

**UNIVERSITE TOULOUSE III – PAUL SABATIER**  
**FACULTE DE SANTE – DEPARTEMENT D’ODONTOLOGIE**

---

ANNEE 2023

2023 TOU3 30101

**THESE**

POUR LE DIPLOME D’ETAT DE DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE

Présentée et soutenue publiquement

par

**Charlène TORCHUT**

Le 19 décembre 2023

**TENS et thérapies physiques en traitement des  
symptômes post-opératoires après chirurgie  
orthognathique : protocole de recherche clinique**

Co-directeurs de thèse : Professeur Florent DESTRUHAUT  
et Docteur Antonin HENNEQUIN

**JURY**

Président : Professeur Florent DESTRUHAUT

1<sup>er</sup> assesseur : Professeur Catherine NABET

2<sup>è</sup> assesseur : Docteur Thibault CANCEILL

3<sup>è</sup> assesseur : Docteur Constance CUNY

4<sup>è</sup> assesseur : Docteur Antonin HENNEQUIN



**UNIVERSITÉ  
TOULOUSE III  
PAUL SABATIER**



**Faculté de santé**  
**Département d'Odontologie**

➔ **DIRECTION**

**Doyen de la Faculté de Santé**  
M. Philippe POMAR

**Vice Doyenne de la Faculté de Santé**  
**Directrice du Département d'Odontologie**  
Mme Sara DALICIEUX-LAURENCIN

**Directeurs Adjoints**  
Mme Sarah COUSTY  
M. Florent DESTRUHAUT

**Directrice Administrative**  
Mme Muriel VERDAGUER

**Présidente du Comité Scientifique**  
Mme Cathy NABET

➔ **HONORARIAT**

**Doyens honoraires**  
M. Jean LAGARRIGUE +  
M. Jean-Philippe LODTER +  
M. Gérard PALOUDIER  
M. Michel SIXOU  
M. Henri SOULET

**Chargés de mission**  
M. Karim NASR (*Innovation Pédagogique*)  
M. Olivier HAMEL (*Maillage Territorial*)  
M. Franck DIEMER (*Formation Continue*)  
M. Philippe KEMOUN (*Stratégie Immobilière*)  
M. Paul MONSARRAT (*Intelligence Artificielle*)

➔ **PERSONNEL ENSEIGNANT**

**Section CNU 56 : Développement, Croissance et Prévention**

**56.01 ODONTOLOGIE PEDIATRIQUE et ORTHOPEDIE DENTO-FACIALE** (Mme Isabelle BAILLEUL-FORESTIER)

**ODONTOLOGIE PEDIATRIQUE**

Professeurs d'Université : Mme Isabelle BAILLEUL-FORESTIER, M. Frédéric VAYSSE  
Maîtres de Conférences : Mme Marie- Cécile VALERA, M. Mathieu MARTY  
Assistants : Mme Anne GICQUEL, M. Robin BENETAH  
Adjoints d'Enseignement : M. Sébastien DOMINE, M. Mathieu TESTE, M. Daniel BANDON

**ORTHOPEDIE DENTO-FACIALE**

Maîtres de Conférences : M. Pascal BARON, M. Maxime ROTENBERG  
Assistants : M. Vincent VIDAL-ROSSET, Mme Carole VARGAS JOULIA, Mme Chahrazed BELAILI  
Adjoints d'Enseignement : Mme. Isabelle ARAGON

**56.02 PRÉVENTION, ÉPIDÉMIOLOGIE, ÉCONOMIE DE LA SANTÉ, ODONTOLOGIE LÉGALE** (Mme Catherine NABET)

Professeurs d'Université : M. Michel SIXOU, Mme Catherine NABET, M. Olivier HAMEL, M. Jean-Noël VERGNES  
Maîtres de Conférences : Mme Géromine FOURNIER  
Adjoints d'Enseignement : M. Alain DURAND, Mlle. Sacha BARON, M. Romain LAGARD, M. Jean-Philippe GATIGNOL  
Mme Carole KANJ, Mme Mylène VINCENT-BERTHOUMIEUX, M. Christophe BEDOS

**Section CNU 57 : Chirurgie Orale, Parodontologie, Biologie Orale**

**57.01 CHIRURGIE ORALE, PARODONTOLOGIE, BIOLOGIE ORALE** (M. Philippe KEMOUN)

**PARODONTOLOGIE**

Professeurs d'Université : Mme Sara LAURENCIN- DALICIEUX,  
Mme Alexia VINEL, Mme. Charlotte THOMAS  
Assistants : M. Joffrey DURAN, M. Antoine AL HALABI  
Adjoints d'Enseignement : M. Loïc CALVO, M. Christophe LAFFORGUE, M. Antoine SANCIER, M. Ronan BARRE ,  
Mme Myriam KADDECH, M. Matthieu RIMBERT,

### CHIRURGIE ORALE

Professeur d'Université : Mme Sarah COUSTY  
Maîtres de Conférences : M. Philippe CAMPAN, M. Bruno COURTOIS  
Assistants : M. Clément CAMBRONNE, M. Antoine DUBUC  
Adjoints d'Enseignement : M. Gabriel FAUXPOINT, M. Arnaud L'HOMME, Mme Marie-Pierre LABADIE, M. Luc RAYNALDY,  
M. Jérôme SALEFRANQUE,

### BIOLOGIE ORALE

Professeurs d'Université : M. Philippe KEMOUN, M. Vincent BLASCO-BAQUE  
Maîtres de Conférences : M. Pierre-Pascal POULET, M. Matthieu MINTY  
Assistants : Mme Chiara CECCHIN-ALBERTONI, M. Maxime LUIS, Mme Valentine BAYLET GALY-CASSIT,  
Mme Sylvie LE  
Adjoints d'Enseignement : M. Mathieu FRANC, M. Hugo BARRAGUE, Mme Inessa TIMOFEEVA-JOSSINET

## **Section CNU 58 : Réhabilitation Orale**

### 58.01 DENTISTERIE RESTAURATRICE, ENDODONTIE, PROTHESES, FONCTIONS-DYSFONCTIONS, IMAGERIE, BIOMATERIAUX (M. Franck DIEMER)

#### DENTISTERIE RESTAURATRICE, ENDODONTIE

Professeur d'Université : M. Franck DIEMER  
Maîtres de Conférences : M. Philippe GUIGNES, Mme Marie GURGEL-GEORGELIN, Mme Delphine MARET-COMTESSE  
Assistants : M. Nicolas ALAUX, M. Vincent SUAREZ, M. Lorris BOIVIN, Mme Laura PASCALIN, M. Thibault DECAMPS, Mme Emma STURARO, Mme Anouk FESQUET  
Adjoints d'Enseignement : M. Eric BALGUERIE, M. Jean- Philippe MALLET, M. Rami HAMDAN, M. Romain DUCASSE,  
Mme Lucie RAPP

#### PROTHÈSES

Professeurs d'Université : M. Philippe POMAR, M. Florent DESTRUHAUT,  
Maîtres de Conférences : M. Antoine GALIBOURG,  
Assistants : Mme Margaux BROUTIN, Mme Coralie BATAILLE, Mme Mathilde HOURSET, Mme Constance CUNY  
M. Anthony LEBON  
Adjoints d'Enseignement : M. Christophe GHRENASSIA, Mme Marie-Hélène LACOSTE-FERRE, M. Olivier LE GAC, M. Jean-Claude COMBADAZOU, M. Bertrand ARCAUTE, M. Fabien LEMAGNER, M. Eric SOLYOM,  
M. Michel KNAFO, M. Victor EMONET-DENAND, M. Thierry DENIS, M. Thibault YAGUE,  
M. Antonin HENNEQUIN, M. Bertrand CHAMPION

#### FONCTIONS-DYSFONCTIONS, IMAGERIE, BIOMATERIAUX

Professeur d'Université : Mr. Paul MONSARRAT  
Maîtres de Conférences : Mme Sabine JONJOT, M. Karim NASR, M. Thibault CANCEILL, M. Julien DELRIEU  
Assistants : M. Olivier DENY, Mme Alison PROSPER  
Adjoints d'Enseignement : Mme Sylvie MAGNE, M. Thierry VERGÉ, M. Damien OSTROWSKI

-----  
*Mise à jour pour le 01 Novembre 2023*

Je dédie cette thèse à ma maman, Muriel. Tu aurais par-dessus tout voulu assister à ma thèse et je sais à quel point cela comptait pour toi. Je ne serais jamais arrivée là où j'en suis sans ton amour, ta générosité, ton soutien, et toute l'aide que tu m'as apportée depuis mon enfance. Derrière chaque phrase rédigée dans cette thèse résonne une pensée pour toi. Ton absence soudaine a été pour moi un moteur de motivation pour terminer cette thèse, et pour rendre un travail de qualité qui, je le sais, t'aurait rendu très fier de moi.

A mon papa, Jean-Christophe. Merci de m'avoir toujours soutenue, dans les bons comme dans les mauvais moments, et de toujours avoir un regard bienveillant et protecteur. Ce travail est un accomplissement qui est en grande partie grâce à toi.

A mes grand-parents, à mes mamies Gisèle et Christiane, pour votre amour et pour toutes mes vacances passées en Charente-Maritime et en Auvergne chères à mon cœur.

A Chipie, pour tous les câlins doux et soyeux.

A Florian, mon chouchou, pour ton soutien sans faille, pour tous nos moments de complicité et de rigolades, et pour ce cocon d'amour et de réconfort quand je suis avec toi. J'espère partager mon quotidien à tes côtés encore longtemps.

A mes amis de la faculté, Denis, Zélia, Florian, et à ma binôme de choc Mathilde. Merci pour votre présence au cours de ces 6 années d'étude. J'espère que nos soirées JDR et nos voyages rythmés par les parcs d'attractions, les devinettes, et les jeux de cartes endiablés resteront notre rituel.

Et à Laurine, à nos galères en clinique et à nos bouteilles de Jurançon partagées !

A mes amis d'enfance ou d'ailleurs, Sophie, Marjorie, Steven, Carla, Gauthier, Lucie, et bien d'autres, pour tout ce que vous avez pu m'apporter depuis que l'on se connaît.

A notre président du jury de thèse,

**Monsieur le Professeur Florent DESTRUHAUT**

- Professeur des Universités, Praticien Hospitalier d'Odontologie,
- Directeur adjoint du département d'Odontologie de la Faculté de Santé de l'Université de Toulouse III Paul Sabatier,
- Directeur adjoint de l'Unité de Recherche Universitaire EvolSan (Evolution et Santé Orale),
- Habilitation à Diriger des Recherches (HDR),
- Docteur en Chirurgie Dentaire,
- Spécialiste qualifié « Médecine Bucco-Dentaire »,
- Docteur de l'École des Hautes Études en Sciences Sociales en Anthropologie sociale et historique,
- Certificat d'Études Supérieures en Prothèse Maxillo-Faciale,
- Certificat d'Études Supérieures en Prothèse Conjointe,
- D.U de Prothèse Complète Clinique de Paris V,
- D.U d'Approches Innovantes en Recherche de TOULOUSE III,
- Responsable du D.U d'Occlusodontologie et de Réhabilitation de l'appareil manducateur,
- Lauréat de l'Université Paul Sabatier.

*Nous sommes honorés de vous recevoir en tant que président de ce jury, et nous vous sommes reconnaissants pour l'honneur d'avoir accepté de contribuer à cette thèse.*

*Merci pour la qualité de vos enseignements, toujours aussi variés et formateurs, et du privilège de pouvoir bénéficier de votre expertise au sein de cette thèse.*

*Veillez trouver dans cette thèse le témoignage de tout notre respect.*

A notre jury de thèse,

**Madame le Professeur Catherine NABET**

- Professeur des Universités, Praticien Hospitalier d'Odontologie,
- Docteur en Chirurgie Dentaire,
- Diplôme d'Etudes approfondies de Santé Publique – Epidémiologie,
- Docteur de l'Université Paris XI,
- Habilitation à Diriger des Recherches (HDR),
- Lauréate de la Faculté de Médecine,
- Lauréate de l'Université Paul Sabatier,
- Lauréate de l'Académie Nationale de Chirurgie Dentaire.

*Nous tenons à vous témoigner notre gratitude pour avoir accepté de rejoindre ce jury de  
thèse.*

*C'est un privilège de bénéficier de votre expertise dans le domaine de la recherche.*

*Nous souhaitons vous exprimer toute notre reconnaissance et tout notre respect.*

A notre jury de thèse,

**Monsieur le Docteur Thibault CANCEILL,**

- Maître de Conférences des Universités, Praticien Hospitalier d'Odontologie,
- Docteur en Chirurgie Dentaire,
- Docteur en sciences des matériaux,
- Master 1 Santé Publique,
- Master 2 de Physiopathologie,
- CES Biomatériaux en Odontologie,
- D.U de conception Fabrication Assisté par ordinateur en Odontologie (CFAO),
- D.U de Recherche Clinique en Odontologie,
- Attestation de Formation aux gestes et Soins d'Urgence Niveau 2.

*Nous vous témoignons notre gratitude pour avoir accepté d'être présent à ce jury de thèse.*

*Nous tenons à vous exprimer nos remerciements sincères pour la bienveillance avec laquelle vous pratiquez vos enseignements, à la Faculté et dans le service hospitalier.*

*Soyez honoré de tout notre respect et notre gratitude.*

A notre jury de thèse,

**Madame le Docteur Constance CUNY,**

- Assistante Hospitalo-Universitaire,
- Docteur en Chirurgie Dentaire,
- Spécialiste qualifiée en « Médecine Bucco-Dentaire »,
- D.U Occlusodontologie et Réhabilitation de l'appareil manducateur.

*Nous vous remercions profondément pour l'intérêt que vous avez pu porter à notre travail  
et nous vous remercions d'avoir accepté de faire partie de ce jury de thèse.*

*Veillez trouver dans cette thèse le témoignage de toute notre gratitude, et de tout notre  
respect.*

A notre jury de thèse,

**Monsieur le Docteur Antonin HENNEQUIN,**

- Adjoint d'Enseignement à la Faculté de Santé au Département d'Odontologie,
- Ex Assistant Hospitalo-Universitaire,
- Docteur en Chirurgie Dentaire,
- D.U de Prothèse et Occlusodontologie,
- D.U de Recherche Clinique en Odontologie,
- Co-responsable du D.U Occlusodontologie et Réhabilitation de l'Appareil Manducateur,
- Lauréat de L'Université Paul Sabatier,
- CES de Prothèse Conjointe - classement : 3è national,
- CES de Biologie de la Bouche

*Veillez recevoir notre profonde gratitude pour la confiance que vous nous avez témoignée  
en acceptant de diriger cette thèse.*

*Merci pour ce travail effectué ensemble sur cette thèse. Vos précieux conseils, votre  
implication et votre enthousiasme ont été des éléments essentiels à sa réussite.*

*Veillez trouver au sein de cette thèse toute ma gratitude.*

Je tiens également à remercier Madame Julie Machuret, kinésithérapeute maxillo-faciale, sans qui je n'aurais jamais pu fournir ce travail. Merci pour toutes ces précieuses informations sur la kinésithérapie et sur les suivis des patients après une chirurgie orthognathique. Merci de toujours avoir pris le temps de répondre à mes questions et de m'avoir aidé à concevoir ce protocole. Enfin, merci de m'avoir accueilli au cabinet, cela m'a été plus que bénéfique pour mieux comprendre et visualiser ce dont je parle dans cette thèse.

# TABLE DES MATIERES

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Introduction .....</b>  | <b>14</b> |
| <b>I. Les chirurgies orthognathiques .....</b>                   | <b>15</b> |
| a. Définitions .....   | 15        |
| Ostéotomie maxillaire de Lefort I .....                          | 15        |
| Ostéotomie sagittale mandibulaire .....                          | 15        |
| Ostéotomie bimaxillaire.....                                     | 15        |
| Disjonction et distraction osseuse.....                          | 15        |
| Génioplastie .....   | 15        |
| b. Suites opératoires .....                                      | 16        |
| Symptômes post-opératoires .....                                 | 16        |
| Complications post-opératoires .....                             | 17        |
| Recommandations post-opératoires.....                            | 17        |
| <b>II. Les thérapies physiques.....</b>                          | <b>19</b> |
| a. Mobilisations articulaires : thérapies manuelles .....        | 19        |
| b. Mobilisations musculaires et des tissus mous .....            | 20        |
| Massothérapie.....   | 20        |
| Levées de tension et traitements des trigger points .....        | 21        |
| Drainage lymphatique manuel (DLM).....                           | 21        |
| c. Rééducations musculo-articulaires : gymnothérapie.....        | 22        |
| Gymnothérapie des muscles masticateurs.....                      | 23        |
| Gymnothérapie des muscles peauciers et des muscles faciaux ..... | 25        |
| Exercices de proprioception et d'extéroception .....             | 26        |
| Rééducation linguale .....                                       | 26        |
| d. Acupuncture.....  | 28        |
| Acupuncture traditionnelle .....                                 | 28        |
| Acupunctures non traditionnelles .....                           | 29        |
| e. Bandes de kinésiologie : Kinesio Taping ® .....               | 30        |
| f. Cryothérapie.....   | 31        |
| g. Thermothérapie .....  | 32        |
| h. Thérapie Laser de bas niveau .....                            | 33        |
| i. Ultrasonothérapie .....                                       | 34        |
| j. Electrothérapies.....   | 35        |
| <b>III. La neurostimulation électrique transcutanée .....</b>    | <b>37</b> |
| a. Mécanismes d'action analgésique .....                         | 37        |
| Action neurologique : théorie du « Gate control » .....          | 37        |
| Action métabolique.....  | 38        |
| Action vasculaire .....  | 38        |
| Action lymphatique .....   | 38        |

|            |   |           |
|------------|---|-----------|
| b.         | Effets musculaires .....  | 39        |
| c.         | TENS haute fréquence et TENS basse fréquence .....                  | 39        |
|            | TENS Haute fréquence (C-TENS) .....                                 | 39        |
|            | TENS Basse fréquence (AL-TENS).....                                 | 39        |
| d.         | Relaxation des muscles de la mâchoire grâce aux TENS .....          | 40        |
|            | Modalités d'utilisation .....                                       | 41        |
| e.         | Risques et contre-indications .....                                 | 42        |
| <b>IV.</b> | <b>Protocole d'étude.....</b>                                       | <b>43</b> |
| a.         | Objectifs de l'étude .....  | 43        |
|            | Objectif principal.....   | 43        |
|            | Objectifs secondaires .....   | 43        |
| b.         | Critères de jugement.....   | 43        |
|            | Critère de jugement principal.....                                  | 43        |
|            | Critères de jugement secondaires .....                              | 43        |
| c.         | Conception de l'étude.....  | 45        |
|            | Caractéristiques de l'essai clinique.....                           | 45        |
|            | Critères d'éligibilité.....   | 45        |
|            | Modalités de recrutement.....                                       | 46        |
|            | Nombre de participants .....  | 46        |
| d.         | Procédure d'application des thérapies physiques .....               | 46        |
|            | TENS .....  | 46        |
|            | DLM .....   | 47        |
|            | Cryothérapie.....   | 47        |
|            | Gymnothérapie.....  | 47        |
| e.         | Déroulement de l'étude : calendrier de la recherche .....           | 48        |
| f.         | Cadre juridique et éthique de la recherche.....                     | 49        |
|            | Réglementations générales.....                                      | 49        |
|            | Recueil du consentement éclairé .....                               | 50        |
|            | Déclaration des effets indésirables .....                           | 50        |
|            | Confidentialité des données .....                                   | 50        |
|            | <b>Conclusion.....</b>  | <b>51</b> |
|            | <b>Documents annexes .....</b>                                      | <b>52</b> |
|            | <i>Annexe 1 : Fiche d'information fournie aux patients .....</i>    | <i>52</i> |
|            | <i>Annexe 2 : Formulaire de consentement libre et éclairé .....</i> | <i>57</i> |
|            | <i>Annexe 3 : Cahier d'inclusion.....</i>                           | <i>59</i> |
|            | <i>Annexe 4 : Cahier de recueil des données .....</i>               | <i>60</i> |
|            | <i>Table des illustrations .....</i>                                | <i>63</i> |
|            | <i>Bibliographie .....</i>  | <i>64</i> |

# Introduction

Les chirurgies orthognathiques sont des chirurgies maxillo-faciales de repositionnement de l'os maxillaire et/ou de l'os mandibulaire. La douleur et les manifestations post-opératoires peuvent être prises en charge grâce à des thérapies physiques non invasives. Parmi elles, la kinésithérapie maxillo-faciale et la physiothérapie, avec comme exemples la cryothérapie, les thérapies manuelles, le laser, ou également les électrothérapies, dont les stimulations nerveuses électriques transcutanées (TENS).

