



Thèse

2012

Public access

This version of the publication is provided by the author(s) and made available in accordance with the copyright holder(s).

Reconstruction orbitaire post traumatique par grilles en titane préformées et non préformées

Momjian, Armen Yves

How to cite

MOMJIAN, Armen Yves. Reconstruction orbitaire post traumatique par grilles en titane préformées et non préformées. Doctoral Thesis, 2012. doi: 10.13097/archive-ouverte/unige:107262

This publication URL: <https://archive-ouverte.unige.ch/unige:107262>

Publication DOI: [10.13097/archive-ouverte/unige:107262](https://doi.org/10.13097/archive-ouverte/unige:107262)

© This document is protected by copyright. Please refer to copyright holder(s) for terms of use.

Last deposit update in Archive ouverte UNIGE on 15.03.2023 09:32

Section de *médecine Clinique*
Département de Chirurgie
Service de Chirurgie Maxillo-Faciale et de Chirurgie Buccale

Thèse préparée sous la direction du Professeur Paolo Scolozzi

**" RECONSTRUCTION ORBITAIRE POST TRAUMATIQUE
PAR GRILLES EN TITANE PREFORMEES ET NON
PREFORMEES "**

Thèse
présentée à la Faculté de Médecine
de l'Université de Genève
pour obtenir le grade de Docteur en médecine
par

Armen MOMJIAN
de

Lancy(GE)

Thèse n° 10660

Genève

2012

TABLE DES MATIERES

Préambule.....	page 3
Titre, coordonnées des auteurs.....	page 7
Résumé en français.....	Page 9
Résumé en anglais.....	Page 10
Introduction.....	Page 11
Patient et méthodes.....	Page 11
Résultats.....	Page 13
Discussion.....	Page 14
Références.....	Page 16
Légendes et figures par ordre d'apparition dans le texte.....	Page 18
Tableaux en annexe	

Préambule :

Les fractures orbitaires représentent une pathologie très fréquente qui se rencontrent dans presque la moitié des traumatismes crânio-maxillo-faciaux. Les étiologies principales restent le sport, les accidents de la voie publique et les agressions qui deviennent aux Hôpitaux Universitaires de Genève, l'origine la plus fréquente. Ces fractures peuvent être soit isolées ou combinées avec des fractures des os adjacents comme dans le cas des fractures orbito-malaires ou naso-orbito-ethmoïdiennes. Il existe un spectre de gravité étendu allant de la simple fracture linéaire, non déplacée, qui peut être traitée conservativement jusqu'aux fractures plus complexes et/ou comminutives touchant les quatre parois orbitaires. Lors de la prise en charge de ces lésions, la restitution primaire de la morphologie dans les trois axes, soit horizontal, vertical et transverse est un principe incontournable pour une reconstruction orbitaire aussi bien d'un point de vue esthétique que fonctionnel. Ce point est également primordial lors de l'existence de larges défauts osseux qui emportent plus d'une paroi orbitaire et engendrent des reconstructions qui demeurent des interventions difficiles dans la majorité des cas. La reconstruction anatomique de ces dernières reste un déficit chirurgical majeur, et les séquelles aussi bien esthétiques que fonctionnelles peuvent s'avérer très handicapantes et incluent l'altération de l'acuité visuelle, la diplopie, l'hypoesthésie du nerf infra-orbitaire et l'énophtalmie, définie comme une différence de plus de 2 mm de projection des deux globes oculaires dans le sens antéro-postérieur. Bien qu'encore actuellement il n'y ait pas de consensus international sur le matériel à utiliser pour les reconstructions orbitaires, l'objectif final doit être la restitution *ad integrum* du volume pré-opératoire, mais également l'obtention de la morphologie la plus proche que possible de celle présente avant le traumatisme. Le geste de reconstruction est réalisé en anesthésie générale. Le choix d'une voie d'abord dans la reconstruction du plancher orbitaire fracturé doit permettre l'abord de la totalité du foyer de fracture et la mise en place d'un matériau de reconstruction

