

# Ophthalmologica

Zeitschrift für Augenheilkunde - Journal international d'Ophthalmologie  
International Journal of Ophthalmology

Redactores: A. BRÜCKNER-Basel und E. WEVE-Utrecht

Basel (Schweiz)

S. KARGER

New York

Separatum Vol. 123, Nr. 6 (Juni 1952)

Printed in Switzerland

(Clinique ophthalmologique de l'Université de Liège [Prof. R. Weekers].)

## Mesure de la résistance à l'écoulement de l'humeur aqueuse au moyen du tonomètre électronique.

### 3<sup>e</sup> partie: Résultats chez les sujets glaucomateux opérés par la diathermie rétrociliaire thermométrique\*.

Par R. WEEKERS et E. PRIJOT.

Le mécanisme de la chute tensionnelle consécutive à l'application du courant diathermique sur le globe oculaire n'est pas encore élucidé. Dans les opérations où l'électrode active est placée au limbe ou à une petite distance de celui-ci, l'action hypotonisante résulte vraisemblablement de la destruction plus ou moins étendue du corps ciliaire. Mais il est actuellement démontré que le courant diathermique possède encore une action hypotonisante nette et prolongée même lorsque l'électrode est appliquée à 10-12 mm. du limbe. De cette constatation expérimentale est née la diathermie rétrociliaire, opération dont la bénignité résulte précisément de l'endroit d'application de l'électrode, en arrière du corps ciliaire (*L. et R. Weekers*, 4).

Les effets tensionnels de la diathermie rétrociliaire ne peuvent être attribués à une action directe du courant diathermique sur le corps ciliaire, puisque l'électrode est appliquée en arrière de celui-ci.

Dans des travaux antérieurs, nous nous sommes efforcés de préciser le mécanisme d'action de la diathermie rétrociliaire. Ces recherches ont montré que l'opération modifie considérablement les systèmes nerveux et vasculaire de l'uvée. Cette perturbation se manifeste par :

a) une anesthésie de la cornée ; b) une dilatation pupillaire avec altération du réflexe photomoteur ; c) une sensibilité anor-

\* Ce travail fait suite à deux publications antérieures parues dans cette revue : *Mesure de la résistance à l'écoulement de l'humeur aqueuse au moyen du tonomètre électronique* ; 1<sup>re</sup> partie : Résultats chez le sujet normal (*Ophthalmologica* 123, 1 ; 2<sup>e</sup> partie : Résultats chez le sujet atteint de glaucome chronique non inflammatoire (*Ophthalmologica* 123, 114).

male du sphincter pupillaire à l'acétyl- $\beta$ -méthylcholine ; d) une sensibilité anormale du dilatateur pupillaire à l'adrénaline ; e) une vasodilatation considérable de tout le réseau uvéal, non seulement à l'endroit d'application de l'électrode mais également à distance de celui-ci ; f) une augmentation de la perméabilité de la barrière sang-humeur aqueuse à la fluorescéine (*L. et R. Weekers et coll.*, 4, 5, 7, 8).

De ces constatations, nous avons conclu que les modifications nerveuses et circulatoires de l'uvée jouent vraisemblablement un rôle dans le mécanisme des modifications tensionnelles consécutives à l'intervention.

A ce stade de nos recherches, il n'était cependant pas possible de savoir si la diathermie rétrociliaire abaisse la tension en réduisant le débit de l'humeur aqueuse ou en facilitant son écoulement.

L'épreuve de compression au moyen du tonomètre électronique permet de mesurer la résistance à l'écoulement de l'humeur aqueuse et, pour cette raison, mérite donc d'être appliquée aux sujets glaucomateux traités par la diathermie rétrociliaire.

Nous ne décrivons pas ici la technique de la méthode, ni le calcul des résultats, ces points ayant fait l'objet de deux publications antérieures parues dans cette même revue.