Les TENS sont reconnues comme ayant un effet analgésique dans le traitement des douleurs chroniques, notamment dans le cas des dysfonctions temporo-mandibulaires (DTM).<sup>1 2</sup> Qu'en est-il de l'apport des TENS dans le traitement des symptômes post-opératoires après chirurgie orthognathique par rapport aux autres méthodes de rééducation ?

Dans un premier temps, nous présenterons les suites opératoires des chirurgies orthognathiques, puis les thérapies physiques pouvant être utilisées pour traiter ces symptômes post-opératoires. Dans un second temps, nous détaillerons le fonctionnement des TENS et leur utilisation. Afin de répondre à notre problématique, nous écrirons un protocole de recherche détaillé visant à comparer l'efficacité des TENS par rapport aux autres thérapies physiques dans le traitement des symptômes post-opératoires après chirurgie orthognathique.

# **I. Les chirurgies orthognathiques**

## **a. Définitions**

Les chirurgies orthognathiques ont pour objectif de rétablir les bons rapports entre les arcades dentaires, afin de corriger les dysharmonies dento-maxillaires (malocclusions) et les dysharmonies faciales qui engendrent des préjudices fonctionnels et/ou esthétiques. Les chirurgies orthognathiques peuvent également être prescrites pour corriger des apnées du sommeil, ou, beaucoup plus rarement, des décalages des bases osseuses en pré-prothétique chez des patients adultes.

Ces chirurgies sont réalisées généralement chez des patients adultes n'ayant jamais eu recours à l'orthodontie, ou pour qui l'orthodontie seule n'a pas suffi à corriger les dysharmonies dento-maxillaires. Les chirurgies orthognathiques se font sous anesthésie générale. La découpe osseuse est réalisée à l'aide de scies oscillantes, de fraises, d'ostéotomes et/ou par piezochirurgie. L'ostéosynthèse est pratiquée grâce à des mini-plaques et vis en titane.

### ➤ **Ostéotomie maxillaire de Lefort I**

L'ostéotomie maxillaire de Lefort I permet d'avancer, de reculer, d'impacter ou d'abaisser l'os maxillaire.

### ➤ **Ostéotomie sagittale mandibulaire**

L'ostéotomie sagittale mandibulaire, aussi appelée clivage sagittal mandibulaire, permet d'avancer, de reculer ou de recentrer l'arcade mandibulaire en la désolidarisant de la partie postérieure de la mandibule.

### ➤ **Ostéotomie bimaxillaire**

L'ostéotomie bimaxillaire associe les deux chirurgies précédentes.

### ➤ **Disjonction et distraction osseuse**

La disjonction et la distraction ont pour objectif d'écarter les bases osseuses dans le sens transversal. Ce type de chirurgie peut être maxillaire ou mandibulaire.

### ➤ **Génioplastie**

La génioplastie est une chirurgie de section ou de remodelage de l'os mentonnier. Elle peut être réalisée seule, ou en même temps qu'une ostéotomie maxillaire ou mandibulaire.

## **b. Suites opératoires**

Cette partie concerne les suites opératoires après ostéotomies maxillaire, mandibulaire et bimaxillaire, puisque les disjonctions osseuses entraînent moins de suites opératoires.

### ➤ **Symptômes post-opératoires**

Les chirurgies orthognathiques sont susceptibles d'entraîner diverses manifestations post-opératoires :

- L'œdème du visage est la principale complication post-opératoire après une chirurgie orthognathique et demeure pour la majorité des patients jusqu'à 1 mois environ.<sup>3</sup> L'œdème peut aussi être accompagné d'un hématome.
- Une hypoesthésie labio-jugale (lèvre supérieure ou inférieure selon la chirurgie) est très fréquente et s'accompagne de picotements, de décharges électriques, etc... La perte de sensibilité totale, plus rare, est appelée anesthésie. Elles sont issues de lésions du nerf alvéolaire inférieur ou supérieur. Ce phénomène est indolore et n'empêche pas la motricité normale des lèvres.

Ces pertes de sensibilités nerveuses doivent être temporaires. La régénération neurologique de la lèvre supérieure se fait plus rapidement, en 1 mois environ, tandis que la lèvre inférieure peut mettre jusqu'à plusieurs années pour récupérer la totalité des sensations. La douleur est en général modérée et gérée par une prescription d'antalgiques à prendre les premiers jours.

- Un trismus peut apparaître, la limitation de l'ouverture buccale étant passagère.
- Le patient présente généralement une congestion nasale après l'opération, en partie liée à l'œdème du visage. Quelques saignements de nez (épistaxis) peuvent apparaître durant les jours suivant la chirurgie.
- Des saignements peuvent être présents les premiers jours.

D'après une étude datée de 2022, les symptômes objectifs et subjectifs post-opératoires les plus courants après une chirurgie orthognathique bimaxillaire sont l'œdème, l'hématome, le trismus, la douleur, et les paresthésies. L'œdème est maximal 48 à 72h après l'intervention, et l'amplitude de l'ouverture buccale est significativement diminuée durant les deux premières semaines post-opératoires.<sup>4</sup> La plupart des symptômes post-opératoires disparaissent durant la première semaine après la chirurgie, à l'exception de l'œdème. La douleur et la nécessité de prendre des médicaments antalgiques perdurent pendant 2 à 3

semaines, ce qui altère le retour aux activités habituelles pour les patients. La fonction orale normale n'est retrouvée qu'à partir de 6 à 8 semaines. <sup>5</sup>

### ➤ **Complications post-opératoires**

Des complications post-opératoires rares et plus ou moins graves peuvent survenir <sup>6</sup> :

- Troubles ou déficiences de l'articulation temporo-mandibulaire (ATM), avec notamment l'apparition de claquements et des douleurs. Il peut aussi y avoir une décompensation d'une DTM préexistante, avec une aggravation des symptômes ;
- Persistance de l'hypoesthésie ou de l'anesthésie labio-jugale. 3% des patients peuvent souffrir de paresthésies encore un an après la chirurgie ;
- Lésion du nerf facial, qui peut être accompagnée d'une paralysie musculaire faciale temporaire de la partie inférieure du visage. La paralysie faciale est une complication rarissime. L'incidence des lésions du nerf facial après ostéotomie sagittale bilatérale est de 0,26 %. <sup>7</sup> ;
- Infection post-opératoire, généralement sinusite ou cellulite ;
- Hémorragie post-opératoire ;
- Fracture complexe post-opératoire ;
- Lésions dentaires ;
- Lésions des tissus mous ;
- Récidive du trouble occlusal initial ;
- Echec de l'ostéosynthèse post-chirurgicale (pseudarthrose) ;
- Ostéonécrose (rarissime) ;
- Troubles auditifs ;
- Vertiges ;
- Dépression psychologique.

### ➤ **Recommandations post-opératoires**

Pour limiter ces effets indésirables et afin d'augmenter les chances de réussite de la chirurgie, le patient doit suivre plusieurs recommandations post-opératoires :

- L'alimentation doit être liquide durant les premiers jours, puis molle pendant 1 mois avant de reprendre progressivement une alimentation normale par la suite. ;
- L'hygiène endobuccale doit être maintenue, avec l'utilisation de bains de bouche et d'une brosse à dents à poils souples ;

- Ne pas fumer ;
- Ne pas consommer d'alcool et d'aliments irritants (acides...) ;
- Ne pas se moucher ;
- Conserver une position semi-assise afin de limiter l'œdème ;
- Un lavage nasal au sérum physiologique à effectuer plusieurs fois par jour est recommandé ;
- Des élastiques sont placés entre les mâchoires pour guider la nouvelle occlusion jusqu'à que l'ostéosynthèse post-chirurgicale se fasse. Ils doivent être changés par le patient selon les recommandations du chirurgien.

La rééducation post-opératoire a donc plusieurs rôles majeurs : soulager la douleur et l'inconfort du patient après la chirurgie, optimiser la cicatrisation, et pérenniser la stabilité du traitement orthodontico-chirurgical. Cette rééducation est le plus souvent prise en charge par des kinésithérapeutes maxillo-faciaux à l'aide de différentes thérapies physiques non invasives, qui sont associées à une médication post-opératoire.

Dans la partie suivante sont présentées les thérapies physiques pouvant être prescrites après une chirurgie orthognathique.

## **II. Les thérapies physiques**

Les thérapies physiques sont des thérapies réversibles et non invasives, qui utilisent des agents physiques naturels ou artificiels. Elles ont le plus souvent un rôle antalgique sur les douleurs musculosquelettiques, et/ou permettent de restaurer une fonction. Plusieurs thérapies physiques peuvent être associées pour améliorer la réduction de la douleur et la relaxation musculo-articulaire. Dans le cadre des DTM par exemple, les thérapies physiques les plus employées sont la gymnothérapie, les thérapies manuelles, la thermothérapie, le laser, et les électrothérapies. <sup>8</sup> L'hydrothérapie, la cryothérapie, l'ultrasonothérapie, l'ionophorèse, l'acupuncture, etc... sont citées comme d'autres exemples de thérapies physiques.

### **a. Mobilisations articulaires : thérapies manuelles**

Les techniques manuelles correspondent à des mobilisations d'articulations, réalisée par un professionnel de santé, comme un kinésithérapeute. Au niveau de l'ATM par exemple, le praticien peut effectuer des décoaptations, des rotations, des translations, la manœuvre de Farrar, etc. Les thérapies articulaires manuelles permettent de soulager les douleurs musculo-articulaires, d'aider à restaurer l'amplitude d'un mouvement, de stimuler la proprioception, ou encore de favoriser la production de liquide synovial dans l'articulation. Par exemple, dans le cadre des DTM, la mobilisation du rachis cervical aurait une influence sur la douleur oro-faciale et sur le mouvement des mâchoires. <sup>9</sup>

Cependant, elles sont peu indiquées en post-opératoire après une chirurgie orthognathique, et sont réalisées minimum six semaines après la chirurgie, car elles nécessitent des appuis sur certaines zones de pression qui peuvent être douloureuses, et en cours de cicatrisation osseuse.

## **b. Mobilisations musculaires et des tissus mous**

### ➤ **Massothérapie**

Contrairement aux thérapies manuelles qui mobilisent les articulations, les techniques de massages thérapeutiques sont des manipulations des muscles et des tissus mous, permettant de diminuer les tensions musculaires et d'améliorer la circulation veino-lymphatique.

Il existe différentes techniques de massages (liste non exhaustive) ayant pour objectif une libération des tensions musculaires<sup>10 11</sup> :

- Manœuvres de crochetage (étirements des cordes tendineuses),
- Compression du point détente musculaire (traitement des trigger points),
- Mobilisations des aponévroses musculaires (fasciathérapies),
- Exercices d'étirements,
- Massages des tissus profonds...

Certaines techniques servent à masser les tissus sous-cutanés (par exemple les techniques d'effleurage). Celles-ci n'entraînent pas de relâchement musculaire, mais elles sont utiles pour obtenir une stimulation positive de la zone, ou pour réaliser un échauffement avant un soin ou avant un massage de tissus profonds. Les massages des tissus profonds (par exemple techniques de pétrissage, technique des traits tirés...), sont des techniques de massages qui consistent à utiliser des mouvements lents et profonds pour cibler les couches musculaires profondes et les fascias. Elles ont donc pour objectif d'obtenir un relâchement musculaire.

Après une chirurgie orthognathique, les massages se concentrent sur la zone cervicale postérieure en ciblant les muscles trapèzes supérieurs, les muscles sterno-cléido-mastoïdiens (SCOM) et les muscles scalènes. Les massages cervicaux profonds s'exécutent selon des techniques de pressions glissées (superficielles puis profondes), et/ou par des mouvements de « pétrissages des masses cutanées, des fascias, des aponévroses et des muscles les uns par rapport aux autres ». <sup>10</sup> Une étude de cas a également montré qu'un massage précoce du cou et des épaules, associé à des exercices de posture, avait permis d'accélérer la récupération des lésions du nerf facial sur un cas de paralysie du nerf facial d'origine périphérique après une chirurgie orthognathique (ostéotomie bimaxillaire). <sup>12</sup>

### ➤ **Levées de tension et traitements des trigger points**

Les trigger points sont des points neuro-musculaires douloureux situés sur les « zones gâchettes » d'un muscle. Les levées de tension sont très employées en rééducation après une chirurgie maxillo-faciale afin de soulager la douleur au niveau des trigger points, principalement sur les muscles masséters. Aussi appelées manœuvres du « contracter-lâcher », il s'agit de mobilisations neuro-musculaires par successions d'étirements et de contractions, visant à faire céder une contracture musculaire. Les levées de tension peuvent être réalisées dans les jours suivant l'opération, et ont un effet durable dans le temps.

Pour réaliser une levée de tension au niveau des muscles masséters, le pouce ou l'index est interposé entre la face vestibulaire des molaires maxillaires et la joue. Dans cette position, le patient serre la mâchoire quelques secondes, puis, lorsqu'il relâche, le praticien effectue un étirement transversal du muscle masséter vers le bas, vers l'avant et l'extérieur. Pour favoriser la contraction des muscles masséter dans les cas où celle-ci s'avère difficile ou impossible, il est possible d'interposer des cales entre les molaires maxillaires et mandibulaires.<sup>10 11</sup>

### ➤ **Drainage lymphatique manuel (DLM)**

Le drainage lymphatique manuel (DLM) du visage est indiqué dans la réduction de l'œdème post-opératoire. Il peut être réalisé directement après l'opération chirurgicale. Le DLM n'est le plus souvent pas réalisé seul, et il est prescrit en parallèle d'exercices de gymnothérapie (exercices réalisés par le patient entre les séances de DLM), et de cryothérapie afin d'optimiser la réduction de l'œdème post-opératoire. L'objectif est de stimuler la circulation de la lymphe par un mouvement des doigts et de la paume de la main qui suit le sens de circulation lymphatique. Plus l'œdème est ferme et associé à un hématome, plus le DLM a un rôle important à jouer pour ne pas que l'œdème reste induré. Le déroulement du DLM du visage suit un protocole précis à répéter plusieurs fois<sup>10</sup> :

- Stimulation par mouvements circulaires des chaînes ganglionnaires jugulaires,
- Stimulation par mouvements circulaires des régions sous-mentonnières, maxillaires, parotidiennes, et mastoïdiennes,
- « Manœuvre de chasse lymphatique » : traction cutanée superficielle, mouvement de pression, puis relâchement.



Figure 1 : drainage lymphatique manuel à la suite d'une chirurgie orthognathique

Source : <https://www.sfscmfco.com/videos-congres-chirurgie/reeducation-precoce-chirurgie-orthognatique.htm><sup>13</sup>

Selon une étude datant de 2020, il semblerait que la réduction de l'œdème après une chirurgie orthognathique soit plus rapide chez les patients traités par DLM, et la douleur moindre durant le premier mois suivant l'intervention, par rapport aux patient traités sans DLM. Cependant, le résultat de l'étude ne conclut pas à une différence statistiquement significative entre les deux groupes de patients.<sup>14</sup>

Une étude en 2017 a comparé un groupe traité par DLM, par cryothérapie et par une médication post-opératoire dès le 2<sup>e</sup> jour après chirurgie orthognathique bimaxillaire, à un groupe placebo (recevant seulement une médication et un traitement par cryothérapie). Cette étude a observé que le DLM réduisait plus rapidement et de façon plus importante l'œdème dans le groupe traité par rapport au groupe placebo, avec une différence significative. Mais aucune différence significative n'a été constatée entre les deux groupes concernant la perception de la douleur et du gonflement par les patients.<sup>15</sup>

### **c. Rééducations musculo-articulaires : gymnothérapie**

La gymnothérapie consiste en l'exécution d'exercices musculo-articulaires par mouvements de l'ATM, ou des exercices de gymnastique faciale, dans un but thérapeutique de rééducation. Ces exercices permettent de soulager les douleurs, de rétablir la mobilité musculaire et de diminuer l'hyperactivité musculaire, puis, en seconde intention, de parfois réduire les claquements articulaires. La rééducation par gymnothérapie joue également un rôle majeur dans la récupération d'une mastication physiologique bilatérale. Les exercices de gymnothérapie sont bénéfiques pour récupérer une fonction masticatoire normale après une chirurgie orthognathique.<sup>16</sup>

Les exercices recommandés après une chirurgie orthognathique associent la gymnothérapie des muscles masticateurs, des muscles faciaux, mais aussi des exercices de rétablissement de la proprioception, de la rééducation linguale, ainsi que des exercices des muscles de la nuque et des épaules (mobilités et rotation de la nuque, soulèvements et roulements des épaules...).<sup>17</sup> Ainsi, la rééducation musculo-articulaire après une chirurgie orthognathique est pluridisciplinaire, et doit englober le système masticatoire, les joues, les lèvres, la posture générale, la ventilation et la prise en charge des parafonctions.<sup>18</sup> Les parafonctions (comme le suçage du pouce, le mordillage intempestif des lèvres ou des joues, l'onychophagie...) et le bruxisme doivent être limités afin d'obtenir un bon équilibre musculaire.<sup>19</sup> La rééducation doit être maintenue jusqu'à que le patient maîtrise naturellement une fonction masticatoire normale, une ouverture buccale normale, ainsi qu'une déglutition et une phonation non atypiques.<sup>20</sup>

### ➤ **Gymnothérapie des muscles masticateurs**

Différents exercices répétitifs peuvent être prescrits, comme :<sup>10 17 20 21</sup>

- Exercices d'ouverture et de fermeture mandibulaire (en maintenant l'ouverture quelques secondes) ;
- Exercices de diduction ;
- Exercices de protrusion horizontale de la mandibule (propulsion) ;
- Exercices d'ouverture de la bouche au maximum en tirant la langue ;
- Exercice du rouleau : mouvements de diductions et de propulsion mandibulaire avec interposition d'un rouleau salivaire entre les dents ;
- Exercice de renforcement musculaire : mouvements d'ouverture-fermeture, de diduction et de propulsion mandibulaire en appliquant une force contraire au mouvement à l'aide des doigts.

