

Application clinique du Plasma riche en plaquettes (PRP) pour traiter les lésions tendineuses : revue de la littérature.

Résumé

Les lésions tendineuses chroniques sont fréquentes et sont le plus souvent résistantes aux traitements conservateurs disponibles à l'heure actuelle.

Cette revue a comme objectif de regrouper les connaissances actuelles concernant le traitement des lésions tendineuses par plasma riche en plaquettes (PRP). Cette technique bien connue et utilisée depuis une dizaine d'années dans le domaine de la chirurgie, est d'actualité dans le monde du sport, notamment dans le cadre du traitement de tendinopathies réfractaires aux autres thérapeutiques ainsi que d'une récupération fonctionnelle rapide. Cependant, étant donné le caractère récent des traitements par PRP dans le domaine médico-sportif, les études réalisées à ce jour n'ont pas encore permis de reproduire les effets bénéfiques obtenus in vitro. La plupart des études concernant le sujet démontrent une amélioration de la symptomatologie suite au traitement par PRP, mais les nombreux biais introduits en raison par exemple du manque d'effectif, de l'absence de groupe contrôle ou encore du type variable de produit utilisé ne leur confèrent pas un niveau d'évidence assez élevé. A ce jour donc, les résultats obtenus in-vivo ne permettent pas de recommander formellement l'utilisation du PRP dans le cadre du traitement des tendinopathies. L'avenir du PRP devra donc passer par une standardisation dans la fabrication de celui-ci ainsi que par la réalisation de protocoles d'études standards permettant de comparer les futurs travaux.

Abstract

Tendinopathies are common and frequently resisting to actual conservative measures.

The aim of this review was to gather the actual knowledge concerning the platelet-rich plasma (PRP) treatment in tendon lesion. The interest of this well-known technique, applied since almost 15 years in facial and dental surgery, is growing in the sports world because of its potential ability to treat refractory tendinopathies and to get back quickly a functional use. However, given the relative recent knowledge about PRP in sports medical, the studies could not yet reproduce the beneficial effects obtained in-vitro. Most studies about the subject indeed show an improvement in symptoms after PRP treatment but, because of the many biases introduced, such as the lack of population, the lack of control group or the many different kind of PRP used, the studies cannot be conferred a high level of evidence. Therefore, there is no evidence of formally advise the use of PRP in the treatment of tendinopathy. So the main research field in the close future will have to determine a standard for the manufacture of PRP and the protocols of the future studies in order to be able to compare them.

Mots clés

Plasma riche en plaquettes, tendon d'Achille, tendinopathie rotulienne, épicondylite, coiffe des rotateurs, fasciite plantaire.

Keywords.

Platelet-rich plasma, Achilles tendon, patellar tendinopathy, epicondylitis, rotator's cuff, plantar fasciitis.

I) Introduction

Les lésions tendineuses représentent un problème majeur en médecine et traumatologie du sport. En effet, elles représentent environ 30% des consultations de médecine générale pour les pathologies musculo-squelettiques [1]. Ces pathologies dues, entre autres, à une surcharge mécanique touchent le monde sportif, mais également de nombreux travailleurs. Douloureuses et invalidantes, elles engendrent la plupart du temps une incapacité de performer pour les sportifs, parfois même une altération de la qualité de vie, et restent la cause de nombreux arrêts de travail [1].

Elles demeurent un véritable défi pour le monde médical dans la mesure où leur résistance fréquente aux traitements habituels ne permet jamais de promettre au patient une réponse favorable suite à la prise en charge thérapeutique.

Le développement du plasma riche en plaquettes (platelet-rich plasma ou PRP) représente un nouvel espoir au moment où des thérapeutiques telles que les anti-inflammatoires non stéroïdiens, les injections de corticoïdes, le renforcement excentrique, les ondes de chocs, etc. ont montré leurs limites pour traiter des tendinopathies chroniques, de ce fait qualifiées de « réfractaires ». Dans le cadre des tendinopathies d'Achille, Rompe et al. ont comparé l'utilité des AINS, des talonnettes et de la kinésithérapie à celle d'un placebo [2].

Le PRP apparaît donc comme une nouvelle option thérapeutique, pouvant éventuellement s'avérer complémentaire, à d'autres méthodes déjà existantes, telles que la rééducation excentrique ou les ondes de choc. Les connaissances actuelles ne permettent pas d'envisager à l'heure actuelle le PRP comme un traitement primaire.

Ce nouveau traitement est donc au centre de l'attention des cliniciens, en particulier ceux actifs dans le domaine sportif, et ceci d'autant plus qu'il peut s'avérer peu coûteux, de fabrication aisée et rapide. De plus, depuis janvier 2011, il n'est plus repris sur la liste des produits dopants (<http://www.wada-ama.org/>), contrairement aux produits sanguins labiles (PSL).

Il nous semble donc opportun de préciser la différence entre l'un et l'autre.

Les PSL sont définis par l'Agence Française de Sécurité Sanitaire des Produits de Santé (AFSSAPS) comme étant des produits issus du sang d'un donneur, destinés à être transfusés, de manière autologue ou homologue. Nous pouvons citer comme exemple de tels produits le sang total, le plasma et les cellules sanguines d'origine humaine.

Le PRP se différencie donc des PSL sur plusieurs points. Tout d'abord, il est utilisé à visée thérapeutique dans le monde du sport, et non dans un but d'amélioration des performances. Seul l'effet thérapeutique local des plaquettes est donc recherché, permettant de se positionner quand à la question éthique du dopage. Par ailleurs, étant administré localement (intra ou péri-tendineux), et non en intraveineux, contrairement aux PSL, très peu d'éléments du PRP (plaquettes et facteurs de croissance plaquettaires) se retrouvent dans la circulation sanguine après l'injection. De cette manière, son injection ne permettra pas d'augmenter la concentration sanguine en facteurs de crois-

sance, et donc la masse musculaire [3], ni de favoriser le transport d'oxygène, ce dernier point étant d'autant plus vrai que, comme nous le décrirons par la suite, la présence de globules rouges pourrait nuire à la qualité du PRP.

II) Matériel et méthodes

Les articles ont été recherchés sur les bases de données Medline et Pedro, et relus par plusieurs lecteurs. Trois références ont été obtenues en bibliothèque [4-6].

Les résultats obtenus l'ont été par l'entrée et l'éventuelle combinaison de mots clés tels que tendinopathy », « PRP », « platelet-rich plasma », « injection », « treatment », « Achille », « jumper's knee », « rotator's cuff », « plantar fasciitis ».

Étant donné le caractère relativement récent de l'intérêt du traitement des tendinopathies par les concentrés plaquetaires, un nombre assez restreint de références (62) a été obtenu.

Chaque article sélectionné l'a été pour sa pertinence et son importance dans le domaine.

Les publications les plus récentes ont été préférées aux anciennes de manière à éviter les redondances.

III) Le PRP

Le PRP est obtenu par centrifugation de sang autologue, permettant d'obtenir une concentration en plaquettes jusqu'à 50 fois supérieure à celle du plasma, habituellement comprise entre 3 et 10 pour soigner les tendinopathies, variable selon la méthode d'obtention [7-10]. Les différentes techniques disponibles, reprises dans l'article du Comité Olympique International (COI), ont donc pour but identique d'obtenir une suspension plaquettaire hautement concentrée [11] (tableau 1).

