

Application du plasma riche en fibrine en chirurgie orale

Ch. KHERAIFIA, M. BOUAKAZ, A. BOUCHIREB, R. LATTAFI ;
Service de Pathologie et Chirurgie Buccales,
Centre Hospitalo-Universitaire Issad Hassani, Beni Messous, Alger.



Résumé

Le plasma riche en fibrine (PRF) est un biomatériau autologue obtenu par centrifugation du sang total du patient. Il suscite un intérêt considérable dans diverses disciplines médicales. En médecine dentaire, le PRF est appliqué par voie topique dans le but d'obtenir une régénération tissulaire ou de corriger des défauts intra-osseux. Considéré comme une véritable source de cellules souches, il constitue un réseau de fibrine avec différents composants cellulaires ayant une capacité de libération prolongée de facteurs de croissance. L'utilisation du PRF continue d'évoluer pour optimiser ses protocoles et explorer de nouvelles applications cliniques. Cet article s'articule en trois parties : la première définit le protocole de préparation ainsi que les types et les formes d'utilisation du PRF ; la seconde met en avant la structure, les propriétés et les domaines d'application en chirurgie orale et la troisième partie est consacrée aux perspectives futures de son utilisation.

>>> Mots-clés :

PRF, Plaquettes, leucocytes, fibrine, facteurs de croissance.

Abstract

Platelet-rich fibrin (PRF) is an autologous biomaterial obtained through the centrifugation of a patient's whole blood. It has garnered significant interest across various medical disciplines. In dental medicine, PRF is topically applied to achieve tissue regeneration or to correct intra-osseous defects. Considered a genuine source of stem cells, it forms a fibrin network with various cellular components that have a prolonged capacity to release growth factors. The use of PRF continues to evolve, aiming to optimize its protocols and explore new clinical applications. This article is structured into three parts: the first will present the preparation protocol, as well as the types and forms of PRF utilization; the second will highlight the structure, properties, and application areas in oral surgery; finally, the third will discuss the future perspectives of its use.

>>> Keywords :

PRF, platelet, leukocytes, fibrin, growth factors.

Introduction

La chirurgie orale, à l'instar de nombreux domaines de la médecine régénérative, se trouve perpétuellement à la recherche de technologies et de matériaux qui peuvent améliorer les résultats des interventions tout en réduisant les risques et le temps de guérison pour les patients. Parmi les innovations les plus significatives de ces dernières décennies figure le plasma riche en fibrine (PRF). Ce dernier se distingue comme un matériau régénératif autologue de

premier plan, favorisant la guérison naturelle grâce à une matrice riche en plaquettes, leucocytes et fibrine.

Cette matrice n'est pas seulement un réservoir de facteurs de croissance, mais elle sert également de support structural pour la migration cellulaire et la régénération tissulaire. Son application en chirurgie orale, en particulier, offre des perspectives enthousiasmantes pour améliorer les procédures chirurgicales telles que la pose d'implants, la cicatrisation

post avulsions dentaires et la réparation parodontale ensuite. Cet article s'articule en trois parties : la première partie définit le protocole de préparation ainsi que les types et les formes d'utilisation du PRF ; la seconde met en avant la structure, les propriétés et les domaines d'application en chirurgie orale et la troisième partie est consacrée aux perspectives futures de son utilisation.

Définition [1, 2]

Le PRF se définit comme un concentré plaquettaire permettant de rassembler, en une seule membrane de fibrine, l'ensemble des constituants favorables à la cicatrisation présents dans un prélèvement sanguin. Il correspond à un réseau 3D alliant un gel de fibrine à un sérum enrichi en cytokines plaquettaires et leucocytaires. Il reproduit une matrice cicatricielle ad integrum sans recourir à une modification du sang. En fonction de l'effet recherché, le PRF peut être utilisé cliniquement sous différentes formes, selon J. Choukroun :

- L-PRF : leucocyte- and platelet-rich fibrin, enrichi en leucocytes ;
- A-PRF : advanced platelet-rich fibrin, enrichi en monocytes ;
- I-PRF : injected platelet-rich fibrin, la forme liquide du PRF.

Historique [2, 3, 4]

Les premières tentatives d'utilisation de la fibrine pour améliorer l'hémostase remontent à la fin du 20^e siècle. L'association thrombine-fibrinogène a été utilisée en 1944. Ensuite, les colles de fibrine, également appelées colles biologiques, ont été décrites pour la première fois en 1972. La composition de base de ces produits est le fibrinogène et la thrombine.

En 1994, Tayapongsak introduit les colles de fibrine autologue AFA (Autologous Fibrin Adhesive) pour le maintien des fragments osseux lors de greffes. En 1998, Marx et coll. développent le concept de PRP, considéré actuellement comme un concentré plaquettaire de première génération. En 2001, J. Choukroun a développé un concentré plaquettaire de deuxième génération sans additif et sans manipulation du sang, le « PRF ». Il est le premier à l'utiliser en chirurgie orale et maxillo-faciale. En 2004, Dohan le décrit comme une « matrice cicatricielle ad integrum ».

En 2009, Toffert le décrit comme un biomatériau autologue composé d'un réseau de fibrine riche en plaquettes, leucocytes et facteurs de croissance. En modifiant les forces et le temps de centrifugation en 2014 et 2015, le Dr J. Choukroun propose de nombreux protocoles de préparation du PRF qu'il nomme L-PRF et A-PRF.