### *Résultats.*

D'après les mesures que nous avons effectuées sur 46 sujets sains, la résistance normale varie de 2,9 à 7,3 et est, en moyenne, 4,5. Chez les sujets glaucomateux non traités, la résistance est augmentée, et cela d'autant plus que la tension oculaire est plus élevée.

Nous avons mesuré la résistance à l'écoulement chez 27 patients atteints de glaucome chronique simple et traités par la diathermie rétrociliaire à l'exclusion de toute autre intervention.

Dans ces cas, la tension oculaire avant l'opération était au maximum 40 mm.Hg, car nous ne recourons pas à la diathermie rétrociliaire lorsque l'hypertension dépasse ce chiffre.

Dans la grande majorité des cas, l'intervention à laquelle nous avons eu recours est la diathermie rétrociliaire « standard » : 20 ou 24 applications d'une électrode de 0,75 mm. de diamètre à 7-9 mm. du limbe. Chaque application dure 15 secondes, la température maximum est de 90° C. Elle est atteinte à la 5<sup>e</sup> seconde.

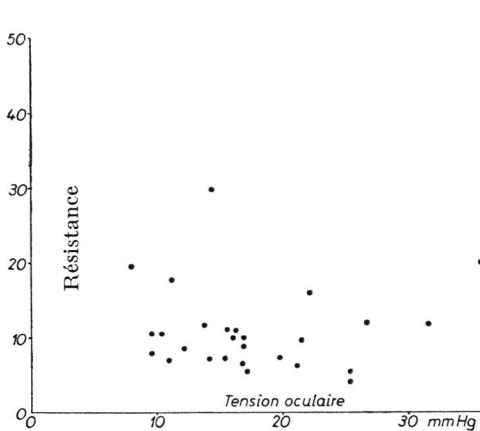
L'épreuve de compression est pratiquée non seulement sur les yeux dont la tension est normalisée, mais également dans quelques cas où il persiste après l'opération une hypertension plus ou moins prononcée.

Le tableau I montre que la diathermie rétrociliaire *ne diminue pas la résistance à l'écoulement du sujet glaucomateux*. Dans 26 cas de glaucome chronique non traités, dont la tension varie de 25 à 40 mm.Hg, la résistance moyenne est 10,3. Dans 27 cas de glaucome chronique traités par la diathermie rétrociliaire dont les tensions préopératoires varient également de 25 à 40 mm.Hg, la résistance moyenne est 10,9.

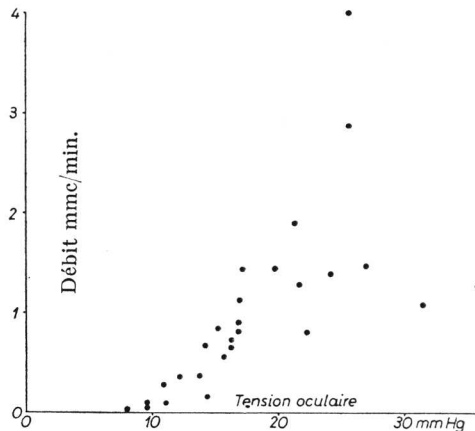
TABLEAU I.

	Nombre de cas	Résistance minimum	Résistance maximum	Résistance moyenne
Glaucomes chroniques non traités	26	4,4	23,5	10,3
Glaucomes chroniques diathermisés	27	4,1	29,9	10,9

Le graphique 1 montre que, dans la plupart des cas, la tension oculaire est normale, après diathermie rétrociliaire, bien que l'augmentation pathologique de la résistance persiste.



Graphique 1.



Graphique 2.

*Graphique 1. Résistance en fonction de la tension oculaire dans 27 cas de glaucome chronique simple, traités par la diathermie rétrociliaire.*

Dans la grande majorité des cas, la tension est normalisée, bien que l'augmentation pathologique de la résistance à l'écoulement persiste.

