



HAL
open science

Maladie de Parkinson et rééducation des troubles de la déglutition : une revue systématique de la littérature

Anna Cadeau

► **To cite this version:**

Anna Cadeau. Maladie de Parkinson et rééducation des troubles de la déglutition : une revue systématique de la littérature. Médecine humaine et pathologie. 2019. dumas-02180085

HAL Id: dumas-02180085

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-02180085>

Submitted on 11 Jul 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.

FACULTE MIXTE DE MEDECINE ET DE PHARMACIE DE ROUEN

ANNEE 2019

THESE POUR LE DOCTORAT EN MEDECINE

(Diplôme d'Etat)

Par

CADEAU Anna

Né(e) le 17 juillet 1986 à Bordeaux

PRESENTEE ET SOUTENUE PUBLIQUEMENT LE 04 juin 2019

**MALADIE DE PARKINSON ET REEDUCATION DES
TROUBLES DE LA DEGLUTITION,
UNE REVUE SYSTEMATIQUE DE LA LITTERATURE**

PRESIDENT DU JURY : Monsieur le Professeur Éric VERIN

DIRECTRICE DE THESE : Madame le Docteur Lucie TAMBOSCO

MEMBRES DU JURY : Madame le Professeur Bouchra LAMIA, Monsieur le
Professeur David MALTETE

FACULTE MIXTE DE MEDECINE ET DE PHARMACIE DE ROUEN

ANNEE 2019

THESE POUR LE DOCTORAT EN MEDECINE

(Diplôme d'Etat)

Par

CADEAU Anna

Né(e) le 17 juillet 1986 à Bordeaux

PRESENTEE ET SOUTENUE PUBLIQUEMENT LE 04 juin 2019

**MALADIE DE PARKINSON ET REEDUCATION DES
TROUBLES DE LA DEGLUTITION,
UNE REVUE SYSTEMATIQUE DE LA LITTERATURE**

PRESIDENT DU JURY : Monsieur le Professeur Éric VERIN

DIRECTRICE DE THESE : Madame le Docteur Lucie TAMBOSCO

MEMBRES DU JURY : Madame le Professeur Bouchra LAMIA, Monsieur le Professeur David MALTETE

« Le grand Dieu fit les planètes et nous faisons les plats nets. » « Le savoir hydrate et nourrit. »

FRANÇOIS RABELAIS, GARGANTUA.



« Un godet. Un petit godet. Rien de tel qu'un petit godet glacé pour déglutir la glotte »

ÉRIC EMMANUEL SCHMIDT, LES VARIATIONS ENIGMATIQUES.

REMERCIEMENTS

A Monsieur le Professeur Éric VERIN,

Vous me faites l'honneur d'être mon président de jury de thèse, merci pour vos enseignements précieux apportés pendant ces 4 années d'internat, et pour m'avoir suggéré ce sujet de thèse passionnant.

A Madame le Docteur Lucie TAMBOSCO,

Merci d'avoir accepté d'être ma directrice de thèse, de m'avoir accompagnée tout au long de la rédaction. Merci pour votre gentillesse et pour votre abnégation en ces temps difficiles.

A Madame le Professeur Bouchra LAMIA,

Merci d'avoir accepté d'être membre de mon jury de thèse, et d'apporter votre éclairage sur ce travail. Veuillez recevoir l'expression de ma sincère reconnaissance.

A Monsieur le Professeur David MALTETE,

Merci d'avoir accepté d'être membre de mon jury de thèse, et d'apporter votre éclairage sur ce travail. Veuillez recevoir l'expression de ma sincère reconnaissance.

Aux médecins qui m'ont accompagnée pendant mon internat et qui ont bien voulu partager leurs connaissances et leur expertise. Aux médecins et aux équipes du Havre, qui m'ont fait découvrir et aimer cette ville atypique. Aux équipes paramédicales des Herbiers, pour leur accueil, leur soutien, leur bonne humeur et le plaisir que j'ai eu à travailler avec eux.

A mes co-internes, présents et anciens pour la convivialité, les cafés, les coups de fatigue... Merci particulièrement à Benoît, mon éternel binome et ami, frère de MPR pour nos rigolades salutaires. Merci à Anaïs, pour son amitié et nos parenthèses pastorales et équine. Merci à Clémence pour son aide, ses encouragements et la ronronothérapie de ses chats. Merci à Audrey et sa générosité, Lise-Anne et sa bonne humeur, Jean-baptiste notre ch'ti, Céline, Maureen et ses tricots, Lynn interne aux cheveux verts, Morgane Karateka, Coco, Maxime le capillaire, Léo mon p'tit chat, pour leur amitié précieuse et leur soutien.

A mes amis rencontrés au Havre ou à Rouen : Juan, Charlotte ma coloc, Tristan, Appoline, Mathilde, Camille et Mickaël, Faustine, Claire, Annëlle et nos fous rires, Pierre le littéraire, Louis le misanthrope...

A ma famille, mes parents vous avez toujours été là, je vous en remercie profondément. Jusque dans les derniers moments de ces études, vous m'avez aidé dans les moments heureux et tristes, et dans ce travail final. A Mamouchka pour son affection et son aide très précieuse, et Papouchka pour son soutien. A mon père pour l'adaptabilité et les clés. Caroline pour sa franchise et en remerciement du bataillon de cacahouètes. Pour mes sœurs, Clémentine, Philippine, Flore et Joséphine, et mes neveux, Adrien, Quentin et Martin, qui mettent tous un point d'honneur à grandir bien trop vite.

En pensant aussi à tous les éclopés de cette année 2018-2019, où les chirurgiens se sont spécialisés dans les membres de ma famille, et quelques uns de mes amis... Aux présents et aux absents, mes grands-mères et mon grand-père, auxquels je pense tendrement.

« L'Université de Rouen et l'UFR de Médecine et de Pharmacie de Rouen n'entendent donner aucune approbation ni improbation aux opinions émises dans cette thèse. Ces opinions sont propres à leurs auteurs. »

ANNEE UNIVERSITAIRE 2018 - 2019

U.F.R. SANTÉ DE ROUEN

DOYEN : Professeur Pierre FREGER

ASSESEURS : Professeur Michel GUERBET

Professeur Benoit VEBER

Professeur Guillaume SAVOYE

I - MEDECINE

PROFESSEURS DES UNIVERSITES – PRATICIENS HOSPITALIERS

Mr Frédéric ANSELME	HCN	Cardiologie
Mme Gisèle APTER	Havre	Pédopsychiatrie
Mme Isabelle AUQUIT AUCKBUR	HCN	Chirurgie plastique
Mr Jean-Marc BASTE	HCN	Chirurgie Thoracique
Mr Fabrice BAUER	HCN	Cardiologie
Mme Soumeya BEKRI	HCN	Biochimie et biologie moléculaire
Mr Ygal BENHAMOU	HCN	Médecine interne
Mr Jacques BENICHOU	HCN	Bio statistiques et informatique médicale
Mr Olivier BOYER	UFR	Immunologie
Mme Sophie CANDON	HCN	Immunologie
Mr François CARON	HCN	Maladies infectieuses et tropicales
Mr Philippe CHASSAGNE	HCN	Médecine interne (gériatrie)
Mr Vincent COMPERE	HCN	Anesthésiologie et réanimation chirurgicale
Mr Jean-Nicolas CORNU	HCN	Urologie

Mr Antoine CUVELIER	HB	Pneumologie
Mr Jean-Nicolas DACHER	HCN	Radiologie et imagerie médicale
Mr Stéfan DARMONI	HCN	Informatique médicale et techniques de communication
Mr Pierre DECHELOTTE	HCN	Nutrition
Mr Stéphane DERREY	HCN	Neurochirurgie
Mr Frédéric DI FIORE	CB	Cancérologie
Mr Fabien DOGUET	HCN	Chirurgie Cardio Vasculaire
Mr Jean DOUCET	SJ	Thérapeutique - Médecine interne et gériatrie
Mr Bernard DUBRAY	CB	Radiothérapie
Mr Frank DUJARDIN	HCN	Chirurgie orthopédique - Traumatologique
Mr Fabrice DUPARC	HCN	Anatomie - Chirurgie orthopédique et traumatologique
Mr Eric DURAND	HCN	Cardiologie
Mr Bertrand DUREUIL	HCN	Anesthésiologie et réanimation chirurgicale
Mme Hélène ELTCHANINOFF	HCN	Cardiologie
Mr Manuel ETIENNE	HCN	Maladies infectieuses et tropicales
Mr Thierry FREBOURG	UFR	Génétique
Mr Pierre FREGER	HCN	Anatomie - Neurochirurgie
Mr Jean François GEHANNO	HCN	Médecine et santé au travail
Mr Emmanuel GERARDIN	HCN	Imagerie médicale
Mme Priscille GERARDIN	HCN	Pédopsychiatrie
M. Guillaume GOURCEROL	HCN	Physiologie
Mr Dominique GUERROT	HCN	Néphrologie
Mr Olivier GUILLIN	HCN	Psychiatrie Adultes
Mr Didier HANNEQUIN	HCN	Neurologie
Mr Claude HOUDAYER	HCN	Génétique
Mr Fabrice JARDIN	CB	Hématologie
Mr Luc-Marie JOLY	HCN	Médecine d'urgence
Mr Pascal JOLY	HCN	Dermato – Vénérologie
Mme Bouchra LAMIA	Havre	Pneumologie

