

## **Fiche d'information : Thalamotomie centrale latérale pratiquée à l'aide de la technique des ultrasons focalisés transcâniens à haute intensité guidés par IRM (MRgFUS CLT) pour la douleur neuropathique (neurogène)**

La douleur neuropathique (neurogène) provient d'une lésion d'un nerf ou d'une blessure à la moelle épinière ou au cerveau. Il s'agit d'une douleur qui peut se développer après une amputation (douleur "phantome"), une compression nerveuse, une polyneuropathie, une avulsion d'un plexus nerveux, une lésion de la moelle épinière, après un AVC (syndrome thalamique), une infection par le virus de l'herpès (par exemple le zona) ou encore une hernie discale. La névralgie du trijumeau est également un syndrome douloureux neuropathique.

La perturbation de la transmission des signaux nerveux provenant des régions corporelles touchées entraîne une hyperactivité dans la zone du thalamus (partie centrale profonde du cerveau) responsable du traitement de la douleur et dans les zones cérébrales environnantes. Cette hyperactivité provoque la perception d'une douleur constante ou de crises douloureuses.

Notre traitement vise à corriger cette hyperactivité dans le thalamus, offrant ainsi un soulagement ou une élimination de la douleur. Cette méthode est efficace et n'altère pas les fonctions normales du cerveau. Si nécessaire, la douleur neuropathique peut également être traitée des deux côtés du corps.

### **Aperçu de la technique**

La thalamotomie centrale latérale pratiquée à l'aide de la technique des ultrasons focalisés à haute intensité guidés par IRM (MRgFUS CLT) est une procédure innovante et sans incision, développée pour traiter la douleur neuropathique (neurogène) chronique et résistante aux traitements. Ce type de douleur peut résulter de lésions nerveuses, de traumatismes de la moelle épinière, d'accidents vasculaires cérébraux ou de conditions telles que la névralgie du trijumeau. La technique MRgFUS utilise l'énergie des ultrasons focalisés, guidée par l'imagerie IRM, pour créer des petites lésions thermiques très précisément dans une région spécifique du thalamus impliquée dans le traitement de la douleur, réduisant ou éliminant ainsi la douleur sans incision ni implants.

### **Comment fonctionne le MRgFUS CLT ?**

1. **Ablation thermique ciblée** : La technique de thalamotomie centrale latérale (CLT) cible spécifiquement le noyau central latéral (CL) du thalamus médian, une zone clé dans le traitement des signaux douloureux. Lorsque cette région est hyperactive en raison d'une douleur neuropathique, elle peut amplifier les signaux douloureux de manière excessive, entraînant une douleur chronique.
2. **Ondes ultrasonores focalisées** : Le MRgFUS utilise des ondes ultrasonores focalisées à haute intensité, qui sont convergées sur le noyau central latéral du thalamus. Cela génère suffisamment de chaleur pour créer une petite lésion, interrompant les signaux de douleur envoyés du thalamus au cortex sans affecter d'autres zones critiques du cerveau.
3. **Précision et surveillance par IRM** : Tout le processus est surveillé en temps réel par IRM, garantissant un ciblage précis et un contrôle de l'énergie ultrasonore. Cela permet d'ajuster le traitement pendant la procédure afin de maintenir une précision élevée (< 0,5-1 mm) et éviter tout dommage des tissus cérébraux environnants.

### **Avantages du MRgFUS CLT**

- **Minimement invasif** : Contrairement aux chirurgies cérébrales traditionnelles, le MRgFUS ne nécessite aucune incision ni pénétration physique du cerveau et de ses enveloppes,

réduisant ainsi les risques de complications comme les infections ou les saignements, tout en offrant une grande précision de ciblage.