Depuis, l'utilisation du PRF s'étend au-delà de la chirurgie orale et maxillo-faciale. Il est désormais employé dans la

chirurgie esthétique, la dermatologie, la médecine sportive et même dans certains traitements de blessures chroniques et de lésions cutanées.

Protocole de préparation [1, 2]

Il consiste, selon J. Choukroun (2001), en un prélèvement sanguin suivi d'une centrifugation.

A- Prélèvement

Il consiste à prélever du sang veineux du patient en peropératoire (Figure 1). Préférentiellement, le lieu de la ponction veineuse se fait au niveau de la veine du pli du coude, à l'aide d'un kit spécialement conçu (Figure 2). Le remplissage des tubes se fait par un mécanisme d'aspiration. Il s'agit de tubes secs de 10 ml en verre, sans anticoagulant (Figure 3). La quantité de sang prélevée dépend de l'application prévue, allant de 10 à 50 ml.



Figure 1 : Prélèvement de sang veineux total.



Figure 2 : Matériels requis pour prélèvement et obtention du PRF.



Figure 3 : Tubes de sang sans anticoagulant.

B- Centrifugation

Le protocole inclut une centrifugation unique à 3000 tours/min (rpm) pendant 12 min (Figure 4). Le sang n'est pas traité : il n'y a pas d'anticoagulant dans les tubes, ni d'activateur (la polymérisation de la fibrine ne nécessite pas de thrombine animale et de chlorure de calcium). L'absence d'anticoagulant permet l'activation massive et rapide des plaquettes sanguines et le déclenchement de la coagulation. À la fin de la centrifugation, trois phases distinctes apparaissent (Figure 5) : un culot d'hématies, une zone intermédiaire correspondant au concentré plaquettaire, le caillot de fibrine (Figure 6) et une partie supérieure contenant le surnageant de plasma acellulaire (PPP - plasma pauvre en plaquettes). Les caillots de PRF sont prêts ; ils peuvent être retirés du tube avec des pinces chirurgicales ou un instrument semblable à une spatule (Figure 7).

La réussite de cette technique repose entièrement sur la rapidité du prélèvement et du transfert vers la centrifugeuse. Tout le processus doit être réalisé dans des conditions d'asepsie strictes. Il est crucial que le personnel médical soit correctement formé dans la préparation et l'application du PRF pour garantir des résultats optimaux.



Figure 4 : Centrifugation immédiate 3000 tours/minute.

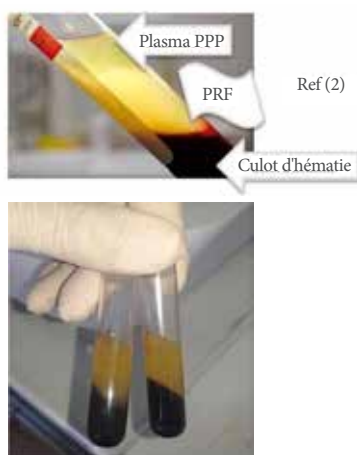


Figure 5 : Les 3 phases du PRF [2].



- Red thrombus : red corpuscles and platelets enmeshed in a tight fibrin matrix.
- Fibrin clot.
- « Buffy coat » : whitish lines corresponding to the accumulation of platelets trapped into the PRF fibrin matrix.

Figure 6 : Le caillot de fibrine obtenu selon le protocole PRO-CESS peut se décomposer en trois parties : un thrombus rouge au contact du culot d'hématies, un gel de fibrine acellulaire et un réseau de colonnes blanchâtres qui correspondent à l'accumulation des plaquettes [1, 2].

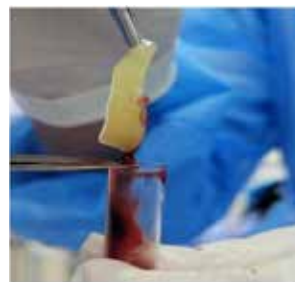


Figure 7 : Séparation manuelle du PRF ou séparation à la seringue (précélles).

Types de PRF [5, 6]

Pour certains auteurs, lors de la centrifugation, certaines plaquettes sont piégées entre les hématies ; pour affiner la séparation, il faudrait augmenter la force de centrifugation. Cependant, si cette dernière est trop importante, un pourcentage conséquent de plaquettes va s'activer et libérer immédiatement les facteurs de croissance. Il en est de même pour les temps de centrifugation : ceux-ci doivent être suffisants pour permettre la séparation des éléments sanguins, soit environ une dizaine de minutes.

Ainsi, divers protocoles ont été proposés modifiant la durée et/ou la vitesse de centrifugation, ce qui a abouti, selon leurs promoteurs, à l'apparition d'autres types de PRF avec une composition particulière et donc des propriétés différentes : L-PRF (leucocyte PRF), A-PRF (Advanced PRF avec récupération de monocytes dans l'exsudat plasmatique) et I-PRF (Injected-PRF).

