

À PROPOS DE L'AUTEURE

Jennifer M. Salsberg, MD, MSc, FRCPC

La Dre Salsberg détient un baccalauréat spécialisé de la faculté de médecine de l'Université d'Ottawa et a effectué sa résidence en dermatologie à l'Université de Toronto, où elle a occupé le poste de résidente en chef en dermatologie pendant sa dernière année. Elle est dermatologue agréée au Canada et aux États-Unis. Après son internat, elle a effectué en stage de recherche en chirurgie dermatologique au laser et en médecine esthétique à l'Université de Toronto. La Dre Salsberg est réputée pour son expertise en dermatologie médicale et esthétique et pour son approche des soins centrée sur le patient.



La Dre Salsberg est active dans le domaine de la recherche et de la formation et de l'éducation et a obtenu une maîtrise ès sciences axée sur la formation médicale à l'Université de Toronto. Elle est l'auteur de nombreux articles de recherche publiés dans des revues évaluées par des pairs et son expertise a été citée dans divers magazines, journaux et publications en ligne. Elle est professeure adjointe à l'Université de Toronto et membre du personnel de l'Hôpital Women's College de Toronto, où elle participe activement à la formation médicale.

LA CLINIQUE REMPLACE-T-ELLE LE GYMNASSE? INTERVENTIONS NON INVASIVES POUR AUGMENTER LE TONUS MUSCULAIRE

Le nombre d'interventions esthétiques non invasives a augmenté de 217,3 % entre 2012 et 2017¹, ce type d'intervention permet de réduire les risques et les temps d'arrêt par rapport à la chirurgie esthétique traditionnelle. Initialement centrées sur le visage, ces interventions se sont étendues au modelage du corps, qui se définit comme la modification de l'apparence du corps par des changements de taille ou de forme. Les options de remodelage corporel se sont étendues au-delà de la liposuccion et de la correction chirurgicale pour inclure de nombreux dispositifs non invasifs à base d'énergie, ce qui suscite un intérêt accru auprès des patients. Les statistiques de l'*American Society of Dermatologic Surgery* révèlent que le nombre de traitements pour le remodelage corporel non invasif a augmenté de 43 % en 2018 par rapport à l'année précédente et qu'il a quadruplé depuis 2012².

Les traitements classiques de remodelage corporel portent sur la peau, la graisse et les muscles. Ils sont surtout concentrés sur l'élimination de la graisse. En 2017, la liposuccion était la deuxième technique de chirurgie chirurgicale esthétique utilisée le plus souvent¹. Les modalités non invasives d'élimination de la graisse qui ont suivi comprennent la cryolipolyse, le laser, la radiofréquence et les ultrasons focalisés à haute intensité (HIFU), qui utilisent tous le chauffage ou le refroidissement pour éliminer la graisse. Bien que ces dispositifs permettent de détruire les cellules adipeuses et de réduire des graisses³, leur utilisation a des

limites. La réactivité lipolytique du tissu adipeux est inversement proportionnelle à l'IMC d'un individu. Par conséquent, le patient idéal pour ces dispositifs doit avoir un faible IMC et ne présenter que quelques bourrelets de graisse discrets isolés³, ce qui fait en sorte qu'une grande proportion de patients ne sont pas des candidats appropriés pour ces dispositifs. Les tissus musculaires couvrent une plus grande proportion du corps humain que la graisse. Ils peuvent donc jouer un rôle important dans les contours et l'apparence du corps. Jusqu'à tout récemment, le seul moyen de développer la masse musculaire était de faire de l'exercice physique. Les progrès récents ont conduit à la mise au point d'appareils non invasifs de remodelage du corps qui stimulent les contractions musculaires en utilisant soit la stimulation électromagnétique des muscles (EMMS) (Technologie électromagnétique focalisée à haute intensité [HIFEM] et Stimulation magnétique des muscles [MMS]), soit la stimulation par courant bioélectrique. La stimulation électrique et électromagnétique a été utilisée dans le passé comme complément à l'entraînement musculaire, en mettant l'accent sur l'effet fonctionnel plutôt que sur l'apparence^{5,6,7}. Les appareils suivants sont les premiers du genre à utiliser ces technologies pour modifier la forme du corps

Technologie électromagnétique focalisée à haute intensité (HIFEM) :