adapté à la fracture. La voie coronale ou bitemporale seule expose la quasi totalité de cette paroi et reste réservée au trauma de grande ampleur alors que la voie transcaronculaire expose largement la paroi médiale, sans cicatrice visible contrairement aux techniques transcutanées classiques subciliaire ou sous ciliaire. Elle peut être combinée à un abord transconjonctival pour étendre le champ de vision à l'ensemble de la paroi interne et au plancher orbitaire. Les voies d'abord utilisées pour les cas étudiés ont été un abord transconjonctivale et ou transcaronculaire combiné. Dans ce cas de figure la conjonctive est incisée, au bistouri électrique, dans le sillon entre la caroncule et le pli sémi-lunaire. Elle est prolongée dans le cul-de sac conjonctival sur environ 20 mm en direction de la commissure palpébrale latérale. La dissection sous-conjonctivale, aux ciseaux de Stevens, est poursuivie en profondeur et médialement en suivant un plan naturel et avasculaire en direction de la crête lacrymale postérieure derrière le muscle de Horner. Le périoste est incisé en arrière de cette crête. La dissection en sous-périosté de la périorbite est menée médialement jusqu'à l'insertion du muscle oblique inférieur qui est coagulé et sectionné sur le rebord orbitaire inférieur. La reconstruction est entreprise après exposition de toute la fracture et après désincarcération du tissu périorbitaire. Historiquement la greffe de calvarium utilisée lors de reconstruction post traumatique et popularisée par Manson est employée de longue date et ce avec un taux de succès variable. Devant l'existence d'une résorption osseuse imprédictible le développement de technique de fixation rigide s'est accéléré avec notamment l'apparition de grilles de titane. A la fin des années 80 l'usage de grilles non préformée en métal a été popularisé initialement pour stabiliser le greffon osseux. L'évolution s'est alors faite vers la seule mise en place de grille avec la démonstration par des études de l'existence de bons résultats et d'un faible pourcentage de complication. Plusieurs type de métaux comme le vitallium, le tantalum et le titane ont été alors utilisés et décrits pour ces grilles. Bien que la greffe d'os autologue soit toujours considérée comme le « gold standard » par beaucoup

de chirurgiens maxillo-faciaux, la littérature est abondante de techniques utilisant une myriade de substituts osseux aux avantages et désavantages déjà largement discutés et documentés. Cependant la solution idéale qui devrait être une reconstruction anatomique du défaut osseux par une greffe d'os autologue reste une chimère mais sera peut-être possible dans le futur par l'emploi de « bone tissue engineering » combinée avec des techniques assistées par ordinateur. En attendant une solution idéale, la correction tri dimensionnelle de telle atteinte avec des implants qui peuvent être adaptés et individualisés est réalisable. L'utilisation de grille en titane est devenue de plus en plus populaire pour les reconstructions avec notamment des résultats encourageants prouvant leur plus grande efficacité face au greffe osseuse lors de reconstruction post traumatique spécialement dans les régions postéro-médiale comme décrit dans de nombreuses études. Les grilles en titane ont également évoluées pour devenir plus spécifiques et mieux adaptées, ce qui facilite leur manipulation de même que leur insertion lors de fractures complexes. Deux techniques ont principalement été décrites pour reconstruire les défauts osseux de l'orbite à l'aide de grille en titane. La première est d'employer des grilles qui sont découpées et modelées durant l'intervention pour s'adapter au cône de l'orbite, geste facilité depuis 2003 par l'introduction de grille en forme d'entonnoir qui modifient considérablement les manipulations per-opératoire. La seconde technique est l'emploi de grilles en titane que l'on préforme avant l'intervention chirurgicale. Cette procédure utilisée pour la réparation des orbites a le grand avantage que la découpe de la grille soit à l'exacte dimension et respecte la configuration du défaut osseux orbitaire. Les grilles sont préformées individuellement et sur mesure d'après une cavité orbitaire reproduite par stéréolithographie et grâce à l'utilisation d'une planification programmée par ordinateur. Elles sont ensuite mises en place par navigation. Il est indéniable qu'une telle approche contribue à la réalisation de reconstruction plus précise du défaut osseux orbitaire et améliore les chances d'éviter l'apparition secondaire d'énophtalmie. L'introduction