Cependant, les patients peuvent rencontrer des difficultés à effectuer certains de ces mouvements en rééducation post-opératoire immédiate après une chirurgie orthognathique, notamment à cause de la limitation de l'ouverture buccale. La plupart des exercices de rééducation par gymnothérapie sont donc prescrits 10 jours minimum après l'intervention. Tous les exercices doivent être réalisés lentement et dans la limite de la douleur ressentie par le patient. Seuls les exercices de mouvements mandibulaires actifs simples (ouverture, diductions, propulsion) peuvent être réalisés par le patient durant les 6 premières semaines post-opératoires, lorsqu'il ne porte pas d'élastiques. De la même façon que l'alimentation

doit rester molle au cours de cette période, les exercices nécessitant des contraintes (forces contraires, appuis digitaux...) ou une interposition d'élément entre les arcades (rouleau salivaire...), et les exercices passifs sont contre-indiqués pendant les 6 premières post-opératoires et ne pourront être débutés qu'aux alentours de la 8<sup>e</sup> semaine.

Il a été montré que des exercices de mouvements mandibulaires 10 fois par jour effectués durant les 12 semaines après la libération d'une fixation intermaxillaire améliorent l'amplitude des mouvements mandibulaires, et diminuent la douleur et l'inconfort des patients.<sup>22</sup> Aujourd'hui, les fixations intermaxillaires sont rarement mises en place après les chirurgies orthognathiques (remplacées par des élastiques), c'est pourquoi les exercices actifs mandibulaires peuvent être réalisés directement dans les jours après l'opération.

Un protocole de thérapie physique active après une chirurgie orthognathique semble favoriser la rééducation des muscles masticateurs et la mobilité mandibulaire.<sup>23</sup> En effet, il a été montré qu'une rééducation précoce effectuée par un kinésithérapeute facilite la récupération de l'amplitude des mouvements mandibulaires et de l'activité musculaire des muscles masséters et temporaux antérieurs au cours des 6 premières semaines après une chirurgie orthognathique de correction de classe III.<sup>24 25</sup>

Les quatre articles suivants mentionnent l'utilisation de chewing-gum ou d'objets d'entraînement pour la rééducation après une chirurgie orthognathique. Même si des résultats positifs ont été obtenus pour les trois articles, il est important de souligner que leur utilisation (surtout si elle est excessive), pourrait entraîner des parafonctions chez le patient ou aggraver des symptômes d'une DTM déjà existante, et est donc plutôt contre-indiquée dans le cas d'une rééducation après chirurgie orthognathique. Il y a également une contre-indication pendant les 6 premières semaines post-opératoires. De plus, le chewing-gum n'est pas compatible avec le port d'un appareil dentaire.

Selon la première étude, des exercices à l'aide d'un chewing-gum 5 minutes deux fois par jour pendant 90 jours, commencés 6 mois après une chirurgie orthognathique, amélioreraient la fonction masticatrice de façon significative lorsque l'on compare un groupe avec entraînement et un groupe témoin sans entraînement.<sup>26</sup> Des résultats similaires ont été obtenus dans la seconde étude lorsque les exercices sont débutés 3 mois après la chirurgie.

27

De la même façon, une rééducation masticatoire à l'aide d'un aliment d'entraînement (disponible dans le commerce et développé pour la rééducation de la dysphagie chez les

personnes âgées) une fois par jour pendant 60 jours et débutée 10 jours après la chirurgie, a montré des résultats significatifs sur la récupération de la fonction masticatoire entre le groupe avec entraînement et le groupe sans entraînement. <sup>28</sup>

La quatrième étude a étudié l'utilisation d'un appareil pour exercices masticatoires (appareil en silicone avec un système de ressorts au niveau des dents antérieures et postérieures) de la 3<sup>e</sup> à la 6<sup>e</sup> semaine post-opératoire. L'étude n'a pas mis en évidence d'amélioration significative sur la force de morsure et sur l'amplitude de l'ouverture buccale entre le groupe recevant de la kinésithérapie seule (groupe témoin), et le groupe recevant de la kinésithérapie associée à la gymnothérapie. <sup>29</sup>

### ➤ **Gymnothérapie des muscles peauciers et des muscles faciaux**

Les exercices concernant les muscles peauciers et les muscles faciaux jouent un rôle important en rééducation après une chirurgie orthognathique. Ils peuvent être débutés directement après l'opération. Souvent prescrits en parallèle de DLM, leur objectif principal est d'augmenter les mouvements liquidiens périphériques, et donc de participer à la réduction de l'œdème post-opératoire. Il s'agit d'exercices isotoniques et non traumatisants comme : <sup>17 20</sup>

- S'entraîner à faire passer de l'air ou un liquide (eau, bain de bouche...) d'un côté de la bouche à un autre ;
- Plisser puis écarter les lèvres ;
- Faire des mouvements avec les lèvres d'un côté puis de l'autre ;
- Contracter les lèvres puis détendre ;
- Faire des sons « OH, AH, EH » en exagérant le mouvement des lèvres ...

Il a été montré que les exercices ciblant le muscle platysma permettent de faciliter le drainage de l'œdème. De plus, une rééducation du muscle orbiculaire de la bouche et du muscle mentonnier s'avère bénéfique, notamment chez les patients souffrants d'un manque de compétence labiale. <sup>30</sup> Les exercices rééduquant le muscle orbiculaire de la bouche sont également nécessaires pour obtenir une fermeture de la bouche sans effort, et amener ainsi à une ventilation nasale saine et à une position correcte de la langue au repos. <sup>19</sup> La prononciation du mot « CHOU », alternée avec la prononciation de la lettre « X », permet de solliciter alternativement le muscle orbiculaire de la bouche et les muscles zygomatiques.

Les exercices de gymnothérapie faciale, réalisés 5 minutes par jour sur une période allant du 1<sup>er</sup> mois post-chirurgical jusqu'au 4<sup>e</sup> mois post-chirurgical, auraient également un rôle positif sur l'amélioration de l'esthétique du sourire après une ostéotomie de Lefort I. <sup>31</sup>

### ➤ **Exercices de proprioception et d'extéroception**

Les exercices de proprioception permettent au patient de se réappropriier la perception de son nouvel environnement buccal après la chirurgie orthognathique. Les exercices d'extéroception permettent quant à eux de rééduquer la sensibilité nerveuse cutanée.

Selon un article sur la thérapie myofonctionnelle après une chirurgie maxillo-faciale, les exercices de proprioception et d'extéroception peuvent être commencés directement après la chirurgie. Le patient est invité à explorer la cavité orale avec la langue (toucher le palais, compter les dents, etc...), et à être conscient de la position de la langue au repos et durant la déglutition. <sup>20</sup> Pour l'extéroception, le patient peut effectuer des exercices de sensibilités tactiles (avec des objets de la vie quotidienne, en s'entraînant à reconnaître la densité de différents pinceaux balayés sur la peau avec les yeux fermés...) et de sensibilités thermiques (à l'aide de glaçons dans un tissu). Les exercices doivent notamment être effectués sur la région mentonnière, qui est la plus longue à retrouver une sensibilité normale. <sup>17 20</sup>

Il a été montré qu'un programme d'exercices de rééducation sensorielle (associé à de la gymnothérapie) commencés peu de temps après l'intervention peut réduire la probabilité qu'un patient signale des sensations altérées (comme un engourdissement ou une baisse de sensibilité des lèvres) à long terme après une chirurgie orthognathique. <sup>32 33 34 35 36</sup>

De plus, afin d'améliorer la proprioception, il est recommandé au patient d'effectuer les exercices de gymnothérapie seul devant un miroir afin d'optimiser les informations sensorielles et de mieux intégrer la motricité du visage. <sup>10 30</sup>

### ➤ **Rééducation linguale**

La thérapie myofonctionnelle orofaciale associe des exercices de force, de positionnement, et de coordination des muscles masticateurs, des lèvres et de la langue, à des exercices de déglutition et de prononciation de certaines syllabes. Commencée 1 mois

après une chirurgie orthognathique, elle améliore la fonction masticatoire, augmente le tonus des muscles élévateurs, des muscles buccinateurs et des lèvres, et améliore la mobilité linguale 3 à 6 mois en post-opératoire.<sup>37</sup>

Une étude a montré que sur 30 patients ayant suivi une rééducation par gymnothérapie (mandibulaire et faciale) après une chirurgie orthognathique, 19 d'entre eux présentaient toujours des troubles persistants de la déglutition et de la posture linguale, et 5 présentaient des troubles de l'élocution. Une thérapie myofonctionnelle de rééducation linguale s'est avérée nécessaire chez ces patients, en plus de la gymnothérapie, afin de corriger les dysfonctions linguales persistantes, afin de limiter le risque de récurrence.<sup>38</sup> En effet, les dysfonctions linguales, telles que les déglutitions atypiques ou certains défauts d'élocution, jouent un rôle considérable dans la pathogenèse des dysharmonies dento-maxillaires. Ces dysfonctions linguales participent par exemple à l'apparition de classe III squelettique, de béance antérieure, etc... Il est à noter que les difficultés de déglutitions et de proprioception linguale sont nettement moindres chez les patients ayant reçu une pré-rééducation avant la chirurgie.<sup>20</sup>

La langue doit être rééduquée dans sa position de repos, mais aussi lors de la déglutition et lors de la phonation. Pour les patients en classe III, un travail de recul lingual est nécessaire tandis que pour les patients en classe II, un travail de musculation de l'apex lingual et de relâchement du dos de la langue est réalisé.<sup>30</sup> La rééducation consiste en la réalisation d'exercices myofonctionnels de position linguale. Ces exercices peuvent être débutés directement après l'opération (sauf si les élastiques empêchent le mouvement). Ces exercices incluent par exemple :<sup>17 20</sup>

- Presser la langue contre la papille rétro-incisive ;
- Placer la langue dans le vestibule, sous les lèvres supérieure et inférieure ;
- Toucher alternativement la papille rétro-incisive et le plancher buccal ;
- Presser la langue contre le palais ;
- Tirer la langue (sans tension les premiers jours) ;
- Toucher les commissures des lèvres avec la pointe de la langue ;
- Lire une phrase en gardant les lèvres fermées ;
- Effectuer les exercices de proprioception de la langue en position de repos, et s'entraîner à garder une bonne posture de la langue au repos ...

Des exercices de rééducation de la déglutition sont également nécessaires. Pour se faire, le patient peut s'entraîner à déglutir de l'eau dans différentes positions, et à compter le nombre de déglutitions effectuées : <sup>20</sup>

- Avec la bouche entrouverte ;
- En serrant les dents et en écartant les lèvres (en souriant) ;
- En serrant les dents et en fermant les lèvres ;
- En maintenant la position de déglutition.

## **d. Acupuncture**

### ➤ **Acupuncture traditionnelle**

L'acupuncture, issue de la médecine traditionnelle chinoise, est plus rarement employée par les kinésithérapeutes maxillo-faciaux. Elle consiste à stimuler des points neuro-musculaires sous-cutanés ou muqueux appelés « points d'acupuncture », généralement par implantations d'aiguilles.

Il a été montré que l'acupuncture traditionnelle a une influence positive sur les signes et les symptômes des DTM <sup>39 40</sup>, mais il existe peu d'études étudiant l'efficacité de l'acupuncture traditionnelle après une chirurgie orthognathique.

Si l'acupuncture traditionnelle utilise généralement des aiguilles pour stimuler les points d'acupuncture, d'autres outils, tels que des ventouses, des dispositifs d'acupression, des aimants, des dispositifs de moxibustion (apport de chaleur), etc... peuvent être utilisés. Par exemple, une étude a montré que l'application d'un plâtre au Capsicum (plante de la famille des piments et des poivrons) sur le point d'acupuncture Hegu (situé entre la base du pouce et l'index) diminue les besoins post-opératoires en médicaments analgésiques opioïdes, et les effets secondaires liés à ces médicaments après une ostéotomie sagittale bilatérale. Les médicaments employés étaient le Kétorolac (AINS) et le Fentanyl (analgésique opioïde) en milieu hospitalier. L'étude a comparé trois groupes : un groupe avec un plâtre sur le point Hegu et un placebo sur les épaules (groupe expérimental), un groupe avec un plâtre sur les épaules et un placebo sur le point Hegu (groupe factice), et un groupe avec un placebo sur les deux zones (groupe témoin). Les résultats statistiques étaient significativement meilleurs pour le groupe expérimental par rapport aux deux autres groupes. <sup>41</sup>

### ➤ Acupunctures non traditionnelles

Plusieurs thérapies dérivées de l'acupuncture traditionnelle existent, telles que :

- L'électro-acupuncture (EA),
- La thérapie d'acupuncture au laser (LAT),
- Le traitement par aiguilletage humide,
- Le traitement par aiguilletage à sec (ou Dry Needling en anglais).

L'EA consiste à stimuler électriquement (notamment à l'aide de TENS) les points d'acupuncture traditionnelle. L'association de l'acupuncture traditionnelle et de l'EA semble être plus efficace sur les paresthésies après chirurgie orthognathique, et après extraction des troisièmes molaires inférieures, que l'EA seule et que l'acupuncture traditionnelle seule.<sup>42</sup> La LAT quant à elle, stimule les points d'acupuncture grâce à un rayonnement laser plutôt que par des aiguilles. Une étude en 2017 a comparé les influences de l'EA et de la LAT sur le traitement des paresthésies après chirurgie orthognathique associée à une génioplastie. Les patients sont divisés en trois groupes : un groupe ayant recours à l'EA (via des TENS), un groupe ayant recours à la LAT, et un groupe placebo (les trois groupes prennent un traitement médicamenteux en parallèle). La sensibilité tactile est évaluée grâce à un test de brossage (avec des pinces), à un test de discrimination en deux points (à l'aide d'un compas), et grâce à un test de douleur (test électrique). Les résultats ont montré que seule l'électro-acupuncture a eu un effet sur le retour de la sensibilité tactile du menton et de la lèvre inférieure, avec une différence significative, grâce au test de brossage mécanique.<sup>43</sup>

Le traitement par aiguilletage humide utilise des aiguilles creuses permettant d'administrer des médicaments, comme des corticostéroïdes, des anesthésiques, des sclérosants, des toxines botuliques, etc...

Le traitement par aiguilletage à sec est de plus en plus utilisé par les kinésithérapeutes. La technique du Dry Needling a la particularité d'avoir une action intramusculaire puisque les aiguilles doivent atteindre les points déclencheurs myofasciaux (ou points gâchettes). Ainsi, une fibrillation musculaire se produit, ce qui permet d'obtenir un relâchement immédiat du muscle. De plus, cette technique a pour avantage d'avoir un effet durable dans le temps. Peu d'études mentionnent l'utilisation de la technique du Dry Needling après chirurgie orthognathique. Une revue systématique de la littérature datant de 2019 énonçait par ailleurs l'insuffisance quantitative et qualitative des études sur l'aiguilletage à sec pour

conclure à son efficacité sur la douleur dans le cadre des DTM. <sup>44</sup> Mais une étude en 2022 a montré que la thérapie par Dry Needling avait réduit significativement les douleurs oro-faciales, et avait diminué l'activité musculaire chez les patients souffrant de DTM, en comparant un groupe expérimental (Dry Needling sur le muscle masséter), et un groupe témoin (simulation de la technique). <sup>45</sup>

### **e. Bandes de kinésiologie : Kinesio Taping ®**

Fréquemment utilisé dans le milieu sportif, le Kinesio taping ®, ou K-taping ®, est une technique de physiothérapie qui consiste en l'application d'un système de bandage adhésif élastique et imperméable. Contrairement au strapping, les bandes de taping n'immobilisent pas les articulations et ne limitent pas le mouvement. Les bandes de K-taping® permettent, en soulevant légèrement la peau, d'augmenter l'espace entre l'épiderme et le fascia musculaire. Ainsi, la pression sur les nocicepteurs est diminuée, ce qui réduit la douleur. De plus, il y a une amélioration de la circulation veino-lymphatique, le drainage des lymphœdèmes et des hématomes se fait donc plus efficacement. Cette technique améliore également la proprioception et la fonction musculo-articulaire. <sup>46</sup>

L'utilisation du K-taping® les premiers jours suivant une ostéotomie bimaxillaire permet de réduire significativement l'œdème post-opératoire entre un groupe expérimental (K-taping® et corticostéroïdes) et un groupe témoin (corticostéroïdes seuls).<sup>47</sup> Des différences significatives sont aussi obtenues sur l'œdème post-opératoire en comparant un groupe avec K-taping® et un groupe avec hiothérapie (cryothérapie + ruban compressif). <sup>48</sup> De plus, même si l'œdème persiste, la sensation subjective de gonflement par le patient demeure moindre après application des bandes de kinésiologie. <sup>49</sup>

Il a été également montré que les bandes de kinésiologie utilisées durant les cinq jours suivant une chirurgie maxillo-faciale permettent de diminuer l'œdème post-opératoire de façon significative, mais également la douleur, et d'augmenter significativement l'amplitude de l'ouverture buccale entre deux groupes avec et sans K-taping®. <sup>50</sup>

Les bandes sont placées de façon à se diriger vers les canaux lymphatiques, en regard des ganglions lymphatiques cervicaux, sous-mentaux, mandibulaires, sous-maxillaires, pré-auriculaires et parotidiens. Les bandes passent sur l'arc zygomatique et atteignent le bord infra-orbitaire et la suture frontozygomatique. <sup>49</sup>



Figure 2 : application des bandes de kinésiologie après une chirurgie orthognathique

Source : Tozzi et al., Influence of Kinesiological Tape on Post-operative Swelling After Orthognathic Surgery. J Maxillofac Oral Surg. mars 2016 <sup>49</sup>

## **f. Cryothérapie**

La cryothérapie est une thérapie par le froid avec un but antalgique et anti-inflammatoire. L'application locale de froid se fait le plus souvent grâce à des packs de glace, des aérosols, des sprays, etc... La cryothérapie est utile dans le cas de gros œdèmes. Elle peut être utilisée immédiatement en post-opératoire, et est complétée par l'application locale de froid par le patient lui-même pendant 3 à 4 jours.

