

La Stimulation Électromagnétique Focalisée de Haute Intensité

Une technologie de neuromodulation non invasive permettant l'induction de contractions musculaires supramaximales dans les muscles striés squelettiques profonds.

DS par DR Abdurrahman Sulvac

DIU LASERS MÉDICAUX À VISÉE ESTHÉTIQUE



Principe fondamental



Champ électromagnétique pulsé

Application d'un champ électromagnétique focalisé de forte intensité, pénétrant les tissus sans les altérer.



Cible les motoneurones

Atteint directement les motoneurones périphériques intramusculaires pour une stimulation profonde.



Induction électrique

Génère un courant électrique secondaire au sein des tissus selon la loi de Faraday.

Différence avec l'électrostimulation classique

Électrostimulation traditionnelle

Courant électrique appliqué en surface cutanée.

Profondeur limitée à 2-3 cm.

Stimulation cutanée directe souvent douloureuse.

Stimulation électromagnétique

Champ magnétique sans contact direct.

Pénétration jusqu'à 7 cm de profondeur.

Activation motoneuronale directe sans douleur.

Historique de la technologie

1

Années 1980

Premières applications biomédicales pour la gestion des douleurs chroniques et retards de consolidation osseuse.

2

Années 2000

Développement des applications en neurologie et rééducation fonctionnelle.

3

Dernière décennie

Essor des applications esthétiques et fonctionnelles musculaires ciblées.

Génération du champ magnétique

Bobine en cuivre

Type Helmholtz, figure plate ou torique, traversée par un courant électrique de haute intensité.

Courant alternatif

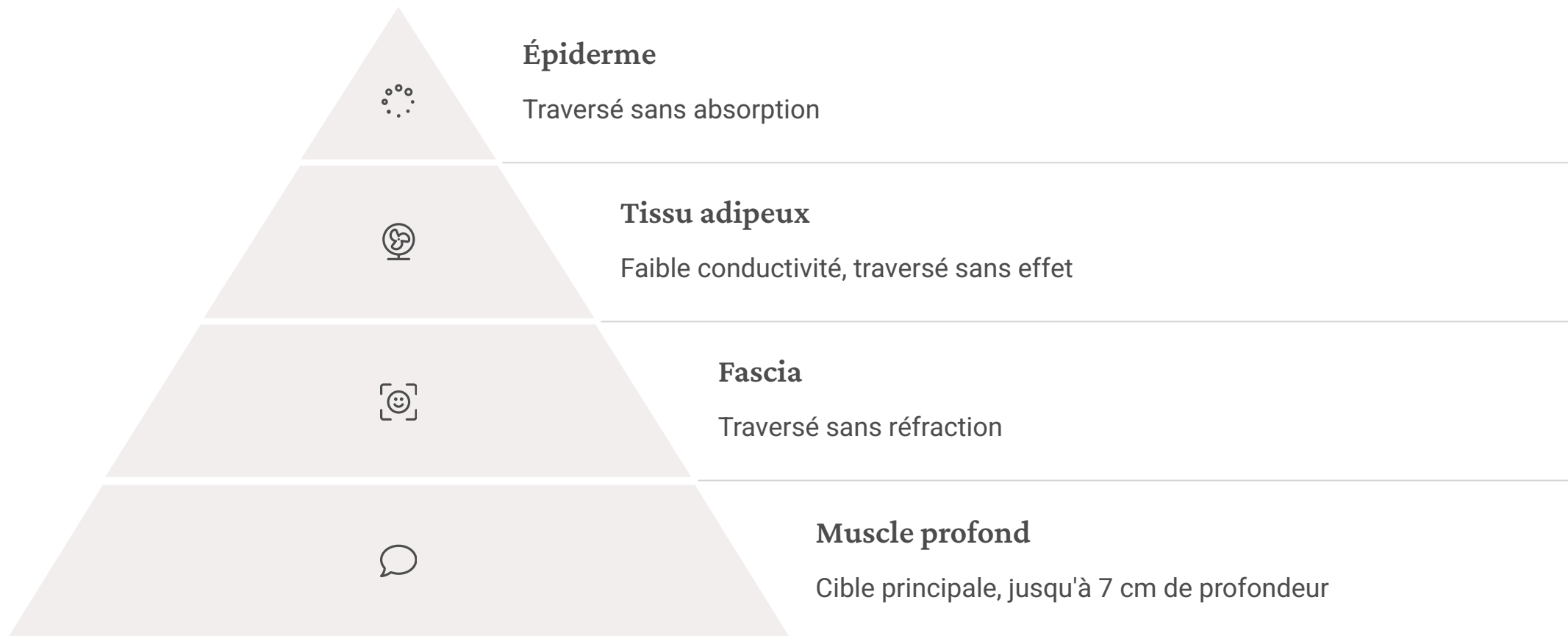
Plusieurs centaines d'ampères en crête, créant un champ magnétique pulsé.

Modulation contrôlée

Fréquence entre 3-30 Hz selon le cycle stimulation/relaxation programmé.



Pénétration tissulaire



Induction neuromusculaire profonde



Champ magnétique variable

Pénètre les tissus sans être absorbé ni réfracté.



Courant électrique induit

Génération de courants de Foucault dans les tissus conducteurs.



