

Apophysites – Revue de la littérature et nouvelles directions

Dr med. Matthieu Sailly

Centre Médical Synergie, Lausanne, matthieusailly@yahoo.fr

Abstract

Apophysitis are part of the growth-related diseases within youth athlete population. Despite their high incidence within this growing cohort, many doubts remain. The physiopathology is still debated. Initially, the fragmentation of the ossification center was seen as the main factor of the disease. For few years, this theory has been questioned due to consistent signs of tendon suffering. Apophysitis may have some negative long-term effect on a sporting career. There is currently poor scientific evidence on the optimal management and no treatment has been widely accepted. Prevention remains the most powerful intervention in this particular pathology. Education of the athlete's sporting entourage (family, coaches and health staff) and the athlete himself is necessary to act quickly and adapt the training load to decrease mechanical stress on the suffering apophysis.

Key words: Apophysitis, growth-related pathology, tendinopathy, youth athlete, prevention

Résumé

Les apophysites font partie des pathologies dites de croissance chez le jeune sportif. Malgré leur fréquence élevée au sein de cette population grandissante, de nombreuses incertitudes demeurent. La physiopathologie n'est toujours pas admise. Initialement, la fragmentation du noyau d'ossification était incriminée. Depuis plusieurs années, la mise en évidence de la souffrance du tendon a relancé le débat. Les apophysites peuvent avoir des conséquences néfastes sur le long terme pour l'athlète. La prise en charge optimale n'est que peu étudiée et aucun traitement n'a réellement prouvé son efficacité. La prévention reste donc l'option la plus efficace. L'éducation de l'entourage proche de l'athlète (famille, entraîneurs et personnels soignants) et du sportif lui-même est primordiale. Elle permet d'agir rapidement et de modifier les contraintes physiques sur l'apophyse en souffrance permettant une pratique régulière du sport.

Mots clés: Pathologie croissance, tendinopathie, jeune sportif, prévention

Introduction

La participation aux sports se fait de plus en plus tôt chez les jeunes. Des compétitions ciblées sur les jeunes catégories d'âge se développent et des compétitions mondiales (Jeux Olympiques Jeunes et Championnats internationaux) font maintenant partie du paysage évènementiel sportif [1].

Cette évolution conduit les jeunes sportifs à être soumis très tôt à des programmes d'entraînement organisés où le résultat prend souvent le pas sur le développement athlétique du jeune en devenir. Cette spécialisation précoce du jeune athlète est souvent décrite comme source de risques [28].

Le jeune sportif présente des spécificités notables par rapport à un sportif adulte. Son immaturité hormonale, squelettique, psychologique engendre des pathologies particulières [1].

Du point de vue squelettique, l'immaturité se traduit par la présence de cartilage de croissance présent au niveau des os longs (physe) ou aux sites d'insertion tendineuse (apophyse).

Les lésions apophysaires peuvent être divisées en 2 sous-groupes distincts: macro-traumatiques et micro-traumatiques. Les lésions macro-traumatiques entraînent une avulsion du noyau d'ossification. Elles sont souvent la conséquence d'une contraction musculaire violente [2]. La force de traction du tendon excédant la résistance du tissu cartilagineux, un arrachement se produit. Classiquement, les sites les plus fréquemment touchés sont l'épine iliaque antéro-inférieure, la tubérosité ischiatique et la tubérosité tibiale. Selon l'importance du déplacement de l'avulsion, le traitement chirurgical peut être nécessaire [3].

Le tableau micro-traumatique soulève plus de questions tant sur sa physiopathologie que sur sa prise en charge.

L'apophyse

L'apophyse représente la proéminence osseuse au site d'insertion du tendon. Le développement et la maturation de cette structure suivent un calendrier assez bien connu. Chaque apophyse mature à des périodes différentes selon les sites anatomiques. Des différences interindividuelles existent en fonction du sexe, des contraintes mécaniques appliquées et de la maturation osseuse générale de l'athlète. Des apophyses seront donc vulnérables à certaines périodes de la croissance osseuse selon les sports pratiqués (*tableau 1*). La maturation

Tableau 1: Age de survenue des principales apophysites (Age pour les athlètes de sexe masculin).

