

Traitement des lésions d'hypersollicitation chez l'enfant

RICHARD GOURON

Chef de service de Chirurgie de l'enfant. Unité d'orthopédie pédiatrique CHU Amiens. Laboratoire SSPC (Simplification des soins des patients chirurgicaux complexes) Université de Picardie Jules Verne. Institut fédératif GRECO (Groupe de Recherche En Chirurgie rObotique) Université de Picardie Jules Verne.

Introduction

La tendance actuelle est à la pratique de plus en plus intensive des activités sportives chez l'enfant [1,2]. Beaucoup d'enfant pratiquent plusieurs activités sportives avec de moins en moins de période de pause de fin de saison entraînant une sollicitation permanente de l'appareil musculo-squelettique [3]. De plus, cette pratique sportive a tendance à se spécialiser précocement et surtout à être réalisée de manière de plus en plus intensive plus tôt conduisant inéluctablement à augmenter le risque de lésions d'hypersollicitation sur le squelette immature [4].

La sollicitation répétée osseuse, musculaire ou tendineuse sans un temps adapté de récupération et de cicatrisation conduit à des microtraumatismes de ces structures. Le cartilage de croissance est physiologiquement vulnérable tout particulièrement au niveau des apophyses lieux d'insertions de ces tendons sollicités ce qui entraîne des lésions spécifiques des structures apophysaires. La physe et les épiphyses peuvent être également sollicitées ce qui peut entraîner également des lésions intra articulaires. Enfin, les contraintes répétées de compression et de tension sur cet os peuvent entraîner des œdèmes de la médullaire et à terme des fractures de contrainte pouvant intéresser des segments diaphysaires, métaphysaires mais également le rachis (spondylolyse).

Le traitement de ces lésions doit s'intéresser à tous les éléments physiopathologiques conduisant à l'hypersollicitation et bien sûr à la spécificité et aux conséquences locales de ce stress.

Principes généraux

Le repos sportif est la base du traitement des lésions d'hypersollicitation. Le repos n'est pas absolu sauf dans les atteintes articulaires graves. Selon l'importance des lésions et de la douleur, on pourra simplement adapter l'entraînement voire modifier le mouvement vulnérant. [5]

Une immobilisation est parfois utile pour passer un cap douloureux ou pour faire cicatriser un fragment osseux.

Les traitements antalgiques conventionnelles ou anti-inflammatoires sont peu utilisés car en faisant artificiellement diminuer la douleur, ils incitent l'enfant à reprendre prématurément son activité sportive. Ainsi, l'hypersollicitation continue pouvant conduire à une aggravation du phénomène. Les infiltrations péri-tendineuses ou péri apophysaires sont proscrites. [5]

Une chirurgie peut être indiquée dans un certain nombre de cas pour activer une réparation, retirer ou fixer un fragment ostéochondral détaché ou pour traiter une séquelle.

La patience est sans doute la meilleure traitement car un bon nombre de pathologies d'hypersollicitation (des physes ou apophyses) vont de fait s'arrêter en cours de puberté vers R1s1er 1 quand la croissance de ces zones va se terminer. Chaque type d'hypersollicitation (apophysaire, épiphysaire, physaire ou fracture de fatigue) ainsi que chaque localisation aura sa particularité.

Traitement des lésions apophysaires

Principes généraux [6]

Le premier principe du traitement des lésions apophysaires est le repos sportif relatif. C'est la douleur résiduelle qui devra guider le repos et la reprise de l'activité. Si l'apophyse est douloureuse au cours de l'activité sportive, celle-ci doit être suspendue de quelques jours à quelques semaines. Elle est ensuite reprise progressivement avec volume horaire réduit puis normalement. Si une symptomatologie réapparaît, l'activité est à nouveau à diminuer voire arrêter. L'environnement familial, scolaire et sportif (coach) doivent être informés de la possibilité de moduler la quantité de sport en fonction de la douleur. Pour les sportifs de haut niveau, une autre activité sportive préservant l'articulation atteinte peut être maintenue pour maintenir l'adaptation cardio-respiratoire à l'effort.

Le traitement des formes très douloureuses peut être optimisé à l'aide d'une immobilisation temporaire. Cette immobilisation ne doit pas être maintenue au-delà en raison de l'amyotrophie qu'elle entraîne.