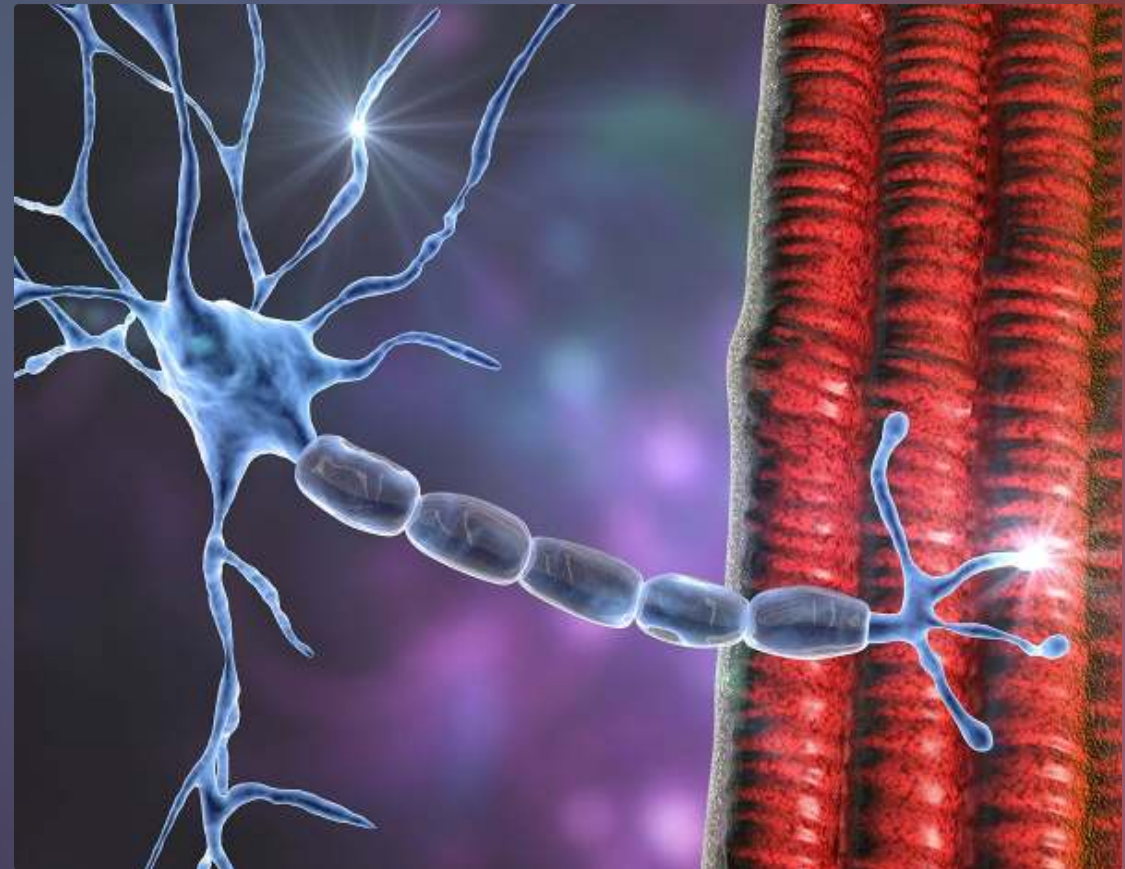
Dépolarisation neuronale

Activation des motoneurones dans le muscle.



Contraction musculaire

Déclenchement d'une contraction supramaximale involontaire.





Paramètres physiques typiques

Intensité du champ magnétique	1 à 7 Tesla
Fréquence de stimulation	3 à 30 Hz
Durée de contraction induite	1 à 2 secondes
Nombre de contractions/séance	20 000 à 30 000
Durée typique d'une séance	30 minutes
Profondeur d'action	Jusqu'à 7 cm

Recrutement musculaire maximal



Mécanismes moléculaires d'hypertrophie



Voie mTOR

Activation par phosphorylation via IGF-1, augmentation de la synthèse protéique.



Voie MAPK/ERK

Réponse au stress mécanique, modulation de la transcription génique.



Réponse HIF-1 α

Stimulation de l'angiogenèse et de la glycolyse anaérobie en conditions hypoxiques.



Myokines

Libération d'IL-6 et d'irisine, communication endocrine avec le tissu adipeux.

Remodelage structurel du muscle



Hypertrophie myofibrillaire

Augmentation de la densité et du diamètre des sarcomères.



Hyperplasie mitochondriale

Accroissement du nombre et de la taille des mitochondries.



Réorganisation du cytosquelette

Amélioration de la contractilité et de la résistance mécanique.



Néoangiogenèse

Augmentation de la vascularisation capillaire locale.

Réduction adipeuse indirecte

1

Hyperthermie locale

Élévation thermique >42-45°C avec radiofréquence intégrée



Apoptose adipocytaire

Mort cellulaire programmée des adipocytes



Phagocytose

Élimination des débris lipidiques par les macrophages



Réduction du pannicule

Diminution visible en 3-6 semaines

Résultats biologiques quantifiables

+20%

Épaisseur musculaire

Augmentation moyenne mesurée par IRM après 4 séances

-19%

Diastasis

Réduction moyenne du diastasis des grands droits

-23%

Graisse sous-cutanée

Diminution avec radiofréquence associée

85%

Satisfaction

Taux de satisfaction des patients

FORMULES **d'électricité, d'électromagnétisme** **et de technique radio**

Une autre façon de vous aider à bien préparer l'examen de radioamateur consiste à regrouper en un seul document toutes les formules. Bien sur "connaître les formules" n'est pas synonyme de "connaître la matière" !

	"la formule " à retenir	autres formes
loi d'Ohm	$U = R \times I$	
1ère loi de Kirchhoff la loi de nœuds	$\sum I = 0$	
2ème loi de Kirchhoff la loi des mailles	$\sum V = 0$	
loi de Joule	$P = U \times I$	$P = R I^2 = U^2 / R$
fréquence et période	$f = 1 / t$	$t = 1 / f$
loi de joule	$W = P \times t$	$W = R I^2 t = U I t$
résistance d'un conducteur (fil)	$R = \rho l / s$	
énergie dans un condensateur	$W = 1/2 C U^2$	
énergie dans une self	$W = 1/2 L I^2$	
charge accumulée dans un condensateur	$Q = C \times V$	
valeur efficace et valeur maximum	$U_{eff} = U_{max} / \sqrt{2}$ $I_{eff} = I_{max} / \sqrt{2}$	pour mémoire : $\sqrt{2} = 1,41....$
puissance efficace	$P_{eff} = U_{eff} \times I_{eff}$	$P_{eff} = U_{max} I_{max} / 2$
impédance d'une self	$Z = \omega L$	pour mémoire :
impédance d'un condensateur	$Z = 1 / \omega C$	$\omega = 2 \pi f$

Paramètres techniques fondamentaux

Champ magnétique

- Intensité: 1,5 à 7 Tesla
- Profondeur: jusqu'à 7 cm
- Durée d'impulsion: 100-500 μs

Cycle de stimulation

- 1-2 s de contraction
- 2-4 s de repos
- Modulation progressive

Volume de traitement

- 20 000-30 000 contractions
- Séance de 30 minutes
- Fréquence: 3-150 Hz

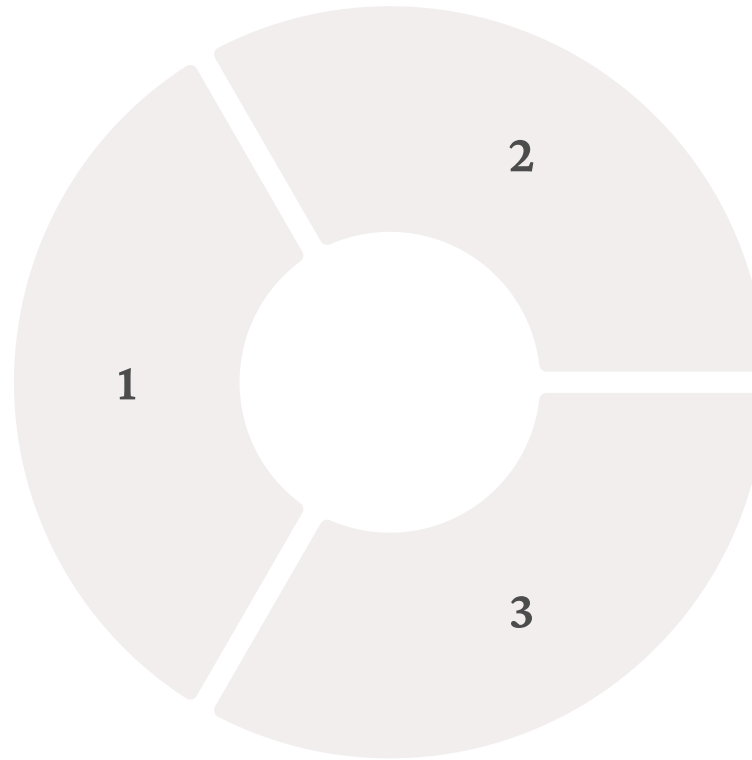


Modalités de traitement par zone

Zone cible	Séances	Intervalle	Paramètres spécifiques
Abdomen	4 à 6	2/semaine	Intensité maximale, haute fréquence
Fessiers	4 à 8	2/semaine	Effet thermique modéré
Bras (triceps)	4 à 6	1-2/semaine	Adaptation à la faible masse
Cuisses	4 à 6	2/semaine	Intensité progressive
Périnée	6 à 10	2-3/semaine	Fréquences basses, protocole spécial

Types de protocoles selon les objectifs

Protocole musculaire pur
Champ électromagnétique seul,
fréquence >20 Hz, contraction
tétanique soutenue.



