

De l'intérêt du Platelet Rich Fibrin (PRF) de Choukroun au cours de la lipostructure faciale esthétique de Coleman : résultats préliminaires

The relevance of Choukroun's Platelet Rich Fibrin (PRF) during facial aesthetic lipostructure (Coleman's technique): Preliminary results

Braccini F. ¹
Dohan D. M. ²
(Nice)

Résumé

Objectifs : évaluer l'intérêt des caillots de fibrine PRF, un concentré plaquettaire et immunitaire, pour l'optimisation des greffes adipocytaires selon la technique de lipostructure faciale décrite par S. Coleman. **Matériels et méthodes :** entre mai 2005 et juin 2006, 32 patients (7 hommes et 25 femmes) ont bénéficié d'une lipostructure de Coleman avec utilisation de PRF. L'âge moyen est de 59 ans (de 39 à 72 ans). La lipostructure a été utilisée de manière isolée pour 22 patients et associée à un lifting cervico-facial et/ou une blépharoplastie pour 10 patients. Avant la greffe adipocytaire, un mélange de PRF et de surnageant gras (issu de la purification du prélèvement d'adipocytes) est déposé sur les zones de greffe selon la même gestuelle que la lipostructure. Pour 2 patientes, le prétraitement du site de greffe avec du PRF est réalisé de manière unilatérale. L'évolution post-opératoire des patients a été suivie pendant au moins 1 an. **Résultats :** dans cette série, tous les patients furent satisfaits du résultat et les résorptions associées demeurèrent très discrètes. Aucune résorption massive nécessitant une reprise de la lipostructure n'a été recensée. Chez les 2 patientes traitées avec une utilisation unilatérale de PRF, on note une légère asymétrie du rendu esthétique finale, l'hémiface traitée avec du PRF paraissant plus stable que celle sans PRF. Enfin, dans cette série, à 3 semaines post-opératoires, on ne retrouve aucun cas d'œdème ou d'ecchymose résiduels très marqués. **Conclusion :** en offrant un support matriciel à l'angiogenèse et en stimulant la prolifération des pré-adipocytes, le PRF pourrait avoir un rôle bénéfique sur la cicatrisation et la consolidation d'une greffe adipocytaire. D'autres études plus étendues sont nécessaires pour valider l'intérêt du PRF au cours des lipostructures esthétiques. Les utilisations potentielles en chirurgie plastique d'un tel biomatériau facile et rapide à produire, sans aucun surcoût et avec une parfaite innocuité, sont très nombreuses et demandent désormais à être testées et validées méthodiquement.

Mots-clés : Concentrés plaquettaires, lipostructure faciale, adipocyte, PRF (Platelet Rich Fibrin).

Summary

Objectives: To evaluate the interest of fibrin PRF clots, a concentrate of platelets and immune factors, for the optimization of the adipocyte graft according to the technique of facial lipostructure described by S. Coleman. **Materials and methods:** Between May 2005 and June 2006, 32 patients (7 men and 25 women) benefited from a Coleman lipostructure with the use of PRF. The average age was 59 years (39 to 72 years). Lipostructure was used alone in 22 patients and associated with a face lift and/or a blepharoplasty in 10 patients. Before the adipocyte graft, a mixture of PRF and greasy supernatant (resulting from the purification of the sample of adipocytes) is deposited on the zones to be grafted in the same way as for lipostructure. For 2 patients, the pretreatment of the site to be grafted with PRF was unilateral. Patients were followed-up for one year. **Results:** In this series, all the patients were satisfied with the result with minimal associated resorptions. No massive resorption requiring a resumption of lipostructure was noted. In the 2 patients treated with unilateral use of PRF, one notes a light asymmetry, the hemi-face treated with PRF appearing more stable than the side without PRF. No important residual oedema or echymosis were seen on the 3rd post-operative week. **Conclusion:** By offering a matricial support to angiogenesis and by stimulating the proliferation of pre-adipocytes, the PRF could have a beneficial role on the cicatrization and the consolidation of an adipocyte graft. Further studies are necessary to validate the interest of the PRF during aesthetic lipostructures. The potential uses in plastic surgery of such a biomaterial, easy and fast to produce, without any overcost and with no risk, are very numerous and require from now on to be tested and validated methodically.

Key-words: Rhinoplasty, nose, face, aesthetics, nasal aesthetic evaluation.

