



HAL
open science

Les algies cranio-faciales : du diagnostic à la prise en charge thérapeutique

Aliénor Fabry

► **To cite this version:**

Aliénor Fabry. Les algies cranio-faciales : du diagnostic à la prise en charge thérapeutique. Médecine humaine et pathologie. 2019. dumas-02325621

HAL Id: dumas-02325621

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-02325621v1>

Submitted on 22 Oct 2019

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

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



AVERTISSEMENT

Ce document est le fruit d'un long travail approuvé par le jury de soutenance et mis à disposition de l'ensemble de la communauté universitaire élargie.

Il n'a pas été réévalué depuis la date de soutenance.

Il est soumis à la propriété intellectuelle de l'auteur. Ceci implique une obligation de citation et de référencement lors de l'utilisation de ce document.

D'autre part, toute contrefaçon, plagiat, reproduction illicite encourt une poursuite pénale.

Contact au SID de Grenoble :
bump-theses@univ-grenoble-alpes.fr

LIENS

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 122. 4
Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 335.2- L 335.10

<http://www.cfcopies.com/juridique/droit-auteur>



UNIVERSITÉ GRENOBLE ALPES
UFR DE MÉDECINE DE GRENOBLE

Année : 2019

LES ALGIES CRANIO-FACIALES : DU DIAGNOSTIC A LA PRISE EN CHARGE THERAPEUTIQUE

THÈSE
PRÉSENTÉE POUR L'OBTENTION DU TITRE DE DOCTEUR EN MÉDECINE
DIPLOME D'ÉTAT

Aliénor FABRY

[Données à caractère personnel]

THÈSE SOUTENUE PUBLIQUEMENT À LA FACULTÉ DE MÉDECINE DE GRENOBLE

Le : 18/10/2019

DEVANT LE JURY COMPOSÉ DE

Président du jury :

Mr le Professeur Alexandre KRAINIK « Président de thèse »

Membres :

Mr le Docteur Adrian KASTLER « directeur de thèse »

Mme le Docteur Sylvie GRAND

Mr le Docteur Pierre CHAPUIS

L'UFR de Médecine de Grenoble n'entend donner aucune approbation ni improbation aux opinions émises dans les thèses ; ces opinions sont considérées comme propres à leurs auteurs.

Doyen de la Faculté : Pr. Patrice MORAND

Année 2019-2020

ENSEIGNANTS DE L'UFR DE MEDECINE

CORPS	NOM-PRENOM	Discipline universitaire
PU-PH	ALBALADEJO Pierre	Anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire
PU-PH	APTEL Florent	Ophthalmologie
PU-PH	ARVIEUX-BARTHELEMY Catherine	Chirurgie viscérale et digestive
PU-PH	BAILLET Athan	Rhumatologie
PU-PH	BARONE-ROCHETTE Gilles	Cardiologie
PU-PH	BAYAT Sam	Physiologie
MCF Ass.MG	BENDAMENE Farouk	Médecine Générale
PU-PH	BENHAMOU Pierre Yves	Endocrinologie, diabète et maladies métaboliques
PU-PH	BERGER François	Biologie cellulaire
MCU-PH	BIDART-COUTTON Marie	Biologie cellulaire
PU-PH	BLAISE Sophie	Chirurgie vasculaire ; médecine vasculaire
MCU-PH	BOISSET Sandrine	Bactériologie-virologie
PU-PH	BOLLA Michel	Cancérologie-Radiothérapie
PU-PH	BONAZ Bruno	Gastroentérologie, hépatologie, addictologie
PU-PH	BONNETERRE Vincent	Médecine et santé au travail
PU-PH	BOREL Anne-Laure	Nutrition
PU-PH	BOSSON Jean-Luc	Biostatistiques, informatique médicale et technologies de communication
MCU-PH	BOTTARI Serge	Biologie cellulaire
PR Ass.MG	BOUCHAUD Jacques	Médecine Générale
PU-PH	BOUGEROL Thierry	Psychiatrie d'adultes
PU-PH	BOUILLET Laurence	Médecine interne
MCU-PH	BOUSSAT Bastien	Epidémiologie, économie de la santé et prévention
PU-PH	BOUZAT Pierre	Anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire
PU-PH	BRAMBILLA Christian	Pneumologie
PU-PH	BRAMBILLA Elisabeth	Anatomie et cytologie pathologiques
MCU-PH	BRENIER-PINCHART Marie Pierre	Parasitologie et mycologie
PU-PH	BRICAULT Ivan	Radiologie et imagerie médicale
PU-PH	BRICHON Pierre-Yves	Chirurgie thoracique et cardiovasculaire
MCU-PH	BRIOT Raphaël	Thérapeutique-médecine de la douleur
MCU-PH	BROUILLET Sophie	Biologie et médecine du développement et de la reproduction
PU-PH	CAHN Jean-Yves	Hématologie
PU-PH	CARPENTIER Patrick	Chirurgie vasculaire, médecine vasculaire
PR Ass.MG	CARRILLO Yannick	Médecine Générale
PU-PH	CESBRON Jean-Yves	Immunologie
PU-PH	CHABARDES Stephan	Neurochirurgie
PU-PH	CHABRE Olivier	Endocrinologie, diabète et maladies métaboliques
PU-PH	CHAFFANJON Philippe	Anatomie

CORPS	NOM-PRENOM	Discipline universitaire
PU-PH	CHARLES Julie	Dermato-vénéréologie
MCF Ass.MG	CHAUVET Marion	Médecine Générale
PU-PH	CHAVANON Olivier	Chirurgie thoracique et cardio- vasculaire
PU-PH	CHIQUET Christophe	Ophthalmologie
PU-PH	CHIRICA Mircea	Chirurgie viscérale et digestive
PU-PH	CINQUIN Philippe	Biostatistiques, informatique médicale et technologies de communication
MCU-PH	CLAVARINO Giovanna	Immunologie
PU-PH	COHEN Olivier	Histologie, embryologie et cytogénétique
PU-PH	COURVOISIER Aurélien	Chirurgie infantile
PU-PH	COUTTON Charles	Génétique
PU-PH	COUTURIER Pascal	Gériatrie et biologie du vieillissement
PU-PH	CRACOWSKI Jean-Luc	Pharmacologie fondamentale, pharmacologie clinique
PU-PH	CURE Hervé	Cancérologie
PU-PH	DEBATY Guillaume	Médecine d'Urgence
PU-PH	DEBILLON Thierry	Pédiatrie
PU-PH	DECAENS Thomas	Gastro-entérologie, Hépatologie
PU-PH	DEMATTEIS Maurice	Addictologie
PU-PH	DEMONGEOT Jacques	Biostatistiques, informatique médicale et technologies de communication
MCU-PH	DERANSART Colin	Physiologie
PU-PH	DESCOTES Jean-Luc	Urologie
PU-PH	DETANTE Olivier	Neurologie
MCU-PH	DIETERICH Klaus	Génétique
MCU-PH	DOUTRELEAU Stéphane	Physiologie
MCU-PH	DUMESTRE-PERARD Chantal	Immunologie
PU-PH	EPAULARD Olivier	Maladies infectieuses ; Maladies tropicales
PU-PH	ESTEVE François	Biophysique et médecine nucléaire
MCU-PH	EYSSERIC Hélène	Médecine légale et droit de la santé
PU-PH	FAUCHERON Jean-Luc	Chirurgie viscérale et digestive
MCU-PH	FAURE Julien	Biochimie et biologie moléculaire
PU-PH	FERRETTI Gilbert	Radiologie et imagerie médicale
PU-PH	FEUERSTEIN Claude	Physiologie
PU-PH	FONTAINE Éric	Nutrition
PU-PH	FRANCOIS Patrice	Epidémiologie, économie de la santé et prévention
MCU-MG	GABOREAU Yoann	Médecine Générale
PU-PH	GARBAN Frédéric	Hématologie ; Transfusion
PU-PH	GAUDIN Philippe	Rhumatologie
PU-PH	GAVAZZI Gaëtan	Gériatrie et biologie du vieillissement
PU-PH	GAY Emmanuel	Neurochirurgie
MCU-PH	GILLOIS Pierre	Biostatistiques, informatique médicale et technologies de communication
PU-PH	GIOT Jean-Philippe	Chirurgie plastique, reconstructrice et esthétique
MCU-PH	GRAND Sylvie	Radiologie et imagerie médicale
PU-PH	GRIFFET Jacques	Chirurgie infantile
MCU-PH	GUZUN Rita	Nutrition
PU-PH	HAINAUT Pierre	Biochimie et biologie moléculaire
PU-PH	HALIMI Serge	Nutrition
PU-PH	HENNEBICQ Sylviane	Biologie et médecine du développement et de la reproduction
PU-PH	HOFFMANN Pascale	Gynécologie-obstétrique

CORPS	NOM-PRENOM	Discipline universitaire
PU-PH	HOMMEL Marc	Neurologie
PU-MG	IMBERT Patrick	Médecine Générale
PU-PH	JOUK Pierre-Simon	Génétique
PU-PH	KAHANE Philippe	Physiologie
MCU-PH	KASTLER Adrian	Radiologie et imagerie médicale
PU-PH	KRAINIK Alexandre	Radiologie et imagerie médicale
PU-PH	LABARERE José	Epidémiologie, économie de la santé et prévention
MCU-PH	LABLANCHE Sandrine	Endocrinologie, diabète et maladies métaboliques
MCU-PH	LANDELLE Caroline	Bactériologie – virologie ; Hygiène hospitalière
PU-PH	LANTUEJOL Sylvie	Anatomie et cytologie pathologiques
MCU-PH	LARDY Bernard	Biochimie et biologie moléculaire
MCU - PH	LE GOUELLEC Audrey	Biochimie et biologie moléculaire
PU-PH	LECCIA Marie-Thérèse	Dermato-vénérologie
MCF Ass.MG	LEDOUX Jean-Nicolas	Médecine Générale
PU-PH	LEROY Vincent	Gastroentérologie ; hépatologie ; addictologie
PU-PH	LETOUBLON Christian	Chirurgie viscérale et digestive
PU-PH	LEVY Patrick	Physiologie
PU-PH	LONG Jean-Alexandre	Urologie
MCU-PH	LUPO Julien	Bactériologie-virologie
PU-PH	MAGNE Jean-Luc	Chirurgie vasculaire ; Médecine vasculaire
MCU-PH	MAIGNAN Maxime	Médecine d'urgence
PU-PH	MAITRE Anne	Médecine et santé au travail
MCU-PH	MALLARET Marie-Reine	Hygiène hospitalière
PU-PH	MALLION Jean-Michel	Cardiologie
MCU-PH	MARLU Raphaël	Hématologie ; Transfusion
MCU-PH	MAUBON Danièle	Parasitologie et mycologie
PU-PH	MAURIN Max	Bactériologie-virologie
MCU-PH	MC LEER Anne	Histologie, embryologie et cytogénétique
MCU-PH	MONDET Julie	Histologie, embryologie et cytogénétique
PU-PH	MORAND Patrice	Bactériologie-virologie
PU-PH	MOREAU-GAUDRY Alexandre	Biostatistiques, informatique médicale et technologies de communication
PU-PH	MORO Elena	Neurologie
PU-PH	MORO-SIBILOT Denis	Pneumologie
MCU-PH	MORTAMET Guillaume	Pédiatrie
PU-PH	MOUSSEAU Mireille	Cancérologie
PU-PH	MOUTET François	Chirurgie plastique, reconstructrice et esthétique ; brûlologie
MCF Ass.MG	ODDOU Christel	Médecine Générale
MCU-PH	PACLET Marie-Hélène	Biochimie et biologie moléculaire
PU-PH	PAILHE Régis	Chirurgie orthopédique et traumatologie
PU-PH	PALOMBI Olivier	Anatomie
PU-PH	PARK Sophie	Hématologie ; Transfusion
PU-PH	PASSAGGLIA Jean-Guy	Anatomie
PR Ass.MG	PAUMIER-DESBRIERES Françoise	Médecine Générale
PU-PH	PAYEN DE LA GARANDERIE Jean-François	Anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire
MCU-PH	PAYSANT François	Médecine légale et droit de la santé
MCU-PH	PELLETIER Laurent	Biologie cellulaire
PU-PH	PELLOUX Hervé	Parasitologie et mycologie

CORPS	NOM-PRENOM	Discipline universitaire
PU-PH	PEPIN Jean-Louis	Physiologie
PU-PH	PERENNOU Dominique	Médecine physique et de réadaptation
PU-PH	PERNOD Gilles	Médecine vasculaire
PU-PH	PIOLAT Christian	Chirurgie infantile
PU-PH	PISON Christophe	Pneumologie
PU-PH	PLANTAZ Dominique	Pédiatrie
PU-PH	POIGNARD Pascal	Bactériologie-virologie
PU-PH	POLACK Benoît	Hématologie
PU-PH	POLOSAN Mircea	Psychiatrie d'adultes
PU-PH	RAMBEAUD Jean-Jacques	Urologie
PU-PH	RAY Pierre	Biologie et médecine du développement et de la reproduction
MCU-PH	RENDU John	Biochimie et biologie moléculaire
MCU-PH	RIALLE Vincent	Biostatistiques, informatique médicale et technologies de communication
PU-PH	RIETHMULLER Didier	Gynécologie-obstétrique ; gynécologie médicale
PU-PH	RIGHINI Christian	Oto-rhino-laryngologie
PU-PH	ROMANET Jean Paul	Ophthalmologie
PU-PH	ROSTAING Lionel	Néphrologie
MCU-PH	ROUSTIT Matthieu	Pharmacologie fondamentale ; pharmacologie clinique ; addictologie
MCU-PH	ROUX-BUISSON Nathalie	Biochimie et biologie moléculaire
MCF Ass.MG	ROYER DE VERICOURT Guillaume	Médecine Générale
MCU-PH	RUBIO Amandine	Pédiatrie
PU-PH	SARAGAGLIA Dominique	Chirurgie orthopédique et traumatologie
MCU-PH	SATRE Véronique	Génétique
PU-PH	SAUDOU Frédéric	Biologie cellulaire
PU-PH	SCHMERBER Sébastien	Oto-rhino-laryngologie
PU-PH	SCHWEBEL Carole	Médecine intensive-réanimation
PU-PH	SCOLAN Virginie	Médecine légale et droit de la santé
MCU-PH	SEIGNEURIN Arnaud	Epidémiologie, économie de la santé et prévention
PU-PH	STAHL Jean-Paul	Maladies infectieuses ; Maladies tropicales
PU-PH	STANKE Françoise	Pharmacologie fondamentale
MCU-PH	STASIA Marie-José	Biochimie et biologie moléculaire
PU-PH	STURM Nathalie	Anatomie et cytologie pathologiques
PU-PH	TAMISIER Renaud	Physiologie
PU-PH	TERZI Nicolas	Médecine intensive-réanimation
MCU-PH	TOFFART Anne-Claire	Pneumologie
PU-PH	TONETTI Jérôme	Chirurgie orthopédique et traumatologie
PU-PH	TOUSSAINT Bertrand	Biochimie et biologie moléculaire
PU-PH	VANZETTO Gérald	Cardiologie
PU-PH	VUILLEZ Jean-Philippe	Biophysique et médecine nucléaire
PU-PH	WEIL Georges	Epidémiologie, économie de la santé et prévention
PU-PH	ZAOUI Philippe	Néphrologie
PU-PH	ZARSKI Jean-Pierre	Gastroentérologie ; hépatologie ; addictologie

PU-PH : Professeur des Universités - Praticiens Hospitaliers
MCU-PH : Maître de Conférences des Universités - Praticiens Hospitaliers
PU-MG : Professeur des Universités de Médecine Générale
MCU-MG : Maître de Conférences des Universités de Médecine Générale
PR Ass.MG : Professeur des Universités Associé de Médecine Générale
MCF Ass.MG : Maître de Conférences Associé de Médecine Générale

[Données à caractère personnel]



[Données à caractère personnel]

Table des matières

A. Introduction	21
B. Épidémiologie	22
C. Anatomie et physiopathologie du nerf d'Arnold	24
1. Anatomie	24
▪ Trajet nerveux	24
▪ Zones de vulnérabilité et cibles(3).....	27
○ Le site proximal (23)	27
○ Le site intermédiaire (24).....	29
○ Le site superficiel	30
▪ Variantes anatomiques.....	31
2. Physiopathologie	33
▪ Nerf trijumeau	33
▪ Relais trigémino-cervical (29,30)	33
▪ Système trigémino-vasculaire	35
D. Prise en charge thérapeutique	36
1. Modalités de guidage	36
▪ Zéro imagerie : approche à l'aveugle	36
▪ Fluoroscopie	37
▪ Scanner (38).....	39
▪ Échographie.....	41
▪ IRM	44
2. Procédures interventionnelles	48
▪ Substratum anatomique.....	48
1. Infiltration	48
▪ Mécanisme physiopathologique	49
○ Inhibition des influx nociceptifs	49
○ Théorie du Gate control.....	50
○ Effet volume.....	50
○ Effet placebo.....	51
▪ Procédure	51
○ Site proximal :	51
○ Site intermédiaire et superficiel	52
○ Combinaison site profond + site intermédiaire	52
2. Procédures interventionnelles : ablation et neuromodulation percutanée	52
2.1. Radiofréquence	53
2.1.1. Principe.....	53
2.1.2. Procédure	54
2.1.3. Complications	54
2.1.4. Ciblage :	54
2.2. Radiofréquence pulsée	55
2.2.1. Principe.....	55
2.2.2. Procédure	56
2.2.3. Complications :	56
2.2.4. Ciblage :	56
2.3. Cryoneurolyse	57
2.3.1. Principe.....	57

2.3.2.	Procédure	57
2.3.3.	Complications	58
2.3.4.	Ciblage :	58
3.	Chirurgie.....	59
1.	Techniques chirurgicales ciblant le NGO	59
1.1.	Stimulation nerveuse occipitale (SNO).....	59
1.2.	Neurolyse ou libération chirurgicale du nerf.....	60
1.3.	Neurectomie	61
2.	Autres traitements chirurgicaux	61
E.	Application aux syndromes cranio-faciaux	62
1.	Névrалgie d'Arnold.....	62
▪	Clinique.....	62
▪	Imagerie.....	63
▪	Résultats	65
1.	Infiltration	65
2.	Radiofréquence.....	67
3.	Radiofréquence pulsée	67
4.	Cryoneurolyse	67
5.	Stimulation occipitale	68
6.	Traitement chirurgical	68
2.	Céphalée cervicogénique	70
▪	Clinique.....	70
▪	Imagerie.....	71
▪	Résultats :	72
1.	Infiltration	72
2.	Radiofréquence.....	72
3.	Radiofréquence pulsée	72
4.	Stimulation occipitale	73
5.	Chirurgie	73
3.	Algie vasculaire de la face	74
▪	Clinique.....	74
▪	Imagerie.....	76
▪	Résultats	76
1.	Infiltration	76
2.	Stimulation :.....	77
3.	Chirurgie :	77
4.	Névrалgie du trijumeau	78
▪	Clinique.....	78
▪	Imagerie.....	79
▪	Résultats	80
1.	Infiltration :	80
2.	Chirurgie :	81
5.	Migraine chronique	82
▪	Clinique.....	82
▪	Imagerie.....	83
▪	Résultats	84
1.	Infiltration :	84
2.	PRF :	84

3.	Stimulation occipitale	85
F.	Application en pratique.....	87
	▪ Imagerie.....	87
	▪ Consultation	87
	▪ Schéma thérapeutique proposé	88
G.	Conclusion	89
H.	Bibliographie	90
I.	ANNEXE:	100
J.	Résumé.....	136

FIGURES ET TABLEAUX

Figure 1 Trajet du NGO	26
Figure 2 Tractogramme du NGO superposé avec une coupe sagittale T2(22).	27
Figure 3 Trajet du NGO : site profond/origine du nerf	28
Figure 4 Trajet du NGO : site intermédiaire au niveau de la première boucle	29
Figure 5 Trajet du NGO : site superficiel à l'émergence du nerf	30
Figure 6 : Tractogramme bilatéral du NGO avec superposition T2 axiale (22)	32
Figure 7 Relais nerveux trigémino-cervical (33)	34
Figure 8 Repères anatomiques schématisés sur cliché bouche ouverte.	38
Figure 9 Cibles du NGO sous guidage tomодensitométrique.	41
Figure 10 Visualisation du NGO en échographie.	44
Figure 11 Coupes axiales IRM ciblant le site intermédiaire.	46
Figure 12 Sonde et générateur de radiofréquence(61)	55
Figure 13 Cryoneurolyse du NGO sous guidage scanner. (71)	59
Figure 14 Topographie de la douleur dans la névralgie d'Arnold	63
Figure 15 Arthropathie dégénérative prédominant à gauche.	65
Figure 16 Topographie de la douleur dans les céphalées cervicogéniques	71
Figure 17 Topographie de la douleur dans l'algie vasculaire de la face	75
Figure 18 Topographie de la douleur selon les branches atteintes dans la névralgie du trijumeau.	79
Figure 19 Topographie de la douleur dans la migraine	83
Tableau 1 Récapitulatif de l'accessibilité des différentes cibles du NGO selon la modalité d'imagerie	47
Tableau 2 Efficacité des infiltrations pour la névralgie d'Arnold selon les différentes cibles et modalités	69
Tableau 3 Efficacité des traitements percutanés pour la névralgie d'Arnold selon les différentes cibles et modalités	69
Tableau 4 Efficacité des procédures interventionnelles pour les céphalées cervicogéniques selon les différentes cibles et modalités.....	74
Tableau 5 Efficacité des procédures interventionnelles dans la prise en charge de l'algie vasculaire de la face selon les différentes cibles et modalités.....	77
Tableau 6 Efficacité des procédures interventionnelles dans la prise en charge de la névralgie du trijumeau selon les différentes cibles et modalités.....	81
Tableau 7 Efficacité des procédures interventionnelles dans la prise en charge de la migraine chronique selon les différentes cibles et modalités	86

LES ALGIES CRANIO-FACIALES : DU DIAGNOSTIC A LA PRISE EN CHARGE THERAPEUTIQUE

Version française

Abréviations :

NGO nerf grand occipital, MOC muscle oblique caudal, SE muscle semi-épineux,
AL anesthésiques locaux, CT corticoïdes, RF radiofréquence, PRF radiofréquence pulsée,
CA cryoablation, SNO stimulation nerveuse occipitale, NA névralgie d'Arnold, CCG céphalée
cervicogénique, AVF algie vasculaire de la face, NT névralgie du trijumeau, IRM imagerie par
résonance magnétique, TDM tomodensitométrie

Mots-clés :

Algies cranio-faciales, névralgie d'Arnold, céphalée cervicogénique, algie vasculaire de la face,
névralgie du trijumeau, migraine chronique, nerf d'Arnold, infiltration, neurolyse, cryoablation,
radiofréquence.

A. Introduction

Les céphalées constituent l'un des syndromes douloureux chroniques les plus fréquents, affectant 47% de la population mondiale(1) . Elles constituent un véritable fardeau, à l'échelle du patient, dont la qualité de vie et les capacités fonctionnelles sont altérées, et à l'échelle de la société, l'impact économique étant considérable(2). On distingue parmi les céphalées les algies cranio-faciales, dont la prise en charge est complexe. Le traitement médicamenteux est régulièrement lourd, peu efficace et associé à des effets indésirables. Grâce à l'avancée des technologies et à la disponibilité grandissante du matériel d'imagerie, les radiologues interventionnels ont développé un nouvel arsenal thérapeutique dans la prise en charge de la douleur, proposant des techniques de bloc nerveux, d'infiltration et de neurolyse percutanée(3). Le nerf d'Arnold, ou nerf grand occipital (NGO) représente la cible préférentielle de ces différents traitements dans la prise en charge des syndromes douloureux cranio-faciaux(4). Il a initialement été exploré dans la névralgie d'Arnold, dont le diagnostic et le traitement impliquent un bloc de ce nerf. Par la suite, des études anatomiques et fonctionnelles ont suggéré un possible rôle du NGO dans le mécanisme physiopathologique des algies cranio-faciales, étendant les indications aux céphalées cervicogéniques(5), à l'algie vasculaire de la face(6,7), à la névralgie du trijumeau(8) et aux migraines chroniques(9). L'imagerie occupe ainsi une place centrale dans la gestion de ces pathologies, permettant de documenter le diagnostic et de cibler, de façon précise, les structures anatomiques impliquées. L'objectif de ce manuscrit est de fournir aux radiologues et médecins impliqués dans la prise en charge de la douleur, les données cliniques et épidémiologiques des différents syndromes cranio-faciaux, l'anatomie et la physiopathologie du nerf d'Arnold et les différents traitements ciblant ce dernier.

B. Épidémiologie

La céphalée est une douleur ressentie au niveau de la tête, de localisation crânienne ou faciale. Les maux de tête constituent un important problème de santé publique en raison de leur fréquence et de leur impact socio-économique. Les céphalées touchent effectivement près de la moitié de la population, la prévalence mondiale étant estimée à 47% chez l'adulte. Une étude américaine estime que 28 millions de personnes souffrent de céphalées sur leur territoire, ce qui représente une personne pour 4 foyers(10). Elles comptent parmi les principales causes de consultation chez le médecin généraliste comme chez le neurologue, comptant près d'un tiers des motifs de consultation en neurologie générale (11). Les céphalées, bien que fréquentes, ne sont pas associées à un risque de mortalité, restant ainsi peu reconnues, sous diagnostiquées et sous traitées.

Au-delà de la sensation douloureuse, les céphalées peuvent se montrer invalidantes au quotidien, responsables d'une altération non négligeable de la qualité de vie, sur le plan personnel comme professionnel. La douleur et la chronicité des maux constituent un fardeau pour le patient et sa famille, l'impact touchant aussi bien le bien-être quotidien, les activités sociales et professionnelles, et les capacités fonctionnelles(1). Selon l'étude 'Lancet global burden of disease', les céphalées représentent depuis 2016 la deuxième cause d'invalidité dans le monde en années de vie perdues par incapacité(12). L'incidence sur la vie professionnelle est importante, d'autant plus que le pic de prévalence se situe durant la vie active, entre 25 et 55 ans(13). L'impact économique sur la société est considérable. Les coûts directs sont élevés, représentant la valeur des ressources médicales consommées. Ils incluent les dépenses de

santé, les hospitalisations, les traitements médicaux, la surconsommation médicamenteuse étant par ailleurs fréquente chez les patients souffrant de douleurs chroniques. Les coûts indirects sont bien plus élevés, principalement liés à la baisse de productivité et à l'absentéisme. Selon une étude anglaise, 25 millions de jours sont perdus chaque année chez les patients migraineux dans l'ensemble du pays(14). Le coût annuel de la migraine à elle seule aux États-Unis est estimée à 78 milliards de dollars(15). De plus, la chronicisation de la douleur et l'altération de la qualité de vie sont susceptibles d'entraîner des souffrances psychologiques avec un risque accru d'anxiété et de dépression(16).

Parmi les syndromes douloureux cranio-faciaux que nous étudierons, la migraine est la pathologie la plus fréquente avec une prévalence mondiale de 11%, la forme chronique touchant environ 2% de la population(17). Les céphalées cervicogéniques sont également fréquentes et représentent 15 à 20 % des céphalées chroniques(18). La névralgie d'Arnold et la névralgie du trijumeau sont plus rares mais caractéristiques et généralement sévères. Il n'existe pas de donnée fiable dans la littérature quant à la prévalence de la NA. La névralgie du trijumeau est estimée à 0.3%(19). Enfin, l'algie vasculaire de la face est rare mais sévère, avec une prévalence de 0.12%(20).