Protocole combiné

Radiofréquence + stimulation
électromagnétique, lipolyse par
hyperthermie >42°C.

Protocole fonctionnel

Tonification douce, réactivation
neuromusculaire, intensité modérée,
fréquence 5-15 Hz.

Critères de personnalisation



IMC

Efficacité optimale pour IMC < 30 kg/m², réduction progressive au-delà.



Épaisseur adipeuse

Le pannicule graisseux épais limite partiellement la profondeur effective.

3

Tonicité initiale

Adaptation des paramètres selon le niveau musculaire de départ.



Antécédents médicaux

Prise en compte des chirurgies abdominales et implantations.



Considérations techniques pour le praticien

Augmentation progressive

Intensité croissante sur les 2-3 premières minutes pour adaptation musculaire.

Positionnement précis

Applicateur parfaitement parallèle aux fibres musculaires visées.

Immobilité recommandée

Patient stable pendant la séance pour éviter les artefacts de contraction.

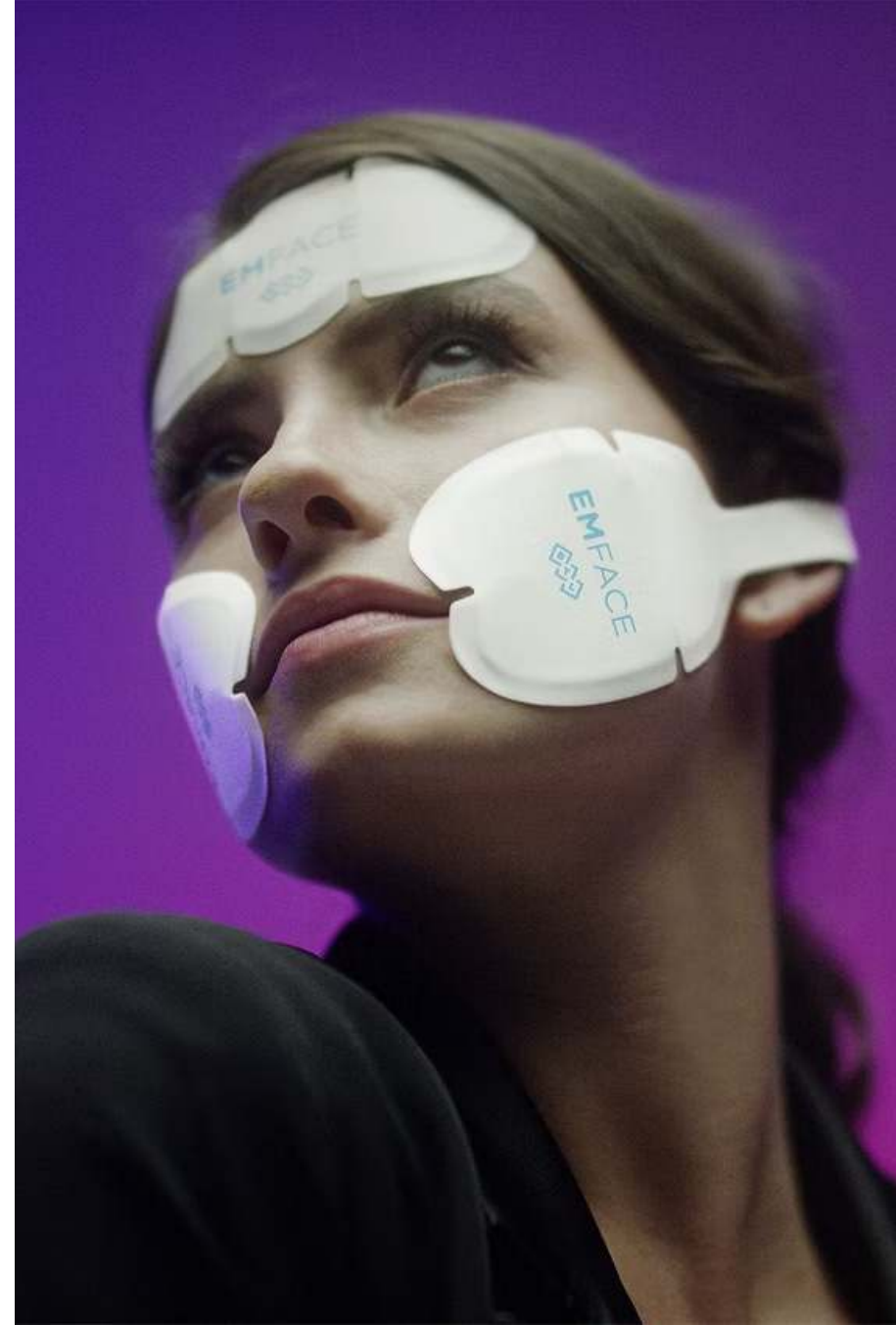
Information du patient

Explication du ressenti: contraction involontaire forte mais non douloureuse.



Indications esthétique

- Remodelage Abdominale
- Réduction du diastasis
- Lifting fessier non invasif
- Raffermissment des bras
- Tonification des cuisses
- Lifting non invasif du visage



Population cible pour indications esthétiques



IMC < 30 kg/m²

Efficacité optimale chez les patients avec indice de masse corporelle modéré.

2 Masse grasse modérée

Taux de masse grasse modéré à bas pour une meilleure pénétration du champ.

3 Bonne trophicité cutanée

Compatible avec tous les phototypes (I à VI).

4 Motivation à l'entretien

Alimentation équilibrée et activité physique complémentaire.



Indications fonctionnelles

Rééducation post-partum

Traitement du diastasis recti et tonification de la sangle abdominale.

Renforcement périnéal

Traitement de l'incontinence urinaire d'effort légère à modérée.

Sarcopénie débutante

Restauration de la force musculaire chez les patients âgés ou sédentaires.





Indications thérapeutiques en évaluation

Rééducation lombalgique

Renforcement abdominal chez les patients souffrant de lombalgie chronique.

Plancher pelvien masculin

Troubles de l'érection et incontinence post-prostatectomie.

Fibromyalgie

Traitement adjuvant pour amélioration du tonus musculaire et de la posture.

Neurologie fonctionnelle

Récupération motrice dans certaines myopathies débutantes non dégénératives.

