

REPRISE DU SPORT APRÈS TENDINOPATHIE TRAITÉE PAR INFILTRATION DE PRP

RETURN TO SPORTS AFTER PRP INJECTIONS FOR TENDINOPATHY

F. Lehane^a, F. Delvaux^b, J.-L. Croisier^b et J.-F. Kaux^c

^aDomaine universitaire du Sart Tilman, centre hospitalier universitaire de Liège, bâtiment B 35, 4000 Liège, Belgique

^bDépartement des sciences de la motricité, ULiège, Liège, Belgique

^cService de médecine physique et révalidation, SPORT2 ULiège, Liège, Belgique

MOTS-CLES : Plasma riche en plaquettes ; Tendinopathies ; Facteur de risque ; Retour au jeu ; Decision-Based RTP Model

KEYWORDS : Plasma rich in platelets ; Tendinopathies ; Risk factor ; Return to play ; Decision-Based RTP Model

RÉSUMÉ

Le plasma riche en plaquettes (PRP), concentré plaquettaire obtenu par centrifugation de sang autologue, présente de nombreuses propriétés, notamment celles de favoriser l'hémostase et la cicatrisation tissulaire. Certes, son effet clinique est à ce jour toujours discuté mais le PRP est de plus en plus utilisé dans le cadre des tendinopathies rebelles aux traitements classiques. En vue d'une reprise de la pratique sportive sous les conditions optimales, un modèle de décision de retour au jeu (Decision-Based RTP Model) a récemment été proposé. Nous discuterons de ses différents critères.

ABSTRACT

Platelet rich plasma (PRP), a platelet concentrate obtained by centrifugation of autologous blood, has many properties that promote hemostasis and tissue healing. While its clinical effect is still being discussed today, PRP is increasingly used in the context of tendinopathies resistant to conventional treatments. In order to resume the practice of sports under optimal conditions, a Decision-Based RTP Model has recently been proposed. We will discuss the different criteria of return to play and risk factors involved in order to optimize the return to play and effectiveness of this treatment with PRP.

Introduction

Le plasma riche en plaquettes (PRP) est un concentré plaquettaire obtenu par centrifugation de sang autologue [1]. Les plaquettes contiennent un grand nombre de facteurs de croissance et de cytokines qui favorisent l'hémostase et la cicatrisation tissulaire [1-3]. Les connaissances scientifiques actuelles ainsi que les données précliniques sont en faveur de l'utilisation de PRP dans le cadre de pathologies liées aux sports. Les traitements par PRP sont très répandus chez les athlètes de haut niveau en cas de tendinopathies rebelles aux traitements classiques tels que les massages transverses profonds, le travail excentrique, les infiltrations et les ondes de choc [4]. Au vu des résultats obtenus [5], l'infiltration de PRP se présente comme une arme thérapeutique prometteuse pour l'avenir. Cependant, de nombreuses questions restent encore sans réponse concernant son utilisation, notamment la composition optimale de l'injectât, les doses à utiliser le moment opportun, les protocoles de rééducation ainsi que le délai prévu pour un retour optimal à la compétition [6-8].

Depuis 2011, le PRP ne figure plus parmi la liste des substances dopantes. Selon l'Agence mondiale antidopage (AMA), en dépit de la présence de certains facteurs de croissance, les PRP ont été retirés de la liste car les études actuelles ne démontrent pas de potentiel d'amélioration de la performance au-delà d'un effet thérapeutique. Il est à noter que les facteurs de croissance individuels sont interdits lorsqu'ils sont administrés séparément sous forme de substances purifiées [9].

Dans le cadre des tendinopathies, les infiltrations de PRP permettent un retour au sport dans, au moins, 70 % des cas [10]. Dans la moitié des cas de tendinopathies traitées par infiltration de PRP, l'athlète retrouve un niveau équivalent à celui atteint auparavant [11]. Les meilleurs résultats sont obtenus chez les sujets les plus jeunes (< 30 ans) [11]. Il est important de savoir que l'effet thérapeutique n'est pas identique selon la sévérité des pathologies et les cas cliniques. Dès lors, ceci suggère une relation avec le contexte qui dépend [12] d'un grand nombre de facteurs [13]. Ces derniers comprennent à la fois l'histoire de la pathologie, le type de blessure, l'examen physique, le type d'activité, la rééducation, l'état psychologique de l'athlète, le niveau concurrentiel, les protections envisageables vis-à-vis des éventuelles blessures ultérieures et les différents critères de reprise du sport [13].

