ha estat objecte d'estudi per part d'equips d'investigació. D'aquesta manera, existeixen en la literatura científica nombroses publicacions que recullen aspectes relatius a la seva epidemiologia, etiologia, diagnosi i tractament. En aquest sentit, és important tenir present que els principals motius pels quals es produeix aquesta lesió són les següents (Maquirriain et al., 2006):

- disminució de l'espai subacromial;
- absència d'estabilitat de l'articulació;
- esclerosi subcondral;
- canvis quístmics;
- presència de osteòfits.

D'aquests cinc elements, els dos primers es poden revertir de forma directa a través de l'exercici físic. Per tant, ens trobem davant de dos aspectes que s'han de tenir molt en compte en el procés de rehabilitació de la síndrome subacromial.

En el cas concret de la disminució de l'espai subacromial, apareix a més un altre factor addicional que s'ha de considerar: A través d'anàlisi en éssers humans de la morfologia de l'articulació escapulohumeral, s'ha constatat l'existència de 3 tipus diferents d'acromi: tipus I o pla, tipus II o corba i de tipus III o ganxo. El 17% dels subjectes presenten un acromi tipus I o pla, el 43% de tipus II o corba, i el 40% de tipus III o ganxo. Aquells subjectes que posseeixen un acromi en forma de ganxo pateixen amb més freqüència lesions en el manegot dels rotatoris (Cavalcanti Torres et al., 2007). I, sense cap dubte, aquesta circumstància dificulta el procés de rehabilitació de la síndrome subacromial.

En qualsevol cas, i malgrat la complexitat tant de l'articulació de l'espatlla com de la pròpia síndrome subacromial, hi ha nombrosos estudis en la literatura científica que han analitzat l'eficàcia dels diferents tipus de tractament emprats en aquesta lesió, i la realitat és que l'exercici físic s'ha mostrat com una teràpia eficaç (Zhou, 2014). Així i tot, cal establir pautes més concretes d'actuació a l'hora de prescriure tractaments de manera que es puguin establir protocols adaptats a les característiques del subjecte i de la pròpia lesió.

Objective

The objective of this study was to verify the efficacy of a physical exercise program in treating adolescent tennis players diagnosed with subacromial pain syndrome.

Method and Materials

Subjects

32 amateur tennis players diagnosed by medical staff with shoulder impingement syndrome ($n = 32$, 21 males and 11 females) between the ages of 12 and 18 (mean age: 15.1 ± 2.17 ; height: 172.9 ± 6.45 ; weight: 53.11 ± 9.29 ; BMI: 17.69 ± 2.01) were chosen to participate in this study. The subjects chosen trained at least three times per week with a volume of no lower than 6 hours of practice per week. Of the 32 participants, 29 were right-handed and 3 were left-handed. Only two of them did a one-handed backhand. The tennis players who participated in this research project held the corresponding federation license issued by the Madrid Tennis Federation, and they all participated regularly in regional competitions. In order to be included in this study, they had to also meet the following requirements:

1. A positive result on at least one of the two following tests that functionally assess the shoulder:

- Painful arc maneuver: Used to assess subacromial compromise.
- Jobe test: Used to verify the existence of tendinitis in the supraspinatus tendon.

2. Mention pain in the dominant shoulder during or after practice in tennis training sessions or participation in competitions.

IT and Statistical Resources

Data for this study were collected via an Excel spreadsheet, version 2011 (14.1.0.100825). Later, the databank created in Microsoft Excel was converted to a databank in SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) in order to calculate the values of the descriptive statistics, which are expressed as follows: mean \pm standard deviation. To do so, SPSS version 24.0 was used. Likewise, the formula used to calculate

Objectiu

L'objectiu d'aquest estudi va ser verificar l'eficàcia d'un programa d'exercici físic en el tractament de tennistes adolescents diagnosticats amb la síndrome del congost subacromial.

Mètode i materials

Subjectes

32 tennistes *amateurs* diagnosticats per personal mèdic amb la síndrome subacromial ($n = 32$, 21 homes i 11 dones) amb edats compreses entre els 12 i 18 anys (edat mitjana: $15.1 \pm 2,17$; alçada: 172.9 ± 6.45 ; pes: 53.11 ± 9.29 ; IMC: 17.69 ± 2.01) van ser seleccionats per participar en aquest estudi. Els subjectes triats realitzaven un mínim de 3 sessions setmanals d'entrenament, amb un volum de treball no inferior a les 6 hores de pràctica setmanal. Dels 32 participants, 29 eren dretans i 3 esquerrans. Només dos d'ells executaven el revés a una mà. Els tennistes que van participar en aquest projecte de recerca disposaven de la corresponent llicència federativa expedida per la Federació Madrilenya de Tennis, i tots ells participaven habitualment en competicions d'àmbit regional. Per ser inclosos en el present estudi, havien de complir a més els dos següents requisits:

1. Haver obtingut resultat positiu en almenys una de dues les següents proves de valoració funcional de l'espatlla:

- Maniobra de l'arc dolorós: emprada per valorar el compromís subacromial.
- Maniobra de Jobe: emprada per verificar l'existència de tendinitis en el tendó supraespinós.

2. Referir dolor en l'espatlla dominant durant o després de la pràctica de les sessions d'entrenament de tennis o de la participació en competicions.

Recursos informàtics i estadístics

La recollida de les dades per aquesta recerca es va efectuar a través del full de càlcul Excel, versió 2011 (14.1.0.100825). Posteriorment, es va procedir a la conversió del banc de dades creat a Microsoft Excel a un banc de dades SPSS (Statistical Package for the Social Sciences), per al càlcul dels valors d'estadística descriptiva, que s'expressen de la següent manera: mitjana \pm desviació estàndard. Per a això, es va fer ús de la versió 24.0 del programa SPSS. Per la seva banda,

the BMI (body mass index) was: $BMI = \text{weight (kg)} / \text{height (m)}^2$.

Material Resources

The intervention project was carried out in a multi-purpose room equipped with Lifefitness® machines. The following fitness accessories from the Sveltus® brand were also used: inflatable semi-spheres, gym balls, balance boards, elastic bands, abdominal rollers and medicine balls. Furthermore, both the height and the weight of the tennis players who participated in this study were measured using a Seca®, model 284 measuring station.