Le concentré plaquettaire peut être activé préalablement à son injection grâce à l'adjonction de thrombine, de chlorure de calcium ou le choix peut se porter sur une activation in situ par le collagène [12,13].

Le PRP contient par ailleurs une quantité variable de cellules de la lignée blanche. Celles-ci pourraient avoir un effet néfaste sur la cicatrisation via la libération de facteurs pro-inflammatoires potentiellement responsables d'une dégradation de la matrice extracellulaire [4, 10,14].

L'absence d'érythrocytes s'avère aussi nécessaire car leur lyse entraînerait une libération de radicaux libres aux effets pouvant être dommageables pour les structures tissulaires [10, 15].

Actuellement nous n'avons pu trouver de données scientifiques permettant d'établir un consensus formel quant au choix de la méthode d'obtention ou de la composition biologique du PRP.

Cependant, après revue de la littérature concernant le sujet, nous pouvons raisonnablement émettre l'hypothèse selon laquelle le PRP idéal ne devrait contenir aucune cellule, des lignées blanche et rouge.

Utilité potentielle ou démontrée in vitro

Les plaquettes, outre leur rôle bien connu dans la coagulation, dans les processus inflammatoires et dans la modulation de l'immunité, possèdent également des propriétés « réparatrices ».

En effet, lors de leur activation a lieu une dégranulation de cytokines et différents facteurs de croissance (VEGF, PDGF, TGF- β , IGF-I, HGF) favorisant l'angiogénèse, le remodelage et la cicatrisation tissulaire, notamment au niveau osseux, cutané, musculaire et tendineux [4, 7, 16, 17]. Ces propriétés sont donc non négligeables dans la considération du PRP comme nouveau moyen traitement des lésions tendineuses sachant que les tendons n'ayant pas un index métabolique élevé, leur capacité de guérison et de régénération est lente.

De plus, les plaquettes réduiraient les phénomènes douloureux par un mécanisme encore mal connu mais qui pourrait dépendre de la libération plaquettaire de protéases aux propriétés antalgiques [18].

Le PRP exercerait également un rôle antimicrobien (*S. pneumoniae*, *E. coli*) [19].

Utilisation clinique actuelle

Le PRP peut être utilisé sous plusieurs formes différentes, les plus fréquentes étant la forme injectable et le « gel de fibrine » applicable in loco ou suturable.

La dentisterie et la chirurgie maxillo-faciale furent les premières disciplines à tirer profit des propriétés d'accélération de la régénération osseuse des gels de fibrine [3, 20, 21].

Depuis, son application dans le domaine de la chirurgie va en grandissant, avec une préférence pour le domaine des lésions sportives. Le défi étant là de diminuer la durée d'invalidité engendrée par les lésions musculo-tendineuses et de favoriser ainsi une reprise précoce chez des patients qui doivent bénéficier de délais de récupération les plus courts possible en raison des échéances sportives et des exigences fonctionnelles maximales.

Des études ont suggéré son utilité lors de la plastie de croisé antérieur [22, 23].

Deux études ont aussi jusqu'à présent mis en évidence l'efficacité du PRP dans la chirurgie de l'épaule [24, 25].

Par ailleurs les applications non chirurgicales potentielles du PRP sont de plus en plus nombreuses.

Outres les effets bénéfiques potentiels dans les tendinopathies que nous décrivons largement par la suite, les possibles avantages de l'usage de PRP dans les lésions musculaires, osseuses et cartilagineuses on aussi fait l'objet d'études.

Ainsi, des études concernant le rôle du PRP dans la guérison de lésions musculaires survenues chez des sportifs ont démontré que la récupération fonctionnelle totale fut en moyenne raccourcie de moitié par rapport à la durée de convalescence attendue sans injection de PRP [5, 26].

Au cours d'une étude rétrospective, Sanchez et al. ont comparé l'efficacité d'injections intra-articulaire de PRP versus celle d'acide hyaluronique chez 30 patients atteints d'arthrose du genou. Les résultats se sont avérés encourageants mais pas miraculeux, avec une réduction de la douleur et un score fonctionnel meilleur chez les pa-

tients traités par PRP mais ne justifiant pas toutefois le remplacement systématique de l'injection d'acide hyaluronique par du PRP. Ce résultat est corroboré par d'autres démontrant que le PRP pourrait favoriser le retour plus rapide à une concentration d'acide hyaluronique dans l'articulation [27].

Des résultats in vitro encourageants ont été obtenus suggérant la stimulation de la chondrogénèse et de la cicatrisation des lésions méniscales. Ceci est d'autant plus intéressant pour ces 2 structures car leur potentiel d'auto-régénération se trouve limité de par leur caractère avasculaire [12, 28, 29].

Cependant, d'autre part, Peerbooms et al. n'ont pu établir de différence significative lors d'arthroplastie totale du genou entre un groupe contrôle et un groupe traité par adjonction d'un gel riche en plaquettes [30].

Risques, complications, précautions d'usage.

Tout d'abord, il convient de préciser qu'aucune étude réalisée à ce jour concernant l'utilisation du PRP n'a rapporté d'effets secondaires. Il est opportun toutefois de se demander si tous les effets indésirables éventuellement rencontrés sont rapportés et, à fortiori, publiés.

Etant donné le caractère autologue du produit injecté, les risques d'incompatibilité et de transmissions de maladies transmissibles par voie sanguine sont évités [7].

Peu de précautions d'usages particulières sont à appliquer dans l'usage du PRP dans le cadre de la chirurgie dentaire, ORL et maxillo-faciale, notamment en ambulatoire. Il est tout de même recommandé d'éviter l'usage de PRP dans ce cadre chez les patients ayant été exposés au préalable à des agents carcinogènes oraux (alcool, tabac), présentant des lésions ORL précancéreuses ou dysplasiques [16].

Dans l'état des connaissances actuelles, aucune contre-indication n'a pu être relevée quant à l'utilisation du PRP dans le traitement des tendinopathies et aucune relation entre les effets des facteurs de croissance et une carcinogénèse n'a pu être démontrée.

L'utilisation de thrombine d'origine bovine pour activer le PRP est à proscrire en raison des risques de coagulopathies [3].

A noter toutefois que les anti-inflammatoires sont à proscrire, étant donné l'inhibition qu'ils exercent sur l'action du PRP [7, 8].

Comme lors de toute injection, un risque d'infection existe si les règles d'asepsie ne sont pas respectées, malgré le rôle potentiellement antimicrobien du PRP. Il convient donc d'être prudent lors des injections de manière à éviter au maximum le risque infectieux iatrogène.

Dans un article, le COI recommande de manière empirique l'injection guidée par échographie pour s'assurer du bon positionnement de l'aiguille [11]. Cependant, ceci n'est pas toujours applicable et complique le geste infiltratif, comme nous avons pu le constater lors de notre pratique clinique. Aucun consensus n'existe actuellement quant à injecter le PRP dans ou aux alentours du tendon.

IV) Utilisation du PRP dans le traitement des lésions tendineuses.