1. 25 Avenue Jean Médecin, F-06000 Nice, France.
Email: www.braccini.net
2. AP-HP Hôpital Albert Chenevier-Henri Mondor, Département de Chirurgie Orale, 40 Rue de Mesly, 94000 Créteil, France. LoB5,

Université Paris 5, Paris, France.
Email: drdohand@hotmail.com

Article reçu : 11/07/07

accepté : 20/10/07

INTRODUCTION

Le comblement de loges tissulaires pour soutenir les tissus mous du visage constituent un enjeu majeur pour la chirurgie plastique de la face. L'objectif étant de rétablir les rapports volumétriques harmonieux (critères de jeunesse) en repositionnant certains reliefs (pommettes, bas joue, sillons nasogéniens...). La greffe adipocytaire permet de rendre à la peau un éclat et un volume que les processus du vieillissement altèrent progressivement.

La greffe d'un tissu graisseux de comblement est une idée très ancienne qui se heurta très tôt à un problème biologique inévitable : pour qu'une greffe de tissu reste stable, il faut qu'elle s'intègre au site receveur. Cette intégration doit, pour tout tissu vivant, avoir lieu sous la forme d'une fusion matricielle et tissulaire dans le cadre d'un remodelage.

La prise d'une greffe adipocytaire se heurte à la faible capacité de prolifération et de synthèse matricielle de ce type cellulaire. C'est pour cette raison que les greffons adipeux ont toujours eu des difficultés à induire une néoangiogenèse nécessaire à leur maintien, ce qui avait pour conséquence des résorptions importantes et difficilement contrôlables des volumes greffés. L'utilisation de matériaux non résorbables exogènes, tels que les silicones, furent introduits dans les années 1950 à 1980. Il furent suspendus en raisons de leur effet délétères (migartion, granulomes...). L'apport des autres procédés de complements résorbables comme l'acide hyaluronique ou plus récemment des dérivés calciques (hydroxylapatite ou phosphate tri calciques) s'exposent à un épuisement rapide de leur effet (résorption) et l'impossibilité matériel d'utiliser de grandes quantité injectée (problèmes de coût du traitement).

Le développement de la liposuction par Illouz [1] et Fournier [2] offrent un premier renouveau à ces techniques à la manipulation des adipocytes

Mais c'est la technique de greffe adipocytaire décrite par Sydney Coleman [3-6] qui offrira enfin une nouvelle solution fiable et reproductible au problème de la résorption des greffes d'adipocytes.

Dans cette approche, le tissu adipeux greffé est centrifugé avant réinjection, ce qui permet de le désorganiser suffisamment, sans léser les adipocytes, afin de stimuler la néosynthèse d'une matrice extracellulaire et de faciliter la colonisation du greffon par des cellules endothéliales. Cette centrifugation permet également de stimuler les préadipocytes, cellules à la fois les plus aptes à permettre la réorganisation du tissu greffé mais également inhibées par le verrou matriciel : l'organisation matricielle et les contacts intercellulaires denses d'un tissu bloquent les capacités de prolifération et de néosynthèse des cellules les moins différenciées. La technique de Coleman repose ainsi sur la célèbre expression latine : *destruam et edificabo*. Il faut déstructurer le tissu préexistant pour permettre sa reconstruction in situ.

En chirurgie plastique, l'utilisation d'adjuvants chirurgicaux à base de fibrine fait partie des grandes thématiques de recherche depuis plus de 30 ans. Des premiers travaux de Matras sur la cicatrisation des plaies cutanées à l'aide de colles de fibrine [7, 8], aux essais de Man et al. sur la pérennisation des résultats esthétiques à l'aide de concentrés plaquettaires [9], les matrices de fibrine ont été testées sous toutes leurs formes dans les divers domaines de cette discipline. La fibrine, issue de la polymérisation du fibrinogène sous l'effet de la thrombine au cours de la coagulation, est la matrice initiale de tout phénomène de cicatrisation : cette matrice est donc naturellement propice à l'angiogenèse et à la colonisation cellulaire, d'autant qu'elle est physiologiquement liée aux plaquettes et leucocytes.

L'utilisation de facteurs de croissance afin d'améliorer la tenue des greffes d'adipocytes n'a jamais vraiment été développée. En effet, les adipocytes greffés étant très différenciés, ils sont peu sensibles aux signaux de prolifération susceptibles d'être induits par ces molécules. Les principaux protocoles cliniques permettant d'utiliser des facteurs de croissance autogènes sont en général rattachés à la grande famille des concentrés plaquettaires.

Les concentrés plaquettaires utilisés en chirurgie orale, maxillo-faciale et plastique sont généralement regroupés sous la dénomination cPRP (concentrated Platelet Rich Plasma) [10, 11]. Il existe de nombreux protocoles différents proposés dans la littérature [12], mais tous reposent sur des technologies dérivées des colles de fibrine (elles-mêmes largement utilisées en chirurgie plastique). Le principe général de production consiste en une double centrifugation permettant d'éliminer les hématies, puis le plasma acellulaire, afin de ne conserver que le concentré de plaquettes. Le prélèvement sanguin doit être fait sous anticoagulant, et de la thrombine bovine (avec du chlorure de calcium) est en général utilisée pour faire polymériser le PRP in situ, à la manière d'une simple colle de fibrine [13].

Les effets cliniques des PRP sont en général peu différents de ceux rapportés pour les colles de fibrine, ce qui laisse entrevoir que la matrice de fibrine aurait peut-être davantage d'effets que les cytokines plaquettaires contenues et relâchées massivement dans cette colle biologique [14, 15]. Il s'agira en général, en plus de l'effet de collage, d'un effet hémostatique efficace sur les saignements diffus des parenchymes et d'une diminution des douleurs et oedèmes post-opératoires, grâce une meilleure angiogenèse induite par la matrice de fibrine [16, 17].

En France, pour des raisons médico-légales de manipulation sanguine, les protocoles PRP ne se sont pas développés, et ont été remplacés par une technique originale, le PRF (Platelet Rich Fibrin). Le PRF a été mis au point par Choukroun et al. en 2001 [18], dans la lignée des premières études sur les PRP. Le concept du PRF est simple : du sang est prélevé sans anticoagulant (tubes en

verre sec de 10 ml) puis centrifugé directement à l'aide de forces modérées (400 g). Il se forme ainsi au centre du tube un caillot de fibrine PRF contenant la majorité des plaquettes et des leucocytes du tube [19, 20]. Le caillot peut être utilisé tel quel comme matériau de comblement [21, 22], ou découpé en petits morceaux à mélanger à un greffon (le plus souvent au cours des greffes osseuses) [23], ou encore comprimé entre deux compresses et vidé de son sérum afin d'obtenir des membranes (utilisées en chirurgie orale et chirurgie de l'oreille moyenne (tympanoplasties)) [24-27].

Mélangé au greffon osseux, le PRF sert de liant biologique entre les particules greffées, et la matrice de fibrine pourra guider la vascularisation du greffon [26]. Notre idée fut donc de mélanger le PRF à un autre type de greffon difficile à maintenir in situ sans résorption. Une première étude a démontré l'effet positif du PRF sur la prolifération en culture des préadipocytes [27]. Les adipocytes matures ne sont a priori pas très sensibles aux cytokines plaquettaires, mais l'incorporation de caillots de fibrine à la masse adipeuse pourrait permettre une meilleure vascularisation du greffon et donc un remodelage plus rapide de ce tissu in situ.

2. MATÉRIEL ET MÉTHODE

Entre mai 2005 et juin 2006, 32 patients ont bénéficié d'une lipostructure de Coleman avec utilisation de PRF, soit 7 hommes et 25 femmes. L'âge moyen est de 59 ans (de 39 à 72 ans). La lipostructure a été utilisée de manière isolée pour 22 patients et associée à un lifting cervico-facial et/ou une blépharoplastie pour 10 patients. Aucun patient n'a eu à subir une deuxième lipostructure. En cas de lipostructure isolée, l'intervention se fait sous neuroanalgésie en chirurgie ambulatoire. Lorsqu'un acte chirurgical est associé, il est pratiqué une anesthésie générale. Un patient de la série présentait un terrain potentiellement plus difficile en raison du traitement de sa séropositivité pour le VIH.

Les lipostructures sont réalisées classiquement selon les protocoles décrits par Coleman [28]. Du tissu adipeux est prélevé en priorité sur la face interne des genoux et complété par un prélèvement para-ombilical si nécessaire [29, 30]. Le prélèvement est fait à l'aide d'une canule d'aspiration spécifique d'un diamètre de 3mm, d'une longueur de 15 cm, à bout mousse et avec doubles orifices latéraux. Cette canule est montée sur une seringue vissée de 10 ml. Le vide dans la seringue est créé manuellement et progressivement, afin de ne pas imposer une trop grande dépression aux adipocytes. De multiples tunnels sont réalisés lors du prélèvement pour limiter le traumatisme et les saignements. La quantité de graisse prélevée est en moyenne de 60 CC : elle est très variable d'un patient à l'autre et dépend de l'indication et de la quantité nécessaire pour la réinjection.

Puis vient la phase de purification par centrifugation du tissu prélevé. Les seringues de 10 ml sont obturées à l'aide de bouchons et placées dans la centrifugeuse. La

centrifugation est réalisée durant 3 minutes à la vitesse de 3000 tours/minute. À la fin de la centrifugation, le contenu de la seringue est séparé en trois strates :

- le surnageant huileux est constitué de triglycérides issus des adipocytes abîmés et constitue la partie la moins dense. Cette partie, en général éliminée, est ici récupérée pour imbiber les membranes de PRF ;

- la partie basse de la seringue contient essentiellement des débris sanguins et est éliminée lors du retrait du bouchon de la seringue ;

- la partie intermédiaire : c'est dans cette partie que l'on trouve les adipocytes à greffer. Le greffon fait alors environ 6 CC en moyenne par seringue. La graisse purifiée obtenue est alors transférée dans des seringues de 1 ml à l'aide d'un robinet à deux ou trois voies, à l'abri de l'air. Ces seringues sont mises de côté le temps de la mise en place des caillots de PRF.

Afin de produire le PRF, 40 à 60 ml de sang veineux sont prélevés dans 4 à 6 tubes sans anticoagulant (Becton Dickinson, Vacutainer, 10 ml) [31] et immédiatement centrifugés pendant 10 minutes à 3000 tours/minute dans une centrifugeuse de table adaptée (PC-02, Process, Nice, France), selon le protocole décrit par Choukroun et al (fig. 1) [18]. Sous l'effet de l'activation de la coagulation et des forces centrifuges, 3 strates apparaissent dans le tube : un culot d'hématies au fond du tube, un surnageant plasmatique acellulaire en surface et un caillot de fibrine PRF chargé en plaquettes au milieu [14]. Les caillots PRF sont collectés à l'aide d'une pince, séparés du culot d'hématies et placés dans une coupelle. Le caillot de fibrine PRF ainsi obtenu est découpé en fragments de 1 à 2 mm² que l'on imbibe de tissu graisseux à l'aide du surnageant huileux issu de la centrifugation. La mixture ainsi réalisée est placée dans une seringue de 1 ml et déposée à l'aide d'une canule, selon la méthode de tunnelisation de Coleman, sur les principaux sites à greffer avant la mise en place de la graisse purifiée. Une fois découpé et mélangé, chaque caillot représente un volume d'injection d'environ 1 CC, pour moitié constitué d'une matrice de fibrine PRF, le reste



Fig. 1 : le PRF est produit à l'aide d'une centrifugeuse de table PC-02 (Process, Nice, France). On obtient ainsi des caillots de fibrine riche en plaquettes qu'il faudra découper en petits morceaux avant utilisation.

étant en phase liquide (sérum plasmatique et surnageant huileux).

En moyenne, 4 à 6 caillots de PRF sont suffisants pour traiter un visage complet, 6 caillot en cas de lipostructure complète, 4 caillots en cas de lipostructure avec lifting cervico-facial. Le dépôt de PRF avant la mise en place des greffons adipeux sert de préparation et d'activation du site de greffe.

Conformément à l'esprit de la technique de Coleman, le tissu greffé est déposé en petites quantités à chaque passage de la canule. Il existe des canules de réinjection de forme et longueur variables, mais toujours avec un bout mousse (pour limiter le risque d'hématome) et avec un orifice d'injection latéral (afin d'éviter une injection intravasculaire). Le geste est appliqué de manière méthodique : la canule est introduite jusqu'au bout par l'incision et l'injection se fait en retirant la canule. Il est important de réaliser une multitude de tunnels qui se croisent afin de déposer la graisse en forme de treillis tridimensionnel. Tous les plans sont greffés, en débutant par la profondeur. La fermeture des incisions est faite à l'aide de fils à peau 6/0.