Apophysite	Age de survenue
Acromion	14–17 ans
Crête iliaque	15–18 ans
Petit trochanter	10–14 ans
Tubérosité ischiatique	14–19 ans
Epine iliaque antéro-inférieure	12–14 ans
Symphise pubienne	16–21 ans
Tubérosité tibiale	11–15 ans
Tubérosité post calcanéum	7–12 ans
Base 5 ^{ème} métatarsien	8–13 ans
Pointe patella	9–14 ans
Epicondyle médial	13–17 ans

apophysaire suit classiquement 3 stades de développement [4]. Le premier est le *stade cartilagineux*, le tendon s'insère sur une zone de cartilage de croissance. Progressivement, le développement d'ilots osseux au sein de ce cartilage de croissance va marquer la 2^{ème} étape de la maturation: *l'ossification enchondrale*. Finalement l'apophyse deviendra mature une fois *l'ossification complète* [15].

La plupart des lésions des apophyses, qu'elles soient micro ou macro-traumatiques, intervient pendant la phase d'ossification enchondrale [5].

Physiopathologie: des doutes sur les théories existantes

a. Forces de traction

Les anglo-saxons utilisent volontiers le terme de «*traction-apophysitis*», statuant que les forces de traction sur une insertion immature vont engendrer les symptômes douloureux localement. Le parallèle avec les lésions macro-traumatiques est alors facilement réalisé: les forces de traction seraient à la fois responsables des évènements micro et macro-traumatiques. Pour rappel, la maladie d'Osgood-Schlatter, probablement la plus connue et commune de toutes, a été initialement décrite par Osgood [6] puis Schlatter en 1903, tous deux chirurgiens orthopédiques, sur des cas d'avulsion. Or la maladie éponyme d'Osgood-Schlatter fait référence aujourd'hui à la forme micro-traumatique de la souffrance de l'apophyse de la tubérosité tibiale antérieure.

Les tractions locales répétées du tendon seraient ainsi le stress causal des pathologies, pourtant la littérature peine à trouver un lien entre les formes micro et macro-traumatiques. En d'autres termes, un athlète souffrant d'une forme micro-traumatique ne semble pas plus à risque de développer une avulsion sur une contraction violente qu'un sportif asymptomatique.

La conséquence des contraintes sur l'apophyse immature serait la fragmentation, la fracture voire la nécrose du noyau d'ossification [7,8,9]

Toutefois, plusieurs auteurs ont réfuté cette explication [10,11,12]. Des études ont en effet montré que la fragmentation du noyau d'ossification était retrouvée dans des groupes asymptomatiques. La fragmentation ne serait qu'une étape du développement normal du noyau et non un signe pathologique. Un intérêt croissant s'est alors porté sur les tissus mous (bourse et tendon) pour expliquer l'origine des douleurs dans les apophysites [11].

b. Mode de survenue

Le mode de survenue d'une apophysite est le plus souvent chronique avec un développement insidieux. Les douleurs d'abord présentes lors des activités physiques intenses progressent sur des activités de faibles intensités pour devenir gênantes dans la vie courante. Dans d'autres cas, le patient décrit clairement un début subaigu suite à un traumatisme direct: chute sur les genoux pour la tubérosité tibiale, chute d'une hauteur pour la tubérosité postérieure calcanéenne. Dans ce mode de survenue, la force de compression semble prédominante et apporte un peu plus de confusion dans l'analyse du stress inaugural.