Experimental Design

When developing the intervention program used to treat shoulder impingement syndrome in this study, the following factors were borne in mind:

1. Increase in the subacromial space: As mentioned above, one of the reasons behind subacromial pain syndrome is a decrease in the subacromial space. Therefore, to combat this problem, the first premise borne in mind was to strengthen the muscles that increase the subacromial space and to make the muscles that decrease it more flexible. Therefore, we started with a biometric analysis of the scapulohumeral joint (*Table 1*) in order to establish which muscles needed to be strengthened and which needed to gain greater flexibility.

Through this analysis, the strength work on the scapular musculature was primarily focused on toning the extensor and external rotator muscles of the scapulohumeral joint. Internal rotation and adduction movements were done in moderation, while the emphasis was on gaining greater flexibility in the flexor and abductor muscles in this joint.

2. Improvement in scapulohumeral flexibility. Exercises with a component of strength and proprioception were developed. When conducting these activities, equipment like gym balls, inflatable semi-spheres, medicine balls, abdominal rollers and balance boards was used. The goal was to affect both the intrinsic dynamic stabilizers (rotator cuffs) and the extrinsic dynamic stabilizers (serratus anterior,

la fórmula utilitzada per al càlcul de l'IMC (índex de massa corporal) va ser la següent: $IMC = \text{pes (kg)} / \text{alçada (m)}^2$.

Recursos materials

El projecte d'intervenció es va dur a terme en una sala multitreball equipada amb màquines Lifefitness®. Es va fer ús a més dels següents accessoris de fitness de marca Sveltus®: semiesferes inflables, *gym balls*, taules d'equilibri, bandes elàstiques, rodes abdominals o *abdominal rollers* i pilotes medicinals. Així mateix, el mesurament tant del pes com de l'alçada dels tennistes participants en l'estudi es va efectuar amb una estació de mesurament Seca®, model 284.

Disseny experimental

En l'elaboració del programa d'intervenció emprat en el present estudi per al tractament de la síndrome subacromial, s'han tingut en compte els factors següents:

1. Increment de l'espai subacromial: tal com s'ha comentat prèviament, un dels motius que ocasionen la síndrome del congost subacromial és la disminució de l'espai subacromial. Per tant, per combatre aquesta alteració, la primera premissa que es va tenir en compte va ser l'enfortiment dels músculs que incrementen l'espai subacromial, i la flexibilització d'aquells músculs que el disminueixen; es va partir d'una anàlisi biomecànica de l'articulació escapulohumeral (*taula 1*), de manera que es van poder establir els músculs que s'havien d'enfortir i els que s'havien de flexibilitzar.

En virtut d'aquesta anàlisi, el treball de força de la musculatura escapular es va centrar preferentment en la tonificació de la musculatura extensora i rotadora externa de l'articulació escapulohumeral. Els moviments de rotació interna i adducció es van realitzar amb moderació. I per contra, es va incidir en la flexibilització dels músculs flexors i abductors de l'esmentada articulació.

2. Millora de l'estabilitat escapulohumeral. Es van realitzar exercicis amb un component de força i propriocepció. Durant el desenvolupament d'aquestes activitats, es va fer ús d'elements com el *gym ball*, semiesferes inflables, pilotes medicinals, rodes abdominals i taules d'equilibri. Es va tractar d'incidir tant en els estabilitzadors dinàmics intrínsecs (manegot dels rotatoris), com en

Action Acció	Muscles involved Músculs implicats	Muscles that decrease the subacromial space Músculs que disminueixen l'espai subacromial	Muscles that increase the subacromial space Músculs que augmenten l'espai subacromial
Flexion	Anterior deltoids, coracobrachialis, brachial biceps, and major pectoral	Anterior deltoids, coracobrachialis, brachial biceps, and major pectoral	
Flexió	Deltoides anterior, coracobraquial, bíceps braquial i pectoral major	Deltoides anterior, coracobraquial, bíceps braquial i pectoral major	
Extension	Posterior deltoids, Latissimus dorsi, teres major, and brachial triceps		Posterior deltoids, Latissimus dorsi and teres major
Extensió	Deltoides posterior, dorsal ample, rodó major i tríceps braquial		Deltoides posterior, dorsal ample i rodó major
Abduction	Anterior deltoids, middle deltoids, and supraspinatus	Anterior deltoids, middle deltoids, and supraspinatus	
Abducció	Deltoides anterior, deltoïdes mitjà i suprespinós	Deltoides anterior, deltoïdes mitjà i suprespinós	
Adduction	Pectoral major, subscapular, Latissimus dorsi, and teres major	Pectoral major	Subscapular, Latissimus dorsi, and teres major
Aducció	Pectoral major, subescapular, dorsal ample i rodó major	Pectoral major	Subescapular, dorsal ample i rodó major
External rotation	Infraspinatus, teres minor, and posterior deltoids		Infraspinatus, teres minor, and posterior deltoids
Rotació externa	Infraespinós, rodó menor i deltoïdes posterior		Infraespinós, rodó menor i deltoïdes posterior
Internal rotation	Pectoral major, subscapular, teres major, and Latissimus dorsi	Pectoral major	Subscapular, teres major and Latissimus dorsi
Rotació interna	Pectoral major, subescapular, rodó major i dorsal ample	Pectoral major	Subescapular, rodó major i dorsal ample

Table 1. Biomechanics of the scapulohumeral joint

trapezius, rhomboids and levator scapulae). The variability and progressiveness of the work stimulus was achieved by modifying the external and internal afferences.

3. Performance of work adapted to the injury throughout the entire treatment process. Given that the adaptations achieved through training are reversible, during the necessary resting periods of the scapulohumeral joint the goal was to continue both the physical conditioning and coordination training to the extent possible. To achieve this goal, adapted physical exercise was used. The goal in doing so was to avoid the loss of the adaptations (technical, tactical, physical and psychological) achieved in the training process, to improve the effectiveness of the treatment, and to foster a quick return to sports practice.

Taula 1. Biomecànica de l'articulació escapulohumeral

els estabilitzadors dinàmics extrínsecs (serrat anterior, trapezi, romboïdes i angular de l'omòplat). La variabilitat i progressivitat de l'estímul de treball es va aconseguir a través de la modificació de les aferències externes i internes.

