

# Neurostimulation médullaire :

## une approche thérapeutique de la douleur sous-utilisée et mal reconnue

### Résumé

*L'utilisation abusive ou inappropriée des opioïdes devient de plus en plus préoccupante au Canada. Bien qu'il n'existe aucune solution simple à ce problème de société complexe, un accès adéquat et en temps opportun à des soins pluridisciplinaires adaptés pour prendre en charge la douleur chronique est essentiel pour diminuer la dépendance aux opioïdes dans le cadre du traitement de la douleur chronique au Canada. La thérapie de neuromodulation, en particulier la neurostimulation médullaire ou stimulation médullaire (SM), offre aux patients la possibilité de soulager la douleur sans avoir besoin d'effectuer des injections répétées ou d'utiliser des médicaments de façon continue. La SM peut traiter de manière efficace la douleur neuropathique postopératoire persistante ainsi que le syndrome douloureux régional complexe (SDRC). Les candidats à la SM doivent subir une évaluation pluridisciplinaire exhaustive pour déceler les éventuels facteurs physiques et psychologiques qui pourraient nuire aux résultats.*

**Mots clés :** douleur chronique, stimulation médullaire, neurostimulation médullaire, opioïdes, douleur neuropathique, douleur neuropathique postopératoire persistante



Consultez la  
ressource de FMC :  
[bit.ly/2vR8Tuz](http://bit.ly/2vR8Tuz)

Il est possible que la  
vente de certains pro-  
duits qui figurent sur  
ce site Web ne soit pas  
autorisée au Canada.  
Veuillez contacter votre  
filiale locale pour obte-  
nir plus d'information.

### La douleur chronique et « l'épidémie des opioïdes » au Canada

Environ 1 Canadien sur 5 souffre de douleur chronique<sup>1,2</sup>. De nombreux Canadiens ont un accès limité à un traitement de la douleur chronique

adapté et opportun. Une étude a trouvé que le temps médian d'attente avant d'avoir accès à une clinique publique et pluridisciplinaire de la douleur est de six mois; de plus, de nombreuses régions, notamment à l'extérieur des grandes villes,

### À propos de l'auteur



*Philip Chan, M.D., FRCPC (anesthésiologie, médecine de la douleur), FIPP; directeur, clinique de la douleur chronique, service d'anesthésie/clinique de la douleur chronique, St. Joseph's Healthcare, Hamilton (Ontario); professeur adjoint en clinique, service d'anesthésie, faculté des sciences de la santé, McMaster University; directeur, programme de résidence en médecine de la douleur, McMaster University; directeur médical, programme de neuromodulation, Hamilton Health Sciences Corporation, Hamilton (Ontario).*

n'offrent pas de services spécialisés de traitement de la douleur<sup>3</sup>.

Le traitement de la douleur chronique est le plus efficace lorsqu'il est pluridisciplinaire et fait appel aux approches suivantes : médicaments, interventions, démarches psychologiques et mesures de rééducation. Cependant, étant donné le manque d'accès à des services pluridisciplinaires pour le traitement de la douleur, une grande partie de la population canadienne est principalement traitée avec des médicaments, notamment des opioïdes. Seulement un quart des patients canadiens signalent avoir une expérience positive de leur traitement pharmacologique, tandis que 23 % considèrent que leur expérience est peu satisfaisante<sup>4</sup>. Un traitement prolongé par opioïdes entraîne de nombreux inconvénients, comme la possibilité d'une dépendance et d'une utilisation inappropriée, une constipation, une hyperalgie due aux opioïdes, une dépression respiratoire, des troubles cognitifs et un dysfonctionnement de l'axe hypothalamo-hypophyso-surrénalien<sup>5</sup>.

L'utilisation abusive ou inappropriée des opioïdes (ce qu'on appelle la « crise des opioïdes ») devient de plus en plus préoccupante au Canada<sup>6</sup>. Les données canadiennes ne sont pas exhaustives, mais on estime que 500 000 à 1,25 million de personnes au Canada utilisent des opioïdes par voie orale pour des raisons autres que médicales. Les données canadiennes et américaines laissent penser que la grande majorité de ces opioïdes proviennent de membres de la famille ou d'amis qui se sont procurés ces médicaments de manière

légitime (ordonnance) ou non (par exemple, par cumul d'ordonnances)<sup>7</sup>. Selon l'Organe international de contrôle des stupéfiants, le Canada est le deuxième plus grand consommateur d'opioïdes sur ordonnance par habitant, derrière les États-Unis<sup>8</sup>. Bien qu'il n'existe aucune solution simple à ce problème de société complexe, un accès adéquat et en temps opportun à des soins pluridisciplinaires adaptés pour prendre en charge la douleur chronique est essentiel pour diminuer la dépendance aux opioïdes dans le cadre du traitement de la douleur chronique au Canada.