La technologie électromagnétique focalisée à haute intensité est basée sur le concept d'induction électromagnétique décrit pour la première fois par Faraday en 1831. Cette technologie utilise des champs magnétiques alternatifs

qui évoluent rapidement pour induire des courants électriques dans les tissus sous-jacents, ce qui stimule les motoneurones avoisinants et provoque une contraction des muscles (Emsculpt, BTL Industries, Marlborough, MA). Les neurones moteurs sont activés de façon sélective en raison de leur grand diamètre et de leur résistance plus faible. L'appareil fonctionne avec des intensités allant jusqu'à 1,8 T et des fréquences allant jusqu'à 3 kHz. En optimisant les paramètres de fréquence, de largeur et d'intensité d'impulsion, il est capable de produire des contractions musculaires supramaximales involontaires. Les contractions supramaximales se produisent lorsque le muscle n'a pas la possibilité de se détendre complètement entre les contractions, ce qui ne peut pas être reproduit avec des contractions musculaires volontaires à l'effort^{3,8,9,10}.

Le traitement est administré sous la forme d'une série de quatre sessions de 30 minutes qui sont espacées de deux à cinq jours. L'applicateur est placé sur la peau de la zone de traitement et le traitement est administré avec une



Figure 1. Patient recevant un traitement par HIFEM au niveau de l'abdomen

intensité croissante jusqu'à ce que le seuil de tolérance du patient soit atteint (**Figure 1**). Aucune

anesthésie n'est requise.

Des études ont démontré les effets du traitement par HIFEM sur l'abdomen^{8,9,10} et les muscles fessiers^{11,12}, ainsi que sur le renforcement des muscles du plancher pelvien¹³ chez les patients atteints d'incontinence urinaire. D'autres études sont en actuellement cours pour évaluer la force et le tonus des biceps, des triceps et des muscles gastrocnémiens. Les résultats préliminaires font état d'un épaississement des muscles dans ces zones¹⁴.

De nombreuses études ont démontré une amélioration suite à une série de traitements par HIFEM. Un examen de 22 patients (IMC moyen 23,8 kg m⁻²) au départ, puis 3 mois après une série de 4 séances de traitements par HIFEM d'une durée de 30 minutes chaque et espacées de 2-3 jours, a révélé une réduction moyenne de 4,37 + 2,63 cm (P < 0,01) au niveau de la taille trois mois après le dernier traitement, 91 % des patients déclarant que leur apparence abdominale s'était améliorée⁹. Dans une autre étude, les résultats des IRM prises au départ, puis 2 mois plus tard, ont révélé des réductions statistiquement significatives de l'épaisseur du tissu adipeux (-18,6 %), une augmentation de l'épaisseur du grand droit abdominal (+ 15,4 %) et une réduction de la séparation abdominale, ou diastase (-10,4 %). Le poids des patients n'a pas changé de façon significative au cours de la période à l'étude, et les résultats ont continué de s'améliorer chez les quatre patients choisis au hasard pour un suivi de six mois¹⁰. Dans une troisième étude portant sur le traitement du muscle fessier, sept patients ont démontré une augmentation significative (p = 0,001) de la

taille des muscles examinés après 1 mois ($+10,81 \pm 1,60$ %) et après 3 mois ($+13,23 \pm 0,91$ %) de suivi¹². Les résultats de ces études confirment le rôle de l'énergie électromagnétique dans le renforcement du tonus musculaire

Dans le but de vérifier que les résultats démontrant une tonification musculaire étaient liés à l'hypertrophie musculaire et non pas simplement à un gonflement ou à une augmentation de la teneur en eau dans le muscle, Duncan et Dinev ont procédé à un examen histologique de muscles de porcs du Yorkshire après quatre traitements de 30 minutes par HIFEM¹⁵. Cet examen a permis d'observer des changements à la fois hypertrophiques et hyperplasiques au niveau du muscle ainsi qu'une augmentation de la densité de la masse musculaire de 20 % par rapport aux valeurs de départ, ce qui démontre encore une fois que le traitement par HIFEM renforce le tonus musculaire.