Mme Annie LAQUERRIERE	HCN	Anatomie et cytologie pathologiques
Mr Vincent LAUDENBACH	HCN	Anesthésie et réanimation chirurgicale
Mr Joël LECHEVALLIER	HCN	Chirurgie infantile
Mr Hervé LEFEBVRE	HB	Endocrinologie et maladies métaboliques
Mr Thierry LEQUERRE	HB	Rhumatologie
Mme Anne-Marie LEROI	HCN	Physiologie
Mr Hervé LEVESQUE	HB	Médecine interne
Mme Agnès LIARD-ZMUDA	HCN	Chirurgie Infantile
Mr Pierre Yves LITZLER	HCN	Chirurgie cardiaque
Mr Bertrand MACE	HCN	Histologie, embryologie, cytogénétique
M. David MALTETE	HCN	Neurologie
Mr Christophe MARGUET	HCN	Pédiatrie
Mme Isabelle MARIE	HB	Médecine interne
Mr Jean-Paul MARIE	HCN	Oto-rhino-laryngologie
Mr Loïc MARPEAU	HCN	Gynécologie - Obstétrique
Mr Stéphane MARRET	HCN	Pédiatrie
Mme Véronique MERLE	HCN	Epidémiologie
Mr Pierre MICHEL	HCN	Hépto-gastro-entérologie
M. Benoit MISSET (<i>détachement</i>)	HCN	Réanimation Médicale Mr Jean-François
MUIR (<i>surnombre</i>)	HB	Pneumologie
Mr Marc MURAINÉ	HCN	Ophtalmologie
Mr Christophe PEILLON	HCN	Chirurgie générale
Mr Christian PFISTER	HCN	Urologie
Mr Jean-Christophe PLANTIER	HCN	Bactériologie - Virologie
Mr Didier PLISSONNIER	HCN	Chirurgie vasculaire
Mr Gaëtan PREVOST	HCN	Endocrinologie
Mr Jean-Christophe RICHARD (<i>détachement</i>)	HCN	Réanimation médicale - Médecine d'urgence
Mr Vincent RICHARD	UFR	Pharmacologie
Mme Nathalie RIVES	HCN	Biologie du développement et de la reproduction

Mr Horace ROMAN (<i>disponibilité</i>)	HCN	Gynécologie - Obstétrique
Mr Jean-Christophe SABOURIN	HCN	Anatomie - Pathologie
Mr Guillaume SAVOYE	HCN	Hépatogastrologie
Mme Céline SAVOYE-COLLET	HCN	Imagerie médicale
Mme Pascale SCHNEIDER	HCN	Pédiatrie
Mr Michel SCOTTE	HCN	Chirurgie digestive
Mme Fabienne TAMION	HCN	Thérapeutique
Mr Luc THIBERVILLE	HCN	Pneumologie
Mr Christian THUILLEZ (<i>surnombre</i>)	HB	Pharmacologie
Mr Hervé TILLY	CB	Hématologie et transfusion
M. Gilles TOURNEL	HCN	Médecine Légale
Mr Olivier TROST	HCN	Chirurgie Maxillo-Faciale
Mr Jean-Jacques TUECH	HCN	Chirurgie digestive
Mr Jean-Pierre VANNIER (<i>surnombre</i>)	HCN	Pédiatrie génétique
Mr Benoît VEBER	HCN	Anesthésiologie - Réanimation chirurgicale
Mr Pierre VERA	CB	Biophysique et traitement de l'image
Mr Eric VERIN	HB	Service Santé Réadaptation
Mr Eric VERSPYCK	HCN	Gynécologie obstétrique
Mr Olivier VITTECOQ	HB	Rhumatologie
Mme Marie-Laure WELTER	HCN	Physiologie

MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES – PRATICIENS HOSPITALIERS

Mme Noëlle BARBIER-FREBOURG	HCN	Bactériologie – Virologie
Mme Carole BRASSE LAGNEL	HCN	Biochimie
Mme Valérie BRIDOUX HUYBRECHTS	HCN	Chirurgie Vasculaire
Mr Gérard BUCHONNET	HCN	Hématologie
Mme Mireille CASTANET	HCN	Pédiatrie
Mme Nathalie CHASTAN	HCN	Neurophysiologie
Mme Sophie CLAEYSSENS	HCN	Biochimie et biologie moléculaire
Mr Moïse COEFFIER	HCN	Nutrition
Mr Serge JACQUOT	UFR	Immunologie

Mr Joël LADNER	HCN	Epidémiologie, économie de la santé
Mr Jean-Baptiste LATOUCHE	UFR	Biologie cellulaire
Mr Thomas MOUREZ (<i>détachement</i>)	HCN	Virologie
Mr Gaël NICOLAS	HCN	Génétique
Mme Muriel QUILLARD	HCN	Biochimie et biologie moléculaire
Mme Laëtitia ROLLIN	HCN	Médecine du Travail
Mr Mathieu SALAUN	HCN	Pneumologie
Mme Pascale SAUGIER-VEBER	HCN	Génétique
Mme Anne-Claire TOBENAS-DUJARDIN	HCN	Anatomie
Mr David WALLON	HCN	Neurologie
Mr Julien WILS	HCN	Pharmacologie

PROFESSEUR AGREGÉ OU CERTIFIÉ

Mr Thierry WABLE	UFR	Communication
Mme Mélanie AUVRAY-HAMEL	UFR	Anglais

II - PHARMACIE

PROFESSEURS

Mr Thierry BESSON	Chimie Thérapeutique
Mr Roland CAPRON (PU-PH)	Biophysique
Mr Jean COSTENTIN (Professeur émérite)	Pharmacologie
Mme Isabelle DUBUS	Biochimie
Mr François ESTOUR	Chimie Organique
Mr Loïc FAVENNEC (PU-PH)	Parasitologie
Mr Jean Pierre GOULLE (Professeur émérite)	Toxicologie
Mr Michel GUERBET	Toxicologie
Mme Isabelle LEROUX - NICOLLET	Physiologie
Mme Christelle MONTEIL	Toxicologie
Mme Martine PESTEL-CARON (PU-PH)	Microbiologie
Mr Rémi VARIN (PU-PH)	Pharmacie clinique
Mr Jean-Marie VAUGEOIS	Pharmacologie
Mr Philippe VERITE	Chimie analytique

MAITRES DE CONFERENCES

Mme Cécile BARBOT	Chimie Générale et Minérale
Mr Jérémy BELLIEN (MCU-PH)	Pharmacologie
Mr Frédéric BOUNOURE	Pharmacie Galénique
Mr Abdeslam CHAGRAOUI	Physiologie
Mme Camille CHARBONNIER (LE CLEZIO)	Statistiques
Mme Elizabeth CHOSSON	Botanique
Mme Marie Catherine CONCE-CHEMTOB de la santé	Législation pharmaceutique et économie
Mme Cécile CORBIERE	Biochimie
Mr Eric DITTMAR	Biophysique

Mme Nathalie DOURMAP	Pharmacologie
Mme Isabelle DUBUC	Pharmacologie
Mme Dominique DUTERTE- BOUCHER	Pharmacologie
Mr Abdelhakim ELOMRI	Pharmacognosie
Mr Gilles GARGALA (MCU-PH)	Parasitologie
Mme Nejla EL GHARBI-HAMZA	Chimie analytique
Mme Marie-Laure GROULT	Botanique
Mr Hervé HUE	Biophysique et mathématiques
Mme Laetitia LE GOFF	Parasitologie – Immunologie
Mme Hong LU	Biologie
M. Jérémie MARTINET (MCU-PH)	Immunologie
Mme Marine MALLETER	Toxicologie
Mme Sabine MENAGER	Chimie organique
Mme Tiphaine ROGEZ-FLORENT	Chimie analytique
Mr Mohamed SKIBA	Pharmacie galénique
Mme Malika SKIBA	Pharmacie galénique
Mme Christine THARASSE	Chimie thérapeutique
Mr Frédéric ZIEGLER	Biochimie

PROFESSEURS ASSOCIES

Mme Cécile GUERARD-DETUNCQ	Pharmacie officinale
Mr Jean-François HOUIVET	Pharmacie officinale

PROFESSEUR CERTIFIE

Mme Mathilde GUERIN	Anglais
----------------------------	---------

ASSISTANT HOSPITALO-UNIVERSITAIRE

Mme Anaïs SOARES	Bactériologie
-------------------------	---------------

ATTACHES TEMPORAIRES D'ENSEIGNEMENT ET DE RECHERCHE

Mme Sophie MOHAMED	Chimie Organique
---------------------------	------------------