*Graphique 2. Tension oculaire en fonction du débit de l'humeur aqueuse dans 27 cas de glaucome chronique simple, traités par la diathermie rétrociliaire.* La diathermie réduit le débit de l'humeur aqueuse : dans tous les cas où la tension est inférieure à 20 mm. Hg, le débit est inférieur à 1,5 mmc./minute.

Nous avons complété cette étude en mesurant la pression veineuse épisclérale après diathermie rétrociliaire. Cette mesure est plus difficile après l'opération qu'avant. En effet, il persiste souvent, même plusieurs mois après l'opération, une légère hyperhémie conjonctivale et épisclérale. Dans de nombreux vaisseaux, la circulation sanguine est lente, parfois elle s'arrête ou même s'inverse spontanément. Dans ces conditions, la mesure de la pression hydrostatique n'est pas possible. Pour le surplus, les vaisseaux laminaires sont parfois difficiles à déceler, car leur bande aqueuse n'est pas pure, elle est teintée de sang. Le phénomène de l'*aqueous influx* ou du *blood influx* est, de ce fait, moins net que normalement. Malgré ces difficultés, nous avons pu mesurer la pression veineuse épisclérale, dans des conditions satisfaisantes, dans 11 cas. Nous avons utilisé, comme Goldmann (2 b), une chambre manométrique formée par une vessie urinaire de souris et un manomètre à eau. *La pression veineuse épisclérale ne semble pas modifiée par l'intervention*, elle varie de 6,6 mm.Hg à 12,5 mm.Hg et est, en moyenne, 9 mm.Hg.

Il résulte de ces observations que la chute tensionnelle après l'intervention semble surtout attribuable à une *réduction du débit*.

Le graphique 2 exprime la tension oculaire en fonction du débit de l'humeur aqueuse, en attribuant dans chaque cas, à la pression veineuse épisclérale, une valeur supposée de 9 mm.Hg. Il résulte de ce graphique qu'il existe, en règle générale, après l'opération une proportionnalité entre la réduction du débit et la chute tensionnelle due à l'intervention.

#### *Commentaires.*

Dans l'hypothèse où la pression oculaire résulte en ordre principal a) du débit (D); b) de la résistance à l'écoulement (R); c) de la pression veineuse épisclérale (Pv):

$$P_{oc} = (D \times R) + P_v,$$

l'effet hypotonisant d'une intervention peut résulter a) d'un ralentissement du débit, b) d'une diminution de la résistance à l'écoulement, c) d'une chute de la pression veineuse épisclérale.

La diathermie rétrociliaire *ne modifie pas la pression veineuse épisclérale*.

Le fait essentiel résultant du présent travail est que la diathermie rétrociliaire abaisse la tension oculaire *sans diminuer la ré-*

*sistance à l'écoulement de l'humeur aqueuse.* Le mode d'action de la diathermie rétrociliaire diffère donc de celui d'autres opérations antiglaucomateuses. Des recherches récentes montrent, en effet, que la trépanation d'Eliott (*Grant, 3*) et l'iridencléisis (*Weekers et Prijot*, en préparation) diminuent la résistance lorsqu'ils abaissent la tension oculaire.

La chute tensionnelle après diathermie semble donc attribuable, en ordre principal, à une *réduction du débit de l'humeur aqueuse.*

D'après nos recherches sur le sujet sain, le débit normal mesuré au tonomètre électronique est en moyenne 1,63 cmm. par minute, chiffre qui s'accorde de façon satisfaisante avec les mesures effectuées par d'autres auteurs au moyen de techniques différentes. *Goldmann*, utilisant son fluoromètre, admet que le débit du sujet sain varie de 1,1 à 2,5 cmm. par minute.

*Goldmann* a démontré que, dans le glaucome chronique simple non opéré, le débit d'humeur aqueuse est approximativement le même que chez le sujet sain, observation que nous avons confirmée au moyen de l'épreuve de compression au tonomètre électronique.