A- L-PRF

Pour obtenir le L-PRF, on réalise une centrifugation à 2700 tours/min pendant au moins 12 minutes. L'absence d'anti-coagulant permet une activation des plaquettes au contact des parois internes du tube et, après quelques minutes, la réaction en cascade de la coagulation démarre. Initialement, le fibrinogène se trouve dans la partie supérieure du tube mais après centrifugation, en raison de l'activation de la thrombine, il est transformé en fibrine qui conduit à la formation d'un caillot. Après centrifugation, comme pour le PRF, trois couches distinctes sont visibles dans le tube: les globules rouges au fond du tube, le PPP en haut et le caillot de fibrine au milieu du tube (contenant la plupart des leucocytes et des plaquettes).

B- A-PRF

En 2012, Omar et Thomsen, KAWAZOE T., ont montré dans leurs travaux l'intérêt et la potentialité des cellules blanches dans les phénomènes inflammatoires, avec comme corollaire, une action prépondérante dans les premiers temps de stimulation des cellules ostéoprogénitrices. Pour cela, il est nécessaire, selon eux, de capter plus de monocytes dans le PRF afin de le rendre plus actif dans la stimulation des greffes osseuses, mais également de favoriser une transformation plus rapide des monocytes en macrophages afin d'augmenter l'effet de stimulation osseuse. Pour produire de l'A-PRF, il importe de réduire la vitesse de centrifugation à 1500 tours/min pendant 14 minutes. Le temps de centrifugation semble jouer un rôle prépondérant dans la composition du produit final, en particulier pour obtenir l'activation de certains monocytes en macrophages. Il faut également allonger le temps de coagulation dans le tube, ce qui a été obtenu grâce à l'utilisation d'un tube composite en verre spécial qui permet de ralentir la formation du caillot. Dans cette configuration, la totalité des monocytes se retrouvent également répartis dans le caillot de fibrine, avec une meilleure répartition des plaquettes sanguines, initialement concentrée dans l'extrémité inférieure du caillot.

C- I-PRF [7, 8, 9]

L'utilisation de concentrés plaquettaires « liquides » et non coagulés reste une indication importante dans les différentes applications médicales et dentaires. C'est pourquoi Choukroun propose un protocole pour l'obtention d'un concentré « sanguin » liquide, très riche, selon lui, en cellules blanches et également enrichi en plaquettes, afin d'augmenter les propriétés cicatrisantes tout en conservant le principe d'une seule centrifugation.

Pour obtenir l'I-PRF, la collecte du sang est effectuée en utilisant des tubes de 9 ml sans additif, placés rapidement dans une centrifugeuse horizontale pendant deux minutes à 3300 tours/min. À la fin de ce processus, il est possible

d'observer une zone de couleur orange dans le tube : c'est l'I-PRF, les matières sanguines restantes en dessous. Ensuite, les tubes sont ouverts soigneusement pour éviter l'homogénéisation du matériau. On collecte 5 ml d'I-PRF à partir des tubes en utilisant une seringue (Figure 8). Le produit peut être utilisé sous forme liquide ou polymérisée. Selon l'initiateur de la technique, l'I-PRF peut se lier avec des biomatériaux pour la greffe osseuse. Les formes injectables de concentrés plaquettaires sont souvent utilisées localement dans des procédures de régénération et démontrent de bons résultats. La forme liquide de ce produit permet son utilisation avec des matières particulières de greffes osseuses polymérisées afin d'accélérer la guérison des tissus durs et mous.



Figure 8 : I-PRF zone de couleur orange [1, 2].

Formes d'utilisation du PRF [1, 2, 10, 11]

Le PRF peut être utilisé cliniquement sous différentes formes à partir du caillot de PRF, qui représente la forme la plus basique. Celui-ci peut être utilisé tel qu'obtenu après la centrifugation, ou bien sous forme de gel, broyé ou découpé, ou sous forme de membrane.

A- PRF en gel

Le PRF en gel peut être considéré comme un support de culture tissulaire in vivo ; comme tel, il doit être utilisé sur des sites sujets à des remaniements importants où sa matrice de fibrine pourra orienter le développement tissulaire et faciliter le remodelage du site. Le problème majeur de la biotechnologie du PRF réside dans son inconvénient clinique principal : en raison de sa consistance massive de caillot, il ne possède pas les avantages mécaniques admis et démontrés des colles biologiques.

B- PRF broyé ou découpé

Le PRF broyé ou découpé en morceaux peut être utilisé seul ou mélangé aux greffons osseux autogènes ou exogènes.

- **Seul**, il est proposé pour le maintien du volume osseux avant l'étape implantaire, lors des comblements des kystes ou d'alvéoles après extraction. D'après Vervelle et Mouhyi, son utilisation dans une alvéole après extraction (Figure 9)

permettrait d'obtenir un os dense et structuré, donc de grande qualité, tout en diminuant les douleurs postopératoires.

- **Mélangé** à un greffon osseux ou à un biomatériau, le PRF permettrait de protéger le comblement dans les premiers temps de la cicatrisation, en créant une unité entre les différents fragments osseux. Il empêche également les micromouvements néfastes à la réussite d'une greffe. À plus long terme, le greffon sera harmonieusement remodelé et parfaitement intégré.



Figure 9 : mise en place dans l'alvéole de LPRF.

