

General Anesthesia

Intérêt potentiel du BIS pour détecter une souffrance cérébrale importante

[BIS monitoring may allow the detection of severe cerebral ischemia]

S. Mérat MD,* J.-P. Lévecque MD,* Y. Le Gulluche MD,* Y. Diraison MD,* L. Brinquin MD,*
J.-J. Hoffmann MD†

Objectif : Montrer que l'index bispectral (BIS) n'est pas uniquement un moyen de surveillance de la profondeur de l'anesthésie, mais qu'une chute rapide de l'index peut être reliée à une souffrance cérébrale importante.

Constatations cliniques : Plusieurs observations cliniques montrent qu'une chute inexplicable du BIS peut être rattachée à une ischémie cérébrale. Ainsi, les potentiels évoqués somesthésiques ont baissé parallèlement à la baisse du BIS pendant le clampage carotidien chez un patient de 58 ans subissant une endartériectomie carotidienne. Aussi chez un patient de 62 ans qui subissait la résection d'un anévrisme aortique, le BIS a diminué de 40-50 % à 8 % à mesure que diminuait l'index cardiaque et la saturation en O₂ du sang veineux central. Le BIS est revenu à la normale quand le bas débit cardiaque a été corrigé à l'aide de médicaments.

Conclusion : Bien que le BIS soit un bon moyen de surveillance de la profondeur de l'anesthésie, plusieurs facteurs indépendants de l'anesthésie sont à l'origine de modifications du BIS. Ajuster le niveau d'anesthésie uniquement sur les données du BIS serait une erreur. Malgré sa sensibilité et sa spécificité insuffisantes dans cette indication, l'intérêt du BIS serait de permettre de dépister un état de souffrance cérébrale.

Purpose: To show that the bispectral index (BIS) is not only a monitor of the depth of anesthesia but that acute decreases of the index may be related to severe cerebral ischemia.

Clinical features: Several clinical observations suggest that an unexplained fall of the BIS may be the result of cerebral ischemia. Somatosensory evoked potentials decreased in parallel to the decrease in BIS during carotid clamping in a 58-yr-old patient undergoing carotid endarterectomy. In a 62-yr-old patient undergoing resection of an aortic aneurysm, the BIS decreased from 40–50% to 8% as the cardiac index and central venous O₂ saturation decreased. The BIS

returned to normal values when the low cardiac output was corrected pharmacologically.

Conclusion: While the BIS is a well accepted monitor of the depth of anesthesia, several factors, unrelated to anesthesia, can modify the index. Thus, to adjust the level of anesthesia based solely on the BIS could be inappropriate. While the sensitivity and specificity of the BIS for this indication have not been determined, we suggest that the BIS may be useful to detect severe cerebral ischemia.

MESURER la profondeur de l'anesthésie impose de prendre en considération tous les paramètres qui composent l'anesthésie.¹ Toute la difficulté est d'en extraire une variable, simple à mesurer, qui soit un reflet exact et reproductible de la profondeur de l'anesthésie.^{2,3}

Depuis plusieurs années la mesure du BIS s'impose comme un moyen de surveillance de l'anesthésie.⁴ Plusieurs auteurs se sont attachés à comparer sa sensibilité et sa spécificité avec d'autres moyens de surveillance de l'anesthésie comme les potentiels évoqués auditifs, la variabilité de la fréquence cardiaque,⁵⁻⁸ la surveillance de l'EEG, la surveillance hémodynamique et clinique.^{9,10}

Différents types d'appareils ou d'électrodes ont également fait l'objet de travaux afin d'évaluer la pertinence des données délivrées par la mesure du BIS ainsi que la reproductibilité d'un patient à l'autre ou chez un même patient.¹¹

Du département d'anesthésie réanimation,* et le service de neurophysiologie,† HIA du Val de Grâce, Paris, France.

Adresser la correspondance à: Dr S. Mérat, département d'anesthésie réanimation, HIA du Val de Grâce, 74 Bd Port Royal 75005 Paris, France. Téléphone: 01 40 51 45 09; Télécopieur: 01 40 51 46 08; Courriel: schmart@free.fr

Accepted for publication February 6, 2001.

Revision accepted April 9, 2001.

Cependant lors de son utilisation en pratique quotidienne il ressort que même si le BIS permet une évaluation fiable de l'état de narcose des patients, la profondeur de l'anesthésie n'est pas l'unique source de variation de l'index mesuré. Les artefacts ne sont pas rares et dépendent d'une part de l'état de l'électrode employée et de la dérivation choisie,¹¹ et d'autre part d'événements contemporains de l'anesthésie. Ajuster l'administration des hypnotiques ou des antalgiques employés pour l'anesthésie générale uniquement sur la mesure du BIS expose alors au risque d'une anesthésie excessive.^{12,13}

Des cas cliniques ont été rapportés dans la littérature illustrant des modifications du BIS alors que l'anesthésie des patients était à priori stable. Il peut s'agir d'une élévation du BIS comme dans le cas de modifications induites par une activité musculaire ou par des interférences liées à des appareils médicaux. Il peut également s'agir de modifications hémodynamiques sans changement du BIS, alors évocatrices d'une analgésie insuffisante, ou d'une baisse inexplicable du BIS dont l'origine peut être une souffrance cérébrale. À ce titre, plusieurs auteurs ont proposé la surveillance de l'EEG, notamment lors de la chirurgie des carotides, afin de dépister des épisodes d'ischémie cérébrale. Cependant la sensibilité du BIS dans cette indication n'est pas parfaite.¹⁴⁻¹⁶

D'autres auteurs proposent d'employer le BIS afin de détecter des événements étrangers à l'anesthésie ou pour ajuster un traitement sans rapport direct avec l'anesthésie.¹⁷

À partir de plusieurs cas cliniques que nous avons observés nous allons montrer que le BIS peut ne pas être qu'un moyen de surveillance de la profondeur de l'anesthésie.

Cas cliniques

Le matériel utilisé est un moniteur de mesure du BIS A-2000 Aspect® Medical Systems, Natick, MA, version 2.10 du logiciel et filtres: actif bas 2,0 Hz et hauts 70 Hz avec encoche, inactif 0,25 et 100 Hz, 50/60 Hz=50/60 Hz.

BIS et clampage carotidien

Il s'agit d'un patient de 58 ans sans antécédents médicaux ou chirurgicaux, qui présente une sténose serrée de la carotide interne droite. L'anesthésie générale a comporté du propofol administré en mode AIVOC associé à du sufentanil. La surveillance peropératoire comportait la mesure des potentiels évoqués somesthésiques (PES) associée au BIS. Nous avons pu observer une baisse du BIS contemporaine d'une baisse des PES au moment du clampage, alors que l'anesthésie n'a pas été modifiée. La

baisse du BIS a été interprétée comme le reflet d'une ischémie cérébrale survenant au clampage de la carotide en l'absence de suppléance efficace.

BIS et chute de l'index cardiaque

Il s'agit d'un patient de 62 ans aux antécédents d'hypertension artérielle, de dyslipidémie, et qui est porteur d'un anévrisme de l'aorte abdominale. Ce patient a bénéficié d'une intervention de remplacement prothétique sous anesthésie réalisée par l'association propofol administré en mode AIVOC et sufentanil. La surveillance peropératoire comportait la mesure invasive de la pression artérielle et un cathétérisme droit avec mesure continue de la SvO₂. Le BIS s'est maintenu entre 40 et 50 % jusqu'à une chute à 8 % contemporaine d'une chute de l'index cardiaque et d'une baisse de la SvO₂. L'hypothèse retenue est un bas débit entraînant une ischémie cérébrale. L'administration d'amines pressives a permis d'observer l'augmentation de la valeur du BIS de façon parallèle à l'augmentation de l'index cardiaque.

Discussion

Le BIS est obtenu après analyse bispectrale de l'EEG; il est considéré comme un moyen de surveillance de la profondeur de l'anesthésie. Chaque onde est analysée et des couples d'ondes sont formés en fonction de leur décalage de phase. Pour chaque couple d'ondes un degré de bicohérence est établi qui varie de 0 (pas de relation de phase entre les deux ondes) à 100. La valeur du BIS provient de cette analyse, associée à une analyse spectrale et à une analyse statistique multivariée de patients anesthésiés. Le BIS varie de 0 (patient endormi) à 100 (patient éveillé). Lors d'une anesthésie générale le BIS varie habituellement entre 40 et 55. Le BIS est considéré comme le plus sensible et le plus spécifique des monitorages de la profondeur de l'anesthésie commercialisés. Cependant sa mesure dépend des agents anesthésiques employés;^{4,18,19} de plus, elle est modifiée par l'activité musculaire¹² ou par la présence d'appareils médicaux comme les couvertures à air pulsé.¹³ Le BIS permet de détecter des réactions d'éveil cortical en mesurant l'électrogénèse cérébrale qui représente 80 % du métabolisme cérébral. Plusieurs facteurs peuvent provoquer une baisse de l'électrogénèse cérébrale, dont l'anesthésie, mais également l'ischémie. Le BIS est un reflet de l'activité neuronale corticale des 30 dernières sec. Toute perturbation de cette activité va donc influencer sa mesure.

En pratique, la valeur du BIS peut être modifiée sans observer de changements cliniques contemporains des modifications de l'index, ou sans que l'anesthésie soit modifiée. Il peut s'agir d'une éléva-

tion isolée du BIS pour les raisons que nous avons déjà soulignées.^{12,13} Le BIS peut rester stable alors qu'il existe des perturbations hémodynamiques comme dans le cas d'une analgésie insuffisante. Enfin il peut s'agir d'une baisse isolée du BIS qui fait alors évoquer un état de souffrance cérébrale.

C'est à ce titre que la surveillance de l'EEG a été proposée comme moyen de détection d'épisodes d'ischémie cérébrale lors de chirurgie à risque comme les endartériectomies carotidiennes.¹⁴⁻¹⁶ Néanmoins, du fait de son nombre réduit d'électrodes de mesure, le BIS ne permet pas une analyse globale de l'activité électro-encéphalographique. Une ischémie survenant dans une région très circonscrite et à distance des électrodes n'aura que peu d'effets sur la valeur globale du BIS. D'autre part, de même que la sensibilité du BIS comme moniteur de souffrance cérébrale n'est pas parfaite, sa spécificité n'a pas fait l'objet d'études et il est impossible d'affirmer qu'à chaque chute du BIS inexpliquée correspond un état de souffrance cérébrale.

Nos différentes observations montrent que les modifications du BIS ne sont pas toujours synonymes d'une modification de la profondeur de l'anesthésie. Dans tous les cas rapportés l'anesthésie n'avait pas été modifiée dans les minutes précédant les événements observés, et le bon fonctionnement des moyens d'administration des agents anesthésiques a été contrôlé.

Nous avons déjà remarqué que le BIS pouvait présenter des pics anormaux suite à une stimulation directe d'un centre neurologique ayant des répercussions sur la mesure du BIS comme dans la chirurgie du trijumeau.²⁰ L'hypothèse évoquée était une stimulation directe du noyau du trijumeau à l'origine d'une activité corticale comparable à l'activité électro-encéphalographique constatée lors d'un épisode de réveil.

Dans le cas de la chute du BIS mesurée lors de la constatation d'un volumineux pneumocéphale frontal, une des hypothèses est la mauvaise qualité de la mesure du BIS à travers cette volumineuse bulle d'air intracrânienne. L'association d'un BIS inopérant avec un mauvais réveil peut donc faire conduire à rechercher ce type de pathologie après neurochirurgie et en l'absence d'autre explication évidente.²¹

Par ailleurs, des troubles hémodynamiques localisés ou systémiques peuvent avoir des répercussions sévères sur la perfusion cérébrale et affecter le BIS.

Plusieurs observations personnelles, comme celle que nous rapportons, ont également mis en évidence un trouble de la perfusion cérébrale après clampage carotidien. La chute du BIS était précédée d'une modification des PES mesurés de façon concomitante chez ces patients.

Dans le cas d'une altération de l'hémodynamique générale, comme un arrêt cardiaque, England rap-

porte que le BIS peut servir d'indicateur de retour d'une perfusion cérébrale sans être pour autant un instrument de surveillance de la perfusion cérébrale.¹⁷ De plus, lors de la chute de la pression artérielle avec des conséquences sur la vascularisation cérébrale, le BIS est d'autant plus utile que plusieurs auteurs estiment que les modifications du BIS sont plus rapides que les variations de la pression artérielle.¹⁸

Lors d'une situation de bas débit il existe une baisse de l'oxygénation cérébrale qui entraîne elle-même une baisse de l'activité corticale. Cette baisse de l'activité corticale est à l'origine d'une baisse du BIS identique à celle observée lors d'un approfondissement de la narcose. Ce phénomène est retrouvé lors de chaque situation de bas débit.

Conclusion

Comme d'autres auteurs,^{3,4,18} on peut estimer que la mesure du BIS est un bon reflet du niveau d'activité neuronale d'origine pharmacologique, c'est-à-dire liée à l'anesthésie. Cependant certaines situations ont des répercussions sur le BIS sans que la profondeur de l'anesthésie soit modifiée. Réajuster le niveau d'anesthésie en le renforçant ou en l'allégeant est alors une erreur. Les variations du BIS doivent s'interpréter en prenant en compte les paramètres physiologiques que le BIS ne mesure pas et, plus généralement, le patient et son environnement. Une chute inexpliquée du BIS doit alors faire rechercher une souffrance cérébrale.

Bibliographie

- 1 Prys-Roberts C. Anaesthesia: a practical or impractical construct? *Br J Anaesth* 1987; 59: 1341-5.
- 2 Smith WD, Dutton RC, Smith NT. Measuring the performance of anesthetic depth. *Anesthesiology* 1996; 84: 38-51.
- 3 Kissin I. Depth of anesthesia and bispectral index monitoring. *Anesth Analg* 2000; 90: 1114-7.
- 4 Johansen JW, Sebel PS. Development and clinical application of electroencephalographic bispectrum monitoring. *Anesthesiology* 2000; 93: 1336-44.
- 5 Gajraj RJ, Doi M, Mantzaridis H, Kenny GNC. Analysis of the EEG bispectrum, auditory evoked potentials and the EEG power spectrum during repeated transitions from consciousness to unconsciousness. *Br J Anaesth* 1998; 80: 46-52.
- 6 Sleight JW, Donovan J. Comparison of bispectral index, 95% spectral edge frequency and approximate entropy of the EEG, with changes in heart rate variability during induction of general anaesthesia. *Br J Anaesth* 1999; 82: 666-71.
- 7 Schraag S, Bothmer U, Gajraj R, Kenny GNC, Georgieff M. The performance of electroencephalogram bispec-

- tral index and auditory evoked potential index to predict loss of consciousness during propofol infusion. *Anesth Analg* 1999; 89: 1311–5.
- 8 *Iselin-Chaves IA, El Moalem HE, Gan TJ, Ginsberg B, Glass PSA* Changes in the auditory evoked potentials and the bispectral index following propofol or propofol and alfentanil. *Anesthesiology* 2000; 92: 1300–10.
 - 9 *Kazama T, Ikeda K, Morita K, et al.* Comparison of the effect-site K_{∞} s of propofol for blood pressure and EEG bispectral index in elderly and younger patients. *Anesthesiology* 1999; 90: 1517–27.
 - 10 *Leslie K, Sessler D, Smith WD, et al.* Prediction of movement during propofol/nitrous oxide anesthesia: performance of concentration, electroencephalographic, pupillary, and hemodynamic indicator. *Anesthesiology* 1996; 84: 52–63.
 - 11 *Hall JD, Lockwood GG.* Bispectral index: comparison of two montages. *Br J Anaesth* 1998; 80: 342–4.
 - 12 *Bruhn J, Bouillon TW, Shafer SL.* Electromyographic activity falsely elevates the bispectral index. *Anesthesiology* 2000; 92: 1485–7.
 - 13 *Guignard B, Chauvin M.* Bispectral index increases and decreases are not always signs of inadequate anesthesia (Letter). *Anesthesiology* 2000; 92: 903.
 - 14 *Halimi P, Gozal Y, Cohen M, Gozal D* La surveillance électroencéphalographique informatisée en anesthésie. *Cah Anesthesiol* 1990; 38: 309–17.
 - 15 *Nuwer MR.* Intraoperative electroencephalography. *J Clin Neurophysiol* 1993; 10: 437–44.
 - 16 *Messick JM, Casement B, Sharbrough FW, Milde LN, Michenfelder JD, Sundt TM.* Correlation of regional blood flow (rCBF) with EEG changes during isoflurane anesthesia for carotid endarterectomy: critical rCBF. *Anesthesiology* 1987; 66: 344–9.
 - 17 *England MR.* The changes in bispectral index during a hypovolemic cardiac arrest. *Anesthesiology* 1999; 91: 1947–9.
 - 18 *Drummond JC.* Monitoring depth of anesthesia. With emphasis on the application of the bispectral index and the middle latency auditory evoked response to the prevention of recall. *Anesthesiology* 2000; 93: 876–82.
 - 19 *Chan M.* What does the bispectral EEG index monitor? (Editorial). *Eur J Anaesthesiol* 2000; 17: 146–8.
 - 20 *Lévecque J-P, Le Gulluche Y, Mérat S.* Monitoring de l'anesthésie: une augmentation du BIS inattendue (Letter). *Can J Anesth* 2000; 47: 926–7.
 - 21 *Mérat S, Lévecque J-P, Le Gulluche Y* BIS et pneumocéphale (Letter). *Can J Anesth* 2000; 47: 1150–3.