Intérêt de la stimulation transcrânienne dans les troubles pelvi-périnéaux

P. Vacher, A. Charlanes, C. Chesnel, A. Pagès, C. Malot, F. Le Breton, G. Amarenco, P. Manceau

► To cite this version:

P. Vacher, A. Charlanes, C. Chesnel, A. Pagès, C. Malot, et al.. Intérêt de la stimulation transcrânienne dans les troubles pelvi-périnéaux. Progrès en Urologie, 2019, 29, pp.349 - 359. 10.1016/j.purol.2019.03.001 . hal-03487182

HAL Id: hal-03487182

<https://hal.science/hal-03487182>

Submitted on 20 Dec 2021

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial| 4.0 International License

TITRE

Intérêt de la stimulation transcrânienne dans les troubles pelvi-périnéaux

TITLE

Interest of transcranial stimulation in pelvic and perineal disorders

AUTEURS

Perrine Vacher, Audrey Charlanes, Camille Chesnel, Avril Pagès, Claire Malot, Frédérique Le Breton, Gérard Amarenco, Philippe Manceau.

AFFILIATIONS (pour tous les auteurs)

A- GREEN GRC-01 UPMC (Group of clinical Research in Neuro-urology), Sorbonne University, Paris, France

B- Department of Neuro-urology, Tenon Hospital, AP—HP, 4, rue de la Chine, 75020 Paris, France

AUTEUR CORRESPONDANT

Perrine Vacher

Service de Neuro-Urologie, Hôpital Tenon, 4 rue de la Chine, 75020 Paris, France

perrine.vacher@aphp.fr

Phone : +33 1 56 01 65 35, Fax + 33 1 56 01 74 81

TEXTE

INTRODUCTION

L'utilisation de stimulations électriques en thérapeutique pelvi-périnéologique est ancienne. Ainsi, après les premières stimulations sacrées de type Brindley, ont été successivement essayées la neuromodulation directe des racines sacrées et ce tant dans l'hyperactivité vésicale que dans la dysurie ou l'incontinence fécale, et l'électrostimulation périphérique (nerf tibial postérieur à la cheville) (1) (2). Mais rares ont été les travaux consacrés aux stimulations directes corticales dans le traitement des troubles pelvi-périnéaux.

La stimulation transcrânienne a vu le jour à l'aube du XIXème siècle dans le traitement expérimental des troubles mentaux avec des courants galvaniques sur le scalp (Aldini, 1804). Plus tard, son utilisation en neurologie, notamment à la suite des accidents vasculaires cérébraux, a pour objectifs de rééquilibrer la balance interhémisphérique en stimulant l'hémisphère lésé et en inhibant l'hémisphère sain mais également de favoriser la plasticité synaptique. Il s'agit d'une technique de neurostimulation non invasive incluant la stimulation magnétique transcrânienne (Transcranial Magnetic Stimulation, TMS) et la stimulation électrique transcrânienne directe (Transcranial Direct Current stimulation, TDCs). La TMS, basée sur un principe d'induction électromagnétique, agit en véhiculant un courant électrique dans des régions corticales via une bobine de fil conducteur placée perpendiculairement au scalp, modulant ainsi le niveau d'activité de façon variable selon l'intensité, le nombre, la fréquence et la durée des impulsions de stimulation, à l'origine d'une activation des axones de même orientation et d'une modification du seuil de déclenchement des neurones (3). Ainsi, au niveau du cortex moteur, des impulsions

de TMS à basse fréquence ($< 1\text{Hz}$) tendent à déprimer l'activité locale, tandis que la TMS à haute fréquence tend à la potentialiser (4). Elle induirait ainsi des changements de plasticité synaptique corticale. La TDCs véhicule un courant électrique continu de faible intensité (1 à 2 mA) via deux électrodes (une électrode active, anode excitatrice ou cathode inhibitrice et une électrode de référence) positionnées sur le crâne en fonction de la région à stimuler. Elle agit en modifiant le potentiel transmembranaire des neurones à l'origine d'une modification de leur seuil de déclenchement modulant ainsi leur conductivité synaptique (5) (6).

Au-delà de son intérêt diagnostique pour mieux préciser les mécanismes physiologiques du contrôle cortical des fonctions vésicales et anorectales, des applications thérapeutiques de ces techniques ont été développées pour traiter des affections neurologiques ou neuropsychiatriques liées à l'altération de l'activité bioélectrique, hormonale ou neurochimique cérébrale. C'est ainsi que l'on a pu démontrer son efficacité, par exemple pour le traitement de l'hypertonie spastique et des troubles cognitifs dans la sclérose en plaques (7,8), pour l'amélioration de la performance motrice dans la maladie de Parkinson (9) mais également dans le traitement des douleurs neuropathiques chroniques (10). Ainsi, en modifiant l'activité neuronale par dépression ou potentialisation à long terme, mais également en modifiant l'excitabilité du réseau et la plasticité cérébrale ou en activant des boucles de rétroaction, le champ d'action de la stimulation transcrânienne apparaît prometteur et pas forcément exclusivement dans les troubles moteurs, cognitifs et psychiatriques mais potentiellement dans des dysrégulations viscérales.

Ainsi, la stimulation transcrânienne pourrait moduler les informations véhiculées par les centres encéphaliques impliqués dans la miction, le contrôle anorectal et peut-être génito-sexuel. Nous présentons ici une revue de la littérature concernant les intérêts diagnostiques et thérapeutiques de l'utilisation de la stimulation transcrânienne dans les troubles pelvi-périnéaux.

MATERIELS ET METHODES

Nous avons sélectionné les études cliniques s'intéressant à la stimulation transcrânienne dans les troubles pelvi-périnéaux.

Stratégie de recherche

Une revue de la littérature a été effectuée sans limitation temporelle à partir de la base de données Medline et Google scholar en utilisant les mots clés appartenant à l'arborescence Mesh. Nous avons étendu notre recherche à partir des références des articles pertinents. Cette recherche a été complétée par une recherche manuelle à partir des références des articles sélectionnés. Les mots-clés utilisés étaient « *transcranial direct stimulation* », « *transcranial magnetic stimulation* », « *neurogenic bladder* », « *urinary incontinence* », « *Parkinson disease* », « *multiple sclerosis* », « *stroke* », « *muscle spasticity* », « *pelvic pain* », « *visceral pain* ».

Critères d'éligibilité des articles

Tous les articles jusqu'en juillet 2018 ont été screenés par identification sur mots clés. Les articles, écrits en français ou en anglais, étaient inclus s'ils comprenaient une population traitée par stimulation transcrânienne (électrique ou magnétique) quelles qu'en soient les modalités dans une indication pelvi-périnéale. Il n'y avait pas de restriction sur le design des études.