récente de grilles préformées en titane semble représenter actuellement la solution la plus adaptée pour recréer la configuration la plus anatomique possible de l'orbite de même que le volume le plus proche de la réalité et constitue une 3^{ème} alternative aux autres deux méthodes déjà mentionnées et semble être un bon compromis entre les 2 techniques précédentes. L'avantage le plus remarquable de ce type de matériel est qu'il soit préformé dans les trois axes, D'autres avantages en comparaison aux précédentes approches sont une réduction du temps opératoire avec une diminution du temps nécessaire au modelage de la grille et donc des essais d'insertion de celle-ci, ce qui réduit les lésions des tissus mous environnants. Une réduction des coûts et l'absence d'une plate-forme de navigation par ordinateur sont aussi à relever. Par ailleurs l'augmentation de coût de ce type de matériau par rapport aux anciennes grilles non-préformées reste raisonnable puisque qu'il est de l'ordre de 20 %. Il pourrait exister une 4^{ème} option qui est la fabrication d'implant alloplastiques dessinés par ordinateur adaptés sur mesure. Ces implants appelés « Patient Specific Implants » (PSI) ont déjà littéralement révolutionné l'approche et la conceptualisation des cranioplasties complexes. L'avantage principal est que ces implants préalablement sont taillés sur mesure aux dimensions exactes du défaut osseux et basés sur les modèles individuels tridimensionnels. Cela permet une réduction du temps opératoire aussi bien que le taux de modifications intra-opératoire augmentant ainsi la stabilité et rendant un effet cosmétique et fonctionnel incomparable. En conclusion l'emploi de grilles en titane, notamment préformées, permet de reproduire au plus près la morphologie de l'orbite et de conserver le volume du cadre orbitaire osseux grâce à une technologie au maniement aisé pour le praticien et qui peut s'adapter dans son utilisation à d'autres supports comme des modèles tridimensionnels de crâne ou des méthodes de navigations permettant ainsi de mieux positionner et planifier les interventions et offrir ainsi de meilleurs résultats aux patients. Actuellement ce type d'implant est devenu le principal utilisé dans notre service.

Reconstruction orbitaire post traumatique par grilles en titane préformées et non préformées

A. Momjian J. Heuberger **, P. Scolozzi*

* Service de Chirurgie Maxillo-faciale et de Chirurgie Buccale,
Département de Chirurgie, Hôpitaux Universitaires de Genève,
1211 Genève – Suisse

** Département d’Imagerie et des Sciences de l’Information Médicale,
Hôpitaux Universitaires de Genève,
1211 Genève – Suisse

Correspondance : A. Momjian

Service de Chirurgie Maxillo-faciale et de Chirurgie Buccale, Département de
Chirurgie, Hôpitaux Universitaires de Genève, 1211 Genève – Suisse

Tél. : ++41223728002

Fax : ++41223728005

Email : Armen.Momjian@hcuge.ch

Les auteurs n’ont bénéficié d’aucun support financier pour ce travail et n’ont pas d’intérêt financier ou commercial avec les produits décrits dans l’article.

Résumé

Introduction. Nous avons comparé cliniquement et radiologiquement la précision et la fiabilité de deux types de grilles en titane utilisées pour les reconstructions orbitaires. Les premières étaient des grilles non préformées (GNP) et les secondes étaient préformées industriellement dans les trois axes (GP).

Patients et méthodes. Les deux groupes étaient constitués de 15 patients. Le volume de chaque orbite a été calculé à partir de coupes TDM coronales à l'aide du logiciel d'analyse d'image OsiriX Medical Image software (version 3.3.2, www.osirixviewer.com). Les autres paramètres étudiés rétrospectivement ont été : le sexe, l'âge, la distribution des fractures et les complications (diplopie et enophtalmie).

Résultats. Le volume orbitaire entre le côté reconstruit et le côté sain n'était pas significativement différent dans chaque groupe (GP : $p = 0,200$, GNP : $p = 0,991$). La moyenne des volumes orbitaires reconstruits n'était pas significativement différente dans chaque groupe (GNP = 21,76 cm³, GP = 20,28 cm³, $p = 0,441$). Un patient a été réopéré à cause d'une diplopie postopératoire. Il n'y a pas eu d'enophtalmie clinique postopératoire.

Discussion. La restauration du volume orbitaire, mesurée par le logiciel OsiriX, est la même avec des plaques en titane préformées ou non.

Mots clés : fracture orbitaire, titane, mesure de volume, grilles

Summary

Aim. We compared, clinically and radiologically, the accuracy and reliability of two types of titanium mesh plates used for orbital reconstruction. The first were nonpreshaped mesh plates (NPMP) and the second were three-dimensionally preformed mesh plates (PMP).

Methods. Two groups were created, each including 15 patients treated with NPMP and the second formed by 15 patients treated with PMP. The volume of each orbit was computed from coronal CT scans using the OsiriX medical imaging software (version 3.3.2, www.osirix-viewer.com). Measurements were done for both, healthy and reconstructed sides. The other studied parameters were: sex, age, fracture distribution, and complications (diplopia and enophthalmia).