C- PRF sous forme de membrane

Initialement, la membrane était obtenue après compression du caillot entre deux compresses stériles, ce qui implique l'élimination de tout l'exsudat fortement concentré en cytokines. Actuellement, il existe dans le commerce, la PRF box® (Figure 10) qui permet de produire des membranes d'épaisseur constante. Pour ce faire, les caillots de fibrine sont positionnés dans une boîte métallique (Figure 11), parallèles les uns aux autres sur la partie horizontale, puis compressés avec le couvercle de la boîte par simple action de la gravité (en métal léger), c'est-à-dire par une compression douce. Sous cette forme, le PRF est encore plus intéressant car il est plus facilement manipulable. L'épaisseur de la membrane peut être doublée en la repliant sur elle-même ou en superposant plusieurs membranes. Leur intérêt réside dans la protection des sites opératoires contre les agressions extérieures.

L'exsudat du sérum produit par le caillot est récupéré au fond de la boîte. Cet exsudat, riche en vitronectine et fibronectine, peut être utilisé pour hydrater les matériaux de greffe ou des éponges de collagène, rincer le site opératoire, ou encore servir de lit temporaire pour les greffes autologues.

Ces membranes autologues, avec un réseau dense de fibrine, sont résistantes (une membrane peut supporter une charge de 500 g avant de se rompre) et possèdent d'excellentes propriétés

biologiques (riches en plaquettes, facteurs de croissance et cytokines), ce qui ouvre de nombreuses perspectives nouvelles.

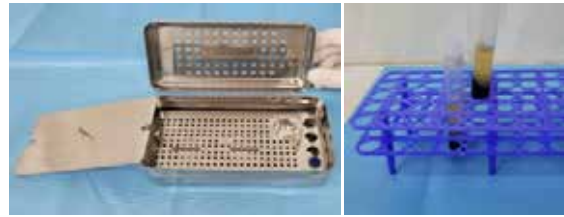


Figure 10 : Box de PRF.

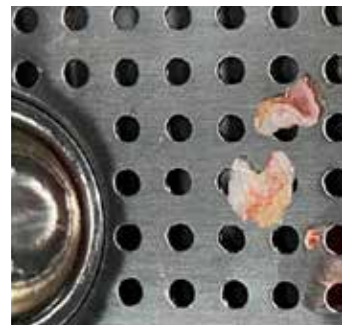


Figure 11 : PRF sous forme de membrane.

D- PRF sous forme de plug ou bouchon

Les caillots de PRF insérés dans les petits puits de la PRF box®, puis condensés à l'aide des pistons, se transforment ainsi en plugs (bouchons) (Figure 12).

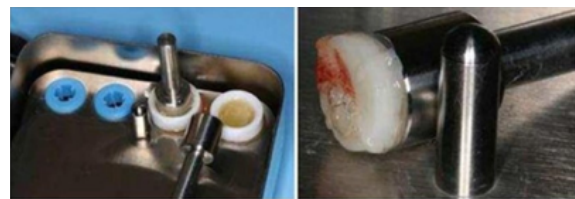


Figure 12 : Plug de PRF : à gauche, caillot de PRF inséré dans le piston ; à droite, le résultat après condensation^[1,2].

Structure du réseau fibrinaire de PRF^[1,2,12]

Grâce à une concentration faible en thrombine, le réseau de fibrine s'organise en jonctions tranchées tri-moléculaires ou équilatérales (Figure 13). Cette structure tridimensionnelle rend les membranes à la fois élastiques et résistantes, parfaites pour la migration cellulaire et l'emprisonnement des cytokines (Figure 14).



Figure 13 : Modélisation théorique en images de synthèse de jonctions branchées trimoléculaires ou équilatérales. Noter la souplesse de cette architecture en fillet^[1, 2].

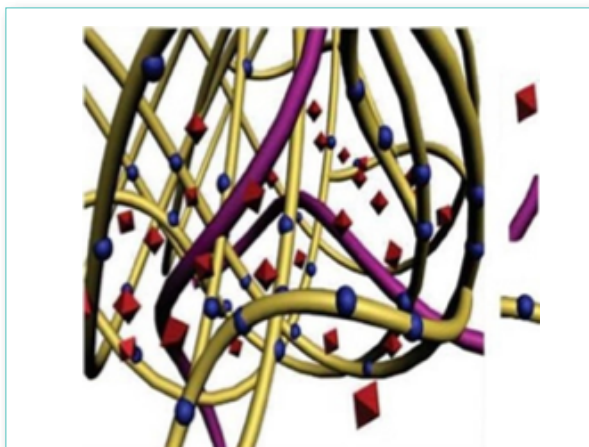


Figure 14 : Modélisation de la structure tridimensionnelle du réseau de fibrine issu de la polymérisation du PRF^[1, 2].

Propriétés du PRF [2, 13, 14, 15]

A- Propriétés hémostatiques

Une des protéines matricielles plaquettaires détectées dans le PRF est la thrombospondine 1 (TSP-1). Elle module l'interaction entre les cellules et la matrice fibrinaire et maintient l'adhésion des plaquettes à cette matrice. La TSP-1 a un rôle antihémorragique en renforçant et en protégeant le caillot de la fibrinolyse.

B- Propriétés anti-inflammatoires et immunitaires [16, 17]

La présence de leucocytes dans le PRF lui confère des propriétés anti-infectieuses. Les produits de dégradation de la fibrine et les cytokines ont des effets chémo-attractants sur les leucocytes,

en particulier les polynucléaires neutrophiles et les monocytes/macrophages. Les leucocytes et les cytokines immunitaires participent ainsi au contrôle et à la régulation des réactions immunitaires et inflammatoires.