Un modèle de décision de retour au jeu (Decision-Based RTP Model) [13] a récemment été proposé. Ce modèle, développé en 2015, a été nommé le modèle StARRT (Strategic Assessment of Risk and Risk Tolerance). Il organise et recueille l'ensemble des informations disponibles concernant les facteurs intervenant dans l'évaluation du risque de participation au sport et dans la tolérance au risque. Une comparaison de ces deux notions est alors réalisée tout en faisant intervenir des modificateurs de la tolérance au risque, généralement liés à un concept bien plus large de bien-être de l'athlète [13]. Au vu des précédentes études [12,14,15], ce modèle semble pertinent afin d'aboutir à une prise de décision optimale.

Aspects particuliers de la rééducation post-injection de PRP

Il n'est pas aisé d'établir un protocole précis de rééducation et de reprise du sport dans les suites d'une injection de PRP pour tendinopathie. Compte tenu du caractère multifactoriel des tendinopathies chroniques et rebelles, leurs prises en charge nécessitent différentes approches thérapeutiques auxquelles fait suite une rééducation active [16]. Une connaissance des conditions optimales de cette rééducation est requise afin d'assurer une efficacité de longue durée du traitement.

Certaines études ont suggéré un protocole d'étirement et de renforcement excentrique après infiltrations de PRP pour tendinopathies chroniques [16]. Un travail a démontré que, dans une pathologie tendineuse aiguë, la mise en charge du tendon après l'injection de PRP améliore ses propriétés biomécaniques [17]. Dès lors, la plupart des protocoles recommande cette mise en charge précoce du tendon après une procédure par PRP [18]. Ainsi, plusieurs études portant sur la tendinopathie patellaire proposent une rééducation excentrique submaximale dans les suites de l'infiltration [19-21].

Cependant, la population de sportifs est très hétérogène comportant à la fois des athlètes de haut niveau et des amateurs, n'ayant pas le même délai de récupération [22-24]. Ainsi, la rééducation doit être adaptée au patient, à l'athlète, au sport pratiqué et à la sévérité de la symptomatologie. Il convient de rester très prudent quant à la reprise trop précoce ou trop intense de l'activité. La réathlétisation est une étape indispensable entreprise dès le début de la rééducation. En renforçant les effets bénéfiques du travail de rééducation mais également en limitant et réduisant le risque de récurrence de blessures, elle permettra au sportif d'évoluer vers une reprise complète de son activité [25].

Divers axes de travail sont privilégiés lors de la réathlétisation [25,26]. Un renforcement de tous les muscles du corps, des exercices de proprioception statiques et dynamiques, des exercices de coordination mais également un accompagnement mental seront mis en place pour aider le sportif à « oublier » sa blessure et reprendre confiance. Le reconditionnement à l'effort sera adapté afin d'être le plus spécifique à la discipline pratiquée par le patient. Chaque étape du protocole doit être effectuée sous le seuil de la douleur ($VAS \leq 2/10$) [26]. Le but de cette phase est également de permettre au sujet de retrouver ses sensations sportives ainsi que les facultés aérobie et métaboliques amoindries par la pathologie [27].

Reprise du sport : résultats actuels

Une anamnèse ciblée est primordiale afin de décrire la douleur de façon précise et la connaissance des facteurs de risque. Les facteurs de risque intrinsèques peuvent être d'origines multiples [28]. L'âge du patient, la génétique (gène LOX, ELN, ITGB3, COL11A2) [29], la co-existence de maladies

inflammatoires [30,31], les pathologies intercurrentes telles que le diabète [32-34] ou la présence d'une dyslipidémie [35], tous peuvent avoir une implication dans les tendinopathies. Les effets secondaires des traitements pharmacologiques ont également leur rôle à jouer. L'héparine de poids moléculaire et les immunosuppresseurs tels que la cyclosporine, par exemple, peuvent affecter négativement le métabolisme du tissu tendineux et des ténocytes. Ils doivent donc être utilisés avec précaution en cas d'exercices physiques intenses ou prolongés [36]. De plus, l'utilisation de corticostéroïdes, bien que toujours répandue en médecine sportive, reste controversée quant à sa sécurité au niveau tendineux [37]. Cette classe pharmacologique est interdite par l'Agence mondiale antidopage (AMA) lorsqu'elle est administrée par voie orale, intraveineuse, intramusculaire ou rectale. Toute autre administration locale est autorisée, permettant donc aux athlètes d'utiliser les glucocorticoïdes à des fins thérapeutiques [38].