3. Realització de treball adaptat a la lesió durant tot el procés de tractament. Atès que les adaptacions assolides a través de l'entrenament són reversibles, durant els períodes de necessari repòs de l'articulació escapulohumeral es va continuar, tant com es va poder, amb el treball de condició física i amb l'entrenament a nivell coordinatiu. Per aconseguir aquest objectiu, es va fer ús d'exercici físic adaptat, atès que es buscava evitar la pèrdua de les adaptacions (tècniques, tàctiques, físiques i psicològiques) aconseguïdes en el procés d'entrenament, millorar l'eficàcia del tractament i afavorir la ràpida tornada a la pràctica esportiva.

4. Application of a progressive exercise program divided into three phases: the design of the intervention sought to adapt to the different stages in the evolution of the treatment of the injury. While applying the treatment, the next phase was only reached after the objectives of the previous phase were achieved and the subject mentioned no pain.

Work done in each of the 3 phases:

Phase I. Recovery	
Objectives	Soothe pain, lower inflammation and allow for scarring Avoid the loss of flexibility in the scapulohumeral joint
Actions and Activities	Local cold application Execution of pendular exercises: on two feet, with the trunk leaning forward, holding a 2-3 kg dumbbell for one minute, the subject makes circular movements left to right and right to left, gradually increasing the breadth of the circles Gaining greater flexibility in the muscles that decrease the subacromial space by using passive stretching: 3x20 s/20 s Doing work adapted to their physical condition, agility and coordination while avoiding the use of the dominant shoulder

Table 2. Phase 1 of the intervention project

4. Aplicació d'un programa d'exercici progressiu dividit en tres fases: el dissenyat d'intervenció emprat pretenia adaptar-se als diferents estadis d'evolució en el tractament de la lesió. Durant l'aplicació del tractament, només s'accedia a la fase següent un cop s'havien aconseguit els objectius de la fase prèvia i el subjecte no referia dolor.

Treball realitzat en cadascuna de les 3 fases:

Fase I. Recuperacions	
Objectius	Calmar el dolor, reduir la inflamació i permetre la cicatrització Evitar la pèrdua de flexibilitat en l'articulació escapulohumeral
Actuacions i activitats	Aplicació de fred local Execució d'exercicis pendulars: en bipedestació, amb el tronc inclinat cap a endavant i subjectant una manuela de 2 a 3 kg i durant un minut, l'executant efectua moviments circulars d'esquerra a dreta i de dreta a esquerra, incrementant de forma progressiva l'amplitud d'aquests Flexibilització dels músculs que disminueixen l'espai subacromial emprant estiraments passius: 3x20 s/20 s Realització del treball adaptat de condició física, agilitat i coordinació, evitant la intervenció de l'espatlla dominant

Taula 2. Fase 1 del projecte d'intervenció

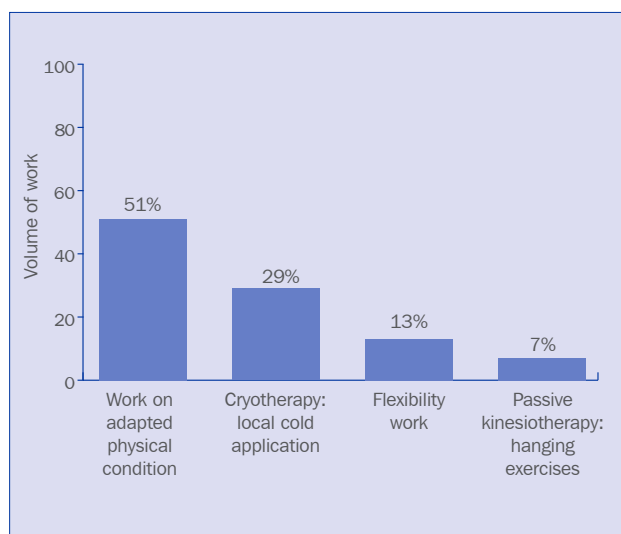


Figure 1. Distribution of contents in phase 1 of the intervention project

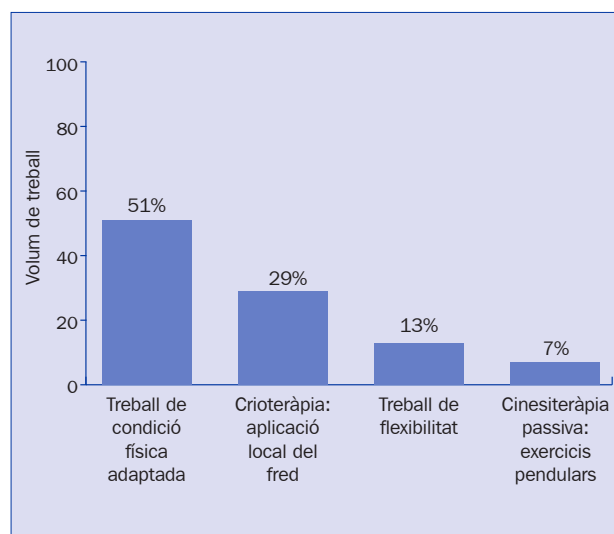


Figura 1. Distribució de continguts en la fase 1 del projecte d'intervenció

Phase 2. Re-adaptation	
Objectives	Increase the subacromial space Improve the stability of the scapulohumeral joint Avoid the loss of the adaptations achieved through physical condition and technical training
Strength training	Toning the extensor and external rotator muscles in the scapulohumeral joint: 5 x 12/2 min (62% 1RM) Toning the adductor and internal rotator muscles in the scapulohumeral joint: 3 x 12/2 min (62% 1RM) Continuing the planned strength work in the remaining muscle groups (according to the training plan established for each athlete)
Flexibility training	Gaining greater flexibility in the muscles that decrease the subacromial space by using passive stretching: 3x30 s/20 s Continuing the planned flexibility work in the remaining muscle groups (according to the training plan established for each athlete)
Speed and endurance training	Continuing the planned speed and endurance work in the remaining muscle groups (according to the training plan established for each athlete) to avoid performing overhead sports
Stability and proprioception exercises	Static balance: in a prone position with the body extended and the arms perpendicular to the body, the subject's hands hold the gym ball: 3 series of 20 s Dynamic balance: starting from the same posture as before, the hands hold the balance board firmly along its edges. The subject swivels left to right and forward to backward: 3 series of 20 s
Technical-tactical training	Execution of the following strokes: right, backhand and volley.