C- Propriétés angiogéniques [18, 19]

L'action complémentaire de la matrice fibrinaire et des facteurs de croissance favorise l'angiogenèse au sein du caillot. L'architecture de la fibrine joue un rôle important : plus la structure est souple, flexible et stable, plus la migration des cellules endothéliales est facilitée et la progression de nouveaux vaisseaux sanguins est possible. Les concentrations en VEGF (Vascular Endothelial Growth Factor) et en TGF- β (Transforming Growth Factor), facteurs essentiels à l'angiogenèse, sont élevées dans le PRF. En dehors de leur propriété anti-infectieuse, les leucocytes stimulent l'angiogenèse en produisant VEGF et TGF- β .

D- Propriétés favorisant la réparation tissulaire [20]

Selon Choukroun, le PRF potentialise la cicatrisation « à condition que celle-ci soit possible ». Cliniquement, le PRF réduit la réaction inflammatoire mais ne l'évite pas complètement. Il semble être constitué d'un assemblage intime de cytokines et renferme des glycosaminoglycanes (héparine, acide hyaluronique) entremêlés au sein du réseau de fibrine lentement polymérisé, contribuant à potentialiser la cicatrisation. De nombreuses études in vitro montrent que le PRF favorise la migration, la prolifération et la différenciation des cellules épithéliales, endothéliales, fibroblastiques, ostéoblastiques et des cellules souches mésenchymateuses.

Combiné à des cellules osseuses, le PRF stimule également la réponse mitogène de ces cellules, favorisant ainsi la régénération osseuse in vitro. Il semble donc être un biomatériau approprié en ingénierie tissulaire.

Il agit également, sur plusieurs mécanismes qui améliorent la formation osseuse alvéolaire :

- Il augmente l'expression de RUNX2 ;
- Il favorise la différenciation des ostéoblastes en augmentant la production d'ostéoprotégérine ;
- Il favorise la minéralisation de la matrice en stimulant l'activité des phosphatases alcalines ;
- Par conséquent, il augmente la densité osseuse.

Le PRF produit le taux le plus haut de TGF- β et libère des facteurs de croissance à long terme pendant plus de 7 jours. Il induit une plus forte migration cellulaire (migration des cellules mésenchymateuses et endothéliales testées in vitro). Le PRF est une version plus compacte et plus concentrée en cellules et molécules du caillot sanguin, ce qui favorise le remodelage tissulaire.

Les propriétés réparatrices du PRF s'expliquent en partie par sa composition riche en facteurs de croissance et leurs effets (voir Tableau 1 : Action des cytokines).

Tableau 1 : Action des cytokines^[1, 2].

Cytokines plaquettaires	
TGF- β	• Synthèse massive de collagène de type 1 et de fibronectine ; • Stimulation de l'angiogenèse in vivo ; • Agent fibrosant ; • Contrôle de la prolifération et la différenciation cellulaire.
PDGF	• Régulateur de la migration, la prolifération et la survie des cellules de la lignée mésenchymateuse ; • Rôle dans la cicatrisation physiologique.
IGF	• Régulateur positif de la prolifération et la différenciation cellulaire ; • Multiplication cellulaire des médiateurs de l'apoptose.
EGF	• Stimulation et différenciation cellulaire des lignées ectodermiques (cellules endothéliales, cellules épithéliales).
FGF	• Activation de la migration et la multiplication des cellules cibles.
Cytokines leucocytaires	
Cytokines de l'inflammation	
IL-1 β	• Médiateur clé du contrôle de l'inflammation ; • Stimulation des lymphocytes T- Helper ; • Prolifération des cellules fibreuses.
TNF α	• Activation des monocytes ; • Stimulation des capacités de remodelage des fibroblastes ; • Augmentation de la phagocytose ; • Modulateur de l'expression d'IL-1 et IL-6.
IL-6	• Facteur de différenciation des lymphocytes-B ; • Activation des lymphocytes -T ; • Support de la cascade de l'inflammation.
Cytokines de cicatrisation	
IL-4	• Rétrocontrôle de l'inflammation (rôle de modérateur) ; • Augmentation de la synthèse de collagène fibrillaire par les fibroblastes.
VEGF	• Initiateur du processus d'angiogenèse.

Transforming Growth Factor- β (TGF- β); Platelet Derived Growth Factor (PDGF); Insulin-like Growth Factor (IGF); Epidermal Growth Factor (EGF); Fibroblast Growth Factor (FGF); Interleukine- β (IL- β); Tumor Necrosis Factor α (TNF α); Interleukine-6(IL-6); Interleukine-4 (IL-4); Vascular Endothelial Growth Factor (VEGF).

Applications du PRF en chirurgie orale

Le PRF est utilisé pour améliorer la cicatrisation des tissus dans divers contextes cliniques. Ses propriétés uniques en font un choix préféré pour plusieurs indications en chirurgie et en pathologie.

A- En chirurgie orale et maxillo-faciale [21, 22, 23, 24]

- Extractions dentaires : le PRF est utilisé pour remplir les alvéoles après extractions, ce qui réduit le risque de complications post-opératoires comme l'alvéolite sèche et favorise une meilleure guérison osseuse.