Collection des données

Les données recherchées dans chaque étude incluse étaient le type d'étude, le type de population, les paramètres de stimulation, le critère de jugement principal et les résultats. Ainsi, les données extraites étaient collectées et comportaient la pathologie concernée, la symptomatologie étudiée, la méthode de stimulation (l'intensité, le nombre, la fréquence et la durée des impulsions de stimulation et le nombre de jours), le type d'étude (diagnostique / thérapeutique), et les résultats

qualitatifs et quantitatifs d'après le critère de jugement principal. L'inhomogénéité des études et des populations ne permettaient pas de réaliser de méta-analyse.

Analyse qualitative des études

Pour évaluer la qualité des études et le risque de biais, nous avons utilisé le tableau du Centre d'*Evidence-Based Medicine* d'Oxford - <https://www.cebm.net/2009/06/oxford-centre-evidence-based-medicine-levels-evidence-march-2009/> - évaluant les différents niveaux de preuve et sont présentés dans le Tableau 1.

RESULTATS

Six articles ont été retenus avec les mots clés « pelvic pain », trois études avec les mots clés « neurogenic bladder » et/ou « *Parkinson disease* », « *multiple sclerosis* », deux articles avec les mots clés « visceral pain » et une étude a été retenue avec les mots clés « urinary incontinence ». Au total, 12 articles ont été retenus dont l'analyse qualitative est présentée Figure 1.

STIMULATION TRANSCRANIENNE ET TROUBLES VESICO-SPHINCTERIENS

(Tableau 2)

Evaluation physiopathologique des troubles vésico-sphinctériens via la stimulation transcrânienne

Enurésie

Une seule étude a porté sur l'évaluation des mécanismes physiopathologiques de l'énurésie nocturne via la stimulation transcrânienne. En effet, le mécanisme physiopathologique et pathogénique de l'énurésie nocturne est à ce jour encore mal connu (11). Certaines études ont montré un possible lien avec une inhibition insuffisante du réflexe mictionnel par le tronc cérébral pendant le sommeil (12) ou encore un défaut de maturité corticale (13). Dans un essai

contrôle randomisé, Khedr et al (14) ont ainsi évalué cette dernière hypothèse en mesurant l'excitabilité corticale par stimulation magnétique transcrânienne chez des enfants présentant une énurésie nocturne primaire isolée. Les résultats ont montré que les patients avaient une augmentation pathologique de l'excitabilité du cortex moteur et une diminution des processus d'inhibition de celui-ci, pouvant contribuer à la pathogénèse de l'énurésie nocturne. Aucune étude n'est en revanche disponible quant à l'effet thérapeutique des stimulations transcrâniennes dans l'énurésie.

Intérêts thérapeutiques de la stimulation transcrânienne dans les troubles urinaires d'origine neurologique

Dans la maladie de Parkinson idiopathique (MPI), Brusa (15) a étudié en 2009 l'inhibition de l'excitabilité corticale par des séances répétées de stimulation magnétique transcrânienne (rTMS) sur le cortex moteur sur 5 jours consécutifs pendant 2 semaines à une fréquence de 1 Hz, chez des patients présentant un syndrome clinique d'hyperactivité vésicale. Un bilan urodynamique était réalisé avant le traitement et une semaine après la fin de celui-ci. Sur un total de 8 patients, on observe une diminution significative du score IPSS (International Prostate Score Symptom) immédiatement après le traitement (8,7 vs 12,5, $p < 0,05$), ce résultat se prolongeant pendant 2 semaines (8,5 vs 12,5, $p < 0,05$), en particulier sur les symptômes d'hyperactivité vésicale. Les évaluations urodynamiques montraient une amélioration de la sensibilité vésicale avec un premier besoin ressenti plus tardivement, immédiatement après le traitement (185 mL vs 115 mL, $p < 0,05$), ainsi qu'une meilleure capacité cystomanométrique (280 mL vs 215 mL, $p < 0,05$). En revanche, les pressions endovésicales au débit urinaire maximum et l'UPDRS (Unified Parkinson's Disease Rating Scale), score moteur d'avant et après traitement n'étaient pas modifiés. Enfin, il existait une amélioration significative de la qualité de vie (IPSS additionnal

question) immédiatement et jusqu'à 2 semaines après le traitement. Cette première étude réalisée chez des patients parkinsoniens a permis de montrer que l'inhibition corticale par rTMS permettrait d'améliorer le syndrome clinique d'hyperactivité vésicale clinique, la capacité cystomanométrique, la sensibilité vésicale et la qualité de vie des patients.

Dans la sclérose en plaques (SEP), Centonze et al (16), en 2007, ont constaté que la thérapie par stimulation magnétique transcrânienne répétée du cortex moteur primaire pendant 2 semaines (1000 impulsions à une fréquence de 5 Hz pendant 16 minutes, une fois par jour pendant 5 jours consécutifs) améliorait de la phase de vidange de manière significative chez les patients ayant une hypocontractilité détrusorienne. En effet les résultats ont montré une augmentation de la pression détrusorienne maximale per-mictionnelle à 24,5 cm d'H₂O après la rTMS (versus 14 cm d'H₂O avant, $p=0,03$) et une diminution du résidu post mictionnel à 22,5 mL (versus 175 mL, $p=0,04$). Il n'y avait cependant pas d'amélioration significative chez les patients présentant une hyperactivité détrusorienne (diminution de la pression détrusorienne maximale à 32 cm d'H₂O (vs 47 cm d'H₂O, $p=0,11$ avant le traitement) et du résidu post-mictionnel à 20 mL (vs 190 mL, $p=0,11$)). Cette étude suggère que la stimulation transcrânienne à haute intensité est plus susceptible d'améliorer la phase de vidange (contraction détrusorienne par amélioration des pressions permictionnelles et diminution du résidu post mictionnel) que la phase de remplissage. L'hyperactivité du détrusor et la dyssynergie vésicosphinctérienne, survenant après une blessure médullaire, sont à l'origine de complications sur le haut appareil urinaire notamment via les hautes pressions endovésicales pendant la phase de remplissage, permictionnelles et la rétention urinaire incomplète ou complète en découlant et altèrent la qualité de vie des paraplégiques et tétraplégiques. La continence est non seulement permise par le système nerveux sympathique thoraco-lombaire via l'activation du sphincter lisse urétral et la relaxation du détrusor mais aussi

par les centres encéphaliques inhibiteurs via une augmentation du tonus du sphincter strié urétral. Vasquez et al (17) ont montré une facilitation du réflexe pudendo-anal induite par la stimulation du cortex moteur par TMS à impulsion unique et à haute fréquence. Absence de lien entre cette facilitation et le degré d'incontinence urinaire.