Psychiatrie

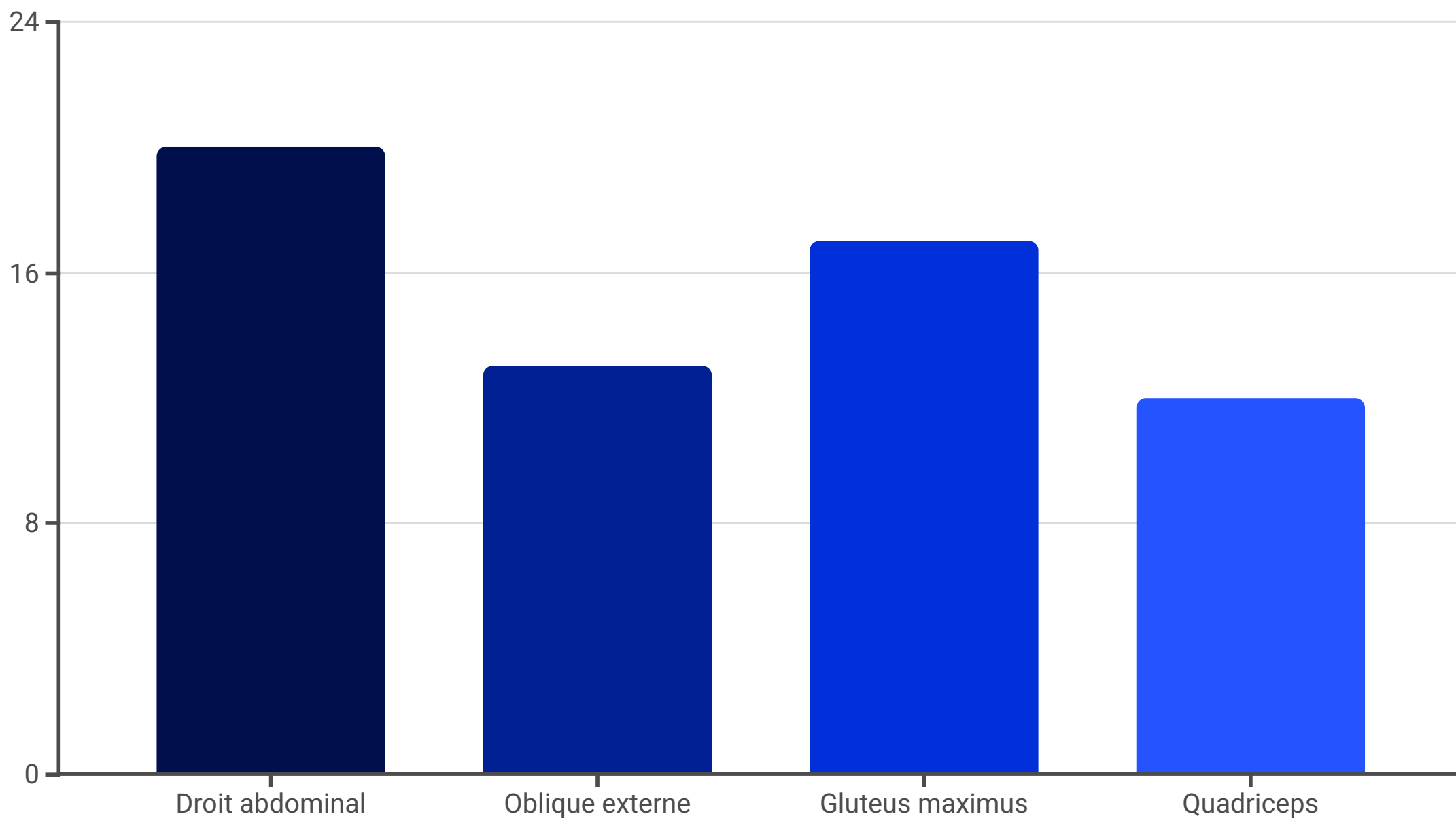
Dépression, anxiété, comportements obsessionnels-compulsifs et des troubles de l'alimentation compulsive



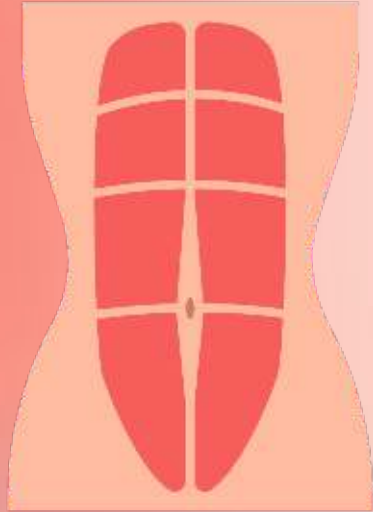
Synergie avec d'autres techniques

Technique associée	Objectif combiné
Radiofréquence thermique	Apoptose adipocytaire + activation musculaire
Cryolipolyse	Réduction volumique + tonification
Ultrasons focalisés	Raffermisssement cutané + contraction profonde
Pressothérapie	Drainage post-traitement + réduction des courbatures

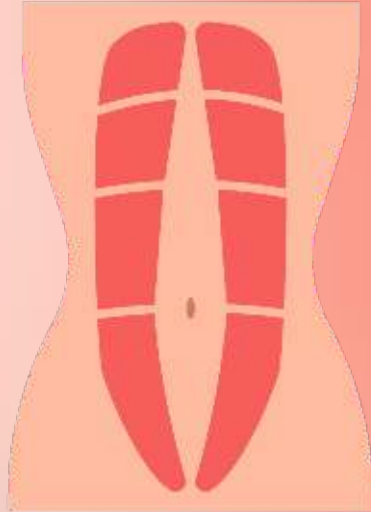
Résultats musculaires objectifs



Augmentation significative de l'épaisseur musculaire mesurée par IRM et échographie, avec maintien des résultats jusqu'à 6 mois sans entretien.