LISTE DES RESPONSABLES DES DISCIPLINES PHARMACEUTIQUES

Mme Cécile BARBOT	Chimie Générale et minérale
Mr Thierry BESSON	Chimie thérapeutique
Mr Roland CAPRON	Biophysique
Mme Marie-Catherine CONCE-CHEMTOB	Législation et économie de la santé
Mme Elisabeth CHOSSON	Botanique
Mme Isabelle DUBUS	Biochimie
Mr Abdelhakim ELOMRI	Pharmacognosie
Mr Loïc FAVENNEC	Parasitologie
Mr Michel GUERBET	Toxicologie
Mr François ESTOUR	Chimie organique
Mme Isabelle LEROUX-NICOLLET	Physiologie
Mme Martine PESTEL-CARON	Microbiologie
Mr Mohamed SKIBA	Pharmacie galénique
Mr Rémi VARIN	Pharmacie clinique
M. Jean-Marie VAUGEOIS	Pharmacologie
Mr Philippe VERITE	Chimie analytique

III – MEDECINE GENERALE

PROFESSEUR DES UNIVERSITES MEDECIN GENERALISTE

Mr Jean-Loup HERMIL (PU-MG) UFR Médecine générale

MAITRE DE CONFERENCE DES UNIVERSITES MEDECIN GENERALISTE

Mr Matthieu SCHUERS (MCU-MG) UFR Médecine générale

PROFESSEURS ASSOCIES A MI-TEMPS – MEDECINS GENERALISTE

Mme Laëtitia BOURDON UFR Médecine Générale

Mr Emmanuel LEFEBVRE UFR Médecine Générale

Mme Elisabeth MAUVIARD UFR Médecine générale

Mr Philippe NGUYEN THANH UFR Médecine générale

Mme Marie Thérèse THUEUX UFR Médecine générale

MAITRE DE CONFERENCES ASSOCIE A MI-TEMPS – MEDECINS GENERALISTES

Mr Pascal BOULET UFR Médecine générale

Mr Emmanuel HAZARD UFR Médecine Générale

Mme Marianne LAINE UFR Médecine Générale

Mme Lucile PELLERIN UFR Médecine générale

Mme Yveline SEVRIN UFR Médecine générale

ENSEIGNANTS MONO-APPARTENANTS

PROFESSEURS

Mr Serguei FETISSOV (med)	Physiologie (ADEN)
Mr Paul MULDER (phar)	Sciences du Médicament
Mme Su RUAN (med)	Génie Informatique

MAITRES DE CONFERENCES

Mr Sahil ADRIOUCH (med) Inserm 905)	Biochimie et biologie moléculaire (Unité)
Mme Gaëlle BOUGEARD-DENOYELLE (med) 1079)	Biochimie et biologie moléculaire (UMR
Mme Carine CLEREN (med)	Neurosciences (Néovasc)
M. Sylvain FRAINEAU (med)	Physiologie (Inserm U 1096)
Mme Pascaline GAILDRAT (med) 1079)	Génétique moléculaire humaine (UMR
Mr Nicolas GUEROUT (med)	Chirurgie Expérimentale
Mme Rachel LETELLIER (med)	Physiologie
Mme Christine RONDANINO (med)	Physiologie de la reproduction
Mr Antoine OUVRARD-PASCAUD (med)	Physiologie (Unité Inserm 1076)
Mr Frédéric PASQUET	Sciences du langage, orthophonie
Mr Youssan Var TAN	Immunologie
Mme Isabelle TOURNIER (med)	Biochimie (UMR 1079)

CHEF DES SERVICES ADMINISTRATIFS : Mme Véronique DELAFONTAINE

HCN - Hôpital Charles Nicolle

HB - Hôpital de BOIS GUILLAUME

CB - Centre Henri Becquerel

CHS - Centre Hospitalier Spécialisé du Rouvray

CRMPR - Centre Régional de Médecine Physique et de Réadaptation SJ – Saint Julien Rouen

TABLE DES MATIERES

Remerciements	4
Table des matières	16
Tables des illustrations	17
Abreviations	18
Introduction	19
PARTIE 1 : DEGLUTITION ET MALADIE DE PARKINSON :	21
Physiologie de la déglutition	21
Les temps de la déglutition (tableau 1)	21
Le contrôle neuromoteur :	22
Les réflexes :	23
Physiopathologie de la déglutition dans la maladie de Parkinson	24
Biomécanique pathologique de la déglutition :	25
Sémiologie des troubles de la déglutition dans la maladie de Parkinson	27
L'examen clinique.....	27
Examens complémentaires	29
Rééducation de la déglutition : principes généraux	32
PARTIE 2 : MALADIE DE PARKINSON ET REEDUCATION DES TROUBLES DE LA DEGLUTITION, UNE REVUE SYSTEMATIQUE DE LA LITTERATURE	42
Matériels et méthodes	42
Identification et sélection des articles	42
Recueil/analyses des données et évaluation de la qualité des études	42
Résultats	44
Sélections des études (Prisma Diagram - FIGURE 4)	44
Qualité méthodologique du corpus d'études	44
Évaluation biométrique et classification des articles (tableaux 3 - 6).....	44
Caractéristiques des Populations (tableaux 3 - 6).....	46
Analyse des paramètres d'évaluation de la déglutition (tableaux 7 et 8)	46
Modalités rééducatives (Tableau 9)	47
Techniques de rééducation (tableaux 10 - 13)	48
Paramètres des programmes de rééducation (tableaux 9-13)	57
Effet de la thérapie	58
Discussion	60
Conclusion	72
Annexes	73
Annexes : Tableaux et figures de la thèse	74
Annexes : analyses intermédiaires	100
Annexes : référence	109
Bibliographie	112
Serment d'Hippocrate	127
Résumé	128

TABLES DES ILLUSTRATIONS

Figures de la thèse

Figure 1 - voie nigrostriée _____	74
Figure 2 voies neuromotrices de la déglutition _____	74
Figure 3: structures anatomiques de la déglutition _____	75
Figure 4: selection procedure -PRISMA diagram _____	77
Figure 5 : therapy effect on penetration and aspiration score _____	88
Figure 6: effect of therapies on Oral Transit Time (OTT) _____	89
Figure 7: effect of therapies on Pharyngeal Transit Time (PTT) _____	89
Figure 8 : effect of therapies on maximum expiratory pression (MEP) _____	90
Figure 9 : effect of therapies on peak expiratory flow rate (PEFR) _____	90
Figure 10 : Prévention _____	95
Figure 11 : Arbre décisionnel - Rééducation _____	96
Figure 12 : stratégies de compensation _____	97

Tableaux de la Thèse

Tableau 1: phases de la déglutition _____	76
Tableau 2 : critères d'inclusion et d'exclusion _____	76
Tableau 3: population description and methodology evaluation - global therapy _____	78
Tableau 4 :population description and methodology evaluation - compensatory measures _____	78
Tableau 5: population description and methodology evaluation – Swallowing efficiency therapy _____	79
Tableau 6 : population description and methodology evaluation – Cough efficiency _____	80
Tableau 7 : swallowing evaluation criterias _____	81
Tableau 8 : respiratory fonction evaluation criterias _____	82
Tableau 9 : rehabilitation modalities _____	83
Tableau 10 : rehabilitation parameters – Global Therapy _____	84
Tableau 11: rehabilitation parameters – Swallowing Efficiency therapy _____	85
Tableau 12 : rehabilitation parameters – Cough Efficiency Therapy _____	86
Tableau 13 : rehabilitation parameters – Compensatory Measures _____	87
Tableau 14 : therapy effect on swallowing parameters: _____	91
Tableau 15 : effects on dysphagia qualitative parameters _____	92
Tableau 16 : effect on swallowing-breathing coordination _____	93
Tableau 17 : effects on respiratory and cough parameters _____	94
Tableau 18 : détail des recherches réalisées _____	98
Tableau 19: Evaluation parameters _____	100
Tableau 20: extensive description of rehabilitation parameters _____	101
Tableau 21 : details of MDBS scoring _____	104
Tableau 22 : details of PEDRO scoring _____	105
Tableau 23 : confounding factors evaluation _____	106
Tableau 24 : quantification of program intensity _____	107
Tableau 25 : authors conclusion _____	108
Tableau 26 : relative hierarchy of quasi-experimental study design _____	109
Tableau 27 : Modified Down and Black checklist for assessment of methodological quality of randomized and non-randomized studies (as supplied by authors of the scale) _____	110
Tableau 28 : PEDro Scale checklist _____	111