INTERET THERAPEUTIQUE DE LA STIMULATION TRANSCRANIENNE DANS LES DOULEURS PELVIENNES CHRONIQUES (Tableau 3)

Le syndrome douloureux vésical avec ou sans anomalie endoscopique est caractérisé par une douleur neuropathique perçue comme une pression violente ou une douleur lancinante dans la région sus-pubienne évoluant depuis plus de six mois et provoquant un inconfort persistant qui augmente avec le remplissage de la vessie. Cette douleur est accompagnée d'au moins une envie persistante et forte d'uriner ou d'une pollakiurie (18 ; 19).

Les facteurs physiopathologiques et étiopathogéniques sont polymorphes et souvent intriqués. À ce jour, l'approche la plus courante de la douleur neuropathique est l'utilisation des antidépresseurs tricycliques, de la prégabaline, de la gabapentine, des opioïdes, de la duloxétine, de la lidocaïne topique et des patches de capsaïcine. La neurostimulation du nerf tibial peut être proposée comme traitement de quatrième ligne en raison de la capacité d'une telle stimulation à moduler l'activité afférente somatique de la vessie, interférant ainsi avec l'activité anormale des fibres C. Dans une étude de 2015, Simis et al (20) ont montré que le cortex moteur était impliqué dans la douleur : les patients souffrant de douleurs pelviennes chroniques présentaient des taux plus faibles de N-acétylaspartate, marqueur possible de l'intégrité neuronale, dans le cortex moteur primaire par rapport aux patients sains. Il a été démontré que l'augmentation de l'excitabilité du cortex moteur suite à une stimulation cérébrale non invasive pouvait avoir des

effets analgésiques importants (21). En 2001, Lefaucheur et al. (22) ont démontré des effets similaires sur les douleurs neurogènes chroniques en utilisant la stimulation magnétique transcrânienne répétée du cortex moteur par séances de 20 minutes à une fréquence de 10 Hz (diminution significative de la douleur observée jusqu'à 8 jours après la session de vraie rTMS). Par ailleurs, ils ont également montré qu'un traitement actif par stimulation transcrânienne directe (tDCS) pendant 2 semaines pouvait augmenter le seuil de douleur des patients.

Dans un essai thérapeutique contrôlé en cross over et en double aveugle d'avril 2018 chez des patients présentant un syndrome douloureux pelvien chronique / cystite interstitielle avec des douleurs neuropathiques résistantes aux traitements standards, Cervigni et al (23) ont montré que la rTMS au niveau du cortex moteur, à une fréquence de 20 Hz pendant 20 minutes par jour sur une durée 2 semaines, était capable de moduler la perception subjective du syndrome douloureux vésical pour une durée de 3 semaines au moins. De plus, ils ont montré une diminution significative de l'Echelle Visuelle Analogique (EVA) dès le début de la deuxième semaine de traitement ($p=0,026$) et ce jusqu'à 3 semaines après la fin du traitement ($p=0,002$). De même, ils ont décrit une diminution significative du retentissement fonctionnel de la douleur évaluée par l'échelle Functional Impairment Induced By Pelvic Pain Score (FPPS) dès la fin de la première semaine ($p=0,044$) et ce jusqu'à 3 semaines après la fin du traitement ($p=0,011$). Concernant les troubles urinaires, les auteurs ont pu noter une amélioration significative du score Overactive Bladder Assessment (OAB, questionnaire de symptômes et de qualité de vie destinés à l'évaluation de l'incontinence urinaire) à la fin de la seconde semaine de traitement ($p=0,014$) et il existait une amélioration significative de la vidange vésicale au début et à la fin de la deuxième semaine de traitement (mesurée en post mictionnel par échographie automatisée sus pubienne).

Rostami et al, en 2015, ont par ailleurs montré dans un cas unique une amélioration significative des douleurs pelviennes liées à l'endométriose et résistante aux thérapeutiques usuelles (pilule contraceptive, traitement hormonal, acupuncture, saignée, morphine, endométrectomie) après 10 séances de tDCS à une intensité de 2mA chez une patiente de 32 ans (24).

Fenton et al en 2009 ont également montré une amélioration significative des douleurs pelviennes chroniques (douleur d'origine gynécologique, cystite interstitielle, syndrome du côlon irritable, syndrome du releveur de l'anus et vulvodynie) après stimulation transcrânienne directe appliquée au cortex moteur primaire à une intensité de 1 mA 20 minutes par jour sur 2 jours consécutifs (25).

Ces études suggèrent que la stimulation transcrânienne à haute intensité est susceptible d'améliorer les douleurs pelviennes mais également la phase de vidange vésicale.

A l'inverse, dans un essai randomisé contrôlé en triple aveugle de 2017, Morin et al ont montré que la tDCS au niveau du cortex moteur sur une durée de 20 minutes par jour pendant 2 semaines et à une intensité de 2 mA pour le traitement de vestibulodynies provoquées n'est pas plus efficace que la stimulation transcrânienne factice. De même, aucun effet significatif n'a été retrouvé sur la fonction sexuelle, la sensibilité vestibulaire ou la détresse psychologique. Globalement, à 2 semaines d'évaluation, 68% des patientes ayant eu une stimulation transcranienne ont indiqué être très, beaucoup ou légèrement améliorées, versus 65% pour le placebo, $p=0,82$ (26). De la même façon, Harvey et al ont montré dans un essai contrôlé randomisé en 2017 l'absence d'avantage supplémentaire à ajouter une stimulation transcrânienne directe (tDCS) d'une intensité de 2 mA à une stimulation nerveuse électrique transcutanée (TENS) lors d'une séance de stimulation unique dans le traitement des douleurs pelviennes et abdominales chroniques (27).

STIMULATION TRANSCRANIENNE ET TROUBLES ANO-RECTAUX (Tableau 4)

Evaluation physiopathologique des troubles anorectaux via la stimulation transcrânienne

La stimulation transcrânienne est utilisée depuis plus de 20 ans pour évaluer la conduction des voies motrices centrales vers le sphincter anal externe en enregistrant les potentiels évoqués moteurs (28) (29) induits par la stimulation du tractus pyramidal. En 1999, Turnbull et al (30) ont réalisé une cartographie corticale des deux hémisphères cérébraux en appliquant une stimulation magnétique transcrânienne chez 9 sujets sains. Après enregistrement des réponses électromyographiques du sphincter anal externe, du rectum et des muscles antérieurs, ils ont montré que les réponses anales étaient représentées de façon bilatérale sur le cortex moteur supérieur (région 4 de Brodmann) des deux hémisphères cérébraux. La TMS a été également largement utilisée pour évaluer l'excitabilité des circuits corticaux moteurs (31). Enfin, la TMS peut permettre de mesurer les temps de contraction du sphincter anal externe et les pressions anorectales développées. Une dysfonction de ces paramètres est à l'origine d'une contraction moins efficace ou une activation réflexe perturbée du sphincter anal (32). Ces études ont contribué à la compréhension du dysfonctionnement ano-rectal pour des maladies dans lesquelles « l'axe cerveau-intestin » est impliqué, comme l'incontinence fécale, la constipation chronique, le syndrome du colon irritable ou l'anisme.