En lipostructure isolée, les trois principaux sites de réinjection sont les pommettes, les joues et le menton. Chaque zone reçoit en moyenne et respectivement 8 CC par pommette, 7 CC par joue et 5 CC pour le menton. En cas de lipostructure multi-focale, il faut ajouter en moyenne 10 CC par tempe, 4 CC à la lèvre supérieure, 2 CC à la lèvre inférieure et 3 CC par sillon naso-génien. Lorsque la greffe d'adipocytes est associée à un lifting cervico-facial ou à une blépharoplastie, la greffe d'adipocytes est toujours réalisée en dernier car il s'agit alors d'un ajustement des volumes après leur redistribution. De plus, cela évite de traumatiser à nouveau le tissu adipeux transplanté lors de l'intervention associée.

Enfin, pour 2 patientes traitées par lipostructure simple bilatérale, le prétraitement du site de greffe avec du PRF n'a été pratiqué que de manière unilatérale, même si les volumes de graisse injectés de chaque côté par la suite étaient identiques.

L'évolution post-opératoire des patients a été suivie pendant au moins 1 an, par l'examen clinique associé à l'analyse photographique. Les résultats sur les patients ayant bénéficié d'une chirurgie associée (lifting, blépharoplastie) sont les plus délicats à analyser. L'appréciation



Fig. 2 : Patiente de 60 ans avant lipostructure faciale bilatérale avec PRF (A), à 2 mois (B) et à 8 mois (C) post-opératoires.



Fig. 3 : Patient séropositif pour le VIH, de 38 ans, avant lipostructure bilatérale avec PRF (A), en fin d'intervention (B) et à 6 mois post-opératoires (C).

des résultats se fait région par région, en examinant en particulier les 3 zones faciales qui donnent les meilleurs résultats : la région malaire, la région jugale et la région mentonnière.

3. RÉSULTATS PRÉLIMINAIRES

Les résultats d'une intervention de chirurgie esthétique telle que la lipostructure de Coleman sont difficiles à évaluer dans l'absolu, car leur perception demeure très subjective. Cependant, dans cette série de 32 patients, tous furent satisfaits du résultat et aucune greffe additionnelle ne fut nécessaire. S'il est très difficile d'évaluer l'importance des résorptions du tissu adipeux greffé sans faire passer des IRM pré- et post-opératoires systématiques, on peut toutefois constater que les résorptions associées demeurèrent très discrètes. Aucune résorption massive nécessitant une reprise importante de la lipostructure n'a été recensée (figs. 2 et 3).

Chez les 2 patientes traitées avec une utilisation unilatérale de PRF, on note une légère asymétrie du rendu esthétique finale. À 4 mois post-opératoires, l'hémiface traitée avec du PRF paraît plus gonflée que celle sans PRF, ce qui pourrait impliquer une moindre résorption du tissu adipeux greffé (fig. 4).

Enfin, dans cette série, à 3 semaines post-opératoires, on ne retrouve aucun cas d'œdème ou d'ecchymose résiduels très marqués.



Fig. 4 : Patiente de 40 ans avant lipostructure faciale bilatérale (A). Le PRF n'est injecté de manière unilatérale, dans hémiface gauche (B). À 9 mois post-opératoires (C), le rendu esthétique final paraît légèrement asymétrique.

4. DISCUSSION

L'intérêt de l'adjonction de PRF à une greffe d'adipocytes ne s'analyse pas en terme de qualité du résultat final, puisque les nuances de résultats en chirurgie plastique sont très subjectives et opérateur-dépendantes [32], ceci même si la stratégie de renjection de Coleman obéit à des principes rigoureux et reproductibles. De nombreuses inconnues interviennent dans la stabilité du greffon adipocytaire. Le résultat reste assez imprévisible et les taux de stabilité de la greffe après 3 mois sont très variables dans la littérature.

L'adjonction de PRF au tissu greffé nous a permis de stabiliser de façon clinique nos résultats. La mise en évidence objective d'un résultat optimisé avec PRF reste cependant difficile, à moins de faire passer des IRM systématiques et de disposer de 2 grandes séries avec ou sans PRF. Cependant dans notre série l'apport de PRF nous a permis de ne pas ré-intervenir et d'obtenir un taux de satisfaction de la part des patients. En outre les suites opératoires n'ont pas été alourdies en terme d'œdème ou d'ecchymoses.

Ces suites sont assimilées à des complications post-opératoires dès lors qu'elles sont particulièrement accentuées. En général, un pourcentage significatif (environ 10 %) de patients conservent des œdèmes importants pendant plus de 3 semaines [28]. De même, on retrouve environ 6 % de cas pour lesquels des ecchymoses marquées n'ont toujours pas disparues au bout de 4 semaines [28]. Dans notre série, on ne retrouve aucun cas d'œdème ou d'ecchymose prolongé. Si cette constatation peut être liée à la relative petite taille du groupe de patients traités, il est possible que le traitement des sites de greffe à l'aide de PRF soit en partie à l'origine de ce résultat intéressant. En effet, le dépôt d'une matrice de fibrine dans les sites de greffe permet d'induire une meilleure angiogenèse et donc un meilleur drainage vasculaire et lymphatique [26]. Les risques d'ecchymoses et d'œdèmes importants pourraient en être réduits d'autant.

La sous-correction est la complication la plus fréquente, qui peut être due à une sous-estimation par le

chirurgien lors de l'intervention ou un excès de résorption des adipocytes

La qualité du greffon et la stabilité de la greffe dans le temps constituent des facteurs clés difficiles à maîtriser, puisque l'on n'est jamais à l'abri de résorptions atteignant 50 à 70 %. C'est en particulier le cas sur les mauvais terrains présentant une vascularisation atrophiée ou des capacités cicatricielles affaiblies (ex : tabagisme, VIH, etc.).

Les sujets porteurs du VIH représentent un groupe particulier, par la lipotrophie générale, et dans ces cas l'optimisation du résultat demeure un challenge supplémentaire.

Dans la série traitée avec du PRF, aucune résorption majeure n'a été constatée, même sur les patients présentant des terrains difficiles (fig. 3). De plus, dans les cas d'utilisation unilatérale du PRF, on note un meilleur maintien des volumes greffés sur l'hémiface traitée par du PRF (fig. 4). Cette série préliminaire demeure cependant trop limitée pour permettre d'en tirer des conclusions définitives.

Les premières études *in vitro* ont mis en évidence une accélération de la prolifération des pré-adipocytes mis au contact d'une membrane de PRF [27]. Si les cytokines plaquettaires jouent certainement un rôle d'accélération de la cicatrisation, le dépôt d'une trame cicatricielle de fibrine aura des effets tout aussi importants pour l'incorporation du tissu greffé. En effet, un greffon ne peut «prendre» que s'il s'incorpore intimement au site receveur en détournant partiellement la vascularisation locale pour satisfaire ses besoins vitaux en oxygène et nutriments. La présence d'une membrane de fibrine chargée en cytokines plaquettaires et leucocytaires est en ce sens le meilleur facteur chimiotactique et le support par excellence de la prolifération des cellules endothéliales [17, 26]. Une néovascularisation rapide du tissu greffé est un paramètre majeur pour la survie cellulaire et la limitation de la résorption du tissu. La technique de Coleman, qui procède par petits dépôts de tissu adipeux, repose d'ailleurs sur cette constatation : un greffon trop volumineux ne peut pas se vasculariser et périlite. Enfin, il faut se rappeler que la fibrine est également un excellent piège pour les cellules souches circulantes et les cellules de l'immunité, pour une meilleure couverture immunitaire du greffon purifié et désorganisé.

5. CONCLUSION

Cette première étude clinique ouvre la voie à l'utilisation de concentrés plaquettaires au cours des greffes adipocytaires afin d'en améliorer la pérennité et

peut-être d'en limiter les suites opératoires. Le PRF est un concentré plaquettaire très facile et rapide à produire, pour un coût quasiment nul, et offrant une parfaite innocuité : il ne s'agit que d'un caillot sanguin naturel optimisé par la technique, mais sans modification biochimique du sang. Lorsque l'on connaît l'étendue des utilisations des adjuvants chirurgicaux à base de fibrine en chirurgie plastique, il est évident qu'un biomatériau de cicatrisation tel que le PRF trouvera un champ d'application de plus en plus étendu dans les années à venir, même si de nombreuses études sont encore nécessaires pour en valider sans ambiguïté ses indications.

Bibliographie

1. ILLOUZ YG. The fat cell "graft": A new technique to fill depressions. *PLAST RECONSTR SURG.* 1986;78(1):122-3.
2. FOURNIER PF. Facial recontouring with fat grafting. *DERMATOL CLIN.* 1990;8(3):523-37.
3. COLEMAN WP, 3RD. Autologous fat transplantation. *PLAST RECONSTR SURG.* 1991;88(4):736.
4. COLEMAN SR. Long-term survival of fat transplants: Controlled demonstrations. *AESTHETIC PLAST SURG.* 1995;19(5):421-5.
5. COLEMAN SR. Facial recontouring with liposuction. *CLIN PLAST SURG.* 1997;24(2):347-67.
6. COLEMAN SR. Structural fat grafts: the ideal filler? *CLIN PLAST SURG.* 2001;28(1):111-9.
7. MATRAS H. Die Wirkungen verschiedener Fibrinpräparate auf Kontinuitätstrennungen der Rattenhaut. *OSTERR Z STOMATOL.* 1970;67(9):338-59.
8. MATRAS H. Fibrin sealant in maxillofacial surgery. Development and indications. A review of the past 12 years. *FACIAL PLAST SURG.* 1985;2(4):297-313.
9. MAN D, PLOSKER H, WINLAND-BROWN JE. The use of autologous platelet-rich plasma (platelet gel) and autologous platelet-poor plasma (fibrin glue) in cosmetic surgery. *PLAST RECONSTR SURG.* 2001;107(1):229-37; discussion 38-9.
10. MARX RE, CARLSON ER, EICHSTAEDT RM, SCHIMMELE SR, STRAUSS JE, GEORGEFF KR. Platelet-rich plasma: Growth factor enhancement for bone grafts. *ORAL SURG ORAL MED ORAL PATHOL ORAL RADIOLOG ENDOD.* 1998;85(6):638-46.
11. DUGRILLON A, EICHLER H, KERN S, KLUTER H. Autologous concentrated platelet-rich plasma (cPRP) for local application in bone regeneration. *INT J ORAL MAXILLOFAC SURG.* 2002;31(6): 615-9.
12. WEIBRICH G, KLEIS WK, BUCH R, HITZLER WE, HAFNER G. The Harvest Smart PRP system versus the Friudent-Schutze platelet-rich plasma kit. *CLIN ORAL IMPLANTS RES.* 2003; 14(2):233-9.
13. TAYAPONGSAK P, O'BRIEN DA, MONTEIRO CB, ARCEODIAZ LY. Autologous fibrin adhesive in mandibular reconstruction with particulate cancellous bone and marrow. *J ORAL MAXILLOFAC SURG.* 1994;52(2):161-5; discussion 6.
14. DOHAN DM, CHOUKROUN J, DISS A, DOHAN SL, DOHAN AJ, MOUHYI J, GOGLY B. Platelet-rich fibrin (PRF): A second-generation platelet concentrate. Part I: technological concepts and evolution. *ORAL SURG ORAL MED ORAL PATHOL ORAL RADIOLOG ENDOD.* 2006;101(3):e37-44.
15. DOHAN DM, CHOUKROUN J. PRP, cPRP, PRF, PRG, PRGF, FC ... How to find your way in the jungle of platelet concentrates? *ORAL SURG ORAL MED ORAL PATHOL ORAL RADIOLOG ENDOD.* 2007;103(3):305-6.
16. GIBBLE JW, NESS PM. Fibrin glue: The perfect operative sealant? *TRANSFUSION.* 1990;30(8):741-7.
17. CLARK RA. Fibrin and wound healing. *ANN N Y ACAD SCI.* 2001; 936:355-67.
18. CHOUKROUN J, ADDA F, SCHOEFFLER C, VERVELLE A. Une opportunité en parodontologie : le PRF. *IMPLANTODONTIE* 2001;42:55-62.
19. DOHAN DM, CHOUKROUN J, DISS A, DOHAN SL, DOHAN AJ, MOUHYI J, GOGLY B. Platelet-rich fibrin (PRF): a second-generation platelet concentrate. Part II: Platelet-related biologic features. *ORAL SURG ORAL MED ORAL PATHOL ORAL RADIOLOG ENDOD.* 2006;101(3): e45-50.
20. DOHAN DM, CHOUKROUN J, DISS A, DOHAN SL, DOHAN AJ, MOUHYI J AND GOGLY B. Platelet-rich fibrin (PRF): A second-generation platelet concentrate. Part III: Leucocyte activation: A new feature for platelet concentrates? *ORAL SURG ORAL MED ORAL PATHOL ORAL RADIOLOG ENDOD.* 2006;101(3): e51-5.
21. CHOUKROUN J, DISS A, SIMONPIERI A, GIRARD MO, SCHOEFFLER C, DOHAN SL, DOHAN AJ, MOUHYI J, DOHAN DM. Platelet-rich fibrin (PRF): A second-generation platelet concentrate. Part IV: clinical effects on tissue healing. *ORAL SURG ORAL MED ORAL PATHOL ORAL RADIOLOG ENDOD* 2006;101(3):e56-60.
22. CHARRIER J-B, STEVE M, ALBERT S, COLLON S, BOBIN S, DOHAN DM. Relevance of Platelet Rich Fibrin (PRF) and SMAS flap in primary reconstruction after superficial or subtotal parotidectomy in patients with focal pleomorphic adenoma: A new technique. *REV LARYNGOL OTOL RHINOL (BORD)* 2007; In Press.
23. CHOUKROUN J, DISS A, SIMONPIERI A, GIRARD MO, SCHOEFFLER C, DOHAN SL, DOHAN AJ, MOUHYI J, DOHAN DM. Platelet-rich fibrin (PRF): a second-generation platelet concentrate. Part V: histologic evaluations of PRF effects on bone allograft maturation in sinus lift. *ORAL SURG ORAL MED ORAL PATHOL ORAL RADIOLOG ENDOD.* 2006;101(3):299-303.
24. SIMONPIERI A, CHOUKROUN J, GIRARD MO, OUAKNINE T, DOHAN D. Implantation immédiate post-extractionnelle : l'intérêt du PRF. *IMPLANTODONTIE.* 2004;13(3):177-89.
25. SIMONPIERI A, DOHAN D. Intérêt du PRF pour les réhabilitations bimaxillaires complexes avec greffes osseuses multiples, implantations post-extractionnelles et mise en charge immédiate : présentation d'un cas clinique. *IMPLANT.* 2005;11(1):33-47.
26. VAN HINSBERGH VW, COLLEN A, KOOLWIJK P. Role of fibrin matrix in angiogenesis. *ANN N Y ACAD SCI* 2001;936:426-37.
27. CHOUKROUN J, BRACCINI F, DISS A, GIORDANO G, DOGLIOLI P, DOHAN DM. Influence of Platelet Rich Fibrin (PRF) on proliferation of human preadipocytes and tympanic keratinocytes: A new opportunity in facial liposuction (Coleman's technique) and tympanoplasty? *REV LARYNGOL OTOL RHINOL (BORD)* 2007; In Press.
28. VOLPEI C, SABATIER H. Facial aesthetic liposuction. *REV LARYNGOL OTOL RHINOL (BORD).* 2006;127(1-2):51-6.
29. RODRIGUEZ AM, ELABD C, AMRI EZ, AILHAUD G, DANI C. The human adipose tissue is a source of multipotent stem cells. *BIOCHIMIE.* 2005;87(1):125-8.
30. RODRIGUEZ AM, ELABD C, DELTEIL F, ASTIER J, VERNOCHE C, SAINT-MARC P, GUESNET J, GUEZENNEC A, AMRI EZ, DANI C, AILHAUD G. Adipocyte differentiation of multipotent cells established from human adipose tissue. *Biochem Biophys Res Commun.* 2004;315(2):255-63.
31. DOHAN DM, DEL CORSO M, CHARRIER J-B. Cytotoxicity analyses of Choukroun's PRF (Platelet Rich Fibrin) on a wide range of human cells: The answer to a commercial controversy. *ORAL SURG ORAL MED ORAL PATHOL ORAL RADIOLOG ENDOD.* 2007;103(5):587-93.
32. LEVAN P, PARANQUE AR. Optimizing Liposuction: Applications in maxillofacial surgery. *REV STOMATOL CHIR MAXILLOFAC.* 2003;104(1):43-8.