Alors que l'objectif initial du traitement par HIFEM était d'induire un épaississement des muscles, des études ont révélé une augmentation secondaire de l'apoptose des cellules adipeuses, ce qui démontre que la réduction de la graisse est possible par des moyens non thermiques. Weiss et Bernardy ont étudié l'indice apoptotique de la graisse chez des porcs ayant reçu un traitement par HIFEM et ont relevé des signes d'apoptose adipocytaire¹⁶. On croit que l'induction des contractions supramaximales intensifie l'activité métabolique dans la zone visée par le traitement, ce qui entraîne une dégradation des lipides par la suite. Une étude menée auprès de 33 patients qui portait sur la mesure de l'épaisseur de la graisse sous-cutanée à l'aide d'une échographie de l'abdomen après

quatre séances de traitements par HIFEM a révélé une réduction statistiquement significative de la graisse sous-cutanée sur une moyenne échographique de $19,0\%/4,47 \pm 3,23$ mm ($p < 0,01$) 1 mois après le traitement et de $23,3\%/5,78 \pm 4,07$ mm 3 mois après le traitement¹⁷. Il est intéressant de noter qu'aucun effet n'a été observé sur la graisse glutéenne par IRM effectuée après quatre séances de traitement par HIFEM chez sept sujets¹², ce qui diffère des résultats présentés dans les études portant sur la graisse abdominale. La raison de cette différence n'est pas claire, et une étude plus approfondie s'impose.

Le suivi le plus long du traitement par HIFEM est actuellement d'un an⁸, au cours duquel 21 sujets de la cohorte initiale de 44 ont été rappelés pour un suivi par CT ou IRM après un an. Des tests par IRM effectués de façon répétitive auprès de 19 de ces 21 sujets ont démontré que l'épaisseur de la graisse sous-cutanée demeurait réduite, que l'épaississement du muscle de grand droit de l'abdomen était maintenu après un an chez tous les sujets, et que la différence globale de l'épaisseur musculaire entre 6 semaines et un an après le traitement n'était pas significative. Aucun événement indésirable lié au traitement n'a été signalé au bout de six semaines ou d'un an de suivi.

Technologie électromagnétique focalisée à haute intensité avec radiofréquence :

La deuxième génération de dispositif par HIFEM comprend l'ajout de radiofréquences (Emtone, BTL Industries, Marlborough, MA), soit un dispositif combiné qui émet des énergies simultanément synchronisées par RF et HIFEM, qui réchauffe les muscles avant

leur contraction. L'ajout de la radiofréquences permet également de réchauffer la graisse sous-cutanée dans la zone sous traitement, ce qui provoque une apoptose des cellules adipeuses. Des études sont en cours dans le but d'évaluer les effets combinés du traitement par HIFEM et des RF^{18,19}, et déterminer si la combinaison de ces deux modalités permettra d'améliorer davantage le tonus musculaire et l'apoptose des graisses que l'une ou l'autre de ces modalités seule.

Stimulation magnétique des muscles (MMS) :

Tout comme le traitement par HIFEM, la stimulation musculaire magnétique utilise un champ magnétique pour générer un courant afin d'induire des contractions musculaires involontaires (CoolTone, ZELTIQ Aesthetics, Pleasanton, CA). Cette technologie est indiquée pour une utilisation sur l'abdomen, les cuisses et les fesses. Le traitement consiste en quatre séances de 30 minutes échelonnées sur une période de deux semaines, chaque traitement étant espacé d'au moins 48 heures.

Les résultats provisoires d'une étude portant sur l'utilisation du traitement par MMS chez 110 patients ont révélé qu'après quatre traitements à niveau de l'abdomen, des fesses ou d'une combinaison des deux, on observait une amélioration des scores sur le questionnaire de satisfaction corporelle et sur l'échelle d'amélioration esthétique globale évaluée par le sujet lors de la visite de suivi de quatre semaines²⁰. Les améliorations étaient plus marquées chez les patients qui recevaient un traitement au niveau des fesses, ce qui peut refléter des différences en raison de la quantité de tissus

adipeux qui recouvre le groupe musculaire traité. Les résultats du paramètre d'évaluation principal de cette étude à 12 semaines n'ont pas encore été publiés¹.

Stimulation bioélectrique des muscles :

La stimulation électrique directe des muscles utilise des impulsions électriques délivrées par des électrodes placées sur la peau pour imiter un potentiel d'action et ainsi stimuler les muscles à se contracter. La technologie par forme d'onde cible le muscle squelettique avec une fréquence qui crée un potentiel d'action pour l'ensemble du groupe musculaire traité. Ces dispositifs délivrent 10 à 30 mA d'énergie aux motoneurons, créant différents types de contractions de torsion en changeant la polarité des électrodes (truSculpt flex, Cutera, Inc. Brisbane, CA). La variété des séquences de contraction tout au long du traitement a pour objet de simuler un entraînement traditionnel. Les muscles sont d'abord stimulés par un mouvement de torsion pour les réchauffer, puis contractés séquentiellement jusqu'au point d'épuisement, et enfin stimulés par des contractions plus rapides et plus profondes dans le but d'augmenter la valeur métabolique basale²¹.