Il n'existe cependant d'étude spécifique étudiant l'action des stimulations cérébrales sur l'incontinence fécale.

Intérêt thérapeutique de la stimulation transcrânienne dans les troubles anorectaux

Dans le syndrome du colon irritable, plusieurs études ont montré une efficacité de la TMS appliquée au cortex moteur dans le traitement de la douleur viscérale liée à cette pathologie.

Algladi et al (33) ont montré une augmentation significative du seuil de douleur rectale immédiatement et après 30 et 60 minutes d'application de stimulations répétées de TMS à une fréquence de 10 Hz montrant l'intérêt d'une telle neurostimulation dans la gestion des troubles gastro-intestinaux fonctionnels. Dans un essai randomisé contrôlé en cross over et en double aveugle, Melchior et al (34) ont montré que chez les patients présentant une hypersensibilité rectale la plus marquée, il existait une amélioration du volume rectal maximal toléré ($p=0,03$) après stimulation transcrânienne active par rapport au placebo. Les patients ont également constaté une amélioration significative de la douleur, quel que soit le type de stimulation. Ces études montrent que la stimulation transcrânienne à haute intensité est susceptible d'améliorer les douleurs liées aux troubles gastro-intestinaux fonctionnels.

DISCUSSION

Ces résultats permettent de souligner l'intérêt diagnostique de la stimulation transcrânienne par l'analyse de l'excitabilité corticale. Sur le plan thérapeutique, ils ont montré que l'hyperexcitabilité du tractus corticospinal à haute fréquence pourrait être à l'origine d'une amélioration de la phase de vidange en favorisant la contraction synergique du détrusor et la relaxation du sphincter urétral. L'inhibition corticale à basse fréquence permettrait d'améliorer la continence et de diminuer l'hyperactivité vésicale. Enfin, l'hyperexcitabilité corticale permettrait une augmentation du seuil de la douleur chronique notamment dans les douleurs pelviennes chroniques ou les troubles fonctionnels intestinaux.

Il s'agit d'une première revue de la littérature effectuée sur ce sujet et les résultats renforcent l'idée que la stimulation transcrânienne a un rôle à jouer dans les troubles pelvi-périnéaux. La qualité méthodologique des études est variable : malgré 9 essais randomisés sur les 12 études,

elles manquaient de puissance, les effectifs étaient faibles, les populations très sélectionnées, les modalités d'utilisation de la TMS variaient ainsi que les critères d'évaluation. Ceci était attendu puisque, au-delà des recommandations pour l'utilisation thérapeutique de la rTMS (Lefaucheur, 2014), il existe un manque de données sur la méthode de ciblage optimale de la stimulation. En effet, le cortex moteur est la cible des études retenues mais la stimulation préfrontale apparaît également efficace. De la même façon, la fréquence de stimulation optimale n'est pas encore connue. L'efficacité au long cours doit également être explorée de façon plus précise. L'étude la plus longue de Reza et al. en 2015 avec un suivi à quatre mois a montré un effet clinique significatif qui se maintenait dans le temps grâce à la répétition des séances de stimulation. L'efficacité à long terme de la stimulation transcranienne devrait être étudiée ultérieurement.

Les critères de sélection des patients étaient peu détaillés dans les études. La recherche de critères paracliniques prédictifs de réponse pourrait permettre de mieux cibler les patients qui pourraient tirer un bénéfice de la rTMS. De plus, les études de cette revue de la littérature sont encore peu nombreuses et ciblent des pathologies différentes. Le manque de comparaison versus placebo ou autre traitement nuit à la méthodologie de ces études. Enfin, l'analyse qualitative des articles retenus (tableau 1) montre des niveaux de preuve allant de 2b à 4 reflétant la variabilité de la qualité méthodologique et de réalisation mais aussi de la pertinence clinique de ces études.

Ainsi, des données à long terme sur des cohortes conséquentes devraient permettre d'aboutir à une reconnaissance de cet acte et à préciser sa place dans l'arsenal thérapeutique.

Hypothèses explicatives

Le mécanisme physiologique de la miction a été largement exploré au niveau des boucles réflexes faisant intervenir l'urothélium, le système nerveux périphérique et les centres

médullaires. Grâce notamment aux études expérimentales chez l'animal et aux nouvelles techniques d'imagerie, il a été démontré que les centres supérieurs et notamment le cortex cérébral sont impliqués dans le contrôle volontaire de la miction (35) (36) (37). Krhut et al (38) ont montré l'activation de plusieurs régions corticales par IRM fonctionnelle lors du remplissage de la vessie en urodynamique. D'autres études ont étudié le potentiel rôle inhibiteur et excitateur de ces régions corticales dans le contrôle de la vessie permettant d'explicitier certaines dysfonctions vésicales (39). Holstege C et al (40) ont montré qu'une stimulation électrique au niveau de la région médiale dorsale pontique ou « centre M » serait à l'origine d'une miction par diminution de la pression urétrale et d'une augmentation de la contraction détrusorienne. Par ailleurs, la région latérale pontique ou « centre L » serait à l'origine d'une activation du noyau d'Onuf permettant une continence passive. Ces centres L et M seraient contrôlés par la substance grise péri-aqueducale (PAG) qui inhiberait le centre L et activerait le centre M en cas de remplissage vésical maximal et inversement lors de la phase de remplissage.

Ainsi, l'intérêt de cette nouvelle technique réside en grande partie sur la possibilité d'interagir avec les circuits affectés par un dysfonctionnement consécutif à un trouble neurologique et dès lors de compenser la plasticité cérébrale réactionnelle ou de stimuler l'expression de nouveaux circuits compensateurs.

Il a été démontré que dans certaines conditions, la stimulation transcrânienne pouvait avoir non seulement des effets locaux mais aussi des effets à distance par la connexion entre les régions au sein d'un même circuit cérébral (41). Ces effets « en réseau » permettraient d'utiliser les voies de connexions entre régions ou structures pour entraîner des modifications à distance. Par ailleurs, la répétition des séances de stimulation magnétique transcrânienne sur une courte période (< 24 heures) entraînerait une accumulation dans le temps des phénomènes électrophysiologiques,

métaboliques et comportementaux. Ainsi des effets brefs et de faible intensité lors de séances individuelles de TMS pourraient générer des changements à long terme, thérapeutiques ou non (42). C'est dans ce contexte que la TMS répétée (rTMS) a été évaluée pour potentialiser les effets de ces phénomènes naturels de plasticité cérébrale et permettre d'aboutir à des niveaux d'amélioration clinique supplémentaires.