Parmi les antibiotiques, la tendinopathie induite par la fluoroquinolone a largement été décrite dans la littérature scientifique et est de mauvais pronostic [39]. Enfin, des tendinopathies induites par l'administration de statines ont également été analysées mais l'incidence est très faible compte tenu du très grand nombre de prescriptions de statines dans la population [40].

Du fait de l'étiologie souvent multifactorielle des tendinopathies et de la difficulté de leur prise en charge à long terme, l'identification des facteurs de risque intrinsèques doit être réalisée chez tout patient atteint de tendinopathies chroniques ou récidivantes.

Comme énoncé précédemment, le cadre StARRT (Strategic Assessment of Risk Tolerance) [13] (Fig. 1) rassemble divers critères devant être pris en compte afin de décider du moment opportun pour la reprise sportive. Il comprend notamment deux facteurs principaux.

Le premier facteur décisionnel évalue la qualité du tissu. Il correspond à sa réponse au stress, à l'étirement, à l'effort qu'il est en mesure d'endurer. Ce facteur dépendra de l'état initial du tendon, de l'âge du patient, de ses symptômes, de son histoire médicale, des signes cliniques ainsi que des données de l'imagerie (échographie, IRM...) [13]. La première étape du processus décisionnel est donc l'évaluation de l'état de santé de l'athlète, d'un point de vue biologique, psychologique et fonctionnel, ainsi que les qualités intrinsèques du tissu lésé, celui-ci étant généralement plus faible ou moins fonctionnel qu'il ne l'était avant la blessure et donc plus susceptible d'être lésé à nouveau.

L'examen clinique repère la triade douloureuse typique. Il comprendra essentiellement le testing isométrique, l'étirement et la palpation.

Quant à l'imagerie, elle joue un rôle important dans l'évaluation clinique des patients souffrant de douleurs musculosquelettiques, mais son utilité dans la prise en charge de la tendinopathie est discutable. L'échographie est certainement l'examen de choix. Elle est simple, de faible coût mais opérateur dépendant. Le mode Doppler couleur peut également être utilisé afin de mettre en évidence la présence d'une néovascularisation. Lors de la présence d'une discordance clinique-échographie, une IRM peut être indiquée. Certes plus complexe et plus onéreuse, l'IRM permet la détection des anomalies précoces du tendon et des structures qui l'entourent. Cependant, les résultats de l'imagerie peuvent ne pas correspondre aux symptômes cliniques, et il n'est pas rare de trouver des changements anatomiques associés à une tendinopathie chez des individus

asymptomatiques. De même, les patients présentant des symptômes cliniques de tendinopathie peuvent présenter une imagerie normale [41].

L'utilisation de l'échographie diagnostique et interventionnelle a considérablement augmenté au cours de la dernière décennie dans le but d'améliorer les traitements de la tendinopathie. Malgré les limites de l'imagerie traditionnelle dans le diagnostic et la prise en charge de la tendinopathie, les procédures d'intervention utilisant l'échographie sont prometteuses [42]. De nouvelles techniques d'imagerie comme l'élastographie ultrasonore, nouvelles séquences IRM à temps d'écho ultra-court, l'IRM dynamique de contraste de sensibilité mécanique, ont le potentiel d'améliorer encore la caractérisation des tendons et des ligaments [43-45].

Divers scores algo-fonctionnels tels que DASH pour l'épaule, VISA-A et VISA-P (Victorian Institute of Sport Assessment -Achilles et -Patellar) et PRTEE (Patient-Rated Tennis Elbow Evaluation) sont utilisés afin d'estimer l'évolution de la tendinopathie. Ils se présentent sous forme d'auto-questionnaires constitués de 8 items évaluant les symptômes de la tendinopathie et ses répercussions sur l'activité physique. Chaque score est sensible à des changements cliniques dans le temps ; les patients y répondent aisément et les données sont facilement utilisables. Celles-ci sont spécifiques, valides et fiables mais ne constituent en rien un outil diagnostique [46]. Une traduction française de ces scores a récemment été réalisée et validée selon les recommandations internationales [47-51].

Il est important d'établir des protocoles valides et fiables de dépistage musculosquelettique et des tests fonctionnels [52,53] visant à identifier les risques de blessures chez les athlètes. Le testing isocinétique permet une évaluation précise et reproductible des performances musculaires à condition de respecter une méthodologie rigoureuse. Il permet de reconnaître un profil musculaire à risque, mais également d'identifier avec précision le niveau de récupération afin de guider au mieux la rééducation. De plus, l'isocinétisme est utilisé à visée préventive lors de la détection de déséquilibres musculaires permettant leurs corrections [54,55].

