

Les manifestations électriques consensuelles de l'activité rétinienne chez l'homme (Electrorétinographie binoculaire)

Il existe chez l'homme, comme chez tous les Vertébrés, une différence de potentiel entre la surface antérieure électropositive et la surface postérieure électronégative de la rétine. Ce «potentiel de repos» peut être dérivé, même dans l'obscurité, de la cornée d'une part et de la tempe d'autre part, voisine de la surface postérieure de l'œil. L'éclairement de la rétine produit des variations polyphasiques bien définies de ce potentiel de repos. On appelle aujourd'hui *électrorétinogramme* (ERG) la succession de ces «potentiels d'action ou d'éclairement», dérivés à l'aide d'électrodes impolarisables, puis amplifiés et enregistrés au moyen de galvanomètres à corde ou mieux encore, d'oscillographes électroniques (cf. BOEHM, SIGG et MONNIER¹, 1944; MONNIER et BOEHM², 1945; MONNIER et AMSLER³, 1945).

L'ERG est enregistré de telle façon que toute augmentation de positivité de la cornée ou de la surface antérieure de la rétine produise une déflexion du tracé vers le haut: déflexion positive. Il se caractérise dans ces conditions par les phases suivantes: *a* = variation initiale négative, *b* = élévation primaire positive, assez rapide, suivie d'un abaissement plus lent, qui se prolonge parfois au-dessous de la ligne de base (*b*); *c* = élévation secondaire lente et peu ample. Après la cessation du stimulus le tracé retombe assez brusquement et rejoint la ligne de base (fig. 1A).

Au cours de nos examens électrorétinographiques chez l'homme, nous avons eu la curiosité d'explorer simultanément avec F. BOEHM le comportement bioélectrique des deux yeux pendant l'éclairement d'une seule rétine (électrorétinographie binoculaire). La technique utilisée à cette fin ne différait pas en principe de celle que nous avons mise au point pour le contrôle objectif du champ visuel (MONNIER⁴, 1946). Elle nécessitait toutefois un double dispositif de dérivation, d'amplification et d'enregistrement:

Méthode: Le sujet est assis devant un périmètre de FOERSTER, dont la mire de l'arc gradué est remplacée par une petite source lumineuse, permettant l'éclairement focalisé des divers champs de la rétine. Un écran sépare les deux yeux, de sorte que l'œil gauche ne perçoit aucune lumière quand, dans l'obscurité, on éclaire électivement l'œil droit. Les manifestations bioélectriques de chaque œil sont explorées à l'aide de deux paires d'électrodes. Une électrode impolarisable du type d'ARSONVAL est mise en contact avec la cornée ou la conjonctive. Une autre électrode impolarisable (type MONNIER et BOEHM) est appliquée sur la peau de chaque tempe. Les potentiels dérivés de la sorte de chaque œil sont amplifiés à l'aide d'amplificateurs push-pull, à trois étages et couplement galvanique direct. Ils sont appliqués ensuite aux plaques de déflexion de deux tubes à rayons cathodiques et enregistrés photographiquement.

Nous avons exploré simultanément les manifestations électriques des deux yeux lors de l'éclairement de la rétine droite (lumière blanche, bleue, verte et rouge), par un faisceau focalisé à 60°, 40° et 20° de la ligne de

fixation. Nous avons répété la même expérience après avoir paralysé l'iris droit en instillant dans le sac conjonctival quelques gouttes d'une solution d'atropine (homatropine, syntropan Roche). L'expérience s'est terminée par un enregistrement simultané des réponses électriques des deux yeux à l'éclairement de l'œil gauche, non atropinisé.

Résultats: L'éclairement du champ nasal de la rétine droite, par un faisceau de lumière blanche, produit un