Le mode d'action de la stimulation cérébrale transcranienne dans le cadre de lésions non encéphaliques (lésions médullaires, douleurs vésicales, troubles fonctionnels intestinaux) peut s'expliquer par l'implication de différentes structures à distance de la zone stimulée, telles que le faisceau cortico-spinal qui chemine dans le cordon latéral et médial de la moelle épinière, le cortex prémoteur dorsal, l'aire motrice supplémentaire, le cortex somatosensoriel primaire, le cortex cingulaire antérieur, les noyaux gris centraux et le cervelet. La majorité des neurones de l'aire motrice primaire projette sur d'autres structures que le faisceau pyramidal, impliquées dans la régulation du mouvement (noyau rouge, noyau caudé, putamen, cortex moteur primaire controlatéral via le corps calleux et cervelet), la régulation du système nerveux autonome (noyau moteur dorsal du vague), mais aussi sur l'aire somatosensorielle ipsilatérale ou le noyau réticulaire latéral. La rTMS est ainsi aussi susceptible de moduler des aspects sensori-discriminatifs ou émotionnels de la douleur et troubles fonctionnels intestinaux.

Application thérapeutique

En dehors des cibles thérapeutiques évoquées précédemment dans cette revue, de nombreuses autres cibles potentielles pourraient bénéficier de la stimulation transcrânienne.

C'est ainsi qu'en raison de la fréquence importante des troubles urinaires en psychiatrie et de l'efficacité de la stimulation transcrânienne dans les troubles anxio-dépressifs (43), il pourrait

être intéressant de tester la stimulation transcrânienne sur les troubles urinaires associés aux troubles psychiatriques et notamment aux troubles anxio-dépressifs tel le syndrome clinique d'hyperactivité vésicale ou encore certaines dysurie (parurésie, dyssynergie fonctionnelle).

De la même façon, le cortex préfrontal pourrait être utilisé comme cible de la stimulation magnétique transcrânienne pour améliorer la médiation centrale du désir sexuel et de l'excitation sexuelle, et ainsi améliorer les troubles génito-sexuels (44).

Compte tenu d'une prévalence importante des troubles urinaires à la suite d'un AVC (variant de 28 à 79%), il serait intéressant dans ce cas d'étudier les effets potentiels de la stimulation transcrânienne (45).

Clancy et al (46) ont montré que la tDCS anodale appliquée au cortex moteur pourrait déplacer l'équilibre du système nerveux autonome vers la dominance sympathique en raison de l'augmentation de la production sympathique (diminution significative de la variabilité de la fréquence cardiaque sans modification dans les groupes cathodique et simulé et augmentation significative de l'activité nerveuse sympathique musculaire). Une autre étude a démontré que la stimulation transcrânienne anodale appliquée au lobe temporal gauche serait à l'origine d'une augmentation significative de la variabilité de la fréquence cardiaque indiquant une augmentation de l'activité parasympathique (47). Ces résultats suggèrent que des recherches plus approfondies sont nécessaires sur l'utilisation de la stimulation transcrânienne dans les groupes de patients présentant un dysfonctionnement autonome potentiel avec troubles vésico-sphinctériens.

En 2009, dans une étude expérimentale chez le chat, Yamamoto et al (48) ont montré qu'une stimulation électrique inhibitrice appliquée au noyau caudé ventral postérieur et au putamen était à l'origine d'une inhibition de la contraction vésicale.

Concernant l'étude de Melchior et al (34), bien que la rTMS active ait significativement diminué l'intensité de la douleur moyenne chez les patients présentant des troubles gastro-intestinaux fonctionnels, l'effet antalgique était comparable à celui observé avec la stimulation fictive. La difficulté de comparaison des traitements antalgiques réside dans le fait qu'il existe un possible effet placebo. Ainsi, il serait intéressant d'organiser plus de séances de rTMS avec des périodes d'observation plus longues après la dernière séance pour minimiser l'effet placebo.

Enfin, ces techniques de neurostimulation transcrânienne ont fait l'objet de recommandations avec notamment le respect d'un certain nombre de contre-indications, telles que l'épilepsie non contrôlée, l'éthylisme non sevré, la dette de sommeil, les implants métalliques (pace-maker, implant cochléaire, clips chirurgicaux, matériel intracrânien ou prothétique oculaire) ainsi que les antécédents neurologiques récents et la grossesse pour la TMS. (49)

Les applications de la stimulation transcrânienne sont importantes devant les nombreux échecs des traitements actuels sur la douleur pelvienne et les effets insuffisants des traitements conservateurs sur les dysfonctions urinaires dans la maladie de Parkinson ou la sclérose en plaques et pour lesquelles la stimulation cérébrale profonde a déjà montré des effets sur les troubles pelvi-périnéaux (50,51). Cela d'autant plus qu'il s'agit d'une méthode non invasive avec très peu d'effets secondaires. La complication la plus grave à la suite de la TMS est la survenue de crises d'épilepsie (la plupart du temps, les paramètres de stimulation ne suivaient pas les recommandations publiées) (49). Concernant la TDCs, seules des réactions cutanées transitoires ont été rapportées sans aucun autre effet secondaire sérieux.

CONCLUSION

La stimulation transcrânienne est un outil thérapeutique potentiellement intéressant dans les troubles urinaires, troubles digestifs fonctionnels et les douleurs pelviennes chroniques comme le laissent suggérer les études récentes. La réalisation d'études prospectives spécifiques est nécessaire pour apporter des preuves supplémentaires de son efficacité et de son innocuité tant dans le traitement de l'hyperactivité vésicale que dans le cadre de l'incontinence fécale et des troubles génito-sexuels.