### Rôle des thérapies interventionnelles contre la douleur dans l'algorithme thérapeutique

Les thérapies interventionnelles contre la douleur ne sont efficaces que pour un certain type de patients souffrant de douleur chronique. Une discussion détaillée des thérapies interventionnelles contre la douleur pour le traitement de la douleur chronique dépasse le cadre de cet article. Cependant, il faut mentionner que pour certains patients, le recours à des thérapies interventionnelles au moment opportun, assez tôt au cours de l'évolution du syndrome douloureux, pourrait entraîner un soulagement de la douleur tellement efficace qu'aucune pharmacothérapie ne serait nécessaire.

Malheureusement, pour de nombreux patients, les interventions sont envisagées alors que la douleur est déjà bien installée. Par conséquent, les interventions basées sur des données probantes et effectuées correctement, comme les infiltra-



#### Point clé

*Les indications thérapeutiques les plus étudiées de la SM sont la douleur neuropathique postopératoire persistante (également connue sous le nom de « séquelles de l'échec chirurgical rachidien ») et le syndrome douloureux régional complexe (SDRC).*

tions épidurales de stéroïdes sous contrôle radioscopique ou les ablations des branches nerveuses médiales, entraînent un soulagement de la douleur qui ne dure généralement que quelques mois. Les patients ont donc besoin d'interventions répétées. Étant donné ces limites, de nombreux patients souffrant de douleur chronique cherchent des solutions à plus long terme. Les interventions chirurgicales, notamment la chirurgie rachidienne, offrent la possibilité d'un soulagement durable de la douleur, mais les taux de complications peuvent aller jusqu'à 16 %<sup>9</sup>.

Au contraire, la thérapie de neuromodulation, en particulier la stimulation médullaire (SM), offre aux patients la possibilité de soulager leur douleur sans avoir besoin de répéter des injections ou d'utiliser des médicaments de façon continue, tout en réduisant le risque de complications comparativement à la chirurgie rachidienne<sup>10</sup>. Un autre avantage de la SM est qu'il s'agit d'une technique non destructive : le dispositif peut se retirer à tout moment s'il ne permet plus de soulager la douleur et il n'empêche pas d'avoir ultérieurement recours à d'autres approches thérapeutiques, y compris la chirurgie rachidienne.

### Principales indications thérapeutiques de la SM

La SM a été utilisée avec succès pour traiter de nombreuses douleurs ayant une composante neuropathique périphérique. Les indications thérapeutiques les plus étudiées sont la douleur neuropathique postopératoire persistante (également connue sous le

nom de « séquelles de l'échec chirurgical rachidien ») et le syndrome douloureux régional complexe (SDRC).

Les autres indications thérapeutiques les plus courantes de la SM sont les suivantes : douleur lombaire axiale chronique, douleur irradiant dans le bras, douleur radiculaire chronique pour des patients n'ayant pas subi de chirurgie rachidienne, douleur neuropathique chronique et douleur chronique due à une ischémie périphérique<sup>10</sup>. Les indications thérapeutiques pour lesquelles la SM s'est montrée moins efficace sont les suivantes : douleur du membre fantôme, plexopathies brachiales, syndromes de douleur neuropathique centrale (comme les lésions médullaires, les douleurs après un AVC ou celles dues à une sclérose en plaques) et douleur abdominale chronique. Cependant, à mesure de l'avancée des technologies, on s'attend à ce que l'éventail des troubles répondant à la SM s'élargisse.

### Stimulation médullaire : technologie et mode d'action

L'idée d'utiliser un courant électrique pour traiter la douleur chronique remonte à la Grèce antique. Le premier stimulateur médullaire commercialisé a été fabriqué par Medtronic en 1968<sup>11</sup>; il reposait sur la technologie initialement mise au point pour traiter la maladie cardiovasculaire. Bien que la technologie se soit depuis considérablement améliorée, les principaux éléments d'un système de SM restent les mêmes. Les électrodes (sondes) de stimulation sont constituées de plots ou de contacts de stimulation (les points



#### Point clé

*La clé du succès de la SM consiste à établir un profil de paresthésie qui englobe la zone douloureuse du patient, tout en évitant toute paresthésie supplémentaire qui pourrait entraîner une gêne.*

qui transmettent les impulsions électriques aux tissus). Les sondes peuvent être cylindriques ou à palettes.