Table 3. Phase 2 of the intervention project

Fase 2. Readaptació	
Objectius	Incrementar l'espai subacromial Millorar l'estabilitat de l'articulació escapulohumeral Evitar la pèrdua de les adaptacions assolides a través de l'entrenament de la condició física i de la tècnica
Entrenament de força	Tonificació dels músculs extensors i rotatoris externs de l'articulació escapulohumeral: 5x12/2 min (62% 1RM) Tonificació dels músculs adductors i rotatoris interns de l'articulació escapulohumeral: 3x12/2 min (62% 1RM) Es va continuar amb el treball de força previst en la resta de grups musculars (d'acord amb la planificació de l'entrenament establerta per a cada esportista)
Entrenament de flexibilitat	Flexibilització dels músculs que disminueixen l'espai subacromial mitjançant la realització d'estiraments passius: 3x30 s/ 20 s Es va continuar amb el treball de flexibilitat previst en la resta de grups musculars (d'acord amb la planificació de l'entrenament establerta per a cada esportista)
Entrenament de velocitat i resistència	Es va continuar amb el treball de velocitat i resistència previst (d'acord amb la planificació de l'entrenament establerta per a cada esportista) però evitant la realització de <i>overhead sports</i>
Exercicis d'estabilitat i propiocepció	Equilibri estàtic: en posició decúbit, amb el cos estès i els braços perpendiculars al cos, les mans de l'executant subjecten el <i>gym ball</i> : 3 sèries de 20 s Equilibri dinàmic: partint de la posició anterior, les mans subjecten la taula d'equilibri fermament per les seves vores. L'executant realitza oscil·lacions d'esquerra a dreta i d'endavant cap a enrere: 3 sèries de 20 s
Entrenament tècnic-tàctic	Execució dels cops següents: dreta revés i volea

Taula 3. Fase 2 del projecte d'intervenció

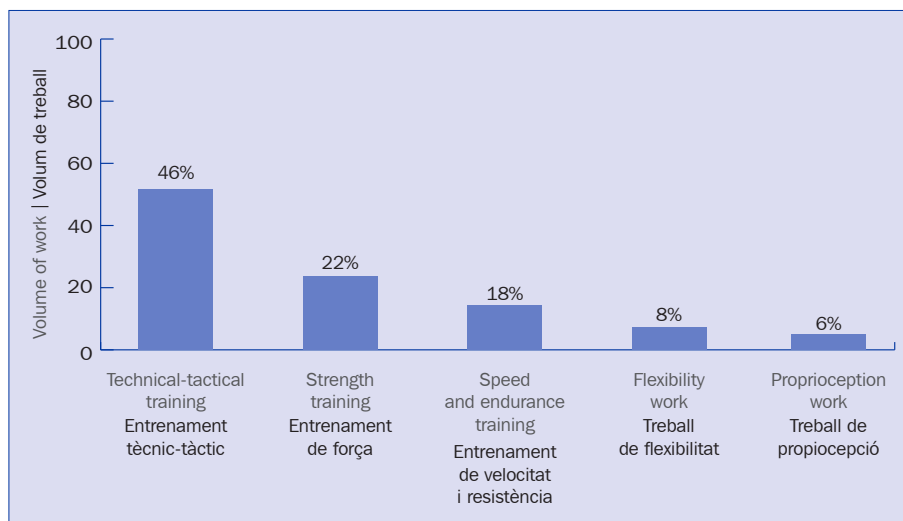


Figure 2. Distribution of contents in phase 2 of the intervention project

Figura 2. Distribució de continguts en la fase 2 del projecte d'intervenció

Phase 3. Re-training	
Objectives	To gradually return to sports practice, holding technical-tactical training sessions as usual and participating in sports competitions.
Strength training	<p>Toning the extensor and external rotator muscles in the scapulohumeral joint: 2x12/2 min (62% 1RM), 2x10/2 min (67% 1RM), 2x8/2 min (72% 1RM)</p> <p>Toning the adductor and internal rotator muscles in the scapulohumeral joint: 1x12/2 min (62 1RM), 1x10/2 min (67% 1RM), 1x8/2 min (72% 1RM).</p> <p>Continuing the planned strength work in the remaining muscle groups (according to the training plan established for each athlete)</p>
Flexibility training	<p>Gaining greater flexibility in the muscles that decrease the subacromial space and the internal rotators of the shoulder by stretching, using the FNP method. Three series are done as follows: 1) An initial stretch of 15 s. 2) A 6 s isometric contraction of the antagonist muscles. 3) Relax the muscles for 3 seconds. 4) Start 15 s passive stretch again. The rest between the series is 30 s.</p> <p>Continuing the planned flexibility work in the remaining muscle groups (according to the training plan established for each athlete)</p>
Speed and endurance retraining	Continue the planned work as usual.
Stability and proprioception exercises	<p>In a prone position with the body extended and the arms perpendicular to the body, the legs of the subject are on top of a gym ball and each of their hands holds a medicine ball: 5 series of 20 s with 1 min rest between series.</p> <p>On all fours, the feet and knees of the subject are on a mat and their hands are holding an abdominal roller. With their eyes closed, the subject makes movements forward first then backwards through flexion and extension of the shoulder joint: 5 x 12/2 min.</p>
Technical-tactical training	Execution of all the strokes, gradually introducing serves and volleys

