

I Seins

Utilisation du vert d'indocyanine en chirurgie sénologique et reconstruction mammaire

RÉSUMÉ : Le vert d'indocyanine est un colorant soluble dans l'eau, à élimination hépatique et excrétion biliaire. Illuminé par une source laser infrarouge, le vert d'indocyanine émet une lumière fluorescente dans le spectre du proche-infrarouge qui est invisible à l'œil nu mais qui peut être visualisée à l'aide d'une caméra proche-infrarouge.

Lorsqu'il est injecté en intraveineux, il peut être utilisé comme marqueur de la perfusion cutanée. Injecté en sous-cutané, il permet de cartographier le réseau lymphatique.

En chirurgie sénologique et en reconstruction mammaire, il est utilisé pour repérer le ganglion sentinelle chez les patientes atteintes d'un cancer du sein, pour évaluer la perfusion des lambeaux cutanés de mastectomie, pour évaluer la perfusion des lambeaux libres utilisés en reconstruction mammaire autologue et dans la prise en charge du lymphœdème secondaire des membres.



S. STRUK, J.-F. HONART
Service de Chirurgie plastique,
Gustave Roussy, VILLEJUIF.

Le vert d'indocyanine est un colorant soluble dans l'eau, à élimination hépatique et excrétion biliaire. Illuminé par une source laser infrarouge (longueur d'onde : 805 nm), le vert d'indocyanine émet une lumière fluorescente (longueur d'onde : 835 nm) qui n'est pas piégée par la peau et qui est invisible à l'œil nu. Son caractère amphiphile lui confère une forte affinité pour les protéines plasmatiques. Injecté par voie intraveineuse directe, le vert d'indocyanine se lie fortement aux protéines plasmatiques et se distribue exclusivement dans l'espace intravasculaire. Sa demi-vie plasmatique courte (3 à 4 minutes) autorise plusieurs injections successives.

Il existe dans le commerce plusieurs dispositifs médicaux permettant à la fois l'émission d'une lumière infrarouge excitatrice et la réception de la fluorescence émise en retour par le vert

d'indocyanine. Certains de ces dispositifs permettent également de quantifier l'intensité de la fluorescence émise. *In vivo*, la fluorescence n'est visible que jusqu'à quelques millimètres de profondeur. Une injection intraveineuse de vert d'indocyanine permet ainsi de visualiser les vaisseaux des plexus dermiques et de la graisse sous-cutanée. Ces caractéristiques en font un excellent marqueur de la perfusion cutanée [1, 2].

Injecté en sous-cutané, le vert d'indocyanine se lie fortement aux protéines extracellulaires et se distribue exclusivement dans le réseau lymphatique. Injecté au niveau des extrémités, il peut être utilisé pour cartographier le réseau lymphatique superficiel des membres [3]. Le vert d'indocyanine peut être utilisé entre autre pour repérer le ganglion sentinelle chez les patientes atteintes d'un cancer du sein, pour évaluer la perfusion des lambeaux cutanés de mastectomie, pour

évaluer la perfusion des lambeaux libres utilisés en reconstruction mammaire autologue et dans la prise en charge du lymphœdème secondaire des membres.

Repérage du ganglion sentinelle

Le statut ganglionnaire axillaire est un facteur pronostic majeur dans le cancer du sein [4]. En l'absence d'adénopathie axillaire suspecte, l'exérèse et l'analyse du ganglion sentinelle axillaire sont recommandés [5]. La technique de référence pour repérer le ganglion sentinelle est le marquage isotopique au technétium-99m [6]. Cependant, l'utilisation de cette technique nécessite la présence d'un service de médecine nucléaire à proximité.