- **Récupération rapide** : La plupart des patients ne nécessitent qu'un court séjour à l'hôpital et peuvent reprendre leurs activités habituelles en quelques jours.
- **Soulagement durable de la douleur** : Les recherches montrent que plus de 50 % des patients ressentent un soulagement d'au moins 50 % après le MRgFUS CLT, avec des résultats stables sur plusieurs années.
- **Diminution de la dépendance aux médicaments** : Beaucoup de patients réduisent leur consommation de médicaments, notamment d'opioïdes, d'anticonvulsivants et d'antidépresseurs.
- **Amélioration de la qualité de vie** : Le soulagement de la douleur permet une amélioration des activités quotidiennes, du bien-être émotionnel et de la qualité de vie globale.

### À quoi s'attendre pendant la procédure ?

1. **Préparation et installation** :
  - Votre tête sera stabilisée dans un cadre stéréotaxique sous anesthésie locale.
  - Une IRM sera réalisée pour localiser la zone cible exacte dans le thalamus.
2. **Application des ultrasons** :
  - L'énergie ultrasonore sera délivrée par plusieurs sonications pour créer une petite lésion dans la région thalamique ciblée.
  - La procédure se déroule par étapes, avec une augmentation progressive de la température, surveillée par thermométrie IRM.
  - Vous resterez éveillé pour fournir des retours sur les sensations, permettant à l'équipe neurochirurgicale d'évaluer l'efficacité et d'identifier d'éventuels effets secondaires.
3. **Durée** :
  - La procédure dure généralement entre 3 et 5 heures, selon les cas.
  - Aucune anesthésie générale n'est nécessaire, car votre feedback est essentiel.
4. **Après la procédure** :
  - Vous resterez à l'hôpital une à deux nuits pour observation et confirmation par IRM de la position de la lésion.
  - La plupart des patients sortent le lendemain de l'intervention et peuvent reprendre des activités légères peu après.

### Qui est éligible pour le MRgFUS CLT ?

Le MRgFUS CLT convient aux patients souffrant de douleurs neuropathiques chroniques et résistantes aux traitements.

Les critères incluent :

- **Durée et résistance** : Une douleur chronique neuropathique (neurogène) durant plus d'un à deux ans, non soulagée par au moins un médicament anticonvulsivant et un antidépresseur.



- **Évaluation spécialisée** : Un examen complet par un neurochirurgien et un neurologue expérimentés dans le MRgFUS déterminera votre éligibilité.

### Résultats attendus

Les données publiées montrent une réduction significative de la douleur, avec une diminution moyenne de 42 %, et plus de 50 % des patients ressentant un soulagement de 50 % ou plus. Les résultats sont stables sur le long terme, et la fréquence des crises douloureuses diminue de 92 % en moyenne.

### Risques et effets secondaires potentiels

Bien que le MRgFUS CLT soit conçu pour être non invasif et à faible risque, il est important de connaître les effets secondaires possibles, bien qu'ils soient rares :

- **Inconfort temporaire** : Les patients peuvent ressentir un léger inconfort temporaire pendant l'application des ultrasons, mais cela est généralement bien toléré.
- **Absence d'infection et risque très faible de saignement** : La nature non invasive du MRgFUS CLT élimine le risque d'infection. Le risque de saignement est beaucoup plus faible comparé aux chirurgies cérébrales traditionnelles (0 cas sur plus de 650 cibles traitées à Sonimodul à Soleure).
- **Changements sensoriels** : Une extension involontaire de la cible CL a entraîné, dans 2 cas au cours des 10 dernières années, une perte de sensation sur une petite zone de la peau du visage (dans un cas, il s'agissait d'un engourdissement dans la région de la lèvre supérieure, d'un côté).

### Préparation pour le MRgFUS CLT

Nous procéderons à un examen complet de vos antécédents médicaux, de vos symptômes et des traitements antérieurs, ainsi qu'à un examen neurologique complet et une électroencéphalographie quantitative (qEEG) pour déterminer si le MRgFUS CLT est adapté à votre situation. Un scanner (CT-scan) sera réalisé et analysé pour évaluer la densité osseuse du crâne (Skull Density Ratio, SDR) afin de vérifier si le traitement par MRgFUS peut être appliqué avec succès. Enfin, une IRM stéréotaxique sera effectuée pour planifier précisément les cibles du MRgFUS CLT.