Pas de diastasis



Diastasis recti

Résultats sur le diastasis

-19%

Réduction maximale

Mesurée par échographie dynamique

-11%

Réduction minimale

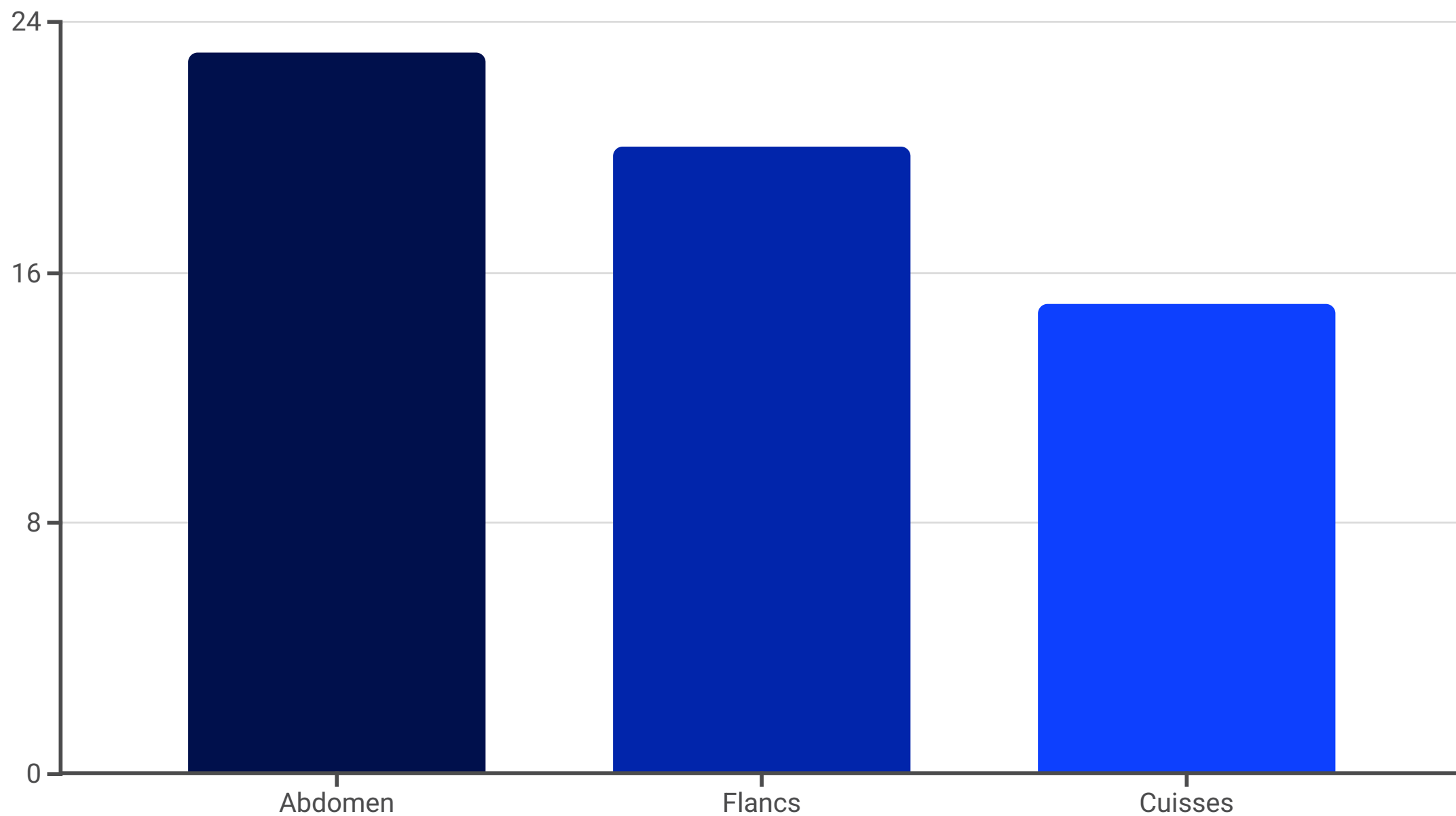
Selon les études cliniques

85%

Stabilité à 3 mois

Sans séance d'entretien

Résultats sur la masse grasse



Résultats obtenus avec protocole combiné (radiofréquence + stimulation électromagnétique), confirmés par IRM, échographie et pince cutanée.

Amélioration du tonus et satisfaction



Force isométrique

Augmentation de 10% à 20% mesurée par dynamométrie.



Récupération musculaire

Amélioration de 15% au test de fatigue.



Satisfaction patient

85% des patients satisfaits après 4 séances (score $\geq 7/10$).

Posture améliorée

Meilleur gainage et silhouette objectivée par photographie standardisée.

Durabilité des résultats

1

1-3 mois

Résultats optimaux sans entretien nécessaire.

2

3-6 mois

Maintien des résultats avec hygiène de vie correcte.

3

Au-delà de 6 mois

Nécessité de séances d'entretien mensuelles ou bimensuelles.

4

Sans entretien

Réversibilité progressive sans effets secondaires rebond.



Contre-indications absolues



Dispositifs électroniques implantés

Pacemaker, défibrillateur, neurostimulateur, pompe implantée.



Implants métalliques

Prothèses non titane, clips chirurgicaux, matériel d'ostéosynthèse.



Grossesse et allaitement

Contre-indication formelle par précaution.



Épilepsie active

Risque théorique de déclenchement par champ rapide.

Contre-indications relatives

1 Pathologies neuromusculaires

Myopathies, sclérose latérale amyotrophique, dystrophies musculaires.

2 Hernie abdominale ou inguinale

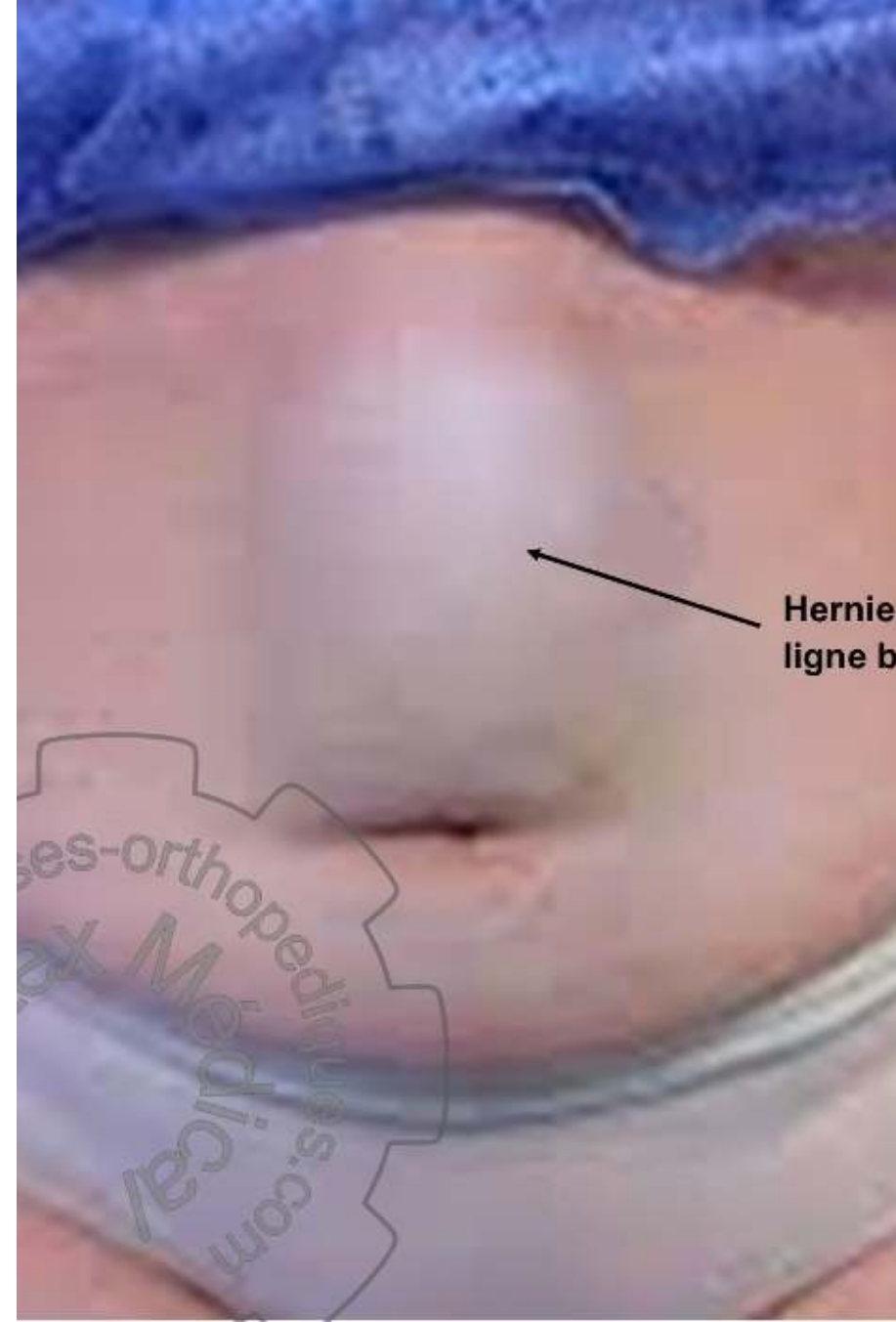
Non traitée, risque d'aggravation sous pression intra-abdominale répétée.

3 Chirurgie abdominale récente

Attendre cicatrisation complète (>6 semaines).

4 Maladie inflammatoire active

Du muscle ou du fascia (ex. polymyosite).



Effets secondaires fréquents

Courbatures musculaires

Pendant 24 à 48h, comparables à un exercice physique intense.