C. Anatomie et physiopathologie du nerf d'Arnold

1. Anatomie

Le nerf d'Arnold, également appelé nerf grand occipital (NGO), correspond à la branche postérieure du deuxième nerf cervical. Ce nerf mixte, à prédominance sensitive, innerve la région cervico-occipitale avec une composante endocrânienne et exocrânienne.

- Le territoire exocrânien correspond à l'innervation cutanée de la région occipitale jusqu'au vertex, latérale à la ligne médiane, et à la région pariétale inférieure.

- Le territoire endocrânien correspond à la dure-mère de la région occipitale.

- Les fibres motrices innervent les muscles cervicaux : le semi-épineux de la tête, l'oblique inférieur, le longissimus de la tête, le splénius et le trapèze.

▪ Trajet nerveux

Le deuxième nerf spinal quitte le canal rachidien via le ganglion C2 puis se divise en branche postérieure, le NGO, et antérieure. Le NGO présente un trajet sinueux, décomposé en 3 portions séparées par deux boucles(4). Il naît au niveau atlanto-axoïdien, entre l'arc postérieur de C1 et la lame de C2 en dedans du massif articulaire.

- *L'origine* du nerf est située dans un espace délimité en avant par la capsule articulaire C1-C2, et en arrière par la membrane atlanto-axoïdienne. L'artère vertébrale est postérieure et latérale, située 6 à 12 mm de l'origine nerveuse.

- *La première portion (P1)* du nerf suit un trajet oblique vers le bas, en arrière et en dehors jusqu'au bord inférieur du muscle oblique caudal (MOC).
- Le nerf contourne le MOC réalisant sa première boucle (B1).
- La seconde portion (P2) suit un trajet ascendant et médial entre deux couches musculaires. En profondeur, le nerf croise successivement le MOC, le muscle postérieur droit et le muscle droit antérieur. La couche superficielle correspond au muscle semi-épineux de la tête.
- Le nerf effectue sa seconde boucle (B2) lors de la traversée du muscle semi-épineux, passant entre les fibres musculaires pour émerger en superficie près de la ligne médiane.
- La troisième portion (P3) est ascendante et latérale, initialement située entre le muscle semi-épineux et le muscle trapèze supérieur. Le nerf perfore ensuite le trapèze au niveau de son insertion aponévrotique pour devenir sous-cutané. Il se divise avant ou après l'aponévrose en branches terminales qui se développent en éventail en se ramifiant sous le scalp pour innover la région pariéto-occipitale. L'émergence sous cutanée du NGO est située sur la crête nucale, 2.5 à 3 cm de la ligne médiane. Le nerf présente à ce niveau des rapports anatomiques étroits avec l'artère occipitale, située juste en dehors.

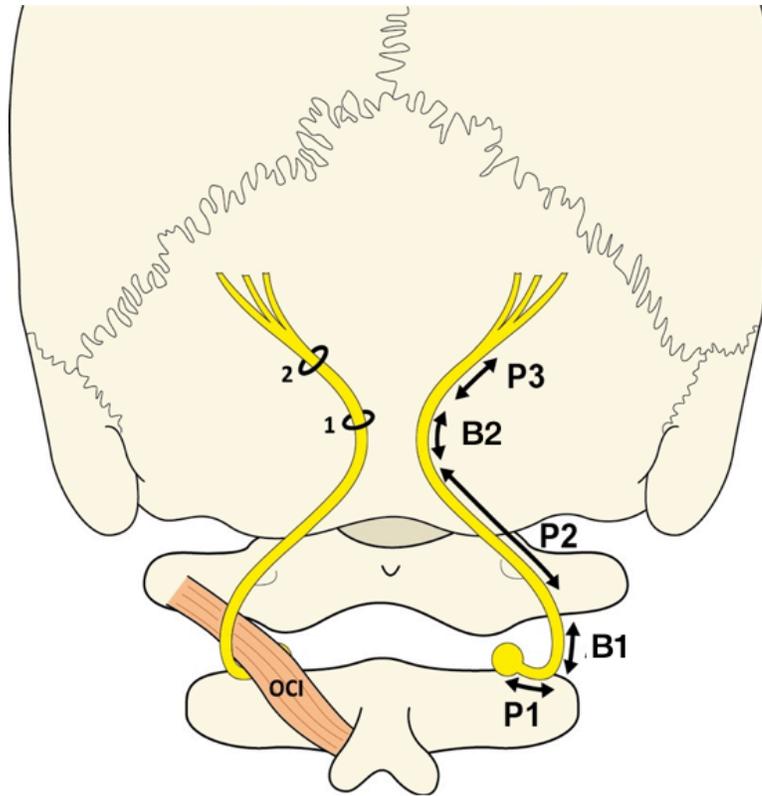


Figure 1 Trajet du NGO

Trois portions et deux boucles. (OCI) Muscle oblique inférieur ou caudal. (1) Orifice de perforation du muscle semi-épineux de la tête (2) Orifice de perforation du muscle trapèze supérieur ou de son aponévrose.(4,21)

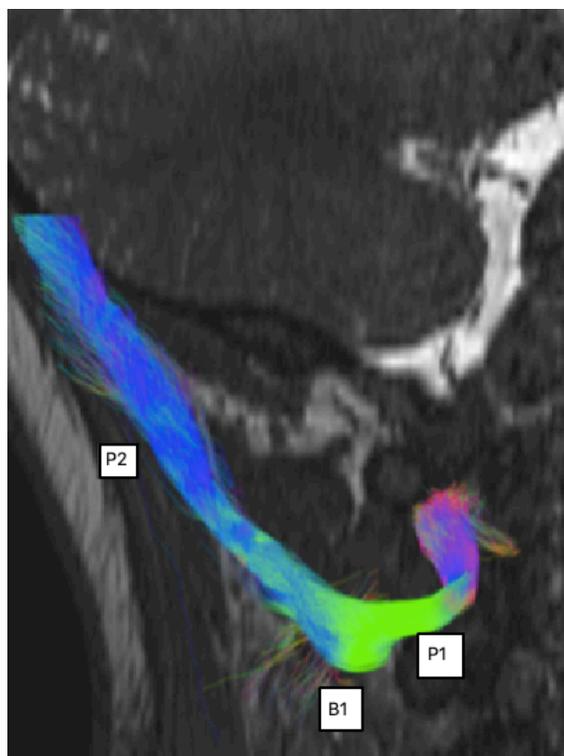


Figure 2 Tractogramme du NGO superposé avec une coupe sagittale T2(22).

P1 première portion, B1 première boucle, P2 deuxième portion

- Zones de vulnérabilité et cibles(3)

Ce trajet sinueux, comportant des portions intra et intermusculaires, expose le nerf à d'éventuelles contraintes, par compression ou étirement. Plusieurs zones de vulnérabilité ont été décrites. Il en ressort trois différentes cibles de traitement décrites dans la prise en charge des céphalées :

- Le site proximal (23)

Il se situe à l'origine du NGO, en arrière de l'articulation C1-C2. Le nerf est susceptible d'être comprimé à ce niveau, pris en étau entre le massif articulaire et le muscle oblique caudal.

L'origine du nerf peut également être contrainte par une arthropathie ou une sténose foraminale C1-C2. Le site proximal, ou site profond, se situe donc entre l'arc postérieure de C1 et la lame de C2, juste en arrière de la capsule articulaire. Il permet à la fois de cibler l'origine du nerf et le ganglion spinal C2. Cette zone est riche en plexus veineux, et localisée à proximité de l'artère vertébrale.

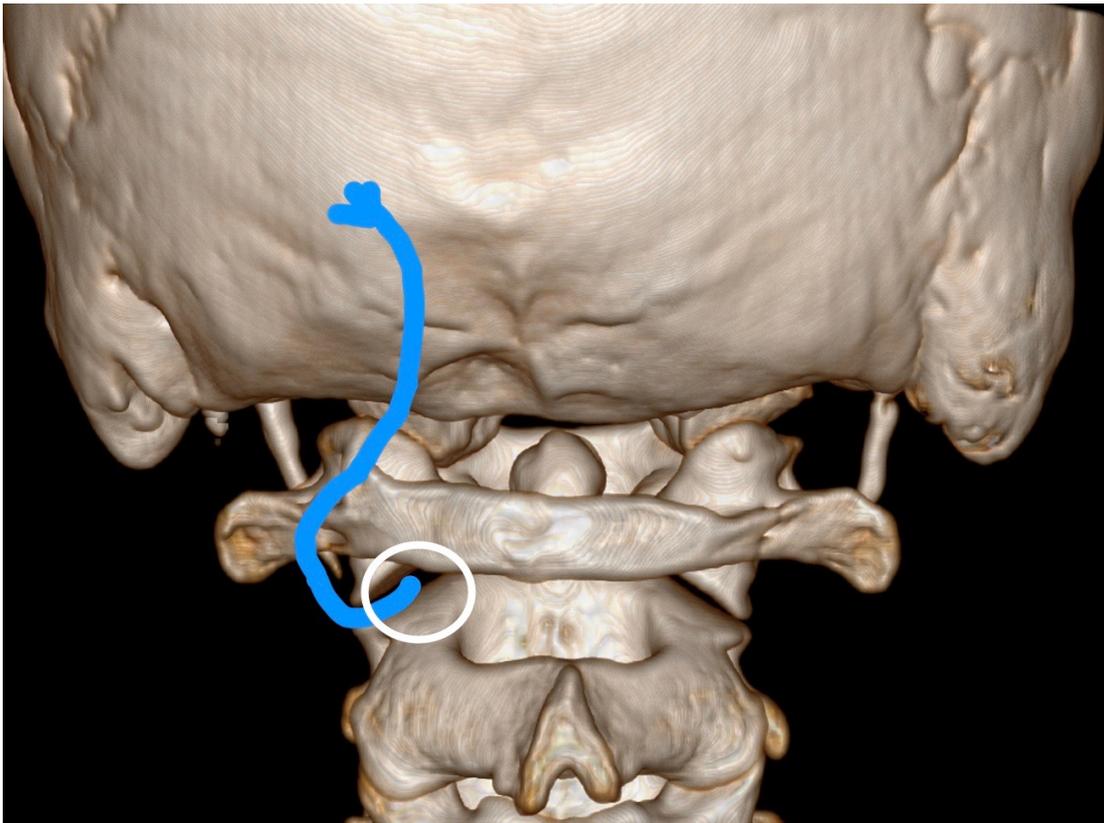


Figure 3 Trajet du NGO : site profond/origine du nerf

- Le site intermédiaire (24)

Il correspond à la première boucle (B1) du NGO. Le nerf passe sous le muscle oblique caudal avant de le contourner pour devenir ascendant, entre le MOC et le semi-épineux. Cette boucle est également soumise à des contraintes mécaniques, étirée lors des mouvements de flexion et de rotation controlatérale qui allongent le MOC. Les traumatismes cervicaux, et plus particulièrement le coup du lapin, sont des causes fréquentes d'irritation nerveuse par étirement. Le site intermédiaire est situé sur la même coupe axiale que le site profond, au niveau C1-C2. La cible est représentée par l'espace graisseux localisé entre les muscles oblique caudal et semi-épineux de la tête.

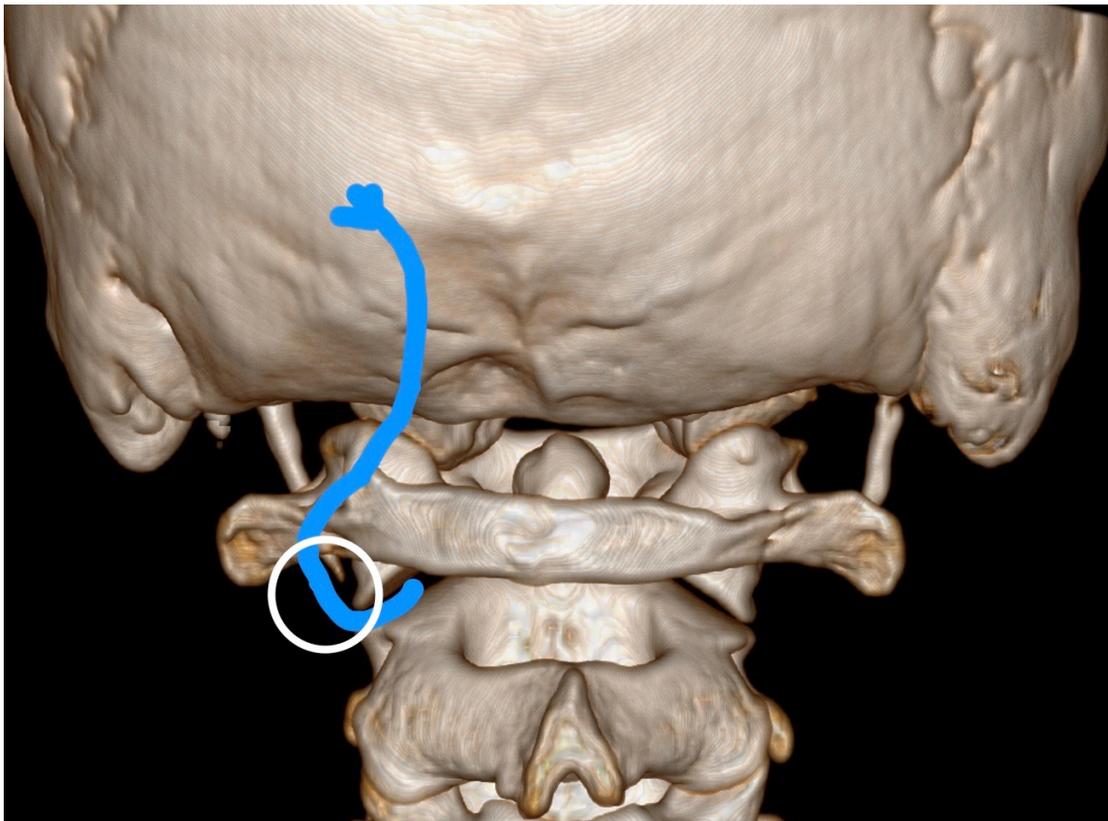


Figure 4 Trajet du NGO : site intermédiaire au niveau de la première boucle

- Le site superficiel

L'émergence superficielle du NGO est située en distalité, lorsque le nerf traverse le trapèze puis se divise en branches terminales. Le NGO perfore l'insertion tendineuse par un orifice étroit et rigide pouvant être source de conflit. L'émergence constitue une zone « gâchette », dont la stimulation reproduit la douleur dans le territoire du nerf d'Arnold. Elle se situe en dedans de l'artère occipitale.

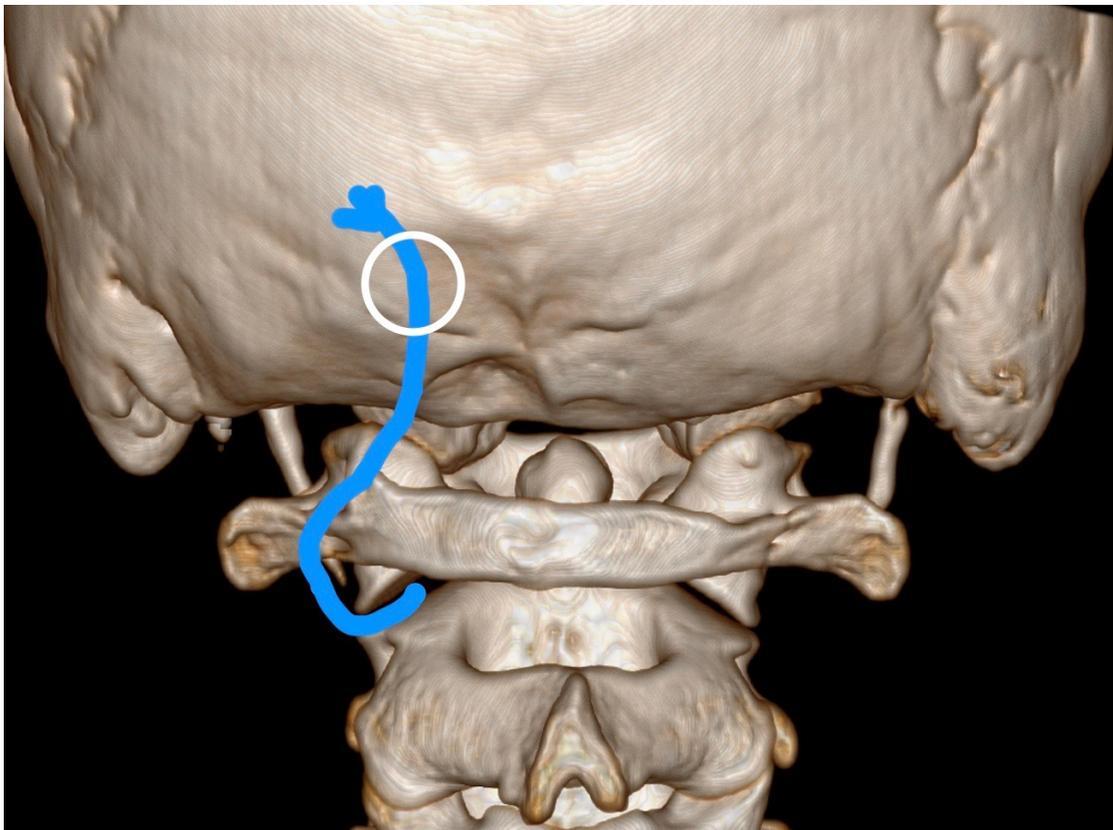


Figure 5 Trajet du NGO : site superficiel à l'émergence du nerf

- Variantes anatomiques

Bien que le trajet du nerf d'Arnold soit décrit et connu, il reste soumis à des variations anatomiques inter et intra-individuelles. D'après les études cadavériques, les variantes prédominent en distalité, à partir de la seconde boucle. Selon Bovim, la traversée du muscle semi-épineux au niveau de la boucle B2 est inconstante(26). Un travail de dissection réalisé sur 40 sujets cadavériques a montré une importante variabilité de l'orifice par lequel le nerf traverse l'aponévrose du trapèze, correspondant au site superficiel(27). Après l'émergence, le nerf se divise en branches terminales, la division étant elle-même sujette à variation.

Une étude récente basée sur la tractographie par IRM de diffusion a exploré le trajet du NGO chez 20 sujets sains(22). Cette technique de cartographie nerveuse permet une visualisation complète et précise du trajet nerveux. L'analyse proximale n'a pas montré de variation du segment P2. La première boucle B1 était visible au-dessus du bord inférieur du pédicule de C2, sauf chez 4 sujets. La tractographie, non invasive, présente donc un bénéfice pré-thérapeutique, permettant de localiser le nerf et d'identifier si besoin des variantes anatomiques.

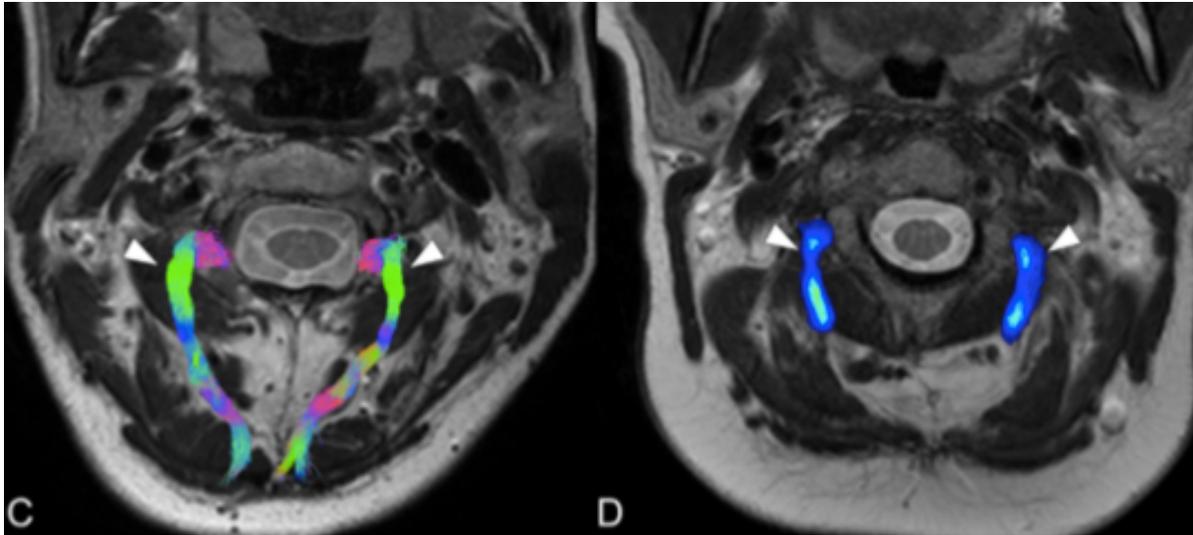


Figure 6 : Tractogramme bilatéral du NGO avec superposition T2 axiale (22)

Ces éléments plaident en faveur d'une approche relativement proximale afin de cibler correctement le nerf. Le site superficiel est en effet soumis à d'importantes variations anatomiques. Il est difficilement individualisable en imagerie et le repérage clinique basé sur la palpation ne constitue par une méthode fiable de localisation. De plus, compte tenu de sa division variable en branches terminales, le traitement au site superficiel peut se montrer peu efficace du fait de son caractère segmentaire.

Le site intermédiaire quant à lui offre une approche plus simple et plus proximale(25). En effet, la variabilité anatomique de A1 et P2 est moindre, et l'espace graisseux facilement identifiable en imagerie. Une étude sur cadavres a comparé le succès d'injection au niveau des sites superficiel et intermédiaire sous échographie, avec un taux de réussite plus élevé au niveau du site intermédiaire.

Le ganglion dorsal de C2 occupe une place constante, accolé à l'articulaire postérieure(28).

2. Physiopathologie

- Nerf trijumeau

Le nerf trijumeau est un nerf mixte comportant trois noyaux sensitifs véhiculant les informations somatosensorielles de la face. Les fibres nociceptives sont destinées au noyau caudal du tractus spinal, étendu jusqu'à C4. Ce nerf innerve l'ensemble de la face à l'exception de l'angle mandibulaire, divisé en branche ophtalmique (V1), maxillaire (V2) et mandibulaire (V3).

- Relais trigémino-cervical (29,30)

Au-delà de la névralgie d'Arnold, le NGO constitue une cible privilégiée dans la prise en charge des algies cranio-faciales(31). Le principe de ces traitements repose sur la convergence des afférences sensorielles trigéminées et cervicales supérieures au sein d'une entité appelée relais trigémino-cervical. Ce relais est formé par le prolongement du noyau spinal trigéminal au niveau des 3 premiers segments spinaux. Situé dans la corne dorsale de la moelle de C1 à C3, il reçoit donc les afférences nociceptives de C1, C2, C3 et des branches du trijumeau, transmises par les fibres C. La présence de neurones à convergence résulte de cette proximité anatomique entre les terminaisons nerveuses.

Les structures innervées par C1, C2 et C3 incluent les articulations et ligaments des trois premiers étages cervicaux, la plupart des muscles de la nuque, la dure-mère sous-tentorielle et

cervicale supérieure, l'artère vertébrale et les disques intervertébraux(32). Ainsi, une afférence issue de la région cervicale supérieure peut être perçue par le patient comme une douleur référée dans le territoire du nerf V.

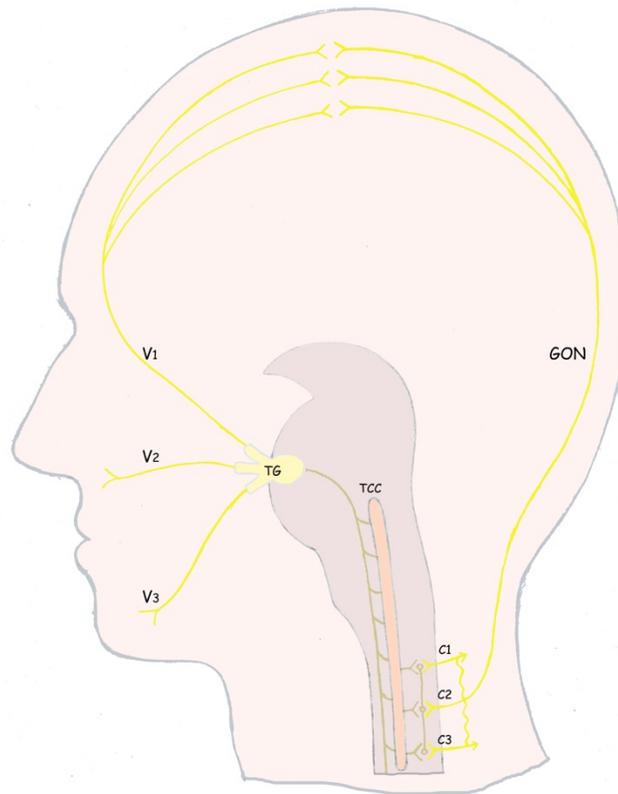


Figure 7 Relais nerveux trigémino-cervical (33)

- Système trigémino-vasculaire

Des fibres sensibles issues du V1 innervent la dure-mère supra-tentorielle et les vaisseaux crâniens(34). Cette innervation des parois vasculaires par le nerf trijumeau porte le nom de système trigémino-vasculaire, impliqué dans le processus douloureux des céphalées. Son activation entraîne une vasodilatation et une augmentation du débit sanguin cérébral. Il joue un rôle significatif dans la physiopathologie de la migraine et de l'algie vasculaire de la face(35).

Ainsi, la convergence des afférences nociceptives provenant de l'activation du système trigémino-vasculaire et des afférences sensorielles cervicales se font au niveau du complexe trigémino-cervical. Durant une crise douloureuse, les neurones de convergence reçoivent les influx nociceptifs transmis par les fibres C des nerfs cervicaux supérieurs et du V, nécessaires à la transmission du message douloureux. En cas de réduction ou interruption des influx nerveux au niveau du NGO, le message douloureux est bloqué, les neurones de convergence ne recevant pas assez d'information nociceptive.

L'action sur le NGO peut donc soulager non seulement les douleurs occipitales mais également les céphalées et douleurs trigéminées en bloquant le message douloureux.

D. Prise en charge thérapeutique

La prise en charge thérapeutique initiale des algies cranio-faciales repose sur des traitements conservateurs en première intention. Le volet médicamenteux comprend notamment les antalgiques simples, les anti-inflammatoires, les antidépresseurs type tricycliques et les myorelaxants. Le traitement non médicamenteux repose principalement sur la kinésithérapie, la physiothérapie, les manipulations, l'acupuncture et le repos.

Ces traitements demeurent cependant médiocrement efficaces dans le temps, augmentant le risque d'automédication et de surconsommation antalgique. Les syndromes douloureux cranio-faciaux chroniques résistants à ce traitement conventionnel peuvent bénéficier d'un traitement interventionnel, considérablement dominé par les infiltrations. L'apport de l'imagerie comme modalité de guidage améliore le succès technique et donc clinique des procédures proposées. Le nerf d'Arnold est accessible selon les différentes modalités d'imagerie.

1. Modalités de guidage

- Zéro imagerie : approche à l'aveugle

De nombreuses équipes ciblent le site superficiel du NGO à l'aveugle. Généralement, le point de ponction est situé à 2-3 cm de la protubérance occipitale, au-dessus ou en dessous de la ligne joignant la mastoïde et la protubérance. L'artère occipitale est palpée, puis l'aiguille insérée juste en dedans, perpendiculairement à la peau. L'aiguille est avancée jusqu'au contact

osseux puis retirée de 1 à 2 millimètres. Ce repérage reste néanmoins subjectif et soumis à la variabilité du site d'émergence, l'ensemble contribuant à un taux d'échec non négligeable. Il s'agit donc d'une approche rapide et accessible mais pouvant être peu efficace.