La cryothérapie diminue la douleur et l'inconfort après une chirurgie orthognathique. Une étude a comparé deux groupes de respectivement 27 et 21 patients : un premier groupe qui recevait une cryothérapie « humide » (utilisation d'une serviette glacée), et un deuxième groupe qui recevait une cryothérapie « sèche » (application d'un pack de glace) après une chirurgie orthognathique. En se fondant sur des indicateurs subjectifs de douleur, de chaleur et de gonflements relevés à 60, 90, 120, 180, minutes puis 24 et 48 heures après l'opération, l'étude a conclu que la cryothérapie « humide » serait plus efficace que la cryothérapie « sèche » pour réduire l'inconfort post-opératoire. Mais en mesurant la température au niveau du visage et du front à intervalles réguliers après l'opération, la cryothérapie « sèche » a montré une meilleure réduction de l'inflammation locale. <sup>51</sup>

L'hilothérapie, ou thérapie par compression à froid, associe la cryothérapie à la compression statique, qui a pour objectif d'empêcher ou de limiter la formation d'un œdème, en général par application d'un masque facial à la température régulée. L'hilothérapie réduit significativement le gonflement post-opératoire, la douleur, et le trismus, mais elle semble peu efficace sur les troubles neurosensoriels et sur les hématomes. <sup>52 53 54 55 56</sup> L'utilisation

à domicile du masque Hilotherm® améliore nettement le confort des patients après une chirurgie orthognathique.<sup>57</sup> Une étude en 2018 a comparé l'évolution de l'œdème après une chirurgie orthognathique selon différentes températures de refroidissement (18°C et 22°C) au moyen de l'hilothérapie. Les résultats ont montré une diminution significative de l'œdème 30 jours après l'intervention chez les patients traités avec une température à 18°C, comparé aux patients traités avec une température à 22°C. L'intensité de la douleur était cependant similaire entre les deux groupes.<sup>58</sup>

La cryothérapie gazeuse hyperbare (neurocryostimulation) fonctionne grâce à une pulvérisation de Dioxyde de Carbone (CO<sub>2</sub>) à -78°C sous pression. Une étude datant de 2021 a montré que la cryothérapie gazeuse hyperbare semble plus efficace que les techniques de cryothérapie traditionnelles pour diminuer l'œdème post-opératoire après ostéotomie bilatérale de l'angle mandibulaire. Pour cette étude, 37 patients ont été inclus et pour chacun d'eux, un côté du visage a été tiré au sort pour être le « côté expérimental » qui a reçu une cryothérapie gazeuse hyperbare complémentaire aux soins habituels (le « côté témoin » du visage a reçu seulement les soins habituels, dont la cryothérapie conventionnelle par compresses froides). De plus, cette étude mentionne l'effet durable dans le temps de la neurocryostimulation jusqu'à 7 jours.<sup>59</sup>

## **g. Thermothérapie**

L'apport de chaleur a pour objectif principal de réduire les tensions musculaires. Cependant, il est plutôt indiqué lorsque l'œdème post-opératoire a totalement disparu, donc minimum 1 mois après la chirurgie. La thermothérapie serait plutôt indiquée dans le cas des DTM (secondaires à une chirurgie orthognathique ou non).

L'apport de chaleur superficielle humide est le plus souvent cité dans le traitement contre les douleurs, mais il existe aussi l'apport de chaleur sèche. Les temps d'application varient de 5 à 30 minutes, mais la plupart des études mentionnent une application durant 20 minutes, au moins une fois par jour.<sup>60</sup> L'application de chaleur peut se faire par plusieurs méthodes : bouillote, coussin chauffant électrique, compresses, etc... Dans le cadre des DTM, le Collège National d'Occlusodontologie recommande d'appliquer une serviette ou un gant de toilette trempés dans l'eau à 40°C, en préparation d'une gymnothérapie toutefois.<sup>21</sup> D'après une étude datant de 2016, il n'y a pas de différence significative d'efficacité de la pénétration de la chaleur entre l'application de chaleur humide et de chaleur sèche sur les

tissus oro-faciaux. Il a été observé que certains patients préfèrent l'application de chaleur humide. <sup>61</sup>

Une revue systématique de la littérature en 2022 a conclu avec des preuves modérées que la thermothérapie permettrait d'obtenir une réduction significative de l'œdème 48 heures après une chirurgie orthognathique. Les mêmes résultats ont été obtenus concernant les médications systémiques, ainsi que le K-taping®. A l'inverse, cette revue a évalué le DLM et le laser comme non efficaces sur la réduction de l'œdème post-opératoire. <sup>62</sup>

Un article de 1983 suggérait à l'époque que, dans le cadre des DTM, l'application de chaleur superficielle serait moins efficace que la diathermie, c'est-à-dire l'application de chaleur produite par des micro-ondes, des ultrasons, ou des courants électriques. <sup>63</sup>

## **h. Thérapie Laser de bas niveau**

L'application d'une lumière monochromatique et cohérente d'une seule longueur d'onde sur les tissus, appelée thérapie au laser de bas niveau (LLLT), permet de réduire localement l'inflammation et la douleur, et aide à la cicatrisation des tissus. <sup>64</sup> Les longueurs d'ondes utilisées dans la LLLT se situent dans le spectre de la lumière rouge et de l'infrarouge, et se situent donc sur une fenêtre allant d'environ 630 nm à 1100 nm.

Dans le cadre des douleurs dues aux DTM, il a été montré que la thérapie par laser est significativement plus efficace que l'ultrasonothérapie sur la douleur et sur l'amplitude de l'ouverture buccale. <sup>8</sup> De plus d'après une revue de la littérature datant de 2022, la LLLT semble plus efficace à court terme que les TENS, et de meilleurs résultats peuvent être obtenus avec des longueurs d'onde augmentées entre 910 nm et 1100 nm. <sup>65</sup> Une autre revue de la littérature en 2022 mentionne que, dans le cadre des DTM, la LLLT serait plus efficace pour diminuer la douleur et pour améliorer l'ouverture buccale que les TENS et que l'ultrasonothérapie. <sup>66</sup>

L'utilisation de la LLLT de façon précoce directement sur les tissus buccaux après une chirurgie orthognathique (associée à une thérapie au laser infrarouge pulsé sur le visage du patient), permet d'améliorer les processus vasoactifs d'hémorégulation dans les tissus, contribuant à prévenir l'apparition de complications inflammatoires. <sup>67</sup> Plusieurs études

montrent que la LLLT diminue la douleur après une chirurgie orthognathique de façon supérieure à un placebo, avec des différences significatives. <sup>68 69 70 71 72</sup>

Cependant, même si la LLLT est un outil auxiliaire pour réduire la douleur, son efficacité sur l'œdème post-opératoire est controversée. <sup>73</sup> En effet, la majorité des études observent une diminution de l'œdème grâce à la LLLT comparée à un placebo, mais les résultats ne sont pas ou peu significatifs. <sup>62 68 70 71 74</sup> Une étude a montré que la diminution de l'œdème était plus efficace avec une LLLT dont l'énergie est réglée sur 68,33 J/cm<sup>2</sup>, plutôt qu'avec une LLLT dont l'énergie est réglée sur 85,71 J/cm<sup>2</sup>. <sup>75</sup>

Selon plusieurs études, la LLLT semble également améliorer l'amplitude de l'ouverture buccale et les mouvements mandibulaires après chirurgie orthognathique <sup>68 70 71</sup>, mais une revue systématique de la littérature datant d'août 2023 n'a quant à elle pas conclu à une efficacité significative sur l'ouverture buccale. <sup>72</sup> De plus, une étude n'a obtenu des résultats significatifs que dans le cas de chirurgies bimaxillaires, mais pas dans le cas des chirurgies maxillaires ou mandibulaires isolées. <sup>76</sup>

Concernant les paresthésies après chirurgies orthognathiques, la LLLT (comparée à un placebo ou à un groupe témoin) semble accélérer la récupération des troubles neurosensoriels (notamment des nerfs alvéolaires, mais aussi du nerf infra-orbitaire et du nerf facial), mais les résultats ne sont pas ou peu significatifs. <sup>71 73 77 78 79 80 81</sup> Cependant, il a été montré que l'utilisation du laser n'est pas efficace dans les deux jours suivant l'intervention, mais que les résultats sur les paresthésies sont plutôt obtenus sur une période de plus d'un mois après la chirurgie, avec une dizaine de séances nécessaires. <sup>82 83</sup>

Une étude a montré qu'un groupe de patients traités par LLLT associée à une thérapie par diodes électroluminescentes (LED) présentaient un score EVA (échelle visuelle analogique) et un score au test du pinceau supérieur par rapport au groupe témoin, avec une différence significative. L'étude conclut donc à une efficacité de la LLLT associée à la LED sur les paresthésies du nerf alvéolaire inférieur durant les 6 mois post-opératoires. <sup>84</sup> Ces résultats sont en corrélation avec une revue de la littérature datant de 2023 qui a conclu, avec des preuves modérées, que la LLLT et la LED était significativement plus efficace qu'un placebo dans la rééducation neurosensorielle post-opératoire du nerf alvéolaire inférieure. <sup>85</sup>

## **i. Ultrasonothérapie**

L'ultrasonothérapie peut être utilisée dans un objectif de réduction de la douleur. En effet, les ondes sonores à haute fréquence ont des propriétés anti-inflammatoires en agissant

directement sur les médiateurs de l'inflammation, mais également des propriétés thermiques en produisant de la chaleur en profondeur des tissus grâce à leur vibration. <sup>8</sup>

Une étude réalisée en 2018 a analysé l'efficacité de l'ultrasonothérapie, associée à de l'électrothérapie (TENS et stimulateur à courant faradique) par rapport à un groupe témoin, sur l'amplitude de l'ouverture buccale, chez des patients traités par fixation intermaxillaire après une chirurgie orthognathique ou une fracture mandibulaire. Les résultats ont montré que l'amplitude de l'ouverture buccale, mesurée à 1, 3 et 6 semaines après chirurgie, était plus élevée dans le groupe traité par ultrasonothérapie et électrothérapie que dans le groupe témoin, avec une différence significative. <sup>86</sup>

La thérapie par ultrasons pulsés de faible intensité (LIPUS) ne provoque quant à elle pas de modification de température dans les tissus, et il a été montré qu'elle accélère la cicatrisation osseuse et articulaire. <sup>87</sup> La LIPUS appliquée sur un côté du visage 20 minutes par jour pendant 3 semaines après une ostéotomie mandibulaire, a montré une amélioration significative de la régénération osseuse au niveau du site opératoire (la densité osseuse au site chirurgical a été mesurée grâce au logiciel Digora), et une diminution significative de la douleur par rapport au côté du visage témoin (recevant une LIPUS factice). <sup>88</sup>

Une étude a été réalisée en 2022 dans laquelle le groupe expérimental recevait une thérapie par champ électromagnétique à très basse fréquence (ELF EMF), associée à une thérapie par LED de haute énergie, 3 fois par jour pendant 10 jours, en plus d'une médication par Paracétamol et Ibuprofène après une chirurgie orthognathique. Le groupe témoin recevait seulement une médication post-opératoire. L'étude a observé qu'une thérapie associant ELF EMF et LED est bénéfique dans la réduction de la douleur. <sup>89</sup>

## **j. Electrothérapies**

Les électrothérapies varient selon le type de courant électrique généré, la fréquence utilisée, et leur modalité d'utilisation. La fréquence peut être basse, moyenne ou haute, et le courant électrique peut être continu, alternatif, linéaire, exponentiel, faradique, galvanique, etc... Ainsi, selon le type d'électrothérapie, le courant électrique entraîne soit une détente, soit une contraction musculaire. Si ces thérapies sont généralement utilisées à des fins antalgiques, elles peuvent aussi jouer un rôle dans la rééducation fonctionnelle ou sportive.

Les thérapeutiques par utilisation d'électricité sont nombreuses (liste non exhaustive)<sup>90</sup>  
91 92 :

- La stimulation électrique musculaire (EMS)
- La stimulation nerveuse électrique transcutanée (TENS)
- La stimulation nerveuse électrique percutanée (PENS)
- La stimulation nerveuse par micro-courant (MENS)
- Le courant interférentiel (CIF) de haute fréquence
- La stimulation électrique haute tension
- L'ionophorèse...

La HAS indique que les douleurs chroniques post-opératoires sont des indications communément admises aux TENS, puisqu'elles font partie des méthodes non pharmacologiques permettant le soulagement de la douleur.<sup>93</sup>

Une étude datant de 2005 a mis en évidence une efficacité similaire (pas de différence significative entre les deux groupes) entre le groupe recevant des TENS et de la gymnothérapie (avant TENS puis 30 min après les TENS) et le groupe recevant une médication par Paracétamol et de la gymnothérapie (avant et 30 min après la médication) sur l'amplitude de l'ouverture buccale après une chirurgie pour fracture mandibulaire avec fixation intermaxillaire.<sup>94</sup> Une étude plus récente en 2022 a montré que l'application hebdomadaire de TENS pendant 30 minutes sur une période de quatre semaines après chirurgie orthognathique améliorerait significativement l'amplitude de l'ouverture buccale, et diminuait l'inflammation locale chez les patients traités pour une classe II squelettique. Cependant, même si l'amplitude de l'ouverture buccale était également améliorée pour les patients traités pour une classe III squelettique, les résultats n'étaient pas significatifs pour ces patients-là.<sup>95</sup>

### **III. La neurostimulation électrique transcutanée**

Les neurostimulations électriques transcutanées, ou TENS, n'ont été décrites qu'en 1967 par Wall et Sweet<sup>96</sup> pour la réduction de douleurs cutanées et nerveuses en premier lieu, puis en odontologie par Shane et Kessler<sup>97</sup> en second lieu.

Fréquemment utilisées en-dehors de la sphère oro-faciale, les TENS permettent l'obtention d'une analgésie non médicamenteuse et non invasive sur les muscles et les articulations.<sup>98</sup> Les dispositifs de TENS sont composés d'électrodes autocollantes, reliées par des câbles à un boîtier neurostimulateur qui envoie des ondes électriques, dont la tension, l'intensité, la fréquence et la largeur d'impulsions sont variables.

#### **a. Mécanismes d'action analgésique**

Les TENS exercent divers mécanismes d'actions permettant d'obtenir un effet analgésique.

##### **➤ Action neurologique : théorie du « Gate control »**

La théorie du « Gate control », ou portillon, décrite par Melzack et Wall en 1965<sup>99</sup>, consiste en une inhibition du message nerveux nociceptif. Une stimulation extérieure douloureuse active des influx nocicepteurs sur les fibres nociceptives. Celles-ci correspondent à l'axone, c'est-à-dire le prolongement périphérique, du neurone primaire. Ces fibres nociceptives sont de deux types :<sup>100</sup>

- Fibres mécanoréceptrices, appelées fibres A $\delta$ , peu myélinisées et de petit calibre, sensibles aux stimuli mécaniques et thermiques, responsables d'une douleur rapide et localisée ;
- Fibres nociceptives, appelées fibres C, non myélinisées et de petit calibre, sensibles aux stimuli thermiques et chimiques, responsables d'une douleur tardive (1 seconde après stimulus), et mal localisée.

Ces fibres nociceptives communiquent avec les cellules T de la corne dorsale de la moelle épinière, elle-même reliée au thalamus et au système nerveux central (SNC), qui reçoit ainsi le message nociceptif.<sup>100</sup> Les fibres A $\alpha$  et A $\beta$ , responsables de la proprioception, sont quant à elles des fibres myélinisées de gros diamètre. Lorsqu'un certain seuil de stimulation est atteint, elles permettent d'augmenter l'activité des inter-neurones inhibiteurs.

Ces inter-neurones inhibiteurs stoppent l'influx nociceptif des fibres A $\delta$  et des fibres C, qui n'est alors plus transmis au SNC. <sup>100</sup>

Les TENS permettent donc, par stimulation des fibres A $\alpha$  et A $\beta$ , de créer un influx inhibiteur du message nociceptif : c'est le « Gate control ».

➤ **Action métabolique**

L'utilisation de TENS provoque une libération de neurotransmetteurs analgésiques, tels que les endorphines au niveau du SNC. <sup>101 102</sup> Ces endorphines permettent d'empêcher la fixation des neurotransmetteurs de la douleur à leurs récepteurs au niveau de la corne dorsale de la moelle épinière. Il s'agit de contrôles inhibiteurs descendants. <sup>100</sup>

➤ **Action vasculaire**

L'action vasculaire est la première action recherchée. En présence de spasme musculaire, la contraction vasculaire provoque une diminution d'oxygène dans les tissus, ce qui réduit significativement la quantité d'ATP créé lors du cycle de Krebs, entraînant ainsi une fermentation anaérobie dans le tissu musculaire, responsable de la douleur. Les contractions isotoniques à intervalle régulier obtenues par utilisation de TENS et la décontraction musculaire, libèrent la pression au niveau vasculaire, permettant ainsi une oxygénation des tissus et donc une diminution de la douleur.

➤ **Action lymphatique**

Les vaisseaux lymphatiques n'ont pas de contraction propre, ce qui signifie qu'une contraction des muscles alentours leur est nécessaire afin de pouvoir remplir leur rôle de drainage des déchets métaboliques. Sans contraction musculaire, lors d'un spasme par exemple, une accumulation de déchets métaboliques est présente dans le tissu interstitiel, provoquant un œdème et une inflammation continue, responsables de la douleur et de l'auto-entretien du spasme. Les contractions musculaires obtenues par utilisation des TENS permettent ainsi le drainage des vaisseaux lymphatiques, ayant un effet analgésique sur les muscles et les articulations.

Le traitement des douleurs musculaires et articulaires par les TENS est donc un traitement symptomatique, et non étiologique. Cependant, les TENS ont un rôle important en occlusodontie grâce aux effets musculaires engendrés par leur utilisation.

## **b. Effets musculaires**

Les TENS ont tout d'abord pour rôle le déconditionnement des muscles masticateurs, en supprimant l'auto-entretien des spasmes, ce qui permet la décontraction musculaire.<sup>103</sup> Ils provoquent également une contraction isotonique involontaire des muscles, les amenant ainsi à leur position de repos. En occlusodontie par exemple, ces effets musculaires induits par les TENS sont enregistrables par électromyographie, et permettent :

- D'enregistrer la dimension verticale de repos (DVR) réelle, en évitant les biais dus aux contractions musculaires chroniques ;
- D'enregistrer les trajets mandibulaires d'ouverture, de fermeture et en latéralités, en évitant les biais dus à une OIM dysfonctionnelle.

## **c. TENS haute fréquence et TENS basse fréquence**

### ➤ **TENS Haute fréquence (C-TENS)**

Les TENS à haute fréquence, ou C-TENS (« conventional TENS ») , sont programmées entre 80 et 100 Hz, avec des largeurs d'ondes de 50 à 200 µs et de basses intensités.<sup>93</sup> Il s'agit des TENS dites conventionnelles. Elles agissent sur la douleur grâce à une action neurologique pure (Théorie du « Gate control »). Les actions vasculaire et lymphatique sont très limitées, et il n'y a aucune action métabolique par libération d'endorphines.

Ainsi, les TENS à haute fréquence permettent une action analgésique rapide, mais de courte durée, dont l'effet s'estompe après arrêt des TENS. Elles ne permettent pas de déconditionnement musculaire, et n'entraînent pas la contraction isotonique des muscles masticateurs. Elles sont donc très peu employées en occlusodontie.

### ➤ **TENS Basse fréquence (AL-TENS)**

Les TENS à basse fréquence, ou AL-TENS (« acupuncture-like TENS »), sont programmés entre 1 et 4 Hz, avec des largeurs d'ondes entre 100 et 400 µs et de hautes intensités.<sup>93</sup> L'effet analgésique provient des actions vasculaires, lymphatiques, neurologique, et métaboliques par libération d'endorphines.

Tandis que les TENS haute fréquence permettent un effet analgésique immédiat, les TENS basse fréquence ont quant à elles un effet analgésique retardé, 20 à 25 minutes après

utilisation des TENS. Cependant, cet effet est plus durable dans le temps. Grâce à leur action sur les fibres nerveuses motrices, les TENS basse fréquence permettent un déconditionnement et une décontraction musculaire. Les muscles ont une contraction isotonique, visible à l'œil nu.