ABREVIATIONS

- **BOT**: base of tongue
- **CDT**: conventional dysphagia therapy
- **CEV** : Cough expired volume
- **CPD** : compression phase duration
- **CVA** : cough volume acceleration
- **DS** : dérivation standard
- **EFR** : exploration fonctionnelle respiratoire
- **EMG** : électromyogramme
- **EMST** : Expiratory Muscle Strength Training
- **EPRT** : Expulsion phase rise time
- **FEES**: flexible endoscopic evaluation of swallowing
- **FEES ST** : FEES Sensitive Test
- **FEV1** : forced expiratory volume in one second
- **H&Y** : Hoen and Yarh
- **HBE** : excursion de l'os hyoïde
- **IF**: Impact Factor
- **IMC** : indice de masse corporelle
- **IPD** : idiopathic Parkinson disease
- **LSVT** : Lee Silvermann Voice Treatment
- **MDBS** : Modified Downs and Black Scale
- **MEP** : maximal expiratory pressure
- **MCID** : Minimal Clinically Important Difference
- **MPI** : maladie de Parkinson idiopathique
- **MPT**: maximum phonatory time
- **NMES** : neuromuscular electric stimulation,
- **OL** : déclenchement pharyngé
- **OTT** : oral transit time
- **PAS** : Penetration Aspiration Scale
- **PEDro**: Modified Physiotherapy Evidence Database
- **PEFR** : Peak Expiratory Flow Rate
- **PES** : stimulation électrique du pharynx
- **PPP**: paroi pharyngée I postérieure
- **PTT** : pharyngeal transit time de transit
- **RCT**: randomized control trial
- **RGO** : reflux gastro-oesophagien
- **1RM** : maximum sur une répétition
- **sEMG** : électromyographie de surface
- **SGT**: singing group therapy
- **SIA** : Short latency afferent
- **SIO** : Sphincter inférieur de l'œsophage
- **SSO** : Sphincter supérieur de l'œsophage
- **RAS** : stimulation rythmée auditive
- **RCT** : Randomized controlled trial
- **SWAL QOL** : Swallowing quality of life
- **TDCs** : Transcranial Direct Current Stimulation
- **TTS** : stimulation thermo tactile
- **TPSAT** : tongue pressure strength and accuracy training
- **UPDRS** : Unified Parkinson's Disease Rating Scale
- **UTC** : Urge to Cough
- **VAF** : visual augmented feedback
- **VFSS** : videofluoroscopy of swallowing

INTRODUCTION

La Maladie de Parkinson Idiopathique (MPI) est la deuxième maladie neurodégénérative la plus fréquente en France avec une prévalence de 2 à 3 ‰(1). Elle est causée par une dégénérescence des neurones dopaminergiques localisés dans la substance noire.

A partir de 30 % de perte neuronale, des symptômes moteurs apparaissent, incluant un tremblement de repos, une akinésie et une hypertonie plastique (syndrome akinéto-rigide) ainsi qu'une instabilité posturale. Ils sont le reflet de l'atteinte de la voie nigrostriée, qui module, avec le pallidum interne, le thalamus moteur et ses projections corticales (Annexe Figure 1). Leur traitement repose sur les agonistes dopaminergiques ou la L-Dopa, dont l'utilisation prolongée aboutit à l'apparition de fluctuations motrices, non-motrices et de dyskinésies. Dans certaines indications, des interventions sont réalisées sur le noyau sous thalamique ou sur le pallidum interne, afin de diminuer l'activité inhibitrice exercée sur le thalamus.

Il existe également des symptômes non moteurs, dont certains précèdent le diagnostic de plusieurs années (2). Ils sont en ce pendant recherchés tardivement (3). Leur prévalence, évaluée par une méta-analyse (4), est significativement supérieure à celle de la population générale: insomnie (37%), constipation (50%), anxiété (40%), dépression (36%), somnolence diurne (33%), hyposmie (75%) (4). Ils impactent la qualité de vie. L'un de ces symptômes non moteurs, la dysphagie oropharyngée, a une incidence sur le pronostic vital. En effet, elle augmente le risque de pneumopathie par inhalation, principale cause de décès dans cette population (4 à 30% suivant les études). Le sur-risque de décès par pneumopathie chez le patient parkinsonien est 4 fois supérieur à celui de la population générale (5). La prévalence de ces troubles de la déglutition est évaluée entre 11 - 81% (revue systématique) (6). L'importance de cet écart est attribuable à un défaut de perception des troubles par les patients, avec une prévalence subjective bien inférieure à la prévalence objective (7). Ceci confirme l'intérêt d'un dépistage objectif. A l'endoscopie ou à la vidéofluoroscopie, on retrouve des anomalies telles qu'une inhalation de liquide (25%) ou un résidu oral (93%). Ces troubles silencieux (8) (9-11) peuvent être présents dès le stade précoce (12) de la maladie et sont corrélés à un risque de pneumopathie accru, avec un risque relatif à 1 an d'infection pulmonaire à 9,75 et de mortalité à 3,25 (13) (11). La dysphagie oropharyngée complique la prise en charge des autres symptômes. De fait, l'incidence des pneumopathies d'inhalation lors des séjours d'hospitalisation est estimée à 2% (14). La dysphagie entraîne également un risque d'altération de l'état général par détérioration nutritionnelle (15). Enfin, elle a un impact sur la qualité de vie, la durée des repas, la sélection des aliments, la communication, la peur, le sommeil et la fatigue (16).

La prise en charge des troubles de la déglutition reste tardive et peu fréquente. Ceci s'explique par l'absence de dépistage systématique, clinique ou instrumental, et par le défaut de

perception de ces troubles par les patients. Or, la dysphagie oropharyngée n'est pas améliorée par le traitement dopaminergique (17). Jusqu'à récemment, sa prise en charge reposait exclusivement sur l'application de technique de compensation. L'objectif en était une sécurisation de la déglutition défailante, avec la mise en pratique de postures, de manœuvres et d'adaptation de texture. La charge rééducative était peu employée au motif que le caractère évolutif de la maladie l'aurait rendu caduc. Cependant, depuis une dizaine d'années les techniques de rééducation de la déglutition chez le patient parkinsonien sont de plus en plus pratiquées, dans l'objectif d'une stabilisation de la fonction, voire de son amélioration temporaire (18). Les mécanismes et techniques de rééducation employés sont très variés. Il peut s'agir d'exercices directs réalisés au cours de la déglutition, ou de thérapies indirectes réalisées en dehors de la déglutition (expiratoire EMST, phonatoire LSVT, chant...). Deux revues de la littérature se sont attachées à évaluer ces techniques comportementales (compensatoires et rééducatives). Baijens *et al* 2008 (19) concluait à l'absence de preuve suffisante, avec cependant des tendances suggérant un effet positif des thérapies comportementales. Van Hooren *et al* 2014 (17) concluait à l'intérêt probable de l'entraînement des muscles expiratoires avec la nécessité de nouvelles études démontrant la faisabilité en pratique clinique. Cependant ces 2 revues ne s'intéressaient que peu aux détails des modalités rééducatives. Elles présentaient également un nombre restreint de techniques comparé à la diversité employée en pratique clinique. D'autre part, une dizaine de nouveaux articles ayant trait à la rééducation des troubles de la déglutition chez le patient parkinsonien ont été publiés depuis.

Cette revue de la littérature a pour objectif de donner une représentation exhaustive de toutes les études évaluant des techniques comportementales (compensatoires et rééducatives) employées dans la rééducation de la dysphagie oropharyngée dans la maladie de Parkinson. En second lieu, cette analyse pourrait permettre aux chercheurs d'identifier des techniques de rééducation dont l'évaluation par des études RCT (Randomized Controlled Trial) reste à faire. Enfin, l'objectif final de cette revue est de proposer un arbre décisionnel, afin d'aider le clinicien à choisir la technique de rééducation la plus adaptée à l'état de son patient et à la nature de ses troubles de la déglutition. Il s'y associera une suggestion de programme de prévention. A cette fin, il a été conduit une revue systématique de la littérature entre 2014 et 2019, ainsi qu'une réévaluation des articles et des 2 revues préexistantes.

PARTIE 1 : DEGLUTITION ET MALADIE DE PARKINSON

PHYSIOLOGIE DE LA DEGLUTITION

La déglutition apparaît à 11 semaines de développement chez le Fœtus et intervient à chaque minute pour la gestion de la salive et des dizaines de fois au cours d'un repas.

LES TEMPS DE LA DEGLUTITION (TABLEAU 1)

Le transfert du bol alimentaire de la bouche à l'œsophage, en protégeant les voies aériennes, implique une succession d'évènements séquentiels et progressifs, la mise en action de valves de protection, des variations de forme de la cavité buccale, du pharynx, du larynx et de l'œsophage. Organisée en 3 temps, la déglutition met en jeu 6 paires de nerfs crâniens, 4 paires de nerfs cervicaux, et plus de 30 paires de muscles. Les structures anatomiques oropharyngées sont illustrées en figure 3. Le contrôle neurologique se fait en plusieurs étages, utilisant des afférences et des efférences périphériques, via les nerfs V, VII, IX, X, XI, XII et les premières racines spinales. Le tronc cérébral contient les noyaux d'où partent et aboutissent les nerfs crâniens et qui contrôlent le schéma moteur de la déglutition (figure 2).

Le Temps préalable labio-buccal, volontaire

Il inclut la préhension des aliments, l'ingestion, la succion, la mastication (muscles manducateurs). Il nécessite une ouverture buccale puis une contention labiale (orbicularis oris, muscles compresseurs des lèvres, muscles buccinateur, innervation VII) et postérieure efficaces. La stimulation sensorielle olfactive et gustative impacte l'appétence. Les glandes salivaires réalisent l'insalivation : glandes parotides, sublinguale et sub-mandibulaire. Par arc réflexe, le débit salivaire est multiplié par 10, jusqu'à 6mL / mn, ce qui initie la digestion (sécrétion d'amylase, sucs pancréatiques et biliaires et stimulation du péristaltisme intestinal).