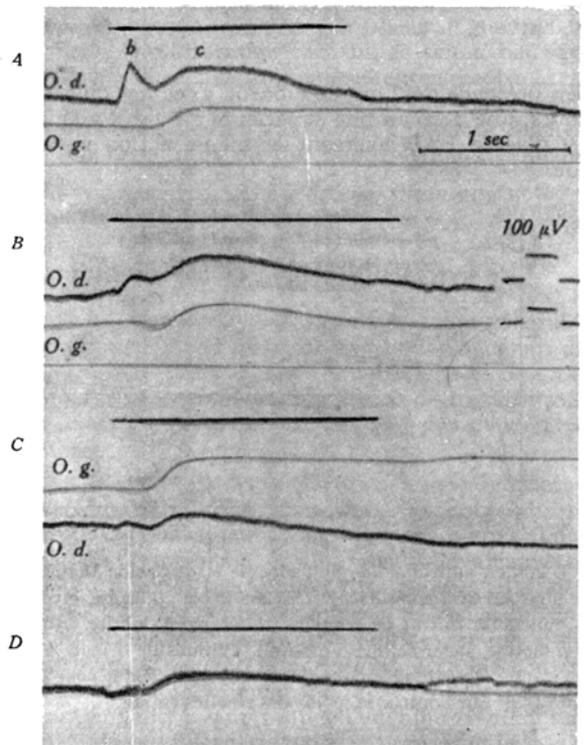


Fig. 1. Electrorétinographie binoculaire chez l'homme. Réponses à l'éclairement de l'œil droit, par un faisceau lumineux formant un angle de 60° avec la ligne du point fixé. (A = lumière blanche, B = lumière bleue, C = lumière verte, D = lumière rouge.) Temps en secondes et amplitude en microvolts. *b* = élévation primaire, *c* = élévation secondaire.

ERG normal à l'œil droit, éclairé, et un effet bioélectrique consensuel à l'œil gauche, non éclairé. L'effet consensuel correspond à l'élévation secondaire (potentiel *c*) de l'ERG ipsilatéral. Il débute en même temps ou quelques millisecondes après elle et atteint son apogée également quelques millisecondes plus tard (fig. 1A). Son amplitude est un peu plus faible. Dans la phase d'élévation, la pente des deux courbes est assez abrupte et rigoureusement parallèle. Le retour à la ligne de base s'effectue par contre en pente plus douce, souvent plus rapidement à l'œil contralatéral qu'à l'œil éclairé. L'excitation de l'œil droit avec des faisceaux de lumière colorée (bleu, vert, rouge) produit les mêmes manifestations binoculaires (fig. 1, B, C, D). La déflexion consensuelle apparaît également 300 millisecondes environ après le début de la stimulation et chemine parallèlement à celle du potentiel *c* de l'ERG ipsilatéral. L'éclairement par un faisceau de lumière rouge peut ne produire, à l'œil ipsilatéral, qu'un potentiel *c* et, à l'œil contralatéral, une déflexion consensuelle positive absolument parallèle, quoique plus tardive (fig. 1 D).

¹ F. BOEHM, B. SIGG et MARCEL MONNIER, *Helv. Physiol. Acta* 2, 481 (1944).

² MARCEL MONNIER et F. BOEHM, *Helv. Physiol. Acta* 3, C 25—27 et C 39—41 (1945).

³ MARCEL MONNIER et M. AMSLER, *Ophthalmologica* 110, 225 (1945).

⁴ MARCEL MONNIER, *C. R. Soc. Biol.*, 13 avril 1946.

Nous nous sommes demandés si la réponse consensuelle était bien de nature rétinienne ou s'il y avait lieu d'envisager une autre cause. Une origine irienne est exclue cependant par le fait que les temps de latence de l'effet consensuel sont différents de ceux d'une réaction irienne. La constriction pupillaire débute 60 msec après le début du stimulus, tandis que le potentiel *c* et la déflexion consensuelle correspondante n'apparaissent que 300 msec environ plus tard.

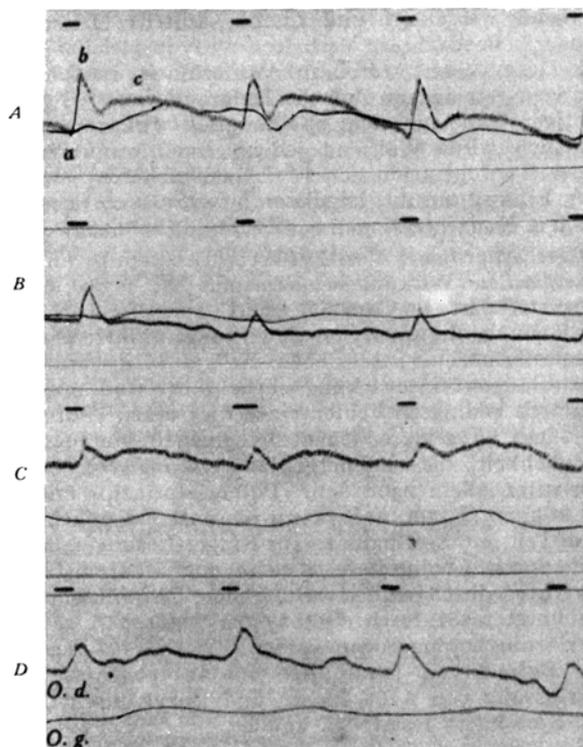


Fig. 2. Réponses binoculaires à l'éclaircissement intermittent de l'œil droit (flicker; phase claire = $\frac{1}{10}$ sec; phase obscure = 1 sec). A Faisceau de lumière blanche, sous une incidence de 20° ; B *idem* après instillation d'homatropine à droite; C Faisceau de lumière verte, 20° ; D *idem* après homatropine à droite. Temps et amplitude comme sur fig. 1.

