

## Microdialyse et monitoring des lambeaux libres à palette cutanée en chirurgie maxillo-faciale

M. Brix<sup>1</sup>, P. Muret<sup>2,3</sup>, S. Mac-Mary<sup>3</sup>, B. Ricbourg<sup>1</sup>, P. Humbert<sup>3</sup>

### Correspondance :

M. Brix,  
Service de Chirurgie Plastique  
et Maxillo-faciale, CHU de Grenoble.  
BP17, 38043 Grenoble Cedex 09.

<sup>1</sup>Service de Chirurgie Maxillo-faciale et Stomatologie (Pr Ricbourg), CHU Jean Minjot, Besançon.

<sup>2</sup>Laboratoire de Pharmacologie (Pr Kantelip),

<sup>3</sup>Laboratoire d'Ingénierie et de Biologie Cutanée (Pr Humbert), CHU Saint-Jacques, Besançon.

### Summary

The development of *in vivo* microdialysis has made it possible to monitor cutaneous free flaps in maxillo-facial surgery. A microprobe inserted in the free flap dermis collects a microdialysate enabling measurement of dermal metabolites such as glucose, lactate, pyruvate, or glycerol. The monitoring curves are predictive of ischemia-related tissue injury. Hourly measurements provide a reliable method for early diagnosis of venous or arterial thrombosis. Revision surgery can then be undertaken if needed to repair microanastomoses before clinical alteration. This technique has been compared with validated flaps monitoring systems such as temperature probe, transcutaneous oxygen tension monitoring, and laser Doppler flowmetry. Microdialysis has several advantages: objective measurements, different curves for venous and arterial thrombosis, early diagnosis. Accessibility to oral cavity or pharyngeal flaps requires careful clinical analysis (microprobe fixation, anatomy and choice of flap).

**Keywords:** Microdialysis, Monitoring, Flaps, Thrombosis, Laser Doppler flowmetry.

Brix M, Muret P, Mac-Mary S, Ricbourg B, Humbert P. Microdialyse of cutaneous free flaps to monitor results of maxillofacial surgery. Rev Stomatol Chir Maxillofac 2006;107:31-37.

### Introduction

La chirurgie de reconstruction des pertes de substance de la cavité buccale s'est vue considérablement modifiée par l'essor de la microchirurgie. Les lambeaux libres font aujourd'hui partie de l'arsenal thérapeutique de tous les chirurgiens maxillo-faciaux.

Les progrès dans leur fiabilité sont liés à une meilleure connaissance de l'anatomie, des conditions hémodynamiques de ces lambeaux, mais aussi à l'attention portée à la phase postopératoire immédiate. La surveillance doit être rapprochée pen-

### Résumé

Le développement de la microdialyse *in vivo* permet d'envisager son application en chirurgie maxillo-faciale, pour le monitoring des lambeaux libres comportant une palette cutanée. Une microsonde est insérée dans le derme du lambeau micro-anastomosé, permettant le recueil d'un dialysat et le dosage des métabolites dermiques : glucose, lactate, pyruvate, glycérol. Les variations des taux sont des marqueurs précoces de la souffrance tissulaire liée à l'ischémie. La surveillance horaire des profils de courbes permet un diagnostic fiable de la thrombose, de son origine artérielle ou veineuse, et donc la reprise des anastomoses avant que les marqueurs cliniques soient altérés. La technique est comparée aux autres moyens validés de surveillance des lambeaux : mesure de la température cutanée, pression transcutanée d'oxygène, laser-Doppler, etc. La microdialyse présente des avantages intéressants : existence de seuils objectifs, différences de profils de courbes selon l'origine artérielle ou veineuse des complications et précocité du diagnostic. L'accessibilité des lambeaux de la cavité buccale ou du pharynx doit faire l'objet d'une évaluation clinique argumentée (fixation de la sonde, site receveur et type du lambeau).

**Mots-clés :** Microdialyse, Monitoring, Lambeaux, Thrombose, Vélométrie laser Doppler.

dant plusieurs jours. Plus le diagnostic d'une complication anastomotique est précoce, plus sa reprise chirurgicale permet le sauvetage du lambeau (jusqu'à 2/3 cas [1]).