Les sondes cylindriques sont conçues pour être insérées par voie percutanée dans la partie postérieure de l'espace épidural à l'aide d'une aiguille de péridurale Tuohy. Les contacts de ces sondes sont disposés en ligne droite; les sondes cylindriques modernes contiennent 8 contacts rapprochés. Deux sondes cylindriques ou plus peuvent être placées côte à côte pour former une sonde plus complexe.

Les sondes à palettes modernes contiennent 16 contacts disposés de façon régulière sur un support en silicone, selon une configuration en 5-6-5 ou en 2x8. Ce type de sonde est généralement inséré après exposition chirurgicale de l'espace épidural, bien qu'un fabricant de dispositifs de SM ait mis au point une sonde à palettes qui peut être insérée par voie percutanée à l'aide d'une aiguille de péridurale.

Les sondes sont connectées à un générateur d'impulsions (neurostimulateur) composé d'une batterie (rechargeable ou non) et d'un dispositif informatique. Les neurostimulateurs modernes sont souvent aussi petits que les stimulateurs cardiaques. Le neurostimulateur est implanté dans une loge sous-cutanée qui se trouve habituellement dans la région du flanc, de la paroi abdominale antérieure, des fesses ou de la fosse supra-épineuse, selon les préférences du patient et les considérations d'ordre anatomique. À l'aide d'un programmeur, les patients peuvent contrôler certains paramètres de la SM, comme l'arrêt

ou la mise en marche de l'appareil, le choix entre les différents programmes de stimulation préétablis et l'intensité de la stimulation. Un programmeur plus sophistiqué permet aux médecins de communiquer avec le dispositif de SM et de régler des paramètres plus complexes de stimulation, ainsi que d'avoir accès à divers paramètres diagnostiques.

L'emplacement des électrodes varie selon la zone qui est douloureuse : par exemple, si le patient souffre d'une douleur dans le bras, les électrodes seront posées dans la région cervicale; si la douleur se situe dans le dos ou la jambe, les électrodes seront posées dans la région lombaire. Avec les systèmes de SM classiques, les électrodes sont posées dans la partie médiane postérieure (dorsale) de l'espace épidural, au-dessus de L1 (au-dessus du cône médullaire). La clé du succès de la SM consiste à établir un profil de paresthésie qui englobe la zone douloureuse du patient, tout en évitant toute paresthésie supplémentaire qui pourrait entraîner une gêne.

Une discussion détaillée du mode d'action de la SM dépasse le cadre de cet article. Cependant, le mode d'action est complexe et dépasse la simple théorie du portail médullaire (« gate control »). En cas de douleur neuropathique, la SM inhibe l'hyperexcitabilité des neurones à large gamme dynamique de la corne postérieure selon divers mécanismes, notamment au moyen de l'activation des interneurons inhibiteurs exprimant l'acide  $\gamma$ -aminobutyrique (GABA), et par l'intermédiaire des circuits neu-



#### Point clé

*La SM est un traitement économique, car les économies réalisées sur le long terme dans divers domaines (imagerie diagnostique, consultations médicales, médicaments et services de rééducation) dépassent les coûts initiaux plus élevés.*

ronaux cholinergiques, adénergiques, sérotoninergiques et noradrénergiques<sup>12</sup>.

### Critères de sélection et choix du moment

Les facteurs suivants sont reconnus comme étant prédictifs du succès à long terme de la SM : douleur ayant surtout une composante neuropathique périphérique (par opposition à une douleur principalement somatique ou généralisée)<sup>13</sup>; traitement entrepris tôt au cours de l'évolution du syndrome douloureux<sup>14,15</sup>; présence d'une allodynie ou d'autres caractéristiques indicatrices d'une douleur neuropathique<sup>16</sup>. Des outils (comme l'outil de dépistage de la douleur chronique réfractaire<sup>17</sup>) sont en constante évolution pour aider les cliniciens à déterminer quels sont les patients qui doivent être orientés pour une éventuelle neuromodulation.

