

La quantification du réflexe vestibulo-oculaire

Partie 1 : électro-oculographie

Qu'est-ce que le réflexe vestibulo-oculaire ou RVO ?

Le réflexe vestibulo-oculaire a pour fonction de stabiliser le regard lors des mouvements de tête. En effet, lors d'un mouvement de la tête, il va induire un mouvement des yeux de même amplitude, de même vitesse mais de direction opposée à celle de la tête.

De manière schématique, on peut considérer que les canaux semi-circulaires du vestibule fournissent des informations relatives aux accélérations angulaires de la tête au système nerveux central qui va alors induire un mouvement oculaire approprié pour maintenir le regard stable.

On note sur la figure 1 que, lors d'une rotation de tête à droite, le canal semi-circulaire horizontal gauche est à l'origine d'une voie d'inhibition des muscles oculomoteurs générant une rotation des yeux à droite et que le canal semi-circulaire horizontal droit est à l'origine d'une voie de stimulation des muscles oculomoteurs générant une rotation des yeux à gauche, l'ensemble induisant bien une rotation des yeux à gauche.

Quels moyens avons-nous pour le quantifier ?

Compte tenu de ce mécanisme, il est logique qu'on utilise depuis de nombreuses années la mesure des mouvements oculaires pour étudier l'intégrité du système vestibulaire. C'est Ewald [1], en 1882, qui, de manière très empirique sur des pigeons, établit la relation entre la direction du déplacement de l'endolymphe du canal semi-circulaire concerné et le mouvement de la tête et des yeux.

Mais l'évaluation du fonctionnement vestibulaire *via* les mouvements oculaires n'est pas aussi simple qu'il y paraît. En effet, les vestibules réagissent à différentes gammes de fréquences de stimulation (c'est-à-dire différentes vitesses angulaires) allant

de la très basse, à la très haute fréquence. On comprend alors la nécessité d'explorer le RVO en ayant recours à différents tests propres à chaque gamme fréquentielle.

Plusieurs de ces tests ont été élaborés depuis de nombreuses années et n'ont cessé de s'améliorer, au gré notamment des avancées technologiques. Nous proposons, ici, de faire un descriptif simple et non exhaustif de techniques et technologies permettant d'explorer le RVO, c'est-à-dire de quantifier le mouvement des yeux lors d'un mouvement de la tête.

Adrien ROBICHON

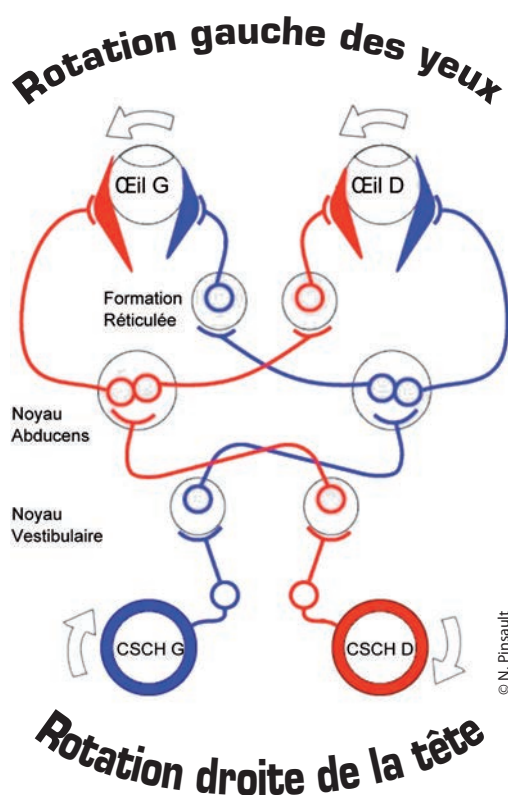
Kinésithérapeute
École de kinésithérapie
CHU de Grenoble (38)

Thierry MISÉRÉ

Kinésithérapeute
Cabinet de rééducation
vestibulaire
Grenoble (38)

Nicolas PINSULT

Kinésithérapeute
Docteur en Ingénierie
pour la Santé
École de kinésithérapie
CHU de Grenoble