- Fluoroscopie

La fluoroscopie est l'une des principales modalités de guidage utilisées dans la prise en charge de la douleur, permettant un examen dynamique en bonne résolution.

- ◆ Avantages :

- Disponibilité
- Faible coût
- Contrôle en temps réel de l'avancée de l'aiguille au sein des tissus

- ◆ Inconvénients :

- Irradiation pour le patient et pour l'opérateur. Néanmoins, l'évolution technologique et des réglages adaptés permettent de limiter l'exposition aux rayonnements.
- Non visualisation des structures nobles (artère vertébrale, dure-mère..), le guidage étant uniquement basé sur les repères osseux
- Projection en 2D

- ◆ Ciblage

- Site profond :

Le guidage fluoroscopique est une alternative efficace pour le ciblage du NGO à son origine ou du ganglion C2. La voie d'abord préférentielle est para-sagittale postérieure directe(36). Le patient est installé en procubitus, bouche ouverte et menton fléchi afin de dégager l'interligne C1-C2. Le point d'entrée se situe au milieu de la ligne reliant le processus transverse de C1 et l'épineuse de C2. La progression de l'aiguille jusqu'au contact osseux doit être maintenue en projection du massif articulaire afin d'éviter de ponctionner l'artère vertébrale en dehors et le sac dural en dedans. Cette approche permet de réaliser une arthrographie C1-C2 et de cibler, en sortant de l'articulation, le ganglion C2(37).

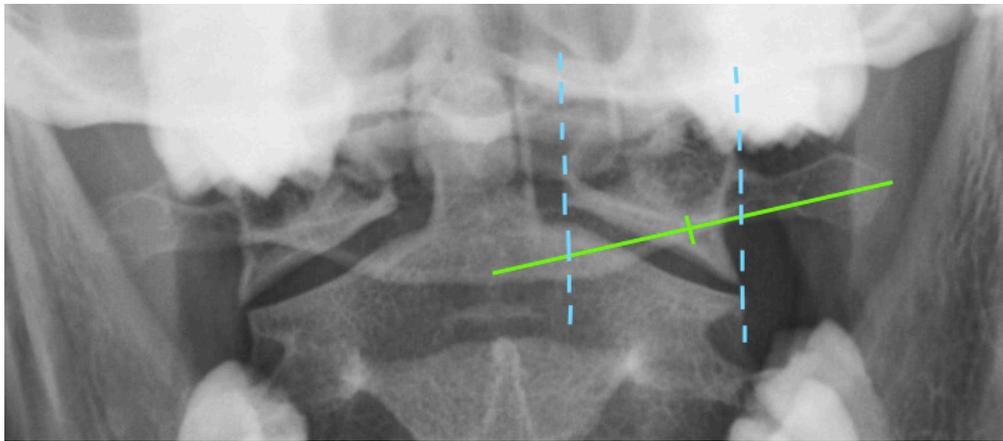


Figure 8 Repères anatomiques schématisés sur cliché bouche ouverte.

*Point d'entrée situé au centre de la ligne continue joignant le processus transverse de C1 et l'épineuse de C2(37).
Ligne en pointillées représentant les limites à ne pas franchir lors de la ponction.*

▪ Scanner (38)

Le scanner est la technique de guidage la plus performante en termes de résolution spatiale et temporelle, tendant à remplacer la fluoroscopie. Le positionnement de l'aiguille est donc précis et les effets indésirables liés à la ponction réduits. Généralement le guidage tomodensitométrique permet de contrôler « pas à pas » la progression du matériel, par la réalisation d'acquisitions séquentielles successives. Le développement du fluoroscanner a permis de pallier au caractère discontinu du guidage classique, en offrant une modalité de guidage précise en temps réel. Cette technique de fluoroscanner réduit le temps de procédure, l'irradiation du patient étant similaire au guidage TDM conventionnel(39). L'irradiation du praticien est en revanche plus élevée.

◆ Avantages :

- Résolution spatiale et en contraste excellente permettant une identification claire des structures anatomiques et la planification d'un trajet précis
- Reconstruction 3D
- Large champ de vue
- Accès aux structures profondes ou inaccessibles selon d'autres modalités
- Absence d'irradiation possible pour l'opérateur
- Rapidité du geste liée aux temps d'acquisition courts

◆ Inconvénients :

- Coût et plateau technique lourd

- Irradiation du patient
- Injection de produit de contraste parfois nécessaire afin de différencier les tissus.

◆ Ciblage (3):

Le patient est installé en procubitus, la tête droite ou tournée du côté pathologique. Une hélice de repérage est réalisée, de la région occipitale jusqu'à C3, afin de déterminer la cible et le trajet désiré. Les 3 sites du nerf d'Arnold sont accessibles :

- Le site profond :

Le site profond à l'origine rachidienne du NGO est situé sur une coupe axiale entre C1 et C2. L'injection de produit de contraste peut être réalisée préalablement afin de visualiser et d'éviter l'artère vertébrale.

- Le site intermédiaire :

Il se situe sur la même coupe, en arrière du site profond, l'espace graisseux étant facilement identifiable sur un scanner non injecté.

- Le site superficiel :

Il peut également être ciblé sous scanner, l'injection de produit de contraste permettant de visualiser l'artère occipitale.

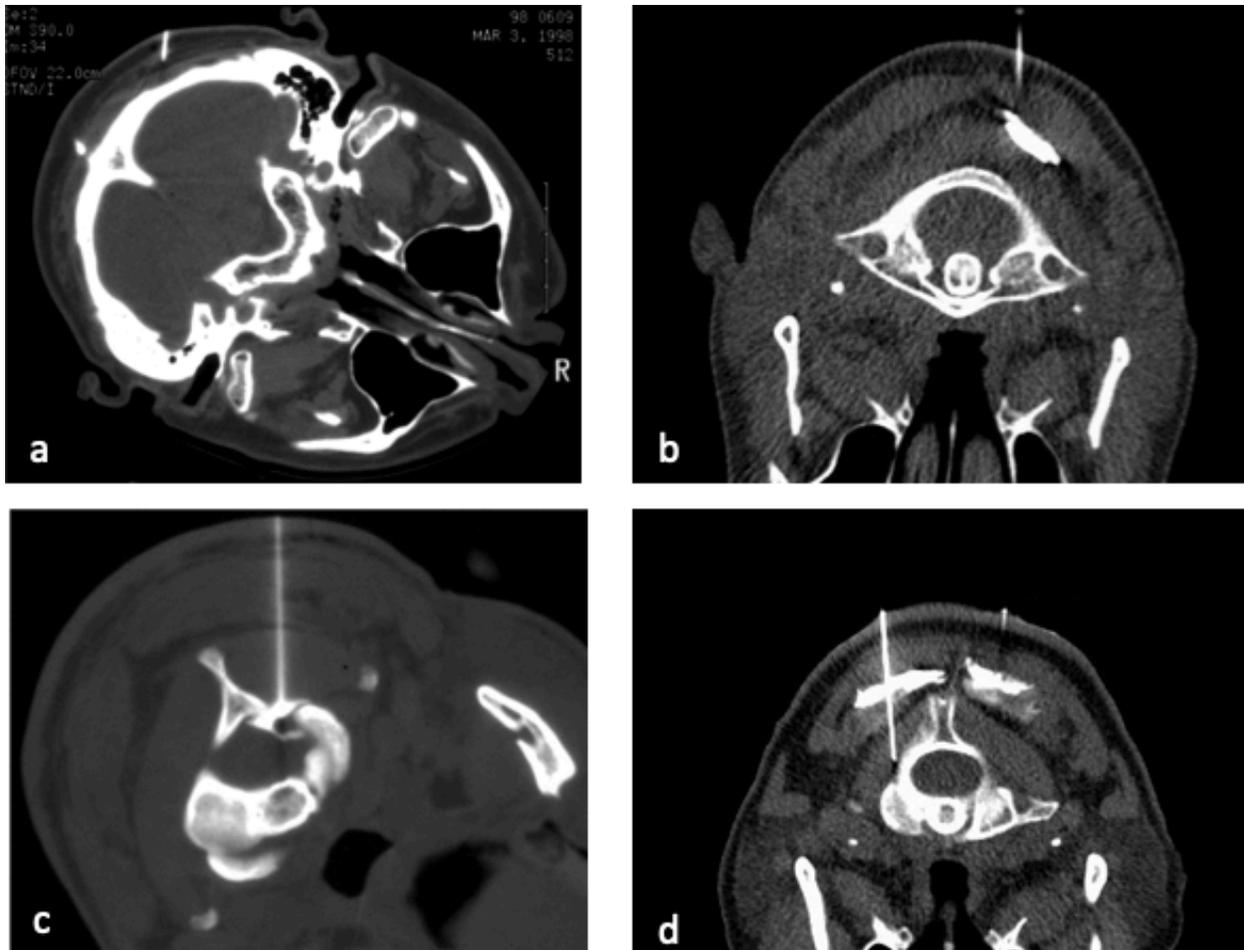


Figure 9 Cibles du NGO sous guidage tomodensitométrie.

(a) site superficiel, (b) site intermédiaire, (c) site profond, (d) combinaison site profond et site intermédiaire (40)

▪ Échographie

L'échographie est devenue une modalité de guidage incontournable dans la prise en charge de la douleur(41). Devenue pratique courante dans l'anesthésie régionale, son usage a rapidement été étendu à l'infiltration des nerfs périphériques. Les progrès technologiques constants permettent à des appareils ergonomiques de délivrer une résolution spatiale excellente si

l'échogénicité et la distance le permettent. La visualisation dynamique en temps réel dans tous les plans de l'espace contribue au caractère simple et rapide des procédures écho-guidées, les principales limites du geste étant inhérentes à la technique.

◆ Avantages :

- Faible coût
- Absence d'irradiation
- Visualisation directe du nerf
- Visualisation en temps réel permettant d'ajuster facilement le trajet, de suivre la progression de l'aiguille et la diffusion du produit
- Résolution spatiale offrant une bonne visualisation et différenciation des tissus mous
- Appareil mobile
- Absence d'effet secondaire lié à l'injection de produit de contraste
- Structures vasculaires visualisées pas Doppler

◆ Inconvénients :

- Opérateur dépendant
- Difficultés liées à une mauvaise fenêtre acoustique ou à l'échogénicité du patient.

L'analyse de la région suboccipitale est limitée chez les patients obèses ou ayant un cou court ou étroit.

◆ Ciblage

L'échographie étant limitée en profondeur, seuls sont accessibles le site intermédiaire et le site superficiel. Le patient est installé en procubitus, la tête droite.

○ Site intermédiaire :

La sonde est placée au niveau de C2, identifiée par l'aspect bifide de son processus épineux. Elle est translatée latéralement afin de repérer le muscle oblique caudal, inséré sur le processus transverse de C1. Le triangle graisseux hyperéchogène est visualisé en superficie de ce muscle, contenant une structure fibrillaire correspondant au NGO.

○ Site superficiel :

La sonde est placée sur la ligne nucale supérieure, entre la protubérance occipitale externe et la mastoïde. La visualisation du nerf est possible en dedans de l'artère occipitale, mais demeure aléatoire, le NGO étant fin et parfois divisé. Néanmoins, bien que l'émergence ne soit pas toujours visualisée, la supériorité de l'infiltration du nerf d'Arnold au site superficiel sous échographie a été démontré, en comparaison à l'absence de guidage(43).

L'échographie constitue donc une alternative de choix dans le ciblage du NGO, facilement pratiquée et répétée sans crainte d'un cumul de radiation ionisante.

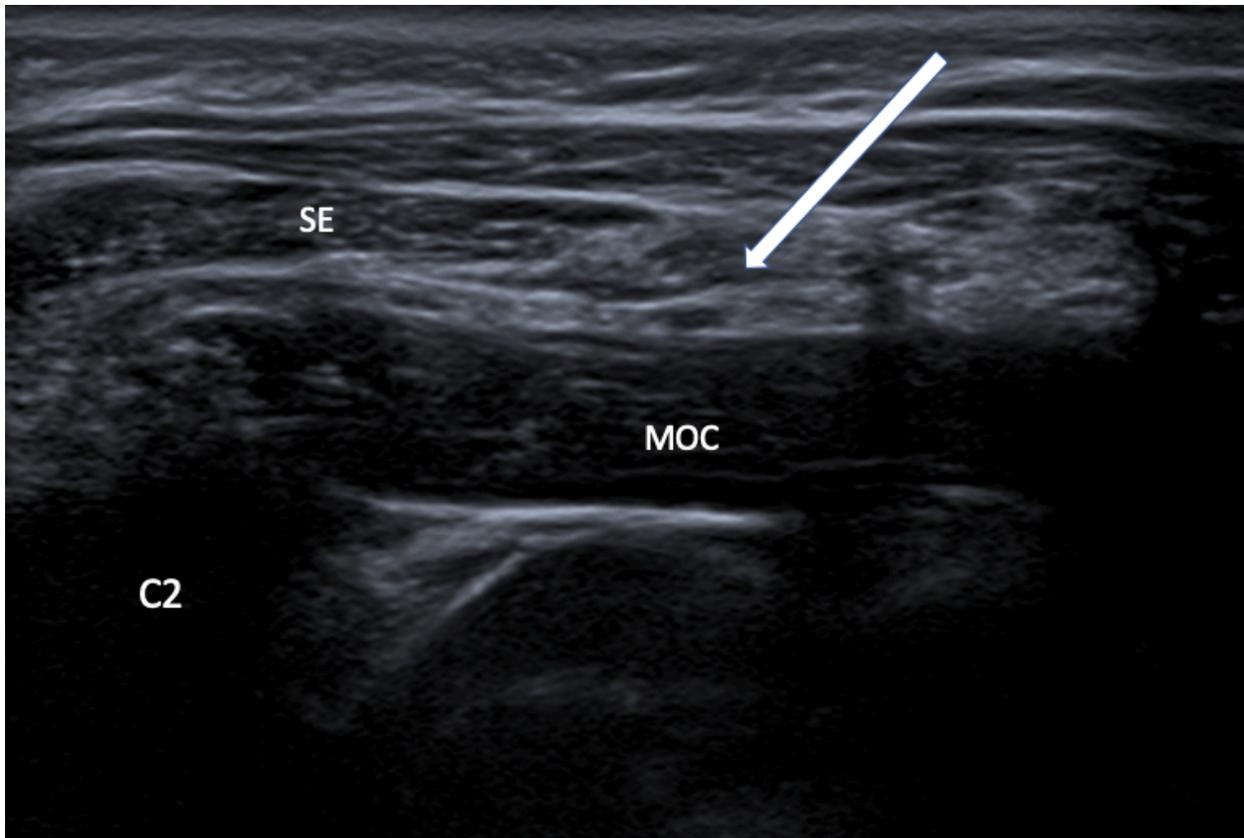


Figure 10 Visualisation du NGO en échographie.

NGO au site intermédiaire au sein de l'espace graisseux hyperéchogène. (MOC) muscle oblique caudal, (SE) muscle semi-épineux de la tête

- IRM

L'IRM interventionnelle est une technique émergente et prometteuse, néanmoins limitée par son accessibilité et son coût. Son usage dans la prise en charge de la douleur et la réalisation de blocs nerveux périphériques a été démontré(44). Les séquences de 'neurographie' offrent la résolution spatiale et le contraste requis pour une visualisation précise des structures nerveuses périphériques. Le développement des aimants à champ ouvert et de la fluoroIRM

autorise des gestes « à mainlevée », la progression du matériel étant suivie par une série de coupes rapides.

◆ Avantages :

- Absence d'irradiation
- Résolution spatiale et contraste
- Accès aux structures profondes
- Guidage en temps réel avec la fluorolIRM
- Planification précise du trajet
- Visualisation directe du nerf
- Absence de produit de contraste, le sérum physiologique pouvant être utilisé comme marqueur de diffusion du produit(45)

◆ Inconvénients

- Coût et accès
- Contre-indications générales à l'IRM (pacemakers, claustrophobie...)
- Nécessité d'un matériel compatible
- Visualisation indirecte de l'extrémité de l'aiguille due aux artefacts

◆ Ciblage

La résolution spatiale de l'IRM et la visualisation directe du nerf à l'aide de séquences dédiées permettent en théorie de cibler les trois sites du NGO.

- Site intermédiaire : une étude a validé la faisabilité des infiltrations au site intermédiaire, avec des résultats similaires aux infiltrations scanoguidées ou écho guidées(46).

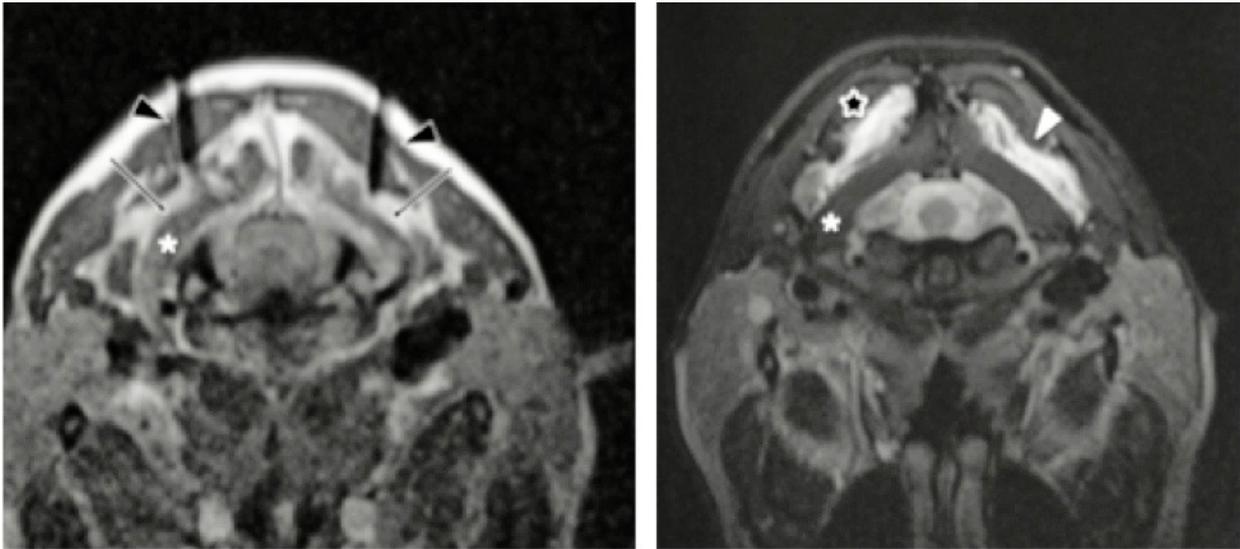


Figure 11 Coupes axiales IRM ciblant le site intermédiaire.

A gauche, séquence rapide en densité de protons montrant le positionnement des aiguilles, à droite séquence DP Spair après infiltration montrant une bonne diffusion du produit au sein de l'espace graisseux. – Kastler (46)

En pratique courante, le scanner et l'échographie sont des alternatives de choix, permettant notamment de cibler le site intermédiaire.

Modalités d'imagerie					
	Aveugle	Fluoroscopie	Scanner	Echographie	IRM
Site superficiel	+	-	+	+	+
Site intermédiaire	-	-	+	+	+
Site profond	-	+	+	-	+

Tableau 1 Récapitulatif de l'accessibilité des différentes cibles du NGO selon la modalité d'imagerie

2. Procédures interventionnelles

- Substratum anatomique

La corne postérieure de la moelle reçoit les fibres sensibles ($A\alpha$ et $A\beta$) et nociceptives ($A\gamma$ et C)(47).

- Les fibres $A\alpha$ et $A\beta$, richement myélinisées, à transmission rapide, transmettent l'information tactile et mécanique.
- Les fibres $A\gamma$, peu myélinisées, véhiculent la douleur rapide, précise et localisée.
- Les fibres C, amyéliniques, véhiculent la douleur tardive, diffuse.

Au sein de la corne postérieure se situent également les interneurons inhibiteurs participant à la régulation de la douleur.

1. Infiltration

L'infiltration du NGO a initialement été décrite dans le traitement de la névralgie d'Arnold. La description d'une convergence trigémino-cervicale et la facilité de la procédure ont permis par la suite d'étendre les indications aux algies cranio-faciales (48).

Aucune procédure standardisée n'est décrite quant à l'infiltration du NGO. Elle repose communément sur l'injection combinée d'agents anesthésiques locaux de courte et longue durée d'action, et de corticoïdes retard au contact du nerf. Plusieurs mécanismes sont impliqués dans le soulagement de la douleur : l'inhibition des influx nociceptifs, la théorie du

gate-control, l'effet volume et l'effet placebo. Un effet systémique lié à l'injection de corticoïdes est également possible.

- Mécanisme physiopathologique

- Inhibition des influx nociceptifs

- Anesthésiques locaux :

L'injection seule d'agents anesthésiques locaux (AL) en périphérie du nerf est communément appelée « bloc » nerveux. Ils agissent par blocage réversible de la conduction nerveuse à proximité de la région d'administration. Ce blocage résulte de l'interaction avec les canaux sodiques des fibres nerveuses, modifiant le potentiel d'action et diminuant la conduction de l'influx nerveux(49). L'effet des AL dépend du degré de myélinisation des fibres, et prédomine donc sur les petites fibres nerveuses amyéliniques de type C.

- Corticoïdes

L'effet analgésique de l'application locale de corticoïdes (CT) repose sur son effet anti-inflammatoire et sur la réduction de la transmission nerveuse des fibres C (50). Les glucocorticoïdes de synthèse traversent la membrane par diffusion simple et modulent, par interaction du noyau et du complexe récepteur-corticoïde formé, l'expression de plusieurs gènes. Cette modulation inhibe la synthèse de molécules médiatrices de l'inflammation et de la nociception.

- Théorie du Gate control

La théorie du gate control (51) repose sur la réception simultanée d'influx sensoriels au niveau de la corne postérieure, afin de moduler le message nociceptif. Les neurones de projection de la corne postérieure et les interneurones inhibiteurs sont sous la dépendance des informations sensorielles nociceptives et non nociceptives.

- Lorsque l'influx véhiculé par les fibres C prédomine, l'interneurone inhibiteur est inhibé, le neurone à convergence stimulé, et l'influx douloureux transmis.

- A l'inverse, si l'influx non nociceptif véhiculé par les fibres $A\alpha$ et $A\beta$ prédomine, l'interneurone inhibiteur est stimulé et inhibe le neurone de projection : l'influx douloureux est bloqué.

Il est donc nécessaire de faire pencher la balance en faveur des fibres $A\alpha$ et $A\beta$, en les stimulant, ou en inhibant les fibres C. Ainsi, l'inhibition de ces dernières par les substances pharmacologiques entraîne une prédominance des fibres $A\alpha$ et $A\beta$, bloquant le message douloureux.

Cette théorie est l'une des hypothèses formulées afin de justifier l'effet antalgique parfois prolongé des infiltrations, au-delà de la durée d'action des substances injectées.

- Effet volume

Il découle en partie de la théorie du gate control. Certains auteurs décrivent un effet volume bénéfique lors de l'infiltration, l'injection de substance contribuant à distendre les tissus adjacents au nerf (26). Cette augmentation de pression, par effet mécanique, peut stimuler les fibres $A\alpha$ et $A\beta$, accroissant leur dominance sur les fibres C.

- Effet placebo

L'effet placebo est fréquemment évoqué dans les études. (52,53). Il participe quotidiennement aux résultats et doit être utilisé comme un outil thérapeutique.

- Procédure

L'infiltration du nerf d'Arnold se déroule en ambulatoire sous anesthésie locale. Comme mentionné précédemment, elle est classiquement réalisée au site superficiel sans aide de l'imagerie. Cette procédure à l'aveugle engendre un taux non négligeable de traitement non sélectif, requérant d'importants volumes d'anesthésiques et de corticoïdes(25). Une infiltration précise guidée par l'imagerie permet d'éviter les complications liées à la surmédication et à l'infiltration de volumes importants de corticoïdes. L'imagerie améliore la précision, la sûreté et la reproductibilité du geste, et rend donc accessibles les sites profond et intermédiaire.

- Site proximal :

L'infiltration repose uniquement sur les corticoïdes, l'administration d'anesthésiques locaux étant déconseillée en cas de ponction dure. Les complications sont rares, généralement inhérentes à la ponction. Les connaissances anatomiques et la réalisation d'un trajet prudent diminuent le risque de ponction de l'artère vertébrale ou de la dure-mère. Néanmoins, l'infiltration profonde est déconseillée en cas de troubles de l'hémostase significatifs.

- Site intermédiaire et superficiel

L'infiltration combine généralement corticoïdes et anesthésiques locaux. Le risque de ponction artérielle est faible et un éventuel hématome est accessible à une compression immédiate. Les troubles de l'hémostase ne contre-indiquent pas la procédure, cette dernière restant basée sur le rapport bénéfice-risque.

- Combinaison site profond + site intermédiaire

L'infiltration du site profond et du site intermédiaire est accessible, sous guidage TDM ou IRM, en une seule ponction. Une fois l'injection réalisée à l'origine du nerf, l'aiguille est retirée puis placée au sein de l'espace graisseux pour infiltrer la première boucle.

2. Procédures interventionnelles : ablation et neuromodulation percutanée

En cas de douleur persistante malgré les infiltrations, des techniques de neurolyse et de neuromodulation percutanée ont été développées, et se sont montrées efficaces dans la prise en charge des syndromes douloureux cranio-faciaux.

La neurolyse ou neuro-ablation percutanée repose sur la radiofréquence et la cryothérapie. Ces techniques d'ablation thermique sont prometteuses dans la prise en charge de la douleur, procurant un soulagement à long terme. Leur principe repose sur la destruction d'une partie du nerf, responsable d'une altération de la transmission douloureuse. La radiofréquence pulsée est une technique de neuromodulation sans destruction nerveuse, dérivée de la radiofréquence

continue. Il est indispensable de réaliser, avant ce type de procédure, un bloc du NGO afin de s'assurer de son implication dans le processus douloureux.

2.1. Radiofréquence

2.1.1. Principe

La neurolyse percutanée par radiofréquence est une technique d'ablation thermique communément utilisée dans le traitement des douleurs chroniques(55), ciblant les nerfs périphériques et les ganglions spinaux. Le principe repose sur la destruction par la chaleur de structures nerveuses afin d'interrompre le signal douloureux. Le générateur de radiofréquence est connecté à une électrode, placée au contact du nerf, et à une plaque de conduction placée sur la peau. L'ensemble, avec le corps humain, forme un circuit électromagnétique. Le générateur délivre un courant alternatif dans la gamme des radiofréquences, concentré à l'extrémité de l'électrode, responsable d'une oscillation moléculaire génératrice de chaleur(56). Une température entre 60 et 80 °C est suffisante pour entraîner une dénaturation et une coagulation des tissus. La lésion produite à l'extrémité de l'aiguille a une forme d'ellipse ovoïde longitudinale à l'axe de l'électrode, nécessitant idéalement un positionnement tangentiel au nerf visé. Le volume de tissu lésé augmente avec la température, la durée d'application et la taille de l'électrode. La température diminuant à distance de l'électrode, la lésion créée est bien circonscrite à la différence des neurolyses chimiques.

2.1.2. Procédure

La température est monitorée à l'aide d'un thermocouple situé à l'extrémité de l'électrode. Cette procédure, nécessitant la coopération du patient, est réalisée sous anesthésie locale avec si besoin, une sédation légère. En effet, le bon positionnement de l'aiguille est attesté lors du test sensitif réalisé avant l'ablation, le patient décrivant alors une sensation de picotement dans le territoire nerveux correspondant. Un test moteur est ensuite réalisé afin de s'assurer de l'absence de fibres motrices dans la zone de traitement. La neurolyse est généralement réalisée à 80°C durant 90 secondes. La destruction du nerf entraîne ainsi une interruption de la transmission des stimuli douloureux, permettant un soulagement de la douleur à long terme. L'effet reste cependant généralement temporaire, la douleur étant susceptible de récidiver lors de la régénération du nerf plusieurs mois plus tard(57). En cas de rechute douloureuse, la procédure peut être répétée avec des résultats similaires.