Nous avons pratiqué une contre-épreuve et paralysé l'iris droit, par instillation d'homatropine. Dans ces conditions, l'éclaircissement de l'œil droit produit un ERG ipsilatéral moins ample que normalement et une déflexion consensuelle inaltérée, même lorsque le potentiel *c* ipsilatéral est affaibli par l'atropine (fig. 2). L'éclaircissement de l'œil gauche, non atropinisé, ne produit pas de manifestations consensuelles nettes à l'œil droit, atropinisé, à moins que le potentiel *c* de l'ERG gauche soit bien développé. Précisons enfin que la réaction consensuelle n'a pas les caractères des déflexions engendrées par une occlusion des paupières ou par des mouvements oculogyres (électro-oculogramme).

MARCEL MONNIER

Institut de Physiologie de l'Université de Zurich, le 18 avril 1946.

Summary

Binocular Electroretinography in man shows that the elective light-stimulation of one retina produces a normal Electroretinogram at the stimulated, ipsilateral

eye, furthermore a bioelectric consensual response at the contralateral eye. This latter response consists in a positive deflection, corresponding to increased electro-positivity under the corneal electrode. A close synchronism exists between the consensual response and the secondary rise (*c*-potential) of the ipsilateral Electroretinogram. The consensual response does not appear to be of pupillary or oculomotor origin, but can probably be identified with the *c*-potential, the significance of which will have to be reexamined, as well as the problem of the efferent innervation of the retina.

Der Einfluß von Desoxycorticosteron auf die Azetylcholinwirkung am isolierten Froschherz

Das Fehlen einer wasserlöslichen Sterinverbindung aus der Reihe der synthetisch dargestellten Wirkstoffe der Nebennierenrinde hat der Prüfung dieser Substanzen am isolierten Froschherz bisher hindernd im Wege gestanden. Mit der Einführung eines wasserlöslichen Glukosids des Desoxycorticosterons in Form des «Percorten wasserlöslich», das eine unbeschränkte Verdünnung in Ringer- oder physiologischer Kochsalzlösung gestattet, war jedoch die Möglichkeit gegeben, direkt am Froschherz die Wirkung des synthetischen Nebennierenrindenhormons zu beobachten.

Am nach STRAUB isolierten Froschherz wurden zunächst Lösungen von reinem Desoxycorticosteronglukosid und von «Percorten wasserlöslich»¹ in Ringer untersucht, deren p_H 7,15 bis 7,3 betrug. Dabei findet sich für Konzentrationen von 10^{-6} bis 10^{-4} meist eine geringe negativ inotrope Wirkung, die am hypodynamen Herz mitunter etwas deutlicher ist. Vereinzelt kommt es bei Konzentrationen von 10^{-4} zu einer anfänglichen geringen Abnahme der Hubhöhe und nach etwa 10 Sekunden zu einem treppenförmigen Anstieg bis etwa zur Ausgangshöhe, die dann beim nachfolgenden Auswaschen mit Ringer-Lösung teilweise leicht überschritten werden kann. In einer Reihe von Fällen tritt eine schwache positiv chronotrope Wirkung auf; niemals jedoch konnte ein positiv inotroper Effekt beobachtet werden.

Im Gegensatz zu den geringen Erscheinungen, die Desoxycorticosteron allein am Froschherz hervorruft, steht die Beeinflussung der Wirkung von gleichzeitig gegebenem Azetylcholin (Fig. 1). In Konzentrationen von 10^{-4} und 10^{-6} vermag Desoxycorticosteron regelmäßig die negativ inotrope Wirkung von Azetylcholin und die damit häufig einhergehende Hebung der Fußpunkte zu vermindern, vereinzelt sogar nahezu aufzuheben. Ebenso wird der negativ chronotrope Effekt des Azetylcholins abgeschwächt, teilweise kommt es auch zu einer Zunahme der Ausgangsfrequenz. Konzentrationen von 10^{-6} können ebenfalls noch einen allerdings nur geringen hemmenden Einfluß auf die Azetylcholinwirkung ausüben. Die Hemmung der Azetylcholinwirkung tritt sofort auf bei Konzentrationen von 10^{-4} ; seltener auch bei 10^{-6} kommt es mitunter zu einem treppenförmigen Ansteigen der Hubhöhen nach einigen Sekunden (siehe Fig. 2). Eserinzusatz 1:10⁶ ist für die hemmende Wirkung ohne Bedeutung. Wichtig ist dagegen, daß Azetylcholin und Desoxycorticosteron stets gleichzeitig zur Einwirkung gelangen. Läßt man das Herz $\frac{1}{2}$ oder 1 Stunde mit einer Desoxycorticosteron enthaltenden Ringer-Lösung schla-

¹ Für die Überlassung der Versuchsmengen bin ich der Ciba Aktiengesellschaft zu Dank verpflichtet.