Les traitements antalgiques peuvent être utilisés mais on préférera les solutions locales telles que le glaçage. Enfin, une kinésithérapie est prescrite par certains pour améliorer la souplesse et longueur des muscles rétractés qui entrent dans la physiopathologie de l'apophysose. Elle est à démarrer dès lors que l'apophyse n'est plus spontanément douloureuse car une sollicitation en traction sur l'apophyse par le rééducateur peut entretenir les microlésions à l'origine même de la symptomatologie qu'il tente de faire disparaître. Il est sans doute plus simple et plus utile d'adapter à l'enfant un planning d'étirement musculaire quotidien plus qu'une kinésithérapie formelle.

Le retour à l'activité normale est conditionné à la prévention de la récurrence par le maintien d'une bonne souplesse et bonne longueur musculaire.

Coude [3]

L'apophysose de l'épicondyle médial, liée à l'hypersollicitation en valgus alors que l'épicondyle médial n'est pas encore fusionnée (entre 9 et 12 ans) est fréquente chez les tennismen ou au baseball. Le traitement initial est l'arrêt de l'activité sollicitante (lancer) associée à des traitements locaux comme le glaçage. Il est important de maintenir une amplitude articulaire correcte dès la disparition des symptômes pour éviter l'enraidissement. Le jeune sportif doit garder par ailleurs une activité maintenant le conditionnement cardio-respiratoire à l'effort. La

reprise sportive est progressive en limitant le nombre de lancer ou de service au tennis. Une reprise trop rapide entraîne potentiellement une récurrence, une hypertrophie de l'épicondyle médial ou une avulsion apophysaire nécessitant une ostéosynthèse.

Bassin et hanche

Les atteintes apophysaires des épines iliaques, de l'ischion ou du petit trochanter sont essentiellement des avulsions compte tenu de l'insertion étroite des tendons qui s'y insèrent.[7] Le traitement en est très souvent symptomatique. Le repos en décharge et en décubitus est nécessaire pour 7 à 10 jours en installant le patient de manière à détendre le muscle concerné (par exemple hanche fléchie pour une atteinte de l'épine iliaque antéro-inférieure par traction du rectus femoris). L'appui est repris progressivement. Il faut évaluer secondairement une potentielle rétraction du muscle concerné qui peut faire l'objet d'étirement dès lors qu'il n'y a plus de douleur. Le retour à l'activité sportive se fait habituellement après le deuxième mois. Le repositionnement et la fixation chirurgicale est discuté mais ne permet généralement pas un retour à l'activité sportive plus rapidement. Une méta-analyse récente recommande néanmoins une fixation des fragments déplacés de plus de 15 mm tout particulièrement pour les sportifs de bon niveau avec un meilleur retour à l'activité sportive.[8]

Genou

Les lésions apophysaires au genou sont essentiellement des lésions chroniques comme l'Osgood-Schlatter à la tubérosité tibiale antérieure et le Sinding-Larsen-Johansson à la pointe de la patella. Le traitement consiste avant tout en un repos sportif relatif. L'arrêt du sport à l'origine de la sollicitation va progressivement faire disparaître la douleur. Le retour à l'activité se fait ensuite progressivement dans le respect de la symptomatologie avec une adaptation en quantité et en intensité en fonction des symptômes. Des antalgiques et un glaçage local peuvent être utilisés.

Une immobilisation par genouillère peut être utilisée si la symptomatologie est très marquée ou ne disparaît pas avec le traitement symptomatique.

Après un retour à une activité sportive sans douleur, un patient atteint d'Osgood-Schlatter ou de Sinding-Larsen-Johansson devra étirer son quadriceps et ses ischio-jambiers pour limiter les sollicitations en traction et le risque de récurrence [7,9], puisqu'il est aujourd'hui certain qu'il y a un lien direct entre Osgood-Schlatter symptomatique et rétraction musculaire.[10]

Des ossifications hétérotopiques intra-tendineuses peuvent être séquellaires de ces apophyses et nécessiter leur exérèse chirurgicale si elles entraînent des douleurs au long cours malgré la fin de croissance. [3,7,11]