Au niveau du membre inférieur, le hop test est cliniquement utile dans la prédiction des futurs résultats de la guérison de la pathologie tendineuse ou ligamentaire [56]. En effet, il peut être utilisé afin d'informer le clinicien et le patient du pronostic probable et du développement d'une réadaptation ciblée [57] qui prendra en considération non seulement les exigences spécifiques au sport, mais aussi le stade de développement de l'athlète [58]. Les tests remettent en question le contrôle et l'équilibre postural de l'athlète et permettent d'identifier les limitations de mouvement par rapport aux évaluations isolées de la fonction musculaire. Ils visent donc à identifier les limitations fonctionnelles tout au long de la chaîne cinétique et à identifier les caractéristiques de performance spécifiques au sport pratiqué (stabilité, force musculaire, équilibre, coordination) [53].

Le deuxième facteur décisionnel du cadre StARRT (Fig. 1) correspond aux facteurs extrinsèques tels que le stress, l'intensité de l'effort appliqué sur le tissu lésé. Ce second facteur dépend du sport pratiqué, du niveau de compétition, des divers tests fonctionnels réalisés, et de l'état psychologique du patient par rapport à sa pathologie [13]. Ainsi, un joueur de tennis avec une épicondylite présente un risque lésionnel différent d'un volleyeur (différents sports) ; en cas de tendinopathie de la coiffe des rotateurs le gardien de but d'une équipe de football peut avoir un risque différent de celui d'un

autre joueur de l'équipe (différentes positions) ; même remarque concernant la tendinopathie calcanéenne du jogger et du marathonien. De plus, la définition de « retour au jeu » peut être variable : elle peut aller d'un « simple permis de pratiquer » à un « un retour au jeu complet sans restriction ». Le cadre StARRT (retrouvé à l'étape 2), concerté à la fois par le médecin, le kinésithérapeute, l'entraîneur et l'athlète, peut être appliqué à tout processus décisionnel ; il détermine simplement le niveau de stress attendu au niveau du tissu. Cette deuxième étape est essentielle car un risque de récurrence élevé représente le principal paramètre dans la décision de reprise de la pratique sportive.

Cependant, il existe de nombreux facteurs supplémentaires qui, bien qu'ils ne soient pas directement liés à l'évaluation de l'état de santé, ont la capacité d'augmenter ou de diminuer sensiblement le risque de participation. La planification des entraînements et la pression endurée par l'athlète sont notamment des facteurs qu'il est indispensable de prendre en considération (étape 3). Ceux-ci sont appelés les « modificateurs de la tolérance au risque » [59]. Ces derniers doivent être analysés en ayant une vue globale de l'athlète et du contexte sportif. Pour la même pathologie, l'évaluation des risques peut être jugée selon un seuil de tolérance au risque variable et ainsi rendre la décision de retour au jeu acceptable, ou inversement non acceptable. Ces « modificateurs de la tolérance au risque » peuvent modifier la décision qui aurait été prise si le risque de participation avait été considéré à lui seul. Sur dix cas étudiés souffrant de blessures à l'aine et aux ischio-jambiers, les modificateurs de tolérance au risque précédemment suggérés étaient pertinents dans les décisions de retour au jeu [60].

De plus, il est fréquent que l'évaluation des risques ou de la tolérance au risque diffèrent selon l'évaluateur, ceci altérant donc la décision de retour au jeu [60]. L'athlète reçoit donc parfois des opinions contradictoires de la part de différents cliniciens, de la famille, des amis et des entraîneurs [13]. Il peut lui-même avoir une évaluation différente des risques. Des définitions plus précises diminuent mais n'éliminent cependant pas cette variabilité [15]. Il est difficile de savoir lequel du quatuor : médecin, kinésithérapeute, entraîneur ou athlète a l'estimation la plus précise pour une blessure particulière. Il a été démontré qu'il était possible d'étudier l'évaluation des risques et la tolérance au risque à l'aide de la méthode Bayésienne en utilisant des questionnaires parmi les cliniciens et les athlètes. Sachant qu'il y aura toujours des désaccords entre les cliniciens au sujet des décisions de retour au jeu, un système plus transparent mettant en évidence les différences intervenant dans l'estimation des risques et la tolérance au risque pourrait aider à améliorer la compréhension en cas de différends [60].

