Reconstruction

Angiographie au vert d'indocyanine : résultats préliminaires de la surveillance des lambeaux en microchirurgie

RÉSUMÉ : La reconstruction par lambeau libre présente un risque plus important d'échec que les autres types de reconstruction. Le vert d'indocyanine (ICG) est un colorant fluorescent permettant d'analyser la perfusion tissulaire. L'objectif de cette étude était d'évaluer les résultats préliminaires de l'angiographie ICG dans les procédures de lambeaux libres.
Parmi les 12 patients inclus, l'intervention chirurgicale a été modifiée pour 8 patients en fonction des résultats de l'angiographie peropératoire (dessin de la palette, tracé des ostéotomies, placement des sutures, réfection des anastomoses). L'angiographie par fluorescence ajoutait en moyenne 10 minutes au temps chirurgical. De plus, cette technologie est utile en postopératoire pour la surveillance de la perfusion des lambeaux afin d'améliorer leur réussite.

V. MORIS
Service de Chirurgie plastique, reconstructrice et esthétique, CHU de DIJON.

Les lambeaux pédiculés et les lambeaux libres sont utilisés pour la reconstruction des pertes de substance de la tête et du cou, des membres, des mains, du thorax et de l'abdomen. La reconstruction par lambeau libre présente un risque plus important d'échec que les autres types de reconstruction.

Généralement, l'échec est dû à un défaut vasculaire entraînant une hypoperfusion sanguine dans le lambeau. La détection clinique des complications vasculaires, basée sur des critères subjectifs, reste la référence. La surveillance clinique peut être améliorée par de nombreux dispositifs de surveillance préopératoire et postopératoire. Ces dispositifs non invasifs et invasifs aident à prévenir et à identifier l'occlusion vasculaire, avec différents degrés de succès. Aucun de ces appareils n'est universellement adopté [1]. Les techniques non invasives comprennent l'échographie Doppler à main, la thermographie infrarouge, l'imagerie en lumière polarisée et l'imagerie de perfusion Doppler laser [2].

Le vert d'indocyanine (ICG) est un colorant fluorescent utilisé depuis plus de 40 ans pour l'analyse du débit cardiaque et de la fonction hépatique. Il est également utilisé en neurochirurgie, ophtalmologie et chirurgie digestive [3-5]. L'ICG est un colorant soluble dans l'eau qui absorbe la lumière dans la gamme spectrale proche des infrarouges, avec un pic à 805 nm. Il émet une fluorescence à 835 nm. L'ICG se lie complètement aux protéines plasmatiques après injection intraveineuse et est exclusivement distribué dans l'espace intravasculaire [6]. L'ICG a une demi-vie plasmatique courte de 3 à 4 minutes. Cela permet des injections répétées sans atteindre des niveaux toxiques. L'IGC est éliminé du sang par le

foie et excrété dans la bile [7]. Les effets indésirables sont rares (choc anaphylactique, hypotension, dyspnée, nausée, exanthème et prurit) [8]. Ces propriétés en font un traceur approprié pour la perfusion des tissus.

L'angiographie fluorescente au vert d'indocyanine (FA ICG) a déjà été utilisée en chirurgie thyroïdienne et pour la technique du ganglion sentinelle (cancer du sein).

L'objectif de cette étude était d'évaluer les résultats préliminaires de l'angiographie au vert d'indocyanine fluorescent dans les procédures de lambeaux libres.

Matériel et méthodes

Les patients qui subissaient une reconstruction par lambeau libre ont été inclus au cours de la période d'étude dans un seul centre.

La FA ICG a été utilisée à des moments précis. Des injections intraveineuses de 0,1 mg/kg d'Infracyanine (concentration 2,5 mg/mL) ont été effectuées en peropératoire. Le dispositif Fluobeam (***fig. 1***) a été utilisé avec analyse de la sensibilité de perfusion et le mode cartographie.

Fig. 1 : Machine Fluobeam.

Peropératoire

La première injection a été effectuée au début de la levée du lambeau. Les vaisseaux perforateurs de la palette cutanée ont été identifiés (taille, trajet) et protégés durant la dissection. La forme de la palette cutanée a été adaptée en fonction du trajet des vaisseaux perforants afin de fiabiliser le lambeau (***fig. 2***). Pour les lambeaux composites, lorsqu'il était nécessaire de réaliser des ostéotomies, une injection d'ICG a été réalisée pour vérifier la position des vaisseaux perforants osseux et adapter les sites d'ostéotomies (péroné ou radius, ***fig. 3***). Enfin, une injection d'ICG a été réalisée à la fin de l'anastomose vasculaire pour visualiser la perméabilité artérielle et veineuse (***fig. 4***) et réaliser un test objectif.