Results. The orbital volume difference between the reconstructed and the healthy contralateral side was not statistically significant in either group (NPMP: $p=0.991$ PMP: $p=0.200$). The mean orbital volume of reconstructed orbits was not statistically significant in either group (NPMP: 21.76 cm³ and PMP: 20.28 cm³, $p=0.441$).

Discussion. There is no difference in orbital volume reconstructions measured by the OsiriX software between non-preshaped and three-dimensionally preformed titanium mesh plates.

Keywords: orbital fractures, volume measurement, titanium, surgical mesh.

Introduction

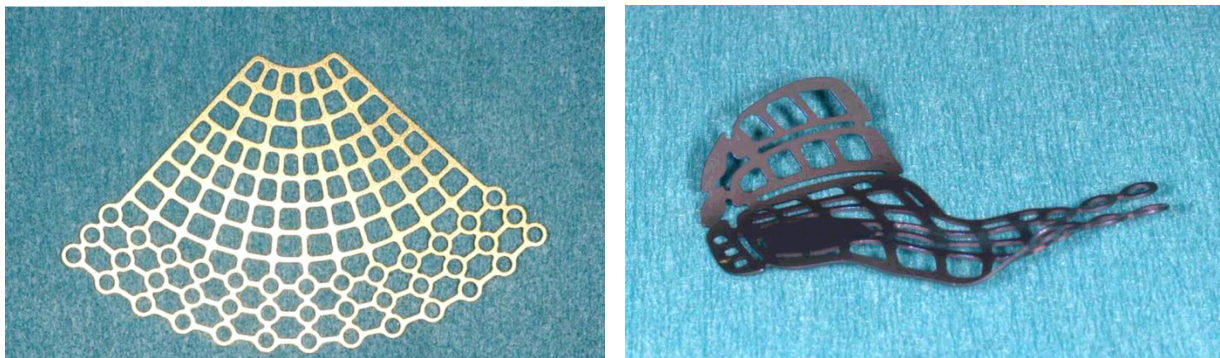
Les fractures orbitaires sont très communes. Elles se retrouvent dans presque la moitié des traumatismes cranio-maxillo-faciaux. Bien qu'il n'y ait toujours pas de consensus international sur le matériel à utiliser pour les reconstructions orbitaires, l'objectif doit être la restitution ad integrum du volume et de la morphologie préopératoire [1-6]. Nous avons comparé rétrospectivement cliniquement et radiologiquement la précision et la fiabilité de deux types de grille en titane utilisée pour les reconstructions orbitaires. Les premières étaient des grilles non préformées (GNP) et les secondes étaient préformées industriellement dans les trois axes (GP).

Patients et méthodes

Patients : Chaque groupe (grille en titane préformée (GP) versus non préformée (GNP)) comprenait 15 patients (fig. 1). Les patients des deux groupes étaient distincts et traités sur deux périodes successives. L'étude a été rétrospective. Les critères d'inclusion étaient :1) la présence d'une fracture de type « blow-out » isolée et unilatérale 2) un défaut osseux de plus de 2 cm² et/ou une incarceration 3) une orbite controlatérale saine 4) pas d'antécédents de traumatisme orbitaire 5) des patients de plus de 16 ans et consentants. 6) un suivi minimum de 6 mois. Tous les patients ont été évalués avant et après l'intervention par un bilan ophtalmologique complet incluant un test orthoptique de Hess et Lancaster et une mesure de l'enophtalmie par un exophtalmomètre de Hertel. Les grilles du groupe GP étaient de taille large ou petite, d'une épaisseur de 0,4 mm (Synthes, CH 4436 Oberdorf Switzerland®). Celles du groupe GNP mesuraient 0,3 mm (Synthes, CH 4436 Oberdorf Switzerland®). La qualité du positionnement des grilles a été évaluée après l'intervention cliniquement et par un scanner. Le

volume de chaque orbite a été calculé à partir des coupes coronales à l'aide du logiciel OsiriX. Les autres variables prises en compte ont été l'âge, le sexe, la localisation de la fracture et les complications. Les complications mineures étaient celles ne nécessitaient pas de traitement chirurgical : hypoesthésie du nerf infra-orbitaire, diplopie dans le regard extrême. Les complications majeures requérant une reprise chirurgicale incluait : une diplopie interférant avec la vie quotidienne, une énoptalmie de plus de 2 mm mesurée par un Hertel et la diminution de l'acuité visuelle.

