

Guide Canadien d'Utilisation de la Stimulation Visuelle pendant l'Electroencephalographie (EEG)

Préparé par un comité* de la Société Canadienne de Neurophysiologie Clinique

Can. J. Neurol. Sci. 2008; 35: 136-139

Adrian et Matthews furent probablement les premiers à démontrer la réponse d'entraînement photique chez l'homme.¹ La stimulation lumineuse intermittente (SLI) fait partie de l'enregistrement électroencéphalographique depuis les travaux déterminants de Walter² et de Gastaut et al.³

Devant la grande variation de matériel et de la pratique de la SLI, un groupe d'experts Européen a développé un consensus quant aux méthodes de stimulation.⁴⁻⁶ Cependant, l'American EEG Society,⁷ l'International Federation of Clinical Neurophysiology,⁸ la Canadian Society for Clinical Neurophysiologists (CSCN)⁹ et l'American Clinical Neurophysiology Society¹⁰ ne font qu'une mention superficielle de la SLI sans préciser des normes ou une méthodologie détaillées.

Les normes proposées par le panel européen constituent un excellent cadre qui mériterait l'adoption générale. Elles sont illustrées dans un document vidéo qui accompagne un article de Zifkin et Kasteleijn-Nolst Trenité.¹¹ À part quelques ajouts mineurs, la méthode expliquée dans ce document y est superposable. De plus, nous abordons les questions de la sensibilité au rayures (pattern) et aux jeux vidéo.

Dans ce texte, l'exploration de la visuo-sensibilité comprend la SLI, l'évaluation de la sensibilité au pattern, et des crises induites par les jeux vidéo.

Le photostimulateur

Le stimulateur Grass PS22 est la référence car il a déjà été employé dans de nombreuses études et parce qu'il satisfait aux exigences techniques,^{4,6} même si d'autres compagnies fournissent des appareils semblables. Le groupe Européen a proposé les normes suivantes pour les photostimulateurs: i) intensité maximale ≥ 100 nit-s/éclair, ii) élément stimulateur rond, de 13 cm de diamètre, iii) lampe éclair de xénon, iv) diffuseur de surface granulaire, et groupe lampe-réfecteur donnant une distribution spatiale de luminosité semblable à celle du Grass PS22, v) ni pattern ni grille installé sur le stimulateur, mais provision faite pour en ajouter devant le diffuseur selon le besoin, vi) le stimulateur doit fournir à la fois des éclairs isolés et des trains d'éclairs à une intensité constante entre les fréquences de stimulation de 1 à 60 éclairs/s, vii) intensité de 1 joule/éclair et luminosité de 100 nit-s/éclair. Avec le vieillissement de l'appareil et de la lampe, l'intensité pourrait changer. Le diffuseur réduit les différences attribuables aux lampes et aux surfaces différentes.

Les appareils EEG numériques sont habituellement livrés avec des stimulateurs à diodes électroluminescentes (LED).

Même si celles-ci ne sont pas sujettes au vieillissement, nous ne savons pas si ces stimulateurs répondent aux normes déjà discutées. Citons à titre d'exemple le stimulateur Schwartzner muni des lampes LED en rangée dans une boîte rectangulaire avec diffuseur. La distribution spatiale des éclairs peut ne pas être la même que celle d'une lampe ronde. Donc, les laboratoires EEG devraient vérifier et noter le modèle, l'intensité, et la luminance de leurs photostimulateurs. Il nous faut en effet des études de la fiabilité des stimulateurs LED en les comparant avec une référence acceptée. On devrait aussi encourager les fabricants à standardiser leurs photostimulateurs et à exprimer leurs spécifications avec une terminologie uniforme.

Montage

Nous n'avons pas retrouvé d'études publiées qui appuieraient l'emploi d'un montage spécifique pour la SLI. On devrait cependant choisir un montage d'au moins 16 canaux qui enregistrerait de toutes les régions du scalp. L'EEG numérique permet le reformatage instantané et donc il n'est plus de grande importance de choisir entre les dérivations référentielles ou bipolaires. Le montage bipolaire avec doubles chaînes antéropostérieures (double-banane) est satisfaisant. Il faudra enregistrer simultanément des régions frontopolaires et occipitales. Nous suggérons donc une combinaison référentielle – bipolaire. Puisque les réponses à la SLI peuvent être focales, e.g., occipitales ou temporales, ou généralisées, ce montage serait utile pour toutes ces possibilités. Nous donnons à titre d'exemple : Fp1-F3, F3-C3, C3-P3, P3-O1, Fp2-F4, F4-C4, C4-P4, P4-O2, Fp1-A1, F3-A1, O1-A1, T5-A1, Fp2-A2, F4-A2, O2-A2, T6-A2.