Une étude récente sur la maladie de Sever a montré une augmentation de la pression talonnière du côté symptoma-

tique, posant la question d'un stress en compression plus qu'en traction [14].

c. L'anatomie de l'insertion tendineuse

Des études cadavériques et radiologiques ont montré que l'insertion tendineuse sur l'os était complexe et encore mal connue [16]. L'enthèse est décrite par Benjamin comme un organe comprenant un fibrocartilage qui marque la jonction progressive entre l'os et le tendon et une bourse séreuse souvent proche de l'insertion. Cette structure serait utile pour dissiper les forces de traction et de compression locales. Dans de nombreux cas, des fibres tendineuses passent en pont l'apophyse et l'enthèse et s'insèrent plus distalement sur l'os, rendant plus difficile l'analyse biomécanique des forces appliquées sur l'apophyse [15,21].

En conclusion comme pour la tendinopathie [36], l'apophysite n'est peut-être pas uniquement déclenchée par les forces de traction, les compressions locales pouvant jouer un rôle non négligeable.

d. Inflammation

La terminologie «apophysite» est-elle adéquate puisqu'elle sous-tend un phénomène inflammatoire? Dans un passé récent, le terme «tendinite» était employé avant de graduellement être remplacée par celui de «tendinopathie», l'hypothèse inflammatoire ayant été remise en cause pour un modèle dégénératif [17].

D'un point de vue clinique, la présentation est tout à fait concordante avec un phénomène inflammatoire: la douleur est souvent bien localisée et un oedème local est parfois retrouvé. De même, pour les apophyses proches de la surface cutanée, une augmentation de chaleur locale est possible.

D'un point de vue radiologique, l'échographie [5,19] et l'IRM [18,22] montrent aussi des signes inflammatoires locaux sur les tissus mous (tendon, bourse) et le cartilage de croissance. Les études histologiques manquent pour confirmer un réel phénomène inflammatoire local mettant en jeu les différents acteurs cellulaires et biochimiques.

e. La source de la douleur

Comme décrit précédemment, la fragmentation du noyau d'ossification a longtemps été perçue comme la source de douleur, hors quelques études récentes ont montré que la douleur dans la pathologie d'Osgood Schlatter était corrélée à l'activité doppler au sein du tendon patellaire et au stade de maturation (*image 1*) [5]. L'origine des symptômes douloureux serait probablement double avec à la fois un stress du cartilage de croissance lors de l'ossification enchondrale et la souffrance du tendon. Cette nouvelle donnée pourrait changer la compréhension de la pathologie et sa prise en charge.

f. Chronicité

Les études sur les apophyses et en particulier la tubérosité tibiale rapportent des douleurs chroniques après maturation complète dans 7 à 12% des cas entraînant soit l'arrêt de l'activité sportive soit une prise en charge chirurgicale [11].

La chronicisation des symptômes résulterait de la non-union du noyau d'ossification qui entraîne un défaut osseux intra-tendineux. Ces séquelles sont courantes au niveau de la pointe de la patella, l'apophyse pubienne et la tubérosité ti-

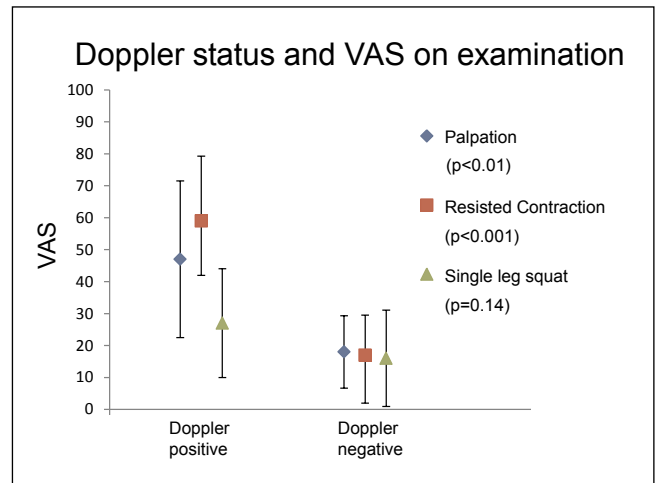


Image 1: Douleur rapportée par Echelle Visuelle Analogique (VAS) par des patients souffrant de la maladie d'Osgood-Schlatter lors des examens cliniques suivants: palpation, contraction contrariée et test fonctionnel en fonction de l'activité Doppler intra-tendineuse (tirée de [5]).