REFERENCES

1. Chartier-kastler EJ, Ruud bosch JLH, Perrigot M, Chancellor MB, Richard F, Denys P. Long-term results of sacral nerve stimulation (S3) for the treatment of neurogenic refractory urge incontinence related to detrusor hyperreflexia. *J Urol*. 2000;164(5):1476-80.
2. Amarenco G, Ismael SS, Even-Schneider A, Raibaut P, Demaille-Wlodyka S, Parratte B, et al. Urodynamic effect of acute transcutaneous posterior tibial nerve stimulation in overactive bladder. *J Urol*. 2003;169(6):2210-5.
3. Valero-Cabré A, Pascual-Leone A, Coubard OA. [Transcranial magnetic stimulation (TMS) in basic and clinical neuroscience research]. *Rev Neurol (Paris)*. 2011;167(4):291-316.
4. Barker AT, Jalinous R, Freeston IL. Non-invasive magnetic stimulation of human motor cortex. *Lancet Lond Engl*. 1985;1(8437):1106-7.
5. Stagg CJ, Best JG, Stephenson MC, O'Shea J, Wylezinska M, Kincses ZT, et al. Polarity-sensitive modulation of cortical neurotransmitters by transcranial stimulation. *J Neurosci Off J Soc Neurosci*. 2009;29(16):5202-6.
6. Stagg CJ, Johansen-Berg H. Studying the effects of transcranial direct-current stimulation in stroke recovery using magnetic resonance imaging. *Front Hum Neurosci*. 12 déc 2013;7:857.
7. Abboud H, Hill E, Siddiqui J, Serra A, Walter B. Neuromodulation in multiple sclerosis. *Mult Scler Houndmills Basingstoke Engl*. 2017;23(13):1663-76.
8. Iodice R, Manganelli F, Dubbioso R. The therapeutic use of non-invasive brain stimulation in multiple sclerosis - a review. *Restor Neurol Neurosci*. 2017;35(5):497-509.
9. Lefaucheur J-P, Drouot X, Von Raison F, Ménard-Lefaucheur I, Cesaro P, Nguyen J-P. Improvement of motor performance and modulation of cortical excitability by repetitive transcranial magnetic stimulation of the motor cortex in Parkinson's disease. *Clin Neurophysiol Off J Int Fed Clin Neurophysiol*. 2004;115(11):2530-41.
10. Borckardt JJ, Smith AR, Reeves ST, Madan A, Shelley N, Branham R, et al. A pilot study investigating the effects of fast left prefrontal rTMS on chronic neuropathic pain. *Pain Med Malden Mass*. 2009;10(5):840-9.
11. Haid B, Tekgül S. Primary and Secondary Enuresis: Pathophysiology, Diagnosis, and Treatment. *Eur Urol Focus*. 2017;3(2-3):198-206.
12. Ornitz EM, Russell AT, Hanna GL, Gabikian P, Gehricke JG, Song D, et al. Prepulse inhibition of startle and the neurobiology of primary nocturnal enuresis. *Biol Psychiatry*. 1999;45(11):1455-66.
13. Hallioğlu O, Ozge A, Comelekoglu U, Topaloglu AK, Kanik A, Duzovali O, et al. Evaluation of cerebral maturation by visual and quantitative analysis of resting electroencephalography in children with primary nocturnal enuresis. *J Child Neurol*. 2001;16(10):714-8.
14. Khedr EM, Abo-Elfetoh N, Elbeh KA, Baky AA, Gamal RM, El Hammady D, et al. Transcranial magnetic stimulation identifies cortical excitability changes in monosymptomatic nocturnal enuresis. *Neurophysiol Clin Clin Neurophysiol*. 2015;45(2):151-8.
15. Brusa L, Finazzi Agrò E, Petta F, Sciobica F, Torriero S, Lo Gerfo E, et al. Effects of inhibitory rTMS on bladder function in Parkinson's disease patients. *Mov Disord Off J Mov Disord Soc*. 2009;24(3):445-8.
16. Centonze D, Petta F, Versace V, Rossi S, Torelli F, Prosperetti C, et al. Effects of motor

cortex rTMS on lower urinary tract dysfunction in multiple sclerosis. *Mult Scler Houndmills Basingstoke Engl.* 2007;13(2):269-71.

17. Vázquez N, Balasubramaniam V et al. The interaction of cortico-Spinal Pathways and Sacral Sphincter Reflexes in Subjects with Incomplete Spinal Cord Injury : A Pilot Study. *Neurourology and Urodynamics.* 2015 ; 34(4):349-55.

18. Van de Merwe JP1, Nordling J, Bouchelouche P, Bouchelouche K, Cervigni M et al. Diagnostic criteria, classification, and nomenclature for painful bladder syndrome/interstitial cystitis: an ESSIC proposal. *Eur Urol.* 2008 ; 53(1):60-7

19. Labat JJ1, Robert R, Delavierre D, Sibert L, Rigaud J. Anatomy and physiology of chronic pelvic and perineal pain. *Prog Urol.* 2010 Nov;20(12):843-52. doi: 10.1016/j.purol.2010.08.058. Epub 2010 Oct

20. Simis M, Reidler JS, Duarte Macea D, Moreno Duarte I, Wang X, Lenkinski R, et al. Investigation of central nervous system dysfunction in chronic pelvic pain using magnetic resonance spectroscopy and noninvasive brain stimulation. *Pain Pract Off J World Inst Pain.* 2015;15(5):423-32.

21. Lima MC, Fregni F. Motor cortex stimulation for chronic pain: systematic review and meta-analysis of the literature. *Neurology.* 2008;70(24):2329-37.

22. Lefaucheur JP, Drouot X, Nguyen JP. Interventional neurophysiology for pain control: duration of pain relief following repetitive transcranial magnetic stimulation of the motor cortex. *Neurophysiol Clin Clin Neurophysiol.* 2001;31(4):247-52.

23. Cervigni M, Onesti E, Ceccanti M, Gori MC, Tartaglia G, Campagna G, et al. Repetitive transcranial magnetic stimulation for chronic neuropathic pain in patients with bladder pain syndrome/interstitial cystitis. *Neurourol Urodyn.* 2018;

24. Rostami R, Badran BW, Kazemi R, Habibnezhad M, George MS. Long-lasting analgesic effect of transcranial direct current stimulation in treatment of chronic endometriosis pain. *J Obstet Gynaecol Res.* 2015;41(12):1998-2001.

25. Fenton BW, Palmieri PA, Boggio P, Fanning J, Fregni F. A preliminary study of transcranial direct current stimulation for the treatment of refractory chronic pelvic pain. *Brain Stimulat.* 2009;2(2):103-7.

26. Morin A, Léonard G, Gougeon V, Cyr M-P, Waddell G, Bureau Y-A, et al. Efficacy of transcranial direct-current stimulation in women with provoked vestibulodynia. *Am J Obstet Gynecol.* 2017;216(6):584.e1-584.e11.

27. Harvey M-P, Watier A, Dufort Rouleau É, Léonard G. Non-invasive stimulation techniques to relieve abdominal/pelvic pain: Is more always better? *World J Gastroenterol.* 2017;23(20):3758-60.

28. Ghezzi A, Callea L, Zaffaroni M, Zibetti A, Montanini R. Perineal motor potentials to magnetic stimulation, pudendal evoked potentials and perineal reflex in women. *Neurophysiol Clin Clin Neurophysiol.* 1992;22(4):321-6.

29. Lefaucheur J-P. Intrarectal ground electrode improves the reliability of motor evoked potentials recorded in the anal sphincter. *Muscle Nerve.* 2005;32(1):110-2.

30. Turnbull GK, Hamdy S, Aziz Q, Singh KD, Thompson DG. The cortical topography of human anorectal musculature. *Gastroenterology.* 1999;117(1):32-9.

31. Lefaucheur J-P. Excitability of the motor cortical representation of the external anal sphincter. *Exp Brain Res.* 2005;160(2):268-72.