Cheville et pied

L'apophyse de la grande tubérosité du calcaneum (Maladie de Sever) est fréquente entre 8 et 12 ans. [7] Le traitement est toujours symptomatique. Il débute par un ralentissement des activités sportives le temps d'obtenir une diminution des douleurs. Il est impératif quand l'indolence est obtenue d'étirer le triceps sural car la rétraction postérieure est un élément fondamental de la maladie de Sever. [9,11] Des talonnettes du commerce en élastomère peuvent être prescrites pour amortir les réceptions au sol à la marche. Si des semelles orthopédiques sont prescrites, elles doivent apporter le même amorti et ne surtout pas compenser un équin dû à une rétraction de la chaîne postérieure par un effet talonnette car ceci ne ferait que pérenniser la traction sur l'apophyse calcaneenne.

Une douleur plus importante peut nécessiter de mettre le pied en décharge par béquillage ou fauteuil roulant et parfois une immobilisation par botte peut être utile pour passer une période douloureuse plus marquée (environ 3 à 4 semaines).[9]

Les autres ostéochondroses du pied sont plus rares. Le traitement de l'atteinte de l'os naviculaire est symptomatique. L'os se reconstruit naturellement en quelques mois. Pendant ce temps, les activités sportives intenses doivent être suspendues et des orthèses plantaires de soutien de la voûte médiale voir une immobilisation courte peuvent être utilisées en fonction de la douleur. [7]

Le traitement des apophyses d'Iselin (base 5ème métatarsien), de Renander (os sésamoïde ou de Freiberg (tête du 2ème métatarsien) est identique au précédent. Dans de rares cas, une ostéotomie de la tête du 2ème métatarsien peut être nécessaire dans la maladie de Freiberg. [7]

Traitement des lésions épiphysaires

Coude

L'ostéochondrose du condyle latéral ou maladie de Panner affecte l'intégralité du capitulum chez l'enfant très jeune et se manifeste essentiellement par une douleur et une limitation d'extension. La sensation de blocage n'y est pas rencontrée. La maladie évolue toujours vers la reconstruction. Il n'y a pas dans cette pathologie de corps étranger intra-articulaire.

Le traitement n'est donc que symptomatique par antalgiques et limitation des activités sportives ou parfois immobilisation (exceptionnelle) jusqu'à retour à la normale en 12 à 18 mois. [7,12]

L'ostéochondrite disséquante du capitulum, touchant plutôt l'adolescent, entraîne la même symptomatologie mais peut parfois conduire à des blocages par libération d'un fragment ostéo-chondral intra-articulaire.

Le traitement sera guidé par le caractère stable du fragment de l'ostéochondrite. La stabilité peut être évaluée par l'IRM et le caractère instable évoqué devant un hypersignal T2 sous le fragment dans la logette d'ostéochondrite. [12]

Le repos sportif et l'arrêt de toutes les contraintes en valgus (gymnastes) d'au moins 6 mois est recommandé pour les lésions stables. Une indication chirurgicale peut être posée au-delà de ce délai ou s'il y a des signes d'instabilité ou une libération d'un corps étranger intra-articulaire.[11,12] La chirurgie a lieu au mieux sous arthroscopie. Elle consiste en un débridement premier de la zone d'ostéochondrite et le retrait d'un éventuel fragment ostéo-chondral libre dans l'articulation. Des perforations de la lésion peuvent être efficaces, tout particulièrement avant la maturité squelettique, entraînant une résolution des douleurs et une fusion des fragments. [13] Pour des lésions de plus de 10 mm des greffes ostéocartilagineuses doivent être utilisées. [14]

Genou

L'ostéochondrite disséquante du genou dans sa forme juvénile ne nécessite souvent qu'un traitement symptomatique.[9] Les lésions sont souvent stables avec une surface articulaire intacte. Les contraintes sportives doivent être diminuées pendant au moins 6 mois mais l'appui reste autorisé. Une courte période de décharge peut être associée si la douleur est au premier plan.[7] L'IRM permet de déterminer s'il existe des lésions cartilagineuses associées et va guider le traitement. L'hypersignal IRM en T2 signant l'instabilité chez l'adulte n'a pas la même valeur chez l'enfant.[15]. Si la lésion couvre moins de 2,5 cm², la consolidation intervient en 6 mois pour la moitié des cas et presque toujours en 18 mois. [7] Si la guérison n'évolue pas suffisamment vite, des perforations extra-articulaires par voie épiphysaire peuvent être envisagées pour redonner une vascularisation à la zone d'ostéochondrite et activer la consolidation tout en préservant la surface articulaire.[9,16] S'il y a une ulcération cartilagineuse, une arthroscopie peut être réalisée pour faire le bilan des lésions et perforer la zone par voie articulaire pour activer la