La référence à l'oreille ipsilatérale peut cependant ne pas convenir devant la présence des anomalies temporales moyennes ou postérieures dans l'EEG de base, et on pourrait donc choisir une référence à Cz. De plus, une chaîne bipolaire circonférentielle à travers les deux régions occipitales pourrait mieux mettre certaines réponses en évidence. Le reformatage permettra à l'électroencéphalographe

*Membres du comité: S.S. Sechia, G.B. Young, B.G. Zifkin.

RECEIVED SEPTEMBER 10, 2007. FINAL REVISIONS SUBMITTED NOVEMBER 16, 2007.

Reprint requests to: Canadian Society of Clinical Neurophysiologists, 709-7015 MacLeod Trail SW, Calgary, Alberta, T2H 2K6, Canada.

d'adapter le montage au problème clinique.

Comme dans le tracé de base, il est souvent utile d'enregistrer les mouvements oculaires afin de distinguer l'artéfact de l'activité cérébrale.

Procédure

- i) La SLI, c'est-à-dire la stimulation lumineuse intermittente réalisée avec un photostimulateur, ne devrait pas commencer plus tôt que 3 minutes après la fin de l'hyperventilation (HV) afin d'assurer que les réponses ne soient pas contaminées par des effets tardifs ou prolongés de l'HV.
- ii) La distance entre le nasion et la lampe (le diffuseur) devrait être de 30 cm, une distance employée dans plusieurs études; celle-ci fournit un champ de stimulation suffisant avec la lampe Grass de 13 cm, et permet une accommodation visuelle chez les sujets jeunes. Le technicien peut aussi observer le sujet sans difficulté.
- iii) Le sujet peut s'asseoir ou se coucher pour la SLI. Le sujet, un observateur, ou le technicien devrait activer un marqueur d'événement si des symptômes ou des manifestations cliniques survenaient.
- iv) Idéalement, la SLI se fait pendant l'éveil. Le sommeil semble réduire la photosensibilité. Les nourrissons s'endorment souvent pendant l'EEG et typiquement s'agitent pendant la SLI. On peut la faire pendant leur sommeil mais il faudra donc refaire la SLI pendant une autre séance plus tard si jugé important pour l'évaluation et le traitement de l'enfant.
- v) L'illumination ambiante devrait être suffisante pour observer le patient sans plus. L'intensité de l'illumination ambiante peut influencer les réponses à la SLI. Donc, les laboratoires devraient standardiser celle-ci dans la salle d'enregistrement afin d'améliorer la qualité des résultats et de minimiser la variabilité entre enregistrements.
- vi) La SLI devrait être exécutée sous forme de trains d'éclairs de 10 secondes à chaque fréquence de stimulation, séparés par au moins 7 secondes, afin de minimiser le risque de crise clinique. Au début de chaque fréquence de stimulation, les yeux sont ouverts et fixent le centre de la lampe pendant les premières 5 secondes, et sont ensuite fermés pendant les prochaines 5 secondes. La SLI devrait continuer pendant tout le période de 10 secondes afin d'enregistrer pendant la fermeture des yeux. Le période de 5 secondes suffit pour induire une réponse photoparoxystique (PP).⁵ Jeavons et Harding,¹² et Harding et Jeavons¹³ ont rapporté que la plupart des patients (88%) était plus sensible (induction des pointe-ondes ou des polypointes-ondes) lorsque les yeux étaient ouverts, quelques-uns (7%) étaient plus sensibles les yeux fermés, et que les anomalies étaient observées uniquement pendant la fermeture des yeux chez 3%, ce qui souligne l'importance d'enregistrer les réponses à la SLI sous ces trois conditions.
On emploiera donc les fréquences suivantes en ordre : 1, 2, 3, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, ensuite 60, 50, 40, 30, 25 et 20. Cette sélection des fréquences est basée sur les travaux de Jeavons et Harding.^{12,13} On doit cesser la SLI tout de suite si on observe une activité épileptiforme généralisée. Il est essentiel de stimuler à 50 et à 60 éclairs/s car ces

fréquences sont utiles pour évaluer la sensibilité à la télévision.¹⁴ Topalkara et al¹⁵ ont rapporté que l'on peut observer une habitude spécifique de la réponse PP à une fréquence donnée si la SLI est répétée tout de suite après la première série de stimulations. Ils ont proposé d'espacer des tentatives de reproduire une sensibilité à une fréquence spécifique, idéalement à une date ultérieure.