biale. Cet état provoque un risque majoré de développer des tendinopathies d'insertion à l'âge adulte (*image 2 et 3*). Des études sont en cours, utilisant les dernières techniques d'évaluation du tissu tendineux (*Ultrasound Tissue Characterisation, UTC*) [20]. L'objectif est d'évaluer les changements probablement définitifs du tendon suite aux apophysites, pouvant aussi expliquer la vulnérabilité future du tendon et le risque de décompensation en tendinopathie à l'âge adulte.

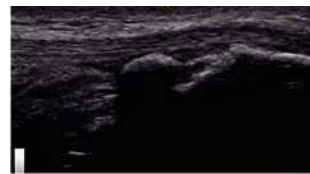


Image 2: Echographie en coupe longitudinale du tendon patellaire au niveau de la tubérosité tibiale. Basketteur adulte ayant souffert d'une tendinopathie patellaire d'insertion distale. Non-union du noyau d'ossification avec migration au versant profond du tendon patellaire.

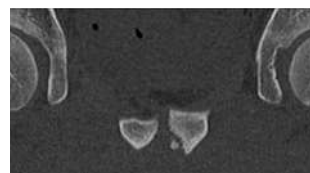


Image 3: TDM du pelvis coupe coronale. Footballeur adulte souffrant d'une pubalgie gauche. Non-union du noyau d'ossification de la symphyse pubienne (insertion de l'adductor longus).

La prise en charge des apophysites: plus de questions que de réponses

a. revue de la littérature

La littérature sur la prise en charge des apophysites est pauvre en quantité comme en qualité. Peu d'études de hautes valeurs scientifiques existent sur le sujet. Des études de cas sont souvent les seules informations scientifiques disponibles. Il existe peu d'études avec groupe contrôle capables d'apporter des données solides pour le praticien [23].

b. moyens thérapeutiques

Plusieurs stratégies thérapeutiques s'affrontent et se contredisent. La plupart du temps, l'abstention est pratiquée avec une mise au repos total du jeune athlète pour une durée indéfinie et inconnue par le thérapeute et l'athlète. Les douleurs guident ensuite la reprise du sport. Cette période est source de frustration pour le patient qui n'a pas de pronostic clair sur sa pathologie et se désengage souvent du projet de soins mis en place. De la physiothérapie peut être proposée dans un but antalgique et d'étirement musculaire pour limiter les contraintes à l'insertion tendineuse. Certains y ajouteront un «taping» ou des orthèses plantaires, leur utilité ayant été remise en cause récemment [35].

La prise d'anti-inflammatoires per os ou en application locale est parfois prescrite avec des effets modérés sur les douleurs.

D'autres écoles préconisent une immobilisation complète par plâtre pour une durée de 6 semaines, associée à un travail important de reconditionnement post-immobilisation [24].

Plus récemment, une étude argentine avec groupe contrôle a décrit les bénéfices de la prolothérapie (injection de soluté glucosé dans la zone douloureuse) pour la prise en charge de la maladie d'Osgood Schlatter. Les résultats prometteurs apportent du crédit à la pathologie tendineuse présente dans les apophysites [25]. Par ailleurs, un article allemand prône l'utilisation d'ondes de choc dans les cas rebelles d'apophysite notamment sur la tubérosité tibiale [26].