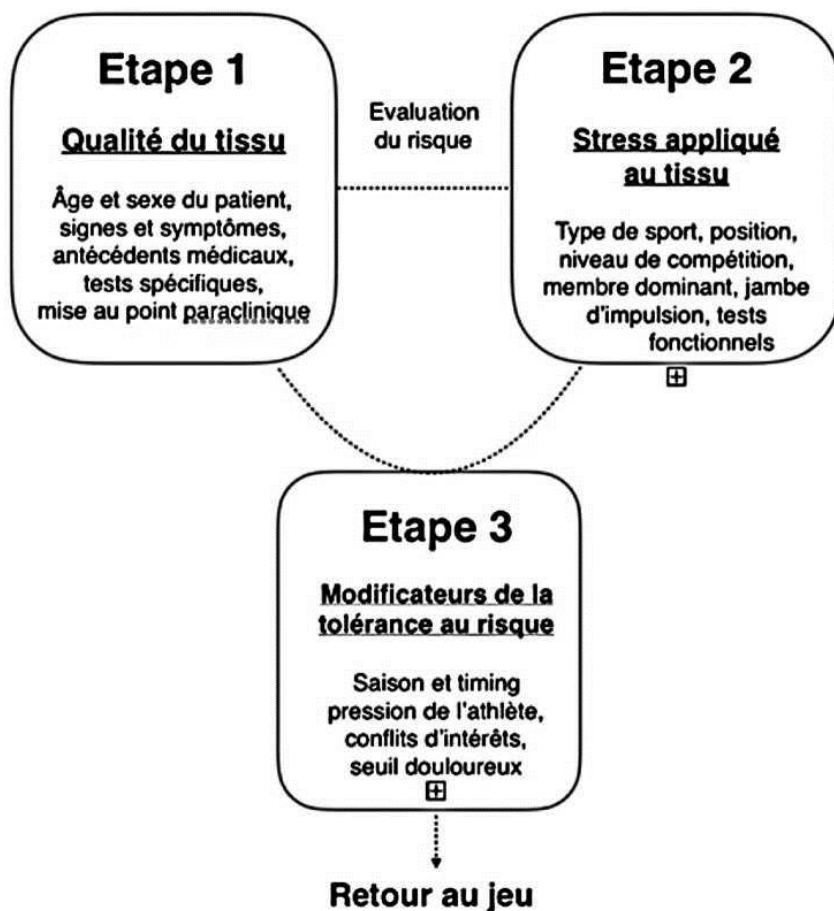
Notons qu'une mise en application de ce modèle a été réalisée dans une étude reprenant 20 patients souffrant de tendinopathies patellaires supérieures chroniques.

Les évaluations ont été réalisées avant l'infiltration de PRP, à 6 semaines et à 3 mois post-infiltration.

Cette étude a permis de démontrer que les plaintes douloureuses du patient diminuent de manière significative à 6 semaines dans les activités journalières. La baisse du ressenti douloureux se poursuit jusqu'à 3 mois dans une moindre mesure. La douleur diminue également lors des évaluations fonctionnelles (isocinétique et hop test). Notons, tout de même, qu'au niveau de l'imagerie médicale (échographie et IRM), aucune amélioration n'a été observée. De plus, l'étude

réalisée démontre que les patients plus jeunes semblent être plus susceptibles d'obtenir une amélioration de la douleur après une infiltration de PRP [61].

Figure 1. Modèle de décision de retour au jeu (inspirée de la réf. [13]).



Conclusion

La prise en charge d'une tendinopathie chronique reste aujourd'hui une épreuve de longue durée [62] et un challenge thérapeutique pour le corps médical [63]. Les tendinopathies étant des pathologies multifactorielles [30], leur prise en charge doit permettre d'éliminer tous facteurs de risque éventuels mais nécessite également un suivi rigoureux et à long terme. La décision de retour au jeu requiert une réflexion collective. Elle dépend certes des médecins et du kinésithérapeute, mais également de l'athlète et de l'entraîneur. En effet, il est fondamental d'introduire une notion de contexte sportif dans la prise de décision de retour au jeu. La prise de conscience de l'importance des facteurs indirectement liés à la blessure lors du processus décisionnel permet d'aboutir à un arbitrage plus optimal- et, indirectement, à des meilleurs résultats dans l'utilisation du PRP. Le développement des stratégies de sensibilisation et de mise en œuvre des modèles de décision de retour au jeu devrait faire l'objet de recherches plus approfondies [64].