Le taux de succès du traitement est supérieur à 85 % si la SM est commencée dans les 2 ans suivant l'apparition du syndrome de douleur chronique; le taux de succès tombe à 9 % si le délai atteint 15 ans<sup>15</sup>. Il est donc important que les praticiens envisagent le recours à la SM et orientent rapidement le patient vers un programme de neuromodulation en cas d'échec d'un régime suffisant de soins conservateurs.

Les facteurs prédictifs défavorables sont notamment la présence d'une maladie psychiatrique concomitante et des antécédents d'un abus de substances. Les personnes d'humeur profondément dépressive et celles ayant peu d'énergie sont les plus susceptibles

de ne pas répondre à un traitement par SM<sup>18</sup>. De plus, une somatisation, une anxiété et un manque d'adaptation psychologique sont des facteurs importants prédisant de mauvais résultats thérapeutiques<sup>19</sup>. Il est important de noter que la corrélation négative entre le succès de la SM et la présence de troubles psychiatriques non traités n'est pas propre à la neuromodulation, mais s'observe également avec d'autres chirurgies, comme la chirurgie rachidienne, cardiaque et bariatrique<sup>20,21</sup>. La corrélation négative entre des antécédents d'abus de substances et le succès à long terme de la SM est très certainement d'origine multifactorielle; l'abus de substance pourrait être le signe d'un manque d'adaptation psychologique ou d'un autre trouble psychologique, et peut également modifier l'activité neuronale des régions spinales et supraspinales, ce qui diminuerait l'efficacité de la stimulation nerveuse<sup>16</sup>.