Les études réalisées à ce jour chez l'homme sont reprises dans le tableau 2.

a) Tendon d'Achille

De nombreux modèles animaux ont démontré la capacité du PRP à stimuler et à accélérer le processus physiologique de régénération tissulaire, notamment lors de ruptures de tendons d'Achille chez les rats et de lésions au niveau du tendon rotulien [31-33]. Une qualité tissulaire optimale nécessiterait selon certains auteurs l'application de charges mécaniques appropriées en plus de l'administration du PRP [34]. L'injection de PRP une semaine après suture de tendons d'Achille de rats entraîne une régénération tendineuse plus rapide et une meilleure résistance [35].

Ces résultats sont corroborés par une étude concernant la qualité de la structure tendineuse après suture de tendons équins avec ajout de PRP [36].

Récemment, Sanchez et al. ont décrit l'utilisation du PRP lors de la chirurgie réparatrice des ruptures de tendon d'Achille chez 12 athlètes. La moitié ayant été traitée avec PRP s'est vue récupérer une mobilité et une récupération fonctionnelle dans un délai raccourci de 3 semaines (7 versus 11 semaines) et donc une reprise précoce des activités sportives par rapport au groupe traité par chirurgie conventionnelle. De plus, à long terme (>18mois) l'échographie montrait une structure tendineuse de meilleure qualité chez les patients traités avec PRP [37].

Des résultats encourageants ont été obtenus par Gaweda et Al. suite à une injection de PRP chez des patients présentant une tendinopathie chronique de la portion moyenne du tendon d'Achille réfractaire aux traitements classiques. Dix-huit mois après l'injection, la symptomatologie aiguë avait disparu chez tous les patients, les différents scores (AOFAS, VISA-A) améliorés, tout comme l'examen dynamique de la cheville et l'image échographique obtenue par Power Doppler [38].

Contrairement à Gaweda qui notait une augmentation de la néovascularisation concomitante de la disparition des symptômes jusqu'à 3 mois de suivi au Doppler, Ohberg et Al. ont démontré un effet potentiellement néfaste de celle-ci [39]

Alors que les précédentes études semblaient prometteuses, la première étude en double aveugle, randomisée, dirigée par de Vos et al. n'a pas permis de démontrer de différence significative lors du traitement de tendinopathie chronique d'Achille par PRP en comparaison avec un placebo. Cinquante-quatre patients souffrant de tendinopathie chronique ont été répartis de manière aléatoire en 2 groupes et ensuite selon l'AAS (Ankle Activity Score), l'un recevant une injection de PRP, l'autre une injection d'un liquide salin. Après l'injection, tous les patients ont effectué un programme de renforcement excentrique. Au terme des 24 semaines d'évaluation, le score visuel analogique VISA-A, ainsi que des scores basés sur la satisfaction du patient et son retour aux activités sportives étaient améliorés de manière significative, sans toutefois constater de différence entre les 2 groupes [40]. La même constatation peut-être tirée des contrôles ultrasonographiques effectués au doppler couleur : jusqu'à la 6^e semaine une néovascularisation a été constatée dans les 2 groupes. A la 24^e semaine, on ne note plus de différence avec le niveau de vascularisation pré-étude [41].

b) Tendinopathies rotuliennes

Aussi fréquemment dénommée « Jumpers' Knee » lorsqu'elle atteint son enthèse proximale, cette tendinopathie est caractérisée notamment par des douleurs lors de la contraction du quadriceps et lors de la palpation et la pression au niveau de la rotule, dues à une surcharge. Celle-ci survient le plus souvent, comme son nom l'indique, chez des sportifs effectuant des impulsions de grande intensité à répétition tels que les sauteurs en hauteur et les volleyeurs [1].

Filardo et al. ont obtenu des résultats encourageant lors d'une étude concernant le traitement de tendinopathie rotulienne réfractaire aux traitements classiques par 3 injections de PRP en l'espace de 15 jours. Les résultats ont été comparés à ceux obtenus chez des patients ayant bénéficié d'un traitement par physiothérapie en première intention. La comparaison de l'évaluation clinique à 6 mois par rapport à celle pré-traitement, sur base du score de Tegner (évaluant l'activité sportive) et d'une évaluation de la douleur sur échelle visuelle analogique, s'est révélée meilleure dans le groupe traité par PRP, et encore meilleur avec l'ajout de physiothérapie après l'injection. Les groupes étaient semblables point de vue du sexe, de l'âge et du degré d'activité sportive. Les seules différences significatives concernaient la durée des symptômes et les traitements antérieurs [42].

Une autre étude menée par Volpi et al. sur 8 athlètes présentant une tendinopathie rotulienne chronique résistante aux traitements conservateurs corrobore les résultats obtenus par Filardo et al. Quatre mois après traitement par injection de PRP sous contrôle échographique et réadaptation personnalisée, des bénéfices significatifs ont été notés : majoration des scores VISA de 91% en moyenne et réduction chez 80% des patients, au niveau de l'IRM, de l'hypersignal lésionnel. Le retour aux activités sportives s'est effectué en moyenne vers 12 semaines [43].

D'autres résultats similaires ont été relevés par une étude sur 20 sportifs compétiteurs masculins souffrant de jumper's knee chronique et traités par 3 injections de PRP dont la concentration en plaquette était de 600% celle du plasma. Les consignes post-traitement étaient les suivantes : repos et glaçage entre les deux premières injections, stretching et activités douces entre la 2^e et la 3^e injection. Après 1 mois, le renforcement et un retour progressif aux activités sportives ont été tolérés. Seule la présence d'une douleur modérée et d'une raideur post-injections est à relever [44].

c) Epicondylites

Beaucoup plus fréquemment rencontrée dans sa forme latérale, aussi dénommée « tennis elbow », que dans sa forme médiale ou « golf elbow », cette tendinopathie se caractérise par des douleurs localisées à la face latérale du coude principalement lors des mouvements de pronosupination dans le 1^{er} cas et des douleurs au serrage dans le second [1]. L'importance des douleurs et l'impotence fonctionnelle majeure qui peut en résulter ont incité le monde scientifique à se pencher sur la recherche de nouvelles formes de traitements.

En 2006, Suresh et al. ont évalué l'efficacité du traitement de l'épicondylite médiale ou « golf elbow » réfractaire par injections (deux ou trois) de sang autologue et stimulation par piqûres au niveau du tendon (« dry needling »). Les résultats obtenus à 4 et 10 mois post-traitement sont encourageants, avec une réduction significative de la douleur, de la néovascularisation à l'écho-doppler et de l'hypoéchogénicité du tendon chez les 17 des 20 patients [45]. Etant donné les résultats prometteurs décrits par cette étude et sachant que la présence d'éléments des lignées blanches et rouges, présents dans le sang autologue, peut s'avérer néfaste pour la régénération tendineuse, il semblerait judicieux d'évaluer l'efficacité de l'injection de PRP dans les golfs elbows.

La même année, la première étude clinique concernant l'injection de PRP a été publiée par Mishra et al. Elle concernait 20 patients souffrant d'épicondylite chronique, latérale ou médiale, résistante au traitement non chirurgical, répartis en un groupe contrôle (5) et un groupe traité (15). L'étude n'a pas été réalisée en aveugle. Les résultats ob-

tenus lors de l'évaluation finale décrivent une symptomatologie douloureuse en régression dans les 2 groupes, avec diminution significativement plus importante dans le groupe traité. Les scores de douleurs analogiques visuels et le score de Mayo concernant l'épaule sont quant à eux significativement améliorés [46].