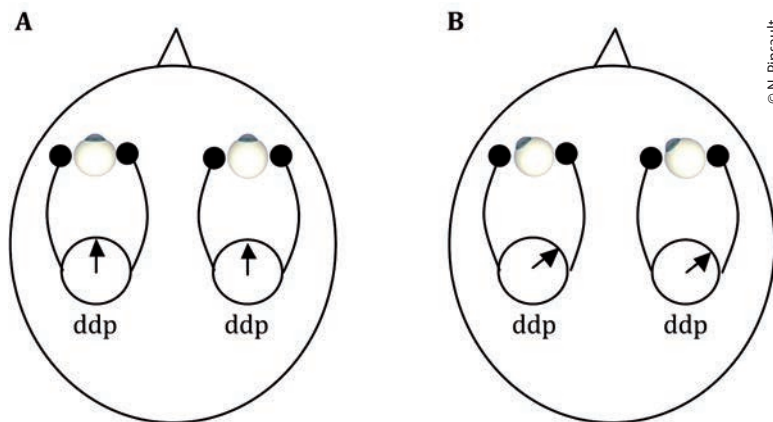
► Figure 1

Représentation schématique du fonctionnement du RVO

La couleur bleue représente une voie d'inhibition
La couleur rouge représente une voie de stimulation
G = gauche - D = droit
CSCH = canal semi-circulaire horizontal

La quantification du réflexe vestibulo-oculaire

Partie 1 : électro-oculographie



► Figure 2

Illustration schématique du recueil du signal EOG (ddp = différence de potentiel)
A- La position des yeux est symétrique par rapport aux électrodes. La ddp est nulle
B- Les yeux tournent à gauche, tête fixe. Une ddp non nulle se crée

Bien que ces techniques ne soient plus toutes nécessairement utilisées à l'heure actuelle, leur description permet de comprendre le processus d'évolution des technologies en réponses aux besoins cliniques.

La technique électro-oculographique ou EOG

■ Principe

Cette technique fut introduite par Schott en 1922, bien que le terme électro-oculographie soit plutôt attribué à Meyers en 1929 (voir [2] pour un historique). Elle consiste à mesurer les différences de potentiels électriques cornéo-rétiniens induits par le mouvement des yeux.

Pour bien comprendre le principe de fonctionnement de cette technique il faut rappeler que, comme tous les organes du corps humain, le système visuel génère des signaux électriques (par le biais de courants ioniques). Ces signaux peuvent être recueillis depuis la surface du corps à l'aide d'électrodes et d'un équipement électronique appelé amplificateur (voir <http://odel.irevues.inist.fr/oeiletphysiologiedelavision/index.php> pour plus de détails).

La figure 2 illustre clairement le principe de recueil du signal électrique renseignant de la position de l'œil. En effet, la cornée de l'œil constitue un pôle électrique positif alors que la rétine constitue un pôle négatif. Une paire d'électrodes encadrant ce

dipôle, on peut donc estimer sa position (donc la position de l'œil) par la variation de potentiel entre les électrodes.

Pour illustration, lorsque l'œil va à gauche, le pôle positif (la cornée) se rapproche d'une électrode alors que l'autre électrode sera plus proche du pôle négatif.

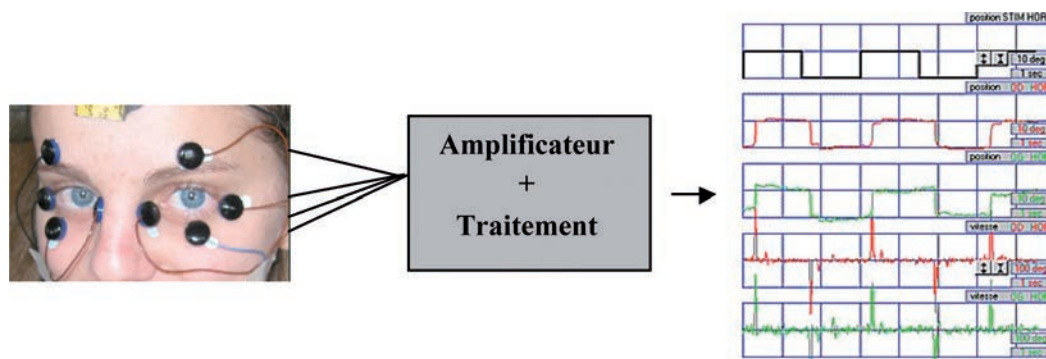
L'exploration du RVO devient alors possible par la mesure du nystagmus spontané ou provoqué. Sur le plan pratique, le clinicien positionne quatre électrodes autour des orbites oculaires du sujet (deux de part et d'autre des cantus internes et externes de l'œil et deux autres centrés sur les bords supérieurs et inférieurs) pour pouvoir obtenir, selon le mécanisme précédemment décrit, la position horizontale et verticale de l'œil en fonction du temps (fig. 3). Pour cela, le signal électrique obtenu est amplifié, puis traité par ordinateur pour obtenir un électro-nystagmogramme, c'est-à-dire une courbe qui renseigne de la position de l'œil dans l'espace en fonction du temps (fig. 3).

