ÉVALUATION ÉLECTRODIAGNOSTIQUE DU SYSTÈME VISUEL

AUTEUR

Thomas Salmon: Northeastern State University, États-Unis

RÉVISION PAR LES PAIRS

Scott Steinman: Southern California College of Optometry, États-Unis

CE CHAPITRE INCLUT UNE RÉVISION DE:

- Électro-oculogramme (EOG)
- Électrorétinogramme (ERG)
- Potentiel évoqué visuel (PEV)

INTRODUCTION

Le système visuel emploie des impulsions nerveuses pour transmettre les données des photorécepteurs vers d'autres neurones, et ensuite au cerveau. Une façon d'étudier et d'évaluer le système visuel est donc de mesurer son activité électrique. Les ERG et les PEV sont des tests qui mesurent les potentiels électriques généraux du système visuel; c'est-à-dire, ils mesurent les réponses électriques des parties principales du système visuel. Les tests électrodiagnostiques nous donnent beaucoup d'informations importantes sur le système visuel et peuvent aider le diagnostic de certaines pathologies, surtout celles qui affectent la rétine ou le nerf optique. Les trois types principaux de tests électrodiagnostiques sont:

- EOG (Électro-oculogramme)
- ERG (Électrorétinogramme)
- PEV (Potentiel évoqué visuel) ou REV (Réponse évoquée visuelle)

Chacun évalue un phénomène électrique différent et est utilisé pour diagnostiquer des conditions différentes.

ÉLECTRO-OCULOGRAMME (EOG)

Les neurones et les cellules des muscles de l'œil contiennent normalement de faibles charges électriques, et il est donc possible de mesurer la tension électrique nette de l'œil. Normalement la charge électrique est légèrement plus positive à l'avant de l'œil et un peu plus négative à l'arrière de l'œil, comme illustré par Schwartz, 2004, Fig. 16-1. Un EOG mesure la différence de charge électrique entre l'avant et l'arrière de l'œil. Cette différence est d'environ 6 mV, mais varie en fonction de l'état d'adaptation de l'œil et en présence de certaines pathologies.

ÉLECTRO-OCULOGRAMME (EOG) (SUITE)

Le protocole pour mesurer un EOG est illustré dans les Figs. 16-1 et 16-2 de Schwartz, 2004.

- Des électrodes sont placées sur la peau près des canthi interne et externe.
- Le sujet regarde vers la droite puis vers la gauche pendant l'enregistrement du changement de potentiel électrique
- La valeur de l'EOG est la différence de charge électrique entre l'avant (+) et l'arrière (−) de l'œil.

La première étape est de laisser le patient s'adapter à l'obscurité pendant environ 10 minutes en enregistrant des mesures. Les lumières de la salle sont ensuite rallumées et l'enregistrement continue pendant que le patient s'adapte à la lumière. La différence de voltage entre l'avant et l'arrière de l'œil varie selon l'état d'adaptation (lumière ou obscurité) et selon l'état de santé de l'œil. La fig. 16-3 de Schwartz, 2004, illustre l'enregistrement obtenu avec un EOG.

- La charge électrique atteint son minimum (**minimum à l'obscurité,** ou ***dark trough*)** après environ 8 minutes dans l'obscurité. Ceci pourrait représenter l'activité de l'EPR.
- Le maximum (**pic lumineux** ou ***light rise*)** est atteint après environ 15 minutes en condition lumineuse. Ceci pourrait représenter l'activité des photorécepteurs
- À partir de ces valeurs, on calcule le **ratio d'Arden :**

$$\text{(Ratio d'Arden)} = \frac{(\textit{Light rise})}{(\textit{Dark trough})} \times 100$$

EOG Anormal < 165%

L'EOG n'est plus beaucoup utilisé aujourd'hui car il est souvent remplacé par l'ERG. Par contre, certaines pathologies rétiniennes peuvent être diagnostiquées par l'EOG mais pas par l'ERG, par exemple la maladie de Stargardt (fundus flavimaculatus), la dystrophie en forme de papillon (butterfly-shaped dystrophy) et la maladie de Best (dystrophie vitelliforme).