Table 4. Phase 3 of the intervention project

Fase 3. Reentrenament	
Objectius	Retornar a pràctica esportiva de forma progressiva, realitzant les sessions d'entrenament tecnicotàctic amb normalitat, i participant en competicions esportives
Entrenament de força	<p>Tonificació dels músculs extensors i rotatoris externs de l'articulació escapulohumeral: 2x12/2 min (62% 1RM), 2x10/2 min (67% 1RM), 2x8/2 min (72% 1RM)</p> <p>Tonificació dels músculs adductors i rotatoris interns de l'articulació escapulohumeral: 1x12/2 min (62 1RM), 1x10/2 min (67% 1RM), 1x8/2 min (72% 1RM).</p> <p>Es va continuar amb el treball de força previst en la resta de grups musculars (d'acord amb la planificació de l'entrenament establerta per a cada esportista)</p>
Entrenament de flexibilitat	<p>Flexibilització dels músculs que disminueixen l'espai subacromial i dels rotatoris interns de l'espatlla mitjançant la realització d'estiraments, emprant el mètode FNP. Es van efectuar 3 sèries de la següent manera: 1º Assumir un estirament inicial de 15 s. 2º Efectuar una contracció isomètrica dels músculs antagonistes de 6 s. 3º Relaxar la musculatura durant 3 segons. 4º Assumir un nou estirament passiu de 15 s. El descans entre sèries va ser de 30 s.</p> <p>Es va continuar amb el treball de flexibilitat previst en la resta de grups musculars (d'acord amb la planificació de l'entrenament establerta per a cada esportista)</p>
Entrenament de velocitat i resistència	Execució del treball planificat amb normalitat
Exercicis d'estabilitat i propiocepció	<p>En posició decúbit, amb el cos estès, i els braços perpendiculars al cos, les cames del subjecte es troben sobre una gym ball i cadascuna de les seves mans es recolzen en una pilota medicinal: 5 sèries de 20 s amb 1 min de descans entre sèries.</p> <p>En posició de quadrúpede, els peus i els genolls de l'executant se situen sobre una màrfega, i les seves mans subjecten una roda abdominal. L'executant, amb els ulls tancats, realitza moviments cap a endavant primer i cap a enrere després, mitjançant la flexo-extensió de l'articulació de l'espatlla: 5 x12/2 min</p>
Entrenament tècnic-tàctic	Execució de tots els cops, introduint el servei i la rematada de forma progressiva

Taula 4. Fase 3 del projecte d'intervenció

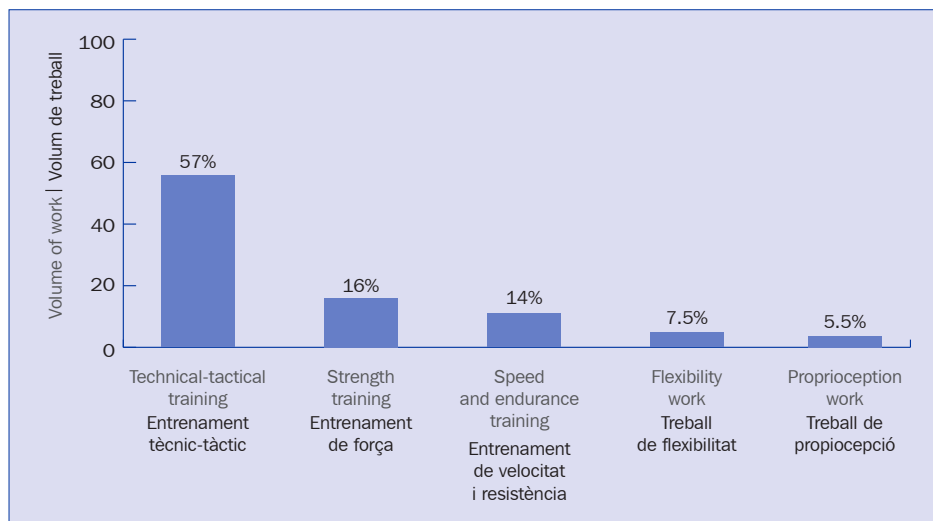


Figure 3.
Distribution of contents in phase 3 of the intervention project

Figura 3.
Distribució de continguts en la fase 3 del projecte d'intervenció

Results

Twenty-nine of the 32 subjects involved in the exercise program to treat subacromial syndrome (90.6%) successfully rejoined training, thus resuming sports competitions within 35 days. Furthermore, they were able to serve and volley with the absence of pain in their dominant shoulder. After joining the sports practice, the 29 subjects who were asymptomatic were once again administered the painful arc maneuver and the Jobe test, all yielding negative results. The mean recovery time was 19 days (± 4.17). Thirty-five days after the start of treatment, three of the subjects participating in the study (9.4%) still experienced occasional discomfort after practicing their serve, so they were referred to medical services.

Resultats

29 dels 32 subjectes sotmesos al programa d'exercici per al tractament de la síndrome subacromial (90.6%), es van incorporar amb èxit als entrenaments, representant així mateix les competicions esportives en un període inferior a 35 dies. A més, van poder executar el servei i la rematada amb absència de dolor en la seva espatlla dominant. Abans de la incorporació a la pràctica esportiva, als 29 subjectes que es trobaven asimptomàtics se'ls va efectuar novament la "maniobra de l'arc dolorós" i la "maniobra de Jobe", obtenint tots ells resultat negatiu. El temps mitjà de recuperació va ser de 19 dies (± 4.17). Transcorreguts 35 dies des de l'inici del tractament, 3 dels subjectes participants en l'estudi (9.4%) presentaven molèsties ocasionals després de la pràctica del servei, de manera que van ser remesos als serveis mèdics.

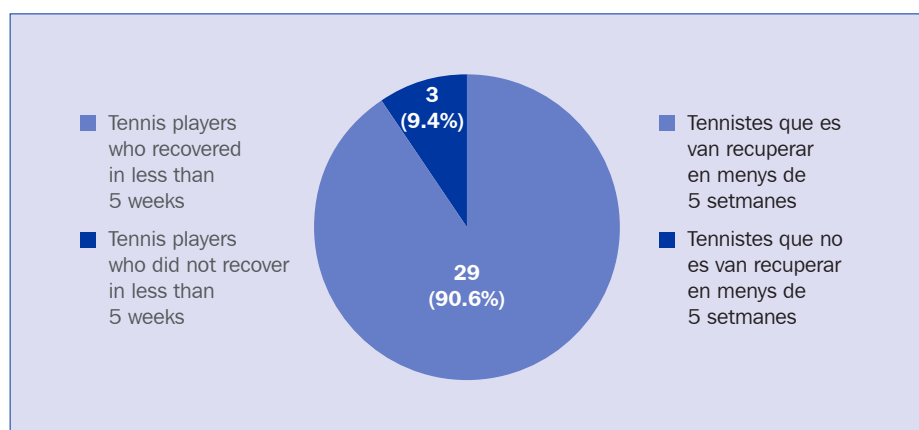


Figure 4.
Results of the intervention process

Figura 4.
Resultats del procés d'intervenció

Discussion

This study has enabled us to verify the efficacy of a physical exercise program to treat shoulder impingement syndrome in adolescent tennis players. When developing the design of the treatment, the first aspect borne in mind was the establishment of a progressive program divided into three phases, which facilitated the personalization of the treatment according to the evolution of each tennis player. Another essential point was the development of an intervention design aimed at reversing certain factors associated with the injury. In this sense, we should highlight the fact that numerous studies have revealed the existence of a clear correlation between a decrease in the subacromial space and the presence of pain in the shoulder joint (Vásconez Guarderas, 2014). This is due to the fact that the tendons in the rotator cuff (supraspinatus, infraspinatus, subscapular and teres minor) which are housed between the pineal gland near the humerus and the components of the acromial arc (acromion, coracoacromial ligament and coracoid process) are subjected to processes of friction or mechanical compression. The impingement takes place in the anteroinferior part of the acromion, and the tendon of the supraspinatus muscle is affected the most often because it is located in the upper part of the rotator cuff itself. For this reason, one of the priority objectives in the treatment was to increase the subacromial space.