Une dernière injection d'ICG peropératoire a été réalisée après la modélisation, le positionnement et la suture du lambeau. La perfusion cutanée, musculaire

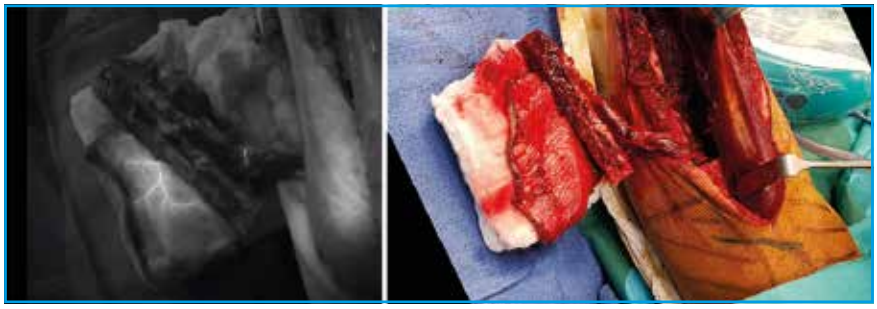

Fig. 2 : Vaisseaux perforants de la palette cutanée lors de la levée d'un lambeau composite de fibula.

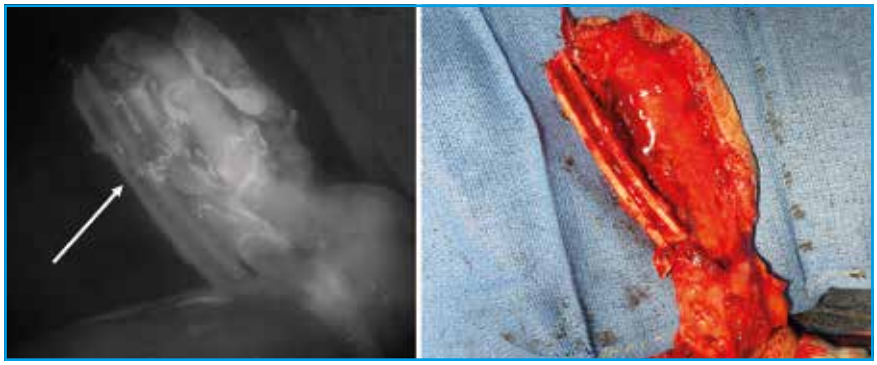

Fig. 3 : Vaisseau perforant osseux lors de la levée d'un lambeau antébrachial composite.

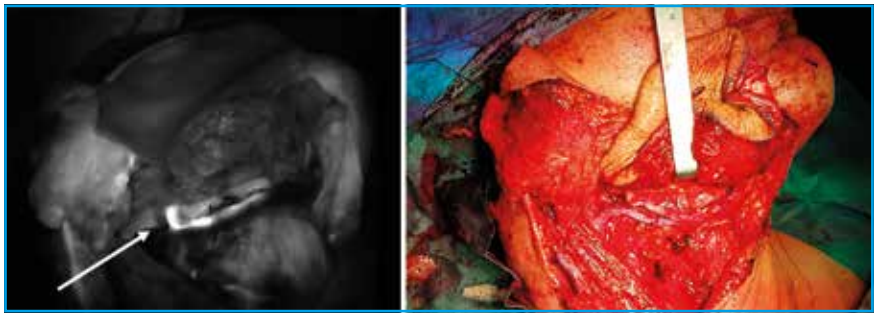

Fig. 4 : Visualisation de la perméabilité des anastomoses par fluorescence d'un lambeau de fibula libre pour reconstruction de la mandibule.

Reconstruction

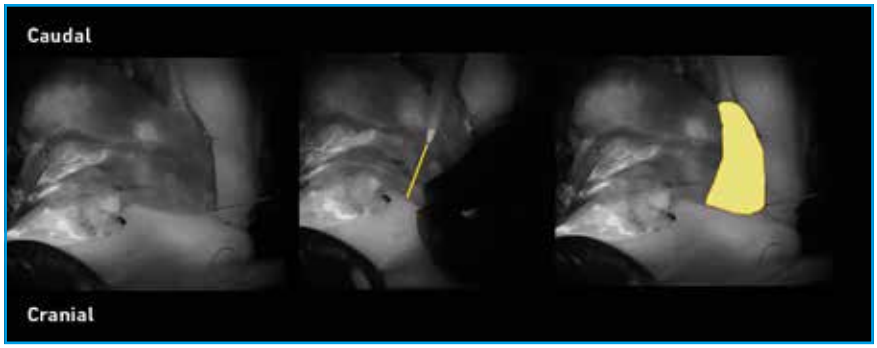

Fig. 5 : Hypoperfusion de la partie distale de la palette cutanée.

Retrouvez la vidéo relative à cet article :

– à partir du flashcode* suivant

– en suivant le lien :

https://drive.google.com/file/d/1OnxyY0CG0I9tCyD87WSriRStCXmkAy4F/view

** Pour utiliser le flashcode, il vous faut télécharger une application flashcode sur votre smartphone, puis tout simplement photographier notre flashcode. L'accès à la vidéo est immédiat.*

et osseuse était ainsi vérifiée. L'analyse de la perfusion du lambeau a mis en évidence une zone d'hypoperfusion distale qui a permis de modifier et réséquer cette zone à risque de nécrose (***fig. 5***). Le temps de la procédure FA ICG a été mesuré.

Postopératoire

Les caractéristiques cliniques du lambeau (couleur, temps de recoloration, température) ont été évaluées toutes les 2 heures. Toutes les 8 heures, l'angiographie par fluorescence a été utilisée pour surveiller le lambeau pendant 3 jours.

Résultats

12 patients ont été inclus, 9 hommes et 3 femmes. Leur âge moyen était de 54,5 ans (minimum à 25 ans, maximum à 75 ans). Les détails des résultats sont présentés dans le ***tableau I***.

8 patients ont eu des lambeaux libres : 4 lambeaux fibulaires (3 pour la reconstruction mandibulaire et 1 reconstruction du fémur), 2 lambeaux chinois composites (reconstruction maxillaire), 1 lambeau libre de grand dorsal (couverture du tibia) et 1 lambeau libre fascio-

N°	Âge	Sexe	Type de lambeau	Indication	Modifications chirurgicales*	Échec de lambeau
1	74	M	Fibula libre	Cancer ORL	Dessin palette	Non
2	67	M	Fibula libre	Ostéoradionécrose	Dessin palette	Non
3	68	M	Fibula libre	Cancer ORL	Libération sutures	Non
4	72	M	Antébrachial composite libre	Cancer ORL	Ostéotomies et ré-exploration	Non
5	28	F	Fibula libre	Pseudarthrose fémorale	Ostéotomies et libération sutures	Non
6	25	M	Grand dorsal libre	Exposition distale du tibia	Ré-exploration	Oui
7	35	M	Fasciocutané rétro-auriculaire libre	Exposition tendineuse et osseuse du pouce	Dessin palette	Non
8	65	F	Antébrachial composite libre	Cancer ORL	Non	Non
9	52	M	Lambeau pédiculé saphène interne	Exposition diaphyse tibiale	Point pivot	Non
10	25	M	Lambeau pédiculé saphène interne	Exposition diaphyse tibiale	Non	Non
11	69	M	Lambeau frontal	Carcinome cutané nasal	Non	Non
12	75	F	Lambeau Antia-Buch	Carcinome cutané auriculaire	Non	Non

* Modifications chirurgicales suite aux informations FA ICG.

Tableau I : Résultats.

POINTS **FORTS**

- L'angiographie par fluorescence est une méthode non invasive objective d'analyse de la perfusion tissulaire.
- Son utilisation en peropératoire permet d'objectiver les perforantes artérielles cutanées et osseuses permettant d'adapter le dessin de la palette, le tracé des ostéotomies, le placement des sutures et de vérifier la perméabilité des anastomoses.
- Le vert d'indocyanine est non toxique avec une demi-vie plasmatique courte de 3 à 4 minutes permettant de répéter les injections si besoin.
- Son utilisation en postopératoire permet d'objectiver la perfusion du lambeau et de détecter précocement une souffrance vasculaire.

cutané rétro-auriculaire pour le pouce. 2 lambeaux étaient des lambeaux régionaux pédiculés – 2 lambeaux saphènes internes pour la couverture du tibia – et 2 lambeaux locaux (Antia-Buch et lambeau frontal) ont été réalisés respectivement pour des pertes de substance du nez et de l'oreille.

8 patients ont subi des modifications peropératoires pour éviter d'éventuelles complications : la modification du dessin de la palette cutanée a été effectuée dans 3 cas, la libération des points de tension a été effectuée dans 2 cas, une modification des traits d'ostéotomies a été effectuée chez 2 patients, une réexploration chirurgicale a été effectuée chez 2 patients et une modification du point de pivot a été effectuée chez 1 patient. Par conséquent, plusieurs modifications ont pu être apportées à un même patient.

Dans un cas, la surveillance par FA ICG a montré une hypoperfusion de la palette cutanée permettant une réintervention précoce de sauvetage. L'exploration peropératoire a montré une thrombose artérielle et veineuse due à un hématome compressif au niveau du pédicule vasculaire. L'angiographie par fluorescence a été utilisée à la fin de l'anastomose et a montré une bonne perméabilité vasculaire mais une mauvaise perfusion sur un bord de la palette cutanée, qui a été réséqué. Toutes les 8 heures, la FA ICG a été utilisée pour surveiller le lambeau.

L'angiographie par fluorescence ajoutait en moyenne 10 minutes au temps chirurgical.

Discussion

L'angiographie par fluorescence pourrait être une méthode fiable pour surveiller les transferts de tissus libres. L'évaluation de la perfusion des lambeaux libres repose toujours sur des caractéristiques cliniques subjectives [9]. La surveillance clinique dépend de l'observateur et ne permet pas le partage d'informations, la reproductibilité des tests et un suivi postopératoire cohérent.

L'échec du lambeau libre reste un événement difficile pour le patient et le chirurgien. La réussite du sauvetage d'un lambeau libre est liée au délai entre le début de l'ischémie et sa ré-exploration chirurgicale. L'évaluation de la bonne perfusion du lambeau est un élément primordial.

Diverses méthodes technologiques ont été décrites, telles que la sonde Doppler implantable [10], l'échographie Doppler couleur [11], la spectroscopie proche infrarouge (NIRS) [12] et la débitmétrie Doppler laser [13]. La FA ICG est une méthode relativement nouvelle pour évaluer la perfusion tissulaire des lambeaux, elle présente plusieurs avantages :
– la procédure est non invasive ;
– durant l'intervention, il est possible d'objectiver la position exacte des vaisseaux perforateurs pour ajuster le dessin de la palette cutanée afin de maximiser la perfusion du lambeau et de planifier les sites d'ostéotomies ;
– elle facilite la levée du lambeau et sa modélisation pour le jeune chirurgien ;
– le test de perméabilité clinique a une faible sensibilité dans le diagnostic d'obstruction luminale intravasculaire [11], en particulier lorsque le débit vasculaire est faible. La FA ICG est capable de faire la différence entre un faible débit et une thrombose vasculaire. Un diagnostic précoce et une thérapeutique de sauvetage du lambeau peuvent être réalisés [1, 2].

Conclusion

La procédure FA ICG aide à surveiller les lambeaux libres pour améliorer le taux de réussite. Il est également possible d'utiliser cette technologie dans la surveillance des lambeaux locaux et régionaux.

Cette technique peut être employée comme un outil pédagogique pour les jeunes praticiens dans leurs premières procédures de microchirurgie.

BIBLIOGRAPHIE

1. Yeoh MS, Kim DD, Ghali GE. Fluorescence angiography in the assessment of flap perfusion and vitality. *Oral Maxillofac Surg Clin North Am*, 2013;25:61-66, vi.
2. Cornelissen AJM, van Mulken TJM, Graupner C *et al.* Near-infrared fluorescence image-guidance in plastic surgery: A systematic review. *Eur J Plast Surg*, 2018;41:269-278.

Reconstruction

3. Levesque E, Hoti E, Azoulay D *et al.* Non-invasive ICG-clearance: a useful tool for the management of hepatic artery thrombosis following liver transplantation. *Clin Transplant*, 2011;25:297-301.
4. Killory BD, Nakaji P, Gonzales LF *et al.* Prospective evaluation of surgical microscope-integrated intraoperative near-infrared indocyanine green angiography during cerebral arteriovenous malformation surgery. *Neurosurgery*, 2009;65:456-462; discussion 462.
5. Diana M, Noll E, Diemunsch P *et al.* Enhanced-reality video fluorescence: a real-time assessment of intestinal viability. *Ann Surg*, 2014;259:700-707.
6. Muckle TJ. Plasma proteins binding of indocyanine green. *Biochem Med*, 1976;15:17-21.
7. Hitier M, Cracowski J-L, Hamou C *et al.* Indocyanine green fluorescence angiography for free flap monitoring: A pilot study. *J Craniomaxillofac Surg*, 2016;44:1833-1841.
8. Obana A, Miki T, Hayashi K *et al.* Survey of complications of indocyanine green angiography in Japan. *Am J Ophthalmol*, 1994;118:749-753.
9. Jones I, Kelly M, Percival N. Clinical monitoring of free flaps in the UK. *Br J Plast Surg*, 1999;52:78-79.
10. Clert V, Guédon C, Cristofari J-P *et al.* [Implantable doppler probe for microsurgical free flap monitoring in cervico-facial reconstructive surgery]. *Ann Chir Plast Esthet*, 2013;58:82-88.
11. Few JW, Corral CJ, Fine NA *et al.* Monitoring buried head and neck free flaps with high-resolution color-duplex ultrasound. *Plast Reconstr Surg*, 2001; 108:709-712.
12. Repez A, Oroszy D, Arnez ZM. Continuous postoperative monitoring of cutaneous free flaps using near infrared spectroscopy. *J Plast Reconstr Aesthetic Surg*, 2008;61:71-77.
13. Yuen JC, Feng Z. Monitoring free flaps using the laser Doppler flowmeter: five-year experience. *Plast Reconstr Surg*, 2000;105:55-61.

L'auteur a déclaré ne pas avoir de conflits d'intérêts concernant les données publiées dans cet article.