- vii) Le technicien devrait évaluer objectivement la survenue des myoclonies ou des absences pendant toute réponse PP. Il pourrait être nécessaire d'employer des électrodes EMG afin de détecter des myoclonies.
- viii) On devrait soit exécuter tout le protocole de la SLI, soit ne pas l'exécuter du tout. Il faut documenter pourquoi la SLI n'a pas été exécutée ou complétée, le cas échéant.

Situations dans lesquelles il faut toujours faire la SLI

- A. Asymétrie de l'activité alpha, ou présence des anomalies du rythme de fond. Dans ces cas, une asymétrie significative (> 50%) de l'entraînement photique soutiendrait l'interprétation d'une perturbation de l'activité cérébrale sur la région postérieure impliquée.
- B. Les enfants qui présentent une régression neuro-développementale. Une réponse inhabituellement ample à des fréquences lentes de stimulation (e.g. 1-2 éclairs/s) peut suggérer un lipofuscinose céréoïde. On peut aussi l'observer chez des adultes avec certaines maladies dégénératives (e.g. maladie de Kufs).
- C. Tous ceux qui sont référés pour crise possiblement épileptique ou pour l'épilepsie, surtout des sujets âgés de 20 ans ou moins, sauf les nouveaux-nés. Cependant, on fera la SLI chez les nouveaux-nés avec une histoire de myoclonies.

Cas où la SLI n'est pas obligatoire

On peut se passer de la SLI si l'histoire ne suggère pas d'épilepsie ou des crises, ou encore, une détérioration neurodéveloppementale.

Cas où il ne faudrait pas faire habituellement la SLI

- A. Les nouveaux-nés. Le rôle de la SLI n'est pas bien étudié chez les nouveaux-nés. Nous suggérons toutefois d'effectuer la SLI chez les nouveaux-nés avec une histoire de myoclonies.
- B. Les personnes âgées. Le rôle de la SLI n'est pas bien étudié chez les patients gériatriques. Nous suggérons de faire la SLI s'il y a question d'épilepsie, de crises ou dans un contexte de détérioration neurocognitive.
- C. Les femmes enceintes. On devrait demander à toute patiente non ménopausée si elle est enceinte. Aucune donnée probante ne démontre que la grossesse constituerait une contre-indication à la SLI, hormis le risque de déclencher une crise. Étant donné que les réponses à la SLI peuvent aider à établir le diagnostic syndromique, on peut procéder à la SLI chez la femme enceinte avec l'accord du neurologue ou de l'obstétricien de la malade. En cas de doute, le technicien peut reporter la SLI mais devrait en faire mention dans son rapport.
- D. Devant une grande quantité d'activité épileptiforme intercritique. Nous sommes de l'avis qu'il est quand même

souhaitable de pratiquer la SLI chez ces patients, et chez ceux qui pourraient manifester un état de mal (status epilepticus) électroencéphalographique sans crises cliniques. Dans ces cas, il serait prudent que le technicien discute le cas avec le médecin électroencéphalographe avant de faire la SLI.

ÉVALUATION DE LA SENSIBILITÉ AU PATTERN

S'il y a des raisons de penser que les crises sont déclenchées par le pattern, il faudrait en évaluer la sensibilité. De rares sujets sensibles au pattern ne sont pas sensibles à la SLI. Pour maximiser la collaboration du sujet, on devrait évaluer la sensibilité au pattern pendant une séance d'enregistrement spécifiquement dédiée à cet effet.