However, we should be aware that there are two kinds of compression or impingement at the subacromial level: primary and secondary. In primary impingement, there is a mechanical oppression of the rotator cuff against the coracoacromial arch, and its appearance is related to factors such as age and kind of acromion. In contrast, secondary impingement stems from shoulder instability, and this instability is precisely what causes a decrease in the subacromial space or stenosis (Cruz et al., 2009). Continuous practice of the different strokes in tennis (and especially serving and volleying) generates a series of adaptations in the scapula of these athletes, which include: protection and elevation of the scapula, reduction in the movement of scapular rotation, and increase in sternoclavicular pressure (Marcondes et al., 2013). In fact, several studies have confirmed that practicing overhead sports

Discussió

La realització del present estudi ha permès verificar l'eficàcia d'un programa d'exercici físic en el tractament de la síndrome subacromial en tennistes adolescents. En l'elaboració del disseny d'intervenció, el primer aspecte que es va tenir en compte va ser l'establiment d'un programa progressiu i dividit en tres fases, que va facilitar la individualització del tractament en funció de l'evolució de cada tennista. Un altre punt essencial va ser l'elaboració d'un disseny d'intervenció dirigit a revertir determinats factors associats a la lesió. En aquest sentit, cal ressenyar que diverses recerques han posat de manifest l'existència d'una clara correlació entre la disminució de l'espai subacromial i la presència de dolor en l'articulació de l'espatlla (Vásconez Guarderas, 2014). Això es deu al fet que els tendons que componen el manegot dels rotatoris (supraespinós, infraespinós, subescapular i rodó menor), i que s'allotgen entre l'epífisis proximal de l'húmer i els components de l'arc acromial (acromi, lligament acromiocracoide i apòfisi coracoide), estan sotmesos a processos de fricció o compressió mecànica. El pinçament es produeix en la part anterior inferior de l'acromi, sent el tendó del múscul supraespinós el que es veu afectat més sovint perquè se situa en la part superior del propi manegot dels rotatoris, motiu pel qual és un dels objectius prioritaris de l'increment de l'espai subacromial.

No obstant això, hem de ser conscients que existeixen dos tipus de compressió o *impingement* a nivell subacromial: un de primari i un altre de secundari. En l'*impingement* primari es produeix una opressió mecànica del manegot dels rotatoris contra l'arc coracoacromial, i la seva aparició està relacionada amb factors com l'edat i el tipus d'acromi. En canvi, l'*impingement* secundari s'origina a causa de la inestabilitat glenohumeral, sent precisament aquesta inestabilitat la que genera una reducció de l'espai subacromial o estenosi (Cruz et al., 2009). La pràctica continuada dels diferents cops que es fan al tennis (i especialment l'execució del servei i de la rematada), genera en l'escàpula d'aquests esportistes una sèrie d'adaptacions que inclouen: la protracció i elevació de l'escàpula, la reducció del moviment de rotació escapular i l'increment de la pressió esternoclavicular (Marcondes et al., 2013). De fet, es disposa de diversos estudis que han confirmat que la pràctica d'*overhead sports* genera un desequilibri entre els músculs protectors i

generates an imbalance between the protractor and retractor muscles in the scapula, such that the protractors are more powerful than their antagonists, and this increases the risk of suffering from secondary subacromial compression (Cools, Declercq, Cagnie, Cambier, & Witvrouw, 2008; Marcondes et al., 2013). Therefore, to achieve adequate levels of shoulder stability and balance between the protector and retractor muscles in the scapula, it is essential to use static and dynamic strength and proprioception exercises, as in the design of the intervention used in this study.

Another key factor in the treatment is avoiding the interruption of the practice of physical-sport activity. For this reason, all the tennis players who participated in this study performed physical exercise adapted to their injury. This decision was taken in order to achieve the following objectives:

- To foster the athlete's hormonal response with an adequate release of the main anabolic hormones: GH (growth hormone), testosterone and insulin.
- To facilitate the scarring of the affected tissues.
- To prevent the loss of the metabolic, structural and neuromuscular adaptations achieved through the physical and technical-tactical training process, so that the tennis player could once again join the training sessions as quickly as possible and under optimal conditions.

Once the results were analyzed, we believe that the 4 factors on which the design of the intervention applied were grounded should serve as the basis of treatment for this injury. However, these guidelines may also be useful in prevention and should be borne in mind when planning physical conditioning training. For example, we could note that the increase in the subacromial space may be extremely useful *a priori* in subjects who have a Type III or "hooked" acromion.

Another lesson that can be drawn from an analysis of the results is that the use of physical exercise is an effective alternative to surgical treatment and should therefore be used prior to surgery. Nonetheless, it should be borne in mind that treatment with physical exercise can be complemented with other common physical therapy techniques; specifically, the combination of manual therapy, Kinesiotape

retractors de l'escàpula, de manera que els protractors són més potents que els seus antagonistes. I aquesta circumstància incrementa el risc de patir una compressió secundària a nivell subacromial (Cools, Declercq, Cagnie, Cambier, & Witvrouw, 2008; Marcondes et al., 2013). Per tant, per aconseguir uns nivells adequats d'estabilitat glenohumeral i d'equilibri entre protractors i retractors de l'escàpula, resulta imprescindible la utilització d'exercicis estàtics i dinàmics de força i propiocepció, tal com es va fer en el disseny d'intervenció emprat.