2.1.3. Complications

Hors complications générales liées à la ponction, les dysesthésies ou hyperesthésies transitoires constituent les complications les plus fréquentes. Les complications spécifiques incluent par ailleurs des douleurs de désafférentation, la formation de névromes lors de la repousse du nerf et des déficits moteurs, l'apparition de ces derniers étant prévenue par la réalisation du test moteur en début de procédure.

2.1.4. Ciblage :

Dans le cadre des céphalées chroniques, le ganglion spinal de C2 et le NGO constituent deux cibles privilégiées de neurolyse par RF continue. Cette dernière a été décrite au niveau du ganglion C2 sous guidage fluoroscopique (58) et scanographique(59), et au niveau de l'émergence du NGO selon les repères anatomiques(60).

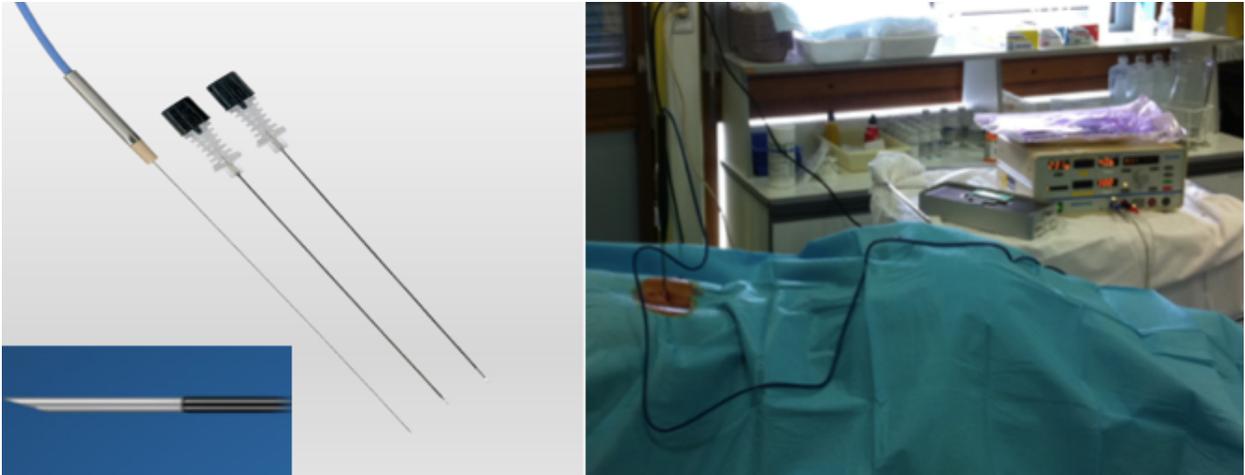


Figure 12 Sonde et générateur de radiofréquence(61)

2.2. Radiofréquence pulsée

2.2.1. Principe

La radiofréquence pulsée constitue une option thérapeutique prometteuse, initialement développée comme une alternative moins délétère que la RF continue. A la différence de la thermoablation par radiofréquence, la RF pulsée est une technique de neuromodulation du nerf, n'impliquant pas de destruction neuronale(62,63). Le courant de RF est délivré sous forme de brèves impulsions séparées de périodes de silence permettant d'atténuer la chaleur produite dans les tissus. En maintenant une température inférieure à 42°C, l'application du

courant n'entraîne qu'un œdème neuronal transitoire, sans dégénérescence wallérienne. Le principe est donc de délivrer une chaleur suffisante pour moduler le nerf et altérer la transmission synaptique, mais insuffisante pour entraîner une nécrose par thermo coagulation des tissus(64).

2.2.2. Procédure

La procédure est également réalisée sous anesthésie locale avec la coopération du patient. L'électrode de radiofréquence peut être positionnée perpendiculaire au nerf ou de façon similaire aux aiguilles utilisées pour le bloc nerveux, la procédure étant ainsi simplifiée et plus rapide. Cependant, la durée d'amélioration des douleurs semble de plus courte durée que celle observée avec la RF continue. La procédure est généralement réalisée à 42°C durant 4 minutes, après stimulation sensitive.

2.2.3. Complications :

La préservation du nerf limite le risque de douleur de désafférentation et d'éventuelles complications liées à la destruction tissulaire(65). Les complications sont rares et inhérentes à la ponction.

2.2.4. Ciblage :

Les cibles de RFP sont superposables à la RF continue. Elle est fréquemment réalisée à l'émergence du nerf à l'aveugle (66,67) ou sous guidage échographique(68). Un case-report a ciblé le ganglion C2 sous guidage fluoroscopique(69).

2.3. Cryoneurolyse

2.3.1. Principe

La Cryoneurolyse, également connue sous le nom de cryoablation ou cryoanalgésie, est une autre technique d'ablation thermique efficace dans la prise en charge de la douleur(70). A la différence de la RF basée sur l'effet neurodestructeur de la chaleur, la neurolyse par cryothérapie repose sur l'application de froid. L'exposition des structures nerveuses à de basses températures entraîne un effet analgésique par lésion neuronale et altération de la conduction nerveuse. En effet, l'application de froid entraîne un bloc de conduction semblable au bloc obtenu par l'injection d'anesthésiques locaux, l'ensemble des fibres nerveuses étant stoppées à -20°C. Les lésions nerveuses étant irréversibles à moins de -140°C, la température appliquée lors de la neurolyse est généralement comprise entre -70°C et -80°C. Cette température provoque un œdème neuronal sévère causé par l'oblitération vasculaire du vasa nervorum par des cristaux de glace. Il en résulte une perte de continuité axonale avec dégénérescence wallérienne, la gaine de myéline et l'endonèvre demeurant intacts. La préservation de ces deux structures permet une complète régénération du nerf sans formation de névrome.

2.3.2. Procédure

La procédure est réalisée à l'aide d'une sonde de cryothérapie, dans laquelle circulent des gaz pressurisés, entraînant une baisse de température par effet Joule Thompson. Une boule de glace fusiforme de quelques millimètres se forme ainsi à l'extrémité de la sonde. De même que pour la radiofréquence, la sonde du cryogénérateur comprend à son extrémité un capteur de température et un stimulateur nerveux sensitif et moteur. L'intensité et la durée d'analgésie

sont fonctions de la lésion nerveuse, elle-même dépendante de la proximité entre la sonde et le nerf, de la taille de la sonde et de la boule de glace, de la température et de la durée d'application. Généralement, 3 cycles de 3 minutes sont réalisés, séparés par des phases de décongélation. La procédure, généralement indolore et nécessitant la coopération du patient, est réalisée sous anesthésie locale sans sédation.

2.3.3. Complications

Les complications spécifiques liées à la cryoanalgésie sont bénignes, incluant hyperpigmentation, dépigmentation ou alopécie au point de ponction. Les névrites post-procédurales sont rares. Bien que l'analgésie soit temporaire, le soulagement de la douleur persiste généralement plusieurs mois, et la procédure peut être répétée par la suite.

2.3.4. Ciblage :

La Cryoneurolyse du NGO a été décrite au niveau du site intermédiaire sous guidage scanner(71), et au niveau du site superficiel, le nerf ayant été repéré par stimulation(72).

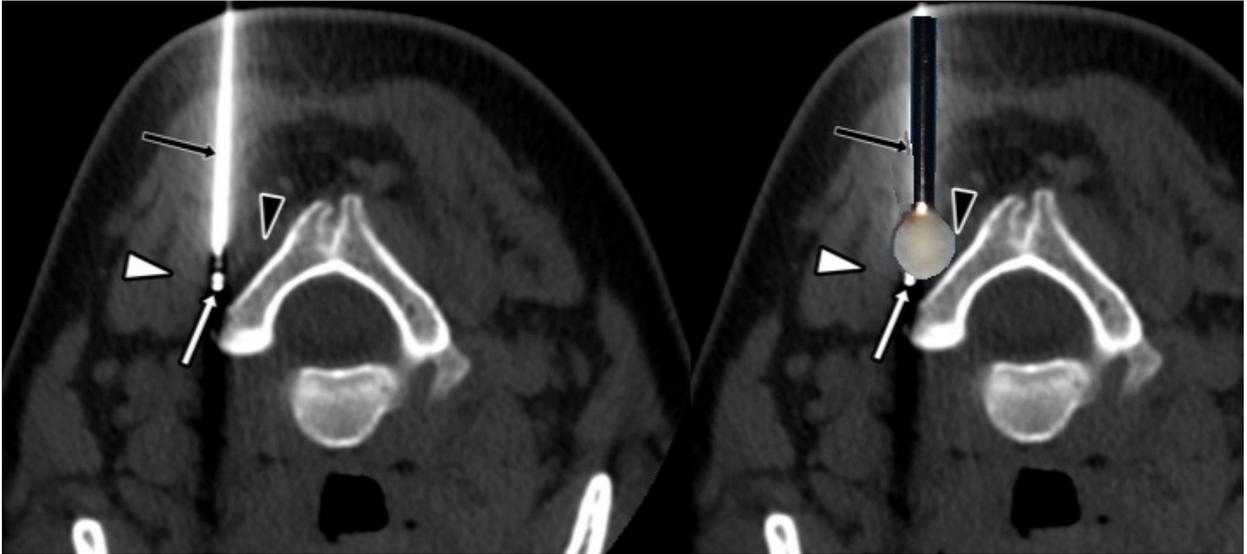


Figure 13 Cryoneurolyse du NGO sous guidage scanner. (71)

3. Chirurgie

1. Techniques chirurgicales ciblant le NGO

1.1. Stimulation nerveuse occipitale (SNO)

La stimulation des nerfs occipitaux est une technique chirurgicale peu invasive, décrite dans la prise en charge des formes résistantes de névralgie d'Arnold(73), d'algie vasculaire de la face (74) et de migraine chronique(75). Cette technique de neuromodulation est basée sur la stimulation électrique répétitive du NGO afin de moduler la perception douloureuse à l'aide d'électrodes sous-cutanées implantées en regard du nerf. Ces électrodes sont reliées à un neurostimulateur qui génère des impulsions électriques. L'implantation est réalisée sous anesthésie générale, préférentiellement par dissection chirurgicale en dessous de la crête

nucale, ou par voie percutanée à l'aide de la fluoroscopie. Une stimulation temporaire est généralement pratiquée avant l'implantation des électrodes définitives afin de s'assurer de l'efficacité de la neurostimulation. Cette technique présente donc l'avantage d'être peu invasive, réversible, et accessible à une période test. Les complications sont mineures mais relativement fréquentes, dominées par la migration des électrodes et l'infection du matériel. La plupart des patients développent par ailleurs un phénomène de tolérance et sont contraints d'augmenter l'intensité de stimulation, augmentant le rythme de changement des stimulateurs et par extension, le coût de la technique. En dépit de ces limites, la SNO constitue une alternative de choix dans l'arsenal chirurgical des céphalées compte tenu de son caractère peu invasif et réversible(76).

1.2. Neurolyse ou libération chirurgicale du nerf

La neurolyse chirurgicale est une intervention consistant à libérer un nerf contraint ou comprimé. Une incision nucale expose le NGO en profondeur du muscle trapèze, puis la dissection est poursuivie en profondeur selon le trajet du nerf jusqu'à la portion P1. Le nerf est libéré d'éventuelles adhérences, préférentiellement situées au contact des structures musculaires, lors du contournement du muscle oblique caudal et lors de la traversée du trapèze. Une étude a montré des résultats supérieurs en cas de section concomitante du muscle oblique caudal (77) notamment chez les patients dont la douleur est exacerbée par la flexion de la nuque. Les complications sont rares mais la récurrence des douleurs est classique, la procédure étant elle-même pourvoyeuse d'adhérences chirurgicales par la suite.

1.3. Neurectomie

La neurectomie est définie par l'ablation chirurgicale d'une partie d'un nerf. Après exposition du NGO par dissection de la région suboccipitale, le nerf est excisé puis réséqué sur quelques centimètres(78). Cette procédure est efficace à court terme avec un taux de succès élevé mais sujette à récurrence en raison de la régénération du nerf. Parmi les complications sont décrits des cas de névromes douloureux et des troubles sensitifs ou dysesthésies dans le territoire du nerf.

2. Autres traitements chirurgicaux

Historiquement, la névralgie d'Arnold réfractaire était traitée par distraction rachidienne avec arthrodèse postérieure, afin de libérer le nerf. D'autres méthodes invasives ont suivi, telles que la rhizotomie C2 avec arthrodèse atlanto-axiale, et la ganglionectomie de C2. Les arthrodèses cervicales sont également réalisées en cas de manifestations dégénératives du rachis dans le cadre de céphalées cervicogéniques. La stimulation cérébrale profonde concerne les patients souffrant d'algie vasculaire de la face ou de migraine chronique.

E. Application aux syndromes cranio-faciaux

1. Névralgie d'Arnold

- Clinique

Par définition, la douleur siège sur le trajet et dans le territoire du nerf d'Arnold. La NA est caractérisée par une douleur lancinante classiquement sévère, accompagnée de décharges électriques et de sensations de brûlures, unilatérale ou bilatérale(79). La douleur naît de la région suboccipitale et irradie vers l'hémivertex postérieur, parfois jusqu'à la région sus-orbitaire homolatérale. Des troubles sensitifs sont fréquemment associés dans le territoire du NGO, à type d'hypoesthésie, dysesthésie ou hyperesthésie avec allodynie. La douleur est ordinairement reproduite à la palpation de l'émergence du nerf, appelée alors « trigger zone », et lors des mouvements de rotation de la tête. Deux formes sont décrites :

- La forme paroxystique, à prédominance féminine. La douleur est classiquement unilatérale, évoluant par paroxysmes douloureux dans le territoire du nerf, irradiant dans la région rétro-orbitaire lors de crises sévères.
- La forme continue est la plus fréquente et affecte aussi bien les hommes que les femmes. Un fond d'endolorissement continu est ponctué d'épisodes paroxystiques.

Des signes végétatifs peuvent coexister dans les deux formes, liés aux anastomoses du NGO avec le ganglion cervical sympathique supérieur : acouphènes, vertiges, nausées et congestion nasale(80).

La réponse positive à un bloc du NGO constitue également un critère nécessaire à l'établissement du diagnostic.

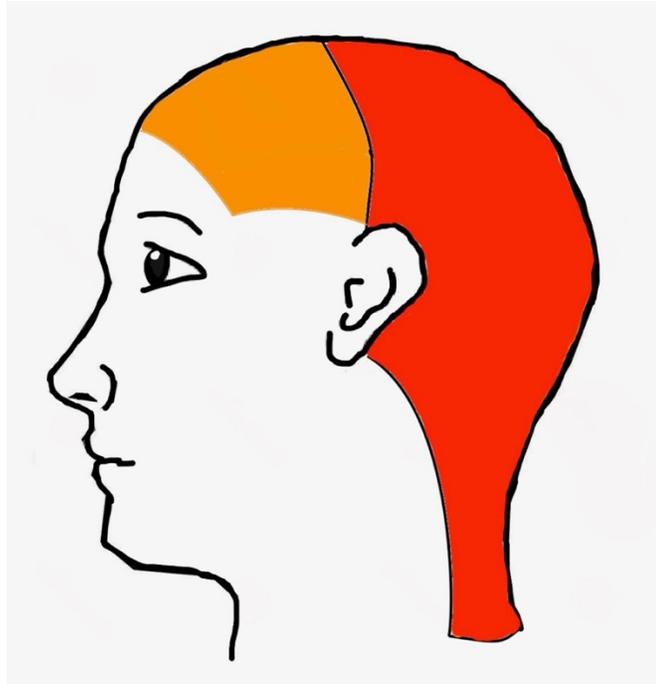


Figure 14 Topographie de la douleur dans la névralgie d'Arnold

- Imagerie

Bien que la névralgie d'Arnold soit le plus souvent considérée comme idiopathique(81), des anomalies structurales sous-jacentes sont régulièrement responsables d'une irritation du nerf, majoritairement liées à des lésions post-traumatiques ou dégénératives.

Les causes secondaires sont plus anecdotiques. On différencie les atteintes intrinsèques et extrinsèques du NGO.

- Les lésions intrinsèques incluent les traumatismes du nerf, les lésions inflammatoires (myélite, sclérose en plaques...), et les atteintes métaboliques telles que le diabète.
- Les atteintes extrinsèques, par irritation ou compression nerveuse, sont liées à l'arthrose C1-C2, aux rhumatismes inflammatoires, aux tumeurs osseuses ou nerveuses, aux malformations d'Arnold-Chiari ou à la présence d'une dolicho-artère vertébrale compressive.

Il est donc recommandé, devant un tableau de NA, de réaliser un bilan d'imagerie de la base du crâne et du rachis cervical afin d'éliminer une cause sous-jacente. Le bilan de base doit comporter des radiographies du rachis cervical. Le cliché bouche ouverte permet notamment d'objectiver une arthropathie C1-C2, bien que l'atteinte radiographique ne soit pas nécessairement corrélée à la clinique(80). L'imagerie en coupe demeure plus précise et devrait être réalisée, particulièrement pour les NA réfractaires.

En plus de recherche des anomalies sous-jacentes, l'imagerie est également performante pour montrer des signes indirects d'entrappement du NGO. L'analyse échographique réalisée chez des patients souffrant d'une NA unilatérale, a montré que la circonférence et la surface du nerf étaient significativement augmentées du côté pathologique(82). De même, l'analyse du NGO en IRM chez des patients atteints d'une NA unilatérale a montré du côté pathologique une augmentation de diamètre et de signal du nerf(83).

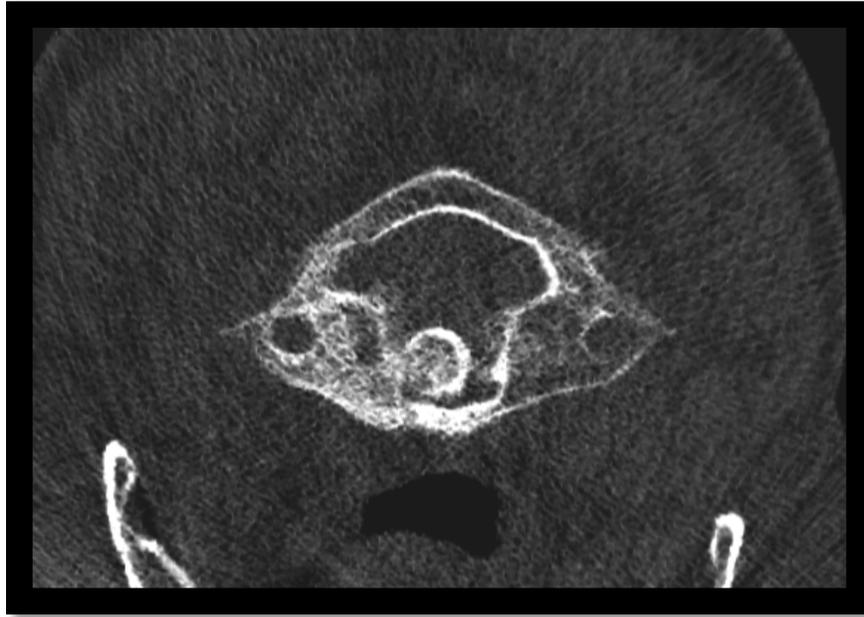


Figure 15 Arthropathie dégénérative C1-C2

Coupe axiale de scanner au niveau C1-C2 d'une névralgie d'Arnold gauche.

- **Résultats**

- 1. Infiltration**

- Site superficiel :

L'infiltration à l'aveugle à l'émergence du NGO, basée sur l'association d'anesthésiques locaux et de methylprednisolone, a montré un taux d'efficacité de 85% pour une durée de 1 à 2 mois

(84)

- Site intermédiaire :

L'injection sous scanner d'un mélange d'AL de courte et de longue durée, et de corticoïdes retard au niveau de la première boucle a montré un taux d'efficacité de 86% avec une durée moyenne de soulagement de 9 mois(24).

Ce mélange, injecté sous guidage IRM, a obtenu un succès clinique de 64% avec une amélioration moyenne de 78%(46).

Le taux d'efficacité après infiltration de la première boucle sous guidage échographique est de 60% à 3 mois(21).

- Site profond :

L'infiltration de l'articulation C1-C2 sous contrôle scopique à l'aide de corticoïdes retard, a soulagé 71% des patients à 1 mois, 62% à 3 mois et 50% à plus d'un an, avec une régression moyenne de la douleur de 70%(37).

Après infiltration du site profond sous guidage scanographique, 66,7% des patients se considéraient soulagés, pour une durée moyenne de 4 à 5 mois(23).

- Combinaison site profond et intermédiaire

L'infiltration en « double-site » sous guidage scanographique a permis de soulager 85,7% des patients pour une durée de 12 mois(23).

2. Radiofréquence

- Ganglion C2 :

L'ablation par RF du ganglion spinal de C2 sous guidage scopique a été évaluée chez les patients atteints de NA ou de CCG. 90% des patients ont rapporté une réduction de la douleur d'au moins 50%, avec une durée moyenne de 22 semaines (58)

- Site superficiel :

La thermoablation des nerfs grand et petit occipital réalisée à l'aveugle a montré une diminution significative de la douleur 1 mois après la procédure, avec une durée moyenne de soulagement de 6.5 mois. (60)

3. Radiofréquence pulsée

- Site superficiel :

L'étude de la neuromodulation du NGO par PRF a été conduite par diverses équipes. Cette procédure, décrite à l'émergence du nerf selon les repères anatomiques entraîne une amélioration significative de la douleur et de la qualité de vie allant de 3 à 6 mois (66,67,85).

Dans un case-report, la PRF fut réalisée à l'émergence sous guidage échographique, procurant une amélioration complète de la douleur pour plusieurs mois (68).

4. Cryoneurolyse

- Site superficiel

La CA de l'émergence du NGO, réalisée à l'aveugle, montre une réduction de la douleur évaluée à 70% pour une durée de 6 mois. Cette étude montre par ailleurs une amélioration significative de la douleur lorsque le bloc anesthésique du NGO a engendré un soulagement de la douleur supérieur à 75%(72).

- Site intermédiaire

Réalisée sous guidage scanographique, la cryoablation réalisée au site intermédiaire a permis de soulager 70% des patients à 3 mois(71).

5. Stimulation occipitale

Une étude a montré que 70% des patients souffrant de NA résistante ressentent toujours un bénéfice sur la douleur 22 mois après la mise en place du matériel(86).

6. Traitement chirurgical

En cas de douleur résistante aux précédents traitements, une prise en charge chirurgicale plus invasive peut être envisagée. Elle repose sur la neurolyse ou libération chirurgicale du nerf, la neurectomie du NGO, la ganglionectomie de C2, la rhizotomie cervicale dorsale et l'arthrodèse atlanto-axoïdienne. D'après une étude sur la libération du NGO, 80% des patients ont ressenti un bénéfice dans les suites de l'intervention, dont 43% une disparition de la douleur(87).

Névrалgie d'Arnold							
Infiltration							
	Aveugle	Fluoro	CT			US	IRM
		Origine	Origine	Combinée	Intermédiaire	Intermédiaire	Intermédiaire
Résultats	85%, 1-2 mois	71% à un mois, 50% à un an	66% durant 4-5 mois	60% des patients à 12 mois	85% pour 6 mois, durée moyenne 9 mois	60% des patients à 3 mois	64% des patients à 3 mois.
Article	<i>Tobin et al. Headache, 2009</i>	<i>Pougnard-Bellec et al., J.Radiol 2002</i>	<i>Aubry et al., Neuroradiology 2009</i>	<i>Aubry et al. Neuroradiology 2009</i>	<i>Kastler et Al, Eur Radiol 2015</i>	<i>Zipfel et al. Pain Physician 2016</i>	<i>Kastler et Al, Eur Radiol 2017</i>

Tableau 2 Efficacité des infiltrations pour la névrалgie d'Arnold selon les différentes cibles et modalités

Névrалgie d'Arnold				
	Cryoneurolyse		Radiofréquence	
	Aveugle	Intermédiaire/CT	Continue	Pulsée
Résultats	58% à 6 mois	70% à 3 mois	70% des patients pour période de 22 mois	>infiltrations, durée 9 mois
Article	<i>KIM et al., Pain Physician 2015</i>	<i>Kastler et al, J Neuroradiol 2017</i>	<i>Hamer et al., Headache 2014</i>	<i>Cohen et al. Pain 2015</i>

Tableau 3 Efficacité des traitements percutanés pour la névrалgie d'Arnold selon les différentes cibles et modalités

2. Céphalée cervicogénique

- Clinique

On estime que les CCG représentent 15 à 20% des céphalées chroniques(18). L'origine cervicale des douleurs est la clé de voûte du diagnostic. La céphalée est classiquement unilatérale a point de départ cervical, irradiant vers la région oculo-fronto-temporale où elle est volontiers plus intense. La reproduction de la douleur lors des mouvements de la nuque, de certaines postures cervicales ou lors de la pression de la nuque témoigne de l'implication cervicale dans le processus douloureux. L'examen peut mettre en évidence des modifications du tonus musculaire et des contractures. De façon similaire à la NA, la réponse positive après bloc anesthésique du NGO est un critère diagnostique majeur. Un antécédent de traumatisme cervical, notamment un coup du lapin, est fréquemment retrouvé dans les antécédents du patient. Dans une étude réalisée deux ans et cinq mois après un traumatisme, 18% des patients présentaient une céphalée de type CCG(88).

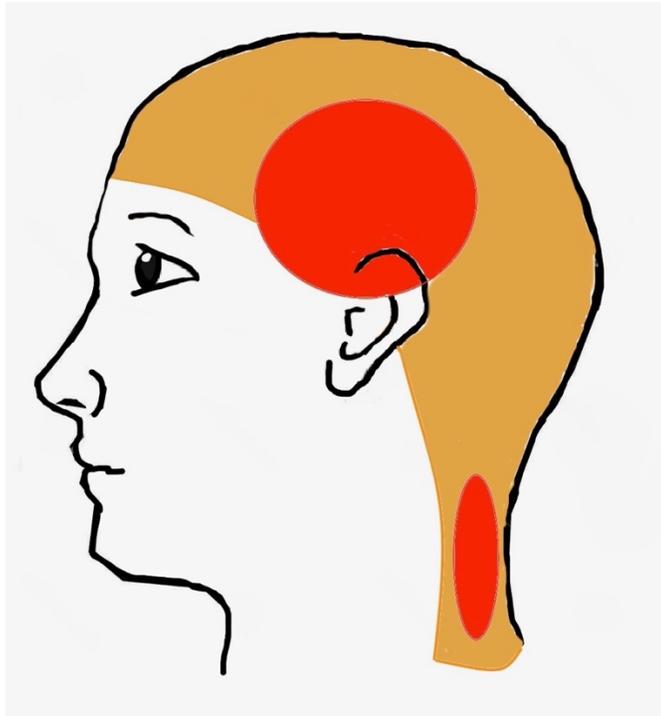


Figure 16 Topographie de la douleur dans les céphalées cervicogéniques

- **Imagerie**

Bien que les céphalées soient d'origine cervicale, le bilan d'imagerie est généralement peu contributif(89). Les clichés du rachis cervical peuvent montrer une inversion de courbure liée à un traumatisme ancien, mais la corrélation radio-clinique des manifestations dégénératives du rachis est faible.