Une autre étude, contrôlée et randomisée cette fois, a comparé le traitement de l'épicondylite par injection de corticostéroïdes et par PRP chez 100 patients (51 PRP, 49 CS). A court terme, les résultats obtenus au DASH score (Disabilities of the Arm, Shoulder, and Hand) et sur les échelles visuelles analogiques par le groupe traité par corticostéroïdes étaient meilleurs [47]. Cependant, dans l'étude de Peerbooms et al., un an après l'injection, la proportion de patients ayant été traités avec succès était significativement plus élevée dans le groupe traité par PRP (73%), dont la symptomatologie s'est améliorée progressivement, que dans celui ayant reçu l'injection de corticostéroïdes (49%) [48]. Récemment, ces résultats ont été confirmés par un contrôle des patients après 2 ans de suivi [49].

d) Pathologies de la coiffe des rotateurs

Après lésion de coiffe et réinsertion de celle-ci sur l'humérus, la capacité de régénération est limitée entre autres en raison de la faible vascularisation et de la modification structurelle du tendon restant [50, 51].

Dès 2007, Zavadil et al. ont démontré une réduction significative de la douleur après arthroplastie chez 20 patients ayant reçu une adjonction d'un gel de fibrine obtenu après activation de PRP par rapport au 20 patients du groupe contrôle. Une consommation d'analgésiques inférieure ainsi qu'une récupération plus rapide des amplitudes articulaires, autorisant une rééducation précoce, ont par ailleurs été remarquées dans le groupe traité [52].

Une autre étude encourageante a obtenu des bénéfices durables lors l'adjonction de PRP activé lors des sutures de coiffes arthroscopiques chez 14 patients. Après 24 mois de suivi, une diminution de la douleur et une meilleure mobilité articulaire ont été notées, évaluées sur base du score subjectif de Constant, d'échelles analogiques visuelles et de l'UCLA [53, 54].

On note aussi, bien qu'il ne s'agisse que d'une description de cas, l'obtention de résultats similaires lors d'une suture de coiffe à l'aide d'une membrane de fibrine autologue [55].

Cependant, une étude récente contredit les résultats optimistes précédents. Castricini et al. n'ont pas pu obtenir de bénéfice significatif lors d'une suture de coiffe par arthroscopie avec PRP par rapport au groupe contrôle. Quatre-vingt-huit patients souffrant d'une rupture de coiffe ont été répartis aléatoirement en 2 groupes, traité par PRP ou contrôle. A 30 mois, le score de Constant et l'évaluation par imagerie RMN étaient améliorés par rapport à l'évaluation pré-op, mais sans différence significative entre les 2 groupes [56].

Actuellement, nous n'avons encore trouvé aucune étude employant le PRP dans le cadre des tendinopathies de la coiffe des rotateurs.

e) Fasciite plantaire

Egalement connue sous le nom d'aponévrosite plantaire, elle se caractérise par une irritation du fascia engainant les tendons responsables du maintien de l'arche plantaire. Il ne s'agit pas d'un tendon en tant que tel mais la symptomatologie engendrée et son traitement sont similaires à ceux rencontrés dans les tendinopathies, raison pour laquelle nous la considérons dans cette revue.

Lee et al. ont obtenu des résultats qui ne sont pas en faveur de l'utilisation d'injections de sang autologue dans le traitement de la fasciite plantaire, dont la réponse aux traitements standards est imprévisible. La comparaison est réalisée ici lors d'une étude randomisée contrôlée, l'observateur aveugle, entre le traitement par PRP ou corticoïdes chez 61 patients. Après 6 mois, le score de douleur quotidienne maximale et le seuil de sensibilité induite par un algomètre de pression montre une diminution significative dans les 2 groupes mais pas de différence significative entre les 2 groupes. Par ailleurs le score visuel analogique de douleur à 3 mois était significativement plus bas dans le groupe traité par corticostéroïdes. Les injections de sang autologue, dont la concentration en plaquette est, rappelons-le, bien moindre que celle obtenue dans le PRP, se sont donc avérées efficaces dans le traitement de la fasciite plantaire mais les corticostéroïdes agissent de manière plus rapide [57].

On note également un cas isolé décrit par Logan et al. L'injection de toxine botulinique et de sang autologue dans un cas de fasciite plantaire résistant aux traitements conventionnels chez une fille de 18 ans s'est avéré un succès. Alors que ses douleurs lui imposaient des déplacements en chaise roulante, celles-ci ont régressé de manière spectaculaire en 3 jours, jusqu'à la disparition totale de la douleur à la marche à J 10 et à la dorsiflexion à J 21. Par ailleurs une amélioration de la mobilité de la cheville a été obtenue [58].

Enfin, une étude contrôlée et randomisée dont le but est d'obtenir des données sur l'intérêt de l'utilisation du PRP dans la fasciite plantaire est actuellement en cours [59].

V) Discussion

Malgré l'apparition relativement récente des concentrés plaquettaires comme option thérapeutique dans le cadre des tendinopathies, le PRP est l'objet de nombreuses controverses. Tout d'abord considéré comme produit dopant, il est désormais exclu de la liste des produits interdits à l'usage dans le cadre de la pratique sportive (<http://www.wada-ama.org/>). Son injection, in loco, est en effet réalisée à but thérapeutique et non avec l'objectif d'augmenter la concentration sanguine en oxygène ou hormones de croissance par exemple.

Les nombreuses études in vitro ont démontré de manière unanime l'efficacité des concentrés plaquettaires sur la stimulation de la régénération tendineuse, via les différents mécanismes cités plus haut [4, 14-18].

Les résultats des études cliniques chez l'humain sont eux toutefois sujet au débat. En effet, malgré la tendance générale encourageante, trop peu d'études d'un niveau d'évidence 1 ont été réalisées à ce jour. La plupart des travaux effectués à ce jour sont biaisés par des facteurs tels que le manque d'effectif, une population hétérogène tant au niveau de l'âge des sujets que de leur niveau d'activité, l'absence de groupe contrôle ne permettant donc pas de comparer l'efficacité du traitement à l'évolution naturelle de la maladie ou encore l'absence de répartition aléatoire et d'appariement des sujets (Tableau 2).

L'absence d'unanimité scientifique concernant le type de concentré plaquettaire et la manière de l'injecter rendent également les conclusions difficiles. En effet, malgré les recommandations empiriques du CIO [10], le repérage échographique lors de l'injection n'est pas réalisé systématiquement, surtout lorsque cette dernière concerne des tendons facilement accessibles. Il serait d'ailleurs préférable selon certains auteurs de stimuler également la périphérie lésionnelle en raison de la présence à cet endroit de cellules saines [60].

La comparaison des différentes études est également compliquée en raison de la disparité des méthodes d'évaluation et de la durée du suivi (Tableau 2).

De plus, les effets thérapeutiques des concentrés plaquettaires sont largement variables selon la localisation de la tendinopathie traitée. Cependant il ne faut certainement pas négliger dans cette optique les différences qui peuvent exister entre le niveau d'évidence des différentes études réalisées concernant la tendinopathie en question (Tableau 2).

