

L'OSTÉO-ODONTO-KÉRATOPROTHÈSE :

UNE DENT POUR RETROUVER LA VUE

GROBET P (1), DUCHESNE B (2), JAUMOTTE M (3), PEPINSTER F (1), GILON Y (1)

RÉSUMÉ : En tant que cause majeure de cécité dans le monde, les maladies de la cornée se trouvent au second rang après la cataracte. L'épidémiologie des maladies cornéennes est complexe et englobe une grande variété de maladies oculaires infectieuses (trachomes) et inflammatoires, de séquelles immunitaires (pempfigoïde oculaire cicatricielle, syndrome de Lyell) ou après traumatisme (brûlure chimique). Le traitement habituel en cas de maladie cornéenne grave est la greffe cornéenne par kératoplastie transfixiante. Cependant, l'échec de cette technique est pratiquement inéluctable lorsque la surface oculaire est gravement compromise. La kératoprothèse représente alors la seule option viable pour restaurer la vue chez ces patients. Seulement pratiquée par moins d'une dizaine d'équipes dans le monde, la technique de l'ostéo-odonto-kérato-prothèse (OOKP) est pratiquée au CHU de Liège. Elle nécessite une collaboration étroite entre ophtalmologues et chirurgiens maxillo-faciaux expérimentés. Grâce au prélèvement d'une dent et de ses tissus de soutien, les patients atteints de cécité cornéenne bilatérale peuvent bénéficier de cette technique afin de récupérer une acuité visuelle optimale de manière durable.

MOTS-CLÉS : OOKP - Ostéo-odonto-kératoprothèse - Kératoprothèse - Cécité - Lamina dentaire

OSTEO-ODONTO-KERATOPROSTHESIS: A TOOTH TO REGAIN SIGHT

SUMMARY : As the leading cause of blindness in the world, corneal diseases are second only to cataracts. However, the epidemiology of corneal disease is complex and includes a wide variety of infectious and inflammatory eye diseases (trachoma), immune sequelae (cicatrical pemphigoid on Lyell's disease) of after trauma (chemical burn). The general treatment for severe corneal disease is the corneal transplantation with penetrating keratoplasty. However, the failure of this treatment is virtually certain when the ocular surface is severely compromised. Keratoprosthesis is therefore the only viable option to restore vision in these patients. Only practiced by less than a dozen teams in the world, the osteo-odonto-keratoprosthesis (OOKP) is regularly practiced at the University Hospital of Liège, thanks to a close collaboration between the ophthalmology and maxillofacial surgery teams. Thanks to removal of a tooth and his bone support, patients suffering from bilateral dry eye following pathologies such as burns or cicatricial pemphigoid can benefit from this technique in order to recover an optimal visual acuity in a sustainable way.

KEYWORDS : OKP - Osteo-odonto-keratoprosthesis - Blindness - Tooth lamina

INTRODUCTION

La greffe de cornée, aussi appelée kératoplastie transfixiante, a révolutionné le traitement de la cécité cornéenne. Cette intervention a permis à de nombreux patients de retrouver une vision alors qu'ils étaient porteurs d'une opacité de la cornée qui les rendait, sinon aveugles, du moins malvoyants. Les allogreffes cornéennes chez des receveurs ayant une surface oculaire intègre offrent un taux de survie supérieur à 80 % à 5 ans seulement dans les conditions optimales (1). Selon l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), la cécité cornéenne est la quatrième cause de cécité dans les pays industrialisés et la deuxième cause de cécité dans les pays émergents. La majorité de ces cas surviennent dans le cadre d'une maladie de la surface oculaire au stade terminal (2). Il était donc nécessaire de trouver une alternative plus sûre et plus efficace aux allogreffes cornéennes. Guillaume Pellier de Quengsy, en 1789, a initié l'idée de concevoir une kératoprothèse comme

une alternative à l'allogreffe cornéenne, en proposant d'implanter une plaque de verre dans une cornée opaque (cité dans 3).