- Résultats :

- 1. Infiltration**

- Site superficiel

Comme cité précédemment, le bloc du NGO fait partie intégrante du diagnostic. A ce jour, seule l'infiltration du site superficiel a été publiée. Anthony a montré que l'injection locale de corticoïdes procure une amélioration de la douleur chez 91% des patients, pour une durée moyenne de 77 jours(90). Une étude a également effectué des blocs successifs du NGO, le ciblage du nerf étant réalisé à l'aide d'un neurostimulateur. 90% des patients étaient soulagés à 6 mois, avec un nombre moyen de 5.3 injections(91).

- 2. Radiofréquence**

Comme mentionné précédemment, 90% des patients souffrant de NA ou CCG ont présenté une amélioration significative de la douleur après ablation par RF du ganglion spinal de C2 (58).

- 3. Radiofréquence pulsée**

La neuromodulation du NGO a été comparée à l'infiltration chez les patients souffrant de CCG réfractaire(92). Les deux techniques ont permis de soulager la douleur à 3 mois, tandis que l'effet antalgique a perduré 9 mois dans le groupe PRF.

La PRF du ganglion de C2 a été décrite dans un case report(69). Deux patients ont bénéficié d'une PRF sous guidage fluoroscopique, procurant une disparition de la douleur pour une période de 6 mois.

4. Stimulation occipitale

La neurostimulation occipitale dans le cadre de céphalées cervicogéniques réfractaires a significativement diminué le nombre de jour douloureux et a amélioré la qualité de vie à un an chez 11 patients sur 16(93).

5. Chirurgie

Neurolyse chirurgicale : La libération du NGO a été analysée chez des patients souffrant de CCG, procurant une amélioration immédiate mais temporaire de la douleur(94). L'exploration superficielle du nerf a permis de déceler des signes de compression au niveau du muscle trapèze ou du semi-épineux dans la majorité des cas.

Les traitements chirurgicaux plus invasifs reposent sur les anomalies radiologiques sous-jacentes. L'instabilité atlanto-axiale est une source potentielle de douleur, traitée par arthrodèse, tandis que les lésions dégénératives disco-articulaires sont traitées par discectomie antérieure avec fusion vertébrale.

Céphalée cervicogénique				
	Infiltration	Radiofréquence		
	Aveugle	Continue	Pulsée	
		C2	C2/fluoro	NGO
Résultats	91% des patients pour moyenne de 77 jours	90% des patients pour durée 22 semaines	Amélioration complète pendant 6 mois	>infiltration, soulagement 9 mois
<i>Article</i>	<i>Anthony M. Clin Exp Rheumatol. 2000</i>	<i>Hamer JF, World J Neurosci. 2016</i>	<i>Zhang, J Headache Pain. oct 2011</i>	<i>Gabrhelik T, Prague Med Rep. 2011</i>

Tableau 4 Efficacité des procédures interventionnelles pour les céphalées cervicogéniques selon les différentes cibles et modalités

3. Algie vasculaire de la face

- Clinique

L'algie vasculaire de la face (AVF), chef de file des céphalées trigémino-autonomiques, est une céphalée essentielle rare mais sévère, débutant dans la 3^e décade avec une nette prédominance masculine.(20) L'AVF, surnommée céphalée suicidaire, est caractérisée par une douleur intense et continue de l'hémiface prédominant dans la région orbitaire, décrite comme une sensation de brûlure, de déchirement ou d'écrasement. Elle est associée à des signes dysautonomiques homolatéraux : injection conjonctivale, larmoiement, congestion nasale ou

rhinorrhée, hypersudation et syndrome de Claude Bernard Horner associant myosis, ptosis et enophtalmie. Cette pathologie évolue par crises dont la périodicité est caractéristique. Les crises sont d'installation rapide et durent entre 15 et 180 minutes, volontiers déclenchées par la prise d'alcool et les situations hypoxémiantes telle que l'apnée du sommeil. La périodicité est double, circadienne et circannuelle. Les crises surviennent une à huit fois par jour selon un horaire stéréotypé. Cette périodicité permet de distinguer deux types d'AVF :

- AVF épisodique, la plus fréquente, dans laquelle les crises surviennent en moyenne par période de 2 à 8 semaines, principalement au printemps et à l'automne.
- Dans 10 à 20% des cas, l'AVF est chronique, les crises survenant régulièrement pendant plus d'un an avec des durées de rémission inférieures à 1 mois. Cette forme est particulièrement invalidante, source de comorbidités psychiatriques.

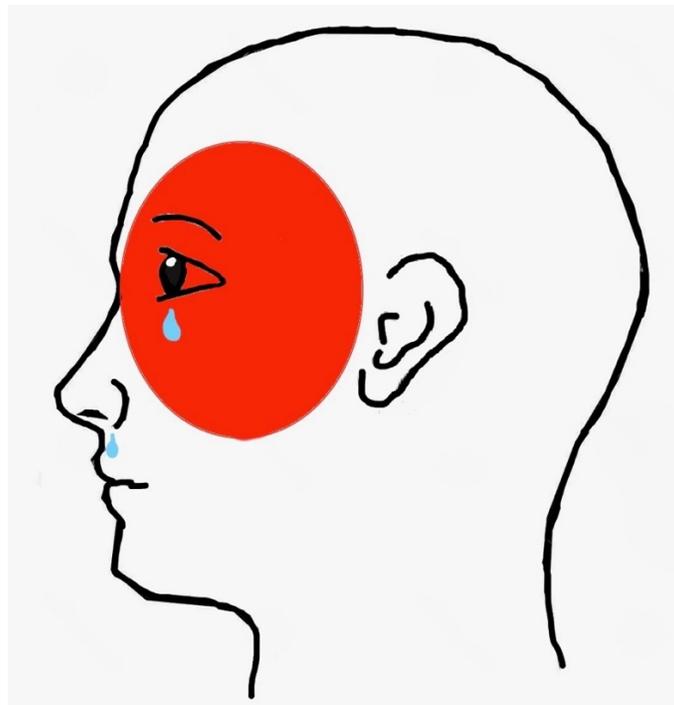


Figure 17 Topographie de la douleur dans l'algie vasculaire de la face

- **Imagerie**

Bien que le diagnostic d'AVF soit clinique, la réalisation d'une imagerie cérébrale est recommandée, afin d'exclure des anomalies tumorales et vasculaires sous-jacentes, notamment une tumeur hypophysaire ou une dissection carotidienne. L'imagerie fonctionnelle en période de crise montre une hyperactivité du noyau postéro-inferieur de l'hypothalamus du côté de la douleur(95).

- **Résultats**

- 1. Infiltration**

- Site superficiel :

L'infiltration de l'émergence a un taux d'efficacité allant de 50 à 80% selon les études (6,96), pour une durée de 1 à 5 semaines. Une étude réalisée contre placebo montre que 85% des patients ayant reçu des corticoïdes ne présentaient plus de crises durant plus de quatre semaines, et 62% d'entre eux n'ont pas souffert de nouvelle crise entre 4 et 26 mois (7).

- Site intermédiaire :

Une étude récente a réalisé une infiltration d'anesthésiques locaux et de corticoïdes au niveau de la première boucle sous guidage scanographique. Une diminution significative de la douleur a été constatée chez 81% des patients à un mois, 69% à trois mois et 31% à six mois(54).

- Il n'existe pas de données à ce jour concernant les techniques de neurolyse percutanée.

2. Stimulation :

Dans une série de 14 patients ayant bénéficié d'une implantation de stimulation du NGO, 71% s'estimaient améliorés. Le remplacement des électrodes fut nécessaire chez 4 patients(74).

3. Chirurgie :

En cas d'échec, une stimulation hypothalamique est envisageable(97). La plupart des techniques chirurgicales plus invasives ne sont plus réalisées ce jour.

Algie vasculaire de la face		
Infiltration		
	Aveugle	Intermédiaire / CT
Résultats	50 to 80% d'efficacité pour 1 à 5 semaines	81% à 1 mois et 69% à 3 mois
Article	<i>Afridi et al. Pain, 2006 Lambru et al, Eur J Neurol, 2014</i>	<i>Ricquart et al. RSNA 2016</i>

Tableau 5 Efficacité des procédures interventionnelles dans la prise en charge de l'algie vasculaire de la face selon les différentes cibles et modalités

4. Névralgie du trijumeau

▪ Clinique

La névralgie du trijumeau (NT) est une affection peu fréquente mais potentiellement invalidante, responsable de douleurs dans le territoire du nerf V. La classification internationale IHS distingue la névralgie essentielle de la névralgie secondaire(19,79).

- La *névralgie essentielle* prédomine chez les femmes après 50 ans. La douleur est intense, paroxystique et fulgurante, évoluant par salves sous formes de décharges électriques. Les salves se répètent durant quelques minutes, suivies d'une période réfractaire et entrecoupées de périodes libres. La douleur est unilatérale, localisée dans le territoire d'une à deux branches du trijumeau, plus fréquemment dans le V2. L'intensité de la douleur engendre souvent l'apparition d'un tic appelé « tic douloureux de Trousseau ». La douleur est déclenchée au contact d'une « zone gâchette » et lors des mouvements de parole ou de mastication. L'examen neurologique est normal, ne constatant ni trouble sensitif ni déficit moteur. La névralgie essentielle résulte le plus souvent d'un conflit vasculo-nerveux au sein des citernes de la base, impliquant généralement une artère cérébelleuse.

- La *névralgie secondaire*, dite symptomatique, est attribuable à une lésion organique sous-jacente et doit être suspectée devant certains éléments sémiologiques : fond douloureux chronique, troubles sensitifs associés, diminution du réflexe cornéen, atteinte simultanée des trois branches du trijumeau. Les étiologies sont multiples et regroupent toute pathologie survenant sur le trajet du nerf V, les causes centrales étant dominées par la sclérose en plaque et les causes périphériques par les tumeurs de l'angle ponto-cérébelleux.

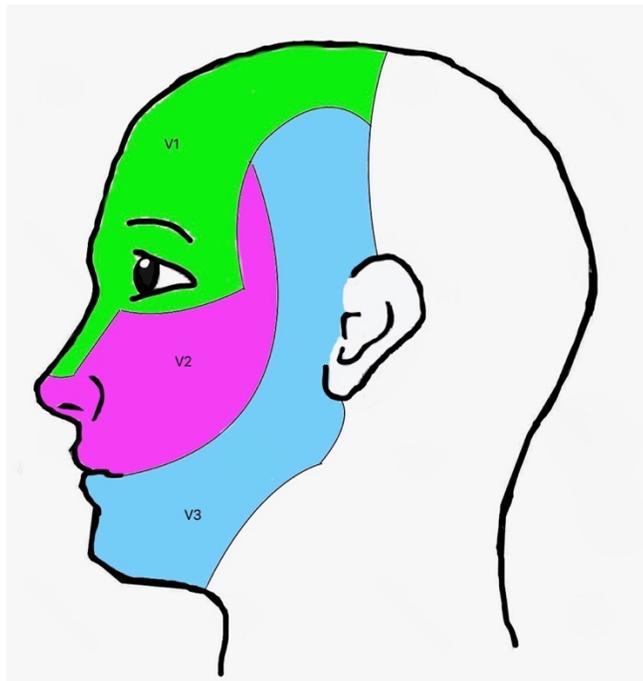


Figure 18 Topographie de la douleur selon les branches atteintes dans la névralgie du trijumeau.

V1 branche ophtalmique, V2 branche maxillaire et V3 branche mandibulaire.

- **Imagerie**

L'exploration encéphalique par IRM est recommandée chez les patients souffrant d'une névralgie trigémينية, et sera fonction du tableau clinique.

- En cas de névralgie essentielle, l'imagerie cherchera à objectiver un conflit vasculo-nerveux, majoritairement lié à une artère cérébelleuse au niveau de la citerne pré-protubérantielle. Une acquisition volumique T2 centrée sur le trajet cisternal du V permet de visualiser un éventuel conflit. Le caractère veineux ou artériel du vaisseau impliqué repose sur les séquences injectées et le 3DTOF(98).

- En cas de névralgie secondaire, l'IRM est nécessaire afin d'identifier une cause curable sous-jacente.

- **Résultats**

Les données de la littérature concernant la NT et le NGO sont pauvres.

1. Infiltration :

- Site superficiel :

Dans un case-report, la réponse à l'infiltration de lidocaïne et de corticoïdes chez un patient souffrant de NT essentielle était considérée par les auteurs comme positive(8).

- Site intermédiaire :

L'infiltration scanoguidée d'un mélange d'AL et de corticoïdes a procuré un soulagement de la douleur chez 57% des patients à un mois, l'EVA moyenne chutant de 8.5/10 à 3.5/10. 50% des patients demeuraient soulagés à trois mois(54).

Il n'existe pas de données à ce jour concernant les techniques de neurolyse ou neuromodulation percutanée du NGO. La thermocoagulation du ganglion de Gasser par radiofréquence a été décrite(99).

2. Chirurgie :

Les patients souffrant d'une névralgie essentielle, dont le conflit a été objectivé, sont éligibles à une chirurgie de décompression neurovasculaire microchirurgicale(100). Cette procédure invasive est efficace mais non dénuée de complications potentiellement graves, hémorragiques et neurologiques. Les névralgies secondaires à des lésions curables sont évidemment candidates à la chirurgie.

Névralgie du trijumeau		
Infiltration		
	Aveugle	Intermédiaire / CT
Résultats	Réponse positive	57% à 1 mois, 50% à 3 mois
Article	<i>Weatherall M. Cephalalgia 2008</i>	<i>Ricquart et al. RSNA 2016</i>

Tableau 6 Efficacité des procédures interventionnelles dans la prise en charge de la névralgie du trijumeau selon les différentes cibles et modalités

5. Migraine chronique

- Clinique

La maladie migraineuse est une affection fréquente touchant 11% de la population mondiale, avec une prédominance féminine et un caractère héréditaire souvent retrouvé. La forme chronique est plus rare mais davantage invalidante, affectant 2% de la population. L'altération de la qualité de vie, l'impact fonctionnel, émotionnel et économique sont significativement supérieurs à la migraine épisodique(17). La migraine est dite chronique lorsque les céphalées surviennent au moins 15 jours par mois pendant 3 mois, et remplissent les critères de migraine pendant au moins 8 jours par mois. La céphalée de la migraine prédomine dans la région fronto-temporale, classiquement unilatérale à bascule, pulsatile, d'intensité modérée à sévère, et aggravée par les activités physiques. Elle est fréquemment associée à des nausées, vomissements, phonophobie et photophobie. On distingue la migraine sans aura, la plus fréquente et souvent précédée de prodromes, de la migraine avec aura dans laquelle la céphalée est précédée ou accompagnée de symptômes neurologiques transitoires.

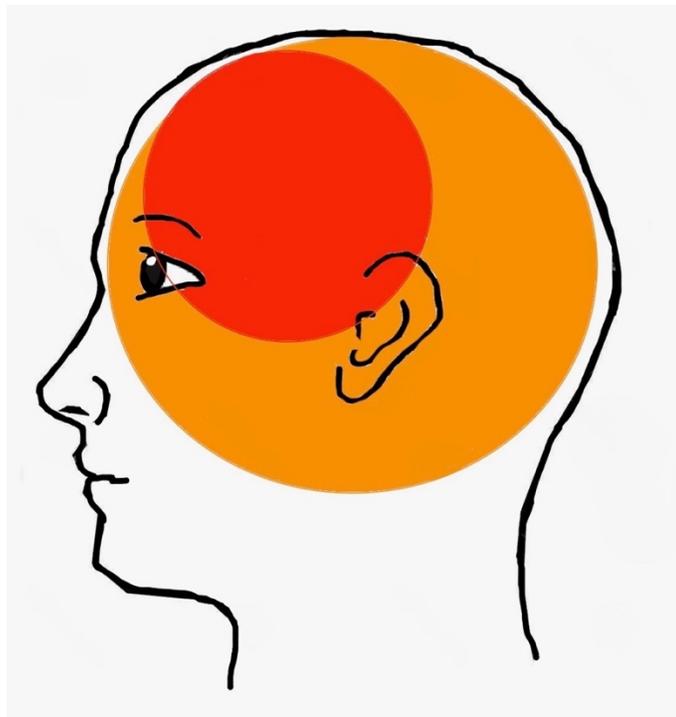


Figure 19 Topographie de la douleur dans la migraine

- **Imagerie**

Un tableau de migraine typique ne nécessite pas de bilan d'imagerie systématique(101). Une imagerie cérébrale sera réalisée en cas de migraine ou aura atypique, d'anomalie à l'examen clinique ou d'âge de début supérieur à 50 ans. La migraine chronique, résistante au traitement médicamenteux, devrait également bénéficier d'une IRM cérébrale afin d'éliminer une cause secondaire. L'imagerie fonctionnelle a mis en évidence une activation concomitante de l'hypothalamus et du tronc cérébral lors de crises de migraine sans aura(102).

- **Résultats**

Le ciblage du NGO dans le traitement des migraines repose sur la convergence trigémino-cervicale et sur l'implication du système trigémino-vasculaire dans les céphalées. D'après Anthony, il existe une irritation du NGO chez près de la moitié des patients migraineux (90).

1. Infiltration :

- Site superficiel :

Une étude randomisée a évalué l'efficacité de blocs répétés du NGO à l'émergence, à l'aveugle, comparant l'injection de bupivacaïne à un placebo. A 3 mois, le nombre de crises, la durée des crises et l'EVA étaient diminués dans le groupe traité(103). L'injection de bupivacaïne sous contrôle échographique à l'émergence a montré, dans une autre étude randomisée contre placebo, une diminution significative de la douleur mensuelle pré- et post-injection, l'EVA diminuant jusqu'à la fin de la quatrième semaine (104)

- Site intermédiaire

Une étude a comparé l'infiltration (anesthésique local et corticoïdes retard) du NGO au site intermédiaire et superficiel sous guidage échographique. L'analyse a montré une diminution significative de la douleur par rapport au Baseline dans le groupe « site intermédiaire » à 1 mois et 3 mois, et non dans le groupe « site superficiel »(105).

2. PRF :

- Site intermédiaire :

La neuromodulation du NGO par PRF sous guidage échographique au niveau de la première boucle a été décrite chez deux patients au sein d'un case-report. L'EVA a chuté de 7/10 à 3/10 à 1 mois, 2 mois et 3 mois (106).

- Site profond/ganglion C2 :

La PRF du ganglion spinal de C2 a été décrite dans un case-report. Le positionnement de l'aiguille fut réalisé sous échographie et confirmé par scanner. La patiente, souffrant d'une migraine chronique avec douleur occipitale, ne s'est plus plaint de douleurs pendant la période de suivi d'un an (107).

Il n'existe pas de données à ce jour concernant les techniques de neurolyse percutanée.

3. Stimulation occipitale

Le traitement chirurgical des migraines repose principalement sur la neurostimulation. Une étude réalisée en cas de migraine chronique réfractaire montre un taux d'efficacité de 45.3% (108). L'efficacité de la SNO dans la prise en charge des migraines chroniques reste sujette à controverse, l'amélioration des douleurs étant modeste dans la plupart des séries (109) et le taux de complication non négligeable.

Migraine chronique				
	Infiltration		Radiofréquence	
	Aveugle	US	Pulsée	
		Intermédiaire	Intermédiaire / US	C2 / US-CT
Résultats	Diminution de la douleur a 1 mois et 3 mois	Diminution significative à 1 et 3 mois	Diminution de 57% à 3 mois	Amélioration complète pendant un an
<i>Article</i>	<i>Inan LE Cephalalgia 2016, Palamar D, Pain Physician 2015</i>	<i>Flamer D, Reg Anesth Pain Med. 2019</i>	<i>Kwak S, Medicine (Baltimore)</i>	<i>Li J, Pain Res. sept 2018</i>

Tableau 7 Efficacité des procédures interventionnelles dans la prise en charge de la migraine chronique selon les différentes cibles et modalités

F. Application en pratique

Les algies cranio-faciales sont des sources fréquentes de douleurs chroniques, échappant régulièrement à la prise en charge médicamenteuse classique. Pourtant, aucune démarche standardisée n'est décrite quant à la prise en charge en l'absence d'efficacité des traitements conservateurs.

- **Imagerie**

En cas de résistance au traitement, une imagerie initiale semble indispensable afin de rechercher une cause curable sous-jacente. En l'absence de cause secondaire, une prise en charge interventionnelle peut être proposée.

- **Consultation**

Une consultation préalable avec le radiologue interventionnel ou le médecin concerné est une étape essentielle avant toute procédure. Cette consultation permet au médecin de valider le diagnostic, d'exposer au patient les avantages et inconvénients des différentes alternatives et d'obtenir son consentement éclairé. Elle permet notamment d'initier une relation médecin-malade de qualité, fondamentale dans la prise en charge des douleurs chroniques, et de faciliter l'adhésion thérapeutique du patient. Les consultations de suivi sont également recommandées afin de suivre le patient, évaluer l'efficacité des traitement entrepris et proposer, si besoin, d'autres options thérapeutiques.

- Schéma thérapeutique proposé

D'après l'evidence-based medicine sur la névralgie d'Arnold (80) et les données des différentes études présentées, l'infiltration du NGO est à proposer en première intention. Elle permet simultanément de soulager la douleur du patient et de confirmer l'implication du NGO dans le processus douloureux.

- Dans un premier temps, l'infiltration pourrait être réalisée au site intermédiaire sous guidage scanner, IRM ou échographique, compte tenu de son taux d'efficacité et de son faible risque de ponction vertébrale ou dure-mérienne.
- En cas de réponse insuffisante, une seconde infiltration ciblant de façon concomitante le site profond et le site intermédiaire pourrait être proposée, sous guidage scanner ou IRM. En cas d'arthropathie dégénérative C1-C2 significative et corrélée à la clinique, le site profond peut être infiltré en première intention.

Si le bloc du NGO est inefficace mais le tableau clinique fortement évocateur, une tractographie IRM est envisageable afin de démasquer des variantes anatomiques du nerf.

- Si le bloc ou infiltration du NGO est positif mais son effet insuffisant, les techniques de neuroablation ou de neuromodulation percutanée peuvent être envisagées, sous guidage et anesthésie locale. Le choix entre RF, PRF et cryoneurolyse repose sur la disponibilité du matériel et sur l'expérience de chaque centre.

Le traitement chirurgical doit être réservée aux patients rebelles aux différents traitements, la neurostimulation occipitale devant être proposée en première intention. Un bloc positif est nécessaire avant toute procédure chirurgicale ciblant le NGO.

G. Conclusion

Les céphalées constituent un problème de santé publique. Les algies cranio-faciales n'en représentent qu'une partie, mais sont alourdies d'une invalidité et d'un retentissement socio-économique important. Le traitement médicamenteux peut s'avérer peu efficace et non dénué d'effets indésirables, la douleur évoluant sur de nombreuses années. L'évolution technologique et l'engagement des radiologues dans la prise en charge de la douleur ont permis de développer et de perfectionner un nombre croissant d'options thérapeutiques. Ces dernières constituent aujourd'hui une alternative efficace à la chirurgie chez les patients résistants au traitement médical conventionnel. Le radiologue occupe ainsi une place centrale dans la prise en charge des syndromes douloureux cranio-faciaux, tant à la phase diagnostique que thérapeutique. L'accessibilité du nerf et la convergence trigémino-cervicale ont positionné le nerf d'Arnold au centre des traitements percutanés. L'infiltration, et si besoin, les techniques de traitement percutanés, constituent donc une arme thérapeutique efficace, peu risquée, mais sous-utilisée, complémentaire au traitement classique dans la névralgie d'Arnold, les céphalées cervicogéniques, l'algie vasculaire de la face, la névralgie du trijumeau et la migraine chronique.

H. Bibliographie

1. Stovner L, Hagen K, Jensen R, Katsarava Z, Lipton R, Scher A, et al. The global burden of headache: a documentation of headache prevalence and disability worldwide. *Cephalalgia*. mars 2007;27(3):193-210.
2. World Health Organization, rédacteur. Atlas of headache disorders and resources in the world 2011. Geneva : World Health Organisation; 2011. 69 p.
3. Kastler, B. *Interventional Radiology in Pain Treatment* | F.-G. Barral | Springer.
4. Vital JM, Grenier F, Dautheribes M, Baspeyre H, Lavignolle B, Sénégas J. An anatomic and dynamic study of the greater occipital nerve (n. of Arnold). Applications to the treatment of Arnold's neuralgia. *Surg Radiol Anat SRA*. 1989;11(3):205-10.
5. Naja ZM, El-Rajab M, Al-Tannir MA, Ziade FM, Tawfik OM. Occipital Nerve Blockade for Cervicogenic Headache: A Double-Blind Randomized Controlled Clinical Trial. *Pain Pract*. 1 juin 2006;6(2):89-95.
6. Lambro G, Abu Bakar N, Stahlhut L, McCulloch S, Miller S, Shanahan P, et al. Greater occipital nerve blocks in chronic cluster headache: a prospective open-label study. *Eur J Neurol*. févr 2014;21(2):338-43.
7. Ambrosini A, Vandenheede M, Rossi P, Aloj F, Sauli E, Pierelli F, et al. Suboccipital injection with a mixture of rapid- and long-acting steroids in cluster headache: a double-blind placebo-controlled study. *Pain*. nov 2005;118(1-2):92-6.
8. Weatherall M. Idiopathic Trigeminal Neuropathy May Respond to Greater Occipital Nerve Injection. *Cephalalgia*. juin 2008;28(6):664-6.
9. Bovim G, Sand T. Cervicogenic headache, migraine without aura and tension-type headache. Diagnostic blockade of greater occipital and supra-orbital nerves. *Pain*. oct 1992;51(1):43-8.
10. Lipton RB, Diamond S, Reed M, Diamond ML, Stewart WF. Migraine Diagnosis and Treatment: Results From the American Migraine Study II. *Headache J Head Face Pain*. 12 juill 2001;41(7):638-45.
11. Hopkins A. Neurological services and the neurological health of the population in the United Kingdom. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. 1 nov 1997;63(Supplement 1):53S-59S.
12. Vos T, Abajobir AA, Abate KH, Abbafati C, Abbas KM, Abd-Allah F, et al. Global, regional, and national incidence, prevalence, and years lived with disability for 328 diseases and injuries for 195 countries, 1990–2016: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2016. *The Lancet*. sept 2017;390(10100):1211-59.