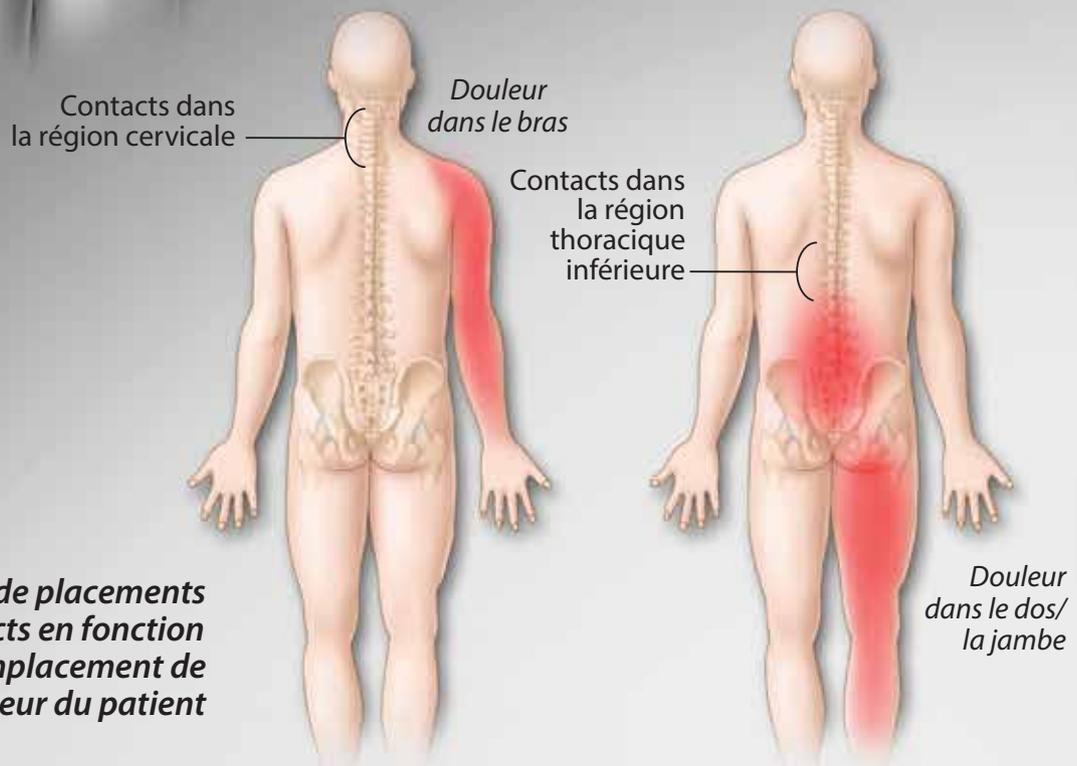
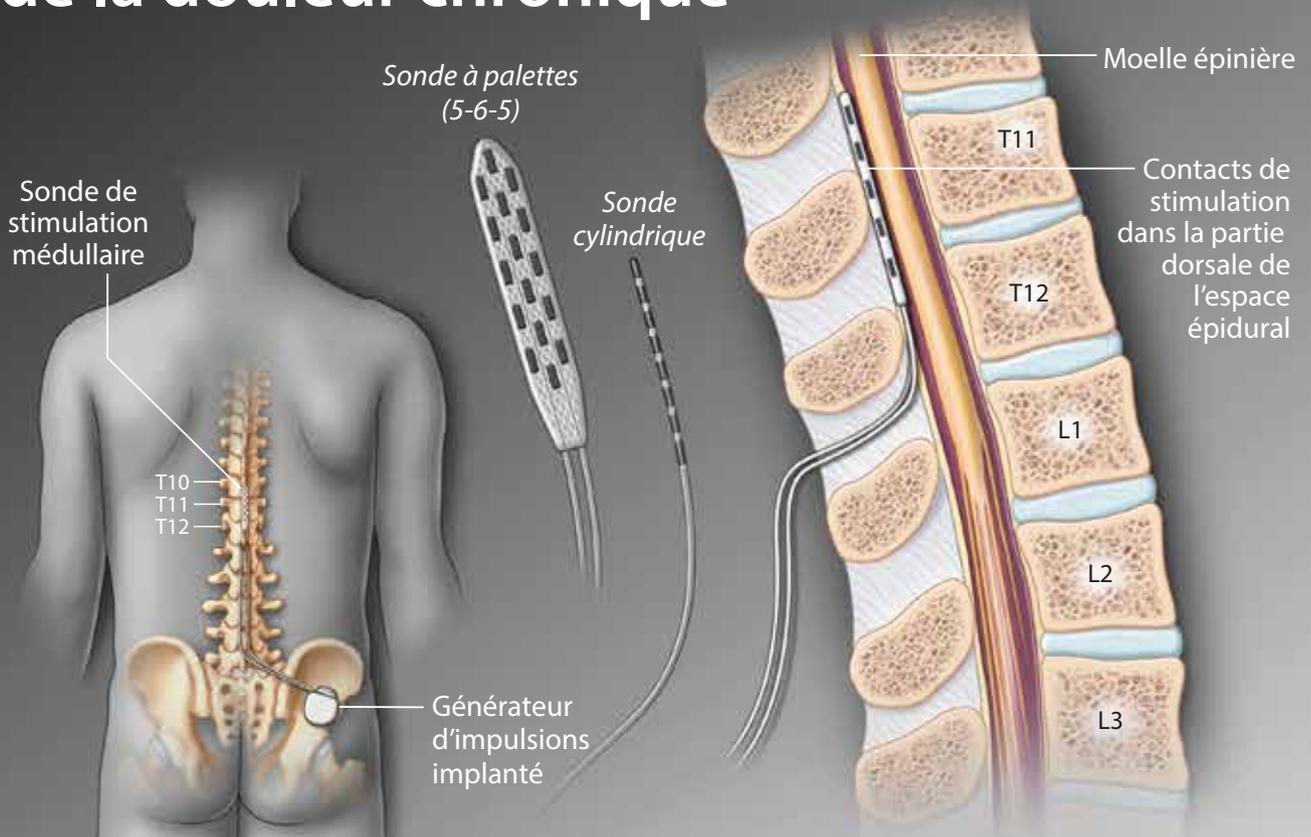
Afin d'évaluer de façon adéquate la pléthore de facteurs qui pourraient influencer sur le succès à long terme de la SM, les candidats à la SM doivent subir une évaluation pluridisciplinaire exhaustive pour déceler les éventuels facteurs physiques et psychologiques qui pourraient nuire aux résultats. L'évaluation psychologique dépiste souvent des facteurs de risque comme une somatisation, une dépression, une anxiété, un manque d'adaptation psychologique, une kinésiophobie, une insatisfaction professionnelle, un abus de substances et un contentieux<sup>22</sup>. Le degré de soutien familial, la possibilité de se rendre aux rendez-vous médicaux et l'accès à des services d'urgence doivent également être pris en compte. Il est important de recueillir



#### Point clé

*Les contre-indications à la pose d'un dispositif de SM sont les suivantes : infection généralisée, trouble cognitif et faible taux de plaquettes.*

# Stimulation médullaire pour le traitement de la douleur chronique



*Exemples de placements des contacts en fonction de l'emplacement de la douleur du patient*



## Points clés

Les indications thérapeutiques les plus étudiées de la SM sont la douleur neuropathique postopératoire persistante (également connue sous le nom de « séquelles de l'échec chirurgical rachidien ») et le syndrome douloureux régional complexe (SDRC).