Afin d'obtenir cette relaxation musculaire, le temps d'application idéal des TENS basses fréquences en occlusodontie serait d'environ 40 minutes.<sup>104</sup>

#### **d. Relaxation des muscles de la mâchoire grâce aux TENS**

Les TENS sont utilisées sur muscles masticateurs grâce au dispositif J5 Myomonitor<sup>®</sup>. Mis au point en 1969 par Bernard Jankelson, il s'agit du premier monitor créé spécialement pour le chirurgien-dentiste. Les pulsations sont déclenchées toutes les 1,4 secondes, et durent 500 microsecondes. Cela équivaut environ à 40 pulsations par minute. L'intensité est réglable entre 0 et 25 mA. Les appareils de neurostimulation à visée antalgique ont comme fonctionnalités essentielles :<sup>93</sup>

- Disponibilité de programmes C-TENS et AL-TENS, avec possibilité d'alterner ou d'associer ces deux programmes.
- Programmes débutant en « rampe montante », c'est-à-dire permettant de limiter les sensations douloureuses lors du déclenchement de la stimulation.
- Génération d'un courant constant avec ondes biphasiques asymétriques compensées, en double canal.

L'électrostimulation se fait grâce à des électrodes placées sur le patient et reliées au Myomonitor. Il existe deux pistes (A et B) reliées aux électrodes, réglables indépendamment l'une de l'autre :

- La piste A du J5 Myomonitor<sup>®</sup> est reliée à deux électrodes placées à l'avant des tragus (droit et gauche). Elles permettent un effet au niveau de l'échancrure sigmoïde, et ont donc une action sur le nerf facial VII et le nerf mandibulaire V3.
- La piste B du J5 Myomonitor<sup>®</sup> est reliée à deux électrodes placées au niveau des trigger-point des muscles trapèzes (droit et gauche). Elles ont donc un effet au niveau de l'innervation des muscles trapèzes et des muscles para-vertébraux.

- Chaque piste est reliée à une électrode neutre. Les deux électrodes neutres sont placées au niveau des cervicales, sur la ligne médiane. Elles doivent être placées assez proches des autres électrodes afin d'éviter les brûlures cutanées.



Figure 3 (à gauche) : placement des électrodes reliées à la piste A du J5 Myomonitor®

Figure 4 (à droite) : placement des électrodes neutres et des électrodes reliées à la piste B du J5 Myomonitor®

Source des images : <https://www.myotronics.com> <sup>105</sup>

L'intensité est réglée en premier lieu au niveau de la piste B, et doit être augmentée graduellement jusqu'à ce que des contractions pulsatiles des muscles trapèzes soient objectivées, visuellement ou par palpation. En second lieu, l'intensité est réglée au niveau de la piste A. Le premier effet objectivable visuellement est la contraction pulsatile des paupières. L'intensité doit être augmentée jusqu'à ce qu'un mouvement ascendant mandibulaire involontaire apparaisse, objectivable par interposition de l'index sur les bords incisifs mandibulaires.

La balance gauche/droite est programmée de manière à engendrer une contraction bilatérale symétrique. Elle ne doit pas dévier la trajectoire de fermeture mandibulaire.

Les pulsations musculaires engendrées par les TENS sont identiques, et reproductibles.

#### ➤ **Modalités d'utilisation**

La prise en compte de certains impératifs d'utilisation sont indispensables : <sup>93</sup>

- Un nombre suffisant de fibres myélinisées à stimuler doit être disponible ; par ailleurs, seules les fibres superficielles peuvent être stimulées.

- Pour les modes de type haute fréquence (C-TENS), les paresthésies doivent se situer dans la zone douloureuse. Aucun consensus sur le bon placement des électrodes n'est trouvé dans la littérature. Le but est d'induire des paresthésies confortables pour recouvrir la zone douloureuse.
- La durée quotidienne de stimulation est variable et fonction de la pathologie.

### **e. Risques et contre-indications**

Les TENS présentent peu d'effet secondaires, et possèdent peu de contre-indications. D'après les recommandations de la HAS, les principaux effets indésirables de la neurostimulation de type TENS sont les irritations cutanées. Les contre-indications à l'utilisation des TENS sont les suivantes :<sup>93</sup>

- Application sur une zone cutanée lésée ou insensibilisée ;
- Application sur les régions cervicales antérieures, sinus carotidiens, thoracique, et abdomen chez la femme enceinte ;
- Utilisation avec tout dispositif médical implantable actif ;
- Utilisation durant un électrocardiogramme ou un électroencéphalogramme ;
- Thrombose veineuse ou artérielle ou thrombophlébite ;

Elles présentent une contre-indication absolue chez les patients porteurs de pacemaker, et un avis médical est conseillé chez la femme enceinte.

En cas de réactions allergiques à l'application des électrodes, la HAS recommande l'utilisation d'électrode hypoallergénique, ou des électrodes de type silicone graphite.<sup>93</sup>

## **IV. Protocole d'étude**

### **a. Objectifs de l'étude**

#### ➤ **Objectif principal**

L'objectif principal de cette étude est d'évaluer si les TENS améliorent l'amplitude de l'ouverture buccale après une chirurgie orthognathique.

#### ➤ **Objectifs secondaires**

Les objectifs secondaires de cette étude sont de déterminer si les TENS améliorent la récupération post-opératoire concernant la douleur, l'inflammation locale et la force de morsure.

### **b. Critères de jugement**

#### ➤ **Critère de jugement principal**

Le critère de jugement principal est l'augmentation de l'amplitude de l'ouverture buccale.

L'amplitude de l'ouverture buccale est mesurée en millimètres entre le bord incisif des incisives centrales supérieures et le bord incisif des incisives centrales inférieures par le moyen d'un pied à coulisse à pointes, en veillant à ajouter la quantité de supracclusion (en mm) ou à soustraire la quantité de béance en occlusion (en mm). Deux valeurs sont mesurées : une première valeur avant l'apparition de douleur, pour laquelle le patient ouvre la bouche et s'arrête dès qu'il ressent une douleur. Puis, une deuxième valeur maximale, pour laquelle le patient ouvre la bouche au maximum.

Les données sont mesurées avant la chirurgie, puis à 7, 14, 21 et 28 jours post-opératoires. Les mesures sont effectuées à chaque fois avant la séance de kinésithérapie et de TENS, puis juste après.

#### ➤ **Critères de jugement secondaires**

Les critères de jugement secondaires pour cette étude sont :

- Diminution de la douleur post-opératoire ;
- Diminution de l'inflammation faciale locale ;
- Augmentation de la force de morsure.

La douleur est objectivée par les patients lors des mouvements d'ouverture et de fermeture buccale et est évaluée à l'aide d'une échelle visuelle analogique (EVA) allant de 0 à 10 (0 étant absence totale de douleur, et 10 étant la douleur maximale).

L'inflammation locale est évaluée par la mesure en millimètres de l'œdème facial à l'aide d'une règle souple appliquée sans pression et adaptée aux contours du visage des patients. La mesure se fait horizontalement du bord inférieur du lobe de l'oreille jusqu'au coin buccal externe, et verticalement de l'angle goniale jusqu'au canthus externe de l'œil.

La force maximale de morsure est mesurée grâce à l'appareil Innobyte™ de la marque Kube Innovation®. L'appareil se compose d'un boîtier électronique (rechargeable), d'un câble de connexion, et d'un embout buccal. Celui-ci, recouvert d'une protection en plastique jetable, doit être inséré dans la bouche du patient jusqu'à ce que les incisives soient placées contre le guide central. Le patient doit mordre l'embout le plus fortement possible pendant 1 à 2 secondes. Le boîtier affiche alors la valeur de la force de morsure en Newton.<sup>106</sup> Pour le protocole, deux valeurs sont mesurées : une première valeur maximale avant l'apparition de douleur, puis une deuxième valeur maximale.



Figure 5 : dispositif Innobyte™ – Kube Innovation®

Source : <https://www.kubeinnovation.com><sup>107</sup>

De la même manière que pour la mesure de l'amplitude d'ouverture buccale, toutes les données sont mesurées avant la chirurgie, puis à 7, 14, 21 et 28 jours post-opératoires. Les mesures sont effectuées à chaque fois avant la séance de kinésithérapie et de TENS, puis juste après.

Seules des valeurs numériques sont obtenues afin d'avoir des variables quantitatives.

## **c. Conception de l'étude**

### **➤ Caractéristiques de l'essai clinique**

Le protocole pour cet essai clinique possède les caractéristiques suivantes :

- Unicentrique ;
- Interventionnel ;
- Randomisé ;
- Contrôlé ;
- En simple aveugle.

La randomisation simple permet de tirer au sort les patients de façon aléatoire afin de les répartir entre les groupes de l'étude. Les patients seront ainsi divisés en deux groupes :

- Le groupe expérimental : utilisation des TENS associées au DLM, à la cryothérapie et à la gymnothérapie.
- Le groupe contrôle : utilisation des TENS placebo associées au DLM, à la cryothérapie et à la gymnothérapie.

L'étude est réalisée en simple aveugle : les patients ne savent pas dans quel groupe ils sont inclus et ne savent pas s'ils reçoivent le traitement par TENS ou le placebo. L'investigateur de l'étude ainsi que les praticiens effectuant le protocole connaissent en revanche la répartition dans les groupes et les traitements administrés.

### **➤ Critères d'éligibilité**

Pour cette étude, les critères d'inclusion sont :

- Âge supérieur ou égal à 18 ans ;
- Patients ayant bénéficié d'une chirurgie orthognathique bimaxillaire ou mandibulaire ;
- Un seul et même chirurgien réalisant l'opération ;
- Un seul et même kinésithérapeute qui réalise le suivi ;
- Consentement libre et éclairé signé par le patient et par l'investigateur.

Les critères d'exclusion sont :

- Patients porteurs de pacemaker ;
- Présence d'un trouble nerveux ou musculaire ;

- Médication pour un trouble nerveux ou musculaire ;
- Antécédent de thrombose veineuse, artérielle, ou thrombophlébite ;
- Présence d'une maladie maligne évolutive ;
- Présence d'infection en phase aiguë ;
- Impossibilité d'assister aux rendez-vous de suivi.

Il n'y a pas de critères d'inclusion ou d'exclusion définis sur le sexe des patients.

➤ **Modalités de recrutement**

Les patients sont recrutés par le chirurgien maxillo-facial. Les informations relatives à l'étude sont fournies aux patients à ce moment-là : l'objectif de l'étude, la durée de l'étude, l'explication des étapes et des différents rendez-vous, les critères d'inclusion et d'exclusion, et les coordonnées à contacter.

➤ **Nombre de participants**

Le nombre de participants sera déterminé en cours d'étude selon la puissance statistique. Un premier calcul des résultats a lieu à partir d'environ 30 patients inclus, puis, si le résultat n'est pas significativement significatif, davantage de patients seront inclus au sein de l'essai clinique jusqu'à ce que les résultats obtenus soient significatifs.

#### **d. Procédure d'application des thérapies physiques**

➤ **TENS**

Les TENS sont mises en place par le kinésithérapeute associé à l'étude au rythme de 2 séances de 30 min par semaine, réparties entre le jour 3 jusqu'au jour 28 post-opératoire (huit séances à J+3, J+7, J+10, J+14, J+17 J+21, J+24 et J+28). Pour chaque séance, l'application des TENS a lieu après le DLM afin de potentialiser leurs effets.

Le dispositif de TENS basse fréquence (AL-TENS) utilisé pour ce protocole est l'appareil J5 Myomonitor®.



Figure 6 : dispositif de TENS J5 Myotronics®

Source : <https://www.myotronics.com> <sup>105</sup>

Pour les deux groupes d'étude, les électrodes sont placées conventionnellement à l'avant de chaque tragus, sur chacun des deux muscles trapèzes, et une électrode neutre est placée sur la ligne médiane des cervicales du patient.

Pour le groupe témoin, l'intensité (bouton amplitude) est réglée sur 0 (0 mA) pour la piste A et pour la piste B. Pour le groupe expérimental, l'intensité (bouton amplitude) est réglée entre 0 et 25 mA, d'abord pour la piste A, puis pour la piste B, jusqu'à obtenir des contractions pulsatiles symétriques et visualisables.

La durée d'application des TENS pour les deux groupes est de 30 min.

#### ➤ **DLM**

Le DLM est réalisé par le kinésithérapeute associé à l'étude au rythme de 2 séances de 15 min par semaine, débuté au jour 3 jusqu'au jour 28 post-opératoire (huit séances à J+3, J+7, J+10, J+14, J+17 J+21, J+24 et J+28). Le DLM est réalisé avant l'application des TENS.

#### ➤ **Cryothérapie**

Un pack de glace est prescrit au patient, et doit être appliqué sur le visage à volonté les 3 premiers jours post-opératoires, puis 20 à 30 minutes 2 fois par jour jusqu'à la fin du protocole.

#### ➤ **Gymnothérapie**

La gymnothérapie est réalisée par le patient à son domicile 3 fois par jour, si possible avant chaque repas, du jour 1 jusqu'au jour 28 post-opératoire. Les exercices sont divisés en

deux groupes d'exercices : exercices de mouvements mandibulaires actifs, et exercices des muscles faciaux. A chaque session de gymnothérapie, le patient doit réaliser au minimum 5 mouvements de chaque exercice suivant :

- Ouvrir la bouche au maximum, sans forcer
- Avancer la mâchoire du bas au maximum, sans forcer
- Effectuer des mouvements de gauche à droite avec la mâchoire du bas, sans forcer
- Prononcer alternativement les mots « CHOU » et la lettre « X »
- Faire des grimaces et s'entraîner à faire la moue devant un miroir.

Les exercices à faire sont expliqués au patient, et détaillés sur la notice d'information qui est fournie au début du protocole (annexe n°1).

### **e. Déroulement de l'étude : calendrier de la recherche**

Une mesure initiale (score de la douleur, amplitude d'ouverture buccale, mesure horizontale et verticale du visage, et force de morsure) a lieu avant la chirurgie.

Dès le premier jour post-opératoire, le patient applique le pack de glace et réalise les exercices de gymnothérapie à la maison, et ce jusqu'à la fin du protocole (28<sup>e</sup> jour post-opératoire). Huit séances de kinésithérapie sont prescrites après l'opération, réparties entre le 3<sup>e</sup> jour et le 28<sup>e</sup> jour post-opératoire (voir la frise chronologique sur la page suivante). Les séances durent environ 45 minutes et consistent en 15 minutes de DLM suivi de 30 minutes de TENS. Les rendez-vous durent environ 1h pour que le praticien ait le temps de relever les données.

Les mesures sont prises durant les séances de kinésithérapie situées à J+7, J+14, J+21, et J+28. Chaque mesure est prise en début de séance, puis juste après. Il y a donc en tout 14 données à relever : l'EVA, l'inflammation locale (mesure verticale et horizontale de l'œdème), l'ouverture buccale (maximale avant douleur et maximale), et la force de morsure (idem).

Le déroulement des évènements est résumé à travers la frise chronologique suivante :

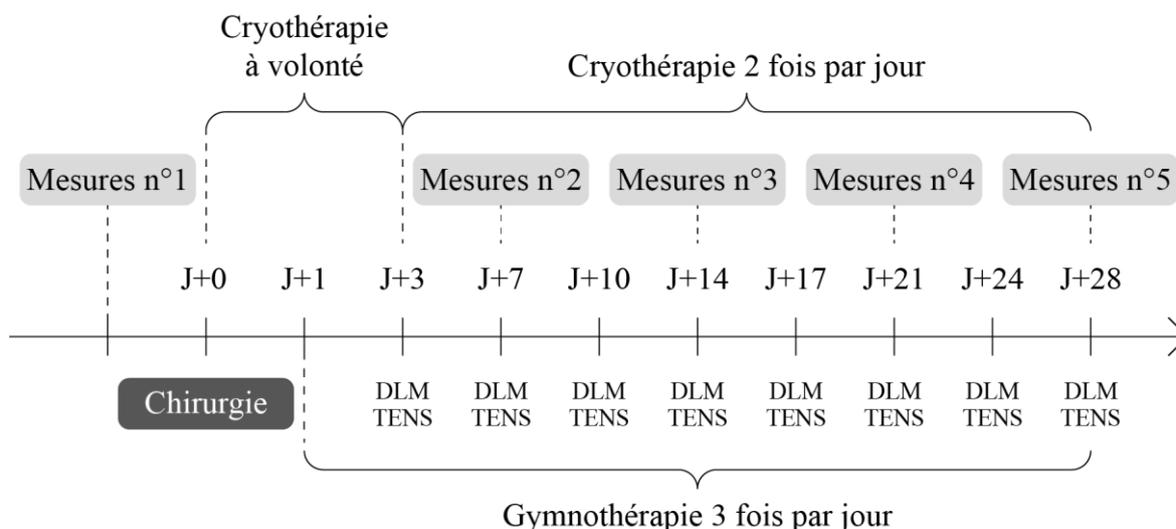


Figure 7 : Frise chronologique résumant le protocole

## **f. Cadre juridique et éthique de la recherche**

### **➤ Réglementations générales**

La loi du 5 mars 2012 relative aux recherches impliquant la personne humaine (RIPH), ou loi Jardé, concerne le cadre juridique et la réglementation de la recherche biomédicale, et sert à garantir la protection des personnes participant à la recherche. <sup>108</sup>

L'utilisation des dispositifs de stimulation externe électrique entre dans la catégorie des actes/techniques à risques et contraintes minimales, d'après l'annexe 1 de l'arrêté du 12 avril 2018 fixant la liste des recherches mentionnées au 2° de l'article L. 1121-1 du Code de la Santé Publique (CSP). <sup>109</sup> Les recherches incluant ces dispositifs appartiennent donc à la catégorie des RIPH 2, qui sont des recherches interventionnelles à risques et contraintes minimales. Une RIPH 2 doit :

- être menée par un promoteur qui en assure la gestion, veille au respect des bonnes pratiques, et vérifie que le financement est acquis ;
- avoir obtenu l'avis favorable du comité de protection des personnes (CPP) ;
- recevoir une autorisation de la Commission nationale informatique et liberté (Cnil) concernant le traitement des données à caractère personnel des personnes impliquées.

D'après l'article L1121-4 du CSP, il n'est pas nécessaire d'obtenir l'accord de l'Agence Nationale de Sécurité du Médicament et des Produits de santé (ANSM) pour une RIPH 2. En revanche, le promoteur doit transmettre à l'ANSM l'avis final rendu par le CPP ainsi que le résumé de la recherche.<sup>110</sup>

➤ **Recueil du consentement éclairé**

D'après l'article L1122-1-1 du CSP, aucune recherche mentionnée au 2° de l'article L. 1121-1 ne peut être pratiquée sur une personne sans son consentement libre, éclairé et exprès.<sup>111</sup> Pour cette étude, le formulaire de consentement éclairé (annexe n°2) est fourni au patient avant l'inclusion et après explication détaillée de l'étude par l'investigateur. Le formulaire de consentement éclairé est fourni avec une fiche d'information (annexe n°1), et doit être lu et signé par le patient et par l'investigateur de l'étude.

