

Facteurs contribuant à l'inexactitude et à l'absence de reproductibilité des mesures traditionnelles subjectives de l'hétérophorie

Vivek Labhishetty (BSc optométrie, MSc, PhD)
Directeur de la recherche clinique, neurolens Inc., Costa Mesa (Californie)

Contexte

Une vision binoculaire claire et simple est essentielle à un comportement visuel normal. Nos yeux travaillent pour mettre au point (accommodation) et aligner (vergence) un objet d'intérêt du monde réel, mécanisme permettant de maintenir une vision binoculaire claire et simple. Toute imprécision au niveau de l'alignement aboutira à des déviations oculaires, que l'on peut classer en trois catégories: hétérophorie, disparité de fixation et hétérotropie (strabisme). L'hétérophorie est un désalignement relatif des yeux en l'absence de fusion. En d'autres mots, il s'agit d'un désalignement des yeux mesuré lorsque ces derniers sont dissociés. L'hétérophorie peut être horizontale, verticale ou cyclodéviée (ou toute combinaison de ce qui précède), et est habituellement compensée par la vergence fusionnelle en présence de fusion. Une incapacité à compenser ce désalignement des yeux entraînera une déviation manifeste appelée hétérotropie (strabisme). La disparité de fixation, quant à elle, est un désalignement relatif des yeux en présence de fusion. Cette déviation est habituellement inférieure à l'aire de Panum, si bien que les objets de l'espace ne sont pas «dédoublés». Sur le plan clinique, les conditions en lien avec la phorie ou la disparité de fixation se nomment troubles de vision binoculaire non liés au strabisme.

Habituellement, les examens de la vue de routine à des fins diagnostiques prévoient la détermination des erreurs de réfraction non corrigées, et celles-ci sont corrigées en utilisant des verres qui fournissent la meilleure vision possible. Cependant, des soins de la vue complets ne sauraient se limiter qu'à la détermination de la meilleure acuité visuelle monoculaire et binoculaire pouvant être fournie. Dans le monde réel, nos yeux travaillent de concert pour mettre au point et aligner les objets de manière à fournir une vision binoculaire claire et simple. Par conséquent, afin de fournir des soins de la vue optimaux, il importe aussi d'évaluer dans quelle mesure les yeux de nos patients travaillent de concert. Ce point revêt un caractère particulièrement essentiel à l'ère moderne, avec sa tendance croissante à l'utilisation des appareils numériques, notamment les téléphones, tablettes et ordinateurs, qui sollicitent davantage la vision de près. Cette hausse des besoins visuels en vision de près augmente la charge sur les mécanismes d'accommodation et de vergence visant à mettre au point et aligner constamment les objets situés à proximité. Selon des rapports publiés récemment, les enfants et les adultes américains passent en moyenne quelque 7,5 à 9,7 heures par jour sur les plates-formes numériques. De plus, de 40 à 80 % d'entre eux déclarent souffrir d'un ou plusieurs symptômes du syndrome de la vision artificielle (SVA), comme les yeux fatigués, la fatigue et l'inconfort visuels, ou une sensation d'yeux secs (Rosenfield, 2016). Il importe donc d'évaluer le mécanisme de la vision binoculaire chez ces patients et de les traiter en conséquence.

Pour évaluer ce mécanisme, les cliniciens mesurent la magnitude et la direction de la phorie en vision de loin (6 m) et de près (40 cm). Le test de l'écran, la méthode de Von Graefe ou la carte Thorington modifiée sont les tests habituellement utilisés pour mesurer la phorie. Parmi les moyens globaux de mesurer la vision binoculaire, notons les tests des limites (point rapproché d'accommodation/de convergence), de l'amplitude (vergence fusionnelle négative/positive, accommodation relative négative/positive), de la précision (phorie/disparité de fixation, retard ou avance d'accommodation) et de la dynamique de la vergence et de l'accommodation. Les barres de prisme, les lentilles d'essai, les règles RAF, les palettes de Maddox, les rétinoscopes et les réfracteurs sont utilisés pour obtenir cette information sur ces deux mécanismes moteurs. En raison du comportement transversal unique des mécanismes d'accommodation et de vergence, il importe en outre de déterminer la solidité des liens croisés entre les deux systèmes, que l'on exprime généralement en termes de réponse de vergence accommodative (ratio AC/A) et réponse de vergence d'accommodation (ratio CA/C).