Un altre factor clau del tractament és evitar la interrupció de la pràctica d'activitat físicoesportiva. Per aquesta raó, tots els tennistes que van participar en l'estudi van realitzar exercici físic adaptat a la seva lesió. Aquesta decisió es va prendre amb la finalitat d'aconseguir els objectius següents:

- Afavorir la resposta hormonal de l'esportista, amb un adequat alliberament de les principals hormones anabòliques: GH (hormona del creixement), testosterona i insulina.
- Facilitar la cicatrització dels teixits afectats.
- Evitar la pèrdua de les adaptacions metabòliques, estructurals i neuromusculars aconseguides a través del procés d'entrenament físic, tècnic i tàctic, de manera que el tennista es pogués incorporar novament a les sessions d'entrenament amb la major rapidesa possible i en òptimes condicions.

Una vegada analitzats els resultats obtinguts, entenem que els 4 factors en els quals es fonamenta el disseny d'intervenció aplicat han de constituir la base del tractament d'aquesta lesió. Però a més, aquestes directrius poden ser útils a nivell preventiu, i s'haurien de tenir en compte a l'hora de planificar l'entrenament de la condició física. A manera d'exemple, podem indicar que l'increment de l'espai subacromial podria *a priori* ser de gran utilitat en aquells subjectes que posseeixen un acromi Tipus III o ganxo.

Una altra lectura que es pot extreure en funció de l'anàlisi dels resultats és que la utilització de l'exercici físic constitueix una alternativa eficaç al tractament quirúrgic, i per tant s'ha d'utilitzar abans de l'opció quirúrgica. Així i tot, s'ha de tenir en compte que el tractament amb exercici físic es pot complementar amb altres tècniques habituals en fisioteràpia. En concret, la combinació de la teràpia manual, del Kinesiotape i de l'acupuntura amb l'exercici físic podria

and acupuncture with physical exercise may increase the efficacy of the recovery process (Zhou, 2014).

In any event, despite the notable efficacy of physical exercise in treating shoulder impingement syndrome, it is essential to continue to fine-tune particular treatments which specifically adapt to the following factors:

- Age of the tennis players and level of sports practice.
- Stage of the injury, as there are 3 phases from the pathological standpoint: 1. Edema and inflammation. 2. Fibrosis and tendinosis. 3. Osteophytes and tendon rupture (Cruz, 2009).
- Presence of associated pathologies such as calcification or injuries in the labrum (Lädermann, Chagué, Kolo, & Charbonnier, 2016).

Likewise, we should not forget one essential aspect in the treatment of this injury in tennis players, namely sports technique, and specifically the execution of serves and volleys. Therefore, the proper execution of these two strokes should be monitored at all times. Other factors which also foster and/or condition a quick, effective recovery include:

- Following a rational plan which properly measures out the training stimuli and periods of rest and recovery.
- Having healthy living habits.
- Eating a healthy, balanced diet.
- Having suitable levels of physical conditioning and proprioception.
- Properly executing warm-ups and cool-downs.
- Using a racket adapted to the characteristics of the tennis player (weight, grip size, string tension).
- Providing adequate psychological preparation.

Finally, it is worth recalling that one should act cautiously when pain appears in the scapulohumeral joint and avoid practicing all the technical moves that may generate discomfort in the tennis player, since both early diagnosis and treatment of shoulder impingement syndrome may avoid aggravating the injuring and lower recovery time.

incrementar l'eficàcia del procés de recuperació (Zhou, 2014).

En qualsevol cas, i malgrat la notable eficàcia de l'exercici físic en el tractament de la síndrome subacromial, cal seguir avançant en el perfeccionament de tractaments específics que s'adeqüin de forma específica als factors següents:

- Edat dels tennistes i nivell de pràctica esportiva.
- Estadi de la lesió, doncs existeixen 3 fases des del punt de vista patològic: 1. Edema i inflamació. 2. Fibrosi i tendinosi. 3. Osteòfits i trencament tendinós (Cruz, 2009).
- Presència de patologies associades tals com calcificacions o lesions en el làbrum (Lädermann, Chagué, Kolo, & Charbonnier, 2016).

Així mateix, no hem d'oblidar un aspecte essencial en el tractament d'aquesta lesió en tennistes, com és la tècnica esportiva, i en concret, l'execució del servei i de la rematada. Per tant, la correcta execució d'aquests dos cops ha de controlar-se en tot moment. Altres factors que també afavoriran i/o condicionaran una ràpida i eficaç recuperació, són els següents:

- Seguir una planificació racional que dosi correctament els estímuls d'entrenament i els períodes de descans i recuperació.
- Tenir uns hàbits de vida saludables.
- Alimentar-se de forma sana i equilibrada.
- Disposar d'uns nivells adequats de condició física i propiocepció.
- Efectuar correctament els escalfaments i refredaments.
- Utilitzar una raqueta adaptada a les característiques del tennista (pes, grandària del puny, tensió del cordatge).
- Realitzar una adequada preparació psicològica.

Finalment, convé recordar que s'ha d'actuar amb prudència davant l'aparició de dolor en l'articulació escapulohumeral evitant la pràctica de tots aquells gestos tècnics susceptibles de generar molèsties al tennista, ja que tant un diagnòstic com un tractament precoç de la síndrome subacromial podria evitar l'agreujament de la lesió i reduir el temps de recuperació.

Conclusion

The application of a treatment based on amateur adolescent tennis players diagnosed with subacromial pain syndrome performing a progressive physical exercise program has been proven to be effective. Furthermore, it has enabled the tennis players to resume training sessions and return to sports competitions quickly. The keys to the design of the intervention are applying a progressive physical exercise program divided into three phases, increasing the subacromial space, improving the stability of the scapulohumeral joint, and performing physical exercise adapted to the pathology during treatment in order to avoid the loss of the adaptations achieved via training. However, despite the efficacy of physical exercise in the treatment of this pathology, new studies must be performed that provide further insights into the design of specific treatments adapted not only to the age of tennis players but also to their level of practice and the possible presence of associated pathologies.

Conflict of Interests

No conflict of interest was reported by the authors.