➤ **Déclaration des effets indésirables**

Aucun effet indésirable grave dû aux TENS n'est attendu pour cette étude clinique. Néanmoins, l'investigateur de l'étude doit relever tous les événements indésirables qu'ils soient graves ou non graves, qui surviennent entre la signature du consentement et la fin de la participation du patient. En effet, d'après l'article L1123 du CSP, tout effet indésirable grave (attendu ou inattendu) ou fait nouveau doit être signalé par l'investigateur au promoteur. Celui-ci doit le déclarer selon les délais en vigueur au CPP, et aux autorités compétentes (ANSM, et Agence Régionale de Santé ARS).<sup>112</sup>

➤ **Confidentialité des données**

Conformément aux articles L.1121-3 et R.5121-13 du CSP, les personnes ayant accès aux données d'une RIPH sont « soumises au secret professionnel en ce qui concerne la nature des produits étudiés, les essais, les personnes qui s'y prêtent et les résultats obtenus. Ils ne peuvent, sans l'accord du promoteur, donner d'informations relatives aux essais qu'au ministre chargé de la santé, aux médecins inspecteurs de santé publique, aux pharmaciens inspecteurs de santé publique, au directeur général et aux inspecteurs de l'Agence nationale de sécurité du médicament et des produits de santé. »<sup>113</sup> Les données recueillies au cours de la recherche sont rendues anonymes et ne doivent pas faire apparaître les noms des personnes concernées ni leur adresse. Pour ce faire, un système de codification est mis en place lors de l'inclusion des participants, avec un numéro attribué correspondant à leur ordre d'inclusion.

## Conclusion

Les symptômes post-opératoires après une chirurgie orthognathique incluent l'œdème, l'hématome, le trismus, la douleur, et les paresthésies. La rééducation post-opératoire vise à soulager ces symptômes et à maintenir la stabilité du traitement orthodontico-chirurgical.

La kinésithérapie maxillo-faciale utilise diverses thérapies physiques afin de soulager la douleur et rétablir la fonction orale. Si les thérapies physiques sont nombreuses (ultrasonothérapie, laser, acupuncture, etc...), les plus employées après une chirurgie orthognathique sont la cryothérapie, les techniques manuelles et la gymnothérapie. Les TENS sont fréquemment employées dans le traitement des symptômes des DTM, et la HAS indique qu'ils ont une indication pour soulager les douleurs chroniques post-opératoires.<sup>93</sup> Pourtant, peu d'études existent sur l'utilisation des TENS après une chirurgie orthognathique.

Afin d'évaluer l'efficacité des TENS après une chirurgie mandibulaire ou bimaxillaire, un protocole d'essai clinique randomisé, contrôlé et en simple aveugle a été proposé. Le groupe expérimental reçoit des TENS, tandis que le groupe contrôle reçoit des TENS placebo. Les deux groupes combinent les TENS au DLM, à la cryothérapie et à la gymnothérapie. Les patients sont suivis par un kinésithérapeute maxillo-facial jusqu'au 28<sup>e</sup> jour post-opératoire. Le critère de jugement principal est l'augmentation de l'amplitude de l'ouverture buccale, et les critères secondaires sont la diminution de la douleur et de l'œdème post-opératoire, et l'amélioration de la force de morsure.

Cette étude pourrait étendre les indications des TENS à la rééducation post-opératoire, et en faire un outil supplémentaire pour améliorer le confort des patients après une chirurgie orthognathique.

**Le directeur de thèse,**  
Dr Antonin HENNEQUIN



**Le Président du jury,**  
Pr Florent DESTRUHAUT



## Documents annexes

### Annexe 1 : Fiche d'information fournie aux patients

#### NOTE D'INFORMATION

**Intitulé :** Essai monocentrique randomisé en simple aveugle, contrôlé par placebo, de la neuro-stimulation électrique transcutanée (TENS) en post-opératoire chez des patients ayant recours à une chirurgie orthognathique bimaxillaire ou mandibulaire.

**Référence de l'étude :** .....

**Promoteur :** .....

**Investigateur :** .....

**Adresse :** .....

**Numéro de téléphone :** .....

**Jour/heure :** .....

**Prénom/Nom du patient :** .....

**Numéro du patient :** .....

**Introduction :** Cette note d'information décrit la nature, la durée, le but et les potentiels risques de l'étude clinique à laquelle vous avez été invité(e) à participer. L'investigateur de l'étude répondra à toutes vos questions sur cette note d'information et sur l'étude.

Vous recevrez cette note d'information avec le formulaire de consentement libre et éclairé.

**Objectif de l'étude :** Vous avez été invité(e) à participer à cette étude clinique car vous allez bénéficier d'une chirurgie orthognathique mandibulaire ou bimaxillaire. Il s'agit d'une chirurgie maxillo-faciale de repositionnement des os des mâchoires. Plusieurs symptômes post-opératoires peuvent apparaître comme : douleurs, difficultés à ouvrir la bouche (trismus), œdème du visage, pertes de sensibilités des lèvres, hématome, congestion nasale... Cette étude a pour objectif principal de déterminer si la TENS (neuro-stimulation électrique transcutanée) peut augmenter l'amplitude de l'ouverture buccale après une chirurgie orthognathique. Les objectifs secondaires de cette étude sont de déterminer si la TENS réduit la douleur et l'œdème facial en post-opératoire, et si la TENS améliore la force de morsure.

### **En quoi consiste l'étude ?**

Si vous acceptez de participer à cette étude, vous devez signer le formulaire de consentement éclairé fourni avec cette note d'information.

Si vous êtes admissible à l'étude (vous remplissez les critères d'inclusion et de non-exclusion de l'étude), vous serez randomisé (au hasard) dans l'un des groupes thérapeutiques. Le premier groupe reçoit une thérapie par TENS et par drainage lymphatique manuel (DLM), associés à des exercices de gymnothérapie et des packs de froid à appliquer à la maison entre les séances. Le second groupe reçoit une thérapie par TENS placebo (TENS factice où aucune impulsion électrique n'est délivrée) et par DLM, associés à de la gymnothérapie et des packs de froid. L'appareil de TENS employé dans cette étude est le dispositif J5 de Myotronics®.

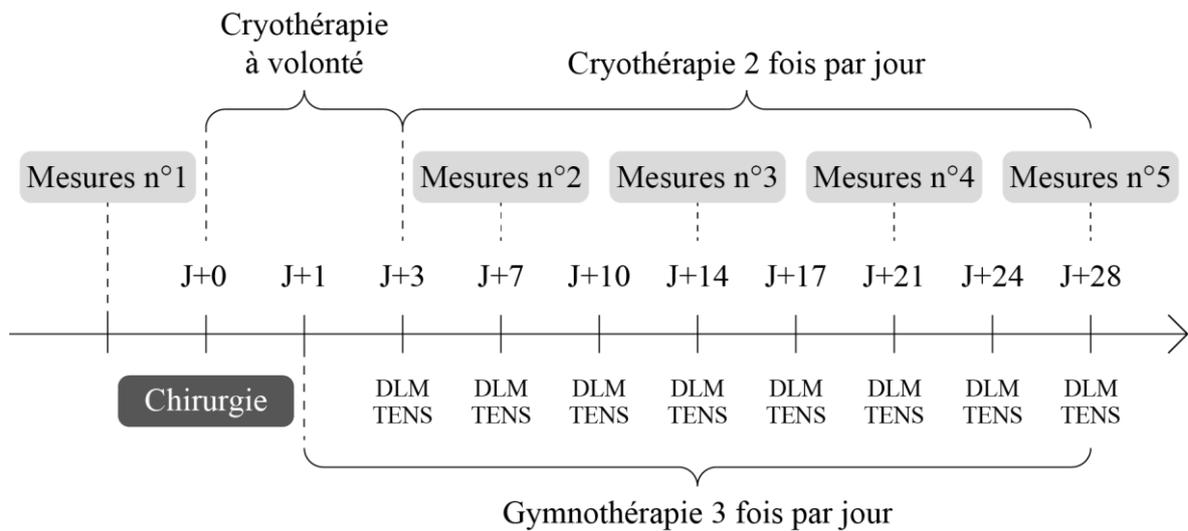
Le pack de froid vous sera prescrit avant la chirurgie et sera à appliquer à volonté les 3 premiers jours, puis 20 à 30 minutes 2 fois par jour minimum jusqu'à la fin de l'étude.

Les exercices de gymnothérapie sont détaillés à la fin de cette fiche d'information. Ils seront à faire 3 fois par jour, si possible avant les repas, jusqu'à la fin de l'étude.

Le DLM est réalisé par le kinésithérapeute associé à l'étude au rythme de 2 séances de 15 min par semaine. Les TENS seront appliquées pendant 30 min juste après le DLM à chaque séance. Les séances de kinésithérapie débutent au 3<sup>e</sup> jour post-opératoire et sont réparties jusqu'au 28<sup>e</sup> jour post-opératoire (voir paragraphe suivant).

#### **- Calendrier des évènements :**

Neuf rendez-vous seront fixés avec le personnel de l'étude : un rendez-vous avant la chirurgie, puis huit rendez-vous après. Les différents rendez-vous durent environ 1h, et seront programmés comme suit :



Aux rendez-vous indiqués avant la chirurgie puis à J+7, J+14, J+21 et J+28, quatre données seront mesurées :

- Mesure de l'œdème facial à l'aide d'une règle souple
- Évaluation de la douleur à l'aide d'une échelle visuelle analogique
- Mesure de l'amplitude de l'ouverture buccale à l'aide d'un pied à coulisses
- Mesure de la force de morsure à l'aide de l'appareil l'appareil Innobyte™ de la marque Kube Innovation®

Pour la mesure de l'amplitude de l'ouverture buccale et de la force de morsure, deux mesures seront prises : une première mesure où vous effectuez le mouvement (ouvrir la bouche ou serrer les dents) et vous vous arrêtez dès qu'une douleur apparaît, puis une seconde mesure où vous effectuez le mouvement au maximum.

Lors du rendez-vous qui précède la chirurgie, les mesures ne sont réalisées qu'une seule fois. Lors des rendez-vous qui suivent la chirurgie, les mesures sont réalisées deux fois : une fois avant l'application des TENS et du DLM, et une fois après.

### **Quelles sont les risques de l'étude ?**

Les TENS et le DLM présentent peu d'effets secondaires. Il existe quelques contre-indications médicales, mais si vous êtes inclus dans cette étude, vous ne présentez aucune de ces contre-indications.

De rares cas d'allergie cutanée aux patches des électrodes peuvent survenir, auquel cas il existe des électrodes hypoallergéniques.

### **Quels sont les avantages d'une participation à l'étude ?**

L'un des avantages potentiels à la participation à cette étude peut être une diminution des contractures musculaires liées à la chirurgie, et donc une ouverture de la bouche améliorée et plus aisée. De plus, les thérapies physiques et les TENS peuvent vous aider à réduire la douleur post-opératoire, et à mieux récupérer la force des muscles des mâchoires. Enfin, nous espérons que cette étude aide à réduire le gonflement post-opératoire.

Si vous décidez de participer à cette étude, les informations tirées de celle-ci profiteront à d'autres patients bénéficiant d'une chirurgie orthognathique à l'avenir.

### **Quels sont mes droits en tant que patient ?**

Vous pouvez choisir de ne pas participer à l'étude ou, si vous acceptez de participer à l'étude, vous pouvez, si vous le souhaitez, vous retirer de l'étude à tout moment sans indiquer le motif de votre décision. Votre décision de ne pas participer ou de vous retirer de l'étude n'impliquera aucune pénalité, et ne vous empêchera pas d'accéder aux soins de santé.

Si vous décidez de vous retirer, nous vous demandons de contacter le médecin de l'étude et de l'informer de votre retrait. L'adresse postale et le numéro de téléphone sont indiqués sur la première page de ce document.

### **Qui appeler en cas de questions ou de problèmes ?**

Vous pouvez contacter le médecin de l'étude au numéro de téléphone indique sur la première page de ce document, afin de poser des questions sur cette étude ou si vous rencontrez un problème.

### **Quels sont les coûts ?**

En France, tout participant à une étude clinique doit être affilié à un régime de sécurité sociale ou être bénéficiaire d'un tel régime. Toutes les procédures ou visites liées à cette étude seront remboursées à hauteur de la base de remboursement de votre Caisse Primaire d'Assurance Maladie. Vous ne recevrez aucune indemnisation pour votre participation à cette étude.

### **Responsabilités du patient :**

En tant que participant à cette étude, certaines responsabilités vous incombent :

- Faire part de vos antécédents médicaux et problèmes de santé existants au médecin de l'étude ;

- Effectuer toutes les visites requises et ne pas être en retard aux rendez-vous ;
- Effectuer les exercices de gymnothérapie demandés à la maison, et appliquer le pack de froid comme nécessaire ;
- Suivre les instructions du personnel de l'étude.

### **Instructions post-opératoires :**

Des instructions post-opératoires seront données par votre chirurgien et seront à suivre après l'opération pour ne pas influencer les résultats de l'étude. Ces recommandations sont présentées ci-dessous :

- Alimentation liquide durant les premiers jours, puis molle pendant 1 mois ;
- Hygiène endobuccale maintenue, avec l'utilisation de bains de bouche et de la brosse à dents à poils souples qui vous seront prescrits ;
- Ne pas fumer ;
- Ne pas consommer d'alcool et d'aliments irritants ;
- Ne pas se moucher ;
- Conserver une position semi-assise afin de limiter l'œdème ;
- Si des élastiques sont placés entre les mâchoires par votre chirurgien, il vous donnera les instructions nécessaires pour les changer ;
- Un lavage nasal au sérum physiologique plusieurs fois par jour est recommandé.

### **EXERCICES DE GYMNOTHERAPIE A FAIRE A LA MAISON**

**Trois fois par jour, si possible avant chaque repas, les exercices suivants sont à réaliser (au nombre de 5 répétitions minimum pour chacun d'entre eux) jusqu'à la fin de l'étude :**

- **Ouvrir la bouche au maximum, sans forcer ;**
- **Avancer la mâchoire du bas au maximum, sans forcer ;**
- **Effectuer des mouvements de gauche à droite avec la mâchoire du bas, sans forcer ;**
- **Prononcer alternativement les mots « CHOU » et la lettre « X » ;**
- **Faire des grimaces et s'entraîner à faire la moue devant un miroir.**

- **RAPPEL :** le pack de froid doit être appliqué à volonté les 3 premiers jours post-opératoires, puis 20 à 30 minutes 2 fois par jour jusqu'à la fin du protocole.

## **Annexe 2 : Formulaire de consentement libre et éclairé**

### **FORMULAIRE DE CONSENTEMENT ECLAIRE**

Je soussigné(e),

**Nom** : .....

**Prénom(s)** : .....

**Né(e) le** :    /    /            **à** : .....

**Atteste avoir été reçu(e) en consultation le** :    /    /

- Je déclare que l'investigateur de l'étude m'a expliqué l'étude, sa nature, son but, sa durée, et a répondu à mes questions de manière satisfaisante.
- Je déclare avoir lu la fiche d'information et j'ai été informé(e) de la nécessité de ma disponibilité sur les créneaux de l'étude clinique.
- J'accepte de mon plein gré de participer à cette étude.
- Je suis entièrement libre de refuser de participer ou de mettre fin à ma participation sans que cela ne modifie mes relations avec l'équipe thérapeutique.
- Je sais que je peux poser des questions à tout moment en contactant l'investigateur de l'étude au moyen des coordonnées indiquées au sein de ce document.
- Je consens à ce que les données me concernant soient récoltées tout au long de cette recherche, et que l'investigateur et le promoteur se portent garant de la confidentialité de ces données.
- Je consens à ce que mes données puissent être informatisée par le promoteur ou son représentant.

En signant ce formulaire de consentement éclairé, je ne renonce à aucun de mes droits et n'exonère pas le médecin investigateur ni le promoteur de leurs obligations légales et professionnelles.

**Fait à** : ....., **le** :    /    /

**Signature du/de la patient(e) ou de son représentant légal ou tuteur** :

Précédée de la mention « lu, approuvé et compris »

**Nom, prénom et profession de l'investigateur de l'étude :**

.....

- Je confirme avoir présenté l'étude, avoir fourni oralement les informations nécessaires sur l'étude, et avoir répondu aux questions du patient.
- Je confirme qu'aucune pression n'a été exercée pour que le patient accepte de participer à l'étude et que je suis prêt à répondre à toutes les questions supplémentaires, le cas échéant.
- Je remettrai au patient un exemplaire du présent formulaire de consentement éclairé daté et signé.

**Fait à :** ..... , **le :**     /     /

**Signature de l'investigateur de l'étude :**

Précédée de la mention « lu, approuvé et compris »

## Annexe 3 : Cahier d'inclusion

### CAHIER D'INCLUSION

Nom et prénom du praticien : .....

Date :     /     /

Nom du patient : .....

Prénom(s) du patient : .....

Date de naissance :     /     /

**NUMERO ATTRIBUE AU PATIENT** : .....

Critères d'inclusion :

|  | OUI | NON |
|--|-----|-----|
| Patient de plus de 18 ans                                    |     |     |
| Volontariat  |     |     |
| Consentement libre et éclairé, signé                         |     |     |
| Disponibilité pour les rendez-vous de suivi                  |     |     |
| Chirurgie orthognathique mandibulaire ou bimaxillaire prévue |     |     |

Critères d'exclusion :

|   | OUI | NON |
|---|-----|-----|
| Présence d'un trouble nerveux ou musculaire                         |     |     |
| Médication pour un trouble nerveux ou musculaire                    |     |     |
| Antécédent de thrombose veineuse, artérielle, ou de thrombophlébite |     |     |
| Présence de maladie(s) maligne(s) évolutive(s)                      |     |     |
| Infection en phase aiguë  |     |     |
| Présence d'un pacemaker   |     |     |

Le participant est :

- Inclus**
- Non inclus**

Le participant est exclu pour le motif suivant :

.....

## Annexe 4 : Cahier de recueil des données

### RECUEIL DES DONNEES

Numéro attribué au patient : .....

Nom du praticien effectuant les examens : .....

Date de la chirurgie :        /        /

Elastiques :

- Le patient ne porte pas d'élastiques la journée et peut réaliser les exercices de gymnothérapie sans difficulté.
- Le patient porte des élastiques la journée, ce qui limite mais n'empêche pas la réalisation des exercices de gymnothérapie.