- Implantologie : le PRF est placé autour des implants dentaires pour améliorer l'ostéointégration et accélérer la guérison des tissus mous.
- Greffes osseuses : le PRF est appliqué dans les sites de greffes osseuses pour stimuler la régénération osseuse et améliorer la stabilité du greffon.
- Régénération des Tissus Mous : le PRF est utilisé pour traiter les déficits de tissus mous, comme dans les cas de récessions gingivales ou de perte de tissu parodontal.
- Sinus Lift : le PRF est incorporé dans les procédures de levée du plancher sinusal pour favoriser la cicatrisation et réduire le risque de perforation de la membrane sinusale.

B- Autres utilisations médicales

1. En Dermatologie

- Cicatrisation des plaies : le PRF est utilisé pour traiter des plaies chroniques ou difficiles à cicatriser, en accélérant la formation de tissu nouveau et en réduisant le temps de cicatrisation.

- **Anti-âge et régénération cutanée** : le PRF est injecté dans la peau pour améliorer la texture, le tonus et réduire les signes de vieillissement grâce à ses effets régénératifs.

2. En Médecine Sportive

Lésions musculaires et tendineuses : le PRF est appliqué dans le traitement des lésions sportives pour réduire l'inflammation et accélérer la réparation des tissus musculaires et tendineux.

3. En Orthopédie

Régénération des tissus mous : le PRF est utilisé pour traiter les lésions des ligaments, tendons et autres structures musculo-squelettiques.

4. En Chirurgie Plastique et Reconstructive

Amélioration des résultats des procédures reconstructives : le PRF aide à la guérison des greffes de peau et autres reconstructions tissulaires, améliorant ainsi les résultats des procédures reconstructives.

Contre-indications

et évaluation des risques [25, 26, 27]

Bien que le PRF soit largement reconnu pour ses avantages en régénération tissulaire et en chirurgie, il existe certaines contre-indications et limites à son utilisation. Voici les principales à considérer :

A- Contre-indications du PRF

1. **Troubles de la coagulation** : les patients souffrant de troubles de la coagulation, tels que l'hémophilie ou ceux prenant des anticoagulants, peuvent ne pas être de bons candidats pour la préparation de PRF, car ils pourraient ne pas former efficacement un caillot.

2. **Infections systémiques** : les patients avec des infections actives ou des maladies systémiques sévères (par exemple, une septicémie) devraient éviter l'utilisation de PRF jusqu'à ce que leur condition soit stabilisée.

3. **Troubles hématologiques graves** : des conditions affectant la composition sanguine, comme une anémie sévère ou une leucopénie, peuvent limiter la qualité ou la sécurité de l'utilisation du PRF.

B- Évaluations de Sécurité

Comme pour tout traitement médical, les bénéfices du PRF doivent être évalués par rapport aux risques potentiels, en tenant compte de l'état de santé spécifique et des conditions médicales du patient.

C- Avantages et inconvénients du PRF [28, 29, 30]

Le PRF est un biomatériau autologue qui offre plusieurs avantages en chirurgie et en médecine régénérative, mais il présente aussi certains inconvénients. Voici un aperçu des principaux avantages et inconvénients de l'utilisation du PRF :

1. Avantages du PRF

- **Autologue** : le PRF est préparé à partir du sang du patient, ce qui minimise le risque de réactions allergiques, de rejet ou de

transmission de maladies infectieuses.

- **Riche en facteurs de croissance** : il contient une concentration élevée de plaquettes et de facteurs de croissance qui favorisent la guérison des tissus, la régénération cellulaire et l'angiogenèse.

- **Effet anti-inflammatoire** : le PRF aide à réduire l'inflammation au site de l'application, ce qui peut diminuer la douleur et l'œdème post-opératoire.

- **Amélioration de la cicatrisation** : il accélère la cicatrisation des plaies, réduit le temps de guérison et améliore les résultats esthétiques en minimisant la formation de cicatrices.

- **Polyvalence** : le PRF peut être utilisé sous différentes formes (membranes, bouchons, gel) selon les besoins spécifiques de la chirurgie ou du traitement.

- **Procédure simple et rapide** : la préparation du PRF est relativement simple et peut être réalisée au cabinet du praticien pendant la consultation.

2. Inconvénients du PRF

- **Variabilité des résultats** : l'efficacité du PRF peut varier selon l'individu en fonction de l'âge, de l'état de santé général et des facteurs de style de vie comme le tabagisme.

- **Dépendance technique** : la qualité du PRF est fortement dépendante de la technique de préparation. Une mauvaise manipulation peut compromettre les bénéfices cliniques.

- **Coûts des équipements** : l'investissement initial pour l'équipement nécessaire (centrifugeuse, kits de prélèvement) peut être significatif pour certains praticiens.

- **Formation requise** : une formation adéquate est nécessaire pour les praticiens pour garantir une préparation et une application efficaces du PRF.

- **Pas de standardisation** : l'absence de protocoles standardisés peut conduire à des incohérences dans les préparations et les résultats.

- **Utilisation immédiate** : le PRF doit être utilisé rapidement après sa préparation, car il ne se conserve pas, ce qui peut limiter son utilisation dans certains contextes.