32. Herdmann J, Enck P, Zacchi-Deutschbein P, Ostermann U. Speed and pressure

- characteristics of external anal sphincter contractions. *Am J Physiol.* 1995;269(2 Pt 1):G225-231.
33. Algladi T, Harris M, Whorwell PJ, Paine P, Hamdy S. Modulation of human visceral sensitivity by noninvasive magneto-electrical neural stimulation in health and irritable bowel syndrome. *Pain.* 2015;156(7):1348-56.
 34. Melchior C, Gourcerol G, Chastan N, Verin E, Menard JF, Ducrotte P, et al. Effect of transcranial magnetic stimulation on rectal sensitivity in irritable bowel syndrome: a randomized, placebo-controlled pilot study. *Colorectal Dis Off J Assoc Coloproctology G B Irel.* 2014;16(3):O104-111.
 35. de Groat WC. Central neural control of the lower urinary tract. *Ciba Found Symp.* 1990;151:27-44; discussion 44-56.
 36. Kavia RBC, Dasgupta R, Fowler CJ. Functional imaging and the central control of the bladder. *J Comp Neurol.* 2005;493(1):27-32.
 37. Fowler CJ. Integrated control of lower urinary tract--clinical perspective. *Br J Pharmacol.* 2006;147 Suppl 2:S14-24.
 38. Krhut J, Holy P, Tintera J, Zachoval R, Zvara P. Brain activity during bladder filling and pelvic floor muscle contractions: a study using functional magnetic resonance imaging and synchronous urodynamics. *Int J Urol Off J Jpn Urol Assoc.* 2014;21(2):169-74.
 39. Kitta T, Chancellor MB, de Groat WC, Shinohara N, Yoshimura N. Role of the Anterior Cingulate Cortex in the Control of Micturition Reflex in a Rat Model of Parkinson's Disease. *J Urol.* 2016;195(5):1613-20.
 40. Holstege G, Griffiths D, de Wall H, Dalm E. Anatomical and physiological observations on supraspinal control of bladder and urethral sphincter muscles in the cat. *J Comp Neurol.* 1986;250(4):449-61.
 41. Valero-Cabré A, Payne BR, Pascual-Leone A. Opposite impact on 14C-2-deoxyglucose brain metabolism following patterns of high and low frequency repetitive transcranial magnetic stimulation in the posterior parietal cortex. *Exp Brain Res.* 2007;176(4):603-15.
 42. Fregni F, Pascual-Leone A. Technology insight: noninvasive brain stimulation in neurology-perspectives on the therapeutic potential of rTMS and tDCS. *Nat Clin Pract Neurol.* 2007;3(7):383-93.
 43. McGirr A, Berlim MT. Clinical Usefulness of Therapeutic Neuromodulation for Major Depression: A Systematic Meta-Review of Recent Meta-Analyses. *Psychiatr Clin North Am.* 2018;41(3):485-503.
 44. Farmer M, Yoon H, Goldstein I. Future Targets for Female Sexual Dysfunction. *J Sex Med.* 2016;13(8):1147-65.
 45. Panfili Z, Metcalf M, Griebeling TL. Contemporary Evaluation and Treatment of Poststroke Lower Urinary Tract Dysfunction. *Urol Clin North Am.* 2017;44(3):403-14.
 46. Clancy JA, Johnson R, Raw R, Deuchars SA, Deuchars J. Anodal transcranial direct current stimulation (tDCS) over the motor cortex increases sympathetic nerve activity. *Brain Stimulat.* 2014;7(1):97-104.
 47. Montenegro RA, Farinatti P de TV, Fontes EB, Soares PP da S, Cunha FA da, Gurgel JL, et al. Transcranial direct current stimulation influences the cardiac autonomic nervous control. *Neurosci Lett.* 2011;497(1):32-6.
 48. Yamamoto T, Sakakibara R, Nakazawa K, Uchiyama T, Shimizu E, Hattori T. Effects of electrical stimulation of the striatum on bladder activity in cats. *Neurourol Urodyn.* 2009;28(6):549-54.

49. Lefaucheur J-P, André-Obadia N, Poulet E, Devanne H, Haffen E, Londero A, et al. [French guidelines on the use of repetitive transcranial magnetic stimulation (rTMS): safety and therapeutic indications]. *Neurophysiol Clin Clin Neurophysiol*. 2011;41(5-6):221-95.
50. Herzog J, Weiss PH, Assmus A, Wefer B, Seif C, Braun PM, et al. Subthalamic stimulation modulates cortical control of urinary bladder in Parkinson's disease. *Brain J Neurol*. 2006;129(Pt 12):3366-75.
51. Kessler TM, Burkhard FC, Z'Brun S, Stibal A, Studer UE, Hess CW, et al. Effect of thalamic deep brain stimulation on lower urinary tract function. *Eur Urol*. 2008;53(3):607-12.

LEGENDES

FIGURE 1 : Diagramme de flux

FIGURE 1 : Flow chart

TABLEAU 1 : Niveaux de preuve des études selon le tableau de l'Evidence Based Medecine d'Oxford –

TABLE 1 : Levels of proof of studies according to the Oxford Evidence Based Medicine chart -

TABLEAU 2 : Résultats synthétiques des études retenues concernant les troubles urinaires

TABLE 2 : Synthetic results for urinary disorders

TABLEAU 3 : Résultats synthétiques des études retenues concernant les douleurs pelviennes chroniques

TABLE 3 : Synthetic results for chronic pelvic pain

TABLEAU 4 : Résultats synthétiques des études retenues concernant les troubles anorectaux

TABLE 4 : Synthetic results for anorectal disorders

FIGURE 1 : Diagramme de flux |

TABLEAU 1 : Niveaux de preuve des études selon le tableau de l'Evidence Based Medecine d'Oxford

Auteur	Année	Type d'étude	Niveau de preuve
Centonze D et al.	2007	Essai randomisé	2b
Brusa L et al.	2009	Essai randomisé	2b
Fenton et al.	2009	Essai contrôlé randomisé en double aveugle	2b
Ellaway PH et al.	2014	Etude observationnelle transversale rétrospective	4
Melchior et al.	2014	Essai contrôlé randomisé en cross over et en double aveugle	2b
Simis M et al.	2015	Essai contrôlé randomisé	2b
Algladi et al.	2015	Essai contrôlé randomisé	2b
Reza et al.	2015	Case report	4
Khedr EM et al.	2015	Etude observationnelle transversale rétrospective	4
Morin et al.	2017	Essai contrôlé randomisé en triple aveugle	2b
Harvey et al.	2017	Essai contrôlé randomisé	2b
Cervigni et al.	2018	Essai contrôlé randomisé en cross over et en double aveugle	2b