consolidation. L'arthroscopie permet également de retirer un fragment ostéochondral libre. Si le fragment est volumineux, une fixation doit être tentée mais sa consolidation n'est pas certaine. Si les lésions sont trop importantes et en zone portante, une greffe ostéo cartilagineuse en mosaïque peut être envisagée.[17]

Talus

L'ostéochondrite du dôme du talus peut être antéro-médiale (principalement séquellaire d'entorses) ou postéro-médiale. C'est dans cette dernière localisation qu'on rencontre principalement les lésions d'ostéochondrose.[7] Le traitement consiste avant tout en une éviction sportive stricte. La surveillance radiographique et IRM va guider la suite du traitement. La lésion peut cicatriser en plusieurs mois. Des lésions cartilagineuses peuvent nécessiter une perforation soit par arthroscopie soit par arthrotomie et parfois nécessitent une voie d'abord chirurgicale trans-malléolaire médiale pour bien exposer la région atteinte.

Traitement des lésions physiques

Généralités

Les lésions physiques peuvent être aiguës traumatiques et leur traitement ne sera pas détaillé ici car elles relèvent de la traumatologie courante et non pas des hypersollicitations.

Les lésions d'hypersollicitation du cartilage de croissance peuvent affecter les jeunes sportifs dans diverses localisations et pratiques sportives. La plupart de ces lésions se résolvent en limitant le sport favorisant et habituellement sans séquelles. Néanmoins, il faut rester vigilant car quelques épiphysiodèses ont été décrites et même des déformations en varus secondaire à des atteintes physiques fémorales distales ou tibiales proximales au rugby ou au tennis.[18]

Ces lésions peuvent être prévenues et les entraîneurs doivent réduire les entraînements et les contraintes physiques au cours de l'accélération de croissance. Les exercices doivent être variés au cours des séances sportives pour ne pas hypersolliciter une seule physe. Une préparation par échauffement, proprioception et étirement doit être obligatoire. Les entraîneurs doivent être formés à cette pathologie. Enfin, la périodicité des entraînements doit être respectées avec particulièrement des pauses estivales pour mettre les physes au repos.[18]

Épaule

A l'épaule, l'hypersollicitation de la physe humérale proximale (réalisant un élargissement de la physe véritable épiphysiolyse de l'humérus) se traite par la suspension de l'activité sportive pendant 3 mois (souvent lanceur au baseball, gymnaste, tennis, volleyball ou nageur). [7,11] Un programme basé sur la récupération de la force, la mécanique du lancer et la physiothérapie est entrepris pour les sportifs de haut niveau.[6] Un déficit préexistant de rotation interne de l'articulation gléno-humérale est un facteur prédisposant chez l'enfant. Les récurrences sont fréquentes (7% à 7 mois) et 3 fois plus dans cette population de déficit naturel en rotation interne.[19]

Poignet

Au poignet, l'atteinte physique est fréquente chez les gymnastes tout particulièrement quand l'ulna est plus court que le radius.[7,20] Le traitement est avant tout basé sur l'interruption sportive et par l'immobilisation pour éviter une fermeture prématurée de la physe. [7] L'immobilisation est préférentiellement confiée à un plâtre inamovible plutôt qu'à une attelle pour éviter les retraits prématurés sous la pression des entraîneurs ou des parents. Le temps de récupération est d'autant plus long que les images radiographiques sont importantes. Certains proposent un dépistage précoce des lésions physiques radiales chez les gymnastes [20]. Une épiphysiodèse complète du radius distal séquellaire de cette hypersollicitation peut nécessiter de réaliser une épiphysiodèse ulnaire distale ou une ostéotomie d'accourcissement ulnaire. [21]