1) La méthode du Mayo Clinic¹⁶

On demande au sujet de faire un balayage visuel d'un pattern de lignes noires parallèles (Mayo Clinic Pattern 44) imprimé sur une carte laminée de 8,5 po X 11,5 po (22 cm X 29 cm) pendant 10 s à une distance confortable pour la lecture. La salle d'examen doit être bien éclairée et l'illumination devrait être standardisée pour toute exploration de ce genre afin de minimiser la variabilité entre différents enregistrements. Le sujet est assis. S'il y a une réponse PP, on poursuit avec d'autres patterns (cf. réf. 16) pendant 10 s en alternance avec une carte blanche. Une fois les patterns stationnaires présentés, on en reprend la présentation en agitant chaque pattern horizontalement et ensuite verticalement pendant 10 s chacun.

2) La méthode de Darby et al¹⁷

- Le pattern est rond, de 48 cm de diamètre, avec un point de fixation central, et tenu à une distance de 57 cm.
- Le pattern est composé de lignes parallèles, alternant noir et blanc, chaque ligne étant 2,5 cm de large.
- Le pattern devrait être bien éclairé afin de donner une luminance moyenne d'au moins 200 cd/m².
- Le sujet doit fixer le point au milieu du pattern.
- Le pattern reste fixe pendant 30 s. S'il n'y a pas d'activité paroxystique déclenchée, on le fait osciller à 90° de l'orientation des lignes. La fréquence d'oscillation optimale est environ 20 Hz, obtenu avec un dispositif spécialement conçu à cet effet.

ÉVALUATION DE LA SENSIBILITÉ AUX JEUX VIDÉO

Les caractéristiques du jeu provocateur sont d'importants déterminants du déclenchement des crises. Donc, si un patient fait une crise en jouant, nous suggérons d'évaluer les effets du jeu en question pendant l'EEG.

REMARQUES GÉNÉRALES

- 1) Nous admettons que les renseignements cliniques fournis sur les demandes d'examen sont souvent insuffisants. Même si les techniciens recueillent d'excellentes histoires avant l'examen, les renseignements ainsi obtenus peuvent être insuffisants pour un diagnostic clinique et une décision quant à l'exécution de la SLI. Nous croyons que nos suggestions répondraient à la plupart des conditions cliniques.

- 2) Afin de rappeler au médecin demandeur de l'EEG d'indiquer si l'on devrait faire la SLI, nous suggérons que ce choix soit imprimé sur la demande, e. g., « stimulation visuelle (photique) Oui __ Non __ ».
- 3) S'il y a une réponse PP, même si les renseignements fournis ne sont pas suffisants, l'électroencéphalographe pourra, à sa discrétion lors de la dictée de son rapport, énumérer quelques syndromes épileptiques dans lesquels on retrouve des réponses PP. Ceci pourrait prévenir l'ordonnance d'un médicament antiépileptique erroné.
- 4) Nous n'avons discuté ni la classification ni la signification des différentes réponses, y compris les réponses PP, à la stimulation visuelle. Ces questions font l'objet de plusieurs travaux récemment publiés.¹⁸⁻²¹

SOMMAIRE

Actuellement, l'évaluation de plusieurs aspects de la sensibilité visuelle n'est pas effectuée de façon suffisamment reproductible dans les laboratoires d'EEG. Il faudrait disposer d'études basées sur de l'évidence pour plusieurs de nos pratiques, y compris (i) la fiabilité des stimulateurs LED, (ii) les meilleurs montages pour afficher les réponses, (iii) la SLI pendant la grossesse, et (iv) le rôle de l'évaluation de la sensibilité visuelle dans le diagnostic des maladies neurologiques chez les personnes âgées et très âgées. La standardisation de l'évaluation de la sensibilité visuelle à travers le Canada sera une étape importante qui aidera à combler les lacunes de nos connaissances.

REMERCIEMENTS

Nous remercions M. le professeur C. Binnie, les Drs D. W. Klass, N. So, et B. Westmoreland; et Ms. P. R. Roth, EEG T, qui ont répondu à nos demandes de renseignements. Nous remercions ceux qui ont offert des suggestions. Ms. Karen Bryan et Ms. Susan Rahey de l'ACTE ont proposé d'importantes suggestions pratiques. Nous remercions chaleureusement M. le Dr Richard Desbiens qui a collaboré à la traduction.

REFERENCES

1. Adrian ED, Matthews BHC. The Berger Rhythm: Potential changes from the occipital lobes in man. *Brain*. 1934; 57:355-85.
2. Walter WG, Dovey VJ, Shipton H. Analysis of the electrical response of the human cortex to photic stimulation. *Nature*. 1946; 158:540-1.
3. Gastaut H, Roger Y, Gastaut Y. Les formules expérimentales de l'épilepsie humaine: l'épilepsie induite par la stimulation lumineuse intermittente rythmée ou épilepsie photogénique. *Rev Neurol*. 1948; 80:161-83.
4. Trenité DG, Binnie CD, Harding GF, Wilkins A, Covanis T, Eeg-Olofsson O, et al. Medical technology assessment. Photic stimulation-standardization of screening methods. *Neurophysiol Clin*. 1999a; 29:318-24.
5. Kasteleijn-Nolst Trenité DGA, Binnie CD, Harding GFA, Wilkins A. Photic stimulation: standardization of screening methods. *Epilepsia*. 1999b; 40 suppl 4: 75-9.
6. Rubboli G, Parra J, Seri S, Takahashi T, Thomas P. EEG diagnostic procedures and special investigations in the assessment of photosensitivity. *Epilepsia*. 2004; 45 suppl 1: 35-9.
7. American electroencephalographic society. Guidelines in electroencephalography, evoked potentials and polysomnography. *J Clin Neurophysiol*. 1994; 11:2-9.

8. Nuwer MR, Comi G, Emerson R, Fuglsang-Frederiksen A, Guérit JM, Hinrichs H, et al. IFCN standards for digital recording of clinical EEG. In: Deuschl G, Eisen A, Editors. Recommendations for the practice of clinical neurophysiology. 2nd revised and enlarged edition. *Electroenceph Clin Neurophysiol*. 1999; suppl 52:11-4.
9. Task Force of the Canadian Society of Clinical Neurophysiologists. Minimal standards for electro-encephalography in Canada. *Can J Neurol Sci*. 2002; 29:216-20.
10. American Clinical Neurophysiological Society. ACNS 2006 Guidelines. *J Clin Neurophysiol*. 2006; 23:85-183.
11. Zifkin BG, Kasteleijn-Nolst Trenité D. Reflex epilepsy and reflex seizures of the visual system: a clinical review. *Epileptic Disord*. 2000; 2:129-36.
12. Jeavons PM, Harding GFA. Photosensitive epilepsy. *Clinics in developmental medicine* no. 56. London: Spastics International Medical Publications; 1975.
13. Harding GFA, Jeavons PM. Photosensitive epilepsy. *Clinics in Developmental Medicine* no.133, London, UK: Mackeith Press; 1994.
14. Wilkins AJ, Darby CE, Binnie CD, Stefansson SB, Jeavons PM, Harding GF. Television epilepsy: the role of pattern. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol*. 1979; 47:163-71.
15. Topalkara K, Alarcon G, Binnie CD. Effects of flash frequency and repetition of intermittent photic stimulation on photoparoxysmal responses. *Seizure*. 1998; 7:249-55.
16. Radhakrishnan K, St Louis EK, Johnson JA, McClelland RL, Westmoreland BF, Klass DW. Pattern-sensitive epilepsy: electroclinical characteristics, natural history, and delineation of the epileptic syndrome. *Epilepsia*. 2005; 46:48-58.
17. Darby CE, Wilkins AJ, Binne CD, De Korte RA. Routine testing for pattern sensitivity. *J Electrophysiol Technol*. 1980; 6:202-10.
18. Zifkin BG, Andermann F. Visual-sensitive epilepsies. ILAE Web site 2005. <http://www.ilae-epilepsy.org/visitors/centre/ctf/index.cfm>. Last accessed July 17, 2007.
19. Seshia SS, Carmant L. Visual-sensitive epilepsies: classification and review. *Can J Neurol Sci*. 2005; 32: 298-305.
20. Harding G, Wilkins AJ, Erba G, Barkley GL, Fisher RS. Epilepsy Foundation of America Working Group. Photic- and pattern-induced seizures: expert consensus of the Epilepsy Foundation of America Working Group. *Epilepsia*. 2005; 46: 1423-5.
21. Fisher RS, Harding G, Erba G, Barkley GL, Wilkins A. Epilepsy Foundation of America Working Group. Photic- and pattern-induced seizures: a review for the Epilepsy Foundation of America Working Group. *Epilepsia*. 2005; 46: 1426-41.