Fatigue localisée

Sensation de fatigue dans la zone traitée, transitoire.

Rougeur cutanée

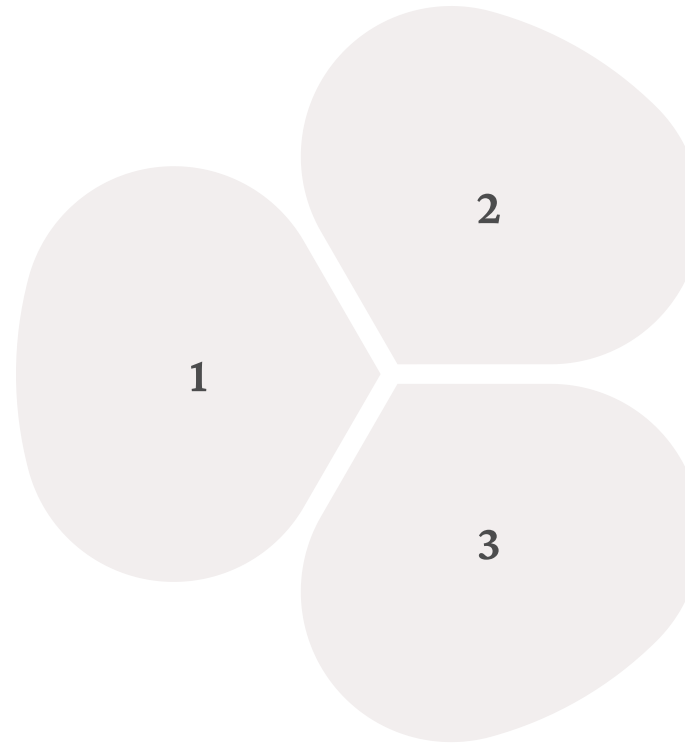
Temporaire, surtout en cas d'association avec radiofréquence.

Spasmes musculaires

Bénins et transitoires, disparaissant spontanément.

Effets secondaires moins fréquents

Douleur musculaire
Localisée, parfois majorée chez les patients non entraînés (1-10%).



Ballonnement abdominal

Sensation de tension pelvienne transitoire (1-10%).

Hyperalgésie

Sensibilité accrue temporaire dans la zone traitée (1-10%).

Effets secondaires rares



Hypotension vagale

Pendant la séance, particulièrement chez les sujets anxieux (<1%).



Paresthésies persistantes

Durant plus de 48h après la séance (<1%).



Hématome mineur

Sous-cutané en cas d'application mal ajustée (<1%).

**HEALTH
INSURANCE**



**SAFETY
FIRST**



Absence d'effets graves documentés



**Pas de
rhabdomyolyse**

Aucun cas documenté
de destruction
musculaire massive.



**Pas de brûlure
cutanée**

Absence de lésion
thermique de la peau.



**Pas de lésion
nerveuse**

Aucune atteinte
neurologique
permanente rapportée.



Pas de thrombose

Aucun cas de formation
de caillot sanguin
induit.

Mesures de sécurité recommandées

Anamnèse complète

Recherche d'antécédents chirurgicaux, implants, pathologies neurologiques.

Évaluation de l'IMC

Efficacité réduite au-delà de 30 kg/m².

Ajustement progressif

Intensité augmentée graduellement sur les premières minutes.

Positionnement stable

Applicateur fixe pour éviter les déplacements pendant la séance.

Comparaison des technologies

Technologie	Cible principale	Profondeur	Contraction musculaire
Stimulation électromagnétique	Muscle strié	Jusqu'à 7 cm	Supramaximale
Cryolipolyse	Adipocytes	10-15 mm	Non
Radiofréquence	Derme/hypoderme	2-6 mm	Non
HIFU	Hypoderme/SMAS	4.5-13 mm	Non
Électrostimulation	Muscle superficiel	1.5-2.5 cm	Partielle



Distinctions physiopathologiques

Stimulation électromagnétique

Agit directement sur l'unité motrice du muscle, déclenchant des contractions non volontaires, intenses et synchronisées.

Cryolipolyse

Cible uniquement le tissu adipeux par congélation contrôlée, induisant une apoptose adipocytaire progressive.

Radiofréquence

Stimule la production de collagène et l'apoptose adipocytaire par échauffement thermique, sans cibler le muscle.

Avantages distinctifs



Ciblage sélectif

Atteint les muscles profonds sans contact cutané direct.



Sécurité optimale

Pas de risque de brûlure ni de cristallisation tissulaire.

3

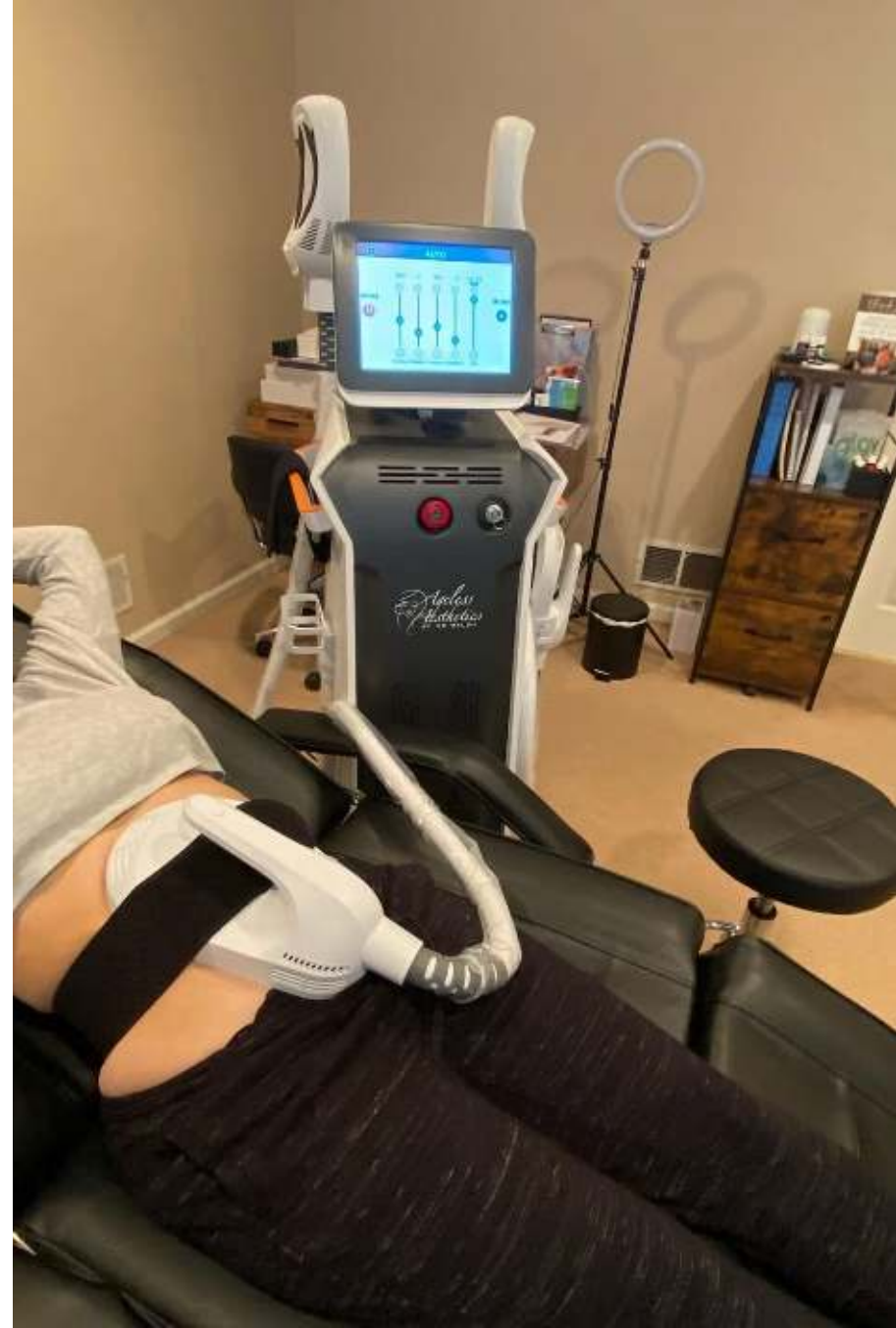
Compatibilité universelle

Non invasive, indolore, adaptée à tous les phototypes cutanés.