Genou

Les lésions d'hypersollicitation physiques au fémur distal peuvent être visibles en radiographies standards par une augmentation de la hauteur physique mais sont tout particulièrement diagnostiquées en IRM. Avec un arrêt de l'activité sportive, la consolidation est toujours obtenue avec une reprise de croissance normale. Une genouillère peut accélérer la récupération. Le retour à la normale sera évalué cliniquement mais également par la normalisation de l'imagerie en 3 mois environ. Le repos sportif est essentiel dans cette pathologie puisque la mauvaise compliance peut entraîner une déformation axiale. [9,22]

Traitement des fractures de contrainte

Les hypersollicitation conduisant à des fractures de contraintes dites fractures de fatigue ne sont pas rares et peuvent se voir dans 13 à 50% des cas chez des jeunes athlètes selon le sport pratiqué.[6] La radiographie standard n'a une sensibilité que de 10% pour les formes précoces. C'est l'IRM qui permet la plupart du temps de faire le diagnostic et de grader l'atteinte en fonction d'une lésion d'œdème périosté simple sans fracture jusqu'au stade où une ligne fracturaire complète peut apparaître.[23]

La prise en charge est bien sûr individualisée en fonction du site atteint, de l'âge et du sport pratiqué. Néanmoins, les principes généraux du traitement comprennent la réduction de la charge d'impact pour permettre la guérison. L'immobilisation, la mise en charge protégée (p. ex., l'utilisation d'une botte de marche ou d'une longue attelle pneumatique) ou la mise en charge avec béquilles peuvent réduire davantage la charge et contrôler la douleur. Il est recommandé de faire de l'entraînement croisé avec des activités sans impact, comme la bicyclette ou la natation, pour maintenir l'adaptation cardiovasculaire.[6] Le retour à l'activité sportive doit se faire progressivement après disparition complète de la douleur et des signes radiologiques de consolidation. Le retour sportif se fait habituellement à 3 ou 4 mois dans les formes périostées et à 6 mois s'il existe un trait de fracture visible.[6,23] Le traitement n'est qu'exceptionnellement chirurgical. Il peut l'être dans de rares cas de fractures de fatigue du col du fémur avec ostéosynthèse comme dans les fractures conventionnelles si un déplacement progressif intervient ou une absence de consolidation avec le temps.[24]

Prévention

Il apparaît certain que le meilleur traitement de la lésion d'hypersollicitation est la prévention de sa survenue en agissant précocement sur tous les éléments physiopathologiques qui interviennent dans sa constitution.

Spécialisation précoce

La spécialisation précoce est une des premières causes d'hypersollicitation.[25,26] Il s'agit là d'un entraînement intensif pour un seul sport à l'exclusion des autres et tout au long de l'année.[27] Les jeunes enfants pratiquent actuellement des sports de manières plus intensive et la plupart sont spécialisés

déjà avant 7 ans. La participation à plusieurs activités permet un transfert de compétences d'un sport à un autre et permet un meilleur développement du jeune sportif.[28] Cette variété sportive nécessaire chez le jeune permet en même temps un meilleur équilibre neuromusculaire et moins de contrainte répétée.[27] Il importe donc pour éviter les hypersollicitations musculo-squelettiques de varier en quantité et en qualité les activités des jeunes enfants.

Mode de vie

Les enfants sportifs de bon niveau doivent tout comme les adultes avoir une hygiène de vie correcte pour tolérer les sollicitations sportives. Un régime adapté, une bonne hydratation et un sommeil suffisant (plus de 8 heures par nuit) ont une influence sur la limitation de survenue des lésions d'hypersollicitation.[7,27,29] Il faut enfin adapter le matériel sportif à la sollicitation (bon chaussage, balle plus souples chez l'enfant...).[7]

Adaptation horaire

La quantité et la qualité de la pratique sportive doivent être évaluées. Il y a un large consensus sur la règle des 10%, qui stipule que la charge de travail ne doit pas être augmentée de plus de 10% par semaine pour permettre une bonne récupération. Selon le sport, cela signifie que le temps d'entraînement, le poids, la distance ou la vitesse ne devraient pas être augmentés de plus de 10%.[7] En ce qui concerne la qualité de la pratique athlétique, il est important d'impliquer l'entraîneur afin de mieux analyser la technique sportive de l'enfant et les éventuelles erreurs de performance. Le volume horaire total hebdomadaire a son importance. Au-delà de 16 heures de sport par semaine, les risques d'hypersollicitation sont élevés.[6] Il est important de respecter au moins 1 journée hebdomadaire de repos et 3 mois dans l'année.