References | Referències

- Asunción Reyes López, F. A. (2012). *Evolución clínico funcional del hombro en pacientes con síndrome de pinzamiento subacromial, tratados mediante descompresión subacromial por la vía de la artroscopia, en el Centenario Hospital Miguel Hidalgo* (Tesi doctoral inèdita, Universidad Autónoma de Aguascalientes, Aguascalientes, Mèxic).
- Ben Kibler, W., & Safranb, M. (2005). Tennis injuries. *Medicine and Sports Science*, 48(5A), 120–137. doi:10.12691/ajssm-2-5A-1
- Cavalcanti Torres, A., Sá Carneiro Ribeiro, A., Augusta de Sá Xerita Maux, D., Cavalcante Gomes de Oliveira, D., de Moura Neves, G., Fernanda Almeida Salgado, R., ... Regina Arruda de Moraes, S. (2007). Morfometría del Acromion y sus Implicancias Clínicas. *International Journal of Morphology*, 25(1), 51-54.
- Cools, A. M., Declercq, G., Cagnie, B., Cambier, D., & Witvrouw, E. (2008). Internal impingement in the tennis player: rehabilitation guidelines. *British Journal of Sports Medicine*, 42(3), 165-171. doi:10.1136/bjism.2007.036830
- Cruz, F., Almazán, A., Pérez, F., Sierra, L., Villalobos, E., González Ugalde, H., & Ibarra, C. (2009). Lesiones en el hombro ocurridas durante la práctica de deportes. *Medigraphic*, 5(1), 65-78.
- García Ferrando M. & Llopis Goig R. (2011). Ideal Democrático y Bienestar. *Encuesta sobre hábitos deportivos de los españoles 2010*. [Document PDF] Madrid: CIS. CSD.
- Lädermann, A., Chagué, S., Kolo, F.C., & Charbonnier, C. (2016). Kinematics of the shoulder joint in tennis players. *Journal of Science in Medicine and Sport*, 19(1), 56-63. doi:10.1016/j.jsams.2014.11.009

Conclusió

L'aplicació d'un tractament basat en la realització d'un programa progressiu d'exercici físic en tennistes adolescents *amateur* diagnosticats amb la síndrome del congost subacromial s'ha mostrat eficaç. A més, ha permès la ràpida incorporació dels tennistes a les sessions d'entrenament i la seva tornada a les competicions esportives. Les claus del disseny d'intervenció emprat són l'aplicació d'un programa d'exercici físic progressiu dividit en tres fases: l'increment de l'espai subacromial, la millora de l'estabilitat de l'articulació escapulohumeral i la realització durant el tractament d'exercici físic adaptat a la patologia per evitar la pèrdua de les adaptacions assolides a través de l'entrenament. No obstant això, malgrat l'eficàcia de l'exercici físic en el tractament d'aquesta patologia, es necessita dur a terme noves recerques que permetin seguir avançant en el disseny de tractaments específics adaptats no solament a l'edat dels tennistes, sinó també al seu nivell de pràctica i a la possible presència de patologies associades.

Conflicte d'interessos

Els autors no han comunicat cap conflicte d'interessos.

- Macarro Moreno, J., Romero Cerezo, C., & Torres Guerrero, J. (2010). Motivos de abandono de la práctica de actividad físico-deportiva en los estudiantes de Bachillerato de la provincia de la provincia de Granada. *Revista de Educación*, 353(15), 495-519.
- Maquirriain, J., Ghisi, J. P., & Amato, S. (2006). Is tennis a predisposing factor for degenerative shoulder disease? A controlled study in former elite players. *British Journal of Sports Medicine*, 40(5), 447-450. doi:10.1136/bjism.2005.023382
- Marcondes, F. B., de Jesus, J. F., Bryk, F. F., de Vasconcelos, R.A., & Fukuda, T.Y. (2013) Posterior shoulder tightness and rotator cuff strength assessments in painful shoulders of amateur tennis players. *Brazilian Journal of Physical Therapy*, 17(2), 185-194. doi:10.1590/S1413-35552012005000079
- Marín-Gómez, M., Navarro-Collado, M. J., Peiró, S., Trenor-Gomis, C., Payá-Rubio, A., Bernal-Delgado, E., & Hernández-Royo, A. (2006). La calidad de la atención al hombro doloroso. *Audit clínico. Gaceta Sanitaria*, 20(2), 116-123. doi:10.1157/13087322
- Real Federación Española de Tenis. (2015). *Datos estadísticos de cierre de 2015*. [Document PDF] Recuperat de http://www.rfet.es/es_licencias_introduccion.html
- Reuben S. & Ingber, MD. (2000). Shoulder impingement in tennis/racquetball players treated with subscapularis myofascial treatments. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 81(5), 679-682. doi:10.1016/S0003-9993(00)90053-4
- Sansiseña, M. & Rueda, R. (juny de 2011). *Función del kinesiólogo en la prevención y el tratamiento de síntomas y lesiones de hombro*

- en tenistas*. [Document PDF]. Recuperat de http://redi.ufasta.edu.ar:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/325/2011_K_021.pdf?sequence=1
- Suárez Sanabria, N., & Osorio Patiño, A. M. (2013) Biomecánica del hombro y bases fisiológicas de los ejercicios de Codman. *Revista CES Medicina*, 27(2), 205-217.
- Subdirección General de Estadística y Estudios. Secretaría General Técnica. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (2015). *Encuesta de hábitos deportivos en España*. Recuperat de http://www.mecd.gob.es/servicios-al-ciudadano-mecd/dms/mecd/servicios-al-ciudadano-mecd/estadisticas/deporte/ehd/Encuesta_de_Habitos_Deportivos_2015.pdf
- Vásconez Guarderas, C. A. (2014). *Correlación entre dolor del síndrome de "hombro doloroso" y la distancia subacromial medida por ecografía en pacientes ambulatorios del servicio de diagnóstico por imagen de la Clínica Santa Cecilia (Riobamba) y Centro Médico Axxis (Quito) en los meses de noviembre del 2013 a marzo del 2014*. (Tesi doctoral inèdita, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito, Ecuador).
- Vilar Orellana E., & Sureda Sabaté S. (2005). *Fisioterapia del aparato locomotor*. Madrid: S.A. McGraw- Hill, Interamericana de España.
- Zhou, Y. (2014). *Fisioterapia en el Síndrome Subacromial del Hombro. Revisión Sistemática Cualitativa* (Tesi de pregrau, Universidad de Alcalá de Henares, Madrid, Espanya).