Le tendon pouvant être source des symptômes, la mécano-thérapie pourrait être proposée [29]. Tout d'abord une diminution des charges mécaniques par l'adaptation de la pratique sportive ou le changement transitoire d'activité est recommandée. Un travail isométrique a prouvé son intérêt dans la prise en charge antalgique initiale des tendinopathies [37], minimisant en plus le stress sur le cartilage d'insertion. Le travail isométrique sera adapté pour limiter les contraintes en compression par des angles articulaires choisis. Enfin un travail postural ou de contrôle moteur pourra devancer une remise en charge très progressive du couple tendon-insertion.

c. la prévention

Les outils thérapeutiques étant, comme décrit ci-dessus, encore limités ou peu validés scientifiquement, la prévention a une place prépondérante dans ces pathologies du jeune sportif. Les bénéfices de l'activité sportive ne sont plus à démontrer d'un point de vue physique, psychologique et social [30]. Une mise à l'écart et un abandon du sport par une mauvaise approche de la pathologie est dramatique à cet âge de construction.

La prévention passe par une éducation de l'entourage proche de l'athlète: entraîneurs, parents et professionnels de

la santé. Les entraîneurs en charge des catégories jeunes se doivent de connaître la spécificité des athlètes immatures et les challenges qui en découlent, la douleur étant une sonnette d'alarme souvent à respecter. L'athlète lui-même doit comprendre sa pathologie et ses implications pour adhérer à la prise en charge et communiquer librement avec son entourage sur les symptômes ressentis.

Certaines instances sportives ont d'ailleurs pris des mesures préventives devant la recrudescence de certaines pathologies de croissance. La fédération américaine de baseball a en effet développé une règle qui limite le nombre de lancers selon les catégories d'âges. Cette règle s'applique aux jeunes lanceurs pour prévenir le «*little league syndrome*» ou apophysite de l'épicondyle médial du coude.

Un monitoring régulier des symptômes permet le plus souvent une action rapide et efficace par une modulation des contraintes, une diminution des gestes pathogènes et une adaptation des entraînements. Des programmes de prévention basés sur des entraînements neuro-musculaires semblent apporter des réponses au niveau des sportifs adultes dans la prévention de certaines pathologies telles que les lésions des ischio-jambiers ou la pubalgie [32,33,34]. Il est probablement important de l'inclure dès le plus jeune âge où la motricité et la coordination sont altérées par la croissance osseuse rapide [29] et où la plasticité neuronale importante permettra un effet rapide et sur le long terme. La participation à des activités physiques variées apporte cet apprentissage indispensable à l'inverse du modèle de spécialisation précoce à un seul et unique sport.

Points à retenir

- L'apophysite représente la souffrance du noyau d'ossification et de la structure tendineuse.
- Des symptômes chroniques invalidants existent suite aux apophysites. Certaines non-unions du noyau d'ossification semblent être un facteur de risque à la survenue de tendinopathies d'insertion à l'âge adulte.
- La prise en charge reste empirique, basée sur des opinions d'experts plus que sur des bases scientifiques solides.
- La prévention passe par l'éducation des acteurs sportifs, au contact de cette population de jeunes sportifs.

Adresse pour correspondance:

Dr med. Matthieu Saily, Centre Médical Synergie, Lausanne, matthieusaily@yahoo.fr

Bibliographie

- 1 DiFiori J.P., Benjamin H.J., Brenner J.S., Gregory A., Jayanthi N., Landry G.L., et al. Overuse injuries and burnout in youth sports: a position statement from the American Medical Society for Sports Medicine. *Br J Sports Med.* 2014 Feb; 48(4): 287-8.
- 2 McKinney B.I., Nelson C., Carrion W. Apophyseal avulsion fractures of the hip and pelvis. *Orthopedics.* 2009 Jan; 32(1): 42.
- 3 Metzmaker J.N., Pappas A.M. Avulsion fractures of the pelvis. *Am J Sports Med.* 1985 Sep-Oct; 13(5): 349-58.
- 4 Ducher G., Cook J., Spurrier D., Coombs P., Ptaszniak R., Black J., et al. Ultrasound imaging of the patellar tendon attachment to the tibia during puberty: a 12-month follow-up in tennis players. *Scand J Med Sci Sports.* 2010 Feb; 20(1): e35-40.
- 5 Saily M., Whiteley R., Johnson A. Doppler ultrasound and tibial tuberosity maturation status predicts pain in adolescent male athletes with