#### 1<sup>ère</sup> SEANCE : avant chirurgie

Date :        /        /

|                                       |  |                            |
|---------------------------------------|--|----------------------------|
| Mesure de l'œdème facial (mm)         | Mesure verticale (angle goniale – canthus externe de l'œil)            |                            |
|                                       | Mesure horizontale (bord inférieur lobe oreille – coin buccal externe) |                            |
| EVA                                   |  |                            |
| Amplitude de l'ouverture buccale (mm) | Maximale avant douleur   | <i>Non renseignée (NR)</i> |
|                                       | Maximale   |                            |
| Force de morsure (N)                  | Maximale avant douleur   | <i>Non renseignée (NR)</i> |
|                                       | Maximale   |                            |

#### SEANCE SUIVANTE : J+7

Date :        /        /

Le patient atteste avoir réalisé les exercices de gymnothérapie :     oui     non

Le patient atteste avoir utilisé la cryothérapie :                             oui     non

|                  |                               |                    |  |
|------------------|-------------------------------|--------------------|--|
| <b>Avant DLM</b> | Mesure de l'œdème facial (mm) | Mesure verticale   |  |
|                  |                               | Mesure horizontale |  |

|                    |                                       |                        |  |
|--------------------|---------------------------------------|------------------------|--|
| <b>et<br/>TENS</b> | EVA                                   |                        |  |
|                    | Amplitude de l'ouverture buccale (mm) | Maximale avant douleur |  |
|                    |                                       | Maximale               |  |
|                    | Force de morsure (N)                  | Maximale avant douleur |  |
| Maximale           |                                       |                        |  |

|                                      |                                       |                        |  |
|--------------------------------------|---------------------------------------|------------------------|--|
| <b>Après<br/>DLM<br/>et<br/>TENS</b> | Mesure de l'œdème facial (mm)         | Mesure verticale       |  |
|                                      |                                       | Mesure horizontale     |  |
|                                      | EVA                                   |                        |  |
|                                      | Amplitude de l'ouverture buccale (mm) | Maximale avant douleur |  |
|                                      |                                       | Maximale               |  |
|                                      | Force de morsure (N)                  | Maximale avant douleur |  |
| Maximale                             |                                       |                        |  |

**SEANCE SUIVANTE : J+14**

Date :        /        /

Le patient atteste avoir réalisé les exercices de gymnothérapie :     oui     non

Le patient atteste avoir utilisé la cryothérapie :                             oui     non

|                                      |                                       |                        |  |
|--------------------------------------|---------------------------------------|------------------------|--|
| <b>Avant<br/>DLM<br/>et<br/>TENS</b> | Mesure de l'œdème facial (mm)         | Mesure verticale       |  |
|                                      |                                       | Mesure horizontale     |  |
|                                      | EVA                                   |                        |  |
|                                      | Amplitude de l'ouverture buccale (mm) | Maximale avant douleur |  |
|                                      |                                       | Maximale               |  |
|                                      | Force de morsure (N)                  | Maximale avant douleur |  |
| Maximale                             |                                       |                        |  |

|                                      |                                       |                        |  |
|--------------------------------------|---------------------------------------|------------------------|--|
| <b>Après<br/>DLM<br/>et<br/>TENS</b> | Mesure de l'œdème facial (mm)         | Mesure verticale       |  |
|                                      |                                       | Mesure horizontale     |  |
|                                      | EVA                                   |                        |  |
|                                      | Amplitude de l'ouverture buccale (mm) | Maximale avant douleur |  |
|                                      |                                       | Maximale               |  |
|                                      | Force de morsure (N)                  | Maximale avant douleur |  |
| Maximale                             |                                       |                        |  |

**SEANCE SUIVANTE : J+21**

Date :        /        /

Le patient atteste avoir réalisé les exercices de gymnothérapie :     oui     non

Le patient atteste avoir utilisé la cryothérapie :                             oui     non

|                                      |                                       |                        |  |
|--------------------------------------|---------------------------------------|------------------------|--|
| <b>Avant<br/>DLM<br/>et<br/>TENS</b> | Mesure de l'œdème facial (mm)         | Mesure verticale       |  |
|                                      |                                       | Mesure horizontale     |  |
|                                      | EVA                                   |                        |  |
|                                      | Amplitude de l'ouverture buccale (mm) | Maximale avant douleur |  |
|                                      |                                       | Maximale               |  |
|                                      | Force de morsure (N)                  | Maximale avant douleur |  |
| Maximale                             |                                       |                        |  |

|                                      |                                       |                        |  |
|--------------------------------------|---------------------------------------|------------------------|--|
| <b>Après<br/>DLM<br/>et<br/>TENS</b> | Mesure de l'œdème facial (mm)         | Mesure verticale       |  |
|                                      |                                       | Mesure horizontale     |  |
|                                      | EVA                                   |                        |  |
|                                      | Amplitude de l'ouverture buccale (mm) | Maximale avant douleur |  |
|                                      |                                       | Maximale               |  |
|                                      | Force de morsure (N)                  | Maximale avant douleur |  |
| Maximale                             |                                       |                        |  |

**SEANCE SUIVANTE : J+28**

Date :        /        /

Le patient atteste avoir réalisé les exercices de gymnothérapie :     oui     non

Le patient atteste avoir utilisé la cryothérapie :                             oui     non

|                                      |                                       |                        |  |
|--------------------------------------|---------------------------------------|------------------------|--|
| <b>Avant<br/>DLM<br/>et<br/>TENS</b> | Mesure de l'œdème facial (mm)         | Mesure verticale       |  |
|                                      |                                       | Mesure horizontale     |  |
|                                      | EVA                                   |                        |  |
|                                      | Amplitude de l'ouverture buccale (mm) | Maximale avant douleur |  |
|                                      |                                       | Maximale               |  |
|                                      | Force de morsure (N)                  | Maximale avant douleur |  |
| Maximale                             |                                       |                        |  |

|                                      |                                       |                        |  |
|--------------------------------------|---------------------------------------|------------------------|--|
| <b>Après<br/>DLM<br/>et<br/>TENS</b> | Mesure de l'œdème facial (mm)         | Mesure verticale       |  |
|                                      |                                       | Mesure horizontale     |  |
|                                      | EVA                                   |                        |  |
|                                      | Amplitude de l'ouverture buccale (mm) | Maximale avant douleur |  |
|                                      |                                       | Maximale               |  |
|                                      | Force de morsure (N)                  | Maximale avant douleur |  |
| Maximale                             |                                       |                        |  |

## **Table des illustrations**

|  |    |
|--|----|
| Figure 1 : drainage lymphatique manuel à la suite d'une chirurgie orthognathique .....                     | 22 |
| Figure 2 : application des bandes de kinésiologie après une chirurgie orthognathique .....                 | 31 |
| Figure 3 : placement des électrodes reliées à la piste A du J5 Myomonitor® .....                           | 41 |
| Figure 4 : placement des électrodes neutres et des électrodes reliées à la piste B du J5 Myomonitor® ..... | 41 |
| Figure 5 : dispositif Innobyte™ – Kube Innovation® .....   | 44 |
| Figure 6 : dispositif de TENS J5 Myotronics® .....   | 47 |
| Figure 7 : frise chronologique résumant le protocole .....   | 49 |

## **Bibliographie**

1. de Castro-Carletti EM, Müggenborg F, Dennett L, Sobral de Oliveira-Souza AI, Mohamad N, Pertille A, et al. Effectiveness of electrotherapy for the treatment of orofacial pain: A systematic review and meta-analysis. *Clin Rehabil.* 3 janv 2023;2692155221149350.
2. Ferreira AP de L, Costa DRA da, Oliveira AIS de, Carvalho EAN, Conti PCR, Costa YM, et al. Short-term transcutaneous electrical nerve stimulation reduces pain and improves the masticatory muscle activity in temporomandibular disorder patients: a randomized controlled trial. *J Appl Oral Sci Rev FOB.* 2017;25(2):112-20.
3. A R, S P, J D, A J, Y P, J Y, et al. Postoperative Edema Resolution Post-Orthognathic Triple Jaw Surgery: A Three-Dimensional Volumetric Analysis. *J Craniofac Surg [Internet].* avr 2022 [cité 3 sept 2023];33(2). Disponible sur: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34619733/>
4. Dinu C, Manea A, Tomoiagă D, Băciuț M, Almășan O, Mitre AO, et al. Recovery following Orthognathic Surgery Procedures-A Pilot Study. *Int J Environ Res Public Health.* 30 nov 2022;19(23):16028.
5. Phillips C, Blakey G, Jaskolka M. Recovery after orthognathic surgery: short-term health-related quality of life outcomes. *J Oral Maxillofac Surg Off J Am Assoc Oral Maxillofac Surg.* oct 2008;66(10):2110-5.
6. Jędrzejewski M, Smektała T, Sporniak-Tutak K, Olszewski R. Preoperative, intraoperative, and postoperative complications in orthognathic surgery: a systematic review. *Clin Oral Investig.* 2015;19(5):969-77.
7. de Vries K, Devriese PP, Hovinga J, van den Akker HP. Facial palsy after sagittal split osteotomies. A survey of 1747 sagittal split osteotomies. *J Cranio-Maxillo-fac Surg Off Publ Eur Assoc Cranio-Maxillo-fac Surg.* mars 1993;21(2):50-3.
8. Khairnar S, Bhate K, S.N. SK, Kshirsagar K, Jagtap B, Kakodkar P. Comparative evaluation of low-level laser therapy and ultrasound heat therapy in reducing temporomandibular joint disorder pain. *J Dent Anesth Pain Med.* oct 2019;19(5):289-94.
9. Armijo-Olivo S, Pitance L, Singh V, Neto F, Thie N, Michelotti A. Effectiveness of Manual Therapy and Therapeutic Exercise for Temporomandibular Disorders: Systematic Review and Meta-Analysis. *Phys Ther.* janv 2016;96(1):9-25.
10. Breton-Torres I, Galtier A, Jammet P, Yachouh J. Chirurgie Orthognatique : Place de la rééducation [Internet]. [cité 10 mars 2023]. Disponible sur: <https://jeromeguilmoto.com/wp-content/uploads/2021/01/Chirurgie-Orthognatique-Place-de-la-reeducation.pdf>
11. Breton-Torres I, Lefebvre C. Dysfonction de l'appareil manducateur. 2013;
12. Tsai PT, Chang YC, Chen YW. Connective tissue massage accelerates recovery of facial nerve palsy after orthognathic surgery. *J Dent Sci.* mars 2016;11(1):107-9.
13. Intérêt de la rééducation précoce en chirurgie orthognatique [Internet]. [cité 19 nov 2023]. Disponible sur: <https://www.sfscmfco.com/videos-congres-chirurgie/reeducation-precoce-chirurgie-orthognatique.htm>
14. Van de Velde FEG, Ortega-Castrillon A, Thierens LAM, Claes P, De Pauw GAM. The effect of manual lymphatic drainage on patient recovery after orthognathic surgery-A qualitative and 3-dimensional facial analysis. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol.* nov 2020;130(5):478-85.

15. Yaedú RYF, Mello M de AB, Tucunduva RA, da Silveira JSZ, Takahashi MPMS, Valente ACB. Postoperative Orthognathic Surgery Edema Assessment With and Without Manual Lymphatic Drainage. *J Craniofac Surg.* oct 2017;28(7):1816-20.
16. Bell WH, Gonyea W, Finn RA, Storum KA, Johnston C, Throckmorton GS. Muscular rehabilitation after orthognathic surgery. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* sept 1983;56(3):229-35.
17. Moeller JL. The role of the oral myologist with orthognathic surgery--a patient/therapist's point of view. *Int J Orofac Myol Off Publ Int Assoc Orofac Myol.* juill 1986;12(2):13-4.
18. Girard M, Leroux C. [Muscle and function management by the physiotherapist in orthodontic and orthodonto-surgical treatment. Oral myofunctional rehabilitation]. *Orthod Francaise.* 1 mars 2015;86:95-111.
19. Alvarado-Faysse C. [Dento-facial orthopedics and kinesthetic therapy: partners in patient management]. *Orthod Francaise.* sept 2014;85(3):275-85.
20. Altmann EB. Myofunctional therapy and orthognathic surgery. *Int J Orofac Myol Off Publ Int Assoc Orofac Myol.* nov 1987;13(3):2-12.
21. C. Pianello. *Gymnothérapie : les exercices à effectuer dans la rééducation des DAM.* Collège National d'Occlusodontologie. [Internet]. [cité 14 nov 2022]. Disponible sur: [http://www.occluso.com/offres/file\\_inline\\_src/670/670\\_P\\_29103\\_2.pdf](http://www.occluso.com/offres/file_inline_src/670/670_P_29103_2.pdf)
22. Jang HJ, Kim MH. [Effects of Active Mandibular Exercise for Mouth Opening Limitation Patients after Maxillomandibular Fixation Release: A Non-Randomized Controlled Trial]. *J Korean Acad Nurs.* févr 2018;48(1):26-37.
23. Jung HD, Jung YS, Park JH, Park HS. Recovery pattern of mandibular movement by active physical therapy after bilateral transoral vertical ramus osteotomy. *J Oral Maxillofac Surg Off J Am Assoc Oral Maxillofac Surg.* juill 2012;70(7):e431-437.
24. Teng TTY, Ko EWC, Huang CS, Chen YR. The Effect of early physiotherapy on the recovery of mandibular function after orthognathic surgery for Class III correction: part I--jaw-motion analysis. *J Cranio-Maxillo-fac Surg Off Publ Eur Assoc Cranio-Maxillo-fac Surg.* janv 2015;43(1):131-7.
25. Ko EWC, Teng TTY, Huang CS, Chen YR. The effect of early physiotherapy on the recovery of mandibular function after orthognathic surgery for class III correction. Part II: electromyographic activity of masticatory muscles. *J Cranio-Maxillo-fac Surg Off Publ Eur Assoc Cranio-Maxillo-fac Surg.* janv 2015;43(1):138-43.
26. Kato K, Kobayashi T, Kato Y, Takata Y, Yoshizawa M, Saito C. Changes in masticatory functions after surgical orthognathic treatment in patients with jaw deformities: Efficacy of masticatory exercise using chewing gum. *J Oral Maxillofac Surg Med Pathol.* 1 août 2012;24(3):147-51.
27. Kawai N, Shibata M, Watanabe M, Horiuchi S, Fushima K, Tanaka E. Effects of functional training after orthognathic surgery on masticatory function in patients with mandibular prognathism. *J Dent Sci.* déc 2020;15(4):419-25.
28. Watanabe M, Kawai N, Shibata M, Nakaue E, Horiuchi S, Tanaka E. Establishment of a new rehabilitation program using masticatory training food for jaw deformity patients. *J Dent Sci.* juill 2022;17(3):1217-24.

29. Yang HJ, Kwon IJ, Almansoori AA, Son Y, Kim B, Kim SM, et al. Effects of Chewing Exerciser on the Recovery of Masticatory Function Recovery after Orthognathic Surgery: A Single-Center Randomized Clinical Trial, a Preliminary Study. *Med Kaunas Lith.* 22 sept 2020;56(9):483.
30. Gouzland T, Fournier M. The oromaxillofacial rehabilitation in orthodontic-surgical protocols. *J Dentofac Anom Orthod.* 2016;19(2):203.
31. Hong SO, Baek SH, Choi JY. Physical Therapy for Smile Improvement After Orthognathic Surgery. *J Craniofac Surg.* mars 2017;28(2):422-6.
32. Phillips C, Kim SH, Essick G, Tucker M, Turvey TA. Sensory retraining after orthognathic surgery: effect on patient report of altered sensations. *Am J Orthod Dentofac Orthop Off Publ Am Assoc Orthod Its Const Soc Am Board Orthod.* déc 2009;136(6):788-94.
33. Phillips C, Essick G, Preisser JS, Turvey TA, Tucker M, Lin D. Sensory retraining after orthognathic surgery: effect on patients' perception of altered sensation. *J Oral Maxillofac Surg Off J Am Assoc Oral Maxillofac Surg.* juin 2007;65(6):1162-73.
34. Phillips C, Kim SH, Tucker M, Turvey TA. Sensory retraining: burden in daily life related to altered sensation after orthognathic surgery, a randomized clinical trial. *Orthod Craniofac Res.* août 2010;13(3):169-78.
35. Essick GK, Phillips C, Kim SH, Zuniga J. Sensory retraining following orthognathic surgery: effect on threshold measures of sensory function. *J Oral Rehabil.* juin 2009;36(6):415-26.
36. Essick GK, Phillips C, Zuniga J. Effect of facial sensory re-training on sensory thresholds. *J Dent Res.* juin 2007;86(6):571-5.
37. Prado DG de A, Berretin-Felix G, Migliorucci RR, Bueno M da RS, Rosa RR, Polizel M, et al. Effects of orofacial myofunctional therapy on masticatory function in individuals submitted to orthognathic surgery: a randomized trial. *J Appl Oral Sci.* 16 janv 2018;26:e20170164.
38. Gallerano G, Ruoppolo G, Silvestri A. Myofunctional and speech rehabilitation after orthodontic-surgical treatment of dento-maxillofacial dysgnathia. *Prog Orthod.* mai 2012;13(1):57-68.
39. Smith P, Mossdrop D, Davies S, Sloan P, Al-Ani Z. The efficacy of acupuncture in the treatment of temporomandibular joint myofascial pain: a randomised controlled trial. *J Dent.* mars 2007;35(3):259-67.
40. Raustia AM, Pohjola RT. Acupuncture compared with stomatognathic treatment for TMJ dysfunction. Part III: Effect of treatment on mobility. *J Prosthet Dent.* nov 1986;56(5):616-23.
41. Kim KS, Kim KN, Hwang KG, Park CJ. Capsicum plaster at the Hegu point reduces postoperative analgesic requirement after orthognathic surgery. *Anesth Analg.* mars 2009;108(3):992-6.
42. Ka L, Hirata Y, Kobayashi A, Wake H, Kino K, Amagasa T. [Treatment results of acupuncture in inferior alveolar and lingual nerves sensory paralysis after oral surgery]. *Kokubyo Gakkai Zasshi.* mars 2006;73(1):40-6.
43. de Oliveira RF, Goldman RS, Mendes FM, de Freitas PM. Influence of Electroacupuncture and Laser-Acupuncture on Treating Paresthesia in Patients Submitted to Combined Orthognathic Surgery and Genioplasty. *Med Acupunct.* 1 oct 2017;29(5):290-9.