Les perspectives [31]

Les perspectives futures de l'utilisation du PRF en chirurgie orale sont prometteuses, avec des innovations potentielles qui pourraient améliorer les pratiques chirurgicales et les résultats pour les patients. Voici quelques perspectives clés pour l'utilisation du PRF en chirurgie orale :

- **Amélioration des techniques de greffe osseuse** : le PRF pourrait être de plus en plus utilisé pour améliorer les résultats des greffes osseuses, notamment dans les cas de défauts osseux complexes ou de reconstructions majeures. Son utilisation peut stimuler la croissance osseuse et améliorer l'intégration des implants dentaires, réduisant ainsi les délais de traitement et les risques d'échec.

- **Optimisation des protocoles de centrifugation** : la recherche continue d'explorer les paramètres optimaux de centrifugation pour maximiser la concentration et la libération des facteurs de croissance. L'objectif est de standardiser les

protocoles pour rendre les résultats plus prévisibles et reproductibles.

• **Utilisation dans le traitement des maladies parodontales :** l'application du PRF dans le traitement des maladies parodontales, telles que la parodontite, pourrait être une avenue prometteuse. Il peut aider à régénérer le tissu parodontal perdu et à améliorer la guérison après des interventions chirurgicales parodontales.

• **Traitement des alvéolites :** le PRF peut être utilisé de manière plus systématique pour prévenir ou traiter les alvéolites, une complication douloureuse après des extractions dentaires. Sa capacité à favoriser la guérison rapide pourrait réduire significativement l'incidence de cette condition.

• **Intégration avec des technologies avancées :** l'intégration du PRF avec d'autres technologies, comme la chirurgie guidée par ordinateur ou les matériaux de substitution osseuse, pourrait améliorer les résultats chirurgicaux et réduire les temps de récupération.

• **Applications en implantologie :** le PRF est déjà utilisé pour améliorer l'ostéointégration autour des implants dentaires. Des recherches supplémentaires pourraient explorer son potentiel pour réduire le risque de péri-implantite, une cause fréquente de perte d'implants.

• **Formations et éducation :** avec l'augmentation de l'utilisation du PRF en chirurgie orale, il y aura un besoin croissant de formation spécialisée pour les chirurgiens-dentistes et le personnel médical, afin de garantir l'efficacité et la sécurité de son application.

• **Développement de produits commerciaux :** le développement de kits de préparation du PRF plus efficaces et conviviaux pourrait faciliter son adoption en pratique courante, permettant à un plus grand nombre de praticiens de l'utiliser régulièrement.

Ces perspectives montrent que le PRF a le potentiel de transformer significativement la chirurgie orale, en améliorant les résultats cliniques et en réduisant les complications pour les patients. La poursuite de la recherche et l'adoption de pratiques basées sur des preuves seront essentielles pour réaliser pleinement son potentiel.

Conclusion

L'histoire du PRF est marquée par des innovations continues et une expansion progressive de ses applications. En tant que biomatériau autologue, il représente un exemple puissant de la manière dont la médecine régénérative peut tirer parti des ressources biologiques naturelles du corps pour améliorer la guérison et restaurer les fonctions tissulaires. Les recherches futures sur le PRF promettent non seulement d'élargir son utilisation, mais également de perfectionner les techniques de régénération tissulaire dans de nombreux domaines de la médecine.

Date de soumission

19 mai 2024.

Liens d'intérêts

Les auteurs déclarent ne pas avoir de conflits d'intérêt.