Figure 1 :



(A) grille orbitaire en titane non pré-formée

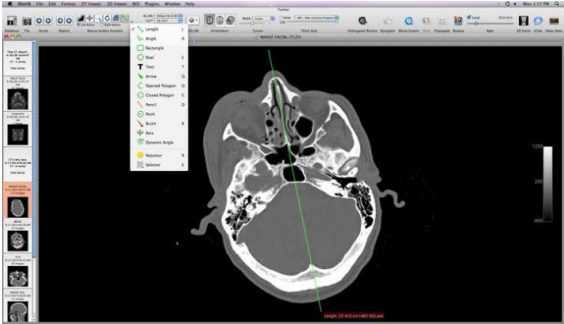
(B) grille orbitaire en titane préformée

Technique chirurgicale : Les interventions ont été effectuées en anesthésie générale, avec à l'induction un traitement antibiotique intraveineux (amoxicilline 1g ou amoxicilline et acide clavulanique 1,2g). L'abord a été une voie trans-conjonctivale, ou une voie combinée dans les fractures de la paroi médiale. La taille des grilles préformées a été choisie en fonction de l'évaluation tomодensitométrique. Dans un petit nombre de cas elles étaient retouchées pour adapter les berges. Les modèles non préformés, choisis sur les mêmes critères ont été découpés puis configurés manuellement dans les 3 axes pour reproduire au mieux l'anatomie orbitaire. Les fractures ont été exposées de manière circonférentielle après désincarcération de la péri-

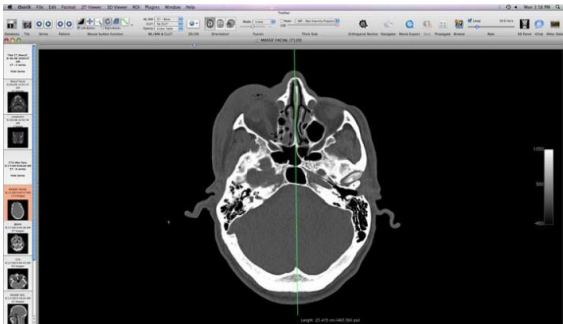
orbite. La grille était insérée par sa partie médiale puis adaptée en position adéquate et fixée au rebord orbitaire par une ou deux vis mono-corticales (longueur : 6 mm, diamètre : 1,3 mm). Les grilles utilisées pour la paroi médiale n'étaient pas fixées. Un test de duction forcée assurait de la complète libération des tissus et de la mobilité latérale et médiale de l'oeil. La périorbite était suturée au périoste au Vicryl 5.0, la conjonctive et la caroncule par un surjet de Maxon 6.0.

Analyse des volumes orbitaires assistée par ordinateur : Le scanner a été systématique avant et après l'intervention. Les images ont été réalisées avec un CT-scan 64-slice (Sensation 64; Siemens Erlangen, Germany; 120 kV; 240 mA s; 2 x 32 detectors; increment, 0.7 mm; collimation, 64 x 0.6; slice thickness, 1 mm; matrix, 512 x 512 pixels; and gantry tilt, 0 degree) ou un CT-scan 16-slice (Medical Systems MX 8000; Philips BEST, the Netherlands; 120 kV; 180 mA s; 16 detectors; increment, 0.75 mm; collimation, 6 x 0.75; slice thickness, 1.5 mm; matrix, 512 x 512 pixels; and gantry tilt, 0 degree). Les images au format DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine) ont été analysées avec le logiciel OsiriX Médical Image software (Version 3.3.2 www.osirix-viewer.com) à l'aide d'un iMac (Apple Computer, Inc, Cupertino, California, USA www.apple.com). Le volume postopératoire de l'orbite atteinte a été comparé à celui de l'orbite controlatérale. Les détails de la technique utilisée dans cette étude pour le calcul des volumes orbitaires ont été décrits précédemment (fig. 2).

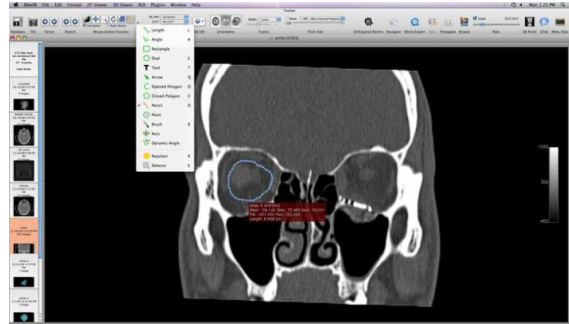
Figure 2 :