ÉLECTRORÉTINOGRAMME (ERG)

L'ERG mesure la réponse de toute la rétine exposée (principalement les couches externes) à la lumière. Le voltage mesuré est seulement d'environ 1 mV, ce qui est plus faible que le potentiel mesuré par l'EOG. Il existe plusieurs types de protocoles d'ERG.

- L'ERG standard plein champ (*full field*) innonde la rétine entière avec un seul flash de lumière
- L'ERG « flicker » expose la rétine à une lumière clignotante
- L'ERG focal expose seulement une partie restreinte de la rétine à la lumière
- L'ERG multifocal évalue plusieurs endroits différents de la rétine en utilisant une cible ressemblant à un nid d'abeilles, dont certaines facettes clignotent (s'allument et s'éteignent) (Schwartz, 2004, Fig. 16-7). Ceci permet d'évaluer plusieurs petites zones de la rétine séparément, et des petits ERG sont enregistrés pour chaque zone rétinienne. Ce test permet de diagnostiquer l'état de santé d'une partie précise de la rétine.
- L'ERG « pattern » ou en patron (PERG) projette un motif en damier ou en grille sur la rétine. Le PERG fait clignoter en phases inverses le patron du damier, tel que démontré dans la Fig. 16-8 de Schwartz, 2004. Il se différentie de l'ERG standard ou flicker parce qu'il enregistre la réponse rétinienne à des changements de contraste plutôt que la réponse à une simple lumière. Alors que l'ERG standard semble avoir comme origine l'activité électrique de la rétine externe, le PERG semble provenir des couches internes de la rétine. Il existe aussi un ERG focal « pattern », qui limite le test à une plus petite zone de la rétine.

ÉLECTRORÉTINOGRAMME (ERG) (SUITE)

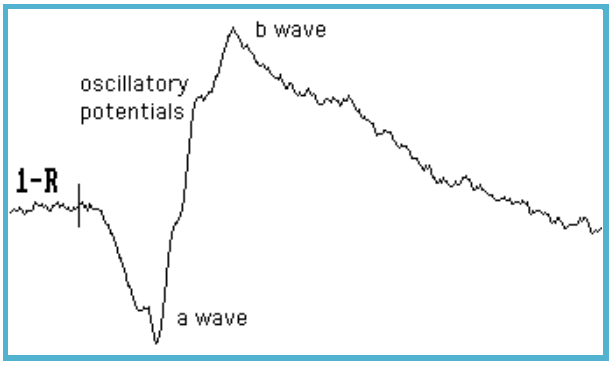

Figure 27-1: *Tracé d'un ERG Standard*
Légende : a wave = onde a ; b wave = onde b ; oscillatory potentials = potentiels oscillatoires

La Figure 27-1, ci-dessus, montre le tracé typique d'un ERG standard. Voir aussi la Fig. 16-4 de Schwartz. La courbe montre la réponse électrique enregistrée suite à un seul flash de lumière, avec le temps sur l'abscisse. Les caractéristiques importantes sont l'onde-a négative, suivie de l'onde-b positive, et d'autres composantes qui ne sont pas illustrées. Des ondes a et b distinctes sont générées par les systèmes photopiques et scotopiques. L'onde a négative est associée aux photorécepteurs. L'onde b provient des cellules gliales de Müller et des photorécepteurs. Les potentiels oscillatoires font référence à des petites bosses du côté ascendant de l'onde b et peuvent être évalués pour diagnostiquer une hypoxie rétinienne, par exemple dans certains cas de rétinopathie diabétique.

Avec l'ERG, la réponse à une lumière clignotante est une série d'ondes répétitives, composée d'un motif répété du tracé illustré dans la Figure 27-1.