13. Lipton RB, Bigal ME. Migraine: Epidemiology, Impact, and Risk Factors for Progression. *Headache J Head Face Pain.* avr 2005;45(s1):S3-13.
14. Steiner T, Scher A, Stewart W, Kolodner K, Liberman J, Lipton R. The Prevalence and Disability Burden of Adult Migraine in England and their Relationships to Age, Gender and Ethnicity. *Cephalalgia.* sept 2003;23(7):519-27.
15. Gooch CL, Pracht E, Borenstein AR. The burden of neurological disease in the United States: A summary report and call to action: Burden of Neurological Disease. *Ann Neurol.* avr 2017;81(4):479-84.
16. Boardman HF, Thomas E, Millson DS, Croft PR. Psychological, Sleep, Lifestyle, and Comorbid Associations With Headache. *Headache J Head Face Pain.* juin 2005;45(6):657-69.
17. Adams AM, Serrano D, Buse DC, Reed ML, Marske V, Fanning KM, et al. The impact of chronic migraine: The Chronic Migraine Epidemiology and Outcomes (CaMEO) Study methods and baseline results. *Cephalalgia.* juin 2015;35(7):563-78.
18. Haldeman S, Dagenais S. Cervicogenic headaches: a critical review. *Spine J Off J North Am Spine Soc.* févr 2001;1(1):31-46.
19. De Toledo IP, Conti Réus J, Fernandes M, Porporatti AL, Peres MA, Takaschima A, et al. Prevalence of trigeminal neuralgia. *J Am Dent Assoc.* juill 2016;147(7):570-576.e2.
20. Fischera M, Marziniak M, Gralow I, Evers S. The incidence and prevalence of cluster headache: a meta-analysis of population-based studies. *Cephalalgia Int J Headache.* juin 2008;28(6):614-8.
21. Zipfel J, Kastler A, Tatu L, Behr J, Kechidi R, Kastler B. Ultrasound-Guided Intermediate Site Greater Occipital Nerve Infiltration: A Technical Feasibility Study. *Pain Physician.* oct 2016;19(7):E1027-1034.
22. Kastler A, Attye A, Heck O, Tahon F, Boubagra K, Tropes I, et al. Greater occipital nerve MR tractography: Feasibility and anatomical considerations. *J Neuroradiol.* févr 2018;45(1):54-8.
23. Aubry S, Kastler B, Bier V, Hadjidekov V, Hussein HH, Fergane B. Evaluation of the effectiveness of CT-guided infiltration in the treatment of Arnold's neuralgia. *Neuroradiology.* mars 2009;51(3):163-8.
24. Kastler A, Onana Y, Comte A, Attyé A, Lajoie J-L, Kastler B. A simplified CT-guided approach for greater occipital nerve infiltration in the management of occipital neuralgia. *Eur Radiol.* août 2015;25(8):2512-8.
25. Greher M, Moriggl B, Curatolo M, Kirchmair L, Eichenberger U. Sonographic visualization and ultrasound-guided blockade of the greater occipital nerve: a comparison of two selective techniques confirmed by anatomical dissection. *Br J Anaesth.* 1 mai 2010;104(5):637-42.

26. Bovim G, Bonamico L, Fredriksen TA, Lindboe CF, Stolt-Nielsen A, Sjaastad O. Topographic variations in the peripheral course of the greater occipital nerve. Autopsy study with clinical correlations. *Spine. avr* 1991;16(4):475-8.
27. Natsis K, Baraliakos X, Appell HJ, Tsikaras P, Gigis I, Koebke J. The course of the greater occipital nerve in the suboccipital region: A proposal for setting landmarks for local anesthesia in patients with occipital neuralgia. *Clin Anat. mai* 2006;19(4):332-6.
28. Bogduk N. The anatomy of occipital neuralgia. *Clin Exp Neurol.* 1981;17:167-84.
29. Busch V, Jakob W, Juergens T, Schulte-Mattler W, Kaube H, May A. Functional Connectivity between Trigeminal and Occipital Nerves Revealed by Occipital Nerve Blockade and Nociceptive Blink Reflexes. *Cephalalgia. janv* 2006;26(1):50-5.
30. Busch V, Jakob W, Juergens T, Schulte-Mattler W, Kaube H, May A. Occipital Nerve Blockade in Chronic Cluster Headache Patients and Functional Connectivity Between Trigeminal and Occipital Nerves. *Cephalalgia. nov* 2007;27(11):1206-14.
31. Bartsch T, Goadsby PJ. Anatomy and Physiology of Pain Referral Patterns in Primary and Cervicogenic Headache Disorders. *Headache Curr. mars* 2005;2(2):42-8.
32. Bogduk N. The anatomical basis for cervicogenic headache. *J Manipulative Physiol Ther. janv* 1992;15(1):67-70.
33. Kastler Adrian. Headache of cervical spine origin : what can the interventional radiologist do ? 9th advanced course in spine neuroradiology; 2018.
34. Mayberg MR, Zervas NT, Moskowitz MA. Trigeminal projections to supratentorial pial and dural blood vessels in cats demonstrated by horseradish peroxidase histochemistry. *J Comp Neurol.* 10 févr 1984;223(1):46-56.
35. Buzzi MG. Trigeminal pain pathway: peripheral and central activation as experimental models of migraine. *Funct Neurol.* 2001;16(4 Suppl):77-81.
36. Bogduk N. Local anesthetic blocks of the second cervical ganglion: a technique with application in occipital headache. *Cephalalgia Int J Headache. mars* 1981;1(1):41-50.
37. Pougnaud-Bellec F, Rolland Y, Morel D, Meadeb J, Marin F, Duvauferrier R. Efficacy of C1-C2 block with posterior parasagittal approach in the treatment of Arnold neuralgia in 24 patients. *J Radiol. févr* 2002;83.
38. Kastler B, Fergane B. Interventional Procedures under CT Guidance in Pain Management: (Cementoplasty Excluded). *Interv Neuroradiol. oct* 2003;9(2_suppl):67-73.
39. Merran S. Impact du fluoro-scanner sur la radiologie interventionnelle. *RBM-News. oct* 1999;21(7):131-4.

40. Kastler Adrian, Kechidi R, Attye A, Kastler B. Algies cranio-faciales : role du radiologue interventionnel. 2014.
41. Korbe S, Udoji EN, Ness TJ, Udoji MA. Ultrasound-guided interventional procedures for chronic pain management. *Pain Manag.* nov 2015;5(6):466-82.
42. Pingree MJ, Sole JS, O' Brien TG, Eldrige JS, Moeschler SM. Clinical Efficacy of an Ultrasound-Guided Greater Occipital Nerve Block at the Level of C2: *Reg Anesth Pain Med.* 2017;42(1):99-104.
43. Shim JH, Ko SY, Bang MR, Jeon WJ, Cho SY, Yeom JH, et al. Ultrasound-guided greater occipital nerve block for patients with occipital headache and short term follow up. *Korean J Anesthesiol.* 2011;61(1):50.
44. Fritz J, Dellon AL, Williams EH, Belzberg AJ, Carrino JA. 3-Tesla High-Field Magnetic Resonance Neurography for Guiding Nerve Blocks and Its Role in Pain Management. *Magn Reson Imaging Clin N Am.* nov 2015;23(4):533-45.
45. Deli M, Fritz J, Mateiescu S, Busch M, Carrino JA, Becker J, et al. Saline as the Sole Contrast Agent for Successful MRI-guided Epidural Injections. *Cardiovasc Intervent Radiol.* juin 2013;36(3):748-55.
46. Kastler A, Perolat R, Kastler B, Maindet-Dominici C, Fritz J, Benabid AL, et al. Greater occipital nerve infiltration under MR guidance: Feasibility study and preliminary results. *Eur Radiol [En ligne].* 12 juill 2017 [cité le 7 nov 2017]; Disponible: <http://link.springer.com/10.1007/s00330-017-4952-3>
47. Limby Mahefa Mara. Infiltrations du nerf grand occipital comme traitement de l'algie vasculaire de la face : anatomie, physiopathologie et essais thérapeutiques. 2013.
48. Ashkenazi A, Blumenfeld A, Napchan U, Narouze S, Grosberg B, Nett R, et al. Peripheral Nerve Blocks and Trigger Point Injections in Headache Management - A Systematic Review and Suggestions for Future Research. *Headache J Head Face Pain.* 7 mai 2010;50(6):943-52.
49. McLure HA, Rubin AP. Review of local anaesthetic agents. *Minerva Anesthesiol.* mars 2005;71(3):59-74.
50. Johansson A, Hao J, Sjölund B. Local corticosteroid application blocks transmission in normal nociceptive C-fibres. *Acta Anaesthesiol Scand.* juill 1990;34(5):335-8.
51. Melzack R, Wall PD. Pain Mechanisms: A New Theory. *Science.* 19 nov 1965;150(3699):971-8.
52. de Craen AJM, Tijssen JGP, de Gans J, Kleijnen J. Placebo effect in the acute treatment of migraine: subcutaneous placebos are better than oral placebos. *J Neurol.* 17 mars 2000;247(3):183-8.

53. Nilsson Remahl A, Laudon Meyer E, Cordonnier C, Goadsby P. Placebo Response in Cluster Headache Trials: A Review. *Cephalalgia*. sept 2003;23(7):504-10.
54. Ricquart et al. Evaluation of the effectiveness of greater occipital nerve in the management of refractory craniofacial pain syndromes other than occipital neuralgia. *RSNA* 2016;
55. Abd-Elsayed A, Kreuger L, Wheeler S, Robillard J, Seeger S, Dulli D. Radiofrequency Ablation of Pericranial Nerves for Treating Headache Conditions: A Promising Option for Patients. *Ochsner J*. 2018;18(1):59-62.
56. Organ LW. Electrophysiologic principles of radiofrequency lesion making. *Appl Neurophysiol*. 1977 1976;39(2):69-76.
57. Choi EJ, Choi YM, Jang EJ, Kim JY, Kim TK, Kim KH. Neural Ablation and Regeneration in Pain Practice. *Korean J Pain*. janv 2016;29(1):3-11.
58. Hamer JF, Purath TA. Repeat RF Ablation of C2 and Third Occipital Nerves for Recurrent Occipital Neuralgia and Cervicogenic Headaches. *World J Neurosci*. 2016;06(04):236-42.
59. Chazen JL, Ebani EJ, Virk M, Talbott JF, Shah V. CT-Guided Block and Radiofrequency Ablation of the C2 Dorsal Root Ganglion for Cervicogenic Headache. *Am J Neuroradiol*. août 2019;40(8):1433-6.
60. Hoffman LM, Abd-Elsayed A, Burroughs TJ, Sachdeva H. Treatment of Occipital Neuralgia by Thermal Radiofrequency Ablation. *Ochsner J*. 2018;18(3):209-14.
61. Kastler Adrian. Neurolysis in spine management. 9th advanced course in spine neuroradiology; 2018.
62. Byrd D, Mackey S. Pulsed Radiofrequency for Chronic Pain. *Curr Pain Headache Rep*. janv 2008;12(1):37-41.
63. Bogduk N. Pulsed Radiofrequency. *Pain Med*. sept 2006;7(5):396-407.
64. Chua NHL, Vissers KC, Sluijter ME. Pulsed radiofrequency treatment in interventional pain management: mechanisms and potential indications-a review. *Acta Neurochir (Wien)*. avr 2011;153(4):763-71.
65. Navani A, Mahajan G, Kreis P, Fishman SM. A Case of Pulsed Radiofrequency Lesioning for Occipital Neuralgia: Table 1. *Pain Med*. sept 2006;7(5):453-6.
66. Choi HJ, Oh IH, Choi SK, Lim YJ. Clinical Outcomes of Pulsed Radiofrequency Neuromodulation for the Treatment of Occipital Neuralgia. *J Korean Neurosurg Soc*. 2012;51(5):281.

67. Vanelderen P, Rouwette T, De Vooght P, Puylaert M, Heylen R, Vissers K, et al. Pulsed radiofrequency for the treatment of occipital neuralgia: a prospective study with 6 months of follow-up. *Reg Anesth Pain Med.* avr 2010;35(2):148-51.
68. Vanderhoek MD, Hoang HT, Goff B. Ultrasound-guided greater occipital nerve blocks and pulsed radiofrequency ablation for diagnosis and treatment of occipital neuralgia. *Anesthesiol Pain Med.* sept 2013;3(2):256-9.
69. Zhang J, Shi D, Wang R. Pulsed radiofrequency of the second cervical ganglion (C2) for the treatment of cervicogenic headache. *J Headache Pain.* oct 2011;12(5):569-71.
70. Trescot AM. Cryoanalgesia in interventional pain management. *Pain Physician.* juill 2003;6(3):345-60.
71. Kastler A, Attyé A, Maindet C, Nicot B, Gay E, Kastler B, et al. Greater occipital nerve cryoneurolysis in the management of intractable occipital neuralgia. *J Neuroradiol.* oct 2018;45(6):386-90.
72. Kim CH, Hu W, Gao J, Dragan K, Whealton T, Julian C. Cryoablation for the treatment of occipital neuralgia. *Pain Physician.* juin 2015;18(3):E363-368.
73. Keifer OP, Diaz A, Campbell M, Bezchlibnyk YB, Boulis NM. Occipital Nerve Stimulation for the Treatment of Refractory Occipital Neuralgia: A Case Series. *World Neurosurg.* sept 2017;105:599-604.
74. Miller S, Watkins L, Matharu M. Treatment of intractable chronic cluster headache by occipital nerve stimulation: a cohort of 51 patients. *Eur J Neurol.* févr 2017;24(2):381-90.
75. Miller S, Watkins L, Matharu M. Long-term outcomes of occipital nerve stimulation for chronic migraine: a cohort of 53 patients. *J Headache Pain.* déc 2016;17(1):68.
76. Nguyen J-P, Magne C, Terreau L, Kuhn E, De Chauvigny E, Nizard J. Stimulation du nerf occipital et traitement des céphalées. *Douleurs Eval - Diagn - Trait.* déc 2009;10(1):H23-8.
77. Gille O, Lavignolle B, Vital J-M. Surgical Treatment of Greater Occipital Neuralgia by Neurolysis of the Greater Occipital Nerve and Sectioning of the Inferior Oblique Muscle: *Spine.* avr 2004;29(7):828-32.
78. Sharma RR, Devadas RV, Pawar SJ, Lad SD, Mahapatra AK. Current Status of Peripheral Neurectomy for Occipital Neuralgia: *Neurosurg Q.* déc 2005;15(4):232-8.
79. Headache Classification Committee of the International Headache Society (IHS). The International Classification of Headache Disorders, 3rd edition (beta version). *Cephalalgia.* 1 juill 2013;33(9):629-808.

80. Vanelderden P, Lataster A, Levy R, Mekhail N, van Kleef M, Van Zundert J. 8. Occipital Neuralgia. *Pain Pract.* mars 2010;10(2):137-44.
81. Barna S, Hashmi M. Occipital Neuralgia. ResearchGate [En ligne]. 1 janv 2004 [cité le 5 déc 2016]; Disponible: https://www.researchgate.net/publication/284349393_Occipital_Neuralgia
82. Cho JC-S, Haun DW, Kettner NW. Sonographic evaluation of the greater occipital nerve in unilateral occipital neuralgia. *J Ultrasound Med Off J Am Inst Ultrasound Med.* janv 2012;31(1):37-42.
83. Hwang L, Dessouky R, Xi Y, Amirlak B, Chhabra A. MR Neurography of Greater Occipital Nerve Neuropathy: Initial Experience in Patients with Migraine. *Am J Neuroradiol.* nov 2017;38(11):2203-9.
84. Tobin J, Flitman S. Occipital Nerve Blocks: When and What to Inject? *Headache J Head Face Pain.* nov 2009;49(10):1521-33.
85. Huang JHY, Galvagno SM, Hameed M, Wilkinson I, Erdek MA, Patel A, et al. Occipital nerve pulsed radiofrequency treatment: a multi-center study evaluating predictors of outcome. *Pain Med Malden Mass.* avr 2012;13(4):489-97.
86. Slavin KV, Nersesyan H, Wess C. Peripheral Neurostimulation for Treatment of Intractable Occipital Neuralgia. *Neurosurgery.* 1 janv 2006;58(1):112-9.
87. Ducic I, Hartmann EC, Larson EE. Indications and Outcomes for Surgical Treatment of Patients with Chronic Migraine Headaches Caused by Occipital Neuralgia: *Plast Reconstr Surg.* mai 2009;123(5):1453-61.
88. Radanov BP, Stefano G, Augustiny KF. Symptomatic approach to posttraumatic headache and its possible implications for treatment. *Eur Spine J.* oct 2001;10(5):403-7.
89. Coskun O, Ucler S, Karakurum B, Atasoy H, Yildirim T, Ozkan S, et al. Magnetic Resonance Imaging of Patients with Cervicogenic Headache. *Cephalalgia.* oct 2003;23(8):842-5.
90. Anthony M. Cervicogenic headache: prevalence and response to local steroid therapy. *Clin Exp Rheumatol.* avr 2000;18(2 Suppl 19):S59-64.
91. Naja ZM, El-Rajab M, Al-Tannir MA, Ziade FM, Tawfik OM. Repetitive Occipital Nerve Blockade for Cervicogenic Headache: Expanded Case Report of 47 Adults. *Pain Pract.* 1 déc 2006;6(4):278-84.
92. Gabrhelík T, Michálek P, Adamus M. Pulsed radiofrequency therapy versus greater occipital nerve block in the management of refractory cervicogenic headache - a pilot study. *Prague Med Rep.* 2011;112(4):279-87.

93. Eghtesadi M, Leroux E, Fournier-Gosselin M-P, Lespérance P, Marchand L, Pim H, et al. Neurostimulation for Refractory Cervicogenic Headache: A Three-Year Retrospective Study: NEUROSTIMULATION FOR REFRACTORY CERVICOGENIC HEADACHE. *Neuromodulation Technol Neural Interface*. avr 2018;21(3):302-9.
94. Bovim G, Fredriksen TA, Stolt-Nielsen A, Sjaastad O. Neurolysis of the Greater Occipital Nerve in Cervicogenic Headache. A Follow Up Study. *Headache J Head Face Pain*. avr 1992;32(4):175-9.
95. Qiu E, Wang Y, Ma L, Tian L, Liu R, Dong Z, et al. Abnormal Brain Functional Connectivity of the Hypothalamus in Cluster Headaches. *Hou B, rédacteur. PLoS ONE*. 27 févr 2013;8(2):e57896.
96. Afridi SK, Shields KG, Bholra R, Goadsby PJ. Greater occipital nerve injection in primary headache syndromes – prolonged effects from a single injection: *Pain*. mai 2006;122(1):126-9.
97. Leone M, Franzini A, Proietti Cecchini A, Broggi G, Bussone G. Hypothalamic deep brain stimulation in the treatment of chronic cluster headache. *Ther Adv Neurol Disord*. mai 2010;3(3):187-95.
98. Hughes MA, Frederickson AM, Branstetter BF, Zhu X, Sekula RF. MRI of the Trigeminal Nerve in Patients With Trigeminal Neuralgia Secondary to Vascular Compression. *Am J Roentgenol*. mars 2016;206(3):595-600.
99. Moraci A, Buonaiuto C, Punzo A, Parlato C, Amalfi R. Trigeminal neuralgia treated by percutaneous thermocoagulation. *Min - Minim Invasive Neurosurg*. mars 1992;35(02):48-53.
100. Xia L, Zhong J, Zhu J, Wang Y-N, Dou N-N, Liu M-X, et al. Effectiveness and Safety of Microvascular Decompression Surgery for Treatment of Trigeminal Neuralgia: A Systematic Review. *J Craniofac Surg*. juill 2014;25(4):1413-7.
101. Holle D, Obermann M. The role of neuroimaging in the diagnosis of headache disorders. *Ther Adv Neurol Disord*. nov 2013;6(6):369-74.
102. Denuelle M, Fabre N, Payoux P, Chollet F, Geraud G. Hypothalamic Activation in Spontaneous Migraine Attacks. *Headache J Head Face Pain*. 19 avr 2007;0(0):070503104159006-???
103. Inan LE. Greater occipital nerve blockade for the treatment of chronic migraine. *Cephalalgia*. oct 2016;36(11):1095-1095.
104. Palamar D, Uluduz D, Saip S, Erden G, Unalan H, Akarirmak U. Ultrasound-guided greater occipital nerve block: an efficient technique in chronic refractory migraine without aura? *Pain Physician*. avr 2015;18(2):153-62.

105. Flamer D, Alakkad H, Soneji N, Tumber P, Peng P, Kara J, et al. Comparison of two ultrasound-guided techniques for greater occipital nerve injections in chronic migraine: a double-blind, randomized, controlled trial. *Reg Anesth Pain Med.* mai 2019;44(5):595-603.
106. Kwak S, Chang MC. Management of refractory chronic migraine using ultrasound-guided pulsed radiofrequency of greater occipital nerve: Two case reports. *Medicine (Baltimore).* nov 2018;97(45):e13127.
107. Li J, Yin Y, Ye L, Zuo Y. Pulsed radiofrequency of C2 dorsal root ganglion under ultrasound guidance for chronic migraine: a case report. *J Pain Res.* sept 2018;Volume 11:1915-9.
108. Miller S, Watkins L, Matharu M. Long-term outcomes of occipital nerve stimulation for chronic migraine: a cohort of 53 patients. *J Headache Pain.* déc 2016;17(1):68.
109. Chen Y-F, Bramley G, Unwin G, Hanu-Cernat D, Dretzke J, Moore D, et al. Occipital Nerve Stimulation for Chronic Migraine—A Systematic Review and Meta-Analysis. Sommer C, rédacteur. *PLOS ONE.* 20 mars 2015;10(3):e0116786.
110. Loukas M, El-Sedfy A, Tubbs RS, Louis RG, Wartmann CHT, Curry B, et al. Identification of greater occipital nerve landmarks for the treatment of occipital neuralgia. *Folia Morphol.* nov 2006;65(4):337-42.
111. Vital JM, Grenier F, Dautheribes M, Baspeyre H, Lavignolle B, Sénégas J. An anatomic and dynamic study of the greater occipital nerve (n. of Arnold). Applications to the treatment of Arnold's neuralgia. *Surg Radiol Anat SRA.* 1989;11(3):205-10.
112. Naja ZM, El-Rajab M, Al-Tannir MA, Ziade FM, Tawfik OM. Occipital nerve blockade for cervicogenic headache: a double-blind randomized controlled clinical trial. *Pain Pract Off J World Inst Pain.* juin 2006;6(2):89-95.
113. Haldeman S, Dagenais S. Cervicogenic headaches: a critical review. *Spine J Off J North Am Spine Soc.* févr 2001;1(1):31-46.
114. Bhatia A, Brull R. Review article: is ultrasound guidance advantageous for interventional pain management? A systematic review of chronic pain outcomes. *Anesth Analg.* juill 2013;117(1):236-51.
115. Adams AM, Serrano D, Buse DC, Reed ML, Marske V, Fanning KM, et al. The impact of chronic migraine: The Chronic Migraine Epidemiology and Outcomes (CaMEO) Study methods and baseline results. *Cephalalgia.* juin 2015;35(7):563-78.
116. Gul HL, Ozon AO, Karadas O, Koc G, Inan LE. The efficacy of greater occipital nerve blockade in chronic migraine: A placebo-controlled study. *Acta Neurol Scand.* août 2017;136(2):138-44.

117. Cohen SP, Peterlin BL, Fulton L, Neely ET, Kurihara C, Gupta A, et al. Randomized, double-blind, comparative-effectiveness study comparing pulsed radiofrequency to steroid injections for occipital neuralgia or migraine with occipital nerve tenderness: PAIN. *dec* 2015;156(12):2585-94.

I. ANNEXE:

CRANIOFACIAL PAIN SYNDROME: FROM DIAGNOSIS TO INTERVENTIONAL MANAGEMENT.

English version

Abbreviations:

GON Greater occipital nerve, LA local anesthetic, MRI magnetic resonance imaging, CT computed tomography, US ultrasound, AN Arnold neuralgia, CGH cervicogenic headache, CH cluster headache, TN trigeminal neuralgia, RFA radiofrequency ablation, PRF pulsed radiofrequency, CA cryoablation, ONS occipital nerve stimulation

Key words:

Craniofacial pain syndrome, Arnold neuralgia, cervicogenic headache, cluster headache, trigeminal neuralgia, infiltration, radiofrequency, cryoneurolysis.

Introduction

Headache is one of the most common forms of pain reported in up to 47% of patients(1). It is therefore associated with high individual and societal burdens of pain, disability, and financial cost(2).

Treating patients with craniofacial pain is challenging. Patients are prescribed several drugs with often inconsistent results and side effects. Therefore, interventional radiological techniques can be proposed, providing rapid and long term relief.(3)

GON represents the preferred target for those techniques in the management of craniofacial pain syndromes. The anatomical course of the GON is well documented and its infiltration has become a common performed procedure in both the diagnosis and treatment of occipital neuralgia(4) (5). However, because of the possible role of the GON in the pathophysiology of craniofacial pain, indications of GON procedures have extended to other conditions, such as chronic migraine(6) (7), cluster headaches(8) (9), trigeminal neuralgia, and cervicogenic headaches(10). Imaging allows a precise and safe approach, and other interventional techniques (RF, PFR, cryoablation) have also been reported in cases of refractory pain.

The role of imaging in the management of craniofacial pain syndromes with GON implication is crucial in both the diagnostic and therapeutic aspects.

The objectives of this manuscript are to review the epidemiology and clinical setting of craniofacial pain syndromes, the anatomy and physiopathology of the GON and the existing available techniques targeting the GON.

Epidemiology

Headache is a major public-health concern, by its high prevalence and its socio-economic impact. Indeed, headache disorders nearly affect half of the population, with a global prevalence of 47% among adults. According to the Global Burden of Disease Study(11), migraine has become the second largest cause of disability since 2016. American migraine study II(12) estimated that approximately 28 million people in the US suffer from headache, which nearly represents one sufferer for four households. Beside the pain, headache disorders are disabling, affecting both the patient and its family(1). The impact on daily life well-being, functional capacity, work and social activities is substantial. Furthermore, the economic burden on patients and the society is important. Direct costs are mainly related to medication and health care expenses, including overuse medication. Absenteeism and decrease productivity at work also generate high indirect costs, those illness commonly affecting adult during productive years(13). An English study estimated that twenty-five thousands days of work-day or school-day are lost every year in UK(14). Migraine costs the United States an estimated \$78 billion per year, and represents \$8500 to \$9500 per year for patient with chronic migraine(15). Besides, chronification of pain is readily associated with mental health disorders, especially anxiety and depression.

Among cranio-facial pain syndrome we will study, chronic migraine is one of the most common with a global prevalence of 2%(16) and cervicogenic headache represents 15 to 20 % of patients with chronic headache(17). Occipital neuralgia and trigeminal neuralgia are rare but characteristics disorders. TN affects up to 0.3%(18) of the population, while no reliable date is

available about ON prevalence. At least, cluster headache is a rare but severe disease, with a global life time prevalence of 0.12%(19).

Anatomy and physiopathology of the GON

- Anatomy

The GON, or Arnold's nerve, corresponds to the posterior ramus of the second cervical nerve, mainly sensory and supplying posterior and lateral regions of the scalp from the occiput to the vertex.

It has a complex but well known course, composed of 3 portions and 2 bends(5).

The GON emerges from the C2 ganglion at C1-C2 level, between the joint capsule and the atlanto-axial membrane.

The first part (P1) runs from the origin of the nerve, between the atlas and the axis, to the musculus obliquus capitis.

The first bend (B1) curves around this muscle in a medial direction.

The second part (P2) runs cranially and medially between the semi spinalis capitis on the superficial side and the inferior obliquus capitis on the deep side.

The second bend (B2) is where the nerve crosses the semi-spinalis capitis muscle in a lateral direction.

The third part (P3) travels cranially and laterally, usually perforates the aponeurosis of the musculus trapezius to become subcutaneous.

The nerve divides below the superior nuchal line into terminal branches, and innervates the occipital skin. Medial branches are in close proximity to the occipital artery.

Although the nerve pathway is well known, cadaver studies showed individual anatomic variation, especially at the distal part of the nerve after the second bend (B2)(20). The course of the GON has also been explored by diffusion MR tractography(21). This technique provides precise and complete visualization of the nerve. While no variation was found on the second part (P2) of the GON, the first bend (B1) varied in 4 of 20 subjects, mainly located above the inferior aspect of the pedicle.

- **Targets of the GON**

Vulnerable sites along the course of the GON have been described.

Based on anatomical knowledge and those areas of vulnerability, three different targets have been used in the management of headaches, for different procedures (4)(3)

- *The proximal target at the GON origin at C1-C2 level(22)*

The origin of the nerve is located between the atlas and the axis, where the GON is often trapped by degenerative atlanto-axial arthritis or by stenosis of the C2 foramen. The nerve is also likely to be compressed between C1-C2 joint and the musculus obliquus capitis.

The proximal target is located between posterior arch of C1 and lamina of C2, behind C1-C2 joint. The site is medial and anterior to the vertebral artery.