Le repérage du ganglion sentinelle par le vert d'indocyanine est une alternative (**fig. 1**) [7]. Sugie *et al.* ont comparé la fluorescence au vert d'indocyanine et le marquage isotopique au technétium-99m dans la recherche du ganglion sentinelle chez 821 patientes atteintes d'un cancer du sein T1 ou T2, cN0 [8]. Les taux de détection du ganglion sentinelle étaient comparables pour le vert d'indocyanine et pour le technétium-99m (respectivement 97,2 % et 97 %, $p = 0,88$). Après examen histologique, les taux de détection des ganglions

sentinelles envahis étaient également comparables pour ces deux techniques (respectivement 90 % pour le technétium-99m et de 93,3 % pour le vert d'indocyanine, $p = 0,18$). Le marquage au vert d'indocyanine et le marquage isotopique étaient concordants dans 86,1 % des cas (ganglions sentinelles envahis à la fois fluorescents et radioactifs), la sensibilité du vert d'indocyanine pour détecter un ganglion sentinelle envahi était de 95,7 %.

L'association de ces deux techniques est cependant supérieure à l'utilisation du radio-isotope seul avec un taux de détection des ganglions sentinelles envahis qui atteint 97,2 % (contre 90 % pour le technétium-99m seul, $p < 0,001$). Plusieurs méta-analyses confortent ces résultats [9, 10].

La fluorescence au vert d'indocyanine présente plusieurs inconvénients. La fluorescence est invisible au-delà d'un centimètre de profondeur. Chez le sujet obèse, la recherche du ganglion sentinelle à l'aide de la fluorescence au vert d'indocyanine peut être plus difficile qu'avec le marquage isotopique. En cas d'obésité, la dissection de la région axillaire – et donc la morbidité du geste – est souvent accrue. Dans ce cas, il peut être préférable d'utiliser le technétium-99m, voire de combiner l'utilisation des deux techniques. Par ailleurs, la section accidentelle de canaux lymphatiques au cours de la dissection peut répandre de la fluorescence et "contaminer" le champ opératoire rendant la détection du ganglion sentinelle plus difficile. La courbe d'apprentissage avec le vert d'indocyanine est probablement plus longue qu'avec le technétium-99m.

En dépit de résultats encourageants, aucune étude n'a encore montré la non-infériorité du vert d'indocyanine sur le technétium-99m, qui reste actuellement la technique de référence. Le vert d'indocyanine pourrait être utilisé lorsque le technétium-99m n'est pas dis-

ponible ou en association avec le technétium-99m pour augmenter la sensibilité de la procédure.

Évaluation de la vascularisation des lambeaux cutanés de mastectomie en cas de reconstruction mammaire immédiate

La conservation de l'étui cutané lors du geste de mastectomie rend possible la reconstruction mammaire immédiate. La reconstruction mammaire immédiate donne de meilleurs résultats esthétiques, s'accompagne d'une plus grande satisfaction pour les patientes, qui se traduit par de meilleurs scores sur les échelles de qualité de vie [11]. Les coûts globaux de la prise en charge sont également moindres qu'en cas de reconstruction mammaire secondaire [11]. La reconstruction mammaire immédiate n'entraîne ni une augmentation des récurrences, locales ou à distance, ni un retard au diagnostic de ces récurrences [12] et ne retarde pas la mise en place des traitements adjuvants [13].

Elle peut être réalisée peu importe le type de la mastectomie ; qu'elle soit conservatrice de l'étui cutané, avec réduction de l'étui cutané ou conservatrice de l'aréole. La radiothérapie adjuvante et la chimiothérapie adjuvante ne sont pas des contre-indications à la reconstruction mammaire immédiate [13, 14]. La seule contre-indication à la reconstruction mammaire immédiate est le cancer inflammatoire (T4d). En France, la mastectomie conservatrice de l'aréole est pour le moment réservée aux situations prophylactiques (mutations BRCA1 et 2 essentiellement), mais l'extension de ses indications aux situations thérapeutiques est en cours d'étude (essai clinique MAPAM).

La reconstruction mammaire immédiate ne doit en aucun cas retarder la mise en place des traitements adjuvants [13]. Pour cela, les suites opératoires doivent

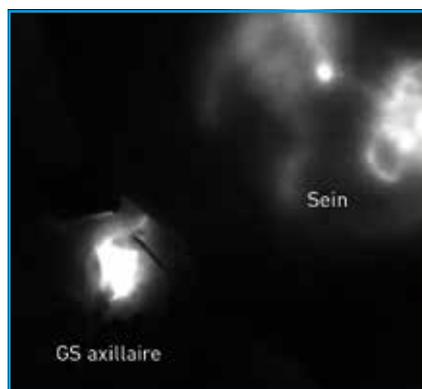


Fig. 1 : Fluorescence au vert d'indocyanine pour repérer le ganglion axillaire chez une patiente atteinte d'un cancer du sein (Photo: Dr Mazouni).

I Seins

être simples et aucun risque ne doit être pris au moment de la reconstruction mammaire immédiate.

La survenue d'une nécrose des lambeaux cutanés de mastectomie peut entraîner l'exposition et la dépose de l'implant en cas de reconstruction prothétique et altère le résultat esthétique définitif en cas de reconstruction autologue. Le risque principal est le retard à la mise en place des traitements adjuvants.

Dans une série de 400 mastectomies conservatrices de la peau avec reconstruction mammaire immédiate par implant, Woerdeman *et al.* rapportent un taux de nécrose cutanée de pleine épaisseur de 10 % [15]. De Vita *et al.* rapportent des taux de nécrose cutanée de pleine épaisseur de 6 % et de nécrose de pleine épaisseur de l'aréole de 2 % dans une série de 2023 mastectomies conservatrices de l'aréole [17]. Lorsqu'un geste de réduction de l'étui cutané est associé, le risque de nécrose cutanée peut atteindre 23 % [16].

L'angiographie au vert d'indocyanine pourrait être utilisée pour évaluer en peropératoire la perfusion des lambeaux cutanés de mastectomie et guider l'excision des tissus cutanés à haut risque de nécrose. Dans une série de 24 mastectomies conservatrices de la peau avec reconstruction mammaire immédiate par implant ou par lambeau, Komorowska-Timek et Gurtner ont évalué en peropératoire la perfusion des lambeaux cutanés de mastectomie à l'aide d'une angiographie au vert d'indocyanine. Les zones douteuses étaient excisées selon les résultats de l'angiographie. Le taux de nécrose cutanée de pleine épaisseur était de 4 % [18]. Dans une série rétrospective plus ancienne composée de 206 mastectomies conservatrices de la peau avec reconstruction mammaire immédiate prothétique ou autologue sans utilisation du vert d'indocyanine, les mêmes auteurs rapportaient un taux de nécrose cutanée de pleine épaisseur de 15 % ($p < 0,1$).

Cette étude ne permet pas d'affirmer que les zones de peau excisées en peropératoire du fait d'une fluorescence faible n'auraient pas survécu en postopératoire. L'utilisation de la fluorescence au vert d'indocyanine sans quantification reste une méthode subjective pour évaluer la viabilité des lambeaux cutanés de mastectomie. En effet, l'intensité de fluorescence observée en différents points du lambeau cutané de mastectomie est évaluée subjectivement par l'œil de l'opérateur et dépend de la sensibilité de la caméra utilisée. Sans des outils permettant de quantifier l'intensité de fluorescence émise par la peau, cette méthode reste aussi subjective que le jugement clinique. Toutes les caméras disponibles sur le marché ne permettent pas de quantifier la fluorescence au vert d'indocyanine. Plusieurs équipes se sont intéressées à l'évaluation quantitative de la perfusion des lambeaux cutanés de mastectomie à l'aide de l'angiographie au vert d'indocyanine [19-22].

Mattison *et al.* ont montré dans une série de 55 mastectomies conservatrices de la peau avec reconstruction immédiate par implant que l'utilisation peropératoire de l'angiographie au vert d'indocyanine pourrait conduire à exciser inutilement des zones de peau pourtant viables (faux-positifs) [19]. La perfusion observée à l'image en différents points était rapportée en valeur absolue sous la forme d'une échelle de gris (échelle allant de 0, correspondant au noir absolu – zone non perfusée avec certitude, à 255, correspondant au blanc absolu – zone perfusée avec certitude). Trois seuils de perfusion minimale (10, 15, 20) étaient choisis arbitrairement dans le bas de l'échelle de gris, c'est à dire proche du noir absolu. Aucune excision cutanée n'était réalisée après l'évaluation au vert d'indocyanine. Les auteurs ont montré que les zones considérées comme non viables en peropératoire par l'angiographie au vert d'indocyanine (intensité de fluorescence en-dessous du seuil minimal) se superposaient aux plages de nécrose cutanée observées en postopératoire, mais les

dépassaient le plus souvent, quel que soit le seuil minimal utilisé. Dans tous les cas, l'angiographie au vert d'indocyanine aurait conduit à exciser inutilement une quantité de peau viable allant de 3,23 cm² (IC 95 % 2,37-4,08 cm², $p < 0,05$) à 13,83 cm² (9,85-16,93 cm², $p < 0,05$) selon le seuil minimal de perfusion utilisé. Avec le seuil le plus bas, la sensibilité du vert d'indocyanine pour détecter des zones non viables au niveau des lambeaux cutanés de mastectomie était de 100 % mais la spécificité n'était que de 68 %. Munabi *et al.* ont montré des résultats équivalents (sensibilité du vert d'indocyanine de 100 % et spécificité de 72 %) [20]. Ils rapportent par ailleurs que les faux-positifs apparaissaient encore plus nombreux dans le sous-groupe des patientes fumeuses et pouvaient conduire à davantage d'excisions cutanées inutiles. Le tabac est cependant l'un des principaux facteurs de risque de nécrose cutanée en postopératoire d'une mastectomie conservatrice de la peau avec reconstruction mammaire immédiate [23]. C'est dans cette population que précisément l'angiographie au vert d'indocyanine pourrait être intéressante.

Toutes ces études se basent sur des valeurs absolues de perfusion. Moyer et Losken se sont intéressés au différentiel de perfusion mesuré entre les zones bien perfusées du lambeau cutané de mastectomie et les zones mal perfusées qui nécrosent en postopératoire [24]. Ils ont montré que les zones ayant une perfusion inférieure à 25 % de la perfusion maximale observée sur le lambeau cutané de mastectomie étaient vouées à la nécrose dans 90 % des cas. Ils en déduisent que pour un seuil de perfusion de 33 % de la perfusion maximale observée, le test a une sensibilité de 84 % et une spécificité de 87 %, soit une valeur prédictive positive de retirer de la peau de mastectomie vouée à la nécrose de 88 % et une valeur prédictive négative de retirer inutilement de la peau saine de 16 %.

Le coût de l'utilisation de cette technologie est un facteur à prendre en compte.

Dans une analyse coût-efficacité menée rétrospectivement sur une période de 7 ans, Kanuri *et al.* rapportent que l'utilisation systématique du système SPY Elite (LifeCell Corp., Branchburg, N.J.) ne constitue pas une stratégie efficiente dans cette indication (surcoût de 1 537 \$ par cas de nécrose cutanée de pleine épaisseur évité) [25]. Les auteurs suggèrent cependant que la limitation de son utilisation aux populations à risque (fumeuses, IMC > 30 kg/m², poids de mastectomie > 800 g) pourrait être une stratégie efficiente dans les conditions de cette étude. Les auteurs font cependant le postulat que la sensibilité et la spécificité de l'angiographie au vert d'indocyanine est de 100 % pour détecter les zones de peau qui vont nécroser en postopératoire. Les travaux de Mattison *et al.* et de Munabi *et al.* montrent qu'une sensibilité de 100 % ne peut être obtenue qu'au prix d'une diminution de la spécificité autour de 70 à 80 % (survenue de faux-positifs avec excision cutanée inutile). L'excision inutile de peau au moment de la mastectomie peut compromettre la mise en place d'une prothèse définitive et imposer la mise en place d'un expandeur. Elle peut prolonger la période d'expansion et peut compromettre le résultat cosmétique final.

Au total, l'angiographie au vert d'indocyanine doit être utilisée avec précaution pour évaluer la perfusion des lambeaux cutanés de mastectomie car elle peut conduire à des excisions cutanées inutiles et compromettre le résultat de la reconstruction mammaire immédiate.

En reconstruction mammaire autologue par lambeaux libres

L'angioscanner est considéré comme examen de référence pour l'étude des perforantes musculocutanées du système épigastrique inférieur profond. Rozen *et al.* ont montré que la réalisation d'un angioscanner abdominal dans la planification opératoire d'un DIEP permettait de diminuer significativement

la durée opératoire, la morbidité du site donneur (réduction du délabrement de l'aponévrose des muscles grands droits) ainsi que l'incidence de la nécrose partielle du lambeau en postopératoire [26].

L'angiographie au vert d'indocyanine est un outil très limité pour étudier les perforantes musculocutanées du système épigastrique inférieur profond. L'angiographie au vert d'indocyanine ne donne aucune information sur la vascularisation de la peau au-delà d'1 cm de profondeur. Tout au plus, l'angiographie permet de localiser les perforantes à la surface de la peau mais ne donne aucune information sur leur calibre et leur trajet. Pestana *et al.* ont montré qu'il n'existe aucune corrélation entre l'intensité de la fluorescence émise par une perforante cutanée, ou sa surface d'émission de fluorescence, à la surface de la peau et le calibre réel de cette perforante [27]. L'angiographie au vert d'indocyanine ne saurait remplacer le scanner dans le bilan préopératoire d'un DIEP.

L'angiographie au vert d'indocyanine peut être utilisée avant le sevrage du lambeau pour repérer et exciser les zones mal perfusées, qui sont à risque de nécrose partielle en postopératoire (*fig. 2*) [28, 29]. L'incidence de la nécrose

partielle du lambeau en reconstruction mammaire par DIEP est de 2,5 % à 7 % [30-32]. La nécrose partielle du lambeau peut nécessiter un parage au bloc opératoire qui prolonge la durée d'hospitalisation, la durée des pansements et altère le résultat final de la reconstruction.

Holm *et al.* ont montré que l'angiographie au vert d'indocyanine présentait un intérêt en cas de reprise chirurgicale pour suspicion clinique de thrombose [33]. L'angiographie au vert d'indocyanine, réalisée au moment de la reprise chirurgicale, permet de détecter une thrombose vasculaire avec une sensibilité de 100 % et une spécificité de 86 % sans qu'aucune manipulation ne soit nécessaire au niveau des anastomoses. Elle peut faciliter le diagnostic et la prise de décision en peropératoire d'une reprise et éviter de manipuler inutilement des anastomoses perméables.

Holm *et al.* ont également montré l'intérêt de l'angiographie au vert d'indocyanine dans le prélèvement d'un lambeau de SIEA [34]. Les avantages du lambeau de SIEA sur le lambeau de DIEP sont la diminution de la morbidité du site donneur (l'aponévrose des muscles grands droits reste intacte) et la diminution du temps opératoire (pas de dissection



Fig. 2 : Angiographie au vert d'indocyanine avant sevrage d'un lambeau de DIEP guidant l'excision des zones mal perfusées (Photo : Dr Honart).

I Seins

intramusculaire de la perforante). Ses deux principaux inconvénients sont la variabilité de calibre et de localisation de l'artère épigastrique inférieure superficielle (voire son absence) et la grande variabilité de son angiosome (grande variabilité de la palette cutanée pouvant être prélevée). Ces inconvénients en font un lambeau peu fiable et peu utilisé en pratique. La fiabilité de ce lambeau peut être accrue à l'aide de l'angiographie au vert d'indocyanine. Dans les cas où l'artère épigastrique inférieure superficielle est présente et de bon calibre, l'angiographie au vert d'indocyanine permet de préciser l'angiosome du lambeau de SIEA. Après dissection des vaisseaux épigastriques inférieurs superficiels, le lambeau abdominal est levé de la paroi abdominale en préservant la perforante dominante issue des vaisseaux épigastriques inférieurs profonds. Après clampage atraumatique de cette perforante et du pédicule de SIEA controlatéral, l'angiographie au vert d'indocyanine est réalisée et permet de caractériser l'étendue de la palette cutanée vascularisée par le pédicule du SIEA. En fonction du résultat et de l'indication, le chirurgien choisit de réaliser un lambeau de SIEA uni- ou bipédiculé ou bien un lambeau de DIEP.

Au total, l'angiographie au vert d'indocyanine est utile pour contrôler la perfusion d'un lambeau libre avant son sevrage et pour exciser les zones à risque de nécrose partielle.

Chirurgie du lymphœdème secondaire des membres

Le traitement de référence du lymphœdème secondaire des membres est la physiothérapie complète décongestive [35]. La place exacte de la chirurgie "de reconstruction", anastomose lymphatico-veineuse et transfert de ganglions vascularisés, reste à définir [36]. On peut l'envisager après "échec" de la physiothérapie. Ces techniques microchirurgicales ont pour objectif de rétablir

le drainage physiologique de la lymphe dans la circulation veineuse et de diminuer la composante liquidienne du lymphœdème. S'il existe encore des lymphatiques fonctionnels dans le membre atteint de lymphœdème, on peut discuter la réalisation d'une ou plusieurs anastomoses lymphatico-veineuses [39]. Ces anastomoses sont réalisées entre un vaisseau lymphatique fonctionnel et une veinule de proximité. Pour les lymphœdèmes avancés, lorsqu'il n'existe plus de réseau lymphatique fonctionnel, un transfert de ganglions vascularisés peut être discuté [36]. Ces techniques chirurgicales ne traitent pas les modifications tissulaires engendrées par la stase chronique de lymphe qui jouent un rôle important dans l'augmentation de volume du membre.

La lymphographie au vert d'indocyanine présente un intérêt dans le diagnostic et le bilan du lymphœdème secondaire des membres. L'importance du reflux dermique (*dermal backflow*) du vert d'indocyanine au niveau du membre atteint est un reflet de la sévérité du lymphœdème [37].

La lymphographie au vert d'indocyanine est équivalente à la lymphoscintigraphie au technétium-99m pour évaluer la sévérité du lymphœdème, pour poser l'indication chirurgicale et pour choisir le traitement plus adapté : anastomose lymphatico-veineuse ou transfert de ganglions vascularisés en fonction de la sévérité du lymphœdème [38]. La lymphographie au vert d'indocyanine peut être réalisée directement par le chirurgien en consultation, elle n'est pas irradiante et présente un coût faible par rapport à la lymphoscintigraphie. Elle permet de détecter des lymphœdèmes à un stade plus précoce que la lymphoscintigraphie [38].

S'il est décidé de réaliser une ou plusieurs anastomoses lymphatico-veineuses sur le membre atteint, la lymphographie au vert d'indocyanine permet, au bloc opératoire, de choisir

le (ou les) site(s) d'anastomose(s) et de contrôler ensuite leur perméabilité [36].

Si l'on décide de réaliser un transfert de ganglions vascularisés, la lymphographie au vert d'indocyanine permet de repérer les ganglions pendant la levée du lambeau. L'inconvénient de la lymphographie au vert d'indocyanine est qu'elle ne permet pas de détecter les lymphatiques situés à plus de 1 cm de la surface de la peau ce qui est un facteur limitant en cas d'obésité [38].

Contrairement à la lympho-IRM, ni la lymphoscintigraphie, ni la lymphographie au vert d'indocyanine ne renseignent sur la composante tissulaire du lymphœdème [39]. Cet examen permet de visualiser le réseau lymphatique fonctionnel, d'évaluer l'importance de la stase lymphatique et surtout d'évaluer la sévérité des modifications tissulaires (dépôts de graisse sous-cutanés, fibrose). La disponibilité de cet examen et son coût sont les principales limites. La lympho-IRM est l'imagerie de premier choix si elle est disponible [39]. Sinon, une lymphographie au vert d'indocyanine peut être réalisée en consultation par le chirurgien si le patient n'est pas obèse. En cas d'obésité morbide, il faut discuter la réalisation d'une lymphoscintigraphie au technétium-99m.

Conclusion

Le vert d'indocyanine peut être utilisé pour rechercher le ganglion sentinelle chez les patientes atteintes d'un cancer du sein, lorsque le technétium-99m n'est pas disponible ou en association avec le technétium-99m pour augmenter la sensibilité de la procédure.

L'angiographie au vert d'indocyanine doit être utilisée avec précaution pour évaluer la perfusion des lambeaux cutanés de mastectomie car elle peut conduire à des excisions cutanées inutiles et compromettre le résultat de la reconstruction mammaire immédiate.

POINTS FORTS

- Le vert d'indocyanine peut être utilisé pour rechercher le ganglion sentinelle chez les patientes atteintes d'un cancer du sein lorsque le technétium-99m n'est pas disponible, ou en association avec le technétium-99m pour augmenter la sensibilité de la procédure.
- L'angiographie au vert d'indocyanine doit être utilisée avec précaution pour évaluer la perfusion des lambeaux cutanés de mastectomie car elle peut conduire à des excisions cutanées inutiles et compromettre le résultat de la reconstruction mammaire immédiate.
- L'angiographie au vert d'indocyanine est utile pour évaluer la perfusion globale d'un lambeau libre et pour déterminer le perforasome de son pédicule principal.
- La lymphographie au vert d'indocyanine permet le diagnostic précoce de lymphœdème secondaire des membres, d'évaluer sa sévérité et de choisir le traitement plus adapté. Elle permet de choisir au bloc opératoire le (ou les) site(s) d'anastomose(s) lymphatico-veineuses et de contrôler leur perméabilité. Elle peut être utile pour repérer les ganglions à prélever dans un transfert de ganglions vascularisés.

L'angiographie au vert d'indocyanine est utile pour contrôler la perfusion d'un lambeau libre avant son sevrage et pour exciser les zones à risque de nécros partielle.

La lymphographie au vert d'indocyanine permet le diagnostic précoce de lymphœdème secondaire des membres, d'évaluer sa sévérité et de choisir le traitement plus adapté. Elle permet de choisir au bloc opératoire le (ou les) site(s) d'anastomose(s) lymphatico-veineuses et de contrôler leur perméabilité. Elle est utile pour repérer les ganglions à prélever dans un transfert de ganglions vascularisés.

BIBLIOGRAPHIE

1. HOLM C, MAYR M, HÖFTER E *et al.* Intraoperative evaluation of skin-flap viability using laser-induced fluorescence of indocyanine green. *Br J Plast Surg*, 2002;55:635-644.
2. HOLM C, TEGELER J, MAYR M *et al.* Monitoring free flaps using laser-induced fluorescence of indocyanine green: A preliminary experience. *Microsurgery*, 2002;22:278-287.
3. NARUSHIMA M, YAMAMOTO T, OGATA F *et al.* Indocyanine Green Lymphography Findings in Limb Lymphedema. *J Reconstr Microsurg*, 2016;32:72-79.
4. FISHER B, BAUER M, WICKERHAM DL *et al.* Relation of number of positive axillary nodes to the prognosis of patients with primary breast cancer. An NSABP update. *Cancer*, 1983;52:1551-1557.
5. VERONESI U, PAGANELLI G, GALIMBERTI V *et al.* Sentinel-node biopsy to avoid axillary dissection in breast cancer with clinically negative lymph-nodes. *Lancet*, 1997;349:1864-1867.
6. KRAG D, WEAVER D, ASHIKAGA T *et al.* The sentinel node in breast cancer--a multicenter validation study. *N Engl J Med*, 1998;339:941-946.
7. SUGIE T, KASSIM KA, TAKEUCHI M *et al.* A novel method for sentinel lymph node biopsy by indocyanine green fluorescence technique in breast cancer. *Cancers*, 2010;2:713-720.
8. SUGIE T, KINOSHITA T, MASUDA N *et al.* Evaluation of the Clinical Utility of the ICG Fluorescence Method Compared with the Radioisotope Method for Sentinel Lymph Node Biopsy in Breast Cancer. *Ann Surg Oncol*, 2016;23:44-50.
9. ZHANG X, LI Y, ZHOU Y *et al.* Diagnostic Performance of Indocyanine Green-Guided Sentinel Lymph Node Biopsy in Breast Cancer: A Meta-Analysis. *PLoS One*, 2016;11:e0155597.
10. SUGIE T, IKEDA T, KAWAGUCHI A *et al.* Sentinel lymph node biopsy using indocyanine green fluorescence in early-stage breast cancer: a meta-analysis. *Int J Clin Oncol*, 2017;22:11-17.
11. RAZDAN SN, CORDEIRO PG, ALBORNOZ CR *et al.* Cost-Effectiveness Analysis of Breast Reconstruction Options in the Setting of Postmastectomy Radiotherapy Using the BREAST-Q. *Plast Reconstr Surg*, 2016;137:510e-517e.
12. ROMICS L JR, CHEW BK, WEILER-MITHOFF E *et al.* Ten-year follow-up of skin-sparing mastectomy followed by immediate breast reconstruction. *Br J Surg*, 2012;99:799-806.
13. KRONOWITZ SJ. Delayed-immediate breast reconstruction: technical and timing considerations. *Plast Reconstr Surg*, 2010;125:463-474.
14. ALDERMAN A, GUTOWSKI K, AHUJA A *et al.* Postmastectomy Expander Implant Breast Reconstruction Guideline Work Group. ASPS clinical practice guideline summary on breast reconstruction with expanders and implants. *Plast Reconstr Surg*, 2014;134:648e-655e.
15. WOERDEMAN LA, HAGE JJ, HOFLAND MM *et al.* A prospective assessment of surgical risk factors in 400 cases of skin-sparing mastectomy and immediate breast reconstruction with implants to establish selection criteria. *Plast Reconstr Surg*, 2007;119:455-463.
16. DE VITA R, ZOCCALI G, BUCCHERI EM *et al.* Outcome Evaluation after 2023 Nipple-Sparing Mastectomies: Our Experience. *Plast Reconstr Surg*, 2017;139:335e-347e.
17. NEWMAN MK. Reconstruction of the Ptotic Breast Using Wise Pattern Skin Deepithelialization. *Plast Reconstr Surg Glob Open*, 2016;4:e1077.
18. KOMOROWSKA-TIMEK E, GURTNER GC. Intraoperative perfusion mapping with laser-assisted indocyanine green imaging can predict and prevent complications in immediate breast reconstruction. *Plast Reconstr Surg*, 2010;125:1065-1073.
19. MATTISON GL, LEWIS PG, GUPTA SC *et al.* SPY Imaging Use in Postmastectomy Breast Reconstruction Patients: Preventative or Overly Conservative? *Plast Reconstr Surg*, 2016;138:15e-21e.
20. MUNABI NC, OLORUNNIPA OB, GOLTSMAN D