Après diathermie rétrociliaire, par contre, le débit d'humeur aqueuse est nettement diminué. Le graphique 2 exprime les résultats tensionnels de la diathermie rétrociliaire en fonction du débit. Dans tous les cas où la tension post-opératoire est inférieure à 20 mm.Hg, le débit est inférieur à 1,5 cmm./minute.

La réduction du débit d'humeur aqueuse semble donc être la cause principale de la chute de tension après diathermie rétrociliaire. Cette réduction résulte vraisemblablement des altérations neurovasculaires dont nous avons démontré l'existence par d'autres moyens : épreuve des collyres, épreuve de perméabilité à la fluorescéine, examens anatomo-pathologiques. Le mode d'action de la diathermie rétrociliaire s'apparenterait donc, de ce point de vue, à celui de la cyclodialyse. *Goldmann* (2 a) a récemment démontré que cette intervention suspend ou ralentit la sécrétion d'humeur aqueuse, momentanément tout au moins.

En ce qui concerne la cyclodialyse, cependant, le ralentissement de la sécrétion n'est pas le seul facteur d'hypotension. *Goldmann* admet, pour le surplus, une résorption d'humeur aqueuse par les espaces suprachoroïdiens. Par analogie, la question se pose donc de savoir si l'action hypotonisante de la diathermie rétrociliaire résulte uniquement du ralentissement du débit, ou si le

désordre circulatoire uvéal consécutif à l'intervention favorise la résorption de l'humeur aqueuse. Cette question n'est pas résolue et ne peut pas être étudiée au moyen de l'épreuve de compression. En effet, l'hypertension intra-oculaire provoquée au cours de cette épreuve détermine également une hausse de la pression dans les vaisseaux uvéaux. En conséquence, la compression par le tonomètre ne semble pas devoir influencer une éventuelle sortie d'eau hors du globe par osmose.

Le ralentissement de la sécrétion après diathermie explique de façon satisfaisante une constatation clinique que nous avons faite antérieurement déjà. La diathermie rétrociliaire appliquée au glaucome chronique ne donne des résultats satisfaisants que si la tension préopératoire est peu élevée. L'expérience clinique fixe à 35 ou 40 mm.Hg, l'hypertension maximum justiciable de la diathermie rétrociliaire. L'opération « standard » bénigne et bien supportée, ne réduit pas, en règle générale, de façon durable le débit d'humeur aqueuse à moins de 50 % de sa valeur initiale. Ainsi s'expliquent les échecs de la diathermie dans les hypertensions dépassant 35 ou 40 mm.Hg. Nous avons repris, dans le tableau II, l'étude d'un matériel clinique antérieurement publié (*L. et R. Weekers, A. Heintz* ; 6 et 9). 12 cas de glaucome chronique dont la tension préopératoire est en moyenne de 33,6 mm.Hg, sont traités par la diathermie rétrociliaire. Si on donne à la pression veineuse épisclérale avant et après l'opération une valeur de 9 mm.Hg, la pression d'écoulement est de 24,6 mm.Hg. Dans l'hypothèse où l'intervention ne modifie pas la résistance, mais réduit de moitié le débit, la pression d'écoulement deviendrait  $\frac{24,6}{2} = 12,3$  mm.Hg et la tension post-opératoire serait de  $9 + 12,3 = 21,3$  mm.Hg. Ce chiffre est très proche de la réalité, puisque, en fait, la tension post-opératoire dans ce groupe est 21,5 mm.Hg.