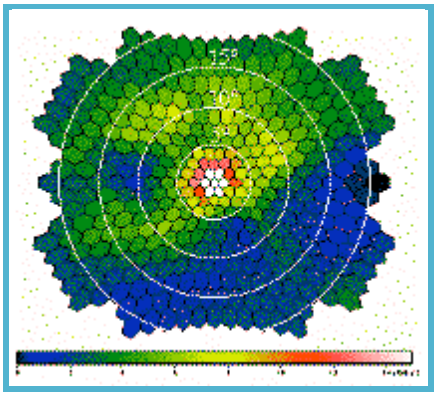

Figure 27-2: *Carte en couleur d'un ERG multifocal*

Selon les conditions de stimulation (adaptation à l'obscurité/la lumière, couleur du stimulus (Fig. 27-2), luminance, durée, etc.), l'ERG peut être configuré pour cibler soit le système scotopique, le système photopique, ou les deux. Pour diagnostiquer des pathologies, il faut comparer l'amplitude des ondes a et b, leur latence dans le temps, et le tracé du motif à une réponse normale.

La Société Internationale pour l'Électrophysiologie Visuelle Clinique (**International Society for Clinical Electrophysiology of Vision (ISCEV)** a établi un protocole standardisé pour les ERG qui simplifie la procédure. Les étapes à suivre sont les suivantes, en utilisant une lumière blanche de type flash ou de type clignotante :

Adaptation à l'obscurité avant le début du test

- Étape 1: Un seul flash avec une luminance de 0.01 cd/m^2 (25 dB). Ceci évalue la réponse des bâtonnets adaptés à l'obscurité
- Étape 2: Un seul flash avec une luminance de 1.5-3.0 cd/m^2 (0 dB). Ceci mesure une réponse combinée des cônes et des bâtonnets
- Étape 3: Répéter un seul flash à 1.5-3.0 cd/m^2 (0 dB). L'ordinateur isole les potentiels oscillatoires
- Adapter le patient à la lumière pendant trois minutes pour saturer les bâtonnets
- Étape 4: Un seul flash à 1.5-3.0 cd/m^2. Ceci mesure uniquement la réponse des cônes
- Étape 5: Lumière clignotant à 30-Hz avec une luminance de 1.5-3.0 cd/m^2 (0 dB)

L'ERG standard est surtout utile pour détecter des pathologies de la **rétine périphérique,** comme la rétinite pigmentaire. Puisque la fovéa occupe seulement une très petite partie de la rétine, elle contribue peu à l'ERG. Donc, l'ERG standard ne serait pas utile pour faire le diagnostic de pathologies maculaires.

POTENTIEL ÉVOQUÉ VISUEL (PEV)

Ce test est aussi appelé le potentiel cortical évoqué visuellement (PCEV). Il enregistre le minuscule changement de voltage (~ 5µV) au niveau du cortex visuel (lobe occipital) qui se produit suite à un stimulus lumineux. Puisque le cortex visuel près du pôle postérieur occipital est dominé par les afférences de la fovéa, ce test sert principalement pour les pathologies qui affectent la **vision centrale.** Toutes les conditions qui affectent le signal neuronal entre la fovéa et le cortex visuel peuvent affecter le PEV. C'est-à-dire que tout ce qui réduit l'acuité visuelle (centrale) diminuera aussi la réponse au PEV. Le PEV peut être utile dans les conditions suivantes :

- Pathologies du nerf optique. Par exemple, si la rétine paraît normale à l'ophtalmoscopie mais que le patient a une vision réduite, une névrite optique peut être la cause. Le PEV peut alors aider au diagnostic de la sclérose en plaques (SEP), qui peut causer des névrites optiques.
- Pour évaluer de façon objective l'acuité visuelle ou la sensibilité au contraste chez des patients qui ne répondent pas. Le PEV est parfois utillisé pour évaluer **la vision chez les bébés,** mais il peut sur-estimer l'acuité visuelle. Le test est effectué pendant que le bébé regarde un patron en damier alternant. La taille des carrés peut être ajustée afin d'évaluer différents niveaux d'acuité visuelle.
- Diagnostiquer les simulateurs ou les syndromes de conversion/amblyopie hystérique. Certains patients disent ou pensent qu'ils voient mal, mais si l'on suspecte qu'ils simulent, il est possible de vérifier objectivement l'acuité visuelle avec le PEV. Pourtant, il est difficile de mesurer une acuité visuelle meilleure que 20/40 avec le PEV.