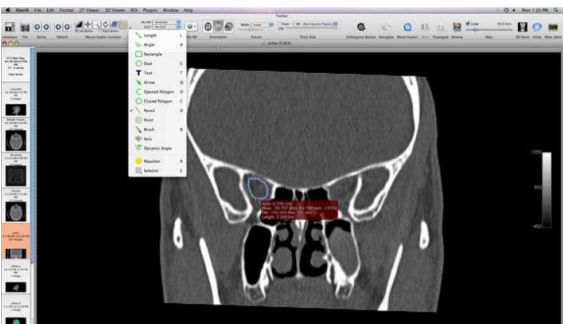
(A) réaxer le CT



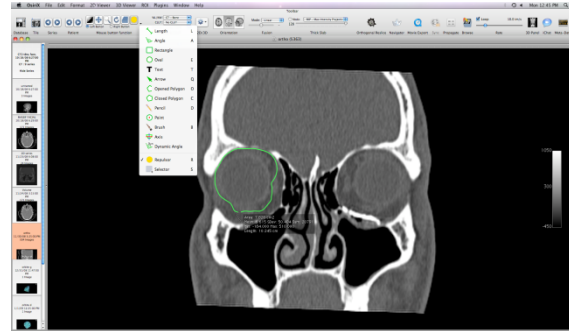
(B) CT réaxé



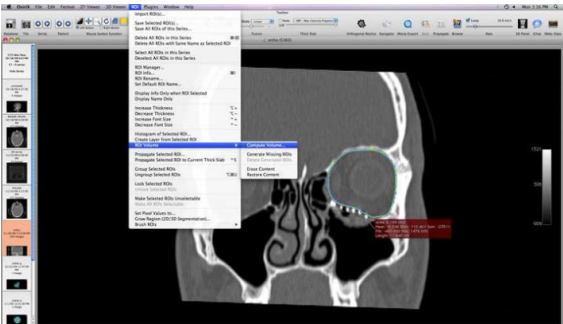
(C) limite antérieure des ROI



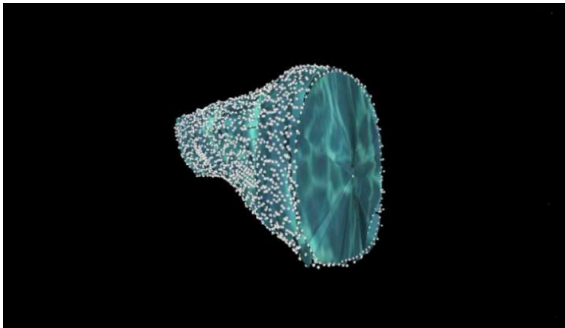
(D) limite postérieure des ROI



(E) application des ROI aux paroi orbitaires



(F) génération du volume



(G) volume final

Analyse statistique : Le volume orbitaire entre le côté reconstruit et le côté sain a été comparé par test de Student (test-t) dans les deux groupes, à l'aide du programme SPSS (Windows, version 12.0, SPSS Inc., Chicago, IL). Le seuil de significativité retenu était $p < 0,05$.

Résultats

11/15 patients du groupe GNP présentaient une fracture du plancher de l'orbite, 3 une fracture de la paroi interne et 1 une fracture de la paroi interne et du plancher. Il s'agissait de 5 femmes et 10 hommes et leur âge variait de 19 à 88 ans (moyenne : 38 ans). Le suivi s'est effectué sur une période s'étalant de 6 à 12 mois. L'acuité visuelle a été testée avant l'intervention et n'a pas varié en postopératoire. Il n'y a eu aucune complication postopératoire immédiate ou tardive. Le volume des orbites reconstruites correspondaient à ceux des orbites controlatérales avec une variation maximum de $-1,35 \text{ cm}^3$ à $1,85 \text{ cm}^3$.

Le groupe GP comptait 10 fractures isolées du plancher de l'orbite, 5 fractures combinées de la paroi interne et du plancher. Il s'agissait de 5 femmes et de 10 hommes dont l'âge variait de 16 à 92 ans (moyenne : 41,5 ans). Le suivi a varié de 6 semaines à 9 mois. Il n'y a pas eu de complications mineures. Un patient a rapidement développé une limitation mécanique dans le regard vertical avec diplopie. Le matériel a été déposé à six semaines, sans complications. Aucune incarceration tissulaire n'a été mise en évidence pendant le geste et le patient a récupéré de sa diplopie en quelques semaines. Les 4 enopthalmies préopératoires ont été corrigées. 7/10 diplopies préopératoires ont été corrigées dans le groupe GP et 7/8 dans le groupe GNP (tableau 1).

