

Avancées récentes en vision artificielle

F. Becquet

Clinique Sourdis, Nantes

Le développement de prothèses visuelles visant à restaurer une vision fonctionnelle aux patients atteints de dégénérescence rétinienne conduisant à la cécité connaît un renouveau depuis quelques années. Malgré des résultats prometteurs en expérimentation animale, il persiste toujours des obstacles majeurs à franchir avant de pouvoir utiliser chez l'homme ces prothèses visuelles. Ceux-ci sont du domaine de l'ingénierie (miniaturisation, puissance, fonctionnalité), de la biologie (réaction inflammatoire), de la psychophysique (vision pixellisée), ou de la bioingénierie (nouvelles interfaces avec le système nerveux).

Les articles sélectionnés mettent en avant les avancées récentes dans un domaine où, actuellement, le but recherché n'est pas la restauration d'une fonction visuelle normale, mais plutôt la possibilité de pouvoir déchiffrer des textes agrandis ou de se déplacer dans un environnement non familier.

Prothèses neurales pour la vision : cahier des charges d'une interface fonctionnelle entre électrodes et neurones rétiniens

Cette revue, après avoir fait le point sur l'état actuel de la recherche en vision artificielle, se focalise ensuite sur un des éléments clés de celle-ci : l'interface fonctionnelle entre les électrodes de stimulation électrique et les neurones rétiniens. Cette

interface doit être stable, biocompatible et doit convoyer des informations utiles pour le système visuel. Le design de l'électrode est particulièrement important et concerne sa taille, sa nature ainsi que sa répartition au niveau de l'implant. L'électrode ne doit pas être trop fine pour ne pas dépasser un seuil de stimulation entraînant des lésions neuronales. Sa composition en métal précieux comme le platine, l'iridium ou le titane lui permet de résister à la corrosion et de supporter le passage du courant électrique. D'autres paramètres concernant les aspects artificiels et biologiques de cette interface sont abordés. Cette revue permet de replacer dans leur contexte les deux travaux suivants.

Hetling JR, Baig-Silva MS. Neural prostheses for vision: designing a functional interface with retinal neurons. *Neurol Res* 2004;26:21-34.

La microplaquette ASR (Artificial Silicon Retina) dans le traitement de la cécité secondaire aux rétinopathies pigmentaires :

Cette étude a été menée pour vérifier l'innocuité et l'efficacité de la microplaquette ASR implantée dans l'espace sous rétinien chez des patients atteints de rétinopathie pigmentaire au stade terminal. La microplaquette en silicone de 2 mm de diamètre et contenant approximativement 5 000 microélectrodes associées à des micro photodiodes a été implantée dans l'œil droit de six patients, l'œil gauche servant de témoin. L'alimentation énergétique de la microplaquette ASR est fournie naturellement par la lumière incidente. Au cours d'un suivi s'étalant de 6 à 18 mois, toutes les microplaquettes ASR ont fonctionné électriquement. Aucun patient n'a présenté de signe de rejet de l'implant, d'infection, d'inflammation, d'érosion, de néo vascularisation, de décollement de rétine, ou

de migration. Une amélioration uniquement subjective de la fonction visuelle a été notée chez tous les patients et en particulier dans des zones rétinienne à distance de l'implant. L'amélioration subjective comprenait une meilleure perception de la clarté, du contraste, de la couleur, du mouvement, de la forme, de la résolution, et de la taille du champ visuel. Les auteurs concluent que l'amélioration de la fonction visuelle rétinienne à distance du site d'implantation suggère un possible effet de sauvegarde de type neurotrophique à partir de la zone de rétine endommagée par la réalisation de l'implantation sous rétinienne de la microplaquette ASR.

Chow AY, Chow VY, Packo KH, Pollock JS, Peyman GA, Schuchard R. The artificial silicon retina microchip for the treatment of vision loss from retinitis pigmentosa. *Arch Ophthalmol* 2004;122:460-9.

La plaquette synaptique artificielle :

La plaquette synaptique artificielle est un design évolutif d'une interface rétinienne flexible. Elle permet l'induction d'une pousse neurale rétinienne dirigée et la stimulation par neurotransmetteur. Le but de cette nouvelle interface rétinienne est d'améliorer la résolution visuelle d'une prothèse rétinienne électronique en adressant individuellement aux cellules une stimulation physiologique mimant la transmission synaptique. Les auteurs décrivent dans ce travail trois nouvelles approches employées dans le développement de la plaquette artificielle :

– Des microéchantillons de substrats permettant d'orienter la pousse neurale des cellules rétiniennes vers des sites de stimulation individualisés (des électrodes par exemple). Ce système permettrait d'améliorer la sélectivité de la stimulation et de diminuer ainsi les besoins énergétiques associés.

– Un prototype d'interface rétinienne basé sur la délivrance localisée du neurotransmetteur introduit le concept de prothèse chimique. Schématiquement, ce système est constitué d'ouvertures de 5 micromètres dans une membrane de silicone de 5 nanomètres d'épaisseur recouvrant des canaux micro fluidiques et permet la déli-

vrance d'un volume de neurotransmetteur aussi faible de 2 pico litres.

– L'utilisation d'un matériau plus souple afin d'être moins traumatisant pour les tissus rétiens.

Contrairement aux prothèses rétiennes actuellement développées utilisant des matériaux durs et non flexibles ainsi qu'une stimulation électrique de faible résolution,

ce nouveau concept d'implant artificiel synaptique apporte une stimulation rétinienne plus physiologique et plus précise.

Peterman MC, Mehenti NZ, Bilbao KV, Lee CJ, Leng T, Noolandi J et al. The Artificial Synapse Chip: a flexible retinal interface based on directed retinal cell growth and neurotransmitter stimulation. *Artif Organs* 2003;27:975-85.