Efficacité rapide

Résultats visibles dès 2 séances, mesurables objectivement par IRM.



Limites comparatives

Pannicule graisseux épais

Efficacité réduite chez patients avec couche adipeuse >5 cm.

Équipement spécialisé

Nécessite un plateau technique coûteux et une formation spécifique.

Relâchement cutané important

Ne traite pas directement la laxité cutanée, à combiner avec d'autres technologies.

Effet adipeux indirect

Réduction graisseuse uniquement si combiné à une composante thermique.

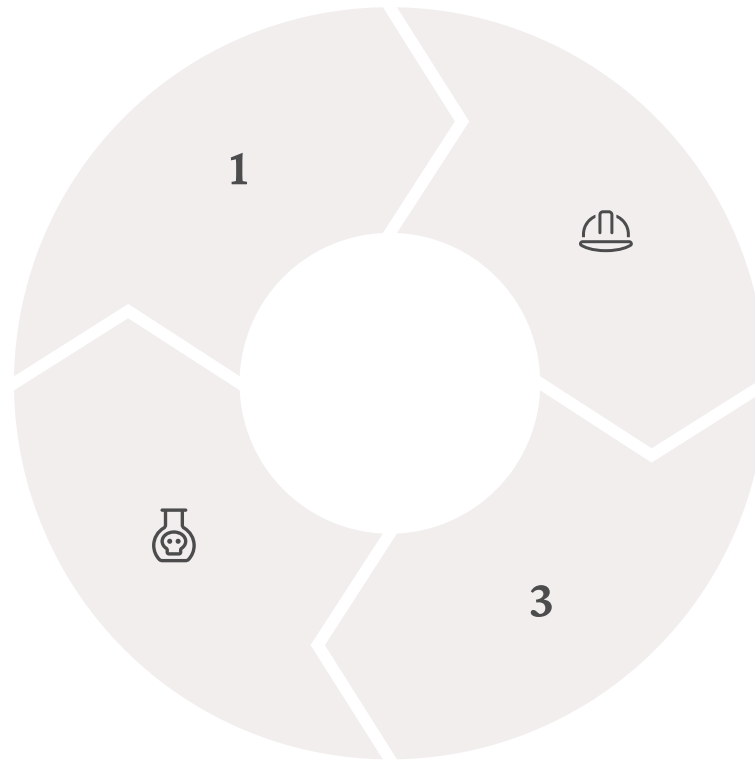
Avantages cliniques et pratiques

Efficacité musculaire

Hypertrophie rapide et durable des muscles traités.

Résultats objectifs

Validation scientifique par IRM et échographie.



Technologie non invasive

Aucun contact cutané direct, aucune éviction sociale.

Polyvalence thérapeutique

Applications esthétiques et fonctionnelles multiples.

Limites techniques et pratiques



Éligibilité stricte

IMC < 30 kg/m², absence d'implants métalliques.

2

Pas d'effet cutané direct

Nécessite combinaison pour traiter la laxité cutanée.

3

Observance nécessaire

Cycle complet et entretien régulier requis.



Coût élevé

Technologie propriétaire et formation spécialisée.



Perspectives d'optimisation

1 Protocoles adaptatifs

Ajustement automatique selon la masse musculaire mesurée en temps réel.

2 Capteurs intégrés

Monitoring thermique et électromagnétique pour personnalisation fine.

3 Analyse morphologique

Scanner 3D prétraitement pour cartographie précise des zones cibles.

4 Intelligence artificielle

Modélisation prédictive des gains attendus selon profil patient.



Applications thérapeutiques futures



Réhabilitation neurologique

Paraplégie incomplète, sclérose en plaques débutante, récupération post-AVC.



Fonction pelvienne masculine

Restauration musculaire après prostatectomie, troubles de l'érection.



Correction posturale

Traitement automatisé des douleurs chroniques rachidiennes.



Évaluation initiale du patient

Entretien clinique

Anamnèse esthétique, fonctionnelle, antécédents médicaux et chirurgicaux.

Mesures de référence

Photographie standardisée, périmétrie, échographie musculaire si possible.

Vérification des contre-indications

Recherche d'implants, pathologies, grossesse, épilepsie.

Définition des objectifs

Attentes réalistes, zones à traiter, nombre de séances nécessaires.

Critères d'inclusion idéaux



IMC entre 20 et 29

Efficacité optimale dans cette fourchette d'indice de masse corporelle.



Absence de pathologie musculaire

Pas de maladie chronique musculaire évolutive ou inflammatoire.

Masse grasse modérée

Moins de 5 cm en pli cutané abdominal pour une pénétration efficace.

Motivation à l'entretien

Engagement dans une activité physique et une nutrition adaptée.

Protocole de traitement standard

Nombre de séances

- 4 à 6 séances au total
- Espacées de 2-3 jours
- Entretien mensuel recommandé

Durée

- 30 minutes par zone
- Variable selon surface
- Temps de préparation: 5 min

Réglages initiaux

- Intensité progressive
- Fréquence adaptée à la zone
- Positionnement précis



Zones de traitement courantes



Abdomen

Muscles droits et obliques, correction du diastasis, tonification globale.



Fessiers

Grand et moyen fessier, lifting non invasif, amélioration du galbe.



Cuisses et bras

Quadriceps, ischio-jambiers, triceps, raffermissement ciblé.

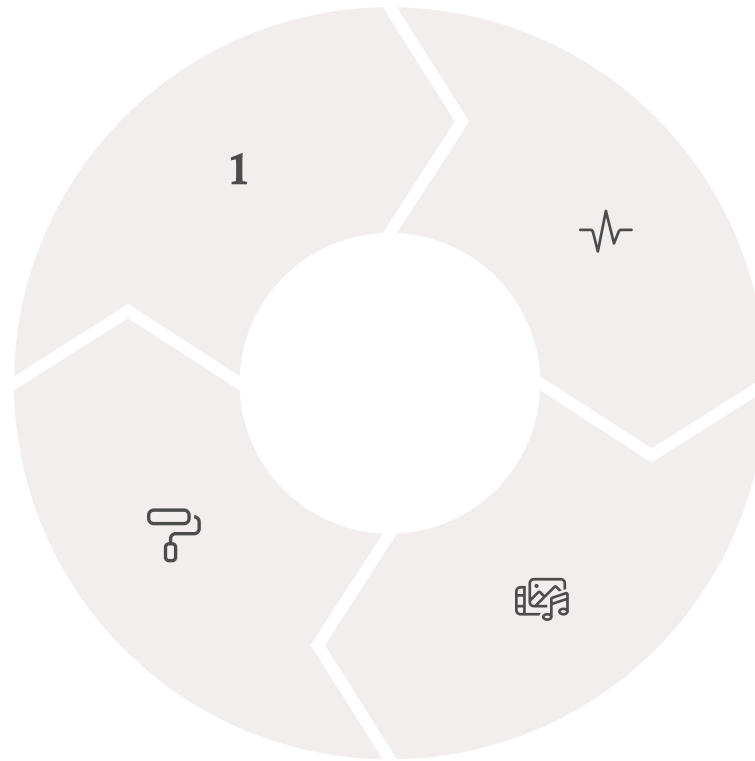
Suivi post-traitement

Effets immédiats

Contractions perçues, fatigue musculaire, tension localisée.