Toutes les pathologies qui affectent les afférences neuronales entre la fovéa et le cortex visuel peuvent affecter le PEV. Il faut noter que les diagnostics obtenus avec les PEV sont très peu spécifiques – le PEV seul ne peut pas diagnostiquer l'emplacement de l'anomalie située entre la fovéa et le cortex visuel. Tout ce qui affecte la qualité de l'image rétinienne (comme une erreur de réfraction non-corrigée, ou une cataracte) peut aussi réduire la réponse au PEV. L'amblyopie diminue aussi le PEV.

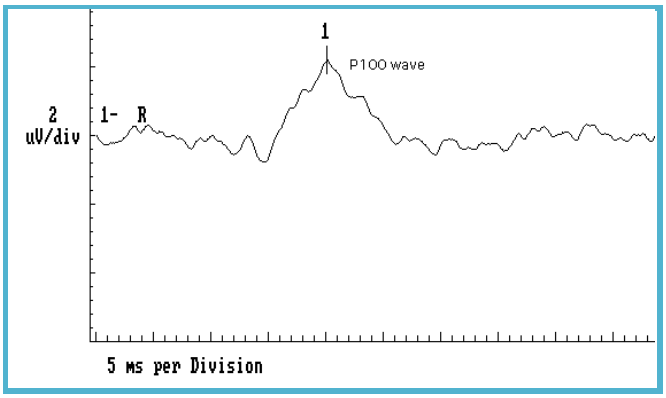

Figure 27-3: *Résulats imprimés d'un PEV*

Les résultats d'un PEV flash sont enregistrés en forme d'onde semblable à celle illustrée dans la Figure 27-3. L'axe-y indique le voltage de la réponse, et l'axe-x représente le temps après le flash. La caractéristique la plus importante est le sommet, appelé l'onde P100. Cette onde apparaît normalement à environ 100 ±10 millisecondes. Cette durée de temps est appelée le **temps implicite** (*implicit time*)**.** Un PEV anormal aurait une amplitude d'onde P100 plus petite que la norme et un temps implicite plus long que la norme. Avant d'analyser les résultats, il faut avoir calibré l'instrument et établi les normes pour la machine spécifique utilisée.

Tableau 27-1: *Résumé des tests électrodiagnostiques*

TEST	QU'EST-CE QUI EST MESURÉ?	EXEMPLES DE L'UTILITÉ	COMMENTAIRES
EOG	Charge électrique de l'œil en entier	Maladies de Stargardt, Best	Ratio d'Arden
ERG (standard)	Toute la rétine, réponse électrique des couches externes à un stimulus visuel	RP, cécité nocturne, anomalie des bâtonnets vs cônes	Flash ou flicker, patron, multifocal
PEV	Réponse du cortex visuel aux afférences fovéales	DMLA, névrite optique, amblyopie, vision chez les bébés, simulateurs	Aussi appelé PCEV, flash ou flicker (état d'équilibre) avec patron; non-spécifique

Borish, 2006: Chapitre 16 parle également des tests Électrodiagnostiques.

LECTURES RECOMMANDÉES/OUVRAGES DE RÉFÉRENCE

- Schwartz SH. **Visual Perception - A Clinical Orientation, 3rd Edition**. Appleton & Lange, Stamford, Connecticut, 2004
- Benjamin WJ (ed). **Borish's Clinical Refraction, 2nd Edition**. Butterworth-Heinemann, Philadelphia, 2006