44. Vier C, Almeida MB de, Neves ML, Santos ARSD, Bracht MA. The effectiveness of dry needling for patients with orofacial pain associated with temporomandibular dysfunction: a systematic review and meta-analysis. *Braz J Phys Ther.* 2019;23(1):3-11.
45. Dib-Zakkour J, Flores-Fraile J, Montero-Martin J, Dib-Zakkour S, Dib-Zaitun I. Evaluation of the Effectiveness of Dry Needling in the Treatment of Myogenous Temporomandibular Joint Disorders. *Med Kaunas Lith.* 9 févr 2022;58(2):256.
46. Gramatikova M, Nikolova E, Mitova S. NATURE, APPLICATION AND EFFECT OF KINESIO - TAPING.
47. Lietz-Kijak D, Kijak E, Krajczyk M, Bogacz K, Łuniewski J, Szczegielniak J. The Impact of the Use of Kinesio Taping Method on the Reduction of Swelling in Patients After Orthognathic Surgery: A Pilot Study. *Med Sci Monit Int Med J Exp Clin Res.* 4 juin 2018;24:3736-43.
48. Golkar M, Taheri A, Alam M, Asadi Y, Keyhan SO. The effects of Kinesio tapes on facial swelling following bimaxillary orthognathic surgery in the supraclavicular region. *Maxillofac Plast Reconstr Surg.* 19 juin 2023;45(1):22.
49. Tozzi U, Santagata M, Sellitto A, Tartaro GP. Influence of Kinesiologic Tape on Post-operative Swelling After Orthognathic Surgery. *J Maxillofac Oral Surg.* mars 2016;15(1):52-8.
50. Ristow O, Pautke C, Kehl V, Koerdt S, Hahnefeld L, Hohlweg-Majert B. Kinesiologic taping reduces morbidity after oral and maxillofacial surgery: a pooled analysis. *Physiother Theory Pract.* 1 août 2014;30(6):390-8.
51. Chou SY, Liu HE. Comparison of effectiveness between moist and dry cryotherapy in reducing discomfort after orthognathic surgery. *J Clin Nurs.* juill 2008;17(13):1735-41.
52. Lateef TA, Al-Anee AM, Agha MTF. Evaluation the Efficacy of Hilotherm Cooling System in Reducing Postoperative Pain and Edema in Maxillofacial Traumatized Patients and Orthognathic Surgeries. *J Craniofac Surg.* oct 2018;29(7):e697-706.
53. Rana M, Gellrich NC, Joos U, Piffkó J, Kater W. 3D evaluation of postoperative swelling using two different cooling methods following orthognathic surgery: a randomised observer blind prospective pilot study. *Int J Oral Maxillofac Surg.* juill 2011;40(7):690-6.
54. Friscia M, Seidita F, Committeri U, Troise S, Abbate V, Bonavolontà P, et al. Efficacy of Hilotherapy face mask in improving the trend of edema after orthognathic surgery: a 3D analysis of the face using a facial scan app for iPhone. *Oral Maxillofac Surg.* sept 2022;26(3):485-90.
55. Santos T de S, Osborne PR, Jacob ES, Araújo RTE, Nogueira CBP, Martins-Filho PRS. Effects of Water-Circulating Cooling Mask on Postoperative Outcomes in Orthognathic Surgery and Facial Trauma. *J Craniofac Surg.* oct 2020;31(7):1981-5.
56. Glass GE, Waterhouse N, Shakib K. Hilotherapy for the management of perioperative pain and swelling in facial surgery: a systematic review and meta-analysis. *Br J Oral Maxillofac Surg.* oct 2016;54(8):851-6.
57. Mahendran K, Garg M, Armstrong D, Sneddon K. Hilotherapy following orthognathic surgery - patient and cost perspective. *Br J Oral Maxillofac Surg.* févr 2022;60(2):204-6.
58. A EK, S H, L B. Development of swelling following orthognathic surgery at various cooling temperatures by means of hilotherapy-a clinical, prospective, monocentric, single-blinded, randomised study. *J Cranio-Maxillo-fac Surg Off Publ Eur Assoc Cranio-Maxillo-fac Surg [Internet].* sept 2018 [cité 5 mars 2023];46(9). Disponible sur: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30031593/>

59. Chen X, Ma L, Aung ZM, Sun M, Yang X, Zhang Y, et al. Hyperbaric CO2 Cryotherapy for Managing Swelling After Mandibular Angle Osteotomy. *J Craniofac Surg.* 1 août 2021;32(5):1758-61.
60. Furlan RMMM, Giovanardi RS, Britto ATB de O e, Oliveira e Britto DB de. The use of superficial heat for treatment of temporomandibular disorders: an integrative review. *CoDAS.* avr 2015;27(2):207-12.
61. Poindexter RH, Wright EF, Murchison DF. Comparison of moist and dry heat penetration through orofacial tissues. *Cranio J Craniomandib Pract.* janv 2002;20(1):28-33.
62. Galdino-Santos L, da Luz-Silva G, Pires ALC, Cademartori MG, Pereira-Cenci T. Perioperative therapies to reduce edema after orthognathic surgery: a systematic review and meta-analysis. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol.* févr 2023;135(2):211-35.
63. Hargreaves AS, Wardle JJ. The use of physiotherapy in the treatment of temporomandibular disorders. *Br Dent J.* 20 août 1983;155(4):121-4.
64. Enwemeka CS, Parker JC, Dowdy DS, Harkness EE, Harkness LE, Woodruff LD. The Efficacy of Low-Power Lasers in Tissue Repair and Pain Control: A Meta-Analysis Study. *Photomed Laser Surg.* août 2004;22(4):323-9.
65. Ren H, Liu J, Liu Y, Yu C, Bao G, Kang H. Comparative effectiveness of low-level laser therapy with different wavelengths and transcutaneous electric nerve stimulation in the treatment of pain caused by temporomandibular disorders: A systematic review and network meta-analysis. *J Oral Rehabil.* févr 2022;49(2):138-49.
66. Ansari S, Charantimath S, Lagali-Jirge V, Keluskar V. Comparative efficacy of low-level laser therapy (LLLT) to TENS and therapeutic ultrasound in management of TMDs: a systematic review & meta-analysis. *Cranio J Craniomandib Pract.* 22 mars 2022;1-10.
67. Kulikova NG, Konchugova TV, Moskvina SV, Zhilokov ZG, Tkachenko AS. [Laser therapy effect on endothelial dysfunction in patients after the surgery for orthognathic disorders]. *Vopr Kurortol Fizioter Lech Fiz Kult.* 2022;99(1):28-33.
68. Meneses-Santos D, Costa MDMA, Inocência GSG, Almeida AC, Vieira WA, Lima IFP, et al. Effects of low-level laser therapy on reducing pain, edema, and trismus after orthognathic surgery: a systematic review. *Lasers Med Sci.* avr 2022;37(3):1471-85.
69. Alyahya A, Aldubayan A, Swennen GRJ, Al-Moraissi E. Effectiveness of different protocols to reduce postoperative pain following orthognathic surgery: A systematic review and meta-analysis. *Br J Oral Maxillofac Surg.* sept 2022;60(7):e1-10.
70. D'ávila RP, Espinola LVP, de Freitas PM, Silva AC, Landes C, Luz JGC. Longitudinal evaluation of the effects of low-power laser phototherapy on mandibular movements, pain, and edema after orthognathic surgery. *J Cranio-Maxillofac Surg.* 1 mai 2019;47(5):758-65.
71. D'avila RP, Espínola LVP, Bueno NP, Ferraz EP, Cerqueira Luz JG. Photobiomodulation using 940-nm laser as an adjuvant therapy on orthognathic surgery: A randomized clinical trial. *J Biophotonics.* 18 avr 2023;e202300011.
72. Passos RM, Pimentel KF, de Barros Silva PG, Sousa FB, Costa FWG, Cetira Filho EL. Effectiveness of low-intensity laser photobiomodulation in reducing inflammatory events (pain, edema, and trismus) after orthognathic surgery: a systematic review and meta-analysis of randomized clinical trials. *Clin Oral Investig.* 23 août 2023;

73. Barbosa LM, de Luna Gomes JM, Laureano Filho JR, do Egito Vasconcelos BC, Dantas Moraes SL, Pellizzer EP. Does the use of low-level light therapy postoperatively reduce pain, oedema, and neurosensory disorders following orthognathic surgery? A systematic review. *Int J Oral Maxillofac Surg.* mars 2022;51(3):355-65.
74. Gasperini G, Rodrigues de Siqueira IC, Rezende Costa L. Does low-level laser therapy decrease swelling and pain resulting from orthognathic surgery? *Int J Oral Maxillofac Surg.* juill 2014;43(7):868-73.
75. Domínguez Camacho A, Velásquez SA, Benjumea Marulanda NJ, Moreno M. Photobiomodulation as oedema adjuvant in post-orthognathic surgery patients: A randomized clinical trial. *Int Orthod.* mars 2020;18(1):69-78.
76. de Rezende RA, Silva DN, Frigo L. Effect of GaAlAs low-level laser therapy on mouth opening after orthognathic surgery. *Lasers Med Sci.* août 2018;33(6):1271-7.
77. Bittencourt MAV, Paranhos LR, Martins-Filho PRS. Low-level laser therapy for treatment of neurosensory disorders after orthognathic surgery: A systematic review of randomized clinical trials. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal.* nov 2017;22(6):e780-7.
78. Prazeres LDKT, Muniz YVS, Barros KMA, Gerbi MEM de M, Laureano Filho JR. Effect of infrared laser in the prevention and treatment of paresthesia in orthognathic surgery. *J Craniofac Surg.* mai 2013;24(3):708-11.
79. de Oliveira RF, da Silva AC, Simões A, Youssef MN, de Freitas PM. Laser Therapy in the Treatment of Paresthesia: A Retrospective Study of 125 Clinical Cases. *Photomed Laser Surg.* août 2015;33(8):415-23.
80. Santos FT, Sciescia R, Santos PL, Weckwerth V, Dela Coleta Pizzol KE, Queiroz TP. Is Low-Level Laser Therapy Effective on Sensorineural Recovery After Bilateral Sagittal Split Osteotomy? Randomized Trial. *J Oral Maxillofac Surg Off J Am Assoc Oral Maxillofac Surg.* janv 2019;77(1):164-73.
81. Miloro M, Repasky M. Low-level laser effect on neurosensory recovery after sagittal ramus osteotomy. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* janv 2000;89(1):12-8.
82. Firoozi P, Keyhan SO, Kim SG, Fallahi HR. Effectiveness of low-level laser therapy on recovery from neurosensory disturbance after sagittal split ramus osteotomy: a systematic review and meta-analysis. *Maxillofac Plast Reconstr Surg.* 17 déc 2020;42(1):41.
83. Esteves Pinto Faria P, Temprano A, Piva F, Sant'ana E, Pimenta D. Low-level laser therapy for neurosensory recovery after sagittal ramus osteotomy. *Minerva Stomatol.* juin 2020;69(3):141-7.
84. Mohajerani SH, Tabeie F, Bemanali M, Tabrizi R. Effect of Low-Level Laser and Light-Emitting Diode on Inferior Alveolar Nerve Recovery After Sagittal Split Osteotomy of the Mandible: A Randomized Clinical Trial Study. *J Craniofac Surg.* juin 2017;28(4):e408-11.
85. Navarro-Fernández G, Gil-Martínez A, Diaz-Saez MC, Elizagaray-Garcia I, Pili-Mayayo PQ, Ocampo-Vargas JE, et al. Effectiveness of Physical Therapy in Orthognathic Surgery Patients: A Systematic Review of Randomized Controlled Trials. *J Funct Morphol Kinesiol.* 30 janv 2023;8(1):17.
86. Mehraby M, Foroughi R, Taghipour M, Shahriar A, Lotfi M. THE EFFECT OF PHYSIOTHERAPY DURING INTERMAXILLARY FIXATION ON MAXIMAL ORAL OPENING. *J Fundam Appl Sci.* 9 juill 2018;10(4S):1324-32.

87. Jiang X, Savchenko O, Li Y, Qi S, Yang T, Zhang W, et al. A Review of Low-Intensity Pulsed Ultrasound for Therapeutic Applications. *IEEE Trans Biomed Eng.* oct 2019;66(10):2704-18.
88. Tehranchi A, Badiie M, Younessian F, Badiie M, Haddadpour S. Effect of Low-intensity Pulsed Ultrasound on Postorthognathic Surgery Healing Process. *Ann Maxillofac Surg.* 2017;7(1):25-9.
89. Lietz-Kijak D, Ardan R. Physiotherapeutic Reduction of Orofacial Pain Using Extremely Low-Frequency Electromagnetic Field and Light-Emitting Diode Therapy-A Pilot Study. *Pain Res Manag.* 2022;2022:3115154.
90. Heidland A, Fazeli G, Klassen A, Sebekova K, Hennemann H, Bahner U, et al. Neuromuscular electrostimulation techniques: historical aspects and current possibilities in treatment of pain and muscle waisting. *Clin Nephrol.* janv 2013;79 Suppl 1:S12-23.
91. Saranya B, Ahmed J, Shenoy N, Ongole R, Sujir N, Natarajan S. Comparison of Transcutaneous Electric Nerve Stimulation (TENS) and Microcurrent Nerve Stimulation (MENS) in the Management of Masticatory Muscle Pain: A Comparative Study. *Pain Res Manag.* 2019;2019:8291624.
92. Rajfur J, Pasternok M, Rajfur K, Walewicz K, Fras B, Bolach B, et al. Efficacy of Selected Electrical Therapies on Chronic Low Back Pain: A Comparative Clinical Pilot Study. *Med Sci Monit Int Med J Exp Clin Res.* 7 janv 2017;23:85-100.
93. Évaluation des appareils de neurostimulation électrique transcutanée (TENS) [Internet]. Haute Autorité de Santé. [cité 9 sept 2022]. Disponible sur: [https://www.has-sante.fr/jcms/c\\_857722/fr/evaluation-des-appareils-de-neurostimulation-electrique-transcutanee-tens](https://www.has-sante.fr/jcms/c_857722/fr/evaluation-des-appareils-de-neurostimulation-electrique-transcutanee-tens)
94. Fagade OO, Oginni FO, Obilade TO. Comparative study of the therapeutic effect of a systemic analgesic and transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) on post-IMF trismus and pain in Nigerian patients. *Niger Postgrad Med J.* juin 2005;12(2):97-101.
95. Cacho A, Tordera C, Colmenero C. Use of Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation (TENS) for the Recovery of Oral Function after Orthognathic Surgery. *J Clin Med.* 7 juin 2022;11(12):3268.
96. Wall PD, Sweet WH. Temporary abolition of pain in man. *Science.* 6 janv 1967;155(3758):108-9.
97. Shane SM, Kessler S. Electricity for sedation in dentistry. *J Am Dent Assoc* 1939. déc 1967;75(6):1369-75.
98. Vance CGT, Dailey DL, Rakel BA, Sluka KA. Using TENS for pain control: the state of the evidence. *Pain Manag.* mai 2014;4(3):197-209.
99. Melzack R, Wall PD. Pain mechanisms: a new theory. *Science.* 19 nov 1965;150(3699):971-9.
100. Sol JC. Sol J-C, Chaynes P, Lazorthes Yves. Douleurs : bases anatomiques, physiologiques et psychologiques 2018. :27.
101. Salar G, Job I, Mingrino S, Bosio A, Trabucchi M. Effect of transcutaneous electrotherapy on CSF beta-endorphin content in patients without pain problems. *Pain.* avr 1981;10(2):169-72.
102. Han JS, Chen XH, Sun SL, Xu XJ, Yuan Y, Yan SC, et al. Effect of low- and high-frequency TENS on Met-enkephalin-Arg-Phe and dynorphin A immunoreactivity in human lumbar CSF. *Pain.* déc 1991;47(3):295-8.

103. Fernández-Tenorio E, Serrano-Muñoz D, Avendaño-Coy J, Gómez-Soriano J. Transcutaneous electrical nerve stimulation for spasticity: A systematic review. *Neurol Barc Spain*. sept 2019;34(7):451-60.
104. Esclassan R, Rumerio A, Monsarrat P, Combadazou JC, Champion J, Destruhaut F, et al. Optimal duration of ultra low frequency-transcutaneous electrical nerve stimulation (ULF-TENS) therapy for muscular relaxation in neuromuscular occlusion: A preliminary clinical study. *Cranio J Craniomandib Pract*. mai 2017;35(3):175-9.
105. J5 DENTAL TENS UNIT [Internet]. Myotronics. [cité 22 oct 2023]. Disponible sur: <https://www.myotronics.com/j5-accessories-supplies>
106. Découvrez comment utiliser votre Innobyte - Kube Innovation [Internet]. 2023 [cité 24 oct 2023]. Disponible sur: <https://www.youtube.com/watch?v=jmqLhDWHjss>
107. Innobyte- A Dental Device To Measure Bite Force | Kube Innovation [Internet]. Innobyte. [cité 24 oct 2023]. Disponible sur: <https://www.kubeinnovation.com/innobyte>
108. LOI n° 2012-300 du 5 mars 2012 relative aux recherches impliquant la personne humaine (1). 2012-300 mars 5, 2012.
109. Arrêté du 12 avril 2018 fixant la liste des recherches mentionnées au 2° de l'article L. 1121-1 du code de la santé publique.
110. Article L1121-4 - Code de la santé publique - Légifrance [Internet]. [cité 18 nov 2023]. Disponible sur: [https://www.legifrance.gouv.fr/codes/article\\_lc/LEGIARTI000032722858](https://www.legifrance.gouv.fr/codes/article_lc/LEGIARTI000032722858)
111. Article L1122-1-1 - Code de la santé publique - Légifrance [Internet]. [cité 18 nov 2023]. Disponible sur: [https://www.legifrance.gouv.fr/codes/article\\_lc/LEGIARTI000032722892](https://www.legifrance.gouv.fr/codes/article_lc/LEGIARTI000032722892)
112. Sous-section 1 : Vigilance. (Articles R1123-45 à R1123-61) - Légifrance [Internet]. [cité 18 nov 2023]. Disponible sur: [https://www.legifrance.gouv.fr/codes/section\\_lc/LEGITEXT000006072665/LEGISCTA000006196156/#LEGISCTA000006196156](https://www.legifrance.gouv.fr/codes/section_lc/LEGITEXT000006072665/LEGISCTA000006196156/#LEGISCTA000006196156)
113. Article R5121-13 - Code de la santé publique - Légifrance [Internet]. [cité 18 nov 2023]. Disponible sur: [https://www.legifrance.gouv.fr/codes/article\\_lc/LEGIARTI000025788178](https://www.legifrance.gouv.fr/codes/article_lc/LEGIARTI000025788178)

## **TENS et thérapies physiques en traitement des symptômes post-opératoires après chirurgie orthognathique : protocole de recherche clinique**

---

### **RÉSUMÉ EN FRANCAIS :**

Les chirurgies orthognathiques ont pour objectif de corriger les dysharmonies maxillo-mandibulaires. Les symptômes post-opératoires sont nombreux : douleur, œdème facial, trismus, hématome, ou possibles paresthésies.

Afin de faciliter la récupération de la fonction orale et le confort des patients, la kinésithérapie maxillo-faciale emploie diverses thérapies physiques. Parmi elles, les électrothérapies comme les neurostimulations électriques transcutanées. Si les TENS ont fait leur preuve dans le traitement des DTM<sup>2</sup>, peu d'études existent sur leur utilisation après une chirurgie orthognathique.

Cette thèse propose un protocole d'étude clinique pour évaluer si les TENS, associés à d'autres thérapies physiques, améliorent la récupération de l'ouverture buccale durant les jours suivant la chirurgie, avec des critères d'étude secondaires comprenant la réduction de la douleur et de l'œdème, et l'amélioration de la force de morsure.

---

**TITRE EN ANGLAIS :** TENS and physical therapies in treatment of post-operative symptoms after orthognathic surgery: clinical research protocol

---

### **RÉSUMÉ EN ANGLAIS :**

Orthognathic surgeries aim to correct maxillofacial disharmonies. Postoperative symptoms vary and may include pain, facial swelling, trismus, hematoma, or possible paresthesias.

In order to aid oral function recovery and patient comfort, maxillofacial physiotherapy use various physical therapies. Among them, electrotherapies such as transcutaneous electrical neurostimulation. While TENS has proven effective in treating TMJ disorders<sup>2</sup>, there is limited research on its use after orthognathic surgery.

This thesis proposes a clinical study protocol to evaluate whether TENS, in association with other physical therapies, improve mouth opening recovery during the days following surgery. Secondary criteria include reducing pain, facial swelling, and improving bite strength.

---

**DISCIPLINE ADMINISTRATIVE :** Chirurgie Dentaire

---

**MOTS-CLES :** TENS ; thérapies physiques ; chirurgie orthognathique

---

**INTITULE ET ADRESSE DE L'UFR OU DU LABORATOIRE :**

UNIVERSITE TOULOUSE III – PAUL SABATIER

Faculté de Santé – Département d'Odontologie

Faculté de Chirurgie Dentaire, 3 chemin des Maraîchers 31062 TOULOUSE CEDEX

---

**DIRECTEURS DE THESE :** Pr DESTRUHAUT Florent et Dr HENNEQUIN Antonin