Références

1. S. Dohan, A. Dohan, J. Choukroun, A. Diss, A. Simonpieri, M.-O. Girard, D. Dohan. De l'usage des concentrés plaquettaires autologues en application topique. *EMC-Oddontologie 1* (2005) 141-180.
2. Terdjman. A. Intérêt de la fibrine riche en plaquettes (PRF) en chirurgie orale [Thèse de chirurgie-dentaire], Paris France, 2017.
3. Toffler et al., « JIACD continuing education introducing Choukroun's platelet rich fibrin (PRF) to the reconstructive surgery milieu ».
4. Kumar et Shubhashini, « Platelet rich fibrin: a new paradigm in periodontal regeneration ».
5. Intérêt du PRF dans la qualité de cicatrisation : état actuel des connaissances et controverses. [Thèse de chirurgie dentaire], Bretagne occidentale, 2012.
6. David M Dohan Ehrenfest et al. L'impact des caractéristiques de la centrifugation et des protocoles de centrifugation sur les cellules, les facteurs de croissance et l'architecture de la fibrine d'un caillot et d'une membrane de fibrine riche en leucocytes et en plaquettes (L-PRF).
7. Mourão. C, Valiense. H, Melo. R, Mourão. N, Maia. M. Obtention of injectable platelets rich-fibrin (i-PRF) and its polymerization with bone graft: technical note. 2015. http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-69912015000700421
8. Allard P. De l'intérêt de l'utilisation du PRF en chirurgie osseuse pré-implantaire. [Thèse de chirurgie dentaire], Nantes, France, 2009.
9. Mahé A.-E. Intérêts du PRF dans la gestion des tissus péri-implantaires en implantation immédiate ou précoce. [Thèse de chirurgie dentaire], Nantes, France, 2009.
10. Mercier. V. Stimulation de la cicatrisation du tissu gingival et du tissu osseux par l'utilisation de concentrés plaquettaires. [Thèse de chirurgie-dentaire], Nancy, France, 2011.
11. Toffler. M, Toscano. N, Holtzclaw. D, Del Corso. M, Dohan Ehrenfest. D. Introducing Choukroun's platelet rich fibrin (PRF) to the reconstructive surgery milieu. *JACD* sept 2009; vol.1, n°6
12. Dohan Ehrenfest et al., « Three-dimensional architecture and cell composition of a Choukroun's platelet-rich fibrin clot and membrane ». *Platelet Rich Fibrin (PRF): a new healing biomaterial 1st part: biotechnologies and fibrin*.
13. Dohan Ehrenfest DM, de Peppo GM, Doglioli P, Sammartino G. Slow release of growth factors and thrombospondin-1 in Choukroun's platelet-rich fibrin (PRF): a gold standard to achieve for all surgical platelet concentrates technologies. *Growth Factors*. 2009; 27(1):63-9.
14. Naik et al., « Role of platelet rich fibrin in wound healing: a critical review 15. Dohan Ehrenfest et al., « Slow release of growth factors and thrombospondin-1 in Choukroun's platelet-rich fibrin (PRF): a gold standard to achieve for all surgical platelet concentrates technologies ».
15. Dohan et al., « Platelet-rich fibrin (PRF): a second-generation platelet concentrate. Part III: leucocyte activation: a new feature for platelet concentrates? ».
16. Schär et al., « Platelet-rich concentrates differentially release growth factors and induce cell migration in vitro ». 2015.
17. Agrawal et Agrawal, « Platelet rich fibrin and its applications in dentistry: a review article ».
18. Dohan Ehrenfest et al., «Slow release of growth factors and thrombospondin-1 in Choukroun's platelet-rich fibrin (PRF): a gold standard to achieve for all surgical platelet concentrates technologies».
19. Chang, Tsai, et Chang, « Platelet-rich fibrin modulates the expression of extracellular signal-regulated protein kinase and osteoprotegerin in human osteoblasts. 2010.
20. Choukroun, J., et al. «Platelet-rich fibrin (PRF): A second-generation platelet concentrate. Part I: Technological concepts and evolution.» *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology* 101.3 (2006): e37-e44.
21. Choukroun J., et al. «Platelet-rich fibrin (PRF): A second-generation platelet concentrate. Part II: Platelet-related biologic features.» *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology* 101.3 (2006): e45-e50.
22. Richard J Miron 1, 2, Giovanni Zucchelli et al. The use of platelet-rich fibrin in regenerative dentistry: a systematic review.» *Clinical Oral Investigations*. 2017.
23. Effect of autologous platelet-rich fibrin on the healing of intraoral soft and hard tissue defects: A systematic review and meta-analysis.» *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. 2019.
24. Sammartino G., Ehrenfest D., Carile F, Tia M., & Bucci, P. (2011). Prevention of hemorrhagic complications after dental extractions into open heart surgery patients under anticoagulant therapy: the use of leukocyte- and platelet-rich fibrin.. *The Journal of oral implantology*, 37(6),681-90. <https://doi.org/10.1563/AAID-JOI-D-11-00001>.
25. Simonpieri A., Corso M., Vervelle A., Jimbo R., Inchigolo F., Sammartino G., & Ehrenfest, D. (2012). Current knowledge and perspectives for the use of platelet-rich plasma (PRP) and platelet-rich fibrin (PRF) in oral and maxillofacial surgery part 2: Bone graft, implant and reconstructive surgery. *Current pharmaceutical biotechnology*, 13 7, 1231-56. <https://doi.org/10.2174/138920112800624472>.
26. Canellas J., Medeiros P, Figueredo C., Fischer R., & Ritto, F. (2019). Platelet-rich fibrin in oral surgical procedures: a systematic review and meta-analysis. *International journal of oral and maxillofacial surgery*, 48 3, 395-414. <https://doi.org/10.1016/j.ijom.2018.07.007>.
27. Kirchbach A., Kuehnelt R., Juffa A., Schroeter F., Ostovar R., & Albes, J. (2021). Intraoperative Use of Platelet-Rich Fibrin (PRF) Reduces the Postoperative Fistula Rate After Pancreas Surgery.Surgical technology international, 40. <https://doi.org/10.52198/22.sti.40.gs1579>.
28. Bielecki T., & Ehrenfest D. (2012). Platelet-rich plasma (PRP) and Platelet-Rich Fibrin (PRF): surgical adjuvants, preparations for in situ regenerative medicine and tools for tissue engineering.. *Current pharmaceutical biotechnology*, 13 7, 1121-30. <https://doi.org/10.2174/138920112800624292>.
29. Grecu A., Reclaru L., Ardelean L., Nica O., Ciucă E., & Ciurea, M. (2019). Platelet-Rich Fibrin and Its Emerging Therapeutic Benefits for Musculoskeletal Injury Treatment. *Medicina*,55050141. <https://doi.org/10.3390/medicina55050141>.
30. Kanoriya D., Pradeep A., Singhal S., Garg V., & Guruprasad C. (2016). Synergistic Approach Using Platelet-Rich Fibrin and 1% Alendronate for Intraony Defect Treatment in Chronic Periodontitis: A Randomized Clinical Trial.. *Journal of periodontology*, 87(12),1427-1435. <https://doi.org/10.1902/JOP.2016.150698>.