Le traitement par stimulation bioélectrique des muscles consiste en une série de six sessions d'une durée maximale de 45 minutes, chacune espacée de 2 à 4 jours. Les zones pouvant être traitées comprennent l'abdomen, les fesses et les cuisses, avec la possibilité de traiter jusqu'à huit zones à la fois. Aucune anesthésie n'est requise.

Des études sur les effets de la stimulation bioélectrique

des muscles sont en cours et permettront de déterminer le degré d'impact sur le tonus musculaire dans les zones traitées.

Innocuité :

L'innocuité des procédures de stimulation des muscles a été clairement établie dans la documentation médico-scientifique existante, revue par des pairs, puisqu'aucun effet indésirable significatif n'a été observé. Quelques patients ont présenté une rougeur légère immédiatement après le traitement, ainsi qu'une fatigue musculaire sur la zone traitée dans les jours ayant suivi le traitement. L'Organisation mondiale de la santé a étudié la relation entre l'exposition électromagnétique et les manifestations indésirables, comme les cancers chez l'enfant, les cancers chez l'adulte, la dépression, les troubles cardiovasculaires, le dysfonctionnement de l'appareil reproducteur, les modifications immunologiques et les maladies neurodégénératives. Aucune association n'a été observée. Un lien entre la leucémie infantile et l'exposition à long terme aux champs magnétiques résidentiels à haute fréquence est possible. Puisque les études sur les animaux ont été largement négatives et que celles établissant un lien entre les deux comportent des lacunes méthodologiques, le corpus de données probantes établissant un lien entre l'exposition électromagnétique et la leucémie infantile a été jugé insuffisant pour en déterminer la causalité²². Par mesure de précaution, Alexiades souligne toutefois l'importance de surveiller la dose totale d'énergie électromagnétique générée par traitement²³.

Discussion:

Les dispositifs destinés à stimuler le tonus musculaire élargissent nos modalités actuelles de remodelage corporel au-delà de l'élimination de la graisse, et permettent pour la première fois de stimuler la croissance musculaire autrement que par des exercices traditionnels. Avec l'augmentation des options de remodelage corporel non invasif, la sélection des patients joue un rôle essentiel pour optimiser les résultats du traitement. Actuellement, il semble que les patients ayant un IMC inférieur au départ et moins de 2,5 cm de graisse compressible obtiennent les meilleurs résultats^{9,10}. D'autres études seront bientôt menées dans le but de cerner déterminer plus clairement les meilleurs candidats pour ces traitements. Pour de nombreux patients, le meilleur résultat sera obtenu en combinant différentes procédures de remodelage corporel, plutôt qu'à l'aide d'un traitement unimodal. Une étude comparant des patients traités par EMMS seul, par cryolipolyse seule ou par EMMS en association avec la cryolipolyse a montré que l'approche multimodale par cryolipolyse et EMMS étaient sûres et plus efficaces que l'une ou l'autre de ces modalités utilisées seule²⁴. D'autres études s'imposent pour définir la méthode la plus sûre et la plus efficace de combiner ces traitements. Bien que les données initiales soutiennent que les traitements par stimulation des muscles sont sécuritaires et efficaces, les données à long terme continueront de guider l'usage thérapeutique avec ces nouveaux dispositifs.