TABLEAU 2 : Résultats synthétiques des études retenues concernant les troubles urinaires

Auteur	Echantillon	Pathologie	Protocole	Résultats
Khedr EM et al. 2015	N = 59 N= 41 patients dont 28 femmes, âge moyen 13,8 ans N=18 contrôles appariés selon l'âge et le sexe dont 13 femmes, âge moyen 14,2 ans	Enurésie nocturne	TMS CM, 10 stimuli à une intensité de 130% du seuil moteur de contraction du muscle abducteur du Vème orteil au repos. Enregistrement des PEM, de la durée de la période de silence cortical et l'inhibition transcallosale	Augmentation pathologique de l'excitabilité corticale ($p=0,27$) et diminution significative de la durée d'inhibition du cortex chez les patients présentant une énurésie nocturne ($p=0,040$)
Brusa L et al. 2009	N = 8 patients (4 femmes, âge moyen 76 ans) Syndrome d'hyperactivité vésicale	Maladie de Parkinson idiopathique	rTMS CM 1 Hz, 20 min/jour Total de 2 semaines	Augmentation significative de la capacité vésicale ($p<0,05$), de la première sensation de besoin ($p<0,05$) et réduction significative du score IPSS (questions sur l'hyperactivité vésicale $p<0,05$).
Centonze D et al. 2007	N = 9 patients N=3 détrusor hyperactif (1 femme, âge moyen de 40 ans) N=6 détrusor hypoactif (6 femmes, âge moyen de 45,83 ans)	Sclérose en plaques	rTMS CM 5 Hz, 20 min/jour Total de 2 semaines	Absence de différence significative sur la phase de remplissage chez les patients présentant un détrusor hyperactif. Amélioration significative de la phase de vidange chez les patients présentant un détrusor hypoactif ($p=0,04$).
Vasquez et al. 2014	N = 23 patients Neurovessie centrale. Age moyen 54,6 ans.	Lésion médullaire incomplète	TMS CM Impulsion unique (5 Hz) pendant 30 ms	Facilitation du réflexe pudendo-anal après TMS chez 12 patients

CM : cortex moteur, tDCS : Stimulation transcrânienne directe, rTMS : Stimulation magnétique transcrânienne répétée, EVA : Echelle visuelle analogique, IPSS : International Prostate Symptom Score.

TABLEAU 3 : Résultats synthétiques des études retenues concernant les douleurs pelviennes chroniques

Auteur	Echantillon	Pathologie	Protocole	Résultats
Simis M et al. 2015	N = 9 (8 femmes, âge moyen 35,56 ans)	Douleurs pelviennes chroniques	tDCS CM vs placebo 2 mA 20 min/jour Total 10 jours	Augmentation du seuil de douleur des patients stimulés ($p=0,026$) par rapport au placebo. Pas de différence significative sur EVA et seuil de douleur à la pression et sur la qualité de vie ou l'anxiété ($p > 0,05$)
Cervigni et al. 2018	N = 15 (13 femmes, âge moyen 52,6 ans)	Syndrome de vessie douloureuse / cystite interstitielle	rTMS CM vs placebo 20 Hz / 20 minutes Total 2 semaines	Diminution de la douleur pelvienne sur une durée de 3 semaines au moins ($p=0,002$). Amélioration de la phase de vidange vésicale ($p=0,031$).
Rostami R et al. 2015	N = 1 (femme, 32 ans)	Douleurs pelviennes chroniques liées à l'endométriose	tDCS CM 2 mA 20 min / jour Total 10 séances avant et pendant le cycle menstruel.	Diminution de la douleur de 60% après le traitement et de 30 % à 4 mois. Diminution significative du score EPH-30 immédiatement et à 4 mois du traitement. Amélioration de la qualité de vie.
Fenton et al. 2009	N = 7 femmes (âge moyen de 38 ans)	Douleurs pelviennes chroniques	tDCS CM vs placebo 1 mA / 20 min par jour Total 2 jours consécutifs	Amélioration significative de la douleur après stimulation transcrânienne directe ($p=0,038$).
Morin et al. 2017	N = 40 femmes (âge moyen NC)	Vestibulodynie provoquée	tDCS CM vs placebo 2 mA 20 min / jour Total 2 semaines	Pas de différence significative entre les 2 groupes concernant la douleur pendant les rapports sexuels à 2 semaines du traitement ($p=0,84$) et au suivi ($p=0,09$). Pas de différence significative sur la fonction sexuelle et la détresse psychologique après le traitement ($p>0,20$) et au suivi ($p>0,10$).

Harvey et al. 2017	N = 9 (âge moyen de 43 ans)	Douleurs pelviennes et abdominales chroniques	tDCS (CM, 2 mA) et TENS sur 30 min simultanément vs TENS seul. Séance unique.	Absence de différence significative sur les douleurs pelviennes dans les 2 groupes de patients (TENS seul et TENS avec tDCS) ($p>0,05$)
--------------------	-----------------------------	---	--	---

CM : cortex moteur, tDCS : Stimulation transcranienne directe, TMS : Stimulation magnétique transcranienne, EVA Echelle visuelle analogique, score EPH-30 : endometriosis health profile questionnaire, TENS : neurostimulation électrique transcutanée

TABLEAU 4 : Résultats synthétiques des études retenues concernant les troubles anorectaux

Auteur	Echantillon	Pathologie	Protocole	Résultats
Algladi et al. 2015 (29)	N = 26 10 patients (9 femmes, âge moyen de 38,8 ans) 16 volontaires sains (âgés de 20 à 56 ans, 9 femmes)	Syndrome du colon irritable	6 stimulations dans un ordre aléatoire (3 rTMS à 1 Hz, 10 Hz et placebo) et stimulation lombo-sacrée (1 Hz, 10 Hz et placebo).	Augmentation du seuil de douleur rectale immédiatement après et 30 minutes après traitement par TMS par rapport au placebo ($p=0,03$ et $0,02$) et à 60 minutes ($P=0,5$). Absence de modification de l'EVA. Absence d'effet sur l'amplitude ou la latence du sphincter anal.
Melchior et al. 2014 (30)	N = 21 patients (11 femmes, âge moyen de 44 ans)	Syndrome du colon irritable	Cross over : rTMS CM 20 Hz 20 séries d'impulsion pendant 5 jours consécutifs versus placebo. 2 mois après la fin du traitement, rTMS active ou placebo programmé à l'inverse.	Absence de différence significative entre rTMS et placebo en terme d'augmentation du seuil de la douleur, de volume maximal toléré et de compliance rectale à la fin des traitements. Pour les patients présentant une hypersensibilité rectale la plus marquée, amélioration du seuil de douleur ($p=0,03$) après rTMS.

CM : cortex moteur, rTMS : Stimulation magnétique transcranienne répétée, EVA Echelle visuelle analogique