- Osgood-Schlatter's disease: a case series with comparison group and clinical interpretation. *Br J Sports Med.* 2013 Jan; 47(2): 93–7.
- 6 Osgood R.B. Lesions of the tibial tubercle occurring during adolescence. 1903. *Clin Orthop Relat Res.* 1993 Jan; (286): 4–9.
- 7 De Lucena G.L., dos Santos Gomes C., Guerra R.O. Prevalence and associated factors of Osgood-Schlatter syndrome in a population-based sample of Brazilian adolescents. *Am J Sports Med.* 2011 Feb; 39(2): 415–20.
- 8 Kujala U.M., Kvist M., Heinonen O. Osgood-Schlatter's disease in adolescent athletes. Retrospective study of incidence and duration. *Am J Sports Med.* 1985 Jul–Aug; 13(4): 236–41.
- 9 Katz J.F. Nonarticular osteochondroses. *Clin Orthop Relat Res.* 1981 Jul–Aug; (158): 70–6.
- 10 Ducher G., Cook J., Lammers G., Coombs P., Ptaznik R., Black J., et al. The ultrasound appearance of the patellar tendon attachment to the tibia in young athletes is conditional on gender and pubertal stage. *J Sci Med Sport.* 2010 Jan; 13(1): 20–3.
- 11 Rosenberg Z.S., Kawelblum M., Cheung Y.Y., Beltran J., Lehman W.B., Grant A.D. Osgood-Schlatter lesion: fracture or tendinitis? Scintigraphic, CT, and MR imaging features. *Radiology.* 1992 Dec; 185(3): 853–8.
- 12 Bloom R.A., Gomori J., Milgrom C. Ossicles anterior to the proximal tibia. *Clin Imaging.* 1993 Apr–Jun; 17(2): 137–41.
- 13 Krause B.L., Williams J.P., Catterall A. Natural history of Osgood-Schlatter disease. *J Pediatr Orthop.* 1990 Jan–Feb; 10(1): 65–8.
- 14 Becerro-de-Bengoa-Vallejo R., Losa-Iglesias M.E., Rodriguez-Sanz D. Static and dynamic plantar pressures in children with and without severe disease: a case-control study. *Phys Ther.* 2014 Jun; 94(6): 818–26.
- 15 Evans E.J., Benjamin M., Pemberton D.J. Fibrocartilage in the attachment zones of the quadriceps tendon and patellar ligament of man. *J Anat.* 1990 Aug; 171: 155–62.
- 16 Benjamin M., Toumi H., Ralphs J.R., Bydder G., Best T.M., Milz S. Where tendons and ligaments meet bone: attachment sites ('entheses') in relation to exercise and/or mechanical load. *J Anat.* 2006 Apr; 208(4): 471–90.
- 17 Cook J.L., Purdam C.R. Is tendon pathology a continuum? A pathology model to explain the clinical presentation of load-induced tendinopathy. *Br J Sports Med.* 2009 Jun; 43(6): 409–16.
- 18 Demirag B., Ozturk C., Yazici Z., Sarisozen B. The pathophysiology of Osgood-Schlatter disease: a magnetic resonance investigation. *J Pediatr Orthop B.* 2004 Nov; 13(6): 379–82.
- 19 Blankstein A, Cohen I, Heim M, Diamant L, Salai M, Chechick A, et al. Ultrasonography as a diagnostic modality in Osgood-Schlatter disease. A clinical study and review of the literature. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2001 Oct; 121(9): 536–9.
- 20 Rosengarten S.D., Cook J.L., Bryant A.L., Cordy J.T., Daffy J., Docking S.I. Australian football players' Achilles tendons respond to game loads within 2 days: an ultrasound tissue characterisation (UTC) study. *Br J Sports Med.* 2014 Apr 15. pii: bjsports-2013-092713.