Souplesse

Les rétractions musculo-tendineuses sont un facteur essentiel de survenue d'hypersollicitation.[10] Une souplesse musculaire permet à la fois d'améliorer ses performances et d'éviter les hypercontraintes apophysaires. Des exercices réguliers de stretching (quadriceps, ischio-jambiers, triceps sural) doivent donc être pratiqués de manière régulière. Néanmoins, il n'est pas recommandé d'envisager le stretching immédiatement après l'exercice physique car il peut aggraver les microlésions musculaires qui surviennent au cours de la pratique sportive. Il est plus efficace de réaliser ces étirements à distance du sport, sur une apophyse indolore et par un programme régulier

imposé au sportif au mieux au cours de séances dédiées.[7]

Adaptation au stade pubertaire

Les entraîneurs et les parents des enfants sportifs doivent prendre conscience du stade pubertaire. En dessous de 12 ans, la fragilité des cartilages de croissance rend plus facile l'apparition d'une lésion d'hypersollicitation si l'activité proposée est déraisonnable en volume horaire ou en intensité.

Le statut pubertaire doit être pris en compte de manière préférentielle par rapport à l'âge chronologique. Il est évident que dans un même groupe d'âge, il y a des stades différents de développement pubertaires. Certaines sollicitations sportives risquent donc d'être trop importantes pour certains enfants et le sport doit être adapté individuellement.[7]

Conclusion

La plupart des lésions rencontrées sont bénignes et le traitement est souvent simple et symptomatique. Il repose avant tout sur le bon sens et la bonne adaptation de l'activité sportive à l'âge. Les moyens de prévention doivent bien être connus des enfants, des parents et des entraîneurs.

L'arrêt du sport est toujours le traitement initial. Quand il est repris, l'enfant doit être à l'écoute de son corps pour ne pas rechuter.

Même si des immobilisations voire de la chirurgie peuvent être nécessaires, c'est avant tout la bonne gestion de l'activité en fonction de l'âge, du statut pubertaire qui feront le succès des traitements des lésions d'hypersollicitation.

Références

1. Caine D, Maffulli N, Caine C. Epidemiology of injury in child and adolescent sports: injury rates, risk factors, and prevention. *Clin Sports Med* 2008;27:19–50.
2. Bedoya MA, Jaramillo D, Chauvin NA. Overuse injuries in children. *Top Magn Reson Imaging* 2015;24:67–81.
3. Hoang QB, Mortazavi M. Pediatric overuse injuries in sports. *Adv Pediatr* 2012;59:359–83.
4. Reider B. Too Much? Too Soon? *Am J Sports Med* 2017;45:1249–51.
5. Journeau P, Haumont T, Métaizeau JD, Lascombes P. [Overuse injuries in the young athletes]. *Arch Pediatr* 2006;13:545–8.
6. DiFiori JP, Brenner JS, Jayanthi N. Overuse injuries of the extremities in pediatric and adolescent sports. *Inj. Pediatr. Adolesc. Sports Contemporary*

Pediatr. Adolesc. Sports Med. Springer International Publishing, Switzerland: D. Caine, L. Purcell; 2016, p. 93–105.