Dans les années 1990, une équipe de recherche américaine [3, 4] a proposé de coupler l'EOG à des données accélérométriques renseignant sur les mouvements de la tête. Par ce biais, les cliniciens peuvent obtenir une idée précise des mouvements oculaires en fonction des mouvements de la tête. Cette condition est essentielle pour quantifier le niveau d'intégrité du RVO.

■ Limites

L'EOG présente une bonne résolution temporelle, de l'ordre de 40 Hz [5, 6], mais souffre de plusieurs inconvénients. Le premier d'entre eux est probablement les modalités de mise en application de la technique. En effet, la manipulation d'électrodes à positionner sur le sujet, mais également les procédures d'acquisition et de traitement des données (nécessitant de nombreux branchements électriques) sont relativement fastidieuses et incompatibles avec le temps alloué aux examens dans le cadre d'une utilisation clinique.

Mais le point qui semble le plus problématique est sans aucun doute le fait que l'EOG présente une faible résolution spatiale, autrement dit que cette technique ne permet de connaître la position des yeux dans l'espace que de manière indirecte et imprécise. La précision indiquée par Quéré [6] est de l'ordre de 5°, exceptionnellement 1° dans



► Figure 3

Illustration du recueil d'un électro-oculogramme (source : www.metrovision.fr)

les mouvements horizontaux uniquement, voire même de 10° pour d'autres auteurs [7]. Une étude sur la fiabilité de l'EOG n'a en outre pas permis de démontré sa reproductibilité test-retest [8].

Au cours de la prochaine rubrique, nous aborderons des techniques permettant de s'affranchir en partie de ces contraintes. ✕



BIBLIOGRAPHIE

- [1] Ewald J. *Physiologische untersuchungen uber das endorgan des nervus octavus*. Wiesbaden : Bergman, 1882.
- [2] Trinus K. *Dizziness: etiology, pathogenesis, manifestations*. LITA Corporation.
- [3] O'Leary DP, Davis LL, Kitsigianis GA. Analysis of vestibulo-ocular reflex using sweep frequency active head movements. *Adv Otorhinolaryngol* 1988;41:179-83.
- [4] O'Leary DP, Davis LL. High-frequency autorotational testing of the vestibulo-ocular reflex. *Neurol Clin* 1990; 8(2):297-312.
- [5] Fenn WO, Hursh JR. Movements of the eyes when the lids are closed. *Am J Physiol* 1937;118:8-14.
- [6] Quéré MA et coll. Les mouvements oculaires en pratique courante. *Cahier de Sensorio-motricité*. FNRO Ed.
- [7] Miles WR. Reliability of measurements of the steady polarity potential of the eye. *PNAS* 1939;25:128-37.
- [8] Guyot JP, Psillas G. Test-retest reliability of vestibular autorotation testing in healthy subjects. *Otolaryngology-Head and Neck Surgery* 1997;117:704-7.

Entrez dans le grand stade

de la MÉDECINE & TRAUMATOLOGIE DU SPORT

Kinésithérapie

Prise en charge

Pathologie

Recherche

Prévention

Feed back

Traitement

Rééducation

Protocole

Technologies

Échanges

Traumatologie

Innovation

Banc d'essai

Ostéopathie

Partenariat

Information

Statistiques

Prescription

Leaders d'opinion

Méthodes

Scientifique

Conférences • Innovations • Echanges

Pour s'inscrire et découvrir nos programmes sur :

www.medico-sport.com

Bientôt dans votre ville

21 villes en 2012

21 soirées dédiées aux kinésithérapeutes

Des conférenciers leaders d'opinion

Raccourcir les distances entre professionnels

Découvrir aussi des technologies nouvelles

Cocktail de clôture en toute convivialité