Le Temps oral automatico-volontaire

Lors de ce temps, les muscles de la langue (nerf hypoglosse XII) sont impliqués dans la constitution du bol alimentaire, sa contention puis sa propulsion. L'élévation de l'apex de la langue effectue une contention du bol par une contraction des muscles génioglosse en appui au-dessus des incisives centrales et supérieures. Le muscle transverse crée une gouttière sur le dos de la langue. Les muscles linguaux impriment ensuite un mouvement antéro postérieur au bolus. Lorsque ce dernier est à hauteur de la base de la langue, cela déclenche la propulsion par contraction du dos de la langue contre le palais dur, en 1 seconde. Les muscles abaisseurs et stabilisateurs de l'os hyoïde (sterno-hyoïdien, omohyoïdien), sus-hyoïdiens se relâchent alors que l'ascension des voiles du palais sous l'influence des muscles péristaphylins internes et palato-pharyngés préparent la phase pharyngée.

Le Temps pharyngé, automatico-réflexe

Il est déclenché par la stimulation des récepteurs sensitifs au niveau de la base de la langue ; il dure environ 700ms et aboutit au passage du bolus alimentaire en maintenant la protection des voies aériennes. Il s'inscrit dans un temps respiratoire expiratoire depuis son initiation jusqu'après sa conclusion (20). L'élévation du palais mou (m. tenseur du voile du palais VII, élèveur du voile du palais X, palatoglosse, palatopharyngien, uvulaire) associée à la contraction des multiples faisceaux du muscle constricteur supérieur du pharynx, permet l'occlusion vélo-pharyngée protégeant le rhinopharynx. L'occlusion du sphincter laryngé glottique est assurée par l'adduction des cordes vocales, des bandes ventriculaires, la bascule antérieure des cartilages aryténoïdes et le rapprochement des plis ary-épiglottiques. Il s'y associe une bascule en arrière de l'épiglotte coiffant l'étage supra glottique et l'élévation du larynx (et de l'os hyoïde) par les muscles stylopharyngien, thyrohyoïdien, et palatopharyngien. L'ensemble coïncide avec une suspension temporaire de la ventilation (0,5 à 3,5 secondes), le temps du passage du bol alimentaire. Lors de la propulsion pharyngée, le bol est alors dirigé de part et d'autre de l'épiglotte vers les sinus piriformes. Là débute le péristaltisme pharyngé (15-25 cm/sec) au moyen des muscles constricteurs du pharynx supérieurs, moyens puis inférieurs. Ceci produit un raccourcissement qui conforme le pharynx en entonnoir. La contraction en aval du bol et la dépression en amont permet une progression rapide du bol vers le sphincter supérieur de l'œsophage (SSO). L'ouverture du SSO conclut cette phase de transit Pharyngé, qui doit aboutir à une clairance complète du Pharynx en une durée inférieure à 1 seconde.

Le Temps œsophagien,

Il débute après relâchement du SSO. Pour assurer les péristaltisme œsophagien, les fibres musculaires longitudinales se contractent à hauteur du bol, tandis que les fibres musculaires circulaires se contractent en aval et se relâchent en amont du bolus, qui progresse en 8 à 20 secondes vers l'estomac.

LE CONTROLE NEUROMOTEUR

Les afférences sensitives des nerfs VII, IX et X et de la branche mandibulaire du nerf V rejoignent le noyau du faisceau solitaire (figure 2). Les récepteurs gustatifs (cellules gustatives, bourgeon du goût) déterminent nature et concentration, les récepteurs somesthésiques (terminaisons libres) évaluent texture et température, la flaveur combine afférences gustatives et olfactives. La sensibilité et la discrimination sont meilleures sur la zone médiane, où est constitué le bolus, que sur les zones latérales. La composition chimique influence le déclenchement d'une déglutition : l'eau au contact pharyngé stimule peu la déglutition, contrairement à une base (NH₄Cl). En revanche, le larynx répond mieux à la stimulation aqueuse. Les muscles de la déglutition sont innervés par le nerf V (nerf trijumeau) pour la mastication, le VII (nerf facial) pour les lèvres, les joues et la face, le plexus pharyngien formé par des branches du IX (nerf glosso-pharyngien), du X (nerf vague) pour le pharynx, et dans une moindre mesure des

faisceaux du XI (nerf spinal) pour le larynx, secondés par les fibres motrices du système sympathique. Le XII (nerf hypoglosse) innerve la langue et les muscles extrinsèques du larynx. Leurs efférences proviennent des noyaux du trijumeau (V), du nerf facial (VII), ambigu (IX, X, XI), dorsal du vague (X), de l'hypoglosse (XII). La moelle cervicale C1 C3 collabore à la motricité sus-hyoïdienne.

La phase pharyngée est déclenchée via des fibres du nerf laryngé ou du glossopharyngien, projetées sur le système trigéminal et le noyau du faisceau solitaire et s'achève sur le centre de la déglutition bulbaire. Ce dernier reçoit des afférences cholinergiques du noyau pédiculo-pontin. Un feedback sensitif peut modifier cette réponse en cours de déroulement. Le centre dorsal qui établit le pattern moteur, projette des efférences vers un groupe ventral de neurones générateurs, deuxième centre de la déglutition situé autour du noyau ambigu et qui relaie ce pattern vers les muscles. A ceci s'ajoute un réseau d'interconnexions entre ces noyaux moteurs et sensitifs au sein de la substance réticulée, participant aux arcs réflexes, protecteurs.

Enfin il existe un contrôle cortical impliquant le gyrus précentral (*planification, motricité, déglutition automatique, déclenchement de phase pharyngée*), le cortex préfrontal (*planification*), le cortex cingulaire antérieur (*interface intention-exécution, composante affective et attentionnelle*), l'insula (*viscéromoteur automatique, afférence homéostatique*) et le cortex pariéto-temporal (*afférence sensitive orofaciale et gustative, représentation mentale de la nourriture*). Le cervelet est également impliqué (*régulation chronométrique de la séquence motrice*) et de même que les ganglions de la base (*coordination*) (21).

Les neurotransmetteurs impliqués (22) sont l'acétylcholine(23), la noradrénaline, le glutamate, la substance P, les enképhalines, la somatostatine, le GABA (gamma-aminobutyric acid) (24) et le NO. La dopamine est impliquée de façon indirecte dans la déglutition, en particulier sur la sécrétion salivaire, la phase volitionnelle préparatoire orale, le réflexe de déglutition, le péristaltisme œsophagien et la relaxation du SIO.

LES REFLEXES

- **Réflexe nauséux, inconstant** : Déclenché par la stimulation sensitive de la région postérieure de la langue ou la paroi postérieure du pharynx (IX glossopharyngien), entraînant l'élévation du larynx, du pharynx et une contraction brusque du voile du palais et des constricteurs pharyngés.
- **Toux réflexe** (25) : Protection et nettoyage de la trachée et des bronches par une inspiration suivie d'une phase d'expiration fractionnée (epochs) avec réaccélération entre chaque epoch. La puissance est obtenue par compression gazeuse dynamique (300 cm H₂O) dans les voies aériennes. Celle-ci découle est produite par la contraction isométrique des muscles expirateurs (muscles abdominaux) à glotte fermée. Elle est suivie d'une contraction brève du diaphragme avec ouverture de la glotte expulsant l'air

à une vitesse de 6 à 12L/sec ou 250m/sec en des pics de 0,3 à 0,5 secondes. Au premier epoch, le volume d'air expiré (1/3) et le débit expiratoire de pointe sont maximaux. La toux est générée par le tronc cérébral à proximité des centres bulbaires respiratoires en particulier de l'expiration, mais peut être déclenchée ou inhibée volontairement (contrôle cortical). La boucle réflexe inclue les afférences viscérales, provenant du nerf vague et du nerf laryngé, traitées au niveau des noyaux du faisceau solitaire et dorsal, et les afférences passant par le noyau ambigu avec relais vers les nerfs vague, phrénique et intercostaux. Il existe un gate control dans la corne postérieure de la moelle.

- *Réflexe expiratoire* : un réflexe pur, proche de la toux, uniquement expiratoire.

PHYSIOPATHOLOGIE DE LA DEGLUTITION DANS LA MALADIE DE PARKINSON

Lors d'analyses post mortem, il a été montré une augmentation, de l'alpha-synucléine, en agrégat, dans les nerfs périphériques moteurs et sensitifs des muscles pharyngés, chez le patient parkinsonien dysphagique (26). Par ailleurs, on suppose, parmi les conséquences indirectes du déficit en dopamine, une augmentation des projections inhibitrices allant du pallidum au noyau pédonculo-pontin et un déficit périphérique en dopamine dans le plexus myentérique œsophagien (4). La variabilité des troubles et de leurs conséquences selon la phase motrice ON / OFF est importante, sans consensus sur leur réponse aux traitements par dopamine (27,28). Par ailleurs, les troubles de la déglutition sont essentiellement non-dopaminergiques (29). La dégénérescence cholinergique hétérogène épargne relativement les centres bulbaires de la déglutition, mais atteint spécifiquement les noyaux pédonculo-pontins et du nerf vague. Reflet de la dysfonction cholinergique centrale, un allongement du délai entre la stimulation transcrânienne et la détection EMG de l'activité musculaire dit SAI (short latency afferent inhibition), est un bon biomarqueur prédictif du risque de dysphagie chez le patient parkinsonien (23,30). Enfin la diminution de la concentration en substance P dans le sputum semble être à l'origine d'altération des réflexes de protection (31). Le défaut ou retard de prise de conscience des troubles s'explique par l'absence ou la diminution de la perception sensitive, en particulier tactile et kinesthésique, l'inconstance des symptômes liée aux fluctuations motrices et l'épuisement du réflexe de toux par désensibilisation. De plus le patient met souvent en place des compensations discrètes qu'il considère anodines et qui masquent les troubles (32). Dans le cadre de la maladie de Parkinson le schéma moteur des déglutitions spontanées est altéré. Lors du sommeil, les patients parkinsoniens non dysphagiques présentent des déglutitions spontanées en salves inexistantes chez le sujet sain (+/- 12,5 vs 0,22 +/- 0,5), associées à des micro éveils, des apnées et une fréquence de toux augmentée (33). On note aussi une altération de la coordination pneumo-phonatoire : une augmentation de la fréquence de déglutition en phase d'inspiration, sans allongement de la phase d'apnée, et une augmentation du nombre d'inspirations en post-déglutition immédiate (34).