La seconde ligne du tableau II groupe 12 cas de glaucome dont la tension préopératoire moyenne est 46,4 mm.Hg et la pression d'écoulement 37,4 mm.Hg. Le même raisonnement que précédemment montre qu'une réduction de moitié du débit ferait tomber la pression d'écoulement à  $\frac{37,4}{2} = 18,7$  mm.Hg et la tension oculaire à 27,7 mm.Hg. Ce chiffre est également proche de la réalité, puisque, dans ce groupe, la tension post-opératoire est, en fait, de 29,3 mm.Hg. Ces exemples montrent comment une même réduction

du débit donne un résultat satisfaisant lorsque l'hypertension préalable est discrète, et un résultat insuffisant dans le cas contraire. Dans cette éventualité, l'élévation pathologique de la résistance à l'écoulement est telle qu'il serait nécessaire de réduire davantage le débit, au  $\frac{1}{3}$  ou  $\frac{1}{4}$  ou  $\frac{1}{5}$  de sa valeur initiale, pour normaliser la tension. Cette réduction ne pourrait être obtenue que par l'emploi d'un courant diathermique intense, mal supporté et comportant un risque pour les fonctions visuelles. Ces cas ne doivent pas être traités par la diathermie, ils sont justiciables d'une intervention qui, comme l'iridencléisis, par exemple, réduit la résistance à l'écoulement. L'iridencléisis normalise l'ophtalmotonus, quelle que soit l'hypertension préalable (tableau II).

TABLEAU II.

	Nombre de cas	Tens. avant opérat. mm. Hg. (moyenne)	Tens. après opérat. mm. Hg. (moyenne)
Diathermie rétrociliaire	12	33,6	21,5
	12	46,4	29,3
Iridencléisis	12	35,2	20,4
	12	50,8	20,0

Dans les cas où l'effet tensionnel de la diathermie rétrociliaire est insuffisant, on est tenté de répéter l'intervention à un intervalle plus ou moins long. L'expérience clinique montre que cette répétition comporte un risque. Après plusieurs interventions, une opacification cristallinienne peut survenir. Elle résulte vraisemblablement, dans un certain nombre de cas, d'un ralentissement excessif du courant d'humeur aqueuse ou même d'un « *stop de sécrétion* ». En l'absence de tout courant, les échanges transcellulaires ne semblent pas suffir pour assurer un métabolisme normal à certains tissus oculaires, au cristallin, par exemple. Pratiquement, nous sommes arrivés à la conclusion qu'une diathermie « standard » peut être répétée une seule fois, après un délai plus ou moins long. Mais c'est là une limite qu'on ne peut dépasser sans risque.

La réduction du débit de l'humeur aqueuse après diathermie rétrociliaire explique enfin de façon satisfaisante la remarquable efficacité de la diathermie rétrociliaire en tant qu'opération complémentaire de l'iridencléisis. Nous montrerons dans une publication ultérieure que l'iridencléisis diminue la résistance à l'écou-

ment ; la diathermie rétrociliaire réduit le débit d'humeur aqueuse. Les modes d'action de ces deux interventions diffèrent et leurs effets s'ajoutent.

Un dernier point mérite enfin d'être commenté. La diathermie rétrociliaire telle que nous la pratiquons détruit occasionnellement des veines aqueuses. Certaines modalités d'application du courant diathermique, telle que la « *Diathermiestichelung* » de *Vogt*, exposant beaucoup plus encore à la destruction des émonctoires visibles. On pourrait redouter que ces interventions augmentent la résistance à l'écoulement et que cette augmentation neutralise en partie tout au moins l'effet hypotenseur dû à la réduction du débit d'humeur aqueuse. Cette crainte n'est pas justifiée. Nous avons montré par des recherches expérimentales antérieures que l'augmentation de la résistance au niveau des émonctoires visibles (destruction d'une ou de plusieurs veines aqueuses) est sans effet important sur l'ophtalmotonus (10 a). Si l'obstacle créé à l'écoulement de l'humeur aqueuse est localisé à une petite partie du globe, il est aussitôt contourné dans le plan épiscléral et conjonctival par une circulation collatérale. Cette vicariance est immédiate et efficace. Si l'obstacle est plus étendu, il est contourné, semble-t-il, par l'établissement de voies d'écoulement profondes intrasclérales, par exemple. *N. Ashton* (1), en injectant le canal de Schlemm de néoprène, a révélé l'importance et la complexité du réseau intrascléral. Un obstacle sur toutes les veines aqueuses visibles peut forcer l'humeur aqueuse à parcourir un trajet intra-oculaire ou intrascléral plus long, mais ne semble pas créer un obstacle sérieux à son écoulement.

