

Pupille grandeur nature

N. GUÉPRATTE⁽¹⁾, C. ARNDT⁽¹⁾, C. BUCQUET⁽²⁾, F. MARGARON⁽¹⁾,
A. HANSSKE⁽³⁾, J. CHARLIER⁽²⁾, J.C. HACHE⁽¹⁾

Résumé. La pupillométrie est un examen simple, non invasif, permettant une mesure précise des variations du diamètre pupillaire. L'image de la pupille est obtenue en temps réel à l'aide d'une caméra infrarouge; son traitement immédiat permet d'afficher sur le même écran de contrôle l'image de la pupille, le témoin de l'intensité lumineuse ambiante et les courbes des résultats. Le réflexe photomoteur et la réaction à différents agents pharmacologiques sont étudiés. Les résultats de la pupille normale et de quelques anomalies pupillaires (syndrome d'Adie, syndrome de Claude-Bernard-Horner et déficit du système afférent) sont présentés. Cette technique d'examen est un moyen supplémentaire pour développer les liens entre l'ophtalmologie et les autres spécialités.

Mots-clés : Pupillométrie; Anisocorie; Réflexe photomoteur; Caméra infrarouge.

Infrared pupillometry

Summary. Pupillometry is an easy, noninvasive test to assess precisely diameter variations of the pupil. After pupil basic clinical examination (diameter, light reflex, slit lamp biomicroscopy), the measurements of the pupil are made with an infrared camera. An image of the examined pupil, a representation of the ambient light intensity and result diagram are displayed on a monitor. The reaction to different pharmacological agents can be recorded. Adie's and Horner's syndromes and relative afferent pupillary defect are presented here. Pupillography allows ophthalmologists to hold an intervening position among the other specialists.

Key-words : Pupillometry; Anisocoria; Pupillary light reflex; Infrared camera.

INTRODUCTION

Le film réalisé a un but didactique. A travers quelques cas cliniques, il présente une nouvelle technique : la pupillométrie infrarouge.

Après un bref rappel de l'examen clinique pupillaire habituel et du fonctionnement du pupillomètre, sont

développés cinq observations de patients présentant des anomalies pupillaires (syndrome d'Adie, syndrome de Claude-Bernard-Horner, déficit du système afférent et maladie d'Alzheimer).

Le but de notre travail est de montrer que les progrès réalisés en matière d'étude fine de la pupille implique l'ophtalmologiste dans la prise en charge multidisciplinaire d'anomalie pupillaire dépistée dans son cabinet.

MATÉRIELS ET MÉTHODES

Examen clinique de la pupille (1, 2)

Il est indispensable pour dépister des anomalies pupillaires chez des sujets prédisposés (sclérose en plaques, neuropathie optique) ou même de façon systématique car il est rapide, simple et aisé.

L'examen se déroule en chambre noire, avec un éclairage doux et diffus. Une règle comportant plusieurs cercles de diamètre différent est placée devant l'œil, permettant une approche comparative du diamètre des pupilles. La mesure est répétée dans l'obscurité. La forme, la régularité des contours, le centrage des pupilles sont également notés. Au repos, en lumière ambiante, le diamètre pupillaire est compris entre 2,5 et 4,5 mm. Une différence de diamètre pupillaire entre les deux yeux (anisocorie) inférieure à 0,3 mm est considérée comme physiologique. Le réflexe photomoteur (RPM) direct et consensuel est recherché et analysé de façon comparative entre les deux yeux. Enfin, on étudie le réflexe d'accommodation-convergence en faisant fixer par le patient un objet que l'on rapproche jusqu'à 30 cm des yeux.

La biomicroscopie affine l'observation, en mettant en évidence des RPM de faible amplitude ou des déformations de la pupille. Elle rend possible l'orientation du stimulus lumineux sur différentes parties de la rétine (intéressant lors de déficit bien systématisé du champ visuel). Ou encore, elle élimine l'existence de facteurs mécaniques gênant la mobilité irienne tels que des synéchies iridocristalliniennes, des corps étrangers, des iridodialyses ou des ruptures sphinctériennes.

(1) Service des Explorations fonctionnelles de la Vision, Hôpital B, CHRU, 59037 Lille Cedex.

(2) U 279 INSERM, Rue du Professeur-Calmette, 59019 Lille Cedex.

(3) Département d'Informatique médicale du Centre hospitalier de Montreuil, 3, rue des Juifs, BP 9, 62170 Montreuil-sur-Mer.

Tirés à part : N. Guépratte (à l'adresse ci-dessus).

Pupillométrie (3-5)

Le pupillomètre est intégré dans un photo-oculomètre, qui est une version prévue pour l'étude de la motricité intrinsèque et extrinsèque du « moniteur ophtalmologique » commercialisé par la société Métrovision.

Le pupillomètre permet une mesure précise et instantanée du diamètre pupillaire. Le patient installé comme devant une lampe à fente, est placé à 2,5 m d'un écran (distance suffisante pour éviter la mise en jeu du réflexe d'accommodation-convergence). Une première caméra filme la pupille éclairée par une lumière infrarouge (on part de l'hypothèse que les variations du diamètre pupillaire en rapport avec la lumière infrarouge invisible sont négligeables). Les images de la pupille, du témoin de la stimulation lumineuse et de la courbe des résultats sont visualisées sur un écran de contrôle en temps réel.

Notre protocole comprend différentes stimulations lumineuses étudiées successivement sur les deux yeux : en lumière forte, à l'obscurité, lors du passage de l'obscurité à la lumière, puis du passage de la lumière à l'obscurité, et enfin le RPM direct.

Cette technique est non invasive, rapide pour le patient et donne immédiatement les paramètres étudiés en dixièmes de millimètre pour les diamètres pupillaires. Elle permet également d'enregistrer les réponses pupillaires à différents agents pharmacologiques comme la cocaïne, la pilocarpine et/ou l'amphétamine.

RÉSULTATS

Pupille d'Adie

Un homme jeune, de 27 ans, consulte pour une sensation de brouillard visuel, baisse d'acuité visuelle de l'œil droit et anisocorie. Les diamètres pupillaires à la lumière douce sont de 4,8 mm à droite et 2,9 à gauche. Il existe une dissociation entre le RPM très faible à droite, normal à gauche et un réflexe d'accommodation-convergence seulement ralenti à la décontraction à droite et normal à gauche. L'amplitude de contraction des pupilles est respectivement de 0,2 mm et 1,7 mm et la vitesse de ≈ 0 mm/s à droite et 6 mm/s à gauche. Après l'instillation de pilocarpine diluée les diamètres pupillaires passent à 3,1 mm et 3,0 mm (inchangé à gauche) à la lumière douce. Le reste du bilan ophtalmologique et neurologique est sans particularité.

Un autre patient de 37 ans consulte pour la même symptomatologie. Il présente une anisocorie avec altération du RPM sur la pupille de plus grand diamètre mais avec conservation du réflexe d'accommodation-convergence. L'hyporéflexie ostéotendineuse habituelle n'est pas retrouvée. Le diamètre des pupilles avant toute instillation de collyre est à droite de 3,5 mm, à gauche de 2,5 mm. L'anisocorie est bien supérieure à 0,3 mm. Le RPM est très diminué à droite (pupille de plus grand diamètre) avec une amplitude de contraction à 0,2 mm contre 1,1 mm à gauche; les vitesses de contraction sont respectivement à 1,2 ms et 4,4 ms. Quarante-cinq minutes après l'instillation de pilocarpine la pupille pathologique a vu son diamètre diminuer de 0,4 mm et passer à 3,1 mm.

Claude-Bernard-Horner (CBH)

Chez un enfant de 9 ans, ayant subi un traumatisme du plexus brachial, une anisocorie augmentant à l'obscurité notée à 0,4 mm (œil droit 6,8 mm, œil gauche 6,4 mm). Les RPM sont sensiblement équivalents, et l'accommodation-convergence est conservée. Les diamètres pupillaires à 45 min après instillation de cocaïne à 2 % sont respectivement à droite à 7,9 mm (pupille saine), et à gauche à 6,5 mm. L'anisocorie est supérieure à 0,8 mm et l'augmentation du diamètre de la pupille saine est inférieure à 2 mm.

Déficit du système afférent

Une jeune fille de 15 ans présente une neuropathie optique unilatérale gauche sévère. La pupillométrie met en évidence des anomalies pupillaires, avec absence de maintien de la contraction à la lumière, en effet on observe une réaugmentation du diamètre de la pupille alors que la stimulation lumineuse est maintenue à une même intensité. Le diamètre de départ (à l'obscurité) est de 5,7 mm, à la lumière à 3 mm, mais il repasse à 4,3 mm, soit environ une augmentation de 100 % de la surface pupillaire à la lumière.

Maladie d'Alzheimer

Chez une patiente de 85 ans incluse dans le protocole d'une étude sur la maladie d'Alzheimer en cours dans notre service, les diamètres pupillaires sont initialement à 3 mm à droite et à 3,7 mm à gauche; 45 minutes après l'instillation d'une goutte de Mydraticum® dilué à 1 % dans l'œil droit (choisi de façon aléatoire), on observe une augmentation du diamètre de cette pupille de 1,4 mm. Le changement d'anisocorie est de 1,4 mm.

DISCUSSION

Pupille d'Adie

Elle entre dans le cadre des pupilles toniques d'origine idiopathique.

Généralement pathologie de la femme jeune (90 %), le plus souvent entre 20 et 40 ans, elle est consécutive à une lésion du ganglion ciliaire qui, par l'intermédiaire des nerfs ciliaires courts postérieurs, entraîne une réaction tonique de la pupille.

La patiente se plaint d'une vision floue de près, de survenue brusque (par paralysie de l'accommodation). A l'examen, on note une anisocorie avec diminution du RPM du côté de la pupille pathologique (généralement la plus grande des deux). Lors de la biomicroscopie, on constate qu'il persiste habituellement en début d'évolution une réaction résiduelle correspondant à une contraction segmentaire du sphincter irien. Peu à peu, le diamètre de la pupille d'Adie diminue et à quelques années d'intervalle on observe 50 % d'atteinte bilatérale avec deux petites pupilles peu réactives. Quarante-vingt-dix pour cent des fibres nerveuses du ganglion ciliaire

à destinée accommodative contre 10 % pour le M, lorsque survient la régénération aberrante suivant destruction de ces fibres, l'accommodation est alors privilégiée. Le réflexe d'accommodo-convergence seul persiste (bien que parfois ralenti).

Une hyporéflexie ostéotendineuse est retrouvée dans 90 % des cas (bilatérale et symétrique dans 50 % des cas). L'hypersensibilité à la pilocarpine est présente dans 85-90 % des syndromes d'Adie (se traduisant par une contraction de la pupille pathologique). On utilise de la pilocarpine diluée à 0,1 %, 1 goutte dans chaque œil 2 fois à 5 minutes d'intervalle. À 45 minutes, un changement de l'anisocorie de plus de 1 mm est considéré comme positif. En cas de pupille tonique bilatérale, on utilise une solution de pilocarpine 0,05 %, des pupilles normales répondent peu, une réaction de plus d'un millimètre d'une des deux pupilles est considérée comme positive. Le rôle du pupillomètre est déterminant, puisque la précision de l'apparition clinique à la règle comparative n'est que de l'ordre du millimètre.

Dans la première observation le terrain n'est pas typique, il s'agit d'un homme, sans signe extrapupillaire caractéristique. Nous aurions pu mettre en doute le diagnostic si l'étude pupillaire ne s'était pas révélée très représentative d'un syndrome d'Adie : diminution du RPM du côté de la plus grande pupille (droite) témoignant d'une atteinte récente, avec une vitesse et une amplitude de contraction très diminuées. L'épreuve à la pilocarpine est d'ailleurs très caractéristique avec un changement d'anisocorie supérieur à 1 mm (anisocorie de 1,9 mm avant pilocarpine et 0,1 mm après) (6).

Mais ce test à la pilocarpine n'est pas toujours aussi significatif comme en témoignent les résultats du deuxième patient, l'anisocorie dans un cas identique au précédent ne varie que de 0,4 mm.

Syndrome de Claude-Bernard-Horner (CBH) (7-10)

Initialement décrit en 1858 par Friedrich Horner, ce syndrome comporte un myosis, un ptosis, une pseudo-énophtalmie et une anhidrose faciale. L'anisocorie est évocatrice si elle augmente à l'obscurité, et s'il existe un retard à la dilatation pupillaire dans l'obscurité. Ce phénomène peut être enregistré de façon relativement grossière par une photographie au flash, ou plus précisément avec une mesure dynamique (temps de latence, vitesse de dilatation) grâce à la caméra infrarouge du pupillomètre. Devant un diagnostic parfois douteux chez des patients présentant un ptosis de cause non neurologique (désinsertion du releveur, dermato-bépharochalasis, traumatisme ancien) associé à une anisocorie physiologique, une étude fine de la motricité pupillaire au repos est nécessaire. Une augmentation de l'anisocorie dans l'obscurité est un premier élément d'orientation.

La certitude diagnostique ne peut être obtenue qu'avec un test à la cocaïne 2 %. La cocaïne agit au niveau de la liaison synaptique entre le 3^e neurone du système sympathique et le dilatateur de l'iris, en inhibant le recaptage de la norépinéphrine (NE). Elle en

augmente la concentration au niveau de l'espace intersynaptique et entraîne une dilatation d'une pupille saine. En cas d'interruption en un point de la voie sympathique, la cocaïne est inefficace puisqu'il n'y a plus de sécrétion de NE. La pupille pathologique ne se dilate pas. La pupillométrie prend ici toute sa valeur, puisqu'elle permet des mesures statiques précises à 0,1 mm près. Ainsi, une anisocorie inférieure ou égale à 0,3 mm, 45 min après l'installation de cocaïne à 2 % exclut le diagnostic. En revanche, il est évoqué si la différence est supérieure à 0,8 mm. Cependant si l'anisocorie se situe entre 0,3 et 0,8 ou pour certains (1) même avec une anisocorie supérieure à 0,8 mm, mais avec une dilatation de plus de 2 mm de la pupille saine, la valeur diagnostique du test devient incertaine et l'examen mérite d'être contrôlé au bout d'un mois.

En présence d'un CBH affirmé par un test à la cocaïne positif, il est possible d'approcher la localisation de la lésion responsable à l'aide de l'OH-amphétamine. Cette molécule a une action dilatatrice par augmentation de la sécrétion de NE par la terminaison synaptique au niveau des récepteurs musculaires iriens. Pour être active au niveau pupillaire, elle nécessite une intégrité du 3^e neurone (post-ganglionnaire). L'absence de réaction situe l'atteinte du système sympathique au niveau post-ganglionnaire, on doit éliminer un anévrysme carotidien. La présence d'une réaction situe la lésion en amont, il faut alors toujours systématiquement rechercher une lésion de l'apex pulmonaire homolatérale. D'autres atteintes pré-ganglionnaires concernent le plus souvent le rachis cervical dans un contexte algique ou après chirurgie rachidienne.

Ici les paramètres recueillis par la pupillométrie sont typiques. Une anisocorie de départ supérieure à 0,3 mm, des RPM non perturbés et une anisocorie devenant supérieure à 0,8 mm avec dilatation de la pupille saine de moins de 2 mm. Avec une technique manuelle il aurait été impossible d'obtenir des chiffres aussi significatifs.

Déficit du système afférent (11, 12)

Il ne peut être observé qu'en cas d'atteinte unilatérale ou bilatérale asymétrique. Il est particulièrement intéressant de le rechercher pour s'assurer de l'intégrité d'un œil adelphe au cours d'une pathologie étiquetée unilatérale, entraînant une diminution importante du message sensoriel. Il n'existe pas d'atteinte pupillaire vraie puisque le RPM et l'accommodo-convergence sont présents. Il s'agit d'un déficit relatif appelé par les Anglo-Saxons RAPD (relative afferent pupillary defect) (6, 9).

Il existe une réponse différente entre les deux yeux à un même stimulus photomoteur, c'est donc uniquement un test comparatif. Une source lumineuse d'intensité constante illumine alternativement les deux pupilles, lorsque la pupille du côté du déficit afférent est stimulée, il se produit une dilatation paradoxale. C'est le test de Lévitán.

Cette différence peut s'expliquer par une diminution importante du message sensoriel d'un côté par rapport à l'autre. Elle s'observe plutôt au niveau des atteintes du nerf optique en raison du caractère relativement condensé, compacté du transfert de l'information visuelle; à ce niveau se situe le goulet d'étranglement de la transmission (100 millions de photorécepteurs pour 1 million de cellules ganglionnaires). Cependant une atteinte rétinienne unilatérale très étendue ou fonctionnellement importante peut également donner lieu à un déficit afférent (occlusion veineuse, décollement de rétine, neuropathie optique, amblyopie).

Chez cette jeune patiente, c'est l'examen clinique qui est primordial. Le test de Léviton (swinging flashlight test) (1, 6) est une méthode excessivement simple pour faire le diagnostic de déficit du système afférent. Il n'est pas rare de l'observer au cours d'une consultation ordinaire. Cette technique peut être utile lorsque le fond d'œil n'est pas examinable.

Dans le cas présent la pupillométrie est réalisée dans un but de recherche pour essayer de trouver des corrélations entre les anomalies pupillaires et la sclérose en plaques, il y aurait un possible allongement de la latence de la contraction pupillaire au cours du RPM et un défaut de maintien de cette contraction alors que le stimulus lumineux est maintenu. Ce ne sont pour l'instant que des hypothèses à l'étude dans notre service (1).

Réactivité de la pupille dans la maladie d'Alzheimer (7)

C'est un sujet actuellement très controversé. Selon une étude récente, il existerait une réaction exagérée de dilatation des pupilles avec un collyre au Mydraticum® à la faible concentration de 1 %. Cette dilatation ne se produirait pas chez les sujets normaux. La notion de réactivité anormale de la pupille au Mydraticum® dilué doit être reconstruite avec précision. Notamment, il s'agit d'éliminer un biais d'ordre pharmacocinétique. En effet, des facteurs modifiant la pénétration intraoculaire des agents pharmacologiques, augmenteraient ou diminueraient la concentration locale de la molécule et par là-même l'interaction avec les récepteurs. Devant la prévalence d'un syndrome sec oculaire relativement élevé dans la population ciblée par ce test, une étude approfondie statistiquement réalisée sur un grand nombre de sujets est nécessaire avant de valider l'instillation de Mydraticum® dilué comme test de dépistage de la maladie d'Alzheimer. Le pupillomètre, par la précision des mesures et par l'apport de para-

mètres supplémentaires, dynamiques, sera un outil précieux dans ce type d'évaluation.

CONCLUSION

La pupillométrie instrumentale et informatisée présente un intérêt indéniable dans de nombreuses anomalies pupillaires classiques. Elle permet par sa précision d'argumenter un diagnostic évoqué sur l'examen clinique, d'améliorer les résultats obtenus par les traditionnelles épreuves aux collyres. Par ailleurs, grâce à l'ensemble des paramètres étudiés, elle dévoile de nouvelles caractéristiques physiologiques de la pupille qui présentent des anomalies significatives dans diverses pathologies. En plus de ces indications habituelles (pupille d'Adie, CBH, neuropathie optique...), elle pourrait constituer un élément de diagnostic précoce de la maladie d'Alzheimer.

Enfin, l'étude de la pupille clinique ou instrumentale est un des domaines qui doit permettre à l'ophtalmologiste d'accentuer son rôle d'interlocuteur privilégié avec les autres spécialistes.

Références

1. STANLEY H. Thompson-Adler's physiology of the eye : clinical application. 9th Ed. St.-Louis, William M Hart. The pupil 1992 : 412-39.
2. GUILLAUMAT L, MORAX PV, OFFRET G. La pupille. Neuro-ophtalmologie. Masson, Paris, 1959.
3. CHARLIER J, HACHE JC. Pupillary reflex and presbyopia. In : Presbyopia. The third international symposium, Stark and Obrecht Eds. Fairchild Publications, New York, 1987 : 228-33.
4. CHARLIER J, HACHE JC, HUGUEUX JP. Pupillary light reflex in multiple sclerosis. Invest Ophthalmol Vis Sci 1982; 22 : 224.
5. McLAREN JW, FJERSTAD WH, ANDERS BN, MATTHEW DG, RICHARD FB. New video-pupillometer. Optical engineering 1995; 34 : 676-83.
6. SLAMOVITZ TL, BURDE R. Neuro-ophtalmology. Vol 6. Singapour Mosby-year book europe LTD, 1994.
7. SCINTO LFM, DAFFNER KR, DRESLER DV, RANSIL BI, RENHTZ D, WEINTRAUB S, MESULAM M, POTTER H. A potential noninvasive neurobiological test for Alzheimer's disease. Science, Vol 266 1994 : 1051-3.
8. SLAMOVITZ TL, GLASER JS. The pupils and accommodation. In : Glaser JS. Neuro-ophtalmology. 2nd Ed. JB Lippincott Co, Philadelphia, 1990 : 459-86.
9. WILHEM H. Pupil examination and evaluation of pupillary disorders. Neuro-ophtalmology 1994; 14 : 283-95.
10. LARMANDE PA. La pupille. 2^e éd. Paris, Masson 1989 : 15-36 et 233-44.
11. LOEWENFELD IE. The pupil, anatomy, physiology, and clinical application. Vol 1. Ames, Iowa state university press; Detroit, Wayne state university press, 1993.
12. LALOUM L. Les anomalies pupillaires en neuro-ophtalmologie. Journée de neuro-ophtalmologie pratique. Enseignement post-universitaire de la fondation A. de Rothschild du 7 octobre 1995.