BIOMECANIQUE PATHOLOGIQUE DE LA DEGLUTITION :

Les anomalies mises en évidence lors des déglutitions volontaires sont nombreuses :

La phase préparatoire peut être marquée par un défaut de contention en antérieur, occasionnée par un trouble du tonus de la sangle labio-jugale et à l'origine d'un bavage. Couplé à la perte d'automatisation de la déglutition, qui en diminue la fréquence spontanée, il majore le risque de fausses routes salivaires, symptomatiques ou silencieuses, par stase buccale ou valléculaire. Un défaut de contention postérieure (oropharyngée) aboutit à un écoulement alimentaire (liquide ou aliment de faible cohésion) avec risque de pénétrations pharyngées, pré- ou post- déglutition. Les phases OFF et les dyskinésies altèrent les postures du rachis cervical et rendent difficile le port à la bouche d'aliments dans des volumes ou flux adaptés (liquides). Les tremblements et l'hypertonie de la langue ou de la mâchoire, de même que l'altération de la puissance et endurance de leurs muscles, dégradent les mécanismes de modelage, de contention et de propulsion du bolus. L'akinésie bucco-linguale entrave la mastication, altérant la texture et la lubrification du bolus (mal broyé et peu fractionné), responsable d'un blocage alimentaire pharyngé. Il existe aussi des troubles de l'insalivation par hyposialie. Cette phase est également perturbée par une diminution du goût, de l'odorat, de la perception tactile - kinesthésique orofaciale, et de la proprioception linguale.

Lors de *la phase de transport oral*, il peut exister un défaut de l'initiation du temps oral (35). L'apex de la langue se positionne correctement sur les incisives, sans propulsion vers l'arrière des aliments qui restent dans la partie antérieure de la bouche et sont recrachés. Les fermetures buccales antérieure et postérieure sont souvent impactées par les dyskinésies. Le contrôle du bolus peut être déficient avec un défaut de transport oral : le déficit de force de la langue impacte le déplacement du bolus vers la base de langue, ce qui aboutit à une stase localisée, en fonction de la texture : au niveau des zones d'appui (dos de langue et palais) si la consistance est pâteuse, ou au niveau du plancher buccal en cas de liquide. Cette diminution de force est plus importante chez les patients en stades sévères (H&Y IV et V) (36). Une déficience de l'initiation du temps pharyngé conduit à une perte de l'automatisation, avec diminution de la fréquence des déglutitions. La propulsion vers l'arrière de la bouche, avant l'isthme oropharyngé, est défailante. En l'absence d'élévation des voiles du palais ni abaissement de la base de langue, la stimulation sensitive de cet isthme n'intervient pas, alors qu'elle déclenche normalement le temps pharyngé réflexe. Ceci aboutit à une forme de festination orale dit *rolling*, sous la forme de mouvements antéropostérieurs répétés sans déclenchement de la déglutition. Le *rolling* ou « *lingual pumping* » fractionne le bolus, dont les fragments glissent sur les vallécules et les sinus piriformes et inhibe le déclenchement de la déglutition, ce qui maintient une respiration active avec aspirations trachéales des résidus. Il majore l'incoordination du temps pharyngé (37). Ce *rolling* est amélioré en phase motrice ON. Un défaut de déclenchement pharyngé reste fréquent. Dans ce cas, le bolus franchi l'isthme sans déclenchement du temps pharyngé. Le bolus s'écoule dans le pharynx sans occlusion laryngé. Le risque de pénétration dépend de la consistance, du délai de retard du

déclenchement pharyngé, de la viscosité et des capacités de réservoir des vallécules et des sinus piriformes. La fausse route intervient avant ou après la déglutition.

Lors de *la phase pharyngée*, un déficit de protection des voies aériennes supérieures, par défaut de fermeture vélo pharyngée, peut exister. Il découle d'une diminution de l'élévation du vélum, de l'os hyoïde et du larynx, avec reflux nasal et écoulement salivaire ou alimentaire par le nez. L'atteinte de la protection des voies aériennes inférieures induit des fausses routes au temps laryngé. Ceci est dû à un défaut de fermeture laryngée en l'absence de bascule de l'épiglotte, et à une diminution de la fermeture glottique par défaut d'adduction des cordes vocales. Le délai entre l'activité des muscles suprahyoïdiens (EMG) et le mécanogramme laryngopharyngé est allongé (38). Il existe un déficit somatosensitif laryngé asymétrique, associé significativement à une altération de la pression motrice respiratoire et à une résistance laryngée augmentée (39). Les PES (potentiels évoqués somesthésiques) oropharyngés sont altérés avec une dégradation du feedback sensitif à la stimulation mécanique (40). Par ailleurs, cette diminution de la somato-sensibilité favorise un défaut des mécanismes d'expulsion, en particulier un retard au déclenchement de la toux par une stimulation laryngée. Un défaut de transport pharyngé peut découler d'une atteinte du péristaltisme pharyngé, ou d'un défaut de recul basi-lingual. L'hypokinésie induit une augmentation de l'effort et une diminution de la force de propulsion du bolus par hypopéristaltisme des constricteurs du pharynx aboutissant à un ralentissement du transit pharyngé, majoré aux solides, avec stases alimentaires ou salivaires. Adhérentes à la paroi postérieure, elles conduisent à des fausses routes post-déglutition. Le délai de clairance pharyngée est augmenté, ce qui aboutit à une propulsion mécanique à contre temps des résidus par l'arrivée du bolus suivant.

Une *dysfonction du sphincter supérieur de l'œsophage* (SSO) est possible, par défaut de synchronisation ou malconformation spatiale, avec diminution de son ouverture et risque de fausses routes par regorgement. Un défaut de relaxation du muscle cricopharyngé est plus rare qu'une hypertonie du SSO, qui augmente la pression intra-bolus au niveau de l'hypopharynx (41). La progression du bolus dans l'œsophage peut être ralentie par une altération de la performance des muscles supra-hyoïdiens. Des contractions inadaptées et des spasmes multiples ou diffus de la paroi participent au ralentissement. Il peut en découler une symptomatologie de RGO avec pyrosis, inflammation et érythème pharyngés et laryngés. Les déglutitions multiples, tentatives d'amélioration de la clairance pharyngée, induisent une inhibition du péristaltisme œsophagien. A noter que le RGO, fréquent chez le parkinsonien n'altère pas le seuil de déclenchement de la toux réflexe par stimulation mécanique, contrairement à celle déclenchée par des stimulations chimiques (42,43).

Enfin, il ne faut pas négliger l'impact de *causes surajoutées*, liées au terrain, au vieillissement prédisposant à la bradyphagie (presbyphagie, dysphagie sarcopénique), ou aux autres-impacts de la maladie de Parkinson. La cognition a un impact par interférence cognitivo-motrice (double tâche, troubles attentionnels). A noter que, paradoxalement, la déglutition en double tâche

cognitive est améliorée chez le patient parkinsonien présentant des troubles cognitifs sévères, probablement par stimulation de l'éveil et de l'attention (44).

Les troubles respiratoires du sujet parkinsonien ont une incidence, en particulier sur le mécanisme de protection de la toux. Ils incluent des troubles ventilatoires obstructifs, des troubles ventilatoires restrictifs, une faiblesse des muscles respiratoires (45). Il existe une augmentation du seuil de déclenchement de la toux réflexe mais également une diminution de la sensation de besoin de tousser (*urge to cough*) préalable à la toux réflexe (46). Une désorganisation du schéma moteur séquentiel de la toux volontaire est également présente, avec une altération du premier écoulement - diminution de la durée de la phase de compression de 50% et diminution du débit expiratoire de pointe d'1L/sec (47). A noter que le débit expiratoire de pointe est supérieur lors de la toux volontaire que lors de la toux réflexe. Il faut aussi tenir compte des répercussions sur la pharmacodynamie en termes de biodisponibilité des traitements. Il peut également exister une exposition iatrogène, secondaire aux résidus médicamenteux intrapharyngiens (en particulier comprimés non pelliculés) ou à la modification de la galénique (écrasement, seul ou avec d'autres traitements, mélange à un aliment). La prise des traitements est 2 fois plus à risque d'erreurs chez le patient dysphagique (48). Ces éléments peuvent occasionner un sous dosage en L-dopa, qui, en retour, majore les troubles.