- *The intermediate target at the first bend of the nerve(23)*

The intermediate site is the first bend of the nerve, when it curves under the obliquus capitis muscle. There, the GON can be stretched when flexion and contralateral rotation that lengthen the musculus obliquus capitis, or during a cervical trauma like whiplash. The target zone remains at C1-C2 level, located in the fatty space between inferior obliquus capitis muscle and deep aspect of the semi spinalis capitis muscle.

- *The superficial target at the emergence*

The distal part of the nerve called emergence of the GON, may be entrapped where the nerve pierces the trapezius aponeurotic band.

Among procedures targeting the GON, infiltration is the most common. Although infiltrations are most often blindly perform at the superficial site without imaging guidance, based on anatomical landmarks and arterial palpation, imaging guidance is required for both proximal and intermediate sites. A sonographic cadaveric study has shown higher success rate of injectate around the GON at the intermediate site compared to the superficial one(24).

The rational for targeting the GON in the management of primary headaches is based on anatomical and functional interaction between trigeminal and cervical afferents(25) (26).The overlap of central connections is due to the proximity and convergence of sensory neurons in the upper cervical spinal cord and trigeminal nucleus caudalis neurons. Nociceptive signal of both cervical and trigeminal nerve is transmitted by C-fibers to the trigeminocervical complex, located in the grey matter of the spinal cord at C1-C3 level. A study showed that nociceptive

extracranial collateral of the trigeminal branches innervate dura matter(27). Furthermore, trigeminal nerve and ganglion provide unmyelinated C-fibers that innervate vessels. This peripheral pathway, called trigemino-vascular system, plays a significant role in both migraine and cluster headache(28). This is why occipital tenderness is found in several patients with those primary headaches.

Targeting the GON can provide extended pain relief, which explain the use of treatments targeting the GON in craniofacial pain syndromes with good results.

Interventional management

Initial management for cranio-facial pain syndromes consists in conservative treatments, including medications (analgesics, muscles relaxants, anti-inflammatory agents, tricyclic antidepressants and antiepileptics), physical therapy, rest and acupuncture. Patients resistant to conservative measure can benefit from interventional procedures targeting the GON. The contribution of imaging guidance improves technical and clinical success.

- Imaging guiding modalities

- Fluoroscopy

Fluoroscopy guidance was first described as an efficient alternative to GON block, performed at the origin of the nerve. This available but irradiating approach allows to control and place the needle in C1-C2 joint and C2 ganglion. Posterior parasagittal approach is the safest described(29). Patient is placed in decubitus, mouth open and chin flexed to clear the C1-C2

interspace. The vertebral artery is avoided by keeping the needle medial to the lateral margin of the joint and the dural sac is avoided by keeping the needle lateral of the medial margin. Steroids are injected into the joint, and eventually in the C2 ganglion located just behind the joint(30).

Fluoroscopy is then an efficient and rapid method allowing to target the origin of the GON.

- Computed tomography CT

CT guidance is an excellent imaging guiding tool for several interventional procedure, and tends to replace fluoroscopy guidance because of its high resolution leading to precise positioning of the needle tip(31). The step by step control allows safe and precise pathway planning, reducing the risk of complication and inadvertent puncture. On the other hand, it remains a costly equipment with potential risk of patient radiation. Manufacturers developed CT fluoroscopy, which provides real-time imaging, decreases the procedure time but is associated with a higher operator radiation(32). Depending on clinical symptoms, the patient is placed in a supine position with head facing towards the puncture site in cases of unilateral approach, and straight in cases of bilateral treatment. An axial CT scout is performed from the occipital bone to C3 in order to determine the target and the pathway planning. Enhanced CT can be performed to visualize the vertebral artery. All three targets are reachable under CT guidance. Both intermediate and proximal site are located on the same slice, at C1-C2 level.

- Sonography

Ultrasound guidance is now an alternative of choice to perform interventional procedures(33), evolving over the years to become more accurate with smaller engine. This technique has several benefits over radiographic imaging such as being widely available, having low cost modality, no ionizing radiation and no risk associated to contrast media. It also provides an excellent visualization of soft tissues and allows to analyze the needle real time advancement and observe the spread of injectate(34). US guidance also has some limits, such as operator dependence and difficulties to display deep structures. Thereby, US-guided treatment of the GON can be perform to the superficial and the intermediate site.

Superiority of US-guided at the emergence of the GON over the blindly approach based on anatomical landmarks has been showed(35). Patient is placed in a prone position, the US superficial probe is placed at the superior nuchal line, between the external occipital protuberance and the mastoid process. The nerve can be visualized near the occipital artery and superficial infiltration can be perform. However, the emergence of the GON is not always identified. After piercing the trapezius aponeurosis, the nerve can be thin and already divided, which is difficult to visualize due to US appearance of the aponeurotic tissue. Still in prone position, the US probe is placed at the level of C2, which spinous process is identified by its bifid appearance. The probe is then moved laterally to identify the obliquus capitis muscle in its long axis, attached to the transverse process of C1. The first bend of the GON lies superficial to this muscle, visualized as a hypoechoic round structure. Although better identified at this level, difficulties can still occur in patients with short neck or in obese patients(36). Doppler can be used to avoid vascular puncture. A recent study has demonstrated safety of US guided GON

block at the intermediate site(37). This approach appears to be fast and easily accessible, avoiding ionizing radiation.

- **Magnetic resonance imaging MRI**

Interventional MRI is an emerging but rising technique, already described in peripheral nerve blocks(38) including GON block. This non ionizing technique provides multiplanar acquisition with high resolution and tissue contrast, for accuracy and safe procedure. Therefore, contrast media injection can be avoided and replaced by saline as control agent(39). The absence of ionizing radiation benefits to the operator and patients, especially young patients, pregnant women or patients undergoing several GON procedures. Also, real time guidance is possible with MR fluoroscopy. Despite this, MRI remains limited by its availability and its cost. It also requires specific compatible material, and no MRI contraindications. A recent study has shown the feasibility of GON intermediate site infiltration, offering similar results to CT or US guidance(40). Like CT guidance, all of the targets of the GON are reachable under MR guidance

- **GON block and steroids infiltration**

Infiltration of the GON has been described as an efficient method in the management of occipital neuralgia. Then, because of the trigemino-cervical convergence, GON blockade has shown to be effective in craniofacial pain syndromes. It became a common modality of diagnosis and treatment, by interrupting the pain cycle.

There is no standard procedure for GON block and infiltration techniques. The usual infiltration

consists of injecting local anesthetics (xylocaine, bupivacaine or both) combined with long lasting steroids. GON block, only using LA, is required before any neurolysis in order to confirm the nerve involvement. Local anesthetics (LA) act by blocking the conduction of sensory neural signals by reversibly inhibiting sodium channels(41). Steroid infiltration also reduces the nociceptive nerve impulse. Both LA and steroids preferentially act on thin and unmyelinated C-fibers, which are involve in pain transmission pathway(42). Then, local perineural application of both of them cause an inhibition of sensory neural excitability.

Beside short-term efficacy, prolonged relief is often noticed. This is thought to be a result from an alteration of the trigemino-cervical relay, which interrupts the pain cycle (43).

The conventional technique, most widely perform, is based on anatomical landmarks to target the superficial site. However, studies showed variability of the GON route, especially at the emergence. This blinded approach often results in non-selective blockade, requiring high volumes of anesthetics(24). Thus, the use of imaging guidance improves the reproducibility, the accuracy and the safety of interventional procedures. Complications related to medication overuse and high volume of blind steroids injections may be avoided by precise guided infiltration. It also allows to target proximal and intermediate sites, unattainable without imaging guided tool.

Infiltration of the GON is an ambulatory procedure, performed under local anesthesia. At the proximal site, only steroids are administered, without local anesthetics. Infrequent complications can occur, such as inadvertent puncture of the vertebral artery or the dura matter, avoided by anatomical knowledge and safe pathway. Uncorrected coagulopathies and

seriously altered coagulations are contraindications for proximal infiltration.

At the intermediate site, a mixture of long-lasting steroid and fast and slow local anesthetics may be injected. The risk of occipital artery puncture and hematoma formation is small, requiring immediate manual pressure. Altered coagulation profiles are not contraindicated, based on the risk to benefit ratio.

Both proximal and intermediate infiltration can be performed, with a single puncture(22). After infiltration at the origin of the GON at C1-C2 level, the needle is withdrawn into the fatty space to infiltrate the first bend of the nerve. Aubry et al. Demonstrated that combined infiltration of the GON in two sites (proximal and intermediate) provides longer improvement and higher effectiveness compared to single proximal infiltration. Thereafter, studies have shown that intermediate infiltration alone allows for a high efficacy rate and long lasting pain relief in the management of craniofacial pain syndromes, including occipital neuralgia(23,44). This simplified approach appears to be safer, limiting the risk of inadvertent puncture of artery and dura matter. This, intermediate infiltration alone can first be proposed, while two sites infiltration can be performed secondarily in case of refractory pain.

- **Interventional percutaneous procedures**

In case of refractory pain despite GON infiltration, neuromodulation and neurolysis techniques have been demonstrated to be effective in the treatment of cranio-facial pain syndrome.

Among thermal ablation procedures, radiofrequency and cryoneurolysis are both promising

modalities in the management of chronic pain, allowing prolonged pain free duration. Those ablative techniques inhibit the transmission of pain signal by destroying a small portion of the nerve. Pulsed radiofrequency derived from RF, based on neuromodulation without destruction of the nerve. Before any procedure, temporary pain relief after GON blockade is required, in order to confirm the involvement of the GON and the refractory of pain. All of these techniques are realized under local anesthesia.

- Radiofrequency ablation (RFA)

RF neurolysis is a thermal ablative procedure, commonly used in the treatment of chronic nerve-related pain, targeting peripheral nerves or dorsal root ganglion(45). An alternating electrical current produced by a generator induce heat and coagulative necrosis in the tissue(46). Temperature between 60°C and 80°C produce destruction of the nerve, Wallerian degeneration and interruption of the pain signal. The lesioning volume increases with temperature, duration and the size of the electrode. The needle tip needs to be accurately placed to the targeted nerve, ideally tangential to the nerve. Requiring patient cooperation, RFA is performed under local anesthesia with minimally sedation. Indeed, proximity to the nerve is confirm by a sensory testing reproducing pain or tingling sensation within the nerve area. A motor testing is then performed to avoid any lesion of motor fibers. By its neurodestructive effect, RFA can provide long pain relief. Neural regeneration after neural ablation may explain recurrence of pain several months after neurolysis(47), but the procedure can be repeated with similar results. Several targets were described in the management of chronic headaches, including C2 dorsal root ganglion under fluoroscopy guidance(48) and CT-

guidance(49), and emergence of the GON using anatomical landmarks(50). Thermal ablation is commonly realized at 80°C for 90 seconds. The main side effect is temporary hyperesthesia and dysesthesia in the nerve distribution. Potential complications also include deafferentation pain and motor deficit, the latter being avoided by motor stimulation.

- Pulsed Radiofrequency (PRF)

PRF is a growing treatment in chronic pain management, based on neuromodulation(51). Unlike radiofrequency neurotomy, pulsed radiofrequency does not create lesion in the nerve(52), by using a current delivered in brief pulses. Pauses between electrical bursts allow to dissipate the neurodestructive heat, so PFR does not produce thermal coagulation of the nerve. This electrical field applied around sensory nerves appears to alter synaptic transmission and pain signaling with minimized tissue destruction(53). The absence of destructive lesion limits the risk of deafferentation pain or tissue damage sometimes described after thermal ablation(54).

However, this modality seems to have a shorter duration of improvement than RF.

The PRF is usually performed at 42°C for 4 min, after sensory stimulation.

PRF has been described at the superficial site based on anatomical landmarks, providing good results for several months in patients with ON.(55)(56)(57). One study has shown the feasibility of ultrasound-guided PRF of the GON, still at the superficial target(58). A case report(59) also described PRF of the second cervical ganglion C2 to treat cervicogenic headache with decreased pain for a 6 month period.

By extension, pulsed radiofrequency is believed to be effective in the management of cranio facial pain syndromes. Based on infiltration data, further research is needed to investigate the

feasibility and efficacy of PRF performed on the intermediate site of the GON under imaging guidance (CT, MR, US), hoping for better results.

- Cryoablation (CA)

Cryoneurolysis or cryoablation is an other technique of thermal nerve ablation, using extremely low temperatures to treat chronic pain(60). The application of cold disrupts nerve conduction and relief pain for a long period. This modality is performed with a cryoprobe, which in circulates pressurized gas, producing an iceball at the extremity of the tip. This one is placed to the targeted nerve, causing damage to the vasa nervorum, endoneural edema and Wallerian degeneration, without damage of the endoneurium and risk of neuroma. As well as RF, the cryoprobe includes a thermistor and a nerve stimulator. A study reported the feasibility of GON cryoneurolysis under CT guidance at the intermediate site under local anesthesia. A 2mm cryoprobe was placed in the fatty space between the obliquus capitis inferior muscle and the semispinalis capitis muscle(61). Patient affirm the correct placement of the needle tip by feeling a tingling sensation in the GON territory after a 100hz sensitive stimulation. A 2-minute cryoablation was achieved and sensitive stimulation was repeated afterwards. In case of persistent tingling, cryoneurolysis was redone. No complication occurred. Neuritis is rare, and side effects described are mainly cutaneous including hyperpigmentation, depigmentation and alopecia. If the pain returns, the procedure can be safely repeated. Cryoablation is an effective method of analgesia, usually well tolerated, simple and repeatable.

As well as for PRF and based on infiltration data, cryoneurolysis of the GON is thought to be effective in the treatment of craniofacial pain syndromes, with a long-term pain relief.

- **Surgical options**

With the advent of percutaneous microinvasive techniques and the lack of standardized procedures, surgical options became even more rare. However, surgical treatments can be considered for patients with refractory pain. Secondary headaches caused by compression such as tumors also obviously requires surgery.

- GON targeted surgery

Confirmation of the nerve involvement is essential before any surgery, helped by positive response after nerve block.

- *Stimulation*

Occipital nerve stimulation (ONS) has shown to be effective in the treatment of intractable occipital neuralgia(62), chronic migraine(63) and cluster headache(64). This neuromodulatory modality is a standard of care for headaches disorders refractory to nonsurgical treatment. Subcutaneous electrodes are placed over the greater and the lesser occipital nerves after posterior cervical incision without extensive surgery, under fluoroscopy guidance. Besides its easiness and reversibility, ONS allows to perform a trial period of temporary stimulation before permanent lead implantation.

Despite the fact that this surgery is mini-invasive, it may be associated with complications including sepsis, lead migration, hardware erosion, electrodes fractures and disconnections.

- *GON neurolysis*

This nerve sparing procedure consists to release the nerve for entrapments under general anesthesia. GON neurolysis is based on nuchal dissection, following the nerve pathway, and usually associated with inferior oblique muscle transection, which is a classic site of entrapment(65). Besides classic surgical side effects, the most common complication is recurrence of pain.

- *GON neurectomy*

Occipital neurectomy is a simple surgical approach, based on section and excision of a part of the GON. Although associated with short term efficacy and success rate of 70%(66), recurrence of pain is common, due to regeneration of the nerve. Patients can also develop painful neuroma, hypersensitivity and dysesthesia after the surgery.

- Other surgery

Atlantoaxial fusion is a conventional surgery for incapacitating ON or CGH with C1-C2 degenerative changes. Hypothalamic deep brain stimulation is a surgery described for chronic cluster headaches and chronic migraine.

Clinical application

1. Arnold Neuralgia

Clinical setting

Occipital neuralgia (or Arnold neuralgia) is a rare neurological disorder that has been defined by the IHS(67) as paroxysmal stabbing or sharking pain in the dermatomes of the greater, lesser or third occipital nerves. The pain, uni or bilateral, usually originates in the suboccipital area and radiates to the upper part of the forehead. Most cases of ON are idiopathic with no identifiable etiology.(68) Often, compressive irritation or damage to the occipital nerves is involved included trauma, degenerative joint disease and osteoarthritis, tumors, inflammatory rheumatism and Arnold Chiari malformation(69).

Associated symptoms include dysesthesia, allodynia and tenderness over the GON root. More symptoms can occur, such as ocular pain, tinnitus, dizziness, nausea and congested nose, based on the convergence of V, VIII, IX, X nerves and the cervical sympathetic ganglion. Positive response after nerve block is an essential diagnostic feature. Therefore, GON infiltration has become a common procedure in the diagnosis and management of ON.

Imaging

Although most cases oh ON have no apparent etiology, irritation or damage to the GON may be related to known structural causes. Intrinsic lesions of the GON include C2 myelitis, metabolic disorders (diabetes, gout) and trauma. Extrinsic compression or entrapment are mainly related

to osteoarthritis of the spine, degenerative joint disease, inflammatory rheumatism, osseous tumors and aberrant course of the vertebral artery. Thereby, imaging of the skull base and cervical spine should be performed to rule out underlying pathologies. Cervical spine X-rays with open-mouth radiography can first show C2 facet joints arthritis, which is not necessarily correlated with ON symptoms(69). However, cross sectional imaging remains more accurate, and should be performed especially in medically refractory neuralgia.

In addition to eliminate structural pathology, imaging also suggests indirect signs of entrapment. A sonographic evaluation in patients with unilateral ON showed that cross sectional area and circumference of the nerve was significantly increased on the symptomatic side(70). As well, a study analyzed MR findings in patients with unilateral ON, and showed significantly higher diameter, signal and signal-to-noise ratio on the affected side(71).

Results

GON block and infiltration was first described in the diagnosis and treatment of occipital neuralgia. Distal infiltration at the emergence of the nerve, based on anatomical landmarks and using both anesthetics and methylprednisolone, shows efficacy rates of 85% with a duration of 1-2 months(72). The intermediate site is accessible using CT, MRI or US guidance. A study showed success rate of 86% with a mean pain relief of 9 months, injecting a mixture of fast and slow anesthetics and long lasting steroids under CT guidance(23). Good results are also obtained by targeting the proximal site at the GON origin, with an efficacy rate of 67 to 79 % during 4-5 months(22,30). Both intermediate and proximal sites can be targeted together, allowing pain relief in 86% and 12 months of improvement(22).

In case of refractory pain, more invasive procedures can be performed. A study evaluated RFA of the C2 dorsal root ganglion and/or the third occipital nerve for patients with resistant ON or CGH under fluoroscopy guidance. 90% of patients reported at least 50% of improvement with a mean duration of 22 weeks(50).

Studies have performed PRF on the superficial site of the GON based on anatomical landmarks, providing significant improvement in pain and quality of life ranging from 3 to 6 months(55)(56)(57).

A retrospective study evaluated the efficacy of CA in the treatment of refractory ON after positive response to the GON blockade. The cryoneurolysis, based on nerve stimulation, showed an average improvement of pain relief of 57,9 % with an average duration of 6,1 months(73)

Moreover, a recent study attested the feasibility of GON CA on the first bend of the GON (intermediate target) under CT guidance, with pain alleviation up to 3 months(61)

A study showed that 70% of patients with refractory ON still have a reduction of pain 22 months after GON stimulation(74). In case of refractory pain besides percutaneous neurolysis and ONS, more invasive surgical treatment can be proposed, such as neurolysis or neurorectomy, C2 ganglionectomy, cervical dorsal rhizotomy. In a retrospective study evaluating GON neurolysis for patients with chronic occipital neuralgia, 80.5% of patients benefited from surgery while 43% had complete pain relief(75).

2. Cervicogenic headache (CGH)

Clinical setting

CGH prevalence estimates range from 15 to 20 % of patients with chronic headache(17). The IHS defines CGH as headache caused by a disorder of the neck. The pain is usually unilateral, stemming from the neck and spreading to the head. Signs of neck involvement are characteristics. Precipitation of head pain by neck movement or by external pressure over the cervical area is suggestive of CGH. A history of cervical trauma, especially whiplash, is frequently found. Alike for ON, positive response after nerve block is a diagnostic criteria.

Imaging

By definition, cervicogenic headache symptomatology includes signs of neck involvement, which may suggest cervical lesion. However, imaging is commonly non-contributory(76), and degenerative changes do not necessarily correspond to the pain.

Results

As well as for occipital neuralgia, relief of pain by blocking the GON with local anesthetics is a needed criteria for the diagnosis of cervicogenic headache. As of today, all studies only evaluated the efficacy of GON block at the emergence site. Anthony showed that local corticosteroids injection of the greater and lesser occipital nerves provide pain relief for 91% of patients with a mean duration of 77 days(77). A study also analyzed repetitive stimulator-

guided occipital nerve blockade, allowing 6-month pain relief in 96% of patients, with a mean of 5.3 injections(78).

As mentioned above, 90% of patients with refractory CGH or ON reported significant pain relief after RFA of the C2 dorsal root ganglion(50).

PRF of the GON was compared to GON infiltration in patients with refractory CGH(79). Both techniques provided pain relief at 3 months, while pain remained decreased at 9 months in the PRF group. PRF of the second cervical ganglion was also described in a case report. After positive GON block, two patients underwent PRF under fluoroscopic guidance, and complete relief of pain was achieved for a 6-month period(59).

Surgical options for non-responsive CGH are based on imaging findings. Atlanto axial instability can be involved and treated by arthrodesis, and degenerative causes by anterior discectomy and fusion.

3. Cluster headache (CH)

Clinical setting

CH, also known as trigeminal autonomic cephalalgia, is a rare but characteristic primary headache with a global lifetime prevalence of 0,12%(19). Patients start to develop pain in their third decade, with a large male preponderance. CH is characterized by recurrent and severe unilateral facial pain, typically orbital, supra-orbital and temporal, often described as burning or piercing pain. Attacks are accompanied by at least one autonomic symptom among conjunctival injection, lacrimala, rhinorrhea, facial sweating or flushing, and Horner syndrome. The

regularity of CH attack recurrence is characteristic. Attacks last 15 to 180 minutes and occur up to 8 times a day. Clusters often show a pattern, recurring every year and every day at the same time, separated by periods of remission. A chronic form is described, involving continuous attacks with no respite. Alcohol and nocturnal sleep can classically trigger the attacks.

Imaging

Diagnosis is based on clinical presentation, characterized by recurrent stereotyped headache. However, it might be reasonable to initially perform neuroimaging, to rule out differential diagnosis such as tumors or vascular diseases.

Results

Still usually performed on the emergence, GON infiltration provides good pain-relief in patients with episodic and chronic cluster headache(80). A double blind placebo-controlled study showed that 85% of 13 patients blindly injected with steroids became attack-free for at least 4 weeks, while 62% of those remained pain-free between 4 and 26 months(9).

Recently, a study performed CT-guided GON infiltration at the intermediate site, using a mixture of local anesthetics and steroids, and showed clinical success and significant reduction of pain up to 6 months(44) Decrease of at least 50% of pain was reported in 81% of patients at one month and 69% at three and 31% at six.

No data are available on thermal neurolysis of the GON in the treatment of cluster headache. However, clinical success of GON neuromodulation after positive block achieved in the management of ON and CGH should suggests effective alleviation of pain.

In case of intractable CH, ONS can be considered. 46% of improvement in attack frequency was found after implantation in patient with highly intractable CH(64). Sphenopalatine ganglion radiofrequency ablation and deep brain stimulation has also been described.

4. Trigeminal neuralgia (TN)

Clinical setting

TN is a rare facial pain syndrome characterized by a sudden and recurrent unilateral pain limited to the distribution of one or more divisions of the trigeminal nerve, typically the maxillary or mandibular branches. It usually affects women older than 40 years(18). Pain is severe, usually electric shock like and occurs in paroxysms lasting from a fraction of a second to two minutes. Attacks may be triggered by contact or vibration of the facial zones. IHS defines two types of TN, classic or idiopathic, and symptomatic or secondary.

Imaging

Most cases of TN, called classic TN, result from vascular compression of the nerve along its cisternal course. Superior cerebellar artery is frequently involved. MRI is helpful to identify the neurovascular conflict, using thin section and heavily T2 weighted imaging(81). Neuroimaging can also reveal less common vascular causes (aneurysm, arteriovenous malformation, arteriovenous fistula) or underlying pathologies including schwannoma, arachnoid cyst, inflammation or demyelination.

Results

Poor data are available about GON and treatment of TN. However, based on known connection between trigeminal and cervical afferents, GON infiltration is believed to be effective in its treatment. A case report found positive response after GON infiltration using lidocaine and steroids in a patient suffering from unilateral idiopathic trigeminal neuralgia(82).

Furthermore, patients with TN were included in the recent study evaluating CT-guided infiltration of the GON at its first bend. 57% of patients reported pain improvement, with a mean VAS score of 3.5/10 at one month versus 8.5/10 before the procedure(44).

Again, based on literature about ON and the trigeminocervical complex, more invasive modalities such as neurolysis can have a place in the management of TN.

For classic TN, microvascular decompressive is an invasive but efficient technique, providing long term relief(83). However, serious complications are described, included trigeminal damage, neurological and general complications. Despite this, some authors recommend early surgery to avoid irreversible damage of the nerve. Secondary TN can also require surgery, especially to remove tumors of the pontocerebellous angle.

5. Chronic migraine

Clinical setting

Migraine 11%, CM is a common headache, with a world prevalence of about 11% and a severe impact on daily life according to HIT6 scale(84). By definition, headaches occur 15 days or more a month, for more than three months, and meet criteria for migraine at least eight days per

month.

Migraine headache is classically unilateral and hemi cranial, pulsating and throbbing, often accompanied by nausea and sensitivity to light and sound. Twenty percent of patients experience aura and ten to twenty percent experience premonitory symptoms before their migraine. Most patients have a family history of migraine and women are more affected than men.

Imaging

Although typical episodic migraine does not require systematic imaging, the chronic type should benefit neuroimaging to eliminate underlying brain pathology.

Results

Trigeminovascular system is involved in the pathophysiology of migraine, including the TCC. Indeed, trigeminal ganglion innervates cerebral vessels and dura matter, then converge with occipital nerves in the trigeminal nucleus caudalis. Thus, blocking GON nociceptive information can alter the pain cycle and also be effective in the treatment of migraine.

A randomized double-blind placebo-controlled study analyzed the efficacy of repetitive landmarks-guided GON blockade at the emergence using bupivacaine. After three months, number of headaches, headache duration and VAS scores had decreased when compared with placebo(85). An other placebo-controlled study also showed that repetitive GON blockade reduce the number of headaches days at 3 months(86).

A single GON infiltration at the intermediate site under CT-guidance allowed decrease of at least 50% of pain in 88% patients at one month and 73% at 3 months. As well as occipital neuralgia, GON infiltration at the first bend seems to be more effective than at the emergence, with better results in only one procedure(44).

PRF of the GON at the intermediate site was described under US guidance, through two case reports (87). Partial pain relief was achieved at 3 months for both patients suffering from refractory chronic migraine. In a randomized study comparing PRF to steroids injection for ON and migraine with occipital tenderness at the emergence site, PRF provided reduced occipital pain at 6 weeks. In the subgroup of migraineurs, including 44.4% of diagnosed chronic migraine, PRF showed better results concerning average and worst occipital pain, and average overall headache severity at 6 weeks(88)

Surgical treatment of chronic migraine is mainly based on neurostimulation. A study evaluated occipital nerve stimulation for patients with intractable chronic migraine, and found a response rate of 45.3%(63)

Practical management

Population with craniofacial pain syndrome is large, but no standardized management is described. Patients should once have an imaging checkup to rule out underlying pathologies requiring specific treatments. For ON and CGH, a positive GON block is needed to affirm the diagnosis.

For patient resistant to conservative treatment and medication, noninvasive procedures can be proposed. A consultation with the radiologist or the physician in charge is recommended before

any procedure, to meet the patient, learn his history, and explain to him the available techniques. Afterwards, follow the patient is advisable to reassess the treatment efficacy, and propose eventual alternatives.