Le ratio CA/C n'est pas couramment mesuré en contexte clinique. En règle générale, les pratiques cliniques individuelles mesurent seulement la phorie et les limites (point rapproché d'accommodation/de convergence). Si le patient présente une phorie symptomatique, des options de traitement visant à réduire cette phorie sont

habituellement recommandées. Actuellement, plusieurs options de traitement, y compris des verres, des prismes et des thérapies de la vision, sont souvent prescrites à la lumière de renseignements recueillis grâce aux tests mentionnés ci-dessus (Scheiman & Wick, 2014). Vu l'importance de l'évaluation de la vision binoculaire à l'ère numérique, il est essentiel d'évaluer ce mécanisme de manière précise et globale. Cependant, la routine d'examen actuelle utilisée pour estimer la phorie n'est pas idéale, et comporte divers éléments qui pourraient causer des erreurs dans l'estimation de la fonction binoculaire. Parmi ces éléments, notons la nature subjective des tests, la reproductibilité des tests d'un clinicien à l'autre, et la variabilité ainsi que la complexité inhérentes aux tests et aux procédures.

Sources d'erreur

Nature subjective des tests

La plupart des routines de tests visant à évaluer la vision binoculaire sont subjectives pour deux raisons : la réponse attentive du patient, ou le degré d'expertise du clinicien. Cette subjectivité pourrait rendre inexacts et faiblement reproductibles les estimations de la posture phorique. De plus, en raison de la nature subjective des tests, ceux-ci ne conviennent pas aux jeunes enfants ou aux personnes ayant des capacités différentes, car ces personnes peuvent éprouver des difficultés à formuler une réponse verbale claire.

Reproductibilité d'un clinicien à l'autre

En raison de leur nature subjective, la plupart des tests cliniques dépendent de la capacité du clinicien à effectuer ces tests avec précision. Bien que plusieurs études indiquent que le degré d'expertise du clinicien n'entraîne pas de différence significative sur le plan clinique dans les estimations de la phorie, elles révèlent qu'il existe une plus grande variabilité de ces estimations lorsque les examens sont effectués par des cliniciens débutants (Hrynychak et al., 2010). Le choix du critère de neutralisation employé par le clinicien pourrait aussi influencer sur la reproductibilité d'un clinicien à l'autre. Par exemple, au moment d'effectuer le test de l'écran subjectif avec prisme, certains cliniciens choisissent la valeur de prisme qui neutralisera en définitive le mouvement de l'œil, alors que d'autres optent pour le prisme qui suscitera un mouvement opposé de l'œil (point d'inversion). En raison de la gradation de la barre de prismes, ceci pourrait entraîner une variabilité d'environ 2 à 4 PD. Une étude portant sur un petit échantillon a aussi indiqué que la plus petite valeur de phorie pouvant être détectée par des cliniciens, tous degrés d'expertise confondus, est d'environ 2 à 3 PD (Fogt et al., 2000). Aussi, tout désalignement inférieur à cette valeur passerait inaperçu, ce qui pourrait entraîner des inexactitudes. Enfin, durant l'exécution de tests qui dépendent du positionnement de prismes, comme le test de l'écran ou le test de vergence fusionnelle, la distance entre le prisme et l'œil peut influencer sur l'efficacité du prisme et entraîner des estimations fallacieuses ou moins fiables.