SEMILOGIE DES TROUBLES DE LA DEGLUTITION DANS LA MALADIE DE PARKINSON

Il n'existe aucune notion du moment approprié pour débiter un dépistage des troubles de la déglutition chez le patient parkinsonien. Les critères cliniques fortement associés à la dysphagie chez le MP sont : Hoehn et Yahr >3, UPDRS III > 26, IMC <20, amaigrissement involontaire, démence, dépression, bavage, diminution du contrôle oral, dysarthrie et durée de la maladie supérieure à 10 ans (49). Cependant, ces critères sont plutôt indicateurs de décompensation des troubles de la déglutition que de leur survenue.

L'EXAMEN CLINIQUE

A l'*interrogatoire*, la première plainte concerne généralement le bavage ou la difficulté de déglutition des solides (3). La mention par le patient de fausse route ou de troubles aux liquides est tardive et la réponse à la question directe souvent négative : Les médecins interrogent le patient sur l'existence d'une toux per ou post prandiale, d'une sensation d'asphyxie brève lors de l'alimentation, de déglutitions difficiles aux solides ou aux liquides, de difficultés de mastications ou d'une dysarthrie (perçue plus précocement par le patient)(50). On recherche des signes d'insuffisance vélaire (reflux nasal d'aliments, voix nasonnée), de résidus pharyngés (hémage, toux, voix mouillée), d'anomalies du SIO (pyrosis, éructation, régurgitation, épigastralgie, carries). Il peut exister une sensation de blocage pharyngé, décrite au niveau de la fourchette sternale si elle est en rapport avec le SSO, ou derrière le larynx en cas de défaut de propulsion linguale. L'existence de comportement oppositionnel à l'alimentation, avec

aliments recrachés, peut signer un trouble de l'initiation du temps oral induisant un blocage buccal (aphagie akinétique)(50).

La cinétique pondérale est évaluée, en prêtant attention à la restriction des apports par évitement (nombre de repas par jour et durée, fatigabilité induite, aliments évités). Il faut rechercher des conduites de compensation spontanée (boire à petite gorgée, couper les aliments plus petits, antéflexion de la tête lors des repas, boire pour éliminer les résidus, évitement de certaines textures). On recherche aussi un retentissement grave : antécédents d'asphyxie sévère, de pneumopathie ou de bronchite chronique ainsi qu'un amaigrissement involontaire.

Les questionnaires généraux (NMS Quest ou MDS UPDRS) (51), bien qu'indicatifs, sont en réalité peu sensibles ; le risque étant une réassurance inadaptée du praticien. En revanche le MDT-PD (Munich Deglutition Test - Parkinson Disease)(52) est validé en anglais *et* allemande pour le dépistage des troubles oropharyngés (sensibilité 82%, spécificité 71%) et pour les fausses routes (sensibilité 90%, spécificité 85%). Une traduction française est en cours. Le SWAL-QOL (53) s'intéresse à l'impact sur la qualité de vie. Il tient compte de la fatigue, la dépression, la colère, la frustration, la résignation, et les sentiments de honte, d'isolement et d'exclusion. Un marqueur intéressant de qualité de vie est la participation ou l'évitement des repas festifs et restaurant dans le cadre familial ou professionnel.

L'examen clinique de la cavité buccale et de l'oropharynx est réalisé à l'abaisse-langue et au miroir. Il informe sur la morphologie, la motricité et la sensibilité linguale (trémor, fasciculation, parésie, hypo- ou hypertonie, apraxie), vélaire (asymétrie, hypotonie à la prononciation des sons « aka » ou « iki », trémor, reflux nasal), pharyngolaryngée (symétries, tremblements, dyskinésies, stases, valsalva). On teste les réflexes : nauséux, toux. On évalue la dentition (caries par RGO et hyposalie) et les muscles orofaciaux (lèvres, langue et mâchoire) en termes de force, tonus, amplitudes et vitesse de mouvement, coordination et dissociation. La vitesse des mouvements de langue est significativement corrélée à la durée de transit oropharyngé (36). Par ailleurs la palpation cervicale recherche une asymétrie ou des contractures du plancher buccal et des muscles cervicaux.

On recherche une diminution du nombre de déglutitions salivaires spontanées en 1 minute (norme >1). *L'observation d'une déglutition à sec* sur commande permet l'évaluation du délai entre la consigne et l'élévation laryngée. Elle permet aussi la recherche d'une initiation de la déglutition sur un temps inspiratoire ou d'une inspiration dès la fin de la déglutition (54). La sémiologie de la détection des sons de la déglutition, par auscultation cervicale au stéthoscope est peu développée : des clics sont audibles à l'ouverture du SSO et un bruit de progression du bolus dans l'œsophage est repérable. D'autres éléments sont en cours d'étude.

L'observation clinique de la déglutition alimentaire doit se faire dans des conditions sécuritaires. Un système d'aspiration doit être à proximité avec un chariot d'urgence. On évalue d'abord la toux volontaire et le hémage. Les aliments peuvent être colorés au bleu de

méthylène pour améliorer la visualisation des résidus. L'essai comprend différentes textures : liquide, nectar, purée, solide, friable (madeleine), ainsi que des comprimés de placebo non pelliculés, sécables. Dans l'idéal, l'évaluation se fait en phase OFF puis en phase ON après administration du traitement. Une évaluation en double tâche est également intéressante (conserver 6 nombres en mémoire de travail et les citer après la déglutition (44). On recherche des déglutitions multiples, lentes ou décomposées, un reflux nasal, une toux pré-, per- ou post-déglutition, voix mouillée, désaturation > 3%. Plus spécifique aux patients parkinsoniens, un bavage (Drooling Score Scale)(55), une rétention buccale prolongée avec un *rolling*, un réflexe de toux différé et des blocages sont à rechercher systématiquement. La chronologie d'apparition de stases valléculaires est importante : leur présence avant le déclenchement du temps pharyngé signe un retard de ce dernier. En revanche après le déclenchement du temps pharyngé, ceci oriente vers un défaut de propulsion basi-linguale. Cette évaluation ponctuelle ne peut tenir compte de la dégradation liée à la fatigabilité du patient au cours du repas prolongé en milieu écologique avec interaction sociale.

L'évaluation de dépistage est souvent protocolisée : le VVST (Volume Viscosity Swallow Test) (56) a montré une bonne sensibilité et spécificité comparé au Gold Standard dans le cas de l'AVC, sans être validé dans le cadre de la maladie de Parkinson. En revanche le 150mL Timed Swallow Test (57) a démontré sa sensibilité y compris en phase OFF. Parmi les patients MP, on note une diminution de la taille des gorgées et une augmentation de la durée de l'évaluation : 25% ne finissent pas le test, 80% ont un Swallow Rate à -1DS et 30% à -2DS. Un volume maximum ingéré de 20mL confirme le diagnostic d'un trouble de la déglutition très invalidant.

Il est possible d'évaluer les capacités de protection, en particulier la qualité de la toux. Le DEP (débit expiratoire de pointe) est très informatif sur la puissance de la toux volontaire (58). Il existe aussi un CST (Cough Screen Test), test standardisé d'évaluation de la toux réflexe utilisant de l'acide citrique à 1% (59). Le besoin de tousser (UTC : Urge to Cough), quantifié sur une échelle de Borg en réaction à une dose de 200µM de Capsaïcine (Borg < 3/10) est un bon prédicteur du risque d'inhalation, en cas de pénétration laryngée. (60).

Enfin il ne faut pas oublier de rechercher des signes de déshydratation, de dénutrition, de pathologie carencielle et de sarcopénie (masse musculaire, force de la langue et force de préhension (61,62).

EXAMENS COMPLEMENTAIRES

Les examens complémentaires morphologiques et dynamiques sont souvent nécessaires au diagnostic précoce et à la détermination des mécanismes physiopathologiques des troubles de déglutition.

La nasofibroscopie (FEES) est réalisée par voie transnasale, avec ou sans anesthésie locale, au moyen d'un fibroscope souple, associée à une visualisation sur écran et à un enregistrement vidéo. Elle permet d'évaluer la sensibilité du carrefour et de la margelle laryngée (FEES ST : Sensitive Test)(63,64), la motricité du tractus oro-pharyngo-laryngé lors de la respiration et de la phonation, ainsi que l'observation statique et dynamique des structures anatomiques, avec suivi du trajet des aliments. Cependant, le temps réflexe de la déglutition, primordial, n'est pas visible (la base de langue recule et la paroi pharyngée se contracte). Le Langmore Standard définit les modalités d'analyse : 1) étude anatomique et physiologique, 2) évaluation de la déglutition aux liquides et solides puis 3) essais de manœuvres thérapeutiques (posture, texture)(65,66).