De cette manière, l'utilisation du PRP dans le traitement des épicondylites a donné des résultats très encourageants, avec notamment une étude de niveau 1 possédant un recul de 2 ans et démontrant une amélioration significative de la symptomatologie après injection de PRP, par rapport à une injection de corticostéroïdes [45-49]

La même tendance favorable est à noter dans les travaux concernant l'utilisation du PRP lors de la réalisation de sutures de coiffe, avec amélioration de la symptomatologie et récupération fonctionnelle plus rapide. Cependant, dans ce cas, la seule étude possédant une puissance statistique satisfaisante, n'a pas permis d'établir de différence significative dans l'évolution post-opératoire entre le groupe traité et le groupe contrôle [52-56].

Le constat est identique en ce qui concerne les tendinopathies d'Achille : l'étude de niveau 1 réalisée par de Vos et al. démontre une amélioration de la symptomatologie post traitement par PRP, mais celle-ci n'étant pas significativement augmentée par rapport au groupe contrôle, il est difficile d'attribuer ce résultat à la seule injection de PRP. De plus, le protocole de l'étude est biaisé par le choix de la population étudiée. En effet, il aurait en effet été judicieux de recruter des patients ayant déjà suivi un programme excentrique car après injection de PRP, un programme d'exercices excentriques sous maximal est nécessaire à la bonne guérison du tendon dans la mesure où l'application des charges guide la cicatrisation des fibres du tendon [40, 41].

Dans le cadre du traitement des fasciites plantaires par PRP, nous ne possédons également qu'une étude de niveau 1 à ce jour, et cette dernière concerne le traitement par sang autologue. Celle-ci ne plaide pas en faveur de la thérapeutique par sang autologue dans ce type d'affection et démontre une efficacité plus grande des corticostéroïdes [57].

En ce qui concerne les tendinopathies rotuliennes, aucune étude de niveau 1 n'a encore été réalisée. Cependant des résultats encourageants ont été obtenus lors de trois études prospectives de cohortes, avec amélioration des scores douloureux et de Tegner notamment [42-44].

VI) Conclusion et perspectives.

Etant donné le nombre croissant de sportifs, de haut niveau ou non, souffrant de lésions tendineuses, et la haute fréquence de résistance aux traitements des tendinopathies, le défi relevé par le PRP est de taille : récupérer, rapidement, des performances mécaniques tissulaires identiques au tissu non lésé [11].

Sa facilité et sa rapidité de fabrication, son coût pouvant être peu élevé ainsi que son caractère peu invasif le rendent très attractifs aux yeux des sportifs désirant récupérer rapidement.

Non négligeable également, le fait qu'une rééducation précoce et une diminution de la douleur sont directement bénéfiques, non seulement pour le patient, mais aussi, via une réduction de la durée des soins, pour la société.

A ceci s'ajoute une grande facilité et sécurité d'utilisation, aucune complication n'ayant été décrite dans la littérature à ce jour, constituant un avantage de taille dans la prise en charge des tendinopathies par rapport, notamment, aux corticostéroïdes, connus pour leurs effets fragilisateurs au niveau des tendons [60].

Peut-être l'une des preuves les plus évocatrices de l'intérêt que porte le monde du sport sur le PRP, le COI a d'ailleurs dirigé la rédaction d'un article concernant l'application du PRP dans la médecine sportive [10].

Il ne ressort de cet article, comme du reste des revues des littératures actuelles [60, 61] et des articles déjà parus concernant le sujet, aucune indication formelle d'utilisation du traitement par injection de PRP dans les différents types de tendinopathies.

Force est donc de constater que malgré les preuves de l'efficacité *in vitro* du PRP sur la régénération tissulaire, peu de preuves cliniques en faveur de son instauration systématique dans le cadre thérapeutique des tendinopathies sont disponibles à l'heure actuelle.

Ce manque est certainement dû au fait, qu'à ce jour, peu d'études de niveau 1 n'ont encore été réalisées, et celles disponibles pour le moment ne possèdent pas une puissance statistique assez importante pour permettre de tirer des conclusions basées sur des évidences scientifiques.

De plus, le nombre réduit d'études concernant ce sujet relativement récent disponibles ne sont pas comparables pour la simple raison qu'aucun consensus n'est actuellement établi quant à la préparation, mais surtout la qualité du PRP obtenu (concentration plaquettaire mais également en leucocytes et érythrocytes), la méthode d'injection et le protocole à suivre après l'injection.

Il ressort cependant de cette revue de la littérature que l'injection du PRP devrait idéalement avoir lieu au niveau de la zone tendineuse lésée, éventuellement localisée via contrôle échographique durant l'injection. Comme décrit plus haut, cette condition n'est cependant pas toujours applicable en pratique clinique et majore le risque d'accident septique.

Les données suivantes devront être fixées de manière à réaliser des études comparables : les critères d'inclusion/exclusion devront être définis, une population homogène devra être étudiée, les critères de pose du diagnostic, le type de PRP et son administration, les moyens d'évaluation des résultats, la standardisation des interventions post-injection, la durée du suivi, et la documentation des effets secondaires [10, 62].

Il serait également judicieux d'élargir les moyens d'évaluation, actuellement basés en grande partie sur des questionnaires et des échelles subjectives, à des techniques

fonctionnelles reproductibles de manière identique à tous les patients d'une même étude et lors des différentes études.

Des études futures devront donc être réalisées afin de permettre d'établir un protocole standardisé pour la réalisation de travaux sur le sujet.

Bibliographie :

1. Kaux J, Forthomme B, Le Goff C, Crielaard J, Croisier J. Current opinions on tendinopathy. *J Sports Sci Med* 2011;10:238-53.
2. Rompe JD, Nafe B, Furia JP, Maffulli N. Eccentric loading, shock-wave treatment, or a wait-and-see policy for tendinopathy of the main body of tendo Achillis: a randomized controlled trial. *Am J Sports Med* 2007;35(3):374-83.
3. Mei-Dan O, Lippi G, Sanchez M, Andia I, Maffulli N. Autologous platelet-rich plasma: a revolution in soft tissue sports injury management? *Phys Sportsmed* 2010;38(4):127-35.
4. Kaux J, Drion P, Le Goff C, Crielaard J, Sanchez M. Données scientifiques actuelles concernant le traitement par injection de concentré plaquettaire. In: Julia M, Hirt D, Croisier J, Codine P, Hérisson C, editors. *Tendon et jonction tendinomusculaire De la biomécanique aux applications cliniques: Elsevier-Masson; 2011. p. 99-105.*
5. Sanchez M, Anitua E, Andia I. Application of Autologous Growth Factors on Skeletal Muscle Healing. 2nd World Congress on Regenerative Medicine; Leipzig, Germany. May 18-20, 2005.
6. Sanchez M, Kaux JF, Anitua E, Orive G. Facteurs plaquettaires et traitement des lésions tendinomusculaires. In: Elsevier-Masson., editor. *Tendon et jonction tendinomusculaire De la biomécanique aux applications cliniques: M. Julia, D. Hirt, J. Croisier, P. Codine and C. Hérisson; 2011. p. 106-11.*
7. Kaux J, Degrave N, Crielaard J. Platelet rich plasma : traitement des tendinopathies chroniques ? *Revue de la littérature. J Traumatol Sport* 2007;24: 99-102.
8. Roukis TS, Zgonis T, Tiernan B. Autologous platelet-rich plasma for wound and osseous healing: a review of the literature and commercially available products. *Adv Ther* 2006;23(2):218-37.
9. Kaux JF, Le Goff C, Seidel L, Péters P, Gothot A, Albert A, et al. Etude comparative de cinq techniques de préparation plaquettaire (platelet-rich plasma). *Pathol Biol (Paris)*. 2011;59:157-160.
10. Kaux JF, Le Goff C, Renouf J, Peters P, Lutteri L, Gothot A, et al. Comparison of the platelet concentrations obtained in platelet-rich plasma (PRP) between the GPS II and GPS III systems. *Pathol Biol (Paris)* 2011; 59:275-277.
11. Engebretsen L, Steffen K, Alsousou J, Anitua E, Bachl N, Devilee R, et al. IOC consensus paper on the use of platelet-rich plasma in sports medicine. *Br J Sports Med* 2010;44(15):1072-81.
12. Sanchez M, Anitua E, Orive G, Mujika I, Andia I. Platelet-rich therapies in the treatment of orthopaedic sport injuries. *Sports Med* 2009;39(5):345-54.
13. Hall MP, Band PA, Meislin RJ, Jazrawi LM, Cardone DA. Platelet-rich plasma: current concepts and application in sports medicine. *J Am Acad Orthop Surg* 2009;17(10):602-8.
14. Pizza FX, McLoughlin TJ, McGregor SJ, Calomeni EP, Gunning WT. Neutrophils injured cultured skeletal myotubes. *Am J Physiol Cell* 2001;281: C353-41.
15. Jiang N, Tan NS, Ho B, Ding JL. Respiratory protein-generated reactive oxygen species as an antimicrobial strategy. *Nat Immunol* 2007;8(10):1114-22.
16. Martínez J, Cano J, Gonzalo J, Campo J, Esparza G, Seoane J. Do ambulatory-use of Platelet-Rich Plasma (PRP) concentrates present risks? *Medicina Oral* 2002;7: 375-90.
17. Anitua E, Andia I, Sanchez M, Azofra J, del Mar Zaldueño M, de la Fuente M, et al. Autologous preparations rich in growth factors promote proliferation and induce VEGF and HGF production by human tendon cells in culture. *J Orthop Res* 2005;23(2):281-6.
18. Asfaha S, Cenac N, Houle S, Altier C, Papez MD, Nguyen C, et al. Protease-activated receptor-4: a novel mechanism of inflammatory pain modulation. *Br J Pharmacol* 2007;150(2):176-85.

19. Bielecki TM, Gazdzik TS, Arendt J, Szczepanski T, Krol W, Wielkoszynski T. Antibacterial effect of autologous platelet gel enriched with growth factors and other active substances: an in vitro study. *J Bone Joint Surg Br* 2007;89(3):417-20.
20. Whitman DH, Berry RL, Green DM. Platelet gel: an autologous alternative to fibrin glue with applications in oral and maxillofacial surgery. *J Oral Maxillofac Surg* 1997;55(11):1294-9.
21. Cervelli V, Gentile P, Scioli MG, Grimaldi M, Casciani CU, Spagnoli LG, et al. Application of platelet-rich plasma in plastic surgery: clinical and in vitro evaluation. *Tissue Eng Part C Methods* 2009;15(4):625-34.
22. Orrego M, Larrain C, Rosales J, Valenzuela L, Matas J, Durruty J, et al. Effects of platelet concentrate and a bone plug on the healing of hamstring tendons in a bone tunnel. *Arthroscopy* 2008;24(12):1373-80.
23. Silva A, Sampaio R. Anatomic ACL reconstruction: does the platelet-rich plasma accelerate tendon healing? *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2009;17(6):676-82.
24. Lopez-Vidriero E GK, Simon DA, Sanchez M, Johnson DH. The use of platelet-rich plasma in arthroscopy and sports medicine: optimizing the healing environment. *Arthroscopy* 2010;26(2):269-78. 2010.
25. Everts PA, Devilee RJ, Brown Mahoney C, van Erp A, Oosterbos CJ, Stellenboom M, et al. Exogenous application of platelet-leukocyte gel during open subacromial decompression contributes to improved patient outcome. A prospective randomized double-blind study. *Eur Surg Res* 2008;40(2):203-10.
26. Hammond JW, Hinton RY, Curl LA, Muriel JM, Lovering RM. Use of autologous platelet-rich plasma to treat muscle strain injuries. *Am J Sports Med* 2009;37(6):1135-42.
27. Sanchez M, Anitua E, Azofra J, Aguirre JJ, Andia I. Intra-articular injection of an autologous preparation rich in growth factors for the treatment of knee OA: a retrospective cohort study. *Clin Exp Rheumatol* 2008;26(5):910-3.
28. Akeda K, An HS, Okuma M, Attawia M, Miyamoto K, Thonar EJ, et al. Platelet-rich plasma stimulates porcine articular chondrocyte proliferation and matrix biosynthesis. *Osteoarthritis Cartilage* 2006;14(12):1272-80.
29. Ishida K, Kuroda R, Miwa M, Tabata Y, Hokugo A, Kawamoto T, et al. The regenerative effects of platelet-rich plasma on meniscal cells in vitro and its in vivo application with biodegradable gelatin hydrogel. *Tissue Eng* 2007;13(5):1103-12.
30. Peerbooms JC, de Wolf GS, Colaris JW, Bruijn DJ, Verhaar JA. No positive effect of autologous platelet gel after total knee arthroplasty. *Acta Orthop* 2009;80(5):557-62.
31. Lyras DN, Kazakos K, Verettas D, Polychronidis A, Tryfonidis M, Botaitis S, et al. The influence of platelet-rich plasma on angiogenesis during the early phase of tendon healing. *Foot Ankle Int* 2009;30(11):1101-6.
32. Aspenberg P, Virchenko O. Platelet concentrate injection improves Achilles tendon repair in rats. *Acta Orthop Scand* 2004;75(1):93-9.
33. Kaux J, Drion P, Renouf J, Pascon F, Libertiaux V, Colige A, et al. Platelet-rich plasma (PRP) and tendon healing : animal model. *British Journal of Sports Medicine* 2011;45(2).
34. Aspenberg P. Stimulation of tendon repair: mechanical loading, GDFs and platelets. A mini-review. *Int Orthop* 2007;31(6):783-9.
35. Virchenko O, Aspenberg P. How can one platelet injection after tendon injury lead to a stronger tendon after 4 weeks? Interplay between early regeneration and mechanical stimulation. *Acta Orthop* 2006;77(5):806-12.
36. Bosch G, van Schie HT, de Groot MW, Cadby JA, van de Lest CH, Barneveld A, et al. Effects of platelet-rich plasma on the quality of repair of mechanically induced core lesions in equine superficial digital flexor tendons: A placebo-controlled experimental study. *J Orthop Res* 2010;28(2):211-7.
37. Sanchez M, Anitua E, Azofra J, Andia I, Padilla S, Mujika I. Comparison of surgically repaired Achilles tendon tears using platelet-rich fibrin matrices. *Am J Sports Med* 2007;35(2):245-51.

38. Gaweda K, Tarczynska M, Krzyzanowski W. Treatment of Achilles tendinopathy with platelet-rich plasma. *Int J Sports Med* 2010;31(8):577-83.
39. Ohberg L, Lorentzon R, Alfredson H. Neovascularisation in Achilles tendons with painful tendinosis but not in normal tendons: an ultrasonographic investigation. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2001;9(4):233-8.
40. de Vos RJ, Weir A, van Schie HT, Bierma-Zeinstra SM, Verhaar JA, Weinans H, et al. Platelet-rich plasma injection for chronic Achilles tendinopathy: a randomized controlled trial. *JAMA* 2010 13;303(2):144-9.
41. de Vos RJ, Weir A, Tol JL, Verhaar JA, Weinans H, van Schie HT. No effects of PRP on ultrasonographic tendon structure and neovascularisation in chronic midportion Achilles tendinopathy. *Br J Sports Med* 2011;45(5):387-92.
42. Filardo G, Kon E, Della Villa S, Vincentelli F, Fornasari PM, Marcacci M. Use of platelet-rich plasma for the treatment of refractory jumper's knee. *Int Orthop* 2010;34(6):909-15.
43. Volpi P, Marinoni L, Bait C, De Girolamo L, Schoenhuber H. Treatment of chronic patellar tendinosis with buffered platelet rich plasma : a preliminary study. *Medicina Dello Sport* 2007;60:595-603.
44. Kon E, Filardo G, Delcogliano M, Presti ML, Russo A, Bondi A, et al. Platelet-rich plasma: new clinical application: a pilot study for treatment of jumper's knee. *Injury* 2009;40(6):598-603.
45. Suresh SP, Ali KE, Jones H, Connell DA. Medial epicondylitis: is ultrasound guided autologous blood injection an effective treatment? *Br J Sports Med* 2006;40(11):935-9; discussion 9.
46. Mishra A, Pavelko T. Treatment of chronic elbow tendinosis with buffered platelet-rich plasma. *Am J Sports Med* 2006;34(11):1774-8.
47. Mishra A, Collado H, Fredericson M. Platelet-rich plasma compared with corticosteroid injection for chronic lateral elbow tendinosis. *Phys Med Rehab* 2009;1(4):366-70.
48. Peerbooms JC, Sluimer J, Bruijn DJ, Gosens T. Positive effect of an autologous platelet concentrate in lateral epicondylitis in a double-blind randomized controlled trial: platelet-rich plasma versus corticosteroid injection with a 1-year follow-up. *Am J Sports Med* 2010;38(2):255-62.
49. Gosens T, Peerbooms JC, van Laar W, den Oudsten BL. Ongoing Positive Effect of Platelet-Rich Plasma Versus Corticosteroid Injection in Lateral Epicondylitis: A Double-Blind Randomized Controlled Trial With 2-Year Follow-Up. *Am J Sports Med* 2011 Mar 21.
50. Longo UG, Franceschi F, Ruzzini L, Rabitti C, Morini S, Maffulli N, et al. Histopathology of the supraspinatus tendon in rotator cuff tears. *Am J Sports Med* 2008;36(3):533-8.
51. Gerber C SA, Beck M, Schlegel U. Mechanical strength of repairs of the rotator cuff. *J Bone Joint Surg Br* 1994;76(3):371-80.
52. Zavadil DP, Satterlee CC, Costigan JM, Holt DW, Shostrom VK. Autologous platelet gel and platelet-poor plasma reduce pain with total shoulder arthroplasty. *J Extra Corpor Technol* 2007;39(3):177-82.
53. Randelli PS, Arrigoni P, Cabitza P, Volpi P, Maffulli N. Autologous platelet rich plasma for arthroscopic rotator cuff repair. A pilot study. *Disabil Rehabil* 2008;30(20-22):1584-9.
54. Randelli P, Arrigoni P, Ragone V, Aliprandi A, Cabitza P. Platelet rich plasma in arthroscopic rotator cuff repair: a prospective RCT study, 2-year follow-up. *J Shoulder Elbow Surg* 2011;20(4):518-28.
55. Maniscalco P, Gambera D, Lunati A, Vox G, Fossombroni V, Beretta R, et al. The "Cascade" membrane: a new PRP device for tendon ruptures. Description and case report on rotator cuff tendon. *Acta Biomed* 2008;79(3):223-6.
56. Castricini R, Longo UG, De Benedetto M, Panfoli N, Pirani P, Zini R, et al. Platelet-rich plasma augmentation for arthroscopic rotator cuff repair: a randomized controlled trial. *Am J Sports Med* 2011;39(2):258-65.

57. Lee TG, Ahmad TS. Intralesional autologous blood injection compared to corticosteroid injection for treatment of chronic plantar fasciitis. A prospective, randomized, controlled trial. *Foot Ankle Int* 2007;28(9):984-90.
58. Logan LR, Klamar K, Leon J, Fedoriw W. Autologous blood injection and botulinum toxin for resistant plantar fasciitis accompanied by spasticity. *Am J Phys Med Rehabil* 2006;85(8):699-703.
59. Peerbooms JC, van Laar W, Faber F, Schuller HM, van der Hoeven H, Gosens T. Use of platelet rich plasma to treat plantar fasciitis: design of a multi centre randomized controlled trial. *BMC Musculoskelet Disord* 2010;11:69.
60. Brooke K Coombes LB, Vicenzino B. Efficacy and safety of corticosteroid injections and other injections for management of tendinopathy: a systematic review of randomised controlled trials. *Lancet* 2010;376:1751-67.
61. Redler LH, Thompson SA, Hsu SH, Ahmad CS, Levine WN. Platelet-rich plasma therapy: a systematic literature review and evidence for clinical use. *Phys Sportsmed* 2011;39(1):42-51.
62. Kampa RJ, Connell DA. Treatment of tendinopathy: is there a role for autologous whole blood and platelet rich plasma injection? *Int J Clin Pract* 2010;64(13):1813-23.

Tableau 1 : Méthodes de fabrication du PRP (adapté de l'article du COI [11])

Méthode utilisée	Nom de l'appareil	Produit obtenu	Concentration plaquettaire par rapport à la normale	Récupération plaquettaire (%)	Contenu du produit obtenu
Technique « bouée flottante »	<ul style="list-style-type: none"> - Biomet GPS - Harvest - SmartPrep 2 - BMACDepuy Symphony II 	<ul style="list-style-type: none"> PCP PRP PRP PRP 	<ul style="list-style-type: none"> 3.2x 4.6x 4.0x 4.0x 	<ul style="list-style-type: none"> 70 72 	Buffy coat : plaquettes hyperconcentrées, fractions de GB, nombre de GR minimal
Système basé sur le « cell saver »	Electa, Haemonetics, CATS, BRAT	PRP	4-6x	75	Concentré plaquettaire uniquement
Système assisté par l'informatique	<ul style="list-style-type: none"> - Sorin Angel - Arterioocyte Medical (Magellan) 	<ul style="list-style-type: none"> PRP PRP 	<ul style="list-style-type: none"> 4.3x 5.1x 	<ul style="list-style-type: none"> 70 76 	Buffy coat : plaquettes hyperconcentrées, fractions de GB, nombre de GR minimal

Centrifugation standard	- Autologel system Smart PReP	PRP	1-2x	78	Plaquettes peu concentrées dans une suspension plasmatique, nombre de GB minimal. Membrane de fibrine riche en plaquettes. Leucocytes et fibrine riche en plaquettes. Bon équilibre entre nombre de plaquettes et quantité de plasma; nombre de GB et GR minimal
	- Cascade PRFM fibrinet system	PRFM	1-2x	78	
	- Choukroun's PRF	PRF	1-2x	70	
	- PRGF system	PRGF	3x	80	
Système d'aphérèse	-COM.TEC Fresenius	PRP	Choix de la concentration en fonction des paramètres du patients et du produit désiré	-	Concentré plaquettaire uniquement.
Siphonnage direct	Genesics CS	PRP	6x	68	Concentré plaquettaire, leucocytes à travers le siphon.
Aspiration directe	Secquire Arthrex ACP	PRP ACP	1.6x	31	Aspiration manuelle du plasma et des plaquettes après centrifugation

Séparation plaquettaire	Vivostat	PRF Membrane de fibrine	6x	65	Fibrine riche en plaquette Membrane de fibrine
Filtration plaquettaire	Caption	Concentré plaquettaire	4.3x	-	Concentré plaquettaire sans plasma

ACP= Autologous Concentrated Plasma ; PCP=Platelet Concentrated Plasma ; PRF=Platelet Rich Fibrin ; PRFM=Platelet-Rich Fibrin Matrix ; PRGF=Plasma Rich in Growth Factors; GB= globules blancs; GR=globules rouges

Tableau 2 : Les différentes études clinique employant le PRP dans le traitement des lésions tendineuses.

Etude	Pathologie traitée	Type d'étude (degré d'évidence)	Patients (n)	Durée de suivi	Type de PRP (concentration plaquettaire). Méthode d'activation. Matériel d'obtention.	Résultats
Tendinopathies d'Achille						
Gaweda et al. [38]	Tendinopathie chronique portion moyenne	Etude de cas-contrôle (niveau IV)	14	18 mois	PRP (non mentionné) Non activé (PRP Kit, Curasan)	Disparition symptomatologie aigue, amélioration score AOFAS, VISA-A, examen dynamique cheville, image écho power doppler
De Vos et al. [40,41]	Tendon d'Achille	Etude prospective randomisée, double aveugle (niveau I)	54	24 sem.	Buffered L-PRP (6-8x) Non activé GPS III (Biomet, Warsaw, IN)	6 ^e sem : score VISA-A et image US doppler couleur améliorés dans les 2 groupes sans différence significative. 24 ^e sem : pas de différence US par rapport pré-traitement
Tendinopathies rotuliennes						
Filardo et al. [42]	Tendon rotulien	Etude prospective de cohorte (niveau III)	31	6 mois	L-PRP (6-8x) CaCl ₂ Deux centrifugations consécutives (15min à 1800 tours/min puis 10min à 3500 tours/min)	Amélioration du score de Tegner, de l'EQ-5D VAS et de la douleur

Volpi et al. [43]	Tendinopathie rotulienne réfractaire du 1/3 supérieur du tendon rotulien	Etude prospective de cohorte (niveau III)	8	120 jours en moyenne (109-127)	PRP (10x) Non activé GPS II (Biomet Biologics, Warsaw, IN)	Amélioration du score VISA et aspect à l'IRM
Kon et al. [44]	Tendinopathie rotulienne réfractaire	Etude prospective de cohorte (niveau IV)	20	Non mentionné	L-PRP (6-8x) PRP activé CaCl2 Information non disponible	Amélioration de la VAS, du score de Tegner, satisfaction de 80% des patients. Disparition marquée ou totale de la symptomatologie à 6 mois chez 70% des patients.
Epicondylites						
Suresh et al. [45]	Épicondylite médiale	Etude de cas-contrôle (niveau IV)	20	10 mois	Sang autologue	Amélioration VAS et score de Nirschl chez 85% patients. Amélioration de l'image échographique des tendons (néovascularisation, hypoéchogénicité, cicatrices fibreuses)
Mishra et al. [46]	Épicondylite latérale et médiale	Etude prospective de cohorte (niveau III)	20	25.6 mois en moyenne (12-38 mois)	Buffered L-PRP (6-8x). Non activé GPS III (Biomet, Warsaw, IN)	Réduction de la douleur selon VAS et amélioration des scores Mayo de mobilité de l'épaule significativement supérieure dans le groupe traité par PRP.
Mishra A, Peerbooms JC, Gosens T et al. [47-49]	Épicondylite latérale	Etude prospective randomisée (niveau I)	100	2 ans	Buffered L-PRP (6-8x). Non activé. GPS III (Biomet, Warsaw, IN)	Amélioration des scores VAS et DASH par rapport à injection CS à 1an, confirmation des résultats à 2ans

Pathologie coiffe rotateurs

Zavadil et al. [52]	Arthroplastie	Etude contrôlée randomisée en simple aveugle	40	6 sem.	PRP activé (non mentionné) CaCl ₂ . Magellan Autologous Platelet Separator System (Medtronic Perfusion System, Mineapolis)	Réduction de la douleur, moindre consommation d'analgésiques post-opératoires, récupération fonctionnelle et rééducation précoces, réduction de la durée d'hospitalisation.
Randelli et al. [53]	Suture arthroscopique de coiffe des rotateurs	Etude prospective de cohorte (niveau IV)	14	24 mois	L-PRP (6-8x) Thrombine autologue. GPS II (Biomet Biologics, Warsaw, IN)	Réduction de la douleur à 1an sur VAS, amélioration de l'UCLA et du score de Constant.
Randelli et al. [54]	Coiffe des rotateurs	Etude prospective contrôlée randomisée (niveau I)	55	104 sem.	L-PRP (6-8x) thrombine autologue GPS II (Biomet Biologics, Warsaw, IN) PRP activé	Augmentation de la force en rotation externe et améliorations test épaule, UCLA, score Constant, à 3 mois post-op. Pas de différence entre les 2 groupes après 2 ans
Maniscalco et al. [55]	Suture coiffe	Case report	1	6 mois	Membrane de fibrine autologue obtenue par centrifugation de PRP.	Augmentation des amplitudes articulaires, du score de Constant. Intégrité de la coiffe à l'IRM.
Castricini et al. [56]	Suture arthroscopique de coiffe des rotateurs	Etude prospective contrôlée randomisée (niveau I)	88	20,2 mois en moyenne (16-30)	Membrane de fibrine autologue obtenue par centrifugation de PRP.	Amélioration du score de Constant et du score à l'IRM dans les 2 groupes sans différence significative.

Fasciite plantaire

Lee et al. [57]	Fasciite plantaire	Etude prospective contrôlée randomisée, simple aveugle (niveau I)	61	6 mois	Sang autologue	Amélioration VAS et sensibilité à l'algomètre dans les 2 groupes, mais plus importante dans le groupe traité par CS. Nécessité d'une 2 ^e injection et douleur post-injection plus importantes dans le groupe traité par PRP.
Logan et al. [58]	Fasciite plantaire réfractaire chez une patiente hémiplegique spastique.	Case report	1	Non mentionné	Sang autologue et toxine botulinique	Patiente traitée avec succès par injection de sang autologue et toxine botulinique.

DASH = Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand questionnaire ; UCLA= University of California Los Angeles score, VAS=Visual analog scale; CS=corticosteroids, VISA(-A)= Victorian Institute of Sport Assessment (-Achille); US= UltraSonographique, L-PRP=leukocyte and platelet-rich plasma;