According to the evidence-based medicine about occipital neuralgia(69) and data from previous studies, GON infiltration should be first perform. The first one may be achieved at the intermediate site, under imaging guidance, including CT-scan, sonography and MRI. In case of partial or short response, a second CT-guided or MRI-guided infiltration can be performed at both intermediate and proximal sites. If clinical presentation is highly suggestive of GON involvement and GON block ineffective, a MR tractography may be discussed to detect anatomical variations of the nerve pathway.

If the GON block is positive but infiltration insufficient, PRF or cryoablation of the nerve can be proposed under local anesthesia and imaging guidance. Only then, if those interventional procedures fail to provide pain relief, occipital nerve stimulation can be considered. Other surgical treatments are invasive and should be lastly perform in case of severe intractable pain.

Conclusion

Headache is a public health problem, with serious social and economic impact. Craniofacial pain syndromes are only part of it, but are associated with chronic severe pain and high disability.

Pain medication is potentially associated with addiction, side effects and inefficiency. Then, alternatives treatments have been developed under imaging guidance, with the GON as the reference target. Management of craniofacial pain is based on GON block, essential step before

any other procedure. GON infiltration, denervation or neuromodulation have showed to be effective in the treatment of occipital neuralgia, cervicogenic headaches, cluster headache, trigeminal neuralgia and chronic migraine. Interventional pain procedures are commonly performed under imaging guidance, improving reproducibility, safety, technical and clinical success.

References

1. Stovner L, Hagen K, Jensen R, Katsarava Z, Lipton R, Scher A, et al. The global burden of headache: a documentation of headache prevalence and disability worldwide. *Cephalalgia*. mars 2007;27(3):193-210.
2. World Health Organization, rédacteur. Atlas of headache disorders and resources in the world 2011. Geneva : World Health Organisation; 2011. 69 p.
3. Kastler, B. *Interventional Radiology in Pain Treatment* | F.-G. Barral | Springer.
4. Loukas M, El-Sedfy A, Tubbs RS, Louis RG, Wartmann CHT, Curry B, et al. Identification of greater occipital nerve landmarks for the treatment of occipital neuralgia. *Folia Morphol*. nov 2006;65(4):337-42.
5. Vital JM, Grenier F, Dautheribes M, Baspeyre H, Lavignolle B, Sénégas J. An anatomic and dynamic study of the greater occipital nerve (n. of Arnold). Applications to the treatment of Arnold's neuralgia. *Surg Radiol Anat SRA*. 1989;11(3):205-10.
6. Bovim G, Sand T. Cervicogenic headache, migraine without aura and tension-type headache. Diagnostic blockade of greater occipital and supra-orbital nerves. *Pain*. oct 1992;51(1):43-8.
7. Afridi SK, Shields KG, Bholra R, Goadsby PJ. Greater occipital nerve injection in primary headache syndromes – prolonged effects from a single injection: *Pain*. mai 2006;122(1):126-9.
8. Lambrou G, Abu Bakar N, Stahlhut L, McCulloch S, Miller S, Shanahan P, et al. Greater occipital nerve blocks in chronic cluster headache: a prospective open-label study. *Eur J Neurol*. févr 2014;21(2):338-43.
9. Ambrosini A, Vandenhede M, Rossi P, Aloj F, Sauli E, Pierelli F, et al. Suboccipital injection with a mixture of rapid- and long-acting steroids in cluster headache: a double-blind placebo-controlled study. *Pain*. nov 2005;118(1-2):92-6.
10. Naja ZM, El-Rajab M, Al-Tannir MA, Ziade FM, Tawfik OM. Occipital nerve blockade for cervicogenic headache: a double-blind randomized controlled clinical trial. *Pain Pract Off J World Inst Pain*. juin 2006;6(2):89-95.
11. Vos T, Abajobir AA, Abate KH, Abbafati C, Abbas KM, Abd-Allah F, et al. Global, regional, and national incidence, prevalence, and years lived with disability for 328 diseases and injuries for 195 countries, 1990–2016: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2016. *The Lancet*. sept 2017;390(10100):1211-59.
12. Lipton RB, Diamond S, Reed M, Diamond ML, Stewart WF. Migraine Diagnosis and Treatment: Results From the American Migraine Study II. *Headache J Head Face Pain*. 12 juill 2001;41(7):638-45.

13. Lipton RB, Bigal ME. Migraine: Epidemiology, Impact, and Risk Factors for Progression. *Headache J Head Face Pain.* avr 2005;45(s1):S3-13.
14. Steiner T, Scher A, Stewart W, Kolodner K, Liberman J, Lipton R. The Prevalence and Disability Burden of Adult Migraine in England and their Relationships to Age, Gender and Ethnicity. *Cephalalgia.* sept 2003;23(7):519-27.
15. Gooch CL, Pracht E, Borenstein AR. The burden of neurological disease in the United States: A summary report and call to action: Burden of Neurological Disease. *Ann Neurol.* avr 2017;81(4):479-84.
16. Adams AM, Serrano D, Buse DC, Reed ML, Marske V, Fanning KM, et al. The impact of chronic migraine: The Chronic Migraine Epidemiology and Outcomes (CaMEO) Study methods and baseline results. *Cephalalgia.* juin 2015;35(7):563-78.
17. Haldeman S, Dagenais S. Cervicogenic headaches: a critical review. *Spine J Off J North Am Spine Soc.* févr 2001;1(1):31-46.
18. De Toledo IP, Conti Réus J, Fernandes M, Porporatti AL, Peres MA, Takaschima A, et al. Prevalence of trigeminal neuralgia. *J Am Dent Assoc.* juill 2016;147(7):570-576.e2.
19. Fischera M, Marziniak M, Gralow I, Evers S. The incidence and prevalence of cluster headache: a meta-analysis of population-based studies. *Cephalalgia Int J Headache.* juin 2008;28(6):614-8.
20. Bovim G, Bonamico L, Fredriksen TA, Lindboe CF, Stolt-Nielsen A, Sjaastad O. Topographic variations in the peripheral course of the greater occipital nerve. Autopsy study with clinical correlations. *Spine.* avr 1991;16(4):475-8.
21. Kastler A, Attye A, Heck O, Tahon F, Boubagra K, Tropes I, et al. Greater occipital nerve MR tractography: Feasibility and anatomical considerations. *J Neuroradiol.* févr 2018;45(1):54-8.
22. Aubry S, Kastler B, Bier V, Hadjidekov V, Hussein HH, Fergane B. Evaluation of the effectiveness of CT-guided infiltration in the treatment of Arnold's neuralgia. *Neuroradiology.* mars 2009;51(3):163-8.
23. Kastler A, Onana Y, Comte A, Attyé A, Lajoie J-L, Kastler B. A simplified CT-guided approach for greater occipital nerve infiltration in the management of occipital neuralgia. *Eur Radiol.* août 2015;25(8):2512-8.
24. Greher M, Moriggl B, Curatolo M, Kirchmair L, Eichenberger U. Sonographic visualization and ultrasound-guided blockade of the greater occipital nerve: a comparison of two selective techniques confirmed by anatomical dissection. *Br J Anaesth.* 1 mai 2010;104(5):637-42.

25. Busch V, Jakob W, Juergens T, Schulte-Mattler W, Kaube H, May A. Functional Connectivity between Trigeminal and Occipital Nerves Revealed by Occipital Nerve Blockade and Nociceptive Blink Reflexes. *Cephalalgia*. janv 2006;26(1):50-5.
26. Busch V, Jakob W, Juergens T, Schulte-Mattler W, Kaube H, May A. Occipital Nerve Blockade in Chronic Cluster Headache Patients and Functional Connectivity Between Trigeminal and Occipital Nerves. *Cephalalgia*. nov 2007;27(11):1206-14.
27. Mayberg MR, Zervas NT, Moskowitz MA. Trigeminal projections to supratentorial pial and dural blood vessels in cats demonstrated by horseradish peroxidase histochemistry. *J Comp Neurol*. 10 févr 1984;223(1):46-56.
28. Buzzi MG. Trigeminal pain pathway: peripheral and central activation as experimental models of migraine. *Funct Neurol*. 2001;16(4 Suppl):77-81.
29. Bogduk N. Local anesthetic blocks of the second cervical ganglion: a technique with application in occipital headache. *Cephalalgia Int J Headache*. mars 1981;1(1):41-50.
30. Pougard-Bellec F, Rolland Y, Morel D, Meadeb J, Marin F, Duvauferrier R. Efficacy of C1-C2 block with posterior parasagittal approach in the treatment of Arnold neuralgia in 24 patients. *J Radiol*. févr 2002;83.
31. Kastler B, Fergane B. Interventional Procedures under CT Guidance in Pain Management: (Cementoplasty Excluded). *Interv Neuroradiol*. oct 2003;9(2_suppl):67-73.
32. Merran S. Impact du fluoro-scanner sur la radiologie interventionnelle. *RBM-News*. oct 1999;21(7):131-4.
33. Korbe S, Udoji EN, Ness TJ, Udoji MA. Ultrasound-guided interventional procedures for chronic pain management. *Pain Manag*. nov 2015;5(6):466-82.
34. Bhatia A, Brull R. Review article: is ultrasound guidance advantageous for interventional pain management? A systematic review of chronic pain outcomes. *Anesth Analg*. juill 2013;117(1):236-51.
35. Shim JH, Ko SY, Bang MR, Jeon WJ, Cho SY, Yeom JH, et al. Ultrasound-guided greater occipital nerve block for patients with occipital headache and short term follow up. *Korean J Anesthesiol*. 2011;61(1):50.
36. Zipfel J, Kastler A, Tatu L, Behr J, Kechidi R, Kastler B. Ultrasound-Guided Intermediate Site Greater Occipital Nerve Infiltration: A Technical Feasibility Study. *Pain Physician*. oct 2016;19(7):E1027-1034.
37. Pingree MJ, Sole JS, O' Brien TG, Eldrige JS, Moeschler SM. Clinical Efficacy of an Ultrasound-Guided Greater Occipital Nerve Block at the Level of C2: *Reg Anesth Pain Med*. 2017;42(1):99-104.

38. Fritz J, Dellon AL, Williams EH, Belzberg AJ, Carrino JA. 3-Tesla High-Field Magnetic Resonance Neurography for Guiding Nerve Blocks and Its Role in Pain Management. *Magn Reson Imaging Clin N Am*. nov 2015;23(4):533-45.
39. Deli M, Fritz J, Mateiescu S, Busch M, Carrino JA, Becker J, et al. Saline as the Sole Contrast Agent for Successful MRI-guided Epidural Injections. *Cardiovasc Intervent Radiol*. juin 2013;36(3):748-55.
40. Kastler A, Perolat R, Kastler B, Maindet-Dominici C, Fritz J, Benabid AL, et al. Greater occipital nerve infiltration under MR guidance: Feasibility study and preliminary results. *Eur Radiol* [En ligne]. 12 juill 2017 [cité le 7 nov 2017]; Disponible: <http://link.springer.com/10.1007/s00330-017-4952-3>
41. McLure HA, Rubin AP. Review of local anaesthetic agents. *Minerva Anesthesiol*. mars 2005;71(3):59-74.
42. Johansson A, Hao J, Sjölund B. Local corticosteroid application blocks transmission in normal nociceptive C-fibres. *Acta Anaesthesiol Scand*. juill 1990;34(5):335-8.
43. Bartsch T, Goadsby PJ. Anatomy and Physiology of Pain Referral Patterns in Primary and Cervicogenic Headache Disorders. *Headache Curr*. mars 2005;2(2):42-8.
44. Ricquart et al. Evaluation of the effectiveness of greater occipital nerve in the management of refractory craniofacial pain syndromes other than occipital neuralgia. *RSNA 2016*;
45. Abd-Elsayed A, Kreuger L, Wheeler S, Robillard J, Seeger S, Dulli D. Radiofrequency Ablation of Pericranial Nerves for Treating Headache Conditions: A Promising Option for Patients. *Ochsner J*. 2018;18(1):59-62.
46. Organ LW. Electrophysiologic principles of radiofrequency lesion making. *Appl Neurophysiol*. 1977 1976;39(2):69-76.
47. Choi EJ, Choi YM, Jang EJ, Kim JY, Kim TK, Kim KH. Neural Ablation and Regeneration in Pain Practice. *Korean J Pain*. janv 2016;29(1):3-11.
48. Hamer JF, Purath TA. Repeat RF Ablation of C2 and Third Occipital Nerves for Recurrent Occipital Neuralgia and Cervicogenic Headaches. *World J Neurosci*. 2016;06(04):236-42.
49. Chazen JL, Ebani EJ, Virk M, Talbott JF, Shah V. CT-Guided Block and Radiofrequency Ablation of the C2 Dorsal Root Ganglion for Cervicogenic Headache. *Am J Neuroradiol*. août 2019;40(8):1433-6.
50. Hoffman LM, Abd-Elsayed A, Burroughs TJ, Sachdeva H. Treatment of Occipital Neuralgia by Thermal Radiofrequency Ablation. *Ochsner J*. 2018;18(3):209-14.

51. Byrd D, Mackey S. Pulsed Radiofrequency for Chronic Pain. *Curr Pain Headache Rep.* janv 2008;12(1):37-41.
52. Bogduk N. Pulsed Radiofrequency. *Pain Med.* sept 2006;7(5):396-407.
53. Chua NHL, Vissers KC, Sluifster ME. Pulsed radiofrequency treatment in interventional pain management: mechanisms and potential indications-a review. *Acta Neurochir (Wien).* avr 2011;153(4):763-71.
54. Navani A, Mahajan G, Kreis P, Fishman SM. A Case of Pulsed Radiofrequency Lesioning for Occipital Neuralgia: Table 1. *Pain Med.* sept 2006;7(5):453-6.
55. Choi HJ, Oh IH, Choi SK, Lim YJ. Clinical Outcomes of Pulsed Radiofrequency Neuromodulation for the Treatment of Occipital Neuralgia. *J Korean Neurosurg Soc.* 2012;51(5):281.
56. Vanelderden P, Rouwette T, De Vooght P, Puylaert M, Heylen R, Vissers K, et al. Pulsed radiofrequency for the treatment of occipital neuralgia: a prospective study with 6 months of follow-up. *Reg Anesth Pain Med.* avr 2010;35(2):148-51.
57. Huang JHY, Galvagno SM, Hameed M, Wilkinson I, Erdek MA, Patel A, et al. Occipital nerve pulsed radiofrequency treatment: a multi-center study evaluating predictors of outcome. *Pain Med Malden Mass.* avr 2012;13(4):489-97.
58. Vanderhoek MD, Hoang HT, Goff B. Ultrasound-guided greater occipital nerve blocks and pulsed radiofrequency ablation for diagnosis and treatment of occipital neuralgia. *Anesthesiol Pain Med.* sept 2013;3(2):256-9.
59. Zhang J, Shi D, Wang R. Pulsed radiofrequency of the second cervical ganglion (C2) for the treatment of cervicogenic headache. *J Headache Pain.* oct 2011;12(5):569-71.
60. Trescot AM. Cryoanalgesia in interventional pain management. *Pain Physician.* juill 2003;6(3):345-60.
61. Kastler A, Attyé A, Maindet C, Nicot B, Gay E, Kastler B, et al. Greater occipital nerve cryoneurolysis in the management of intractable occipital neuralgia. *J Neuroradiol.* oct 2018;45(6):386-90.
62. Keifer OP, Diaz A, Campbell M, Bezchlibnyk YB, Boulis NM. Occipital Nerve Stimulation for the Treatment of Refractory Occipital Neuralgia: A Case Series. *World Neurosurg.* sept 2017;105:599-604.
63. Miller S, Watkins L, Matharu M. Long-term outcomes of occipital nerve stimulation for chronic migraine: a cohort of 53 patients. *J Headache Pain.* déc 2016;17(1):68.

64. Miller S, Watkins L, Matharu M. Treatment of intractable chronic cluster headache by occipital nerve stimulation: a cohort of 51 patients. *Eur J Neurol.* févr 2017;24(2):381-90.
65. Gille O, Lavignolle B, Vital J-M. Surgical Treatment of Greater Occipital Neuralgia by Neurolysis of the Greater Occipital Nerve and Sectioning of the Inferior Oblique Muscle: *Spine.* avr 2004;29(7):828-32.
66. Sharma RR, Devadas RV, Pawar SJ, Lad SD, Mahapatra AK. Current Status of Peripheral Neurectomy for Occipital Neuralgia: *Neurosurg Q.* déc 2005;15(4):232-8.
67. Headache Classification Committee of the International Headache Society (IHS). The International Classification of Headache Disorders, 3rd edition (beta version). *Cephalalgia.* 1 juill 2013;33(9):629-808.
68. Barna S, Hashmi M. Occipital Neuralgia. ResearchGate [En ligne]. 1 janv 2004 [cité le 5 déc 2016]; Disponible: https://www.researchgate.net/publication/284349393_Occipital_Neuralgia
69. Vanelderden P, Lataster A, Levy R, Mekhail N, van Kleef M, Van Zundert J. 8. Occipital Neuralgia. *Pain Pract.* mars 2010;10(2):137-44.
70. Cho JC-S, Haun DW, Kettner NW. Sonographic evaluation of the greater occipital nerve in unilateral occipital neuralgia. *J Ultrasound Med Off J Am Inst Ultrasound Med.* janv 2012;31(1):37-42.
71. Hwang L, Dessouky R, Xi Y, Amirlak B, Chhabra A. MR Neurography of Greater Occipital Nerve Neuropathy: Initial Experience in Patients with Migraine. *Am J Neuroradiol.* nov 2017;38(11):2203-9.
72. Tobin J, Flitman S. Occipital Nerve Blocks: When and What to Inject? *Headache J Head Face Pain.* nov 2009;49(10):1521-33.
73. Kim CH, Hu W, Gao J, Dragan K, Whealton T, Julian C. Cryoablation for the treatment of occipital neuralgia. *Pain Physician.* juin 2015;18(3):E363-368.
74. Slavin KV, Nersesyan H, Wess C. Peripheral Neurostimulation for Treatment of Intractable Occipital Neuralgia. *Neurosurgery.* 1 janv 2006;58(1):112-9.
75. Ducic I, Hartmann EC, Larson EE. Indications and Outcomes for Surgical Treatment of Patients with Chronic Migraine Headaches Caused by Occipital Neuralgia: *Plast Reconstr Surg.* mai 2009;123(5):1453-61.
76. Coskun O, Ucler S, Karakurum B, Atasoy H, Yildirim T, Ozkan S, et al. Magnetic Resonance Imaging of Patients with Cervicogenic Headache. *Cephalalgia.* oct 2003;23(8):842-5.

77. Anthony M. Cervicogenic headache: prevalence and response to local steroid therapy. *Clin Exp Rheumatol.* avr 2000;18(2 Suppl 19):S59-64.
78. Naja ZM, El-Rajab M, Al-Tannir MA, Ziade FM, Tawfik OM. Repetitive Occipital Nerve Blockade for Cervicogenic Headache: Expanded Case Report of 47 Adults. *Pain Pract.* 1 déc 2006;6(4):278-84.
79. Gabrhelík T, Michálek P, Adamus M. Pulsed radiofrequency therapy versus greater occipital nerve block in the management of refractory cervicogenic headache - a pilot study. *Prague Med Rep.* 2011;112(4):279-87.
80. Ashkenazi A, Blumenfeld A, Napchan U, Narouze S, Grosberg B, Nett R, et al. Peripheral Nerve Blocks and Trigger Point Injections in Headache Management - A Systematic Review and Suggestions for Future Research. *Headache J Head Face Pain.* 7 mai 2010;50(6):943-52.
81. Hughes MA, Frederickson AM, Branstetter BF, Zhu X, Sekula RF. MRI of the Trigeminal Nerve in Patients With Trigeminal Neuralgia Secondary to Vascular Compression. *Am J Roentgenol.* mars 2016;206(3):595-600.
82. Weatherall M. Idiopathic Trigeminal Neuropathy May Respond to Greater Occipital Nerve Injection. *Cephalalgia.* juin 2008;28(6):664-6.
83. Xia L, Zhong J, Zhu J, Wang Y-N, Dou N-N, Liu M-X, et al. Effectiveness and Safety of Microvascular Decompression Surgery for Treatment of Trigeminal Neuralgia: A Systematic Review. *J Craniofac Surg.* juill 2014;25(4):1413-7.
84. Adams AM, Serrano D, Buse DC, Reed ML, Marske V, Fanning KM, et al. The impact of chronic migraine: The Chronic Migraine Epidemiology and Outcomes (CaMEO) Study methods and baseline results. *Cephalalgia.* juin 2015;35(7):563-78.
85. Inan LE. Greater occipital nerve blockade for the treatment of chronic migraine. *Cephalalgia.* oct 2016;36(11):1095-1095.
86. Gul HL, Ozon AO, Karadas O, Koc G, Inan LE. The efficacy of greater occipital nerve blockade in chronic migraine: A placebo-controlled study. *Acta Neurol Scand.* août 2017;136(2):138-44.
87. Kwak S, Chang MC. Management of refractory chronic migraine using ultrasound-guided pulsed radiofrequency of greater occipital nerve: Two case reports. *Medicine (Baltimore).* nov 2018;97(45):e13127.
88. Cohen SP, Peterlin BL, Fulton L, Neely ET, Kurihara C, Gupta A, et al. Randomized, double-blind, comparative-effectiveness study comparing pulsed radiofrequency to steroid injections for occipital neuralgia or migraine with occipital nerve tenderness: PAIN. *PAIN.* déc 2015;156(12):2585-94.

LES ALGIES CRANIO-FACIALES : DU DIAGNOSTIC A LA PRISE EN CHARGE THERAPEUTIQUE

FABRY Aliénor

J. Résumé

Les algies craniofaciales (ACF) sont sources de douleurs chroniques et d'invalidité, dont le retentissement socio-économique est considérable. L'évolution technologique et l'engagement des radiologues dans la prise en charge de la douleur ont permis de développer un nombre croissant d'options thérapeutiques. Elles constituent une alternative efficace chez les patients résistants au traitement médical conventionnel. L'accessibilité du nerf et la convergence trigémino-cervicale ont positionné le nerf d'Arnold, deuxième nerf spinal, au centre des traitements percutanés. L'exploration anatomique et fonctionnelle de ce nerf a révélé son implication dans les ACF, et dégagé plusieurs cibles de traitement sur son trajet. L'objectif est de décrire l'anatomie de ce nerf et les mécanismes physiopathologiques responsables de son implication dans les ACF, de présenter l'épidémiologie et la clinique des différents syndromes douloureux cranio-faciaux, et de passer en revue les traitements disponibles en radiologie interventionnelle. L'infiltration, l'ablation nerveuse par radiofréquence, cryothérapie et la radiofréquence pulsée constituent un arsenal thérapeutique efficace, peu risqué, mais sous-utilisé. Les procédures percutanées, complémentaires au traitement classique, ont montré leur efficacité dans la névralgie d'Arnold, les céphalées cervicogéniques, l'algie vasculaire de la face, la névralgie du trijumeau et la migraine chronique. L'imagerie est essentielle, augmentant la

reproductibilité, le succès technique et clinique. Le radiologue occupe ainsi une place centrale dans la prise en charge des ACF, à la phase diagnostique et thérapeutique.

CRANIOFACIAL PAIN SYNDROME: FROM DIAGNOSIS TO INTERVENTIONAL MANAGEMENT

ABSTRACT

Headache is a public health problem, with serious social and economic impact. Craniofacial pain syndromes are only part of it, but are associated with chronic severe pain and high disability. Pain medication is potentially associated with addiction, side effects and inefficiency. Then, alternatives treatments have been developed under imaging guidance, with the GON as the reference target. The objective of this manuscript is to review the epidemiology and clinical setting of craniofacial pain syndromes, the anatomy and physiopathology of the GON and the existing available techniques targeting the GON. Management of craniofacial pain is based on GON block, essential step before any other procedure. GON infiltration, denervation or neuromodulation have showed to be effective in the treatment of occipital neuralgia, cervicogenic headaches, cluster headache, trigeminal neuralgia and chronic migraine. Interventional pain procedures are commonly performed under imaging guidance, improving reproducibility, safety, technical and clinical success.

THÈSE SOUTENUE PAR : Aliénor FABRY

TITRE :

LES ALGIES CRANIO-FACIALES : DU DIAGNOSTIC A LA PRISE EN CHARGE
THERAPEUTIQUE

CONCLUSION :

Les céphalées constituent un problème de santé publique. Les algies cranio-faciales n'en représentent qu'une partie, mais sont alourdies d'une invalidité et d'un retentissement socio-économique importants. Le traitement médicamenteux peut s'avérer peu efficace et non dénué d'effets indésirables, la douleur évoluant sur de nombreuses années. L'évolution technologique et l'engagement des radiologues dans la prise en charge de la douleur ont permis de développer et de perfectionner un nombre croissant d'options thérapeutiques. Ces dernières constituent aujourd'hui une alternative efficace à la chirurgie chez les patients résistants au traitement médical conventionnel. Le radiologue occupe ainsi une place centrale dans la prise en charge des syndromes douloureux cranio-faciaux, tant à la phase diagnostique que thérapeutique. L'accessibilité du nerf et la convergence trigémino-cervicale ont positionné le nerf d'Arnold au centre des traitements percutanés. L'infiltration, et si besoin, les techniques de traitement percutané, constituent donc une arme thérapeutique efficace, peu risquée, mais sous-utilisée, complémentaire au traitement classique dans la névralgie d'Arnold, les céphalées cervicogéniques, l'algie vasculaire de la face, la névralgie du trijumeau et la migraine chronique

VU ET PERMIS D'IMPRIMER

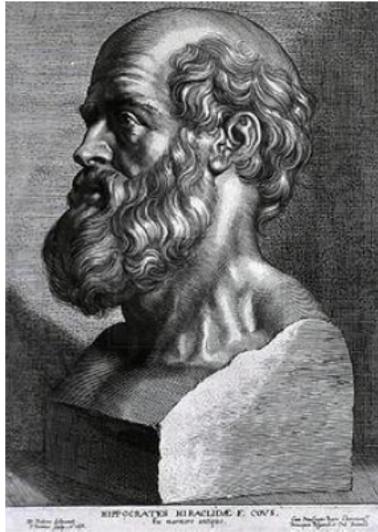
Grenoble, le :

LE DOYEN
Pr. Patrice MORAND



LE PRÉSIDENT DE LA THÈSE
Pr. Alexandre KRAINIK





SERMENT D'HIPPOCRATE

En présence des Maîtres de cette Faculté, de mes chers condisciples et devant l'effigie d'HIPPOCRATE,

Je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité dans l'exercice de la Médecine.

Je donnerai mes soins gratuitement à l'indigent et n'exigerai jamais un salaire au dessus de mon travail. Je ne participerai à aucun partage clandestin d'honoraires.

Admis dans l'intimité des maisons, mes yeux n'y verront pas ce qui s'y passe ; ma langue taira les secrets qui me seront confiés et mon état ne servira pas à corrompre les mœurs, ni à favoriser le crime.

Je ne permettrai pas que des considérations de religion, de nation, de race, de parti ou de classe sociale viennent s'interposer entre mon devoir et mon patient.

Je garderai le respect absolu de la vie humaine.

Même sous la menace, je n'admettrai pas de faire usage de mes connaissances médicales contre les lois de l'humanité.

Respectueux et reconnaissant envers mes Maîtres, je rendrai à leurs enfants l'instruction que j'ai reçue de leurs pères.

Que les hommes m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses.

Que je sois couvert d'opprobre et méprisé de mes confrères si j'y manque.