Tableau 1 : énophtalmie et diplopie dans les groupes GNP et GP

	Groupe NP		Groupe P	
	Pré-op	Post-op	Pré-op	Post-op
Enophtalmie	2	0	2	0
Diplopie	10	3	8	1

Les différences de volumes dans le groupe GP ont varié entre -2,19 cm³ et +2,5 cm³. Le volume reconstruit n'était pas statistiquement différent du volume de l'orbite saine (Tableau 2 et 3). Le volume moyen de l'orbite reconstruite n'était pas statistiquement différent dans les deux groupes (GNP = 20,27 cm³ vs GP = 21,75 cm³).

Tableau 2 : analyse volumétrique orbitaire comparative: Côté reconstruit versus côté sain dans les groupes GP et GNP

Groupe	n	Côtés sains (Moyenne cm³)	Côtés reconstruits (Moyenne cm³)	Moyenne	Ecart-type	P-valeur
GNP	15	21.7527	21.7567	0.0040	+/- 1.4260	0.991*
GP	15	20.6233	20.2787	0.3446	+/- 0.9935	0.200*

Note: * différence non-statistiquement significative ($P > 0.05$)

Tableau 3 : analyse des volumes orbitaires reconstruits : groupe GNP versus groupe GP

Groupe	n	Moyenne (cm ³)	Moyenne	Ecart-type	P-valeur
GNP	15	21.7567	1.1333	+/- 5.53584	0.4411*
GP	15	20.2787			

Note: * différence non-statistiquement significative ($P>0.05$)

Discussion

Aucune étude n'a évalué l'efficacité et la précision de la reconstruction volumétrique par grille en titane. Ce travail nous a permis de comparer, via un logiciel d'analyse d'images, deux techniques de reconstruction orbitaire (par grilles préformée et non préformée), en évaluant le volume osseux orbitaire. Quel que soit le type de grille, la différence de volumes est minime et dans la norme, avec une variabilité de 0 à 8 % comme pour une orbite saine. Le taux de complications a été faible. Les résultats fonctionnels et esthétiques ont été bons avec les deux types de grille. La qualité de la reconstruction avec une grille non préformée dépend fortement de la dextérité du praticien pour l'adapter à la morphologie orbitaire. Elle est fonction de sa capacité à visualiser la géométrie de l'orbite et de son habileté à tailler la grille. Ce travail a été simplifié depuis 2003 avec les grilles en forme d'entonnoir [4, 5]. Les grilles en titane préformées sur mesure ont été décrites pour la première fois par Metzger [6]. Les grilles sont confectionnées sur mesure après reproduction stéréolithographique de la cavité orbitaire et elles sont mises en place par navigation. Mais cette méthode et la planification préopératoire sont très onéreuses. Et les moyens actuels d'imagerie et de stéréolithographie peinent à fournir une réplique conforme des

parois orbitaires très fines. Une telle approche contribue à une reconstruction plus précise et réduit le risque d'énophtalmie secondaire. Notre étude montre que les grilles en titane industriellement préformées sont un bon compromis à ces deux techniques. Ces grilles recréent la configuration anatomique et le volume de l'orbite. En particulier le renflement retro bulbaire déjà dessiné semble jouer un rôle crucial dans le support et la projection du globe oculaire, afin de prévenir une énophtalmie. Bite [7] a été le premier en 1985 à évaluer les changements de volumes orbitaire par scanners 3D. Il évaluait le degré d'énophtalmie après des fractures de la paroi interne ; il a démontré le rôle clé joué par l'augmentation du volume osseux comparé à la perte de volume de tissu périorbitaire dans la genèse d'énophtalmie postopératoire [8, 9]. Pour Manson le déplacement du cône musculaire est impliqué dans la création d'une énophtalmie [10]. Mais des études IRM montrent que la graisse péri-orbitaire est souvent réduite dans les énophtalmies post-traumatiques [9]. L'augmentation du volume osseux orbitaire semble être corrélée de manière linéaire avec le développement et le degré d'énophtalmie, plus que les modifications du volume de la graisse périorbitaire [11-13]. Dolynchuck a montré qu'une énophtalmie survient après une augmentation de 5 à 10 % du volume de l'orbite [14]. La grille préformée fait gagner du temps opératoire en réduisant le temps de modelage et le nombre d'essais de positionnement ce qui réduit d'autant les lésions des parties molles mous environnantes. Ces résultats confirment ceux de notre étude préliminaire de 2007 [15]. Les grilles industriellement préformées, arrivées sur le marché en 2007, ont rapidement été adoptées, ce que peut expliquer cette étude. Cette étude ne s'attache qu'au compartiment osseux dans la reconstruction volumétrique de l'orbite. Elle ne tient pas compte des parties molles périorbitaires, qui jouent certainement un rôle crucial dans le développement d'énophtalmie tardive. Ce point reste difficile à évaluer. Ces résultats encourageants nous laissent penser que ce type de grilles pourrait être proposé lors de malformations congénitales ou acquise.