Entretien

Séances mensuelles recommandées après protocole initial.



Reprise d'activité

Immédiate, éviter effort intense 24h sur zone traitée.

Réévaluation

Comparaison photos à J0, J15, J30, mesures périmétriques.



Intégration dans un plan thérapeutique

1

Réduction adipeuse

Cryolipolyse ou radiofréquence pour cibler la graisse.

2

Tonification musculaire

Stimulation électromagnétique pour renforcement profond.

3

Raffermisssement cutané

Radiofréquence ou ultrasons pour la laxité cutanée.

4

Maintien des résultats

Nutrition, activité physique, séances d'entretien.



Aspects légaux et déontologiques

1 **Acte médical non invasif**

Compétence médicale ou paramédicale sous supervision requise.

2 **Formation indispensable**

Compréhension physique et physiologique de la technologie.

3 **Consentement éclairé**

Fiche de consentement spécifique détaillant bénéfices et risques.

4 **Documentation rigoureuse**

Dossier médical avec photos, mesures et paramètres utilisés.



Études cliniques majeures

Auteurs	Année	Résultats principaux
Kinney & Lozanova	2019	Suivi IRM sur 22 patients: +15% muscle, -19% graisse
Weiss & Bernardy	2020	Apoptose adipocytaire sans élévation thermique significative
Palm et al.	2021	Étude IRM: +25% muscle, -30% graisse après 4 séances
Sadick et al.	2021	Protocole combiné HIFEM+RF, satisfaction >85%

Les méta-analyses montrent une augmentation moyenne d'épaisseur musculaire de +16%,
une réduction graisseuse de -20% si RF couplée,
et des résultats durables à 6 mois.

Recommandations professionnelles

ASAPS

American Society for Aesthetic Plastic Surgery: indications, précautions, algorithmes de traitement.

IABS

International Association for Non-Invasive Body Shaping: protocoles de sécurité, contre-indications.

ANSM

Agence nationale de sécurité du médicament: classification réglementaire, marquage CE.

MDR 2017/745

Réglementation européenne des dispositifs non invasifs à champ électromagnétique.



Glossaire technique

Terme	Définition
Supramaximal	Contraction musculaire dépassant la capacité volontaire maximale
IRM	Imagerie par résonance magnétique (quantification musculaire)
RF	Radiofréquence bipolaire (chauffage tissulaire contrôlé)
TUNEL	Marqueur histologique d'apoptose cellulaire
Bioimpédance	Mesure non invasive de la composition corporelle
GAIS	Global Aesthetic Improvement Scale (satisfaction patient)

Glossaire technique

Terme	Définition
Supramaximal	Contraction musculaire dépassant la capacité volontaire maximale
IRM	Imagerie par résonance magnétique (quantification musculaire)
RF	Radiofréquence bipolaire (chauffage tissulaire contrôlé)
TUNEL	Marqueur histologique d'apoptose cellulaire
Bioimpédance	Mesure non invasive de la composition corporelle
GAIS	Global Aesthetic Improvement Scale (satisfaction patient)

Comparaison avec l'électrostimulation

Électrostimulation traditionnelle

- Courant électrique direct
- Électrodes cutanées
- Profondeur limitée (2-3 cm)
- Stimulation douloureuse
- Activation partielle



Stimulation électromagnétique

- Champ magnétique induit
- Sans contact cutané
- Profondeur élevée (7 cm)
- Indolore
- Activation complète



BEFORE



AFTER **EMSCULPT**
neo[®]



Photos courtesy of: Radina Denkova, M.D.

BEFORE



AFTER **EMSCULPT**



12 WEEKS AFTER 4th TREATMENT, COURTESY OF: RICHARD GOLDFARB, M.D.

BEFORE



AFTER **EMSCULPT**

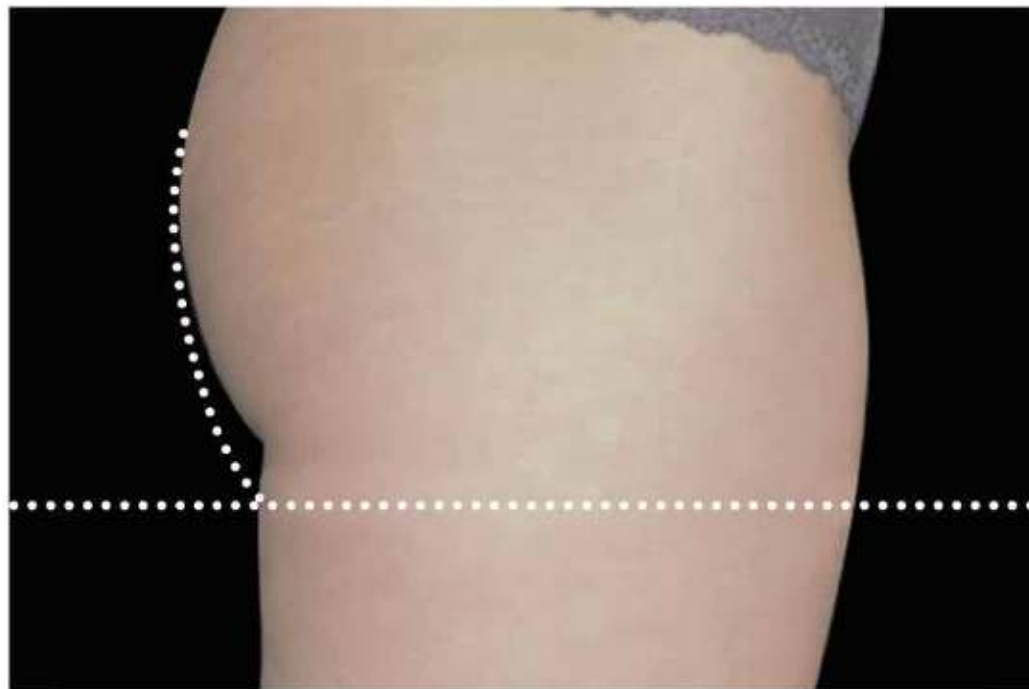


COURTESY OF: LASKY AESTHETICS

BEFORE



AFTER **EMSCULPT**



4 WEEKS AFTER 4th TREATMENT, COURTESY OF: RADINA DENKOVA, M.D.

BEFORE



AFTER **EMFACE**



3 MONTHS AFTER 4TH TREATMENT, COURTESY OF: Yael HALAAS, M.D.