La clé du succès de la SM consiste à établir un profil de paresthésie qui englobe la zone douloureuse du patient, tout en évitant toute paresthésie supplémentaire qui pourrait entraîner une gêne.

La SM est un traitement économique, car les économies réalisées sur le long terme dans divers domaines (imagerie diagnostique, consultations médicales, médicaments et services de rééducation) dépassent les coûts initiaux plus élevés.

Les contre-indications à la pose d'un dispositif de SM sont les suivantes : infection généralisée, trouble cognitif et faible taux de plaquettes.

les attentes du patient par rapport au traitement par SM. Durant la consultation, il faut également souligner au patient que la SM fait partie d'une stratégie plus globale de soulagement de la douleur et non pas la solution unique à toutes les douleurs du patient.

Les contre-indications à la pose d'un dispositif de SM sont les suivantes : infection généralisée, trouble cognitif (le patient pourrait avoir des difficultés à interagir avec le dispositif) et faible taux de plaquettes. Pour les patients qui suivent un traitement anticoagulant de longue durée, les recommandations les plus récentes conseillent l'arrêt de ce traitement médicamenteux pendant la période péri-opératoire. Une fois implanté, le dispositif de SM n'augmente pas le risque d'hématome rachidien<sup>23</sup>.

Une fois l'évaluation pluridisciplinaire effectuée, les patients qui sont considérés comme de bons candidats pour la SM subissent une stimulation d'essai pendant une brève période, pour déterminer si la SM est efficace pour le patient; un tel

essai thérapeutique permet surtout de déceler les patients qui ne répondront pas au traitement, ce qui est peut-être encore plus important<sup>24</sup>.

L'essai est une procédure effectuée en ambulatoire qui dure généralement 1 heure. Sous anesthésie locale et sédation légère, la sonde est insérée dans la partie médiane postérieure de l'espace épidual avant d'être placée au niveau approprié. La sonde est alors connectée à un dispositif externe de stimulation, puis on demande au patient de décrire l'emplacement et la qualité de la paresthésie créée par la sonde. L'objectif est de créer une zone de stimulation qui englobe la zone douloureuse habituelle du patient. Un réglage précis de l'emplacement de la sonde s'effectue en fonction de la réaction du patient sur la zone couverte par la stimulation. Une fois que la zone de stimulation est satisfaisante, la sonde d'essai est fixée à la peau et le patient peut retourner chez lui.

L'essai est considéré comme concluant si le patient obtient une atténuation consécutive (> 50 %)



## Informations cliniques importantes

Les facteurs suivants sont reconnus comme étant prédictifs du succès à long terme de la SM : douleur ayant surtout une composante neuropathique périphérique, traitement entrepris tôt au cours de l'évolution du syndrome douloureux et présence d'une allodynie ou d'autres caractéristiques indicatrices d'une douleur neuropathique. Une humeur profondément dépressive, un manque d'énergie, une somatisation et un manque d'adaptation psychologique sont des facteurs importants prédisant de mauvais résultats thérapeutiques.

La SM est une technique non destructive : le dispositif peut se retirer à tout moment s'il ne permet plus de soulager la douleur et il n'empêche pas d'avoir ultérieurement recours à d'autres approches thérapeutiques, y compris la chirurgie rachidienne.

de l'intensité des douleurs<sup>16</sup> ou une amélioration significative de son état fonctionnel. Dans ce cas, le système complet de SM sera implanté.

La procédure d'implantation s'effectue en ambulatoire, généralement sous anesthésie locale avec sédation; elle dure habituellement entre 1 heure et 1 heure et demie. Une ou deux sondes permanentes sont placées en utilisant la même méthode que pour l'essai. Le médecin effectuant l'implantation décide parfois d'utiliser une sonde à palettes chirurgicale qui nécessite une laminotomie. Après s'être assuré que la stimulation est adéquate à l'aide de la rétroaction du patient, le médecin fixe ensuite les sondes au fascia thoraco-lombaire. Il crée ensuite une loge sous-cutanée pour y loger le neurostimulateur, ainsi qu'un court tunnel sous-cutané reliant la loge au site d'ancrage, puis connecte le neurostimulateur à la sonde.

Des visites de suivi fréquentes pourraient s'avérer nécessaires durant la période immédiatement après la pose du dispositif, pour vérifier la bonne cicatrisation de toutes les incisions, affiner les réglages de

programmation du stimulateur et s'assurer que la zone de paresthésie recouvre la zone douloureuse. Une fois que le système de SM est programmé de façon optimale, les patients auront habituellement moins besoin de consulter leur médecin et d'accéder aux autres ressources médicales<sup>25</sup>.

### Données probantes cliniques

Certaines des études les plus vastes sur la SM ont été menées par le neurochirurgien canadien Dr Krishna Kumar. Avec l'essai clinique décisif PROCESS, Kumar et ses collègues ont montré qu'après 6 mois de traitement, l'intensité des douleurs dans les jambes avait diminué de moitié (50 %) pour 48 % des patients souffrant de séquelles de l'échec chirurgical rachidien et traités par SM, comparativement à 9 % des patients ayant reçu un traitement médical conventionnel (TMC). Par rapport aux patients du groupe ayant reçu un TMC, ceux du groupe traités par SM ont amélioré leur qualité de vie et leur capacité fonctionnelle, et sont plus satisfaits de leur

traitement. Il faut noter cependant que la SM n'a pas amélioré le taux de retour au travail et n'a pas entraîné une diminution de l'usage des opioïdes<sup>26</sup>.

Au cours d'une analyse de suivi, les auteurs ont trouvé que la SM est un traitement économique, car les économies réalisées sur le long terme dans divers domaines (imagerie diagnostique, consultations médicales, médicaments et services de rééducation) dépassent les coûts initiaux plus élevés<sup>25</sup>.

### Risques et complications

Les risques et les complications associés à la stimulation médullaire peuvent être à court ou à long terme. Les risques à court terme sont directement liés à des lésions encourues durant les procédures d'essai et d'implantation : céphalées dues à une ponction durale (0,3 %), infection (3-6 %), hématome rachidien ou extradural (jusqu'à 0,75 %), sérome dans la loge d'implantation (2,5 %), réactions allergiques (cas rapportés) et, plus rarement, traumatisme médullaire.

Les risques à long terme sont notamment les suivants : cassures de la sonde (5,9 %), déconnexion de la sonde (9,1 %), défaillance du neurostimulateur (1,7 %), compression des tissus nerveux par la sonde (cas rapportés) et modifications de la couverture de paresthésie ou stimulation hétérogène<sup>15</sup>.

### Conclusion

La stimulation médullaire reste à l'heure actuelle une approche de traitement de la douleur sous-utilisée et mal reconnue au Canada<sup>4</sup>. La SM

représente une option thérapeutique efficace pour les patients atteints d'une douleur neuropathique, notamment en cas de douleur persistante postopératoire (séquelles de l'échec chirurgical rachidien) ou de syndrome douloureux régional complexe. La SM peut offrir à ces patients un soulagement à long terme de la douleur et doit être envisagée plus tôt dans l'algorithme thérapeutique.

### Bibliographie

1. Schopflocher D, Taenzer P, and Jovey R. The prevalence of chronic pain in Canada. *Pain Res Manag* 2011; 16: 445-450.
2. Reitsma ML, Tranmer JE, Buchanan DM, Vandenkerkhof EG. The prevalence of chronic pain and pain-related interference in the Canadian population from 1994 to 2008. *Chron Dis Inj Can* 2011; 31: 157-164.
3. Peng P, Choinere M, Dion D, Intrater H, Lefort S, Lynch M, Ong M, Rashiq S, Tkachuck G, Veillette Y. Challenges in accessing multidisciplinary pain treatment facilities in Canada. *Can J Anesth* 2007; 54: 977-984.
4. The Painful Truth Survey Report (2014 Oct 17). Retrieved from <http://www.canadianpaincoalition.ca/index.php/en/about-us/media-room/2014/10/17/242>
5. Benjamin R, Trescot AM, Datta S, et al. Opioid complications and side effects. *Pain Physician* 2008; 11(2 Suppl): S105-20.
6. Joint Statement of Action to Address the Opioid Crisis (2017 Nov 19). Retrieved from [https://www.canada.ca/en/health-canada/services/substance-abuse/opioid-conference/joint-statement-action-address-opioid-crisis.html?\\_ga=1.151650431.732537752.1490933782](https://www.canada.ca/en/health-canada/services/substance-abuse/opioid-conference/joint-statement-action-address-opioid-crisis.html?_ga=1.151650431.732537752.1490933782)

7. Fischer B and Argento E. Prescription opioid related misuse, harms, diversion and interventions in Canada: A Review. *Pain Physician* 2012; 15: ES191-203.
8. International Narcotics Control Board. (2013). *Narcotics Drugs: Estimated World Requirements for 2013; Statistics for 2011*. New York: United Nations.
9. Nasser R, Yadla S, Maltenfort G, Harrop JS, Anderson DG et al. Complications in spine surgery. *J Neurosurg Spine* 2010; 13: 144-157.
10. Deer TR, Mekhail N, Provenzano D, Pope J et al. The appropriate use of neurostimulation of the spinal cord and peripheral nervous system for the treatment of chronic pain and ischemic diseases: The Neuromodulation Appropriateness Consensus Committee (NACC). *Neuromodulation* 2014; 17: 515-550.
11. Gildenberg PL. History of electrical neuromodulation for chronic pain. *Pain Med* 2006; 7: S7-13.
12. Linderoth B. Spinal cord stimulation: a brief update on mechanisms of action. *Eur J Pain Supp* 2009; 89-93.
13. Deer TR, Mekhail N, Prvenzano D, Pope J et al. The appropriate use of neurostimulation: avoidance and treatment of complications of neurostimulation therapies for the treatment of chronic pain. *Neuromodulation* 2014; 17: 571-597.
14. Kumar K, Toth C, Nath R, Laing P. Epidural spinal cord stimulation for treatment of chronic pain-some predictors of success. A 15-year experience. *Surg Neurol* 1998; 50: 110-121.
15. Kumar K, Hunter G, Demeria D. Spinal cord stimulation in treatment of chronic benign pain: challenges in treatment planning and present status, a 22-year experience. *Neurosurgery* 2006; 58: 481-496.
16. Williams KA, Gonzalez-Fernandez M, Hamzehzadeh S, Wilkinson I et al. A multi-center analysis evaluating factors associated with spinal cord stimulation outcome in chronic pain patients. *Pain Med* 2011; 12: 1142-1153.
17. Baron R, Backonja MM, Eldridge P, Levy R et al. Refractory Chronic Pain Screening Tool (RCPST): A Feasibility Study to Assess Practicality and Validity of Identifying Potential Neurostimulation Candidates. *Pain Med* 2014;15:281-291.
18. Olson KA, Bedder MD, Anderson VC, Burchiel KJ, Villanueva MR. Psychological variables associated with outcome of spinal cord stimulation trials. *Neuromodulation* 1998; 1: 6-13.
19. Celestin J, Edwards RR, Jamison RN. Pretreatment psychosocial variables as predictors of outcomes following lumbar surgery and spinal cord stimulation: a systematic review and literature synthesis. *Pain Med* 2009; 10: 639-653.
20. Trief P et al. A prospective study of psychological predictors of lumbar spine surgery outcome. *Spine* 2000; 25: 2616-2621.
21. Ghoneim MM and O'Hara MW. Depression and postoperative complications: an overview. *BMC Surgery* 2016; 5.
22. Stephens KA and Ward A. Patient selection for spinal cord stimulators: mental health perspective. *Curr Pain Headache Rep* 2014; 18: 398.
23. Deer TR, Narouze S, Provenzano DA, Pope J et al. The Neurostimulation Appropriateness Consensus Committee (NACC): Recommendations on Bleeding and Coagulation Management in Neurostimulation Devices. *Neuromodulation* 2017; 20: 51-62.
24. North RB. SCS trial duration. *Neuromodulation* 2003; 6: 4-5.
25. Kumar K and Rizvi, S. Cost-Effectiveness of Spinal Cord Stimulation Therapy in Management of Chronic Pain. *Pain Med* 2013; 14: 1631-1649.
26. Kumar K, Taylor RS, Jacques, L, Eldabe S et al. Spinal cord stimulation versus conventional medical management for neuropathic pain: a multicentre randomised controlled trial in patients with failed back surgery. *Pain* 2007; 132: 179-188.