Références

- [1] Kaux JF, Crielaard JM, Degraeve N. Platelet rich plasma : traitement des tendinopathies chroniques ? *J Traumatol Sport* 2007;34:99–102.
- [2] Wang H, Avila G. Platelet rich plasma: myth or reality? *Eur J Dent* 2007;1:192–4.
- [3] Kajikawa Y, Morihara T, Sakamoto H, Matsuda K, Oshima Y, Yoshida A, et al. Platelet-rich plasma enhances the initial mobilization of circulation-derived cells for tendon healing. *J Cell Physiol* 2008;215:837–45.
- [4] Kaux JF, Croisier JL, Forthomme B, Crielaard JM. Analyse critique des traitements conservateurs classiques des tendinopathies. *Rev Med Liege* 2015;70:456–60.
- [5] Middleton K, Barro V, Mulle B, Terada S, Fu F. Evaluation of the Effects of Platelet-Rich Plasma (PRP) Therapy Involved in the Healing of Sports-Related Soft Tissue Injuries. *Iowa Orthop J* 2012;32:150–63.
- [6] Mishra A, Harmon K, Woodall J, Vieira A. Sports médecine applications of platelet rich plasma. *Curr Pharm Biotechnol* 2012;13:1185–95.
- [7] Smets F, Croisier JL, Forthomme B, Crielaard JM, Kaux JF. Applications cliniques du plasma riche en plaquettes (PRP) dans les lésions tendineuses : revue de la littérature. *Science Sport* 2012;27:141–53.
- [8] Kaux JF, Drion P, Croisier JL, Crielaard JM. Tendinopathies and platelet-rich plasma (PRP): from pre-clinical experiments to therapeutic use. *J Stem Cells Regen Med* 2015;11:7–17.
- [9] Antidopage AM. World Anti Doping Agency; 2018, <https://www.wada-ama.org/>.
- [10] Gosens T, Den Ouden B, Fievez E, van't Spijker P, Fievez A. Pain and activity levels before and after platelet-rich plasma injection treatment of patellar tendinopathy: a prospective cohort study and the influence of previous treatments. *Int Orthop* 2012;36:1941–6.
- [11] Kaux JF, Bruyere O, Croisier JL, Forthomme B, Le Goff C, Crielaard JM. One-year follow-up of platelet-rich plasma infiltration to treat chronic proximal patellar tendinopathies. *Acta Orthop Belgica* 2015;81:251–6.
- [12] Shrier I, Matheson G, Boudier-Revéret M, Steele R. Validating the three-step return to play decision model. *Scand J Med Sci Sports* 2015;25:231–9.
- [13] Shrier I. Strategic Assessment of Risk and Risk Tolerance (StARRT) framework for return to play decision-making. *Br J Sports Med* 2015;49:1311–5.
- [14] Creighton D, Shrier I, Shultz R, et al. Return to play in sport: a decision-based model. *Clin J Sport Med* 2010;20:379–85.
- [15] Shultz R, Bido J, Shrier I, et al. Team clinician variability in return to play decisions. *Clin J Sport Med* 2013;23:456–61.
- [16] Kaux JF, Libertiaux V, Leprince P, Fillet M, Denoel V, Wyss C, et al. Eccentric Training for Tendon Healing After Acute Lesion: A Rat Model. *Am J Sports Med* 2017;45:1440–6.
- [17] Virchenko O, Aspenberg OP. How can one platelet injection after tendon injury lead to a stronger tendon after 4 weeks? Interplay between early regeneration and mechanical stimulation. *Acta orthopaedica* 2006;77:806–12.
- [18] Yuan T, Zhang C, Wang J. Augmenting tendon and ligament repair with platelet-rich plasma (PRP). *Muscles Ligaments Tendons J* 2013;3:139–49.