7. Launay F. Sports-related overuse injuries in children. *Orthop Traumatol Surg Res* 2015;101:S139–147.
8. Eberbach H, Hohloch L, Feucht MJ, Konstantinidis L, Südkamp NP, Zwingmann J. Operative versus conservative treatment of apophyseal avulsion fractures of the pelvis in the adolescents: a systematical review with meta-analysis of clinical outcome and return to sports. *BMC Musculoskelet Disord* 2017;18.
9. Chang GH, Paz DA, Dwek JR, Chung CB. Lower extremity overuse injuries in pediatric athletes: clinical presentation, imaging findings, and treatment. *Clin Imaging* 2013;37:836–46.
10. Omodaka T, Ohsawa T, Tajika T, Shiozawa H, Hashimoto S, Ohmae H, et al. Relationship Between Lower Limb Tightness and Practice Time Among Adolescent Baseball Players With Symptomatic Osgood-Schlatter Disease. *Orthop J Sports Med* 2019;7:2325967119847978.
11. Wu M, Fallon R, Heyworth BE. Overuse Injuries in the Pediatric Population. *Sports Med Arthrosc Rev* 2016;24:150–8.
12. Tisano BK, Estes AR. Overuse Injuries of the Pediatric and Adolescent Throwing Athlete. *Med Sci Sports Exerc* 2016;48:1898–905.
13. Bradley JP, Petrie RS. Osteochondritis dissecans of the humeral capitellum. Diagnosis and treatment. *Clin Sports Med* 2001;20:565–90.
14. Mihara K, Suzuki K, Makiuchi D, Nishinaka N, Yamaguchi K, Tsutsui H. Surgical treatment for osteochondritis dissecans of the humeral capitellum. *J Shoulder Elbow Surg* 2010;19:31–7.
15. Haeri Hendy S, de Sa D, Ainsworth K, Ayeni OR, Simunovic N, Peterson D. Juvenile Osteochondritis Dissecans of the Knee: Does Magnetic Resonance Imaging Instability Correlate With the Need for Surgical Intervention? *Orthop J Sports Med* 2017;5:2325967117738516.
16. Heyworth BE, Edmonds EW, Murnaghan ML, Kocher MS. Drilling techniques for osteochondritis dissecans. *Clin Sports Med* 2014;33:305–12.
17. Kocher MS, Tucker R, Ganley TJ, Flynn JM. Management of osteochondritis dissecans of the knee: current concepts review. *Am J Sports Med* 2006;34:1181–91.
18. Caine D, DiFiori J, Maffulli N. Physeal injuries in children's and youth sports: reasons for concern? *Br J Sports Med* 2006;40:749–60.
19. Heyworth BE, Kramer DE, Martin DJ, Micheli

- LJ, Kocher MS, Bae DS. Trends in the Presentation, Management, and Outcomes of Little League Shoulder. *Am J Sports Med* 2016;44:1431–8.
20. Paz DA, Chang GH, Yetto JM, Dwek JR, Chung CB. Upper extremity overuse injuries in pediatric athletes: clinical presentation, imaging findings, and treatment. *Clin Imaging* 2015;39:954–64.
21. Cornwall R. The Painful Wrist in the Pediatric Athlete. *J Pediatr Orthop* 2010;30:S13.
22. Laor T, Wall EJ, Vu LP. Physeal Widening in the Knee Due to Stress Injury in Child Athletes. *Am J Roentgenol* 2006;186:1260–4.
23. Nattiv A, Kennedy G, Barrack MT, Abdelkerim A, Goolsby MA, Arends JC, et al. Correlation of MRI Grading of Bone Stress Injuries With Clinical Risk Factors and Return to Play: A 5-Year Prospective Study in Collegiate Track and Field Athletes. *Am J Sports Med* 2013;41:1930–41.
24. Goolsby MA, Barrack MT, Nattiv A. A displaced femoral neck stress fracture in an amenorrheic adolescent female runner. *Sports Health* 2012;4:352–6.
25. Jayanthi NA, LaBella CR, Fischer D, Pasulka J, Dugas LR. Sports-specialized intensive training and the risk of injury in young athletes: a clinical case-control study. *Am J Sports Med* 2015;43:794–801.
26. Bell DR, Post EG, Biese K, Bay C, Valovich McLeod T. Sport Specialization and Risk of Overuse Injuries: A Systematic Review With Meta-analysis. *Pediatrics* 2018;142.
27. Straccolini A, Sugimoto D, Howell DR. Injury Prevention in Youth Sports. *Pediatr Ann* 2017;46:e99–105.
28. Myer GD, Jayanthi N, Difiori JP, Faigenbaum AD, Kiefer AW, Logerstedt D, et al. Sport Specialization, Part I: Does Early Sports Specialization Increase Negative Outcomes and Reduce the Opportunity for Success in Young Athletes? *Sports Health* 2015;7:437–42.
29. Brenner JS, American Academy of Pediatrics Council on Sports Medicine and Fitness. Overuse injuries, overtraining, and burnout in child and adolescent athletes. *Pediatrics* 2007;119:1242–5.

DOI : 10.34814/SOFOP-2020-017