Le cahier des charges [2] d'une technique de monitoring fiable des lambeaux microanastomosés est d'être : peu coûteuse, non invasive, utilisable en routine (l'interprétation des tests devant être facile pour tous ceux qui sont impliqués dans les soins), reproductible (pour les lambeaux non-enfouis et également enfouis) et idéalement utilisable de façon continue (permettant le monitoring continu de la perfusion ou du métabolisme du lambeau) pour une détection immédiate

d'une occlusion artérielle ou veineuse. Le monitoring de référence est donc la surveillance clinique et toute autre technique doit lui être comparée pour être validée. Les auteurs précisent les modalités de la surveillance postopératoire et rapportent l'intérêt d'une nouvelle technique : la microdialyse cutanée, appliquée à la surveillance des lambeaux libres à palette cutanée, en la comparant aux méthodes validées : clinique, échographie, laser Doppler, mesure de la température cutanée, TCPO<sub>2</sub>, angio-IRM...

## Modalités de la surveillance clinique

La surveillance clinique des lambeaux libres à palette cutanée est la référence. Elle suppose un accès facile à cette palette, pour l'inspection et la palpation. La couleur de la palette (normale, bleue, blanche, avec un piqueté hémorragique pouvant montrer un hématome sous-jacent...), son aspect (oedématié, engorgé), sa température, le pouls capillaire (recoloration rapide, trop rapide ou lente), doivent être notés à intervalle régulier. Une surveillance horaire est habituelle dans les premières 24 heures, puis plus espacée ensuite jusqu'au cinquième jour habituellement.

Le diagnostic d'occlusion veineuse reste assez aisé. La palette est engorgée, bleue-pourpre, avec un oedème, un remplissage capillaire rapide, et une piqûre provoquant un saignement congestif.

Le diagnostic d'occlusion artérielle est parfois plus difficile dans les temps les plus précoces. Si la palette cutanée est très petite, la couleur peut paraître normale, la peau environnante a un effet obscurcissant. C'est le cas des petites palettes témoins. Le test à l'aiguille trouve tout son intérêt.

Les limites de la surveillance clinique sont celles de l'accessibilité du lambeau. Disa [2], dans une série de 750 lambeaux, rapporte un taux de révision de 8,5 % dans les premières 24 heures, permettant un taux de sauvetage de 77 % d'entre eux. Pour ses lambeaux enfouis, le taux de sauvetage est nul, à cause d'un diagnostic tardif après le septième jour (désunion, surinfection).

C'est pourquoi, pour les lambeaux enfouis, des techniques de palettes témoins ont été développées [1]. Le monitoring clinique de cette palette est un bon reflet du lambeau lui-même. Cho décrit ainsi 14 révisions anastomotiques pour 109 lambeaux, en utilisant une palette cutanée témoin pour le lambeau antébrachial radial, ou une palette muqueuse pour le lambeau jéjunal dans la reconstruction oesophagienne, et une palette cutanée ou un segment du muscle long péronier dans

la reconstruction mandibulaire. Les différentes petites palettes sont suturées de manière provisoire dans le cou, dans l'incision de cervicotomie ou par une contre-incision, puis sevrées sous anesthésie locale. Cinq faux positifs sont liés à une torsion, une tension ou un défaut de la perforante du lambeau témoin. La palette doit mesurer au moins un centimètre sur 2, et emporter une perforante de bon calibre. La sensibilité de cette technique est évaluée à 100 %, la valeur prédictive positive à 64 %, les faux positifs à 36 %, sans faux négatifs. Le sauvetage des lambeaux est de 55,6 % en cas de reprise. Yoshimura [3] et Schusterman [4] décrivent d'autres supports anatomiques à ce type de palettes.

Le temps chirurgical additionnel reste acceptable : de 15 à 20 minutes selon le site.

La surveillance clinique reste le moyen de référence dans le monitoring des lambeaux libres à palette cutanée. Ses limites sont la formation des soignants au diagnostic précoce et le fait que les altérations décelées témoignent d'une souffrance cutanée déjà installée. Disa associe la surveillance clinique, la ponction, une sonde thermique pour les lambeaux extra-oraux et un Doppler à main.

## Les autres techniques de monitoring

### Le Doppler à ultra-sons

Le Doppler est utilisé par la plupart des équipes n'utilisant qu'un moyen de monitoring : 55 % employant un Doppler portable [5].

Le Doppler vasculaire à ultra-sons est un moyen non invasif, simple à mettre en œuvre. La vitesse du flux vasculaire est traduite en un signal audible ou visible. L'examen permet un index objectif et un seuil critique bien défini. Mais il existe des confusions possibles avec d'autres troncs vasculaires à proximité de l'anastomose, notamment au niveau cervical (manque de spécificité). Par ailleurs, ce moyen est inutilisable si l'anastomose est faite à une profondeur importante, ou recouverte par un important tissu musculaire par exemple.

Le monitoring continu est impossible. Yano [6] rapporte l'usage répété toutes les 4 heures d'un Doppler US couleur, pendant 3 jours, au lit du malade ; l'examen ne dure que 5 minutes. Ceci est en pratique difficile à reproduire.

L'utilisation d'une sonde implantable permet à Swartz [7] puis à l'équipe de Buncke [8], avec une sensibilité de 100 %, d'augmenter le taux de sauvetage des lambeaux enfouis à 80 [7] et 100 % [8].

## Le laser Doppler

La mesure du flux continu de perfusion par laser Doppler est une technique non invasive, reproductible et applicable à tous les types de lambeaux (particulièrement les non-cutanés). Le principe est une lumière laser réfléchiée en un signal Doppler : évaluant le nombre et la vitesse des globules rouges dans un champ donné. Selon le modèle, le résultat est donné en unités de perfusion, ou mm/min/100 g de tissu.

Le monitoring peut débuter en peropératoire, avec des mesures en temps réel : ceci permet la prévention d'une torsion ou d'un étirement du pédicule lors de la mise en place du lambeau, ou d'une tension excessive pendant sa suture.

Yuen [9] rapporte son expérience de 232 lambeaux monitorés par Periflux<sup>®</sup>, avec un taux de complications micro-anastomotiques de 5,6 %, diagnostiquées dans les 4 premiers jours, permettant un taux de sauvetage de 69,2 %, pour un taux de succès global de 98,3 %. On suspecte une complication devant une diminution du flux supérieure ou égale à 50 %, pendant plus de 20 minutes. Le flux moyen est de 3 P.U. pour une thrombose artérielle, et de 6,7 P.U. pour un problème veineux.

Les avantages du laser Doppler sont :

- un avantage prédictif de 1 à 3 heures (2 heures pour Yuen), selon les équipes, sur les critères cliniques ;
- une reproductibilité interindividuelle pour le même type de lambeau ;
- et un seuil objectif de 0,40 T.S.I. (mm/min/100 g de tissu) d'échec du lambeau [10].

La mesure se fait sur 1 mm<sup>3</sup> de tissu au centre du lambeau, puis par des mesures périphériques et sur la peau saine adjacente pour optimiser les mesures. Pour améliorer la technique, Heller [11] préconise l'utilisation de sondes multifibres ou d'un système multisonde donnant une mesure spatiale moyenne, pour diminuer l'hétérogénéité spatiale.

Cette technique reste parfois difficile à mettre en œuvre : l'utilisation des sondes enfouies est une méthode invasive, générant un temps supplémentaire (pour l'ablation de la sonde), et comportant un risque important de déplacement. Les artéfacts sont :

- les défauts d'attachement, un mauvais emplacement de la sonde ;
- ou un problème technique (fibre laser, système).

L'inconvénient principal est de déterminer une valeur relative du flux (seuil déterminant une limite inférieure de perfusion) et non une valeur absolue. C'est dire qu'elle est liée aux variations systémiques (hypotension) et doit être interprétée sur une tendance de la courbe des valeurs. La mesure peut être

anormalement basse à cause d'une hypovolémie, d'une anémie, d'une hypothermie, ou à cause d'un excès de tension cutanée lors de la fermeture ou de l'œdème. Le diagnostic d'occlusion veineuse est aussi difficile : la chute du flux n'est pas aussi marquée que pour une thrombose artérielle. L'apport diagnostic prédictif, pour les problèmes veineux, n'est donc que faible : il n'est fait qu'au stade précoce de la congestion veineuse après validation clinique du diagnostic.

Hallock [12] rapporte un cas de faux négatif, 56 heures après la montée d'un lambeau scapulaire sur le cuir chevelu.

Le laser Doppler est utilisé seulement par 5 à 10 % des équipes dans une enquête de 2001 réalisée en Angleterre et en Irlande [5], et dans 28 % des équipes d'une série multicentrique américaine [13].

## La mesure de la température cutanée

La mesure répétée de la température de la palette cutanée est relativement aisée [14], et doit être corrélée à la température corporelle du patient. Le lambeau est sain si elle dépasse 34 °C, un problème vasculaire doit être suspecté pour une température comprise entre 34 et 32 °C, le lambeau ne devant jamais avoir une température inférieure à 32 °C [15]. La sensibilité de la technique est de 84 %, sa spécificité de 86 %.

Elle ne permet pas un diagnostic rapide des modifications du flux vasculaire. Elle n'est pas plus spécifique que la surveillance clinique. Elle est influencée par la température et la lumière de l'environnement, par la température corporelle, et les réponses vasomotrices du patient. Elle pâtit d'un manque de standardisation.

## Autres techniques [16]

L'angiographie sélective, l'angiogramme numérisé (en sous-traction), l'angioloRM, la scintigraphie au Tc99m sont des techniques agressives et/ou coûteuses, à réserver aux lambeaux osseux, profondément enfouis, en reconstruction mandibulaire. De plus, elles ne permettent pas de monitoring continu.

D'autres techniques sont proposées mais peu employées : l'injection intraveineuse de fluoresceïne, la (photo-) plétysmographie, l'oxymétrie de pouls, la TCPO<sub>2</sub>, le monitoring du pH, les tests de contractibilité musculaire pour les lambeaux à palette musculaire.

La fluoresceïne est en équilibre avec le liquide extracellulaire 10 à 20 minutes après son injection intraveineuse. Le tissu étudié donne une fluorescence jaune-verte en lumière ultraviolet. En cas de diminution de l'apport vasculaire, la prise de contraste et sa clairance sont retardées. Il est possible d'éva-

luer les limites de la nécrose cutanée à craindre. Mais une étude de Levinsohn montre que la mesure de la fluorescence cutanée est faussement négative 3 fois sur 8 [17]. La fluorescéine injectée précocement après la levée du lambeau sous-estime la survie des lambeaux critiques. Elle est d'interprétation difficile chez les sujets à peau foncée. Elle peut entraîner des réactions allergiques ou une hypertension. Surtout elle nécessite 12 à 18 heures pour s'éliminer, limitant le rythme de répétition des tests.

La photoplétysmographie est une technique basée sur la variation de l'intensité réfléchie d'une lumière infra-rouge transilluminant le tissu étudié. Cette intensité varie en fonction du volume sanguin local, mais elle indique seulement la présence ou l'absence d'une onde de pouls.

Les mesures de la pression transcutanée d'oxygène donnent des valeurs continues, mais les variations rapides ne sont pas détectées [18] et les valeurs peuvent être modifiées par les gaz anesthésiques. De plus, une période d'équilibre de 3-4 heures est nécessaire pour stabiliser la micro-circulation après mise en place de la sonde, avant les premières mesures.

La mesure spectrophotométrique de la saturation de l'hémoglobine (oxy-, déoxy- et Hémoglobine totale) est intéressante et permet de différencier les complications artérielles et veineuses, mais il s'agit d'une mesure discontinue [19].

L'oxymétrie de pouls ne permet pas le diagnostic de la congestion veineuse.

### La microdialyse cutanée

Le challenge d'un monitoring moderne est d'anticiper les conséquences ischémiques. La microdialyse, par un dosage continu des métabolites des liquides interstitiels dermiques permet un diagnostic fiable, très précoce et différentiel de la thrombose. Elle est largement employée dans les pays scandinaves, en recherche expérimentale. Les applications en recherche clinique sont encore en plein essor. Son intérêt en chirurgie de reconstruction, notamment dans le monitoring des lambeaux dans la cavité buccale, reste à valider.

#### *Les traumatismes cutanés lors du prélèvement d'un lambeau libre*

Lors du prélèvement d'un lambeau libre [20], on observe des changements métaboliques par modifications circulatoires. Une vasoconstriction courte par relargage de catécholamines et de sérotonine est suivie d'une vasodilatation avec hyperhémie. Lors du clamage du pédicule artério-veineux, une période d'ischémie globale induit l'apparition du métabolisme

anaérobie. Ce temps d'ischémie critique est de 6 à 8 heures pour la peau [21]. L'anaérobiose diminue la phosphocréatine, l'ATP, et par inactivation des transports Na<sup>+</sup>/K<sup>+</sup> transmembranaires, elle crée un afflux d'eau et d'électrolytes intracellulaires, source d'œdème, surtout au niveau des cellules endothéliales. L'accumulation de lactate diminue le pH cellulaire et augmente son pouvoir osmotique, ce qui aggrave l'œdème. On assiste à une hémococoncentration, une stase sanguine, avec thrombose, rupture de la membrane cellulaire, mort cellulaire et accumulation des produits toxiques de dégradation cellulaire dans le lambeau en cas de prolongation de cette ischémie globale. Après microanastomose [22], la reperfusion et la réoxygénation augmentent paradoxalement le traumatisme tissulaire. Il se forme de l'acide urique par conversion de l'hypoxanthine, et des radicaux libres cytotoxiques sur l'endothélium. Des médiateurs pro-inflammatoires (PAF, oxyde nitrique, cytokines et complément) et des molécules d'adhésion (E et L-sélectines) entraînent un afflux de leucocytes et un chémoattractisme. Initialement l'augmentation de la perméabilité des micro-vaisseaux aggrave l'œdème, augmente la pression tissulaire et diminue la perfusion capillaire. Dans des conditions normales, cette période ne dure pas et les conditions hémodynamiques locales retrouvent un équilibre rapide.

La microdialyse est une étude continue, *in situ* du métabolisme dermique : elle est donc un reflet fidèle des modifications locales.

#### *Historique de la microdialyse*

La première publication d'un recueil *in vivo* d'un échantillon de métabolites interstitiels est celle de Bito [23], en 1966. Il implantait des « sacs de dialyse » contenant un dextran, dans le tissu sous-cutané du cou, et dans le cerveau de chiens. Dix semaines plus tard, les sacs étaient ôtés chirurgicalement et il analysait leur contenu en acides aminés. En 1972, Delgado [24] construisit une « dialytrode » constituée d'une canule en va-et-vient terminée par un petit sac perméable fait d'une membrane de dialyse. Ce système était utilisé dans la recherche cérébrale expérimentale. Pour améliorer le recueil des neurotransmetteurs cérébraux, Ungerstedt [25] inventa une « fibre creuse » à partir d'un rein artificiel pour simuler la fonction d'un capillaire sanguin. Avec ce dispositif, il pouvait suivre, dans le cerveau du rat, la concentration de dopamine basale et après stimulation amphétaminique. La production de dopamine était corrélée avec l'activité comportementale des rats laissés libres de leurs mouvements. Pour éviter les traumatis-

mes liés à une implantation horizontale, la fibre a évolué vers une fibre en boucle, puis vers un cathéter à double lumière. La fibre creuse, devenue le cathéter de microdialyse, et les méthodes d'analyse sont aujourd'hui beaucoup plus performantes et il est possible de recueillir et d'analyser des échantillons de n'importe quelle substance de l'espace extra-cellulaire, dans pratiquement tous les tissus de l'organisme.

### Principes de la microdialyse

La microdialyse utilise le principe de la dialyse grâce à un cathéter introduit dans le tissu étudié (fig. 1). Il s'agit d'une technique « micro-invasive ». La sonde de microdialyse est constituée d'une double lumière et d'une membrane semi-perméable (à l'eau et aux petits solutés). Reproduisant la fonction capillaire, la sonde est reliée à une micro-pompe perfusant une solution physiologique (type Ringer), à débit constant, et à un système de collection d'échantillons (micro-tubes à changer). L'instauration d'un gradient de concentration est la conséquence des phénomènes dynamiques de diffusion du liquide de perfusion par la membrane de dialyse. La molécule étudiée passe du milieu le plus concentré vers le moins concentré.

Le principe de la microdialyse cutanée appliquée *in vivo* à la surveillance des lambeaux permet un dosage répété à intervalles déterminés (en général horaires) de métabolites dermiques. Par une technique colorimétrique qui peut être automatisée (CMA Microdialysis), le glucose, le lactate, le pyruvate et le glycérol peuvent être dosés directement dans la palette cutanée du lambeau. Le glucose du dialysat est un reflet direct du glucose plasmatique et de la microcirculation.



**Figure 1.** Sonde de microdialyse à usage clinique, en dermatologie et chirurgie (modèle CMA 60®). La sonde est reliée à un système de recueil du dialysat par microtubes.

Le lactate et le ratio lactate/pyruvate montrent l'étendue de la glycolyse et l'importance du métabolisme anaérobie. Le glycérol est le produit de la lipolyse et le témoin de la destruction de la membrane cellulaire.

Le profil des courbes permet la surveillance de la vitalité du lambeau. Le glucose mesuré dans le derme chute lors de l'ischémie. Le lactate et le glycérol augmentent à cause du métabolisme anaérobie.

L'avantage de la microdialyse cutanée est de donner des valeurs seuils objectives. Les concentrations normales moyennes sont : glucose = 5 mM/l ; lactate = 2 mM/l ; pyruvate = 120 µM/l ; glycérol = 100-200 µM/l ; lactate/pyruvate = 15 à 20.

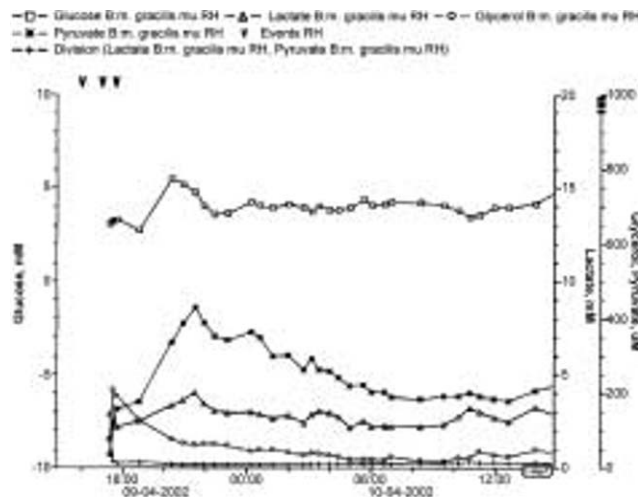
Le glucose doit rester supérieur à 1 mM/l en postopératoire (fig. 2). Le lactate doit rester inférieur à 10 mM/l. On soupçonne une complication anastomotique lorsque le glucose baisse en dessous de 1 et/ou si le lactate augmente au-dessus de 10. L'indication de reprise de l'anastomose vasculaire est posée pour un glucose inférieur à 0,1 et un lactate supérieur à 15 (fig. 3).

L'avantage déterminant de cette technique est de permettre un diagnostic différentiel entre thrombose artérielle ou veineuse. Le lactate et le glycérol sont significativement plus élevés pour une thrombose d'origine artérielle que d'origine veineuse. Le glucose chute plus rapidement lors d'une cause artérielle, mais la différence n'est pas significative.

## Discussion

La méthode de référence dans le suivi des lambeaux libres est la surveillance clinique de la palette. Toute autre technique doit lui être comparée. Ses inconvénients sont un diagnostic relativement tardif : la souffrance tissulaire est déjà installée lors des modifications de la palette, et surtout la nécessité d'un accès facile à la palette cutanée.

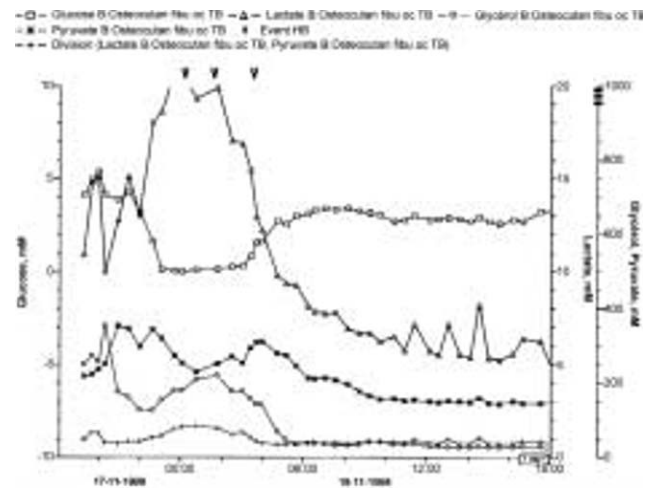
Le monitoring direct de la microcirculation a pour objectif un diagnostic très précoce, avant toute souffrance tissulaire irréversible. La technique idéale doit être fiable et continue. Le laser Doppler est la technique la plus employée en pratique chirurgicale. Il renseigne sur le débit superficiel de la peau (à 1 mm de profondeur), incluant les boucles capillaires du derme. Mais son inconvénient principal est sa sensibilité importante au mouvement. De plus il ne donne qu'une valeur relative : la valeur absolue ne peut être évaluée à cause de la relation entre la pigmentation tissulaire, l'épaisseur épidermique et les propriétés géométriques du tissu, inconnue à chaque instant.



**Figure 2.** Courbes normales de surveillance postopératoire : glucose, lactate, glycérol, pyruvate, ratio lactate/pyruvate.

La microdialyse donne un diagnostic différentiel artériel ou veineux, et précoce de la diminution du flux microcirculatoire. Les études *in vivo* confirment l'intérêt et la fiabilité de la technique. Röjdmärk [26] a appliqué la technique à la prédiction de la nécrose distale de lambeaux cutanés pédiculés chez le porc. Il a comparé la technique à la fluorescéine. L'augmentation des concentrations de lactate et de glycérol était significative dès les premières heures suivant le prélèvement du lambeau, alors que la constatation clinique de la nécrose ne se faisait qu'au septième jour. Udensen [27] a appliqué la technique à la reconstruction mammaire par lambeaux de TRAM libres. Il a diagnostiqué une thrombose artérielle sur 14 lambeaux monitorés, en observant une chute du glucose jusqu'à un niveau non mesurable, associée à une augmentation du lactate (jusqu'à n'être plus mesurable par manque de glucose), le glycérol était également très élevé.

Edsander-Nord [28] a surveillé de manière différentielle les zones I et II de 13 lambeaux de TRAM. Le monitoring était débuté avant le prélèvement du lambeau, incluant les périodes d'ischémie et de revascularisation. Lors de la revascularisation, le glucose augmentait, le glycérol et le ratio lactate/pyruvate diminuaient. Les variations étaient plus lentes dans la zone II durant les 7 premières heures. La comparaison avec les lambeaux pédiculés retrouvait des signes plus élevés d'ischémie tissulaire. La récupération tissulaire était meilleure pour les lambeaux libres. Ceci a été confirmé par l'étude de Röjdmärk (lambeaux de TRAM et de grand dorsal) [29]. Dans une autre étude, Röjdmärk [30] a rapporté les résultats de la surveillance de différents lambeaux libres (11 lambeaux anté-



**Figure 3.** Thrombose artérielle d'un lambeau composite ostéo-cutané fibulaire et normalisation des courbes après reprise de l'anastomose.

brachiaux radiaux, 16 TRAM, 12 lambeaux de petit pectoral), et il a établi les profils des courbes selon l'importance du tissu musculaire ou graisseux associé à la peau.

## Conclusion

La microdialyse cutanée est une technique de monitoring postopératoire des lambeaux libres présentant de nombreux avantages face à toutes les techniques de référence, dont le Laser Doppler. L'existence de seuils objectifs, de différences de profils de courbes selon l'origine artérielle ou veineuse des complications, la précocité du diagnostic en font une méthode de choix qui doit faire l'objet d'une plus large diffusion. Cette technique micro-invasive a déjà été employée dans le domaine de la reconstruction mammaire. Son application à la chirurgie maxillo-faciale reste à développer. Aucune donnée n'est actuellement disponible quant aux difficultés de positionnement et de fixation de la sonde. L'accessibilité réelle des palettes cutanées dans la cavité buccale doit faire l'objet d'une évaluation clinique, tenant compte du site receveur et du type de lambeau. Cette technique fait l'objet d'une évaluation spécifique dans la reconstruction de la cavité buccale, dans le Service de Chirurgie Maxillo-faciale et Stomatologie du CHU de Besançon, en collaboration avec l'unité de recherche EA 3183 (Ingénierie et Biologie Cutanées) du Service de Dermatologie du Pr P. Humbert (Brix M. La reconstruction de la cavité buccale : microchirurgie et perspectives en microdialyse. Thèse d'Université. Université de Franche-Comté. Besançon, 2004).



## Références

1. Cho BC, Shin DP, Byun JS, Park JW, Baik BS. Monitoring flap for buried free tissue transfer: its importance and reliability. *Plast Reconstr Surg* 2002;110:1249-58.
2. Disa JJ, Cordeiro PG, Hidalgo DA. Efficacy of conventional monitoring techniques in free tissue transfer: an 11-year experience in 750 consecutive cases. *Plast Reconstr Surg* 1999;104:97-101.
3. Yoshimura M, Shimada T, Hosokawa M. The vasculature of the peroneal tissue transfer. *Plast reconstr Surg* 1990;85:917-21.
4. Schusterman MA, Reece GP, Miller MJ, Harris S. The osteocutaneous free fibula flap: is the skin paddle reliable? *Plast Reconstr Surg* 1992;90:787-93;discussion:794-8.
5. Whitaker IS, Oliver DW, Ganchi PA. Postoperative monitoring of microvascular tissue transfers: current practice in the United Kingdom and Ireland. *Plast Reconstr Surg* 2003;111:2118-9.
6. Yano K. Monitoring by means of color Doppler sonography after buried free DIEP flap transfer. *Plast Reconstr Surg* 2003; 112:1177.
7. Swartz WM, Jones NF, Cherup L, Klein A. Direct monitoring of microvascular anastomoses with the 20-MHz ultrasonic Doppler probe: an experimental and clinical study. *Plast Reconstr Surg* 1988;81:149-61.
8. Kind GM, Buntic RF, Buncke GM, Cooper TM, Siko PP, Buncke HJ Jr. The effect of an implantable Doppler probe on the salvage of microvascular tissue transplants. *Plast Reconstr Surg* 1998;101:1268-73;discussion:1274-5.
9. Yuen JC, Feng Z. Monitoring free flaps using the laser Doppler flowmeter: five-years experience. *Plast Reconstr Surg* 2000; 105:55-61.
10. Goldberg J, Sepka RS, Perona BP, Pederson WC, Klitzman B. Laser Doppler blood flow measurements of common cutaneous donor sites for reconstructive surgery. *Plast Reconstr Surg* 1990;85:581-6.
11. Heller L, Levin LS, Klitzman B. Laser Doppler flowmeter monitoring of free-tissue transfers: blood flow in normal and complicated cases. *Plast Reconstr Surg* 2001;107:1739-45.
12. Hallock GG. A "true" false-negative misadventure in free flap monitoring using laser Doppler flowmetry. *Plast Reconstr Surg* 2002;110:1609-11.
13. Hirigoyen MB, Urken ML, Weinberg H. Free flap monitoring: A review of current practice. *Microsurgery* 1995;16:723-6;discussion:727.
14. Bulstrode NW, Wilson GR, Inglis MS. No-touch free-flap temperature monitoring. *Br J Plast Surg* 2002;55:174.
15. Kayikcioglu A. Two practical devices for monitoring temperature. *Plast Reconstr Surg* 2003;111:1778-9.
16. Furnas H, Rosen JM. Monitoring in microvascular surgery. *Ann Plast Surg* 1991;26:265-72.
17. Levinsohn DG, Gordon L, Sessler DI. Comparison of four objective methods of monitoring digital venous congestion. *J Hand Surg* 1991;16:1056-62.
18. Achauer BM, Black KS, Litke DK. Transcutaneous PO<sub>2</sub> in flaps: a new method of survival prediction. *Plast Reconstr Surg* 1980; 65:738-45.
19. Schultze-Mosgau S, Wiltfang J, Birklein F, Neukam FW. Micro-lightguide spectrophotometry as an intraoral monitoring method in free vascular soft tissue flaps. *J Oral Maxillofac Surg* 2003;61:292-7;discussion:297.
20. Hedén P, Sollevi A. Circulatory and metabolic events in pig island skin flaps after arterial or venous occlusion. *Plast Reconstr Surg* 1989;84:475-81;discussion:482-3.
21. Gurlek A, Kroll SS, Schusterman MA. Ischemic time and free flap success. *Ann Plast Surg* 1997;38:503-5.
22. Kerrigan CL, Wizman P, Hjortdal VE, Sampalis J. Global flap ischemia: a comparison of arterial *versus* venous etiology. *Plast Reconstr Surg* 1994;93:1485-95;discussion:1496-7.
23. Bito L, Davson H, Levin E, Murray M, Snider N. The concentrations of free amino acids and others electrolytes in cerebrospinal fluid, *in vivo* dialysate of brain, and blood plasma of the dog. *J Neurochem* 1966;13:1057-67.
24. Delgado JM, DeFeudis FV, Roth RH, Ryugo DK, Mitruka BM. Dialytrode for long term intracerebral perfusion in awake monkeys. *Arch Int Pharmacodyn Ther* 1972;198:9-21.
25. Ungerstedt U, Pycocock C. Functional correlates of dopamine neurotransmission. *Bull Schweiz Akad Med Wiss* 1974;30:44-55.
26. Röjdmarm J, Hedén P, Ungerstedt U. Prediction of border necrosis in skin flaps of pigs with microdialysis. *J Reconstr Microsurg* 2000;16:129-34.
27. Udesen A, Lontoft E, Kristensen SR. Monitoring of free TRAM flaps with microdialysis. *J Reconstr Microsurg* 2000;16:101-6.
28. Edsander-Nord A, Röjdmarm J, Wickman M. Metabolism in pedicled and free TRAM flaps: a comparison using the microdialysis technique. *Plast Reconstr Surg* 2002;109:664-73.
29. Röjdmarm J, Blomqvist L, Malm M, Adams-Ray B, Ungerstedt U. Metabolism in myocutaneous flaps studied by *in situ* microdialysis. *Scand J Plast Reconstr Hand Surg* 1998;32:27-34.
30. Röjdmarm J, Hedén P, Ungerstedt U. Microdialysis – a new technique for free flap surveillance : methodological description. *Eur J Plast Surg* 1998;21:344-8.