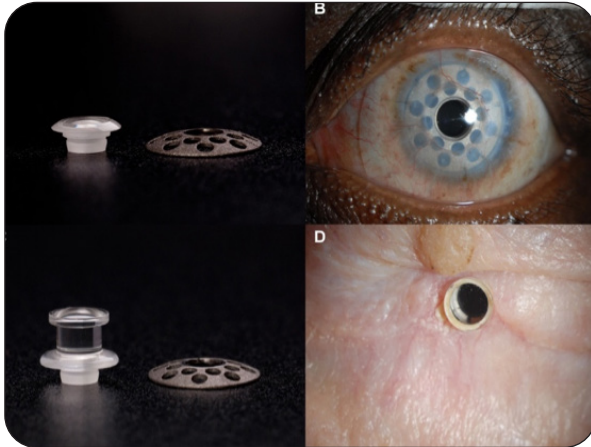
Ensuite, différentes kératoprothèses sont apparues, divisées en deux grandes catégories; celles conçues pour les yeux ayant une bonne surface oculaire, un film lacrymal intact et des paupières intactes, par exemple le KPro type 1 de Boston (imaginée par C. Dohlman) ou celles conçues pour traiter des yeux secs et les surfaces oculaires endommagées, par exemple, l'ostéo-odonto-kératoprothèse (OOKP) et le type KPro de Boston 2 (4) (Figure 1). Actuellement, ces dispositifs kératoprotétiques sont les plus couramment utilisés.

Quant à la technique chirurgicale de l'OOKP, elle est utilisée pour remplacer la cornée endommagée chez des patients atteints de cécité cornéenne bilatérale pour lesquels une greffe de cornée conventionnelle est vouée à l'échec. Elle utilise la racine d'une dent mono-radiculaire et l'os alvéolaire du patient pour soutenir un cylindre optique en polyméthylmétacrylate (PMMA). Au fil des années, cette technique est reconnue, de plus en plus largement, par les chirurgiens de la cornée dans le monde entier.

L'OOKP a été décrite par B. Strampelli dans les années 60. Il a démontré que la dent est le support idéal pour l'intégration de plastique; il avait observé que la gutta-percha

(1) Service de Chirurgie plastique et maxillo-faciale, CHU Liège, Belgique.
(2) Service d'Ophtalmologie, CHU Liège, Belgique.
(3) Faculté de Médecine, ULiège, Belgique.

Figure 1. A : Kératoprothèse (KPro) de Boston de type 1, avec le cylindre optique en polyméthylmétacrylate (PMMA) et la plaque arrière en titane. B : KPro type 1 mise en place. C : KPro de type 2, avec un cylindre optique plus étendu. D : KPro type 2 mise en place (5).



(matière caoutchouteuse utilisée pour combler les canaux radiculaires après la dévitalisation dentaire) pouvait rester en place dans le canal radiculaire alors qu'elle était rejetée en étant implantée directement dans les tissus mous (6). La technique a ensuite été revue par G. Falcinelli et coll., afin d'améliorer la survie du greffon tout en maintenant une acuité visuelle optimale. Les améliorations apportées à la technique de Strampelli amenèrent à l'appeler «Modified Osteo-Odonto-KeratoProsthesis» (MOOKP). Actuellement, chaque modification apportée à la procédure est reprise dans un protocole appelé «Rome-Vienna Protocol» (7).

INDICATIONS ET CONTRE-INDICATIONS DE L'OOKP

Les indications de la mise en place d'une OOKP incluent la cécité bilatérale due à des maladies graves de la cornée et de la surface oculaire au stade terminal, par exemple des yeux très secs, dont la fonction rétinienne et le nerf optique sont intacts. Citons, à titre d'exemple, les yeux atteints d'un syndrome de Stevens-Johnson, de brûlures chimiques et thermiques et les yeux ayant subi, sans succès, une greffe de surface oculaire ou de cellules souches. Dans la plupart des cas, l'OOKP ne doit être pratiquée que sur un seul œil, l'autre œil étant réservé en cas d'échec de la procédure du premier œil. Les contre-indications relatives incluent l'âge de moins de 18 ans, le phtisis bulbi, les yeux sans perception lumineuse et le décollement de la rétine, ou encore, un passé de glaucome sévère. Les dents les plus utilisées sont monoradiculaires, canine ou pré-molaire saine. L'hygiène bucco-dentaire doit être parfaitement maîtrisée avant le prélèvement de la dent et sa lamina. Les patients doivent être conscients de la gravité de leur maladie et bien comprendre que cette chirurgie complexe peut entraîner des complications graves. De plus, ils doivent être préparés à leur nouvelle apparence esthétique. Un suivi à vie est nécessaire et les patients doivent être très motivés pour se conformer aux soins postopératoires (8, 9).

Le **Tableau I** liste les critères d'éligibilité requis pour bénéficier de la chirurgie, ainsi que les différentes indications et contre-indications de l'OOKP.

Tableau I. Critères d'éligibilité, indications et contre-indications de l'OOKP (10).

Critère d'éligibilité	Indications	Contre-indications absolues	Contre-indications relatives
Perte visuelle sévère (< 6/60) due à une opacité de la cornée (non corrigible avec des lentilles de contact)	Stade terminal sévère du Syndrome de Stevens-Johnson	Patient n'ayant pas 18 ans	Patient psychologiquement incapable d'accepter une opération lourde en plusieurs étapes avec réévaluation chirurgicale possible, une apparence inesthétique de l'œil opéré, un suivi à vie, le risque de complications sévères ou la perte définitive de la vue.
	Pemphigoïde oculaire cicatricielle	Acuité visuelle > 6/60	
Mauvais pronostic de kératoplastie conventionnelle à cause d'un risque élevé de rejet ou d'un déficit en cellules souches limbiqes	Brûlure chimique ou thermique (feu, aluminium liquide,...)	Patient satisfait de son niveau de vision.	
	Stade terminal d'un trachome	Yeux sans perception de la lumière	
	Yeux secs	Décollement irréparable de la rétine	
Sécheresse oculaire sévère et/ou dommage sévère et irréparable de la paupière	Multiples échecs de greffe de cornée	Preuve de phtisie	Patient fumeur
		Glaucome à un stade avancé	

L'ÉVALUATION PRÉOPÉRATOIRE DU PATIENT

Le placement chirurgical de l'OOKP changera la vie du patient qui doit accepter, au préalable, un suivi médical à vie et s'engager pour des consultations périodiques à l'hôpital. Les patients référés sont évalués par une équipe multidisciplinaire comprenant l'ophtalmologue, le chirurgien maxillo-facial, l'anesthésiste et le psychologue.

Le psychologue évalue l'état mental, la préparation et la compréhension du patient face à cette intervention et à ses suites opératoires. Il le sensibilise sur le fait que des complications post-opératoires sont possibles, et qu'un suivi à vie est nécessaire. Il va de soi qu'un soutien social et familial adéquat est d'une importance primordiale.

L'ophtalmologue réalise un examen oculaire approfondi, en se focalisant sur l'intégrité de la rétine et du nerf optique. On recherchera la présence de glaucome qui pourrait compliquer les suites opératoires, puisque la muqueuse buccale recouvrant l'optique ne résorbe pas les médicaments topiques (11). La longueur axiale de l'œil devra être mesurée afin de déterminer la puissance optique du cylindre à utiliser. L'OOKP est effectuée uniquement dans un œil, généralement celui qui a le meilleur potentiel visuel.

Le chirurgien maxillo-facial examine la muqueuse buccale qui servira de greffon pour recouvrir la kératoprothèse. Le patient doit abandonner ses habitudes néfastes pour la santé tissulaire, telles que le tabac et le mâchonnement de noix de Betel, compromettant la qualité des tissus. Ensuite, la dent monoradiculée, avec racine saine et son os alvéolaire, est choisie.

En général, il s'agit d'une canine supérieure car elle répond bien aux critères de sélection. Le **Tableau II** résume les différents examens médicaux requis.

TECHNIQUE CHIRURGICALE

La chirurgie «OOKP» est réalisée en deux ou trois phases chirurgicales. La première étape consiste à préparer la surface oculaire ainsi qu'à prélever et placer le greffon de muqueuse buccale. La dent est généralement prélevée lors de cette même étape. Elle sera préparée et réimplantée sous l'orbitaire de l'œil receveur. Lors de la deuxième étape, habituellement réalisée 2 à 4 mois plus tard, la dent préparée («lamina») est récupérée et placée sous la greffe de muqueuse, dans l'œil. Au CHU de Liège, l'étape

Tableau II. Évaluation préopératoire du patient (11).

Investigations ophtalmologiques
Test d'acuité visuelle : la perception lumineuse doit être intacte
Ultrasonographie (A-Scan et B-Scan) : exclure un détachement rétinien et la présence de synéchies antérieures périphériques, biométrie de l'œil
Estimation de la pression intra-oculaire (PIO)
Investigations orales
Orthopantomographie : évaluer la juxtaposition de la dent candidate avec ses dents voisines
Radiographie de la dent candidate
Cone-Beam CT
Investigations psychologiques et anesthésiques

1 décrite ci-dessous est scindée en 2 étapes distinctes. La première est réservée au prélèvement du greffon de muqueuse buccale et à la préparation de l'œil et de la surface oculaire, et la deuxième au prélèvement de la dent. Cela permet d'avoir un meilleur recul sur la viabilité du greffon de muqueuse et de la santé oculaire, avant d'entreprendre le prélèvement dentaire.

ÉTAPE 1

Lors de la première étape, un greffon de muqueuse buccale de pleine épaisseur d'environ 3 cm de diamètre est décollé en-dessous de l'orifice du canal de Sténon. Le greffon est affiné et désinfecté. L'épithélium cornéen et la membrane de Bowman sont enlevés. La muqueuse buccale est découpée pour obtenir une pièce ovale adéquate à la forme de l'œil, et ensuite suturée sur la sclérotique et au niveau de l'insertion des quatre muscles droits. Elle est ensuite recouverte d'une protection en plastique. La muqueuse buccale présente les avantages de posséder des cellules souches, une capacité de prolifération, et résiste aux charges bactériennes élevées.

Les étapes concernant la préparation de la lamina ostéo-odonto-acrylique sont les suivantes :

1. La dent monoradiculée (idéalement une canine supérieure) ainsi qu'environ 3 mm d'épaisseur d'os alvéolaire l'entourant sont prélevés sous irrigation constante (liquide physiologique). La racine de la dent doit idéalement mesurer 12 x 6 x 3 mm et présenter une marge de dentine d'au moins 1 mm tout autour du cylindre optique. Une ouverture est dégagée perpendiculairement par rapport au centre de la dent pour y aménager le futur cylindre optique.

2. Un cylindre de PMMA correctement ajusté (grâce à la biométrie à l'aide du A-scan) est scellé dans cette ouverture.

3. L'ensemble de la lamina est implanté dans une poche sous-musculaire (ou sous-cutanée) sous l'orbiculaire de la paupière inférieure dans le but d'avoir un revêtement fibrovasculaire et de maintenir le complexe viable.

Une greffe osseuse maxillaire est réalisée pour combler le défaut créé lors de l'extraction du bloc osseux alvéolo-dentaire. L'objectif de la reconstruction du procès alvéolaire édenté est de proposer ultérieurement une réhabilitation prothétique par implant dentaire en fonction du potentiel osseux disponible et du souhait du patient.

ÉTAPE 2

Celle-ci se déroule environ 2 à 4 mois après la première étape et uniquement si le greffon de muqueuse buccale est bien vascularisé et intégré. Il faut aussi vérifier l'intégrité de la lamina dans la poche sous-musculaire, sans dépasser plus de 3 mois, vu le risque de résorption. Le greffon de muqueuse buccale est détaché de la surface oculaire pour laisser apparaître la cornée et la sclérotique. L'implant est placé dans le centre de la cornée et suturé au globe oculaire. Pour finir, le greffon de muqueuse buccale est replacé, traversé par la portion antérieure du cylindre optique (12).

Un schéma illustrant la prothèse mise en place est représenté à la **Figure 2**. Des photographies des différentes étapes opératoires sont reprises à la **Figure 3**.

SUIVI POSTOPÉRATOIRE ET RÉSULTATS

La période postopératoire immédiate nécessite des anti-douleurs, de la prednisolone (anti-inflammatoire) et du lansoprazole (protecteur gastrique) pendant environ 5 jours, et des antibiotiques pendant 10 jours. Chaque phase du traitement nécessite une hospitalisation de 3 à 5 jours pour assurer le suivi.

Le patient sera revu une fois par semaine par l'ophtalmologue pendant un mois, ensuite mensuellement pendant trois mois, puis tous les quatre mois à vie. A chaque visite, la vision sera contrôlée; la pression intra-oculaire ainsi que l'aspect de la muqueuse buccale et des paupières seront évalués. La stabilité du cylindre sera contrôlée, un fond d'œil sera réalisé, et l'on vérifiera la présence d'un éventuel glaucome tous les six mois. Une éventuelle résorption osseuse sera recherchée par palpation de la lamina et en utilisant des techniques d'imagerie comme l'IRM ou le CT-Scan.

Une étude rétrospective sur 29 patients (14) confirme que l'OOKP est l'intervention la plus favorable, avec des taux de rétention de la lamina allant jusqu'à 80 % sur 20 ans. Cette technique s'est d'ailleurs révélée être très efficace dans les cas de maladies avec une sévère inflammation de la surface oculaire ou dans les cas de sécheresse oculaire grave, par rapport aux autres kératoprothèses.

La valeur de référence au-dessus de laquelle l'acuité visuelle est considérée comme normale est appelée «vision 6/6»; c'est-à-dire qu'à une distance de 6 mètres, l'œil humain doté de

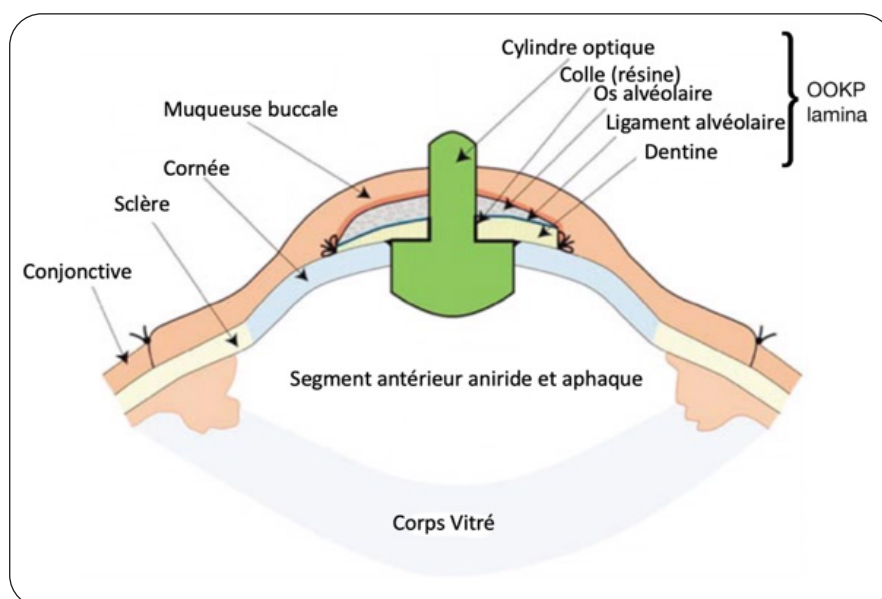


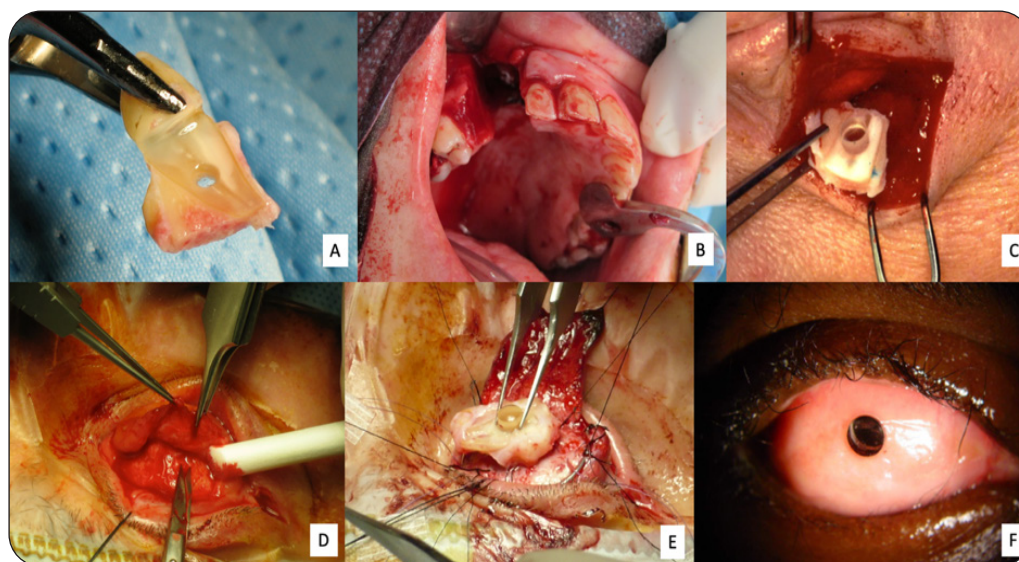
Figure 2. Coupe sagittale du globe oculaire suite à la mise en place de l'OOKP lamina (13).

Figure 3. Étapes opératoires. A et B : La racine d'une dent monoradiculée et l'os l'entourant sont façonnés en une plaque d'environ 12-15 mm de long pour 3 mm d'épaisseur, à travers laquelle un cylindre optique en PMMA est collé. C : Plaque ostéo-odonto-acrylique, laissée en nourrice sous la paupière, dans une poche sous-musculaire pour permettre la colonisation des tissus mous.

D : Surface oculaire nettoyée jusqu'à la membrane de Bowman et exposée au niveau de l'insertion des muscles droits, recouverte d'une membrane de muqueuse buccale prélevée à l'intérieur de la joue.

E : 2-4 mois plus tard, stade 2 de l'opération, la lame sous la paupière est récupérée et placée à la surface de la cornée, après avoir trépané une ouverture cornéenne permettant à la partie postérieure du cylindre optique de faire saillie intraoculaire. L'iris, le cristallin et le corps vitré antérieur auront aussi été retirés.

F : Apparence une fois l'opération accomplie.



cette performance est capable de séparer les contours d'environ 1,75 mm les uns des autres. Les individus normaux possèdent une acuité de 6/4 ou plus en fonction de l'âge et d'autres facteurs. Une acuité de 6/12 est considérée comme inférieure tandis qu'une acuité de 6/3 est supérieure. Les patients ayant subi le placement d'une OOKP peuvent récupérer une acuité visuelle jusqu'à 6/4. Dans la revue systématique de Tan (4), plus de la moitié des patients pouvaient bénéficier d'une vision supérieure à 6/18 après une OOKP.

COMPLICATIONS POSSIBLES ET LEUR PRISE EN CHARGE

Les chirurgiens, ainsi que les ophtalmologues prenant part à l'intervention, doivent être conscients des complications possibles, car leur identification précoce et un traitement approprié peuvent améliorer les taux de survie de l'OOKP. Au cours de la première étape de l'intervention, on peut rencontrer une cornée très fine ou perforer la cornée accidentellement, nécessitant une greffe lamellaire ou complète de la cornée du donneur. La nécrose ultérieure de la greffe de la muqueuse buccale peut nécessiter des procédures de greffe supplémentaires. Au

cours du prélèvement du bloc ostéo-dentaire, des complications telles que fistule oromaxillaire, fracture de la mandibule et lésions des dents adjacentes peuvent survenir. Une force exercée excessive, ou une surchauffe lors du perçage, peut casser la dentine ou endommager le ligament dento-alvéolaire (7). Lorsque la lamina se trouve dans la poche sous-cutanée, une résorption de la dentine, une infection osseuse ou un relâchement du cylindre optique peuvent survenir. Si cela se produit, l'implant doit être explanté et traité avant la suite de la procédure. Si la dent ne peut pas être adaptée, une deuxième dent doit être prélevée pour être implantée dans l'œil. Au cours de l'étape 2, des saignements intravitréens de l'iris peuvent survenir, mais ils disparaissent généralement spontanément après l'opération. L'hémorragie suprachoroïdienne expulsive est une complication rare, mais dévastatrice; en abaissant la pression intraoculaire (PIO) avant la trépanation du globe et en abaissant la pression artérielle systémique, ce risque peut être réduit.

Les complications postopératoires précoces incluent soit une faible PIO, provoquant un décollement de la choroïde, soit une PIO élevée, entraînant une hémorragie expulsive tardive. Une inclinaison ou une décentration du cylindre optique peut survenir, nécessitant une révision.

Les complications postopératoires tardives incluent la fonte ou la prolifération de la membrane buccale. Celles-ci nécessitent une intervention chirurgicale pour restaurer une surface muqueuse intacte ou une découpe si une prolifération excessive recouvre le cylindre optique. La formation de membranes rétroprothétiques, nécessitant une correction au laser YAG, peut également se produire et, dans certains cas, nécessiter un retrait chirurgical. Les complications graves qui menacent la vue comprennent l'endophtalmie postopératoire, le glaucome et le décollement de la rétine (15).

PERSPECTIVES : VERS UNE OOKP SYNTHÉTIQUE ?

La technique de l'OOKP reste très mutilante pour le maxillaire du patient. L'utilisation d'un bloc osseux alvéolo-dentaire autologue n'est pas sans risque de complications et demande au patient des efforts supplémentaires de réhabilitation dento-prothétique à la suite de l'intervention. Il sera donc intéressant de conceptualiser un modèle de prothèse ne nécessitant plus l'utilisation de ce bloc alvéolo-dentaire.

Si nous nous penchons sur l'aspect plus «cellulaire» du modèle, une piste de recherche concernerait l'étude de la régénération du ligament parodontal, en apprendre davantage sur les mécanismes cellulaires et biochimiques mis en place lors de l'interaction ligament parodontal/muqueuse buccale, pour, *in fine*, ne plus avoir recours à l'extraction de la dent et de ses tissus de soutien.

La régénération du ligament parodontal nécessite une chorégraphie d'étapes très complexes qui ont déjà fait l'objet de maintes études. L'une d'entre elles (16), réalisée sur des dents extraites, démontre la possibilité de régénérer le ligament alvéolaire *in vitro* quand celui-ci est plongé dans un milieu adéquat (notamment de la phosphatase alcaline) et que les cellules peu différenciées du ligament sont capables de se différencier en toutes les cellules du parodonte.

Si nous nous penchons sur l'aspect «physique» de la lamina dentaire, un des principes qui explique le succès de l'OOKP est le fait que les pores osseux assurent la fixation du tissu de soutien. Un analogue «synthétique» de cette structure rendrait l'OOKP plus facile à réaliser et plus répandue, tout en laissant plus de liberté dans la conception de l'optique et du cadre de support.

S'il est important de poursuivre le développement de cadres de support poreux à base de

polymères pour les kératoprothèses pouvant soutenir l'intégration cellulaire, une approche plus pragmatique d'une «OOKP synthétique» consisterait à rechercher d'autres analogues inorganiques poreux de la lamina dentaire. Par exemple, les squelettes de corail et les épines d'oursins possèdent une géométrie très similaire à l'os. La littérature concernant l'intégration de squelette corallien dans le corps humain est très positive, notamment en pratique chirurgicale orale et maxillo-faciale. Les tissus durs et le tissu conjonctif mou pénètrent rapidement dans les pores et les canaux et y restent en bonne santé (17). Les matériaux inorganiques poreux dérivés du milieu marin offrent donc un moyen pratique et potentiellement efficace de devenir une OOKP synthétique.

Trouver des matériaux inertes non bioactifs bien connus pour leur biocompatibilité et leur résistance à la corrosion pourrait aussi être une piste à explorer, comme l'oxyde de titane (18), l'oxyde d'alumine (19) ou le zirconium (20). Selon une récente étude publiée en août 2019 (21), un alliage titane/graphène montre des résultats très prometteurs en termes de stabilité chimique, de biocompatibilité et de durée de vie, sans provoquer d'inflammation locale.

CONCLUSION

L'ostéo-odonto-kératoprothèse (OOKP) est une forme unique de kératoprothèse impliquant l'ablation chirurgicale de la racine d'une dent et l'os alvéolaire environnant du patient, qui sont ensuite utilisés pour concevoir une lamina ostéo-dentaire dans laquelle un cylindre optique est incorporé. La procédure chirurgicale de l'OOKP est efficace et capable de résister aux environnements oculaires très hostiles rencontrés dans les cas de syndrome de Stevens-Johnson, de pemphigoïde, de brûlures chimiques, de trachome et de défaillance de greffe cornéenne multiple. Bien qu'efficace, la procédure actuelle est complexe et longue, vu les nombreux temps opératoires. Elle implique, en outre, le sacrifice de structures orales. Il est donc utile d'imaginer un concept de prothèse cornéenne ne nécessitant plus l'ablation d'un bloc ostéo-dentaire. L'imagination d'une prothèse mimant de manière la plus précise qui soit le bloc ostéo-dentaire responsable du succès de l'intervention, tant au niveau architectural que moléculaire, limitera sans aucun doute le caractère agressif et la complexité de cette intervention.

BIBLIOGRAPHIE

1. Dandona L, Naduvilath T, Janarthanan M, et al. Survival analysis and visual outcome in a large series of corneal transplants in India. *Br J Ophthalmol* 1997;**81**:726-31.
2. Liu C, Okera S, Tandon R, et al. Visual rehabilitation in end-stage inflammatory ocular surface disease with the osteo-odontokeratoprosthesis: results from the UK. *Br J Ophthalmol* 2008;**92**:1211-7.
3. Chirila TV, Hicks CR. The origins of the artificial cornea: Pellier de Quengsy and his contribution to the modern concept of keratoprosthesis. *Gesnerus* 1999;**56**:96-106.
4. Tan A, Tan DT, Tan XW, Mehta JS. Osteo-odonto keratoprosthesis: Systematic review of surgical outcomes and complication rates. *Ocul Surf* 2012;**10**:15-25.
5. Avadhanam VS, Smith HE, Liu C. Keratoprostheses for corneal blindness: a review of contemporary devices. *Clin Ophthalmol* 2015;**9**:697-720.
6. Strampelli B. Osteo-odonto keratoprosthesis. *Ann Ottalmol Clin Ocul* 1963;**89**:1039-44.
7. Hille K, Grabner G, Liu C, et al. Standards for modified osteo-odonto-keratoprosthesis (OOKP) surgery according to Strampelli and Falcinelli: the Rome-Vienna Protocol. *Cornea* 2005;**24**:895-908.
8. Falcinelli G, Falsini B, Taloni M, et al. Modified osteo-odonto-keratoprosthesis for treatment of corneal blindness: long-term anatomical and functional outcomes in 181 cases. *Arch Ophthalmol* 2005;**123**:1319-29.
9. Tan DT, Tay AB, Theng JT, et al. Keratoprosthesis surgery for end-stage corneal blindness in Asian eyes. *Ophthalmology* 2008;**115**:503-10.
10. Zarei-Ghanavati M, Vasquez-Perez A, Shalaby Bardan A, et al. The Osteo-odonto-keratoprosthesis to restore vision after severe dog bite injury. *J Curr Ophthalmol* 2018;**31**:238-41.
11. Netland PA, Terada H, Dohlman CH. Glaucoma associated with keratoprosthesis. *Ophthalmology* 1998;**105**:751-7.
12. Kaur J. Osteo-odonto keratoprosthesis: Innovative dental and ophthalmic blending. *J Indian Prosthodont Soc* 2018;**18**:89-95.
13. Liu C, Paul B, Tandon R. The osteo-odonto-keratoprosthesis (OOKP). *Semin Ophthalmol* 2005;**20**:113-28.
14. Tandon R, Herold J, Thorp S, et al. Results of the osteo-odonto-keratoprosthesis (OOKP) in severe inflammatory eye diseases. Experience from the United Kingdom. Proceedings of the 5th KPro-8th IOSS Joint Meeting, Miami, Florida, 9-10 May 2003. *Anales Del Instituto Barraquer. Br J Oral Maxillofac Surg* 2009;**47**:e19
15. Hughes EH, Mokete B, Ainsworth G, et al. Vitreoretinal complications of osteo-odonto keratoprosthesis surgery. *Retina* 2008;**28**:1138-45.
16. Iwata T, Mino C, Kawata T. In vitro proliferation of periodontal ligament-like tissue on extracted teeth. *Arch Oral Biol* 2017;**75**:31-6.
17. Ouhayoun JP, Shabana AHM, Isshakian S, et al. Histological evaluation of a natural coral skeleton as a grafting material in miniature swine mandible. *J Mater Sci Mater Med* 1992;**3**:222-8.
18. Kim TI, Han JH, Lee IS, et al. New titanium alloys for biomaterials: a study of mechanical and corrosion properties and cytotoxicity. *Biomed Mater Eng* 1997;**7**:253-63.
19. Miller WS, Zhuang L, Bottema J, et al. Recent development in aluminium alloys for the automotive industry. *Mater Sci Eng A* 2000;**280**:37-49.
20. Xu J, Bai XD, Jiu A, et al. Effect of yttrium ion implantation on aqueous corrosion resistance of zircaloy-4. *J Mater Sci Lett* 2000;**19**:1633-35.
21. Li Z, Goh TW, Yam GH, et al. A sintered graphene/titania material as a synthetic keratoprosthesis skirt for end-stage corneal disorders. *Acta Biomater* 2019;**94**:585-96.

Les demandes de tirés à part doivent être adressées au Dr P. Grobet, Service de Chirurgie plastique et maxillo-faciale, CHU Liège, Belgique.
Email : Paul.grobet@student.uliege.be