1. The American Society for Aesthetic Plastic Surgery. Procedural Statistics; 2017. <https://www.surgery.org/sites/default/files/ASAPS-Stats2017.pdf>
2. 2018 ASDS Survey on Dermatologic Procedures.; 2018. Available at: <https://www.asds.net/skin-experts/news-room/press-releases/asds-members-performed-more-than-125-million-treatments-in-2018>. Accessed December 20, 2020
3. Mazzoni D, Lin MJ, Dubin, DP et.al. Review of non-invasive body contouring devices for fat reduction, skin tightening and muscle definition. *Australasian J Dermatol* 2019;60: 278-283
4. Brierly ME, Brooks KR, Mond J, et.al. The body and the beautiful: Health, attractiveness and body composition in men's and women's bodies. *PLoS ONE* 11(6):e0156722
5. Langeard A, Bigot L, Chastan N, Gauthier A. Does neuromuscular electrical stimulation training of the lower limb have functional effects on the elderly?: A systematic review. *Exp Gerontol*. 2017;91(suppl C):88-98.
6. Matsuse H, Hashida R, Takano Y, et al. Walking exercise simultaneously combined with neuromuscular electrical stimulation of antagonists resistance improved muscle strength, physical function and knee pain in symptomatic knee osteoarthritis: a single-arm study. *J Strength Cond Res*. 2017;31(1):171-180
7. Lin VW, Hsieh C, Hsiao IN, Canfield J. Functional magnetic stimulation of expiratory muscles: a noninvasive and new method for restoring cough. *J Appl Physiol Bethesda Md* 1985. 1998;84(4):1144-1150
8. Kinney BM, Kent DE. MRI and CT assessment of abdominal tissue composition in patients after high-intensity focused electromagnetic therapy treatments: one-year follow up. *Aesthetic Surg J* 2020; 40(12):686-693
9. Jacob CI, Paskova K. Safety and efficacy of a novel high-intensity focused electromagnetic technology device for noninvasive abdominal body shaping. *J Cosmet Dermatol*. 2018;17:783-787
10. Kinney BM, Lozanova P. High intensity focused electromagnetic therapy evaluated by magnetic resonance imaging: Safety and efficacy of a dual tissue effect based on non-invasive abdominal body shaping. *Lasers in Surgery and Medicine* 2019;51:40-46
11. Jacob C, Kinney B, Busso M. et.al. High intensity focused electro-magnetic technology (HIFEM) for non-invasive buttock lifting and toning of gluteal muscles: A multi-center efficacy and safety study. *J Drugs Dermatol*. 2018;17(11):1229, 1232
12. Palm M. Magnetic resonance imaging evaluation of changes in gluteal muscles after treatments with the high intensity focused electromagnetic procedure. *Dermatol Surg*. 2020 Sept 15. Doi:10.1097/DSS.0000000000002764. Online ahead of print
13. Samuels JB, Pezzella A, Berenholz J. Safety and efficacy of a non-invasive high-intensity focused electromagnetic field (HIFEM) device for treatment of urinary incontinence and enhancement of quality of life. *Lasers in Surgery and Medicine*. 2019;51(9):760-766
14. Katz BE, Duncan D. Non-invasive arm lifting and calf toning using high intensity focused electromagnetic field (HIFEM) procedure: ultrasound assessment. E-poster abstract 2020 ASDS
15. Duncan D, Dinev I. Noninvasive induction of muscle fiber hypertrophy and hyperplasia: Effects of high-intensity focused electromagnetic field evaluated in an in-vivo porcine model. A pilot study. *Aesthetic Surgery Journal*. 2020;40(5):568-574
16. Weiss RA and Bernardy J. Induction of fat apoptosis by a non-thermal device: Mechanism of action of non-invasive high-intensity electromagnetic technology in a porcine model. *Lasers in Surgery and Medicine*. 2019;51:47-53
17. Katz B, Bard R, Goldfarb R, et.al. Ultrasound assessment of subcutaneous abdominal fat thickness after treatments with a high-intensity focused electromagnetic field device: A multicenter study. *Dermatol Surg* 2019;45:1542-1548
18. Jacob C et al. Abdominal toning and reduction of subcutaneous fat with combination of novel radiofrequency and HIFEM procedure – MRI scan study. Presented at the Annual Meeting of the American Soc for Derm Surg., 2020 Virtual Meeting
19. Denkova, R. Ultrasound evaluation of the simultaneous RF and HIFEM treatments on human fat tissue. Source: U.S. FDA. 510(k) Premarket Notification: K192224. Published online Dec 5, 2019.
20. Fabi SG, Dover JS, Tanzi EL, Bowes LE. Et al. Electromagnetic Muscle Stimulation for Abdominal and Gluteal Muscle Toning. *Lasers in Surgery and Medicine*. 2020. 52:S5-S82
21. Nye R, Hoffmeister A. The process of muscle hypertrophy utilizing a novel bio-electrical muscle stimulation device. 2020. Cutera Inc.
22. WHO – World Health Organization. Exposure to extremely low frequency fields. 2007. <https://www.who.int/peh-emf/publications/facts/fs322/en/>. Accessed January 2, 2021
23. Alexiades M. High intensity focused electromagnetic field (HIFEM) devices in dermatology. 2019;18(11):1088
24. Kilmer SL, Cox SE, Zelickson BD et.al. Feasibility study for electromagnetic muscle stimulation and cryolipolysis for abdominal contouring. *Dermatol Surg*. 2020;46:S14-S21.