Références

1. Sargent LA, Fulks KD. Reconstruction of internal orbital fractures with Vitallium mesh. *Plast Reconstr Surg* 1991;88:31-8.
2. Sugar AW, Kuriakose M, Walshaw ND. Titanium mesh in orbital wall reconstruction. *Int J Oral Maxillofac Surg* 1992;21:140-4.
3. Gellrich NC, Schramm A, Hammer B, Rojas S, Cufi D, Lagrèze W et al. Computerassisted secondary reconstruction of unilateral posttraumatic orbital deformity. *Plast Reconstr Surg* 2002;110:1417-29.
4. Ellis E 3rd, Tan Y. Assessment of internal orbital reconstructions for pure blowout fractures: cranial bone grafts versus titanium mesh. *J Oral Maxillofac Surg* 2003;61:442-53.
5. Schmelzeisen R, Gellrich NC, Schoen R, Gutwald R, Zizelmann C, Schramm A. et al. Navigation-aided reconstruction of medial orbital wall and floor contour in cranio-maxillofacial reconstruction. *Injury* 2004;35:955-62.
6. Metzger MC, Schön R, Schulze D, Carvalho C, Gutwald R, Schmelzeisen R. Individual preformed titanium meshes for orbital fractures. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2006;102:442-7
7. Bite U, Jackson IT, Forbes GS, Gehring DG. Orbital volume measurement in enophthalmos using three-dimensional Ct imaging *Plast Reconstr Surg* 1985; 75:5026
8. Fan X, Li J, Zhu J, Li H, Zhang D. Computer-assisted orbital volume measurement in surgical correction of late enophthalmos caused by blow out fractures. *Ophthalm Plast Reconstr Surg* 2003;19:207-11.
9. Kolk A, Pautke C, Schott V, Ventrella E, Wiener E, Ploder O, et al. Secondary posttraumatic enophthalmos: High resolution magnetic resonance imaging compared with mutislice computed

tomography in posoperative orbital volume measurement. *J Oral Maxillofac Surg* 2007;65:1926-34.

10. Manson PN, Clifford CM, Su CT, Iliff NT, Morgan R. Mechanisms of global support and posttraumatic enophthalmos: I. The anatomy of the ligament sling and its relation to intramuscular cone orbital fat. *Plast Reconstr Surg* 1986;77:193-202.

11. Charteris DG, Chan CH, Whitehouse RW, Noble JL. Orbital volume measurement in the management of pure blowout fractures of the orbital floor. *Br J Ophthalmol* 1993;77:100-2.

12. Whitehouse RW, Batterbury M, Jackson A, Noble JL. Prediction of enophthalmos by computed tomography after blow out orbital fracture: *Br J Ophthalmol* 1994; 78:618-20

13. Ramieri G, Spada MC, Bianchi SD, Berrone S. Dimensions and volumes of the orbit and orbital fat in posttraumatic enophthalmos. *Dentomaxillofac Radiol* 2000, 29:302-11.

14. Dolynchuk KN, Tadjalli HE, Manson PN. Orbital volumetric analysis: clinical application in orbitozygomatic complex injuries. *J Craniomaxillofac Trauma* 1996;2:56-63

15. Scolozzi P, Jaques B. Computer-aided volume measurement of posttraumatically reconstructed orbits with AO titanium mesh plates: Accuracy and reliability. *Ophthal. Plast. Reconstr. Surg* 2008;24:383-9

Légendes des figures

Figure 1: (A) grille orbitaire en titane non pré-formée, (B) grille orbitaire en titane préformée (Synthes, CH 4436 Oberdorf Switzerland®)

Figure 2: procédure pour réaliser les volumes orbitaires. (A) réaxer le CT scan (B) Ct réaxé (C) limite antérieure des ROI (D) limite postérieure des ROI (E) application des ROI aux parois orbitaires.

Figure 3: procédure pour réaliser les volumes orbitaires (suite). (A) génération du volume (B) volume final.