Dans l'évaluation chez le MP, on recherche une déglutition fragmentée et un déclenchement retardé de la déglutition, avec fuite prématurée des liquides dans le pharynx par contrôle imprécis du bolus. Au niveau laryngé peuvent être mis en évidence une hypotonie du larynx, une fermeture glottique hypotone, ovalaire en phonation (favorisant les fausses routes primaires et pénétrations laryngées), un trémor laryngé, une anomalie d'adduction des corde vocales (retard, hypertonie, diminution de l'amplitude), des mouvements dyskinétiques (complets mais asymétriques, légèrement désynchronisés) pourvoyeurs de fausses routes par imprécision de la fermeture. Il peut également être mis en évidence un ralentissement de l'élévation laryngée et /ou du relèvement de l'épiglotte et un érythème laryngé signe de RGO. On recherchera une réduction du péristaltisme pharyngé induisant une stase valléculaire et des sinus piriformes, avec risques de fausses routes secondaires par regorgement. Il existe aussi des signes de dysfonction du SSO en particulier des muscles cricopharyngiens avec une stase rétro-cricoïdienne, salivaire ou alimentaire, induisant des régurgitations en fin de déglutition. L'atteinte des réflexes laryngés est inconstante et très tardive. Un protocole, PARK-FEES, évalue 10 paramètres de la déglutition du parkinsonien avec 90mL d'eau, ½ tranche de pain avec croûte, 1 cookie au chocolat, 2 comprimés de placebo non pelliculés et sécables(67). On retient pour chaque patient le score moyen et le score le plus pathologique. Le FEES Levodopa Test évalue la réponse des troubles de la déglutition au traitement (positive si amélioration du score de 30%)(68). Les Murray Clearance Guidelines permettent d'évaluer la clairance pharyngée. La PAS (Penetration Aspiration Scale) quantifie les fausses routes(69).

La Vidéofluoroscopie de la déglutition (VFSS) est l'examen de référence actuel pour l'analyse du mécanisme physiopathologique et permet aussi l'étude fonctionnelle du SSO et celle du temps œsophagien(70,71). Un enregistrement vidéo est réalisé à l'aide d'un examen radiologique morphologique et dynamique de l'ensemble de la déglutition avec clichés de face, de profil voire en oblique antérieure à 30°, à une cadence de 7,5 à 30 images/ seconde en pratique clinique, 50-200/sec pour la recherche. Le patient se tient debout ou assis, avec ou sans adaptation posturale, et ingère des textures diverses additionnées de produit de contraste baryté. L'analyse latérale permet d'étudier la formation du bolus, le transport oropharyngé, l'obturation du nasopharynx, le mouvement de l'os hyoïde, l'occlusion du larynx, l'attitude du SSO et l'évacuation de l'hypopharynx. L'analyse postéro-antérieure visualise la contraction des muscles intrinsèques du larynx, le mouvement de l'épiglotte, le franchissement des sinus

piriformes par le bolus, le SSO, la position de l'hypopharynx et de l'œsophage cervical, la contraction et la vidange de l'hypopharynx. L'inconvénient majeur de la vidéofluoroscopie de la déglutition (VFSS) est son caractère irradiant, exposant à une dose de 3-5mSV. De plus, l'ingestion d'un produit non alimentaire peut affecter le processus de déglutition. Il existe une échelle d'évaluation la VDS (Videofluoroscopy Dysphagia Scale). Une autre échelle est celle du MBSImp (Modified Barium Swallowing Impairment)(72). Le Langmore Standard protocolise la procédure: clichés latéraux puis clichés axés en antéropostérieur.

On évalue l'instant d'initiation du temps oral, les temps de transit oral et pharyngé, le déclenchement de la déglutition, le mouvement antérosupérieur de l'os hyoïde, la durée de fermeture vélopharyngée, la quantification des pénétrations laryngées/ inhalations (PAS), la quantité de résidus (épiglottiques, valléculaires, de la paroi postérieure du pharynx et des sinus piriformes), et la durée d'ouverture du SSO.

La Manométrie pharyngo-œsophagienne analyse les variations de pression durant le repos et la déglutition. Une sonde comportant des capteurs électroniques est introduite par le nez. Les données réunies intéressent la relaxation du SSO et celle du SIO, la coordination du temps pharyngo-laryngo-œsophagien, sans indication sur la propulsion pharyngée, l'élévation laryngée ou l'ouverture du SSO. On recherche précisément chez le patient parkinsonien un hypo ou apéristaltisme pharyngé, un défaut de relaxation du SSO et des dyskinésies œsophagiennes voire un œsophagien. Dans la manométrie haute résolution, en revanche, une étude de la propulsion pharyngée est possible avec positionnement de capteurs depuis la base de la langue jusqu'au SIO espacés de 1 à 2 cm, dont les données sont traitées informatiquement. Le test des déglutitions multiples augmente la sensibilité aux troubles débutants, avec une inhibition du péristaltisme de l'œsophage et interruption du transport du bolus (41).

L'EMG (électromyographie) permet l'identification de patrons d'activation des muscles impliquées dans la déglutition, en les intégrant dans la chronologie de la biomécanique de déglutition(73). L'emploi de l'EMG de surface dans le diagnostique permettrait de réitérer les examens sans exposer le patient à une irradiation délétère. D'autre part, l'examen serait moins désagréable pour le patient que la FEES. De ce fait plusieurs études récentes cherchent à caractériser les troubles de la déglutition avec cette modalité d'examen (74) ou l'utilisent déjà en évaluation ou biofeedback de leur rééducation de la déglutition (75).

Concernant l'évaluation pulmonaire, le scanner thoracique peut montrer un aspect de miliaire pulmonaire (micro-foyers infectieux multiples) typique des broncho-aspirations chroniques. Les EFR (Explorations Fonctionnelles Respiratoires) avec évaluation de la capacité vitale, de la vitesse d'expiration maximale et gazométrie, informent sur le retentissement et les capacités de compensation/ protection (toux). Ces paramètres spirométriques, en particulier la pression expiratoire maximale et le débit expiratoire de pointe sont actuellement très utilisés pour l'évaluation et la prise en charge rééducative des capacités de toux volontaire et donc de protection en cas de dysphagie modérée.

Objectifs de rééducation :

La protection du larynx et des voies supérieures est un objectif primordial de la rééducation. Cette protection peut être primaire, c'est-à-dire au moment de la déglutition. Elle nécessite une bonne adduction des cordes vocales avec fermeture du plan glottique. La qualité de la propulsion orale et pharyngée influe sur la protection primaire. Ainsi, un temps transit allongé et la présence de résidus peuvent induire des pénétrations entre 2 déglutitions (post-déglutition voire pré-déglutition suivante). La coordination entre respiration et déglutition intervient aussi dans cette protection primaire. La protection peut aussi être secondaire, c'est-à-dire intervenir après la pénétration ou aspiration laryngée. Dans ce cas-là, elle implique la toux. La gestion intrabuccale du bolus alimentaire est également importante. Dans la littérature, elle n'est cependant pas incluse dans la rééducation de la déglutition en elle-même, souvent restreinte au temps pharyngé.

Thérapie directe, thérapie indirecte :

Les thérapies directes regroupent les exercices de rééducation de la déglutition réalisés sur bolus, alimentaire ou aqueux. Les exercices réalisés sur bolus salivaire ne sont pas totalement directs. Ils sont qualifiés de quasi-directs, en opposition avec les exercices indirects réalisés en dehors de toute déglutition. La trophicité des muscles pharyngés est entretenue par tous les exercices de thérapie directe ou quasi-directe, avec répétitions accrues du nombre de déglutitions.

1. Renforcement musculaire

Dans les thérapies directes ou quasi-directes actives, le renforcement musculaire permet l'augmentation de la pression intra-bolus, avec pour objectif une amélioration de la clairance pharyngée et une diminution de la quantité de résidu. Ces exercices stimulent les fibres de type 1, pour une amélioration de l'efficacité et de l'endurance du patient à la déglutition. Par ailleurs, ces techniques actives présentent une composante de conscientisation, permettant de contourner la voie motrice automatique par la voie motrice volontaire. A la répétition, ces techniques tâche-spécifiques induisent également une augmentation du recrutement des unités motrices. Lors de ces exercices, l'intensité de l'effort dépend de la charge, qui est inversement proportionnelle au volume du bolus (salivaire, liquide ou solide). Plus le bolus est faible, plus il est difficile de déglutir. En cas de déglutition à sec sur bolus salivaire, la charge est déterminée par l'humectation, décrite en nombre de gorgées maximales sur une période de temps ou à un intervalle régulier. Hormis la manœuvre de Masako, les techniques qui suivent peuvent être utilisées en modalité compensatoire seule (lors des repas).

Déglutition d'effort

La Déglutition Forcée ou Effortful Swallow, consiste à réaliser un effort volontaire important durant la déglutition. Le patient a pour consigne de « déglutir fort ». La répétition des déglutitions augmente la constriction pharyngée. Elle permet également un renforcement des

muscles stylopharyngien, thyrohyoïdien, et palatopharyngien. En revanche, la préexistence d'un reflux nasal contre-indique cette thérapie car elle en majore le risque (76). D'autre part, la déglutition forcée peut diminuer l'excursion antérieure laryngée. Dans le cas où il existe avant la rééducation une diminution du déplacement antéro-supérieur de l'os hyoïde, la déglutition d'effort est alors associée à des exercices de Head Lift pour limiter cet effet indésirable.

Manœuvre de Masako ou Déglutition Langue tirée (Tongue Holding)

Il s'agit d'une déglutition salivaire, réalisée avec une stabilisation antérieure de la langue entre les dents(77). L'objectif recherché est une amélioration du contact entre la base de langue (BOT) et la paroi pharyngée postérieure (PPP). Elle augmente l'amplitude du déplacement antérieur de la PