

USAGE DU PLASMA RICHE EN PLAQUETTES (PRP) POUR TRAITER LES TENDINOPATHIES (USE OF PLATELET RICH PLASMA (PRP) TO TREAT TENDINOPATHIES)

P.-Y. Guillaume et J.-F. Kaux

Service de médecine physique et traumatologie du sport, Sports², IOC Research Centre for Prevention of Injury and Protection of Athlete Health, FIFA Medical Center of Excellence and FIMS Clinical Centre of Sports Medicine, CHU et Université de Liège, avenue de l'Hôpital, B35, 4000 Liège, Belgique

MOTS CLES : PRP ; Traitement ; Tendinopathie ; Coiffe des rotateurs ; Epicondylite ; Patellaire ; Ischio ; Glutéal ; Achilléenne ; Fasciite

KEYWORDS : PRP ; Treatment ; Tendinopathy ; Rotator cuff ; Epicondylitis ; Patellar ; Hamstring ; Gluteus ; Achilles ; Fasciitis

RESUME

Le plasma riche en plaquettes (PRP) est une alternative de plus en plus employée dans le traitement de certaines tendinopathies. Malgré l'augmentation des publications, on constate que les modalités d'utilisation demeurent peu uniformisées et les résultats thérapeutiques sont par ailleurs variables. Cet article a pour but d'apporter des précisions et des recommandations quant à l'utilisation du PRP dans les différentes tendinopathies étudiées, car cette méthode peut être envisageable dans bon nombre de cas malgré les variables encore présentes lors de la phase d'injection et de rééducation.

ABSTRACT

Platelet rich plasma is an alternate method that is more and more used for the treatment of many tendinopathies. Despite the increase of the publications, we have to admit that the different ways to use it are still not standardize and have discutable results. This article wants to bring some specifications about how to use PRP in the different tendinopathies. This method can be used in many cases even though the way of injecting it and the recovery are still to define.

Introduction

Le plasma riche en plaquettes (PRP) est une alternative de plus en plus employée dans le traitement de certaines tendinopathies. Aussi, durant ces dernières années, la littérature sur ce sujet s'est enrichie. Cependant, malgré l'augmentation des publications, on constate que les modalités d'utilisation demeurent peu uniformisées. Les résultats thérapeutiques sont par ailleurs variables. Cet article a pour but d'apporter des précisions et des recommandations quant à l'utilisation du PRP dans les différentes tendinopathies.

Matériel et méthodes

Nous avons recherché les articles publiés sur Pubmed de 2014 à nos jours, mentionnant le PRP et ses effets afin d'actualiser les mises au point faites antérieurement [1-4]. Nous avons sélectionné, parmi tous les articles citant cette stratégie thérapeutique, ceux ayant les informations les plus pertinentes (voir critères énoncés dans le Tableau I) et avec un niveau de preuve suffisant pour être considérés comme légitimes. Afin d'être complet, nous avons étendu notre niveau de recherche à certaines tendinopathies peu étudiées ainsi qu'à des études de cas parfois plus anciens mentionnant les résultats obtenus.

Tableau I. Ensemble des études reprises dans cette revue, classée par « tendinopathie ».

Année	1 ^{er} auteur	Localisation grade lésion	Études (type et niveau)	Nombre de patients	Technique employée	Prélèvement sanguin en mL	Anticoagulant utilisé	Nombre de centrifugation(s)	Vitesse de centrifugation en g	Concentration plaquettaire obtenue	Volume injecté en mL nombre et délai entre chaque injection	Présence de leucocytes
2018	Lin	Coiffe des rotateurs	Revue systématique, méta-analyse de RCT	3 études PRP	Injection PRP, Prolopathie et CSI	GPS III 5 mL ou Prorys 3 mL						
2018	Hyunchul	Coiffe des rotateurs > 1an	Étude rétrospective clinique	17 patients (3 exclus en cours d'étude)	Injection de PRP	COBE system avec donneur pour PRP pur et diminution de la concentration leucocytaire				1206		± 97,82 × 10 ⁶ PQ/ µL
		4 mL				0,14 ± 0,03 × 10 ⁶ /µL						
2018	D.K. Lee	Épicondylite latérale, tendinopathie patellaire, tendinopathie d'Achille, coiffe des rotateurs, fasciite plantaire	Revue de cas	Regroupe 24 études	LR-PRP ou LP-PRP	Divers kits de PRP commercialisée (GPS, Arthrex...)	Gluconate calcium			Varie suivant technique employée	1 et 4 mL avec 1 à 4 injections (pour tendinopathie d'Achille), avec 1 injection toutes les 2 semaines	Varie avec LR-PRP ou LP-PRP
2018	Franchini	Épicondylite latérale, fasciite plantaire, tendinopathie d'Achille, coiffe des rotateurs	Revue systématique et méta-analyse	36 RCT regroupant 2073 patients	PRP simple iniection comparé aux autres traitements			2			Souvent simple injection de 1 à 6 mL	
2018	Kia	Tendinopathie patellaire, coiffe des rotateurs et épicondylite latérale	Revue		PRP dans les tendinopathie			1 ou 2				
2018	Chen	Épicondylite latérale et tendinopathie de la coiffe des rotateurs	Revue systématique et méta-analyse avec biais d'évaluation	21 études regroupant 1031 patients	PRP VS placebo ou les autres traitements actuellement proposés	GPS III kit (Arthrex) ou les autres kits commercialisés				470 × 10 ³ /µL ou 1 × 10 ⁶ /µL	Entre 2 et 20 mL 4 à 7000/uL	
2017	Mi	Épicondylite latérale > 1–6 mois	Méta-analyse de RCT	Plusieurs études avec un total de 511 patients ; 253 PRP VS 252 CSI	PRP VS CSI	20 à 27 mL obtenu avec un kit indéfini				Indéfini	1 injection de 2 à 3,5 mL obtenu de PRP	
2017	Merolla	Épicondylite latérale										chronique > 4 mois
	Étude prospective comparative de niveau 2	101 patients de > 18 ans ; 50 PRP VS 51 arthroscopie	PRP Kit périarticulaire VS Arthroscopie		PRP Kit et 30 mL prélevé			2x		3–5 mL de PRP ; 2 injections (1/2 semaines)		
2016	Palacio	Épicondylite latérale	Essai randomisé contrôlé (RCT)	60 patients de 22 à 85 ans	1 injection selon la méthode Vandramin (décrite dans l'article)	60 mL	Citrate de sodium 2X			400 g puis 800 g pdt 10 min		

Année	1 ^{er} auteur	Localisation grade lésion	Études (type et niveau)	Nombre de patients	Technique employée	Prélèvement sanguin en mL	Anticoagulant utilisé	Nombre de centrifugation(s)	Vitesse de centrifugation en g	Concentration plaquettaire obtenue	Volume injecté en mL nombre et délai entre chaque injection	Présence de leucocytes
2015	Balasubramaniam	Tendinopathie chronique patellaire, épicondylite latérale et coiffe des rotateurs	Revue systématique de RCT	9 études RCT reprises								
2014	De Vos	Épicondylite latérale chronique	revue systématique de RCT	6 RCT dont 4 de haut niveau et 2 de niveau moyen	1 ou 2 injection(s) de PRP					2 a 5× concentration de sang complet	2–3 mL de PRP avec 1 injection/mois pendant un mois	
2019	Levy	Tendon proximal des ischio-jambiers	Étude pilote	29 patients (7H/22F) de 20 à 75ans	PRP injection unique	Regenkit 10 mL sang veineux	/	1	1400 rpm	910 × 10 ⁹ /L	6 mL en une injection	Diminution de la présence de 96 %
2015	Davenport	Ischio-jambiers chronique et	Étude double aveugle randomisée contrôlée	15 patients	Sang complet VS PRP	20 mL de LR-PRP avec le kit smart Prep	/	/	/	Non mentionné	1 injection de 5 mL	Oui
2013	Wetzel	Ischio-jambiers chronique	Étude rétrospective	15 patients	Injection PRP	55 mL prélevé et / préparation avec GPS III		/	/	/	6 mL en une injection ; un patient a reçu 2 injections	Oui
2019	Fitzpatrick	Tendinopathie Moyen fessier > 15mois	Essai double aveugle randomisée	80 patients (23–78 ans) 40 PRP VS 40 CSI	1 injection de PRP VS 1 injection de Corticostéroïdes (CSI)	GPS III Kit LR-PRP	ACD-A	1	1100 g pendant 15 min	964 × 10 ⁹ /L	8 mL en une injection	35,8 × 10 ⁹ /L dans le PRP avec présence de neutrophiles, lymphocytes et monocytes
2018	Fitzpatrick	Tendinopathie du moyen glutéal > 15mois	Essai en double aveugle randomisé	80 patients (23–78 ans)	1 injection de PRP VS 1 injection de CSI	GPS III Kit LR-PRP	ACD-A	1	1100 g pendant 15 min	964 × 10 ⁹ /L	8 mL en une injection	35,8 × 10 ⁹ /L dans le PRP avec une présence de neutrophiles, lymphocytes et monocytes
2018	Oderuth	Moyen glutéal	Étude randomisée double aveugle contrôlée	102 patients	injection de PRP VS placebo	40 mL prélevé et préparer avec SW-PRP	ACD-A	2X	3850 rpm pendant 7 minutes, puis a 3850 rpm pendant 4 minutes	/	4 mL	Non
2018	Andriolo	Tendinopathie patellaire	Revue systématique et méta-analyse	22 études reprises	PRP, onde de choc (ESWT) ou exercice excentrique						Souvent multiple injections (entre 2 et 4 ou > 1) ; 3–5–6 mL administré	Présent dans le LR-PRP
2017	Dupley	Tendinopathie patellaire réfractaire	Méta-analyse de RCT	2 études : 21 patients dans l'une et	onde de choc (ESWT), LR-PRP et dry needling						1 injection chez Dragoo et al. vs 2 injections (1/	

Année	1 ^{er} auteur	Localisation grade lésion	Études (type et niveau)	Nombre de patients	Technique employée	Prélèvement sanguin en mL	Anticoagulant utilisé	Nombre de centrifugation(s)	Vitesse de centrifugation en g	Concentration plaquettaire obtenue	Volume injecté en mL nombre et délai entre chaque injection	Présence de leucocytes	
				46 patients dans l'autres							2 semaines) chez Vetrano		
2015	Zayni	Tendinopathie	Étude prospective	20 patients	PRP 1 injection	Aphérese COM / tec sur sang veineux	/	/	/	8,5 - 9 × 10 ⁵ /µL	6 mL et une injection de PRP pure	< 0,001 × 10 ³ /µL	
	Essaie randomisé contrôlé de niveau 2	40 athlètes	20 athlètes ont reçu 1 injection VS 20 athlètes ont reçu 2 injections			1700 rpm pdt 5 min	2× la concentration normale	1 injection de 6 mL vs 2 injections (1/2 semaines) pendant 2 semaines avec du PRP pur	Aucun		patellaire > 3 mois		
2015	Kaux	Tendinopathie patellaire > 3mois	Étude prospective randomisée niveau 2	20 patients dont 10 reçoivent une injection et 10 reçoivent 2 injections	PRP en 1 ou 2 injections	Aphérese COM / TEC sur sang veineux	/	/	/	8,5 - 9 × 10 ⁵ /µL	6 mL en une ou deux injections de PRP pur	Non chronique > 3 mois	
2017	Boesen	Tendinopathie achilléenne corporeale	Étude double aveugle prospective de niveau 1	60 patients (hommes de 18 à 59 ans)	4 injections de PRP VS 1 HVI de corticostéroïdes ou d'un placebo	Arthrex 10 mL	1	1500 rpm pendant 5 min	4 mL de PRP obtenu ; 4 injections faites (1/2 semaines)				
2017	Erroi	enthésopathie achilléenne pendant > 6mois	Étude rétrospective de niveau 3a	45 patients de 20 à 70 ans : 24 ESWT et 21 PRP	ESWT VS PRP pure	Regenkit 10 mL sang veineux	1	1500 g (de 1300 à 1500 rpm) pendant 5 min	3 à 5× concentration sanguine : 0,89 – 1,1 × 10 ⁹ /mL	2 injections de 6–7 mL : 1 injection/ semaine en 2 semaines			
2015	Salini	Tendinopathie achilléenne	Étude comparative rétrospective	44 patients dont 29 jeunes (< 55 ans) + 15 âgés (> 55 ans)	Regenkit A-PRP	8 mL	Citrate	1	1500 g et 3400 rpm pendant 5 min	1,6× le sang complet	4–5 mL injecté 1×/semaine pendant 3 semaines	< 0,3 %	corporeale > 3 mois
2014	Filardo	Tendinopathie achilléenne corporeale	Étude prospective	27 patients (âge moyen : 44 ans) ; 22 Hommes et 5 Femmes	LR-PRP	150 mL prélevé	/	2	1480 rpm pendant 6 min et 3400 pendant 15 min	5× concentration du sang complet	Il y a 3 injections avec 1 injection/ 2 semaines	Augmentation de 1,2× la concentration en leucocytes	réfractaire > 3 mois
2014	Guelfi	Tendinopathie achilléenne	Étude rétrospective	73 patients (âge moyen : 43 ans) 59 Hommes et 14 Femmes	Une seule injection de PRP	60 mL avec le GPS II kit (Biomet)	citrate	1	3200 rpm pendant 15 min	8× concentration de sang complet	Injection de 6 mL LR-PRP en une fois		corporeale > 4 mois

Année	1 ^{er} auteur	Localisation grade lésion	Études (type et niveau)	Nombre de patients	Technique employée	Prélèvement sanguin en mL	Anticoagulant utilisé	Nombre de centrifugation(s)	Vitesse de centrifugation en g	Concentration plaquettaire obtenue	Volume injecté en mL nombre et délai entre chaque injection	Présence de leucocytes
2014	Wilson	Fasciite plantaire	Rapport de cas	24 cas	Injection de PRP	45 mL prélevé	ACD-A	/	/	/	5 mL obtenu et une injection pratiquée	Riche en leucocytes
Présence de globules rouges	Usage d'un activateur plaquettaire (produit et quantité)	Tampon pH (produit et quantité)	Anesthésique local (produit et quantité)	Sous guidage d'imagerie	Volume injecté de PRP	Cryothérapie post-infiltration (travail excentrique)	Rééducation post-infiltration	Suivi et scores utilisés	Orthèse ou botte de marche (durée, décharge)	Si tendinopathies, fenestration (durée, nombre de passage et calibre de l'aiguille)	Résultats	
0,00 ± 0,01 × 10 ⁶ /µL	10 % de gluconate de calcium ou fibrinogène	/		Guidage US en majorité			Stretching scapulaire 20 min 2x/jour	EVA, SPADI, ROM + suivi à 6, 12 et 24 semaines			La CSI obtient un meilleur résultat à court terme mais le PRP et la prolopathie sont plus efficace à long terme et doivent être privilégié car diminution de douleur et augmentation de la fonctionnalité	
	CaCL2, thrombine	/	Lidocaïne, bupivacaïne	Guidage US en majorité	1-4 mL	/	Surtout exercices excentriques pour d'Achille	EVA, ROM, Force/ musculaire avec CHS, ASES, DASH, SPADI	/	Aiguille de 25G ; inflammation déclarée à court terme post injection ; prise possible de tramadol ou 375 mg acétaminophène	Pas d'effet du PRP à court terme mais bon résultat à long terme avec diminution du EVA plus rapide avec le PRP >< EVA diminue puis remonte avec cortico	
							Surtout exercices excentriques pour d'Achille	VISA-P, SPADI, 26 semaines, puis 12 mois		Risque inflammatoire avec le LR-PRP à court terme qui peut créer une douleur	Diminution des douleurs et augmentation fonctionnelle pour l'épicondylite après 24 semaines ; LR-PRP efficace dans la tendinopathie patellaire au niveau des douleurs et du fonctionnel ; activité augmente pour la tendinopathie d'Achille ; on peut favoriser le PRP par rapport aux CSI	
								Pain score, EVA, DASH, score fonctionnel ; suivi à 3 mois, puis à 6 mois			Efficacité du PRP reste trop marginale et ne devrait pas être conseillé comme un traitement alternatif orthopédique	
								EVA pris comme référence		Le LR-PRP cause souvent une inflammation précoce en post-injection	Le PRP est indiqué dans les traitements de tendinopathies chroniques ou résistantes au précédents traitements essayé et peut être combiné à d'autres traitements	
	CaCL2, Thrombine, Gluconate de Calcium				2 à 9 mL			EVA pris comme référence		Pas d'effet secondaire	diminution de la douleur à court et long terme dans les épicondylites et pour la coiffe des rotateurs traduit	

Présence de globules rouges	Usage d'un activateur plaquettaire (produit et quantité)	Tampon pH (produit et quantité)	Anesthésique local (produit et quantité)	Sous guidage d'imagerie	Volume injecté de PRP	Cryothérapie post-infiltration	Rééducation post-infiltration (travail excentrique)	Suivi et scores utilisés	Orthèse ou botte de marche (durée, décharge)	SI tendinopathies, fenestration (durée, nombre de passage et calibre de l'aiguille)	Résultats
			Bupivacaïne hypochloride et épinéphrine	Guidage US	2 à 3,5 mL	Stretching standard		EVA, DASH, PRTEE, pain score ; follow up à 2, 4, 6, 8, puis 12 semaines. Ensuite, réévaluation à 6 mois et 12 mois		Aiguille de 22G insérée dans la zone douloureuse ; une technique de "peppering" ; quelques douleurs post injection	par une amélioration de l'EVA PRP donne un bon résultat à long terme, mais moyen à 8 semaines ; il améliore au finale la douleur et l'aspect fonctionnel
Présence très faible	Non	/	Non	US diagnostique + guidage US	3–5 mL	/	Limitation des activités quotidiennes en post-injection	PRTEE, dynamomètre pour la force et EVA ; suivi à 12, 24, 52 et 104 semaines ; opération suivie pendant 12 mois	Injection près de la zone atteinte		Les douleurs avec le PRP diminuent en quelques mois mais elles reviennent entre la première et la 2e année ; l'arthroscopie de débridement reste sans douleur même après 2 ans
					3 mL			DASH et PRTEE ; follow up à 90 puis 180 Jours et un suivi à 3 et 6 mois		Aiguille entourée d'un double film d'aluminium ; injection dans la zone douloureuse après palpation	Le PRP ne montre pas de meilleur résultat que le CSI à 6mois et n'est donc pas la technique à privilégier dans les épicondylites
				Guidage US parfois				Follow up à 3 et 12 mois pour la tendinopathie patellaire ; à 6 et 12 mois dans épicondylite latérale ; score VISA-A, SPADI, WORC, VISA-P utilisés			On recommande d'utiliser le PRP dans les tendinopathies patellaires et les épicondylites ; on observe moins de preuves dans la tendinopathie d'Achille ; il faut organiser un consensus de préparation du PRP et uniformiser le nombre d'injection
			Bupivacaïne + épinéphrine	Guidage US	3 mL		Stretching, travail de force et exercices excentriques ; une étude propose des exercices excentriques 2x/ semaine pendant 5 semaines	EVA, DASH et PRTEE ; follow up à 6 semaines, 6 mois et un an dans les différentes études			PRP n'a pas démontré d'action positive sur les épicondylites latérales et ne doit pas être considéré comme un traitement alternatif
Diminution de la présence de 99,7 %	/	/	4 mL de xylocaïne 1 %	Guidé par US + confirmation diagnostique par IRM	6 mL	Non	Non	Questionnaire de pré admission + VISA-H 100 points et suivi pendant 8 semaines	Pas de décharge	Aiguille de 22G, piquée dans la zone de déchirure ou dégénération ; 1 patient a eu des	Pas d'amélioration durant le follow-up à 8 semaines, il faut approfondir les études sur cette zone, car la littérature reste pauvre

Présence de globules rouges	Usage d'un activateur plaquettaire (produit et quantité)	Tampon pH (produit et quantité)	Anesthésique local (produit et quantité)	Sous guidage d'imagerie	Volume injecté de PRP	Cryothérapie post-infiltration	Rééducation post-infiltration (travail excentrique)	Suivi et scores utilisés	Orthèse ou botte de marche (durée, décharge)	Si tendinopathies, fenestration (durée, nombre de passage et calibre de l'aiguille)	Résultats
Non					Diagnostique IRM 3 mL et US ; guidage US			mHHS, ADL, iHOT et follow-up à 6 mois		douleurs à 72H post injection	Améliorations des scores après 6 mois dans les injections de sang complet ou de PRP mais l'amélioration est plus significative pour le PRP
Non	/	/	/	US diagnostique mais injection par palpation	6 mL	/	Éviter activité excessive ; proposition de rééducation avec un kinésithérapeute ou libre à la maison pendant 6 semaines	Follow-up à 4 et 5 mois ; EVA score	Injection en décubitus latéral		Amélioration du score après les 4 mois et la plupart des athlètes ont pu retourner à leur activité sportive d'avant blessure
1,03 × 10 ⁹ /L	/	/	/	Guidage US + confirmation diagnostique par radio + radio d'évaluation à 12 semaines	6–7 mL	/	6–12 semaines : marche, gym et escalier ; après 12 semaines : pas de limitation	mHHS et PASS score ; suivi pendant 2ans (2015–2017)	0 – 6 sem : éviter tout exercice pouvant aggraver la situation	Si inefficace après 12 semaines, proposition d'un traitement croisé avec chirurgie, PRP ou cortico en adjuvant	Amélioration du score après 12 semaines, puis amélioration du PASS (toujours > 74) après 2 ans pour le PRP >< au CSI qui observe une diminution du PASS
1,03 × 10 ⁹ /L	/	/	/	guidage US + confirmation diagnostique par radio + radio à 12 semaines	6–7 mL	/	6 à 12 semaine : marche, gym et escalier ; après 12 semaines : pas de limitation	mHHS et PASS score ; suivi pendant 12 semaines	0 – 6 sem : éviter tout exercice pouvant aggraver la situation	Traitement croisé possible après 12 semaines si mauvais résultats observés	Amélioration plus marquée du score PASS et mHHS avec la PRP après 12 semaines par rapport au CSI
Non	/	/	Oui mais pas de mention du produit utilisé	Guidage US	4 mL	Non mais repos pendant 72 heures post-infiltration	Rééducation supervisée avec un kinésithérapeute exercices d'étirements sous-maximaux et exercices de renforcements	Follow-up à 3, 6 et 12 mois ; utilisation de l'EVA, mHHS, iHOT			Amélioration globale après une seule injection, pour ceux qui n'ont pas eu d'effet positif, on leur a proposé une seconde injection pour obtenir des résultats
/	?	/		Guidage US en majorité	3–5–6 mL	/					Proposition d'exercices excentriques donnant des améliorations
VISA-P, MCID atteint lors du follow-up à 6 mois	/		PRP efficace à long terme et exercice excentrique aide à court terme ; PRP augmente le score VISA-P et passe au-delà du					Exercice excentrique et VISA-P, follow up à 3, 6, 9,		MCID = satisfaisant à long terme	PRP n'est pas convaincant à moyen

Présence de globules rouges	Usage d'un activateur plaquettaire (produit et quantité)	Tampon pH (produit et quantité)	Anesthésique local (produit et quantité)	Sous guidage d'imagerie	Volume injecté de PRP	Cryothérapie post-infiltration	Rééducation post-infiltration (travail excentrique)	Suivi et scores utilisés	Orthèse ou botte de marche (durée, décharge)	Si tendinopathies, fenestration (durée, nombre de passage et calibre de l'aiguille)	Résultats
		avec 2 injections ; on peut admettre qu'une seule injection est efficace dans les tendinopathies patellaires									
	Non	Non	Non	Guidage US + follow up par US et par scanner	4 mL	Aucune mais le patient doit rester allongé 10 min	Exercice excentrique pendant 12 sem (2x/semaines) ; phase graduelle après 10 Jours post injection	VISA-A, EVA avec suivi à 6, 12, 24 semaines et EVA réévaluée à 6 mois		Aiguille de 21G avec une injection intratendineuse, puis périltendineuse	PRP et HVI diminuent la douleur, augmentent la fonction du membre et diminue l'épaisseur du tendon contrairement à un exercice excentrique seul ; le PRP reste cependant moins bon à court terme
		Non	Non	US diagnostique + radio calcanéenne + guidage par US DOPPLER	2 mL	Aucune mais observation d'un repos de 15 min post-infiltration	Physiothérapie pendant 8 semaines (2x/semaines), les 4 premières semaines	VISA-A, EVA, RMS + satisfaction patient à 2, 4, 6 mois		Aiguille de 22G insérée dans la zone hypoéchogène ; observation de douleurs post-injection chez 5 patients	PRP est moins efficace à 4 mois par rapport au ESWT ; mais à 6 mois, les deux se rejoignent avec une bonne réduction de la douleur, augmentation du score fonctionnel et bonne satisfaction globale des patients
< 0,3 %			/	Guidage US Doppler	4-5 mLx	Autorisée + surveillance 30 minutes post-injection avec un repos durant 24 Heures post injection	Exercices excentriques 2 semaines après patient la dernière injection + stretching pendant 3 mois	VISA-A et satisfaction du patient		Injection dans la zone dégénérée avec une aiguille de 21G ; aucun problème avec les patients âgés ou ayant un diabète de type 2	Le PRP est moins efficace chez les personnes âgées mais on remarque de bonnes évolutions dans les 2 groupes au fil du temps
/	CaCl2	/	/	Guidage US	3 x 5mL + 5 mL envoyé au labo + 5 mL congelé pour les injections futures	Autorisé si douleur	Exercices excentriques pendant 12 semaines puis reprise du sport graduellement	Blazina, EVA, VISA-A, Tegner score ; follow up à 2, 6, 30 mois	Limitations des mouvements pendant 24 heures	Aiguille de 22G avec injection intralésionnelle en plusieurs pénétrations ; douleur post injection recensée	On remarque une amélioration globale des symptômes et des scores, mais la reprise du sport s'avère difficile pour les patients touchés depuis plus longtemps ; traitement efficace à moyen terme mais il faut bien définir le PRP que l'on utilise, car ça peut affecter le traitement
/	/	/	Possibilité d'obtenir une anesthésie locorégionale	Guidage US	6 mL injecté après avoir été secoué 30 secondes	Autorisé pendant les 24 premières heures post-injections	3 semaines de travail excentrique	VISA-A, Blazina et index de satisfaction du patient	Rester allonger 3 heures après l'infiltration puis décharge totale pendant 24 heures, puis 7 jours en béquilles	Infiltration sous anesthésie locorégionale en intralésionnel et périltendineuse ; pas de réaction chez les 3 patients souffrant de	Peu de complication après l'injection ; on constate que la PRP est efficace à moyen et long terme, on peut le conseiller comme traitement alternatif des tendinopathies d'Achille corporeales, car on observe peu de

Présence de globules rouges	Usage d'un activateur plaquettaire (produit et quantité)	Tampon pH (produit et quantité)	Anesthésique local (produit et quantité)	Sous guidage d'imagerie	Volume injecté de PRP	Cryothérapie post-infiltration	Rééducation post-infiltration (travail excentrique)	Suivi et scores utilisés	Orthèse ou botte de marche (durée, décharge)	Si tendinopathies, fenestration (durée, nombre de passage et calibre de l'aiguille)	Résultats
/	Non	Bicarbonate de sodium	Bloc nerveux	Confirmation US ; 5 mL repérage par palpation + par US		Aucune cyrothérapie mais 72 heures pour AINS interdit pour un mois	Béquille pendant 2 semaines ; reprise de marche après un mois	Follow-up à 1, 2 mois ; utilisation du foot-SANE et FAAM	Botte de marche appliquée pour immobiliser le pied pendant 1 semaine	Diabète de Type 2 et pas de rupture du tendon	complication contrairement aux CSI Pas d'effets secondaires contrairement au CSI, bonne reprise du sport dans la majorité des cas

CSI : injection de corticostéroïdes ; DASH : *Disabilities of Arm, Shoulder and Hand* ; US : échographie ; LR-PRP : PRP riche en leucocytes ; mHHS : Harris Hip Score modifié ; LP-PRP : PRP pauvre en leucocytes ; RCT : essai randomisé contrôlé ; MCID : niveau d'amélioration significatif ; EVA : échelle visuelle analogique ; HVI : injection de haut volume ; SPADI : *Shoulder Pain and Disabilities Index*.

Coiffe des rotateurs (N = 6 études)

Bien que l'usage des PRP dans les tendinopathies de la coiffe des rotateurs soit moins rapporté dans la littérature ces dernières années, les articles l'abordant font état de résultats satisfaisants [5-7]. Une amélioration de l'échelle visuelle analogique de la douleur (EVA) [5-8], de l'échelle « Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand » (score DASH) [5,6,8] (validé et traduit en français [9]), ainsi que du « Shoulder Pain and Disability Index » (SPADI) [5,6,10] servant à mesurer de façon globale une variation du niveau de douleur ainsi que le niveau fonctionnel de l'épaule, sont ainsi observés.

La majorité des études sont des revues systématiques d'essais randomisés contrôlés (RCT) [5,7,8,10] ne donnant aucune indication quant au nombre d'injections administrées. La quantité injectée est également peu uniforme et varie suivant les études entre 3 et 5 mL [8].

Hyunchul et al. [6] préconisent de la rééducation post-injection favorisant une amélioration de l'EVA, de la force musculaire sans douleur et des amplitudes articulaires de l'épaule. D'autres auteurs obtiennent après 6 mois du traitement par PRP une amélioration de l'EVA et du SPADI sans rééducation [5,7].

Les effets positifs du PRP à court terme [5,6,8] sont rares dans les études comparant le PRP à une injection de corticoïdes, cette dernière étant reconnue pour ses effets antalgiques rapides [5]. Une nette amélioration de l'EVA et du DASH s'observent dans les questionnaires de suivi après réévaluation à 6 mois [5-7,10,11]. On retrouve également un indice de satisfaction positif dans l'article de Hyunchul et al. [6].

Les avis restent cependant réservés quant à l'utilisation du PRP dans les tendinopathies de la coiffe des rotateurs, faute de preuves suffisantes de son efficacité [5,8,11]. La chirurgie obtient des résultats bien plus homogènes et positifs [6,11]. L'utilisation d'un PRP pauvre ou riche en leucocytes est très peu mentionnée et reste donc à explorer. Cependant, le PRP riche en leucocytes a montré des effets bénéfiques à 6 mois dans la méta-analyse de Chen et al. [7]. Hyunchul et al. ont obtenu des résultats favorables avec une injection de PRP sans leucocyte [6].

Epicondylite latérale (N = 7 études)

L'utilisation du PRP dans cette tendinopathie demeure tout aussi controversé que pour celle de la coiffe des rotateurs. Certains auteurs ont observé une amélioration de l'EVA [9,11,13] ainsi que des différents scores mesurant l'aspect fonctionnel comme le DASH [12-15] et le « Patient Rated Tennis Elbow Evaluation » (PRTEE) [12,13,15] (validé et traduit en français [16]). L'amélioration de ces deux critères devient significative à 3 mois et perdure à 6 mois. À l'inverse, Chen et al. [7], lors d'une réévaluation avant 3 mois ne retrouvent aucune amélioration.

Trois études ont répertorié le nombre d'injections prodiguées pour l'épicondylite [7,13,15]. L'injection unique dans 2 des 3 articles [7,13] a conduit à une amélioration des scores de douleur et

un gain de fonction du coude. Le volume administré varie de 2 à 9 mL [7,14,15] et reste donc à préciser. La concentration obtenue est uniquement mentionnée par Chen et al. [7] mais varie de 990×10^3 à $1,2 \times 10^5$ plaquettes/ μ L. Une étude reprise dans la revue systématique de De Vos et al. [13] a mentionné 2 injections sans préciser de résultat et ne peut donc pas être prise en compte.

Les auteurs n'ont pas recommandé de rééducation post-injection.

Dans l'ensemble, on note une amélioration des scores pour une majorité d'études [7,10-12,14] mais les suivis sont assez variables.

On retrouve un maintien des résultats à 1 an établi dans la méta-analyse de Mi et al. [14] et dans la revue systématique de Balasubramaniam et al. [12].

Palacio et al. [15] ont observé dans leur étude prospective, randomisée, contrôlée, une amélioration à 6 mois pour les scores DASH et PRTEE mais ils ont estimé que le délai entre l'injection et la guérison était trop important et que d'autres facteurs ont pu intervenir dans l'évolution. Balasubramaniam et al. [12], dans leur revue systématique, rapportent des résultats variables faute d'informations suffisantes sur les méthodes de préparation du PRP. Ces auteurs mentionnent le PRP pauvre en leucocytes avec une amélioration des scores. Le PRP riche en leucocytes est mentionné dans 2 études [10,11] avec, là aussi, des scores fonctionnels améliorés.

Tendinopathie des ischio-jambiers (N = 3 études)

L'utilisation du PRP dans cette pathologie est très peu documentée dans la littérature. Les études s'y intéressant ont obtenu des résultats partagés après 2 ou 6 mois [17-19]. L'étude pilote de Levy et al. [17] s'est servie du questionnaire « Victorian institute of Sport Assessment for Hip » (VISA-H) (validé en français). Ce score permet d'apprécier le degré de sévérité de la tendinopathie. L'étude en double aveugle randomisée de Davenport et al. [18] s'est appuyée sur le Harris Hip Score modifié (mHHS : validé en français [20]) utilisé pour mesurer le niveau de douleur et de fonctionnalité de la hanche ou du haut de la cuisse, l'échelle d'autonomie ADL [21] et le score « international Hip Outcome Tool » (iHOT : pas encore traduit en français). L'étude rétrospective de Wetzel et al. [19] est la plus ancienne et n'a utilisé que l'EVA score pour comparer le niveau de douleur des patients.

Les trois articles [17-19] ont privilégié l'injection unique de PRP mais n'ont indiqué que très peu, voire aucun élément sur ses caractéristiques. Ce paramètre devra être mieux décrit à l'avenir.

L'étude rétrospective de Wetzel et al. [19] comporte une rééducation pouvant être supervisée par un kinésithérapeute ou suivie librement après une première séance d'apprentissage avec le kinésithérapeute. Ces deux options sont proposées pour une période de 6 semaines. Le retour éventuel au sport est évoqué à la fin de cette période. Avant l'injection, les médecins ont suggéré aux patients de diminuer les efforts appliqués sur le membre puis d'observer une période de repos de 3 semaines après l'injection.

Levy et al. [17], sur un suivi à 2 mois, n'ont trouvé aucune amélioration significative au niveau de la douleur ou sur le plan fonctionnel. Les deux autres auteurs [18,19] ont constaté une amélioration

des scores de douleur et fonctionnels à 6 mois. Les 2 études mentionnant du PRP riche en leucocytes [18,19] ont obtenu une amélioration des scores de douleur et un gain de fonction avec [19] ou sans [18] rééducation à 6 mois. Levy et al. [17] ont utilisé du PRP pauvre en leucocytes et n'ont établi qu'un suivi à 2 mois sans obtenir d'amélioration notable des scores. Néanmoins, on peut remettre en cause ce résultat en s'appuyant sur l'arrêt du suivi trop précoce ou l'absence de rééducation [3].

Tendinopathie du moyen glutéal (N = 3 études)

L'indication du PRP dans cette pathologie doit encore être investiguée car le nombre d'articles à son sujet reste fort limité. Quelques bons résultats ont cependant été rapportés. Ainsi, on a observé une amélioration du mHHS [22-24], du iHOT [24] et de l'EVA [24]. Dans l'étude randomisée en double aveugle de Fitzpatrick et al. [22,23], le PRP était comparé à une injection de corticoïdes.

Tous les articles [22-24] ont privilégié l'injection d'une dose unique de PRP. Ils ont obtenu une évolution globale positive dès 3 mois [22,23] et encore plus significative à 6 mois.

Fitzpatrick et al. [22,23] ont proposé aux patients une rééducation libre et non supervisée comprenant un retour à la marche graduel sur 2 semaines après une période de repos de 4 semaines. Puis, le retour à une activité quotidienne normale était effectué et évalué par le PASS score comprenant une série de questions sur les mouvements provoquant la douleur lors d'activités quotidiennes (non traduit en français actuellement). L'étude randomisée contrôlée de Oderuth et al. [24] n'en est encore qu'au stade de protocole mais, dans celle-ci, les auteurs suggèrent des séances d'étirements et une séance de kinésithérapie classique. Le praticien pourra cependant garder la liberté de proposer les exercices qui lui semblent être les plus pertinents. La fréquence des sessions pourra varier de 2 à 3 fois par semaine.

Fitzpatrick et al. [22,23] ont utilisé du PRP riche en leucocytes. Des douleurs pendant 72 heures ont été constatées chez certains patients mais aucun autre effet secondaire n'a été décrit après 6 mois et un an. On a observé une amélioration du mHHS, se traduisant par une diminution de la douleur et un retour à la normale au niveau fonctionnel. L'étude d'Oderuth et al. [24] n'a pas encore défini quel type de PRP sera utilisé. Ils mettront en place des évaluations des scores à 3, 6 et 12 mois et espèrent observer une amélioration des scores EVA, iHOT et mHHS.

Tendinopathie patellaire (jumper's knee) (N = 8 études)

Toutes les études dédiées rapportent des résultats positifs [10,12,24-29]. Cependant, on remarque qu'il faut attendre une période de 3 à 6 mois avant d'observer de réels bénéfices. Cette amélioration a pu être mesurée par l'EVA [10,26-29]. Pour l'amélioration fonctionnelle du genou, la majorité des auteurs a utilisé le questionnaire VISA-P [10,25-29] (validé en français [30]). Kaux et al. [28,29] ont également utilisé l'international Knee Documentation Comitee (IKDC), permettant de définir

précisément la douleur, l'historique et le passé chirurgical du genou avec également un examen clinique spécifique.

Peu d'auteurs ont mentionné la concentration obtenue pour leur PRP et le volume qu'ils ont administré. Kaux et al. [28,29] ont injecté 6 mL avec une concentration de $8,5 - 9 \times 10^5$ plaquettes/ μ L obtenue par la technique d'aphérèse. Ce PRP obtenu est pauvre en leucocytes et en érythrocytes. Le nombre d'injections optimal reste discutable. Kaux et al. ont privilégié une seule injection et ont obtenu une amélioration significative des scores EVA, VISA-P et IKDC après 6 mois [28,29]. Cependant, la majorité des auteurs a préféré effectuer 2 [11,25,27] ou 3 [25,26] injections à deux semaines d'intervalle avec le même résultat. Ces effets similaires peuvent probablement s'expliquer par la qualité du PRP injecté [3].

La réalisation d'exercices excentriques post-injection supervisée par un kinésithérapeute après 5 à 7 jours de repos apporte une amélioration notable des scores EVA, IKDC et VISA-P [25-29,31]. Kaux et al. ont réalisé une seule injection associée à une rééducation excentrique sous-maximale standardisée [28]. Ils ont combiné celle-ci à une électrostimulation, suivie d'un étirement du quadriceps puis d'une cryothérapie. Ils ont également proposé aux patients des exercices sur le cycloergomètre à faible résistance 2 semaines après l'infiltration. Cette séance type était faite 3 fois par semaine pendant 5 semaines.

Dans les autres études [10-12,25-27], l'évaluation après 3 mois n'a pas montré de franche évolution des différents scores [25,26], surtout lorsque l'on compare le PRP aux autres méthodes de traitement comme les ondes de choc [11,12,25,26] ou les injections de corticoïdes [26] qui sont reconnues pour leur efficacité précoce. Mais l'absence d'effet secondaire et la nette amélioration des scores VISA-P et EVA à 6 mois [10,25,26,28,29] puis à 1 an [10,29] permettent d'avancer que le PRP est un des traitements de choix pour la tendinopathie patellaire car il donne une satisfaction aux patients à long terme ainsi qu'une possibilité de retour au sport pré-symptomatique [27-29]. Les meilleurs résultats sont obtenus chez les sujets les plus jeunes (< 30 ans) [28].

L'utilisation du PRP avec une concentration de $8,5 \times 10^5$ plaquettes/ μ L et pauvre en leucocytes, produit par aphérèse [27-29], a permis d'obtenir une nette amélioration des scores étudiés. Les travaux ayant utilisé le PRP riche en leucocytes ont également obtenu de bons résultats [10,26]. Cependant, pour éviter les effets inflammatoires provoqués par le PRP riche en leucocytes, le PRP appauvri en leucocytes semble le plus indiqué.

Tendinopathie achilléenne (N = 6 études)

Il s'agit de la tendinopathie la plus controversée quant à l'efficacité du PRP. Les études la mentionnant obtiennent des résultats mitigés. L'EVA [32-34] et le questionnaire VISA-A [32,33,35-37] (validé en français [30]) ont majoritairement été utilisés. On retrouve également dans les études plus anciennes [34,37], la classification de Blazina [38] permettant de définir le type de tendinopathie et le TEGNER score (non validé en français) mesurant la restriction d'activité du patient [34].

On remarque le peu d'homogénéité quant au nombre d'injections requises pour obtenir une efficacité satisfaisante. On retrouve une recommandation de 4 injections [10,33] avec une très faible amélioration des scores. D'autres auteurs ont proposé 2 injections (à la fréquence d'une toutes les 2 semaines) avec des résultats concluant sur la douleur et sur la récupération fonctionnelle [32]. On retrouve également des articles mentionnant 3 injections [34,36] avec un résultat stable à 6 mois, puis à un an. Le volume injecté oscille entre 4 et 7 mL [32-34,36,37].

Concernant la rééducation post-injection, tous les articles s'accordent à dire qu'il est nécessaire d'y associer des exercices excentriques [32-35,37]. Ils peuvent être accompagnés d'étirements [32,36]. La durée de repos avant la rééducation reste mal définie ; certains auteurs préconisent une rééducation directement après la dernière injection [32,34,36] tandis que d'autres conseillent un repos allant de 3 jours [33] à 3 semaines [37] avant de la débiter. La rééducation proposée dure 3 mois [32-35] et peut être exécutée à domicile après un apprentissage encadré par un kinésithérapeute [33,35,37] ainsi qu'une réévaluation kinésithérapeutique toutes les deux semaines [33]. Le patient peut aussi réaliser la totalité de ses séances rééducatives sous la supervision d'un kinésithérapeute [32]. Après la période de rééducation, un retour progressif au sport peut être envisagé éventuellement en reprenant une activité sous le seuil de la douleur avec une progression de l'intensité [34,37].

Le suivi à 6 mois est le plus courant et permet de constater une amélioration des scores référencés [10,32-34,37]. Même avec des résultats plus controversés que pour les autres tendinopathies étudiées, l'absence d'effet secondaire [34,37] telle qu'une rupture du tendon (fréquemment mentionnée avec les injections de corticoïdes) permet de classer le PRP dans les stratégies thérapeutiques à envisager pour les tendinopathies calcanéennes chroniques.

Le produit majoritairement utilisé est du PRP riche en leucocytes préparé avec les kits disponibles sur le marché. Ces derniers ont permis d'obtenir des résultats satisfaisants dans la plupart des études [33-35,37]. Seule la revue systématique de Mi et al. [32] évoque un bilan décevant après une administration de PRP. Le seul travail ayant clairement noté l'utilisation d'un PRP pauvre en leucocytes a obtenu des résultats décevants au cours de son suivi [10]. Cependant, il faut retenir que l'étude prospective de Filardo et al., avec un suivi allant jusque 30 mois, a observé un résultat satisfaisant et stable dans la durée [34].

La majorité des auteurs a réalisé des études ciblant la tendinopathie corporelle [33,36,37] contrairement à Erroi et al. qui se sont intéressés à l'enthésopathie [32].

La fasciite plantaire (N = 3 études)

Même s'il ne s'agit pas d'une tendinopathie à part entière la fasciite a une physiopathologie similaire. L'administration de PRP dans cette pathologie apporte peu ou pas d'amélioration concernant la douleur et la récupération fonctionnelle [8,10]. Franchini et al. [8] ont utilisé l'EVA pour mesurer le niveau douloureux ainsi que l'« American Orthopaedic Foot and Ankle Society » score (AOFAS) mis en place aux États-Unis pour mesurer le résultat fonctionnel post-injection (validé et

traduit en français [39]). Franchini et al. et Wilson et al. [8,40] ont utilisé le score « Foot And Ankle Measurement » (FAAM) permettant de mesurer le handicap provoqué par la pathologie lors des activités journalières (également validé et traduit en français [41]), ainsi que le foot SANE score mesurant le handicap lors de pratiques sportives (non validé en Français). Ce manque de littérature sur ce sujet nécessite la poursuite des recherches pour préciser l'effet du PRP dans les fasciites plantaires.

Tous les auteurs [8,10,40] ont privilégié l'injection unique avec des doses variables allant de 2 à 3 mL. Le manque de données empêche de valider un quelconque protocole.

Dans leur revue de cas, Wilson et al. [40] suggèrent une immobilisation du pied dans une botte durant une semaine après l'injection, puis une reprise de la marche avec décharge partielle du pied au moyen de béquilles. La reprise d'activité modérée après 2 semaines mais sans rééducation supervisée a été conseillée par la suite. Les deux autres études [8,10] ne mentionnent aucune rééducation, supervisée ou libre.

L'évaluation à 3 et 6 mois est systématique [8,10,40], l'amélioration de l'EVA ou de l'AOFAS reste négligeable. Wilson et al. [40] ont constaté une amélioration de l'aspect fonctionnel, contrairement aux autres auteurs [8,10].

Le PRP riche en leucocytes était majoritaire [7,32], mais le peu d'échantillon ne permet pas de conclure sur la réelle inefficacité de ce dernier. Les auteurs privilégient le traitement par PRP, notamment quand il est comparé aux injections de corticostéroïdes qui provoquent une fragilité du fascia plantaire pouvant mener à une rupture de ce dernier. Il convient donc de continuer à explorer cette alternative face aux autres stratégies thérapeutiques actuelles.

Analyse technique

Malgré une augmentation des publications sur l'utilisation du PRP dans les tendinopathies, on remarque encore une forte disparité ainsi qu'un manque d'information détaillée sur les méthodes utilisées pour obtenir et administrer le traitement. Certains auteurs décrivent une anamnèse, un examen clinique détaillé [3] ainsi qu'une imagerie (échographique [18,29,32,42] ou IRM [28,29]). Ces informations pourraient peut-être permettre de mieux sélectionner les patients pouvant répondre au traitement. Dans d'autres articles, les auteurs se sont basés essentiellement sur le caractère réfractaire de la tendinopathie [6,18,26,34].

Plusieurs auteurs ont autorisé l'administration d'une anesthésie locale pré-injection [4,13,17,31,37,43] afin d'éviter toute gêne pouvant être provoquée par l'infiltration, un des effets secondaires immédiats retrouvé assez fréquemment. D'autres y ont renoncé car il a été prouvé que toute diminution du pH dans la zone d'injection empêche la dégranulation plaquettaire. Sans cette dernière, le PRP perd une partie de son efficacité [3,4]. La présence d'un tampon de pH n'est également plus mentionnée, exceptée dans les articles plus anciens [4,40].

Concernant la préparation et l'obtention du PRP, peu d'études relatent la présence d'anticoagulant dans les tubes ; ceux qui le mentionnent ont privilégié le citrate [4,15,22,23,28,29,36]. Un activateur tel que le CaCl_2 est également mentionné et a montré des améliorations nettes des scores références [3,7,10,29,31,34,43].

Les kits commerciaux proposés par différents laboratoires sont souvent privilégiés [4,5,7,17,22,23,31,36,37] et permettent l'obtention, dans la majorité des cas, d'un PRP riche en leucocytes qui a démontré une certaine efficacité d'action [7,18,19,22,23,31,34,37,40,43]. Cependant, dans des études précliniques et cliniques [3,4,6], il pouvait entraîner une forte réaction inflammatoire. D'autres ont préféré utiliser la technique d'aphérèse pour obtenir un PRP pur [3,4,28,29], c'est-à-dire avec une concentration plaquettaire prédéfinie, reproductible et pauvre en leucocytes et en érythrocytes.

Dans la préparation du PRP, le nombre de centrifugation ainsi que sa vitesse ne sont que trop rarement indiqués. Pour les études les mentionnant, le nombre de centrifugations varie entre 1 [4,11,17,22-24,26,33,36,37,40] ou 2 [4,8,11,15,26,34,42], la vitesse se situe entre 400 rpm et 3400 rpm [15,17,24,27,34,36,37] ou bien de 1100 g à 1500 g [32,33,36] pendant 5 à 15 min [4,15,22,23,33] soulignant l'aspect peu uniforme du protocole d'obtention du PRP.

La concentration de plaquettes varie également considérablement. Elle peut être assez basse, atteindre le double [20,31], le quadruple [13] voire le quintuple [34] de la concentration sanguine de base. Les mesures sont parfois plus précises allant de $4,7 \times 10^5$ à $1,2 \times 10^6$ plaquettes/ μL [3,4,6,8,17,22,23,28,31,32]. Ce seuil de $1,2 \times 10^6$ plaquettes/ μL est le maximum autorisé, car il a été prouvé qu'une concentration supérieure a un effet inhibiteur sur la cicatrisation du tendon [3,4,11,31].

Le site d'injection est majoritairement repéré et confirmé par guidage échographique [3,4,6,10,12,14,17,18,22,24,29,32,33,36,37,40,42]. Seuls Wilson et al. ont procédé à une injection guidée par une palpation faite au préalable pour déterminer la région douloureuse [19]. Cette pratique a été délaissée depuis que l'utilisation de l'échographie est devenue routinière [4]. Lors d'un guidage échographique, le praticien repère la zone hypoéchogène, synonyme de zone lésionnelle, puis injecte du PRP dans cette zone [4,27,29,32,34,36]. On peut également pratiquer une méthode moins répandue qui consiste à diviser la dose pour l'injecter en zone intra-lésionnelle puis péri-lésionnelle [28,33,37]. Les deux méthodes ont prouvé leur efficacité.

Le nombre d'injections requis pour les différentes tendinopathies reste à uniformiser. Actuellement, elles peuvent aller d'une seule injection [29] jusqu'à 3 ou 4 [34] avec très fréquemment, dans ce cas, un intervalle de 2 semaines entre les injections [27,32,42].

Le volume de PRP à injecter reste aussi à définir car les différents kits commerciaux demandent des quantités de prélèvements sanguins très variables, puis procurent des doses de produit final tout aussi aléatoires. Cependant, on observe que les auteurs injectent généralement entre 5 et 8 mL du PRP obtenu [3,6,13,17,19,22,23,27-29,31-34,36,37,42].

Dans les protocoles post-injection, une minorité d'auteurs recommande le repos total durant 24 heures [36] ou la position couchée pendant 10 à 30 minutes [32,33,36], voire jusqu'à 3 heures, suivi

pour certains par une mise en décharge du membre 24 heures [37]. L'application d'une cryothérapie post-infiltration peut être autorisée pour une durée de 24 heures ou plus, car aucune diminution d'efficacité du PRP n'a été constatée [3,28,29,31,34,36]. La prise d'un AINS a été interdite dans un grand nombre d'études [3,28,29,31,32,36,42], tandis que certains auteurs déconseillent d'en consommer 4 semaines avant et après l'injection [27].

Plusieurs auteurs préfèrent maintenir un repos relatif de 5, voire 7 jours avant de débiter une rééducation, [27-29]. Fitzpatrick et al. proposent un délai de 6 semaines [23]. La rééducation supervisée par un kinésithérapeute dure 4 à 6 semaines avec une fréquence de 2 à 3 séances par semaine. Des exercices excentriques sous-maximaux [10,25,29,31,33,34,36] sont réalisés, parfois accompagnés d'étirements infradouloureux [6,14,27-29,36,36]. La discussion d'une réathlétisation et d'un retour au sport est rarement mentionnée [27,34].

Discussion

L'analyse des articles traitant de l'usage du PRP dans les tendinopathies permet d'établir une série de recommandations.

Pour rappel, le PRP s'est montré le plus efficace dans le traitement des tendinopathies patellaires [10-12,25-29] puis, dans une moindre mesure, pour les épicondylites latérales [7,10-12,14,15]. Concernant la coiffe des rotateurs [5,6,8,10], les tendinopathies du moyen glutéal [22-24], des ischio-jambiers [17-19] ou encore la fasciite plantaire [8,10,40] des études à long terme et versus groupe contrôle restent nécessaires. L'usage du PRP dans la tendinopathie achilléenne reste la plus controversée [10,26,33,34,36,37].

Au vu des bons résultats obtenus dans les études qui ont utilisé cette méthode, il est conseillé de mettre en place une confirmation anamnestique et clinique du caractère réfractaire et chronique de la tendinopathie [3,28,29]. L'échographie [29,32,42], voire l'IRM [28,29] sont des outils diagnostiques mais ne sont pas jugés utiles pour le suivi car les résultats cliniques et la satisfaction du patient se déclarent généralement avant toute apparition d'un progrès de l'aspect des lésions à l'imagerie [29,32].

Même si différentes méthodes de préparation du PRP existent, il conviendrait de privilégier l'obtention d'un PRP appauvri en leucocytes [3,4,27-29,36,42] afin d'éviter toute réaction inflammatoire post-injection, souvent due à la présence de leucocytes et/ou à la lyse des érythrocytes [4,29,35]. L'efficacité clinique du PRP riche en leucocytes a cependant été constatée pour plusieurs tendinopathies [7,18,19,22,23,31,34,37,40,43].

Bien que peu mentionnée dans les études, la présence d'un anticoagulant comme le citrate est rapportée dans plusieurs travaux [4,15,22,23,28,29,36]. La technique d'aphérèse semble être la meilleure car elle permet d'obtenir un PRP purifié avec une concentration plaquettaire optimale et facilement reproductible [3,4,28,29]. Malgré tout, beaucoup d'auteurs utilisent les différents kits

proposés dans le commerce [4,5,7,17,22,23,31,36,37] permettant l'obtention d'un PRP riche en leucocytes.

En termes de concentration plaquettaire, un taux d'au moins 4 à 5 fois la concentration du sang normal (c.à.d. entre 6 et 9×10^5 plaquettes/ μL) [3,4,11,29,31] est recommandé. Cependant, une concentration trop élevée n'est pas souhaitable ($> 10^6$ plaquettes/ μL) afin d'éviter l'effet inhibiteur paradoxal de celle-ci [4,11,31]. La présence d'un activateur de plaquettes [6,7] tel que le CaCl_2 est également conseillé pour améliorer l'efficacité du PRP [3,7,10,28,29,31,34,43].

Le recours à une anesthésie locale est souvent justifié afin d'améliorer le confort du patient [4,13,17,24,31,37,43]. Néanmoins, celle-ci est déconseillée avant une injection de PRP car il a été prouvé que le changement de pH entraîné par le produit anesthésiant peut altérer l'effet du PRP [3,4,24,29].

Au vu des études analysées, il est difficile de déterminer le nombre d'injections requises pour une efficacité et une guérison optimales. La plupart des auteurs ont jugé qu'une injection est suffisante [6,8,19,22-24,28,29,37,40] mais d'autres préfèrent en administrer 2 à 4 à raison d'une injection toutes les 2 semaines pour maintenir plus longtemps l'action des facteurs de croissance [27,32,42]. La congélation du PRP entre deux injections ne semble pas altérer l'efficacité des facteurs de croissance plaquettaires présents. Le PRP congelé reste donc aussi efficace que le PRP frais [34] malgré la réalisation d'infiltrations multiples espacées dans le temps. Un unique prélèvement peut, dès lors, être envisagé et permettrait d'alléger le caractère invasif du prélèvement chez le patient mais cette pratique est, à l'heure actuelle, malheureusement interdite en France.

La zone d'injection la plus optimale doit encore être explorée. Le guidage par échographie est devenu prédominant dans les études et est recommandé pour cibler précisément la zone lésée [3,4,6,10,13,14,17,22,23,27-29,31-34,37,42]. La dose obtenue à la fin de la préparation peut être divisée pour effectuer une injection intra-lésionnelle, puis une ou plusieurs péri-lésionnelle(s) par la suite [28,33,37]. Ce procédé est peu répandu mais semble efficace et doit être exploré à l'avenir. Des injections intra-lésionnelles semblent être tout aussi performantes [27,29,32,34,36].

Après l'infiltration, une cryothérapie est conseillée durant les 24 premières heures [3,28,29,31,34] de même que de rester immobile entre 10 et 30 minutes [32,33,36] pour éviter la douleur post-injection qui est un des effets secondaires immédiats les plus communs dans ce traitement. Il est également recommandé un repos de 5 à 7 jours tout en évitant une immobilisation totale [18,27-29,40]. Les AINS sont à déconseillés 10 jours avant l'injection et jusqu'à 21 jours après celle-ci [28,29,31,32,34,36,42].

La rééducation post-injection a donné de très bons résultats. Elle peut être démarrée après les 5 à 7 jours de repos. Elle doit être supervisée par un kinésithérapeute et doit consister en des exercices excentriques sous-maximaux [10,25,29,31,33,34,36,37] et des exercices d'étirement sous le seuil de la douleur [6,14,19,24,27-29,36,40] pour obtenir une cicatrisation « dirigée ». La fréquence des séances est de 2 à 3 fois par semaine pendant 4 à 6 semaines [28,29,31]. Par la suite, le retour au sport peut s'envisager, tout en indiquant qu'il faut continuer librement la pratique des exercices appris aux séances [27,34].

Bien que les groupes d'âges présentés dans les études soient assez hétérogènes, il est démontré que le PRP serait plus efficace chez les patients jeunes (< 30 ans) [28,36].

Conclusion

Le PRP est un traitement envisageable pour bon nombre de tendinopathies mais la méthode de préparation, l'acte de l'injection et la rééducation doivent encore être explorés et mieux investigués pour permettre d'optimiser les résultats. Les prochaines études devront s'efforcer de répertorier au mieux les éléments permettant une meilleure compréhension et une meilleure prise en charge de ces tendinopathies.

Références

- [1] Kaux JF, et al. Platelet rich plasma : traitement des tendinopathies chroniques ? Revue de la littérature. *J Traumatol Sport* 2007;24 (2):99–102.
- [2] Kaux JF, Crielaard JM, et al. Tendinopathie et plasma riche en plaquette (PRP) : applications cliniques. Revue de la littérature. *J Traumatol Sport* 2012;29(3):174–8. doi: 10.1016/j.jts.2012.07.006.
- [3] Kaux JF, Bouvard M, Sanchez M, et al. Reflexions about the treatment of tendinopathies by PRP injection. *J Traumatol Sport* 2015;32:38–40, <https://www.sciencedirect.com/journal/journal-de-traumatologie-du-sport>.
- [4] Kaux JF, Emonds-Alt T. Quel « PRP » pour traiter les tendinopathies les tendinopathies chroniques ? *J Traumatol Sport* 2017;34:76–90. doi: 10.1016/j.jts.2016.12.005.
- [5] Lin MT, Chiang CF, et al. Comparative effectiveness of injection therapies in rotator cuff tendinopathy: a systematic review. Pairwise and network meta-analysis of randomized controlled trials. *Arch Phys Med Rehabil* 2018;100:336–49, <http://archives-pmr.org/retrieve/pii/S0003999318309201>.
- [6] Hyunchul C, Lee SY, Yoon KS, et al. Allogenic Pure Platelet-Rich Plasma Therapy for Rotator Cuff Disease: A Bench and Bed Study. *Am J Sports Med* 2018;46(13):3142–54, <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0363546518800268>.
- [7] Chen X, Jones IA, Park C, et al. The efficacy of platelet-rich plasma on tendon and ligament healing: a systematic review and meta-analysis with bias assessment. *Am J Sports Med* 2018;46 (8):2020–32, <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0363546517743746>.
- [8] Franchini M, Cruciani M, Mengoli C, et al. Efficacy of platelet-rich plasma as conservative treatment in orthopaedics: a systematic review and meta-analysis. *Blood Transfus* 2018;16:502–13. doi:10.2450/2018.0111-18.
- [9] Dubert T, Voche P, et al. Le questionnaire DASH. Adaptation française d'un outil d'évaluation international. *Chir Main* 2001;20 (4):294–302.
- [10] Le ADK, Enweze L, DeBaun MR, Dragoo JL. Current clinical recommendations for use of platelet-rich plasma. *Curr Rev Musculoskelet Med* 2018;11:624–34, <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs12178-018-9527-7>.
- [11] Kia C, Baldino J, Bell R, et al. Platelet-rich plasma: review of current literature on its use for tendon and ligament pathology. *Curr Rev Musculoskelet Med* 2018;11:566–72, <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs12178-018-9515-y>.
- [12] Balasubramaniam U, Dissanayake R, Annabell L. Efficacy of platelet-rich plasma injections in pain associated with chronic tendinopathy: a systematic review. *Phys Sportsmed* 2015;43(3):253–61.
- [13] de Vos RJ, Windt J, Weir A. Strong evidence against platelet-rich plasma injections for chronic lateral epicondylar tendinopathy: a systematic review. *Br J Sports Med* 2014;48:952–6, <https://bjsm.bmj.com/content/48/12/952>.
- [14] Mi B, Liu G, Zhou W, Lv H, et al. Platelet rich plasma versus steroid on lateral epicondylitis: meta-analysis of randomized clinical trials. *Phys Sportsmed* 2017;45(2):97–104, <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/00913847.2017.1297670>.
- [15] Pereira Palacio E, Ramos Schiavetti R, Kanematsu M, et al. Effects of platelet-rich plasma on lateral epicondylitis of the elbow: prospective randomized controlled trial. *Rev Bras Ortop* 2016;51 (1):90–5, <https://doi.org/10.1016/j.rboe.2015.03.014>.
- [16] Kaux JF, Delvaux F, Schaus J, et al. Cross-cultural adaptation and validation of the Patient Rated Elbow Evaluation Questionnaire on lateral elbow tendinopathy for French-speaking patients. *J Hand Ther* 2016;29(4):496–504. doi: 10.1016/j.HT. 2016.06.007.
- [17] Levy GM, Lucas P, Hope N. Efficacy of a platelet-rich plasma injection for the treatment of proximal hamstring tendinopathy: a pilot study. *J Sci Med Sport* 2019;13:247–52, <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2018.08.001>.

- [18] Davenport KL, Santiago Campos J, Nguyen J, Saboeiro G, et al. Ultrasound-guided intratendinous injections with Platelet-Rich Plasma or autologous whole blood for treatment of proximal Hamstring tendinopathy: a double-blind randomized controlled trial. *J Ultrasound Med* 2015;34:1455–63. doi: 10.7863/ultra.34.8.1455 [0278–4297].
- [19] Wetzel RJ, Patel RM, Terry MA. Platelet-rich plasma as an effective treatment for proximal hamstring injuries. *Orthopedics* 2013;36(1). doi: 10.3928/01477447-20121217-20.
- [20] Delaunay C, Epinette JA, et al. Cross-cultural adaptations of the Oxford-12 HIP score to the French speaking population. *Orthop Traumatol Surg Res* 2009;95:89–99. doi: 10.1016/j.otsr.2009.01.003.
- [21] Oasi C, Maman S, Baghéri H, et al. GABI une évaluation simplifiée et informatisée de la d'autonomie en gériatrie/une étude de validation. *Presse Med* 2008;37:1195–203. doi: 10.1016/J.lpm.2007.12.013.
- [22] Fitzpatrick J, Bulsara MK, O'Donnell J, Zheng MH. Leucocyte-rich platelet-rich plasma treatment of gluteus medius and minimus tendinopathy: a double-blind randomized controlled trial with 2- year follow-up. *The Am J Sports Med* 2019;47(5):1–8, <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0363546519826969>.
- [23] Fitzpatrick J, Bulsara MK, O'Donnell J, McCrory PR, Zheng MH. The effectiveness of platelet-rich plasma injections in gluteal tendinopathy: a randomized, double-blind controlled trial comparing a single platelet-rich plasma injection with a single corticosteroid injection. *Am J Sports Med* 2018;46(4):933–9, <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0363546517745525>.
- [24] Oderuth E, Ali M, Atchia I, Malviya A. A double blind randomised control trial investigating the efficacy of platelet rich plasma versus placebo for the treatment of greater trochanteric pain syndrome (the HIPPO trial): a protocol for a randomised clinical trial. *Trials* 2018;19:517, <https://doi.org/10.1186/s13063-018-2907-x>.
- [25] Andriolo L, Altamura SA, Reale D, et al. Nonsurgical treatments of patellar tendinopathy: multiple injections of platelet-rich plasma are a suitable option: a systematic review and meta-analysis. *Am J Sports Med* 2018;47(4):1001–18. doi: 10.1177/0363546518759674.
- [26] Dupley L, Charalambous P. Platelet rich plasma injections as a treatment for refractory patellar tendinosis: a meta analysis of randomised trials. *Knee Surg Relat Res* 2017;29(3):165–71, <http://www.jksrr.org/journal/view.html?doi=10.5792/ksrr.16.055>.
- [27] Zayni R, Thauant M, Fayard JM, et al. Platelet-rich plasma as a treatment for chronic patellar tendinopathy: comparison of a single versus two consecutive injections. *Muscles Ligaments Tendons J* 2015;5(2):92–8.
- [28] Kaux JF, Croisier JL, Bruyere O, et al. One injection of platelet-rich plasma associated to a submaximal eccentric protocol to treat chronic jumper's knee. *J Sport Med Phys Fit* 2015;55(9):953–61.
- [29] Kaux JF, Croisier JL, Forthomme B, et al. Using platelet-rich plasma to treat jumper's knees: exploring the effect of a second closely-timed infiltration. *J Sci Med Sport* 2015;19:200–4, <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2015.03.006>.
- [30] Kaux JF, Delvaux F, Beudart C, et al. Cross-cultural adaptation and validation of the VISA-P and VISA-A questionnaires for French-speaking patients. *Sci Sports* 2016;31(2):65–72. doi:10.1016/j.scispo.2016.01.003.
- [31] Kaux JF, Drion P, Croisier JL, et al. Tendinopathies and platelet-rich plasma (PRP): from pre-clinical experiments to therapeutic use. *J Stem Cells Regen Med* 2015;11(1):7.
- [32] Erroi D, Sigona M, Suarez T, Trischitta D, et al. Conservative treatment for Insertional Achilles Tendinopathy: platelet-rich plasma and focused shock waves. A retrospective study. *Muscles Ligaments Tendons J* 2017;(1):98–106.
- [33] Ploug Boesen A, Hansen R, Ilum Boesen M, et al. Effect of highvolume injection, platelet-rich plasma, and sham treatment in chronic midportion achilles tendinopathy: a randomized double-blinded prospective study. *Am J Sports Med* 2017;45(9), <https://doi.dox.org/10.1177/0363546517702862>.
- [34] Filardo G, Kon E, Di Matteo B, et al. Platelet-rich plasma injections for the treatment of refractory Achilles tendinopathy: results at 4 years. *Blood Transfus* 2014;12:533–40. doi: 10.2450/2014.0289-13.

- [35] Zhou Y, Wang JH-C. PRP treatment efficacy for tendinopathy: a review of basic science studies, 9103792. Hindawi Publishing Corporation BioMed Research International Volume; 2016. p.p.8. <https://www.hindawi.com/journals/bmri/2016/9103792/>.
- [36] Salini V, Vanni D, Pantalone A, Abate M. Platelet rich plasma therapy in non-insertional achilles tendinopathy: the efficacy is reduced in 60-years old people compared to young and middleage individuals. *Front Aging Neurosci* 2015;7 [Article 228]<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fnagi.2015.00228/full>.
- [37] Guelfi M, Pantalone A, Vanni D, et al. Long-term beneficial effects of platelet-rich plasma for non-insertional Achilles tendinopathy. *Foot Ankle Surg* 2014;21:178–81, <http://footanklesurgery-journal.com/retrieve/pii/S1268773114001507>.
- [38] Lagniaux F. Tendinopathie : les classifications. *Kinesither Sport* 2013;0549:45–6.
- [39] Decroocq L, Rochwerger A, Roustan E, et al. Évaluation fonctionnelle des pathologies du pied : confrontation du score AOFAS au Manchester-Oxford Foot Questionnaire(MOXFQ). *Rev Chir Orthop Traumatol* 2013;99(7):332–3. doi: 10.1016/j.rcot.2013.09.158.
- [40] Wilson JJ, Lee KS, Miller AT, Wang S. Platelet-rich plasma for the treatment of chronic plantar fasciopathy in adults: a case series. *Foot Ankle Spec* 2014;7(N1):61–7. doi: 10.1177/1938640013509671.
- [41] Borloz S, Crevoisier X, Deriaz O, et al. Evidence for validity and reliability of French version of the FAAM. *BMC Musculoskelet Disord* 2011;12:40. doi: 10.1186/1471-2474-12-40.
- [42] Merolla G, Dellabiancia F, Ricci A, et al. Arthroscopic debridement versus platelet-rich plasma injection: a prospective, randomized, comparative study of chronic lateral epicondylitis with a nearly 2-year follow up. *Arthroscopy* 2017;33(7):1320–9, <https://arthroscopyjournal.org/retrieve/pii/S0749806317301767>.
- [43] Miller LE, Parrish WR, Roides B, Bhattacharyya S. Efficacy of platelet-rich plasma injections for symptomatic tendinopathy: systematic review and meta-analysis of randomised injection-controlled trials. *BMJ Open Sport Exerc Med* 2017;3:e000237. doi:10.1136/bmjsem-2017-000237.