- [19] Kaux JF, Forthomme B, Namurois MH, Bauvir P, Defawe N, Delvaux F, et al. Description of a standardized rehabilitation program based on sub-maximal eccentric following a plateletrich plasma infiltration for jumper's knee. *Muscles Ligaments Tendons J* 2014;4:85–9.
- [20] Kaux JF, Croisier JL, Bruyere O, Rodriguez De La Cruz C, Forthomme B, Brabant G, et al. One injection of platelet-rich plasma associated to a submaximal eccentric protocol to treat chronic jumper's knee. *J Sports Med Phys Fitness* 2015;55:953–61.
- [21] Kaux JF, Croisier JL, Bruyère O, Rohr N, Le Goff C, Crielaard JM. One-year follow-up of platelet-rich plasma to treat chronic upper patellar tendinopathies. *European J Phys Rehabil Med* 2014;4:227.
- [22] Reurink G, Goudswaard G, Moen M, et al. Platelet-rich plasma injections in acute muscle injury. *N Engl J Med* 2014;370:2546–7.
- [23] Askling C, Karlsson J, Thorstensson A. Hamstring injury occurrence in elite soccer players after preseason strength training with eccentric overload. *Scand J Med Sci Sports* 2003;13:244–50.
- [24] Ekstrand J, Askling C, Magnusson H, et al. Return to play after thigh muscle injury in elite football players: implementation and validation of the Munich muscle injury classification. *Br J Sports Med* 2013;47:769–74.
- [25] Duval T, Lehance C, Croisier JL, Delvaux F, Daniel C, Duval JY, et al. Impact d'une réathlétisation précoce sur les performances des sportifs amateurs opérés d'une rupture du ligament croisé du genou. *J Traumatol Sport* 2017;34:203–7.
- [26] Kaux JF, Forthomme B, Namurois MH, Bauvir P, Defawe N, Delvaux F, et al. Description of a standardized rehabilitation program based on sub-maximal eccentric following a platelet-rich plasma infiltration for jumper's knee. *Muscles Ligaments Tendons J* 2014;4:85–9.
- [27] Beauchamps V. évaluation de l'impact d'une réathlétisation supervisée après une lésion musculo-squelettique du membre inférieur : à propos d'une étude interventionnelle comparative menée au sein d'un régiment de l'Armée Française. *Med Humaine Pathol* 2014.
- [28] Kaux JF, Bouvard M, Lecut C, Oury C, Gothot A, Sanchez M, et al. Reflections about the optimisation of the treatment of tendinopathies with PRP. *Muscles Ligaments Tendons J* 2015;5:1–4.
- [29] Saunders C, Jalali Sefid Dashti M, Gamielidien J. Semantic interrogation of a multi knowledge domain ontological model of tendinopathy identifies four strong candidate risk genes. *Sci Rep* 2016;6:19820.
- [30] Gomes M, Reis R, Rodrigues M. Tendon regeneration: Understanding Tissue Physiology and Development to Engineer Functional Substitues, AP ed. Boston: Academic Press; 2015.
- [31] Lago R, Gomez R, Otero M, et al. A new player in cartilage homeostasis: adiponectin induces nitric oxide synthase type II and pro-inflammatory cytokines in chondrocytes. *Osteoarthritis Cartilage* 2008;16:1101–9.
- [32] Del Rosso A, Cerinic M, De Giorgio F, Minari C, Rotellar C, Seghier G. Rheumatological manifestations in diabetes mellitus. *Curr Diabetes Rev* 2006;2:455–66.
- [33] Tsai W, Liang F, Cheng J, et al. High glucose concentration upregulates the expression of matrix metalloproteinase-9 and -13 in tendon cells. *BMC Musculoskelet Disord* 2013;14:255.
- [34] Kaux JF, Croisier JL, Leonard P, Le Goff C, Crielaard JM. Exuberant inflammatory reaction after an infiltration of platelet-rich plasma (PRP). *Br J Sports Med* 2013;81:92.
- [35] Abate M, Schiavone C, Salini V, Andia I. Occurrence of tendon pathologies in metabolic disorders. *Rheumatology* 2013;52:599–608.

- [36] Knobloch K. Tendinopathy and drugs-potential implications for beneficial and detrimental effects on painful tendons. *J Sci Med Sport* 2009;12:423.
- [37] Hart L. Corticosteroid and other injections in the management of tendinopathies: a review. *Clin J Sport Med* 2011;21:540–1.
- [38] Collomp KAA, Buisson C, Lecoq A, Mongongu C. Glucocorticoid administration in athletes: performance, metabolism and, detection. *Steroids* 2016;115:193–202.
- [39] Kaleagasioglu F, Olcay E. Fluoroquinolone-induced tendinopathy: etiology and preventive measures. *Tohoku J Exp Med* 2012;226:251–8.
- [40] Marie INC. Tendinopathies induites par les statines. *John Libbey Euronext*; 2010;238–43.
- [41] Khan K, Forster B, Robinson J, Cheong Y, Louis L, Maclean L, et al. Are ultrasound and magnetic resonance imaging of value in assessment of Achilles tendon disorders? A two year prospective study. *Br J Sports Med* 2003;37:149–53.
- [42] Bley B, Abid W. Imaging of Tendinopathy: A Physician's Perspective. *J Orthop Sports Phys Ther* 2015;45:826–8.
- [43] Hodgson R, O'Connor P, Grainger A. Tendon and ligament imaging. *Br J Radiol* 2012;85:1157–72.
- [44] Stijn B, Catarina DBC, Lennart S, Kaat D, Jan D, Frederik M, et al. Evaluation of tissue displacement and regional strain in the Achilles tendon using quantitative high-frequency ultrasound. *PLoS One* 2017.
- [45] Rosengarten S, Cook J, Bryant A, Cordy J, Daffy J, Docking S. Australian football players' Achilles tendons respond to game loads within 2 days: an ultrasound tissue characterisation (UTC) study. *Br J Sports Med* 2015;49:183–7.
- [46] Bhattacharjee T, Nicodemo M, Sant'Anna L. Tendinopathy diagnosis and treatment monitoring using attenuated total reflectance-Fourier transform infrared spectroscopy. *J Biophotonics* 2018.
- [47] Kaux JF, Delvaux F, Oppong-Kyei J, Dardenne N, Beaudart C, Buckinx F, et al. Validity and reliability of the French translation of the VISA – A questionnaire for Achilles tendinopathy. *Disabil Rehabil* 2016;38:2593–9.
- [48] Kaux JF, Delvaux F, Oppong-Kyei J, Beaudart C, Buckinx F, Croisier JL, et al. Cross-cultural adaptation and validation of the victorian institute of sport assessment-patella questionnaire for French-speaking patients with patellar tendinopathy. *J Orthop Sports Phys Ther* 2016;35:384–93.
- [49] Kaux JF, Delvaux F, Oppong-Kyei J, Buckinx F, Bartsch V, Bruyère O. Adaptation transculturelle et validation des questionnaires VISA-P et VISA-A en français. *Science Sports* 2016;52:65–72.
- [50] Kaux JF, Delvaux F, Schaus J, Demoulin C, Locquet M, Buckinx F, et al. Cross-cultural adaptation and validation of the Patient-Rated Tennis Elbow Evaluation Questionnaire on lateral elbow tendinopathy for French-speaking patients. *Journal of Hand Therapy* 2016;29:496–504.
- [51] Dubert T, Voche P, Dumontier C, Dinh A. Le questionnaire DASH. Adaptation française d'un outil d'évaluation international - 01/01/01. *Chir Main* 2001;20:294–302.
- [52] Cates W, Cavanaugh J. Advances in rehabilitation and performance testing. *Clin Sports Med* 2009;28:63–76.
- [53] Werner G. Strength and conditioning techniques in the rehabilitation of sports injury. *Clin Sports Med* 2010;29:177–91.

- [54] Barthélémy Y, Kaux JF, Ferret JM. Isocinetisme et sport de haut niveau: applications à la traumatologie du sport. *Movement Sport Sciences Motricite* 2014;85:77–91.
- [55] Croisier JL, Crielaard JM. Exploration isocinétique : analyse des paramètres chiffrés. *Ann Readapt Med Phys* 1999;42:538–45.
- [56] Grindem H, Logerstedt D, Eitzen I, et al. Single-legged hop tests as predictors of self-reported knee function in nonoperatively treated individuals with anterior cruciate ligament injury. *Am J Sports Med* 2011;39:2347–54.
- [57] Logerstedt D, Grindem H. Single-legged Hop Tests as Predictors of Self-reported Knee Function After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: The Delaware-Oslo ACL Cohort Study. *Am J Sports Med* 2012;40:2348–56.
- [58] Moore N, Kertesz A, Bird S. A modified movement screen for pre-elite youth athletes. *J Aust Strength Cond* 2012;34:44–53.
- [59] Fuller C, Junge A, Dvorak J. Risk management: FIFA's approach for protecting the health of football players. *Br J Sports Med* 2012;17:11–7.
- [60] Shrier I, Serner A, Wangenstein A, Steele R, Weir A. Measuring heterogeneity of reinjury risk assessments at the time of clearance to return to play: A feasibility study. *J Sci Med Sport* 2017;20:255–60.
- [61] Kaux JF, Croisier JL, Bruyère O, Rodriguez de la Cruz C, Simoni P, Alvarez Miezentsseva V, et al. Une infiltration de plasma riche en plaquettes (PRP) pour traiter les tendinopathies rotuliennes supérieures chroniques. *Ann Phys Rehabil Med* 2013.
- [62] Kaux JF, Forthomme B, Le Goff C, Crielaard JM, Croisier JL. Current Opinions on Tendinopathy. *J Sports Sci Med* 2011;10:238–53.
- [63] Kaux JF, Crielaard JM. Tendon et tendinopathie. *J Traumatol Sport* 2014;31:235–40.
- [64] Niederer D, Wilke J, Vogt L, Banzer W. Return to play after injuries: A survey on the helpfulness of various forms of assistance in the shared decision-making process in semi-professional athletes in Germany. *Arch Phys Med Rehabil* 2018;99:690–8.