#### *Résumé.*

1° La diathermie rétrociliaire ne modifie pas la résistance à l'écoulement de l'humeur aqueuse ; elle ne diminue pas de façon appréciable la pression veineuse épisclérale. Ses effets tensionnels résultent, en ordre principal, *d'une réduction durable du débit de l'humeur aqueuse.*

2° Cette conclusion explique, de façon satisfaisante, différentes observations cliniques : a) La diathermie rétrociliaire n'est pas indiquée si la tension préopératoire dépasse 40 mm.Hg. b) La diathermie rétrociliaire est indiquée comme opération complémentaire de l'iridencléisis. c) La répétition trop fréquente de la diathermie rétrociliaire expose à la cataracte.



*Zusammenfassung.*

1. Die retrociliare Diathermie ändert nicht den Widerstand für den Abfluß des Kammerwassers. Sie vermindert deshalb nicht merkbar den episcleralen Venendruck. Ihr Einfluß auf den Druck besteht hauptsächlich in einer dauernden Verminderung der Sekretion des Kammerwassers.

2. Diese Schlußfolgerung erklärt befriedigend verschiedene klinische Beobachtungen: a) Die Operation ist nicht indiziert, wenn der vorbestandene Druck 40 mm Hg überschreitet. b) Die retrociliare Diathermie ist als zusätzliche Operation bei der Iridencleisis angezeigt. c) Zu häufige Wiederholung des Eingriffes begünstigt die Entstehung von Katarakt.

*Summary.*

1. The retrociliary diathermy does not reduce the resistance to the flow of the aqueous humour; it does not diminish appreciably the episcleral venous pressure. Its tensional effects result, mainly, from a durable reduction in the flow of the aqueous humour.

2. This conclusion explains satisfactorily different clinical observations: a) retrociliary diathermy is not indicated if the preoperative tension exceeds 40 mm.Hg, b) retrociliary diathermy is indicated as a complementary operation to iridencleisis, c) if retrociliary diathermy is repeated too frequently, cataract may result.

*Bibliographie.*

1. N. Ashton : Brit. J. Ophth. 35, 291 (1951). — 2. H. Goldmann : a) Ophthalmologica 121, 94 (1951) ; b) Documenta Ophthalmologica 5-6, 278 (1951). — 3. M. Grant : Arch. of Ophth. 44, 204 (1950) et 46, 113 (1951). — 4. L. et R. Weekers : a) Ophthalmologica 104, 1 (1942) et 109, 212 (1945) ; b) Bull. Soc. belge Opht. 81, 50 (1945) ; 85, 38 (1946) et 90, 466 (1948) ; c) Acta Ophthalmologica 24, 1 (1946) ; d) Ann. d'Oculist. 180, 76 (1947) et 182, 188 (1949) ; e) 16<sup>e</sup> Congrès intern. d'Ophthalmologie. Londres 1, 950 (1950). — 5. L. et R. Weekers et J. Fréson : Bull. Soc. belge Opht. 88, 283 (1948). — 6. L. et R. Weekers et A. Heintz : Bull. Soc. belge Opht. 92, 210 (1949). — 7. L. et R. Weekers et F. Rousset : Ophthalmologica 117, 65 (1949). — 8. R. Weekers et Z. M. Bacq : Bull. Acad. roy. Méd. Belg. 14, 183 et 484 (1949) et 15, 43 (1950). — 9. R. Weekers et A. Heintz : Bull. Soc. belge Opht. 90, 494 (1948). — 10. R. Weekers et E. Prijot : Ophthalmologica 119, 321 (1950) et 121, 264 (1951).
-