- 21 Hirano A., Fukubayashi T., Ishii T., Ochiai N. Magnetic resonance imaging of Osgood-Schlatter disease: the course of the disease. *Skeletal Radiol.* 2002 Jun; 31(6): 334–42.
- 22 Gholve P.A., Scher D.M., Khakharia S., Widmann R.F., Green D.W. Osgood Schlatter syndrome. *Curr Opin Pediatr.* 2007 Feb; 19(1): 44–50.
- 23 Mital M.A., Matza R.A., Cohen J. The so-called unresolved Osgood-Schlatter lesion: a concept based on fifteen surgically treated lesions. *J Bone Joint Surg Am.* 1980 Jul; 62(5): 732–9.
- 24 Topol G.A., Podesta L.A., Reeves K.D., Raya M.F., Fullerton B.D., Yeh H.W. Hyperosmolar dextrose injection for recalcitrant Osgood-Schlatter disease. *Pediatrics.* 2011 Nov; 128(5): e1121–8.
- 25 Lohrer H., Nauck T., Schöll J., Zwerwer J., Malliaropoulos N. Extracorporeal shock wave therapy for patients suffering from recalcitrant Osgood-Schlatter disease. *Sportverletz Sportschaden.* 2012 Dec; 26(4): 218–22.
- 26 Khan K.M., Scott A. Mechanotherapy: how physical therapists' prescription of exercise promotes tissue repair. *Br J Sports Med.* 2009 Apr; 43(4): 247–52.
- 27 Malina R.M. Early sport specialization: roots, effectiveness, risks. *Curr Sports Med Rep.* 2010 Nov–Dec; 9(6): 364–7.
- 28 Quatman-Yates C.C., Quatman C.E., Meszaros A.J., Paterno M.V., Hewett T.E. A systematic review of sensorimotor function during adolescence: a developmental stage of increased motor awkwardness? *Br J Sports Med.* 2012 Jul; 46(9): 649–55.
- 29 Carr K.E. Musculoskeletal injuries in young athletes. *Clinics in Family Practice.* 2003; 5(2): 385–415.
- 30 Owoeye O.B., Akinbo S.R., Tella B.A., Olawale O.A. Efficacy of the FIFA 11+ Warm-Up Programme in Male Youth Football: A Cluster Randomised Controlled Trial. *J Sports Sci Med.* 2014 May 1; 13(2): 321–8.
- 31 Longo U.G., Loppini M., Berton A., Marinozzi A., Maffulli N., Denaro V. The FIFA 11+ program is effective in preventing injuries in elite male basketball players: a cluster randomized controlled trial. *Am J Sports Med.* 2012 May; 40(5): 996–1005.
- 32 Petersen J., Hölmich P. Evidence based prevention of hamstring injuries in sport. *Br J Sports Med.* 2005 Jun; 39(6): 319–23.
- 33 Hölmich P., Larsen K., Krogsgaard K., Gluud C. Exercise program for prevention of groin pain in football players: a cluster-randomized trial. *Scand J Med Sci Sports.* 2010 Dec; 20(6): 814–21.
- 34 James A.M., Williams C.M., Haines T.P. Effectiveness of interventions in reducing pain and maintaining physical activity in children and adolescents with calcaneal apophysitis (Sever's disease): a systematic review. *J Foot Ankle Res.* 2013 May; 6(1): 16.
- 35 Cook J.L., Purdam C. Is compressive load a factor in the development of tendinopathy? *Br J Sports Med.* 2012 Mar; 46(3): 163–8.
- 36 Rio E., Cook J. Clinical experience using isometric exercise for immediate pain reduction in tendinopathy. *J Science and Med in Sports.* 2013 Dec; 16(1): e86.