Tests et procédures

Le choix des mesures qui devraient être utilisées pour calculer la correction prismatique qui pourrait être prescrite au patient est un autre aspect essentiel dont il faut tenir compte. Devriez-vous déterminer la valeur du prisme en fonction de la phorie dissociée, de la disparité de fixation, ou les deux ? L'un est-il plus efficace que l'autre ? Bien que la plupart des cliniciens d'Amérique du Nord prescrivent habituellement une correction prismatique axée sur la phorie dissociée, plusieurs facteurs donnent à penser que la disparité de fixation pourrait être un meilleur indicateur prévisionnel, et qu'elle devrait être utilisée pour estimer la valeur du prisme. Ces études avancent que les tests de la disparité de fixation fournissent des conditions de vision plus naturelles, car les deux yeux fixent un contenu similaire, qui peut être fusionné (Yekta et al., 1989). D'autres ont souligné qu'aucun de ces tests d'alignement ne fournit d'indices naturels avec les mesures, puisque les sujets regardent les cibles dans des conditions de vision artificielles ou anormales. Des études menées précédemment donnent à penser que les praticiens pourraient recommander des prismes qui procurent un plus grand confort à leurs patients lorsqu'ils regardent des objets du monde réel (Otto et al., 2008). Il existe aussi un désaccord concernant l'efficacité des corrections prismatiques estimées en fonction des valeurs de phorie dissociées ou associées (revu dans Otto et al., 2008).

Comme mentionné précédemment, plusieurs tests, y compris celui de Thorington, le test de l'écran et la méthode de Von Graefe, sont utilisés pour mesurer la phorie. Plusieurs études ont indiqué une différence considérable dans les estimations obtenues parmi ces divers tests, avec un écart-type de 4 à 5 PD. On s'attendrait raisonnablement à

observer des différences d'un test à l'autre en raison de la variation des procédures, des stimuli utilisés, de l'influence de la convergence proximale, de la capacité à contrôler l'accommodation et de la nature de la subjectivité qui sous-tend les différents tests. Par exemple, le test subjectif tient-il compte de la réponse du patient par rapport au jugement du clinicien de ce que signifie la déviation? Une étude visant à examiner la reproductibilité de différents tests d'un clinicien à l'autre indique que seuls les tests comme la carte Thorington modifiée présentent une reproductibilité élevée d'un clinicien à l'autre, alors que des tests couramment utilisés, comme la méthode de Von Graefe, présentent une reproductibilité très faible, avec des écarts aussi importants que 3 à 5 PD (Rainey et al., 1998; revu dans Goss et al., 2010).

La durée de la dissociation des yeux avant la prise d'une mesure est une autre différence importante qui pourrait entraîner un manque de reproductibilité et des estimations inexactes. Des recherches antérieures indiquent qu'une longue durée de dissociation, soit de 5 à 25 minutes, serait nécessaire pour minimiser l'influence de l'adaptation de la vergence et permettrait d'obtenir une estimation plus précise de l'hétérophorie (Rosenfield et al., 1997). Malheureusement, cela est impossible dans un contexte clinique. De plus, vu la capacité limitée de l'œil nu à identifier et suivre des mouvements très subtils et lents, il est difficile de déterminer si les mesures sont réellement obtenues après que l'œil se soit stabilisé dans une certaine posture phorique dans des conditions de dissociation. Ceci pourrait aussi entraîner des estimations erronées. Enfin, l'une des complexités majeures des tests de la vision binoculaire, c'est que le clinicien doit habituellement mener une batterie de tests afin de décider du type et de la magnitude de l'option de correction. Il est particulièrement difficile, dans les cliniques fort achalandées, de consacrer beaucoup de temps à l'exécution d'une batterie de tests pour estimer une correction prismatique précise qui soulagera efficacement les symptômes du patient.

Appareil de Mesure neurolens® (AMn)

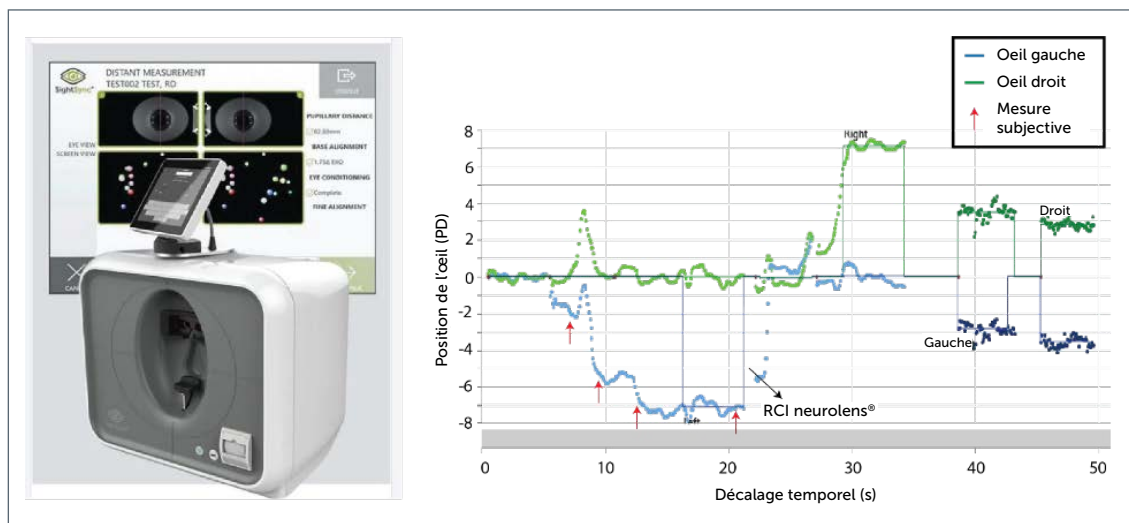


Figure 1: Illustration de l'Appareil de Mesure neurolens®. Exemple de tracé pour l'œil gauche d'un patient (bleu) dans des conditions de dissociation. Position de l'œil, en dioptries prismatiques (PD), représentée en fonction du décalage temporel. Après la dissociation, l'œil gauche dérive lentement vers la position phorique. L'algorithme de mesure neurolens® mesure la position phorique une fois l'œil dissocié stabilisé, dans la position appelée « région d'intérêt » neurolens®. Cependant, lorsqu'un clinicien effectue une mesure subjective de la phorie, ou lorsqu'un patient répond subjectivement selon la durée de la mesure (indiquée de manière approximative par les flèches rouges), la mesure de la phorie peut varier de 2 à 7 PD. Il s'agit donc d'un écart de 5 PD, qui peut être induit en fonction de la durée de la mesure. Ce pourrait être l'une des causes possibles de variabilité observée dans les méthodes cliniques traditionnelles de mesure de l'alignement des yeux.

Appareil de Mesure neurolens® est un outil diagnostique qui mesure la vision binoculaire. Il offre un moyen objectif, efficace, convivial, exact, précis et simple de mesurer l'alignement des yeux ainsi que l'écart pupillaire et le ratio AC/A. L'AMn ne dépend pas de réponses subjectives, si bien qu'il permet d'éliminer les biais ou les variabilités inhérents au clinicien et aux patients. L'AMn est en mesure de fournir une mesure objective en employant un système qui assure le suivi efficace des yeux des patients de manière continue pendant que les yeux sont dissociés. Ceci permet au système de mesurer la phorie après que l'œil se soit stabilisé dans les conditions de dissociation, ce qui fournit une estimation précise et répétable de la phorie (Figure 1). Le système peut relever une phorie de moins de 1 PD, et détecter des changements aussi petits qu'un dixième de PD. Une étude clinique interne menée auprès de 15 sujets avec et sans troubles liés au strabisme avec trois systèmes différents a permis de constater que la reproductibilité permise par l'AMn

était de 0,53 PD pour ce qui est des mesures en vision de loin, et de 0,86 PD pour les mesures en vision de près, ce qui est considérablement inférieur aux 2,5 à 5 PD rapportés avec les méthodes traditionnelles, comme la méthode de Von Graefe et la carte de Thorington modifiée.

De plus, le degré d'expertise du clinicien et l'adaptabilité du patient n'influent aucunement sur les mesures de l'AMn. L'AMn continue de suivre le mouvement de l'œil et mesure à la fois la phorie dissociée et la disparité de fixation en vision de loin et de près. Pour s'assurer d'obtenir des estimations précises et d'éviter de corrompre les données sur les mouvements de l'œil avec de grands mouvements des yeux et de la tête, l'AMn fournit également un indice de qualité de la mesure (IQM), qui informe le clinicien de la qualité de la mesure obtenue. Par exemple, un IQM supérieur à 0,7 est considéré comme une mesure adéquate, lorsque le mouvement de l'œil a été neutralisé à 0,25 dioptrie prismatique.

L'AMn est un outil simple. Il emploie une procédure itérative qui tient compte des mesures du désalignement et fournit une correction prismatique finale neuroLens® (valeur neuroLens®), en unités de dioptries prismatiques (PD), que les cliniciens peuvent utiliser facilement pour traiter leurs patients. Contrairement aux lignes directrices en matière de prescription, comme le critère de Sheard, la règle de Perceval ou la règle du 1:1, la valeur neuroLens® utilise un algorithme exclusif élaboré en fonction de résultats de patients recueillis à travers des centaines de milliers de mesures et de résultats. L'AMn est efficace, car il finalise le test de vision binoculaire élémentaire, en fournissant la disparité phorie/ fixation et le ratio AC/A, fournit une valeur de correction neuroLens® dans un délai de 180 secondes, et peut être utilisé par un technicien clinique. Enfin, il fournit une représentation visuelle du désalignement du patient, qui peut ensuite être utilisée pour expliquer le problème à l'origine des symptômes ainsi que la solution recommandée au patient.

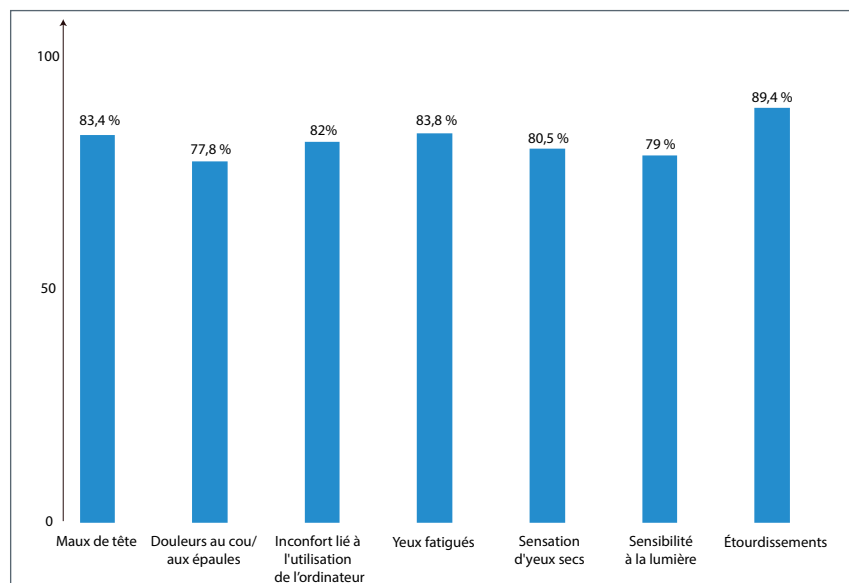


Figure 2: Proportion de personnes qui ont signalé un soulagement de leurs symptômes après avoir porté les verres correcteurs neuroLens® pendant 60 jours.

Comme illustré à la figure 2, la correction neuroLens® prescrite en fonction de la valeur de prisme neuroLens® s'est avérée très efficace pour fournir un soulagement de très haut niveau aux patients souffrant de symptômes liés au SVA, comme les maux de tête, les douleurs au cou, l'inconfort devant l'ordinateur, etc. Contrairement au prisme conventionnel, le prisme neuroLens® est profilé, ce qui permet aux cliniciens de varier la quantité de prisme en vision de loin et de près. Globalement, quelque 83% des porteurs de verres neuroLens® ont rapporté une amélioration des symptômes courants du SVA, notamment l'inconfort devant l'ordinateur (82%), les yeux fatigués (83,8%) et les maux de tête (83,4%). Après 60 jours de port des verres neuroLens® prescrits en fonction de la valeur de prisme neuroLens® fournie par l'AMn, environ 80% des patients souffrant de symptômes ont déclaré être disposés à recommander neuroLens® à leurs amis et aux membres de leur famille.

Incidences concrètes

L'Américain moyen passe environ 7 à 10 heures par jour sur les appareils numériques, et 40 à 80% des personnes souffrent, d'une manière ou d'une autre, de symptômes liés au SVA, notamment des maux de tête, des douleurs au cou et des yeux fatigués. De plus, il a été rapporté que les personnes ayant subi un traumatisme crânien ou la chirurgie au LASIK, ainsi que les jeunes adultes souffrant de myopie, sont également fortement à risque de souffrir de troubles non liés au strabisme. Il est donc essentiel que ces personnes reçoivent des soins de la vue optimaux et globaux, y compris une évaluation précise et efficace de la vision binoculaire. Appareil de Mesure neuro lens® (AMn) est un moyen précis, efficace, objectif et simple de diagnostiquer ces patients et de leur fournir une option de traitement (neuro lens®) qui peut soulager leurs symptômes et, en définitive, les aider à mener une vie numérique sans symptômes.

Tableau 1: Sommaire des différences entre les méthodes subjectives traditionnelles utilisées pour mesurer le désalignement des yeux et l'AMn.

Source d'erreur		Méthodes traditionnelles	Appareil de Mesure neuro lens®
Nature subjective		Expertise du clinicien ou adaptabilité du patient	Objectif; peut être utilisé par un technicien
Reproductibilité d'un clinicien à l'autre	Variabilité de l'expertise clinique	Oui	Non
	Critère de neutralisation	Oui. Le clinicien a-t-il choisi une neutralisation du prisme qui ne suscite aucun mouvement de l'œil évalué ou de l'œil opposé (inversion)?	Non. L'algorithme mesure la déviation lorsque les yeux se stabilisent
	Précision de la mesure finale	Selon le test utilisé (barre de prismes), peut varier de 2 à 4 PD	Un indice de qualité de la mesure (IQM) supérieur à 0,7 indiquerait que le point final est en deçà de 0,25 PD de la mesure réelle
	Plus petite phorie pouvant être relevée:	env. 2 à 3 PD	Un désalignement inférieur à 0,1 PD peut être détecté
	Efficacité du prisme	Selon l'endroit où les prismes ont été placés par rapport aux yeux du patient, l'efficacité du prisme peut diverger	La distance verre-œil est toujours gardée constante
Tests et procédures	Devriez-vous déterminer la valeur du prisme en fonction de la phorie dissociée, de la disparité de fixation, ou les deux?	Les cliniciens utilisent habituellement la phorie dissociée	L'AMn utilise un algorithme exclusif qui tient compte à la fois de la phorie dissociée et de la phorie associée.
	Reproductibilité	Selon le test employé, elle pourrait varier entre 3 et 5 PD	0,53 PD pour les mesures en vision de loin et 0,86 PD pour les mesures en vision de près
	Durée de la dissociation	Varie selon le test; limitée par la capacité de l'œil nu à suivre des mouvements très subtils et très lents	Les oculomètres peuvent suivre l'œil durant la prise de mesures en dissociation et en association

Références

Rosenfield, M. (2016). Computer vision syndrome (aka digital eye strain). *Optometry in Practice*, 17(1), 1-10.

Scheiman, M., & Wick, B. (2008). *Clinical management of binocular vision: heterophoric, accommodative, and eye movement disorders*. Lippincott Williams & Wilkins. Hrynychak, P. K., Herriot, C., & Irving, E. L. (2010). Comparison of alternate cover test reliability at near in non-strabismus between experienced and novice examiners. *Ophthalmic and Physiological Optics*, 30(3), 304-309.

Rainey, B. B., Schroeder, T. L., Goss, D. A., & Grosvenor, T. P. (1998). Inter-examiner repeatability of heterophoria tests. *Optometry and vision science: official publication of the American Academy of Optometry*, 75(10), 719- 726.

Fogt, N., Baughman, B. J., & Good, G. (2000). The effect of experience on the detection of small eye movements. *Optometry and vision science*, 77(12), 670-674.

Goss, D. A., Reynolds, J. L., & Todd, R. E. (2010). Comparison of four dissociated phoria tests: reliability and correlation with symptom survey scores. *J Behav Optom*, 21(4), 99-104. Rosenfield, M., Chun, T. W., & Fischer, S. E. (1997). Effect of prolonged dissociation on the subjective measurement of near heterophoria. *Ophthalmic and Physiological Optics*, 17(6), 478-482.

Otto, J. M., Kromeier, M., Bach, M., & Kommerell, G. (2008). Do dissociated or associated phoria predict the comfortable prism? *Graefe's Archive for Clinical and Experimental Ophthalmology*, 246(5), 631-639. Yekta, A. A., Pickwell, L. D., & Jenkins, T. C. A. (1989). Binocular vision, age and symptoms. *Ophthalmic and Physiological Optics*, 9(2), 115-120.