## Questions Fréquemment Posées

- Le soulagement de la douleur est-il permanent ?  
Bien que le MRgFUS CLT ait démontré fournir un soulagement stable et durable de la douleur chez de nombreux patients, les résultats peuvent varier d'une personne à l'autre. Dans certains cas, des traitements supplémentaires peuvent être nécessaires.
- Le MRgFUS peut-il être utilisé pour traiter d'autres pathologies ?  
Oui, le MRgFUS est actuellement également utilisé pour traiter le tremblement essentiel et la maladie de Parkinson. D'autres indications sont actuellement en cours de validation.
- Quels sont les avantages du MRgFUS CLT par rapport aux autres traitements ?  
Le MRgFUS CLT offre une alternative sans incision, très précise et à faible risque à la stimulation cérébrale profonde ou à d'autres formes de lésion cérébrale, sans nécessiter d'implants ni de longues périodes de récupération.
- Dois-je arrêter mes médicaments contre la douleur avant l'intervention ?  
Tous les médicaments seront discutés avant l'intervention. Des ajustements peuvent être recommandés pour certains médicaments dans la période précédant le traitement.
- Combien de temps faudra-t-il pour ressentir un soulagement ?  
Certains patients ressentent un soulagement en quelques jours, tandis que d'autres observent des améliorations progressives sur plusieurs semaines ou mois.



## Contexte historique et résultats de la thalamotomie latérale centrale (CLT)<sup>1-4</sup>

La **douleur neuropathique** (ou neurogène), qui provient de dysfonctionnements nerveux suite à un dommage du système nociceptif lui-même (nerfs, moelle ou cerveau) est particulièrement difficile à traiter. Les patients souffrant de cette douleur peuvent éprouver des douleurs constantes ou imprévisibles qui ne répondent que peu ou pas aux analgésiques courants, ce qui les laisse souvent avec peu d'options thérapeutiques.

Depuis les années 1940, des groupes neurochirurgicaux ont exploré différentes méthodes pour traiter cette douleur chronique en ciblant des zones spécifiques du cerveau. L'une des régions principales étudiées est le **thalamus médian**, une région du thalamus clé dans le traitement et la transmission des signaux douloureux. Ces procédures, appelées **thalamotomies médiales**, consistaient à créer de petites lésions contrôlées dans certaines parties du thalamus pour atténuer la douleur. Bien que ces premières thalamotomies aient réduit la douleur, les résultats étaient souvent temporaires.

Dès la fin des années 80, les chercheurs et en particulier le groupe du Professeur Daniel Jeanmonod à Zürich, ont identifié une zone plus précise dans le thalamus, appelée le **noyau latéral central (CL)**, qui semble amplifier les signaux de douleur dans les cas chroniques. Lorsque cette région devient trop active, elle peut provoquer un cycle de signaux cérébraux dysfonctionnels appelé **dysrythmie thalamo-corticale**, contribuant ainsi à la douleur persistante. En ciblant cette petite zone, il est possible d'interrompre ces signaux anormaux.

Une technique prometteuse utilisant des **ultrasons focalisés à haute intensité et guidés par IRM** (MRgFUS) est désormais disponible pour cibler précisément le noyau latéral central. Cette approche est particulièrement intéressante car elle est **sans incision** : elle utilise des ondes ultrasonores focalisées, guidées par IRM, pour atteindre et traiter cette zone du thalamus sans besoin d'incision ou d'implants. Cette procédure permet de cibler avec une grande précision (à moins de 1 millimètre), les risques de saignement et d'infection sont réduits et elle ne nécessite généralement qu'une hospitalisation de courte durée.

L'étude de Gallay et al. (2023) a examiné les résultats au long terme de la thalamotomie CL par MRgFUS chez des patients souffrant de **douleurs neuropathiques chroniques** et résistantes aux traitements, sur une période de 11 ans. L'étude a impliqué 63 procédures de MRgFUS chez 55 patients. En moyenne, les patients ont rapporté une réduction de la douleur de **42 %**, qui est restée stable dans le temps. Plus de la moitié des patients ont connu une réduction d'au moins **50 % de la douleur**, et la fréquence des **attaques de douleur** a diminué de **92 % en moyenne**. Les résultats étaient particulièrement bons chez les patients atteints de **névralgie du trijumeau**, une forme de douleur faciale sévère, avec une réduction de **76% de la douleur** en moyenne. D'autres conditions, comme la douleur après une compression des nerfs (après hernie discale par exemple), ont également montré des améliorations notables.

L'étude a également révélé une **amélioration de la qualité de vie** des patients, qui ont signalé une réduction de l'anxiété et de la dépression, ainsi qu'une meilleure capacité à mener les activités de la vie quotidienne. Beaucoup ont diminué, voire arrêté, la prise de médicaments contre la douleur, comme les opioïdes et les antidépresseurs, après la procédure.

Concernant la **sécurité**, la thalamotomie par MRgFUS s'est avérée très sûre, avec **aucun cas de saignement ou d'infection**. La douleur de très courte durée pendant la procédure était fréquente, mais facilement gérable. Un seul patient a eu un effet secondaire persistant, une **perte de sensibilité sur une partie dans la lèvre supérieure**. Comparée aux traitements chirurgicaux invasifs traditionnels, cette méthode évite les risques associés aux incisions, aux implants et permet une récupération plus rapide.

Enfin, contrairement aux thalamotomies plus anciennes qui pouvaient perdre de leur efficacité avec le temps, les résultats obtenus grâce au MRgFUS se sont révélés **stables** sur le long terme.

En résumé, la **thalamotomie centrale latérale par MRgFUS** représente une option sûre, efficace et **sans incision** pour traiter la douleur neuropathique chronique et résistante aux traitements. Grâce à sa grande précision, elle minimise les risques et permet une récupération rapide. Cette procédure offre une solution prometteuse pour les patients ayant épuisé d'autres traitements.

#### Références:

1. Jeanmonod D. The Central Lateral Thalamotomy for Neuropathic Pain. In: *Lozano, A.M., Gildenberg, P.L., Tasker, R.R. (Eds) Textbook of Stereotactic and Functional Neurosurgery*. Springer, Berlin, Heidelberg.; 2009:2081-2096.
2. Jeanmonod D, Werner B, Morel A, et al. Transcranial magnetic resonance imaging-guided focused ultrasound: noninvasive central lateral thalamotomy for chronic neuropathic pain. *Neurosurg Focus*. 2012;32(1):E1.
3. Gallay MN, Moser D, Jeanmonod D. MR-Guided Focused Ultrasound Central Lateral Thalamotomy for Trigeminal Neuralgia. Single Center Experience. *Front Neurol*. 2020;11:271.
4. Gallay MN, Magara AE, Moser D, Kowalski M, Kaeser M, Jeanmonod D. Magnetic resonance-guided focused ultrasound central lateral thalamotomy against chronic and therapy-resistant neuropathic pain: retrospective long-term follow-up analysis of 63 interventions. *Journal of Neurosurgery*. 2023;139(3):615-624.
5. Magara AE, Gallay MN, Moser D, Jeanmonod D. Complete resolution of chronic cluster headache following central lateral thalamotomy using incisionless MRI-guided focused ultrasound with 6 years of follow-up: illustrative case. *J Neurosurg Case Lessons*. 2022;4(22):CASE22259
6. Ahmed AK, Zhuo J, Gullapalli RP, et al. Focused Ultrasound Central Lateral Thalamotomy for the Treatment of Refractory Neuropathic Pain: Phase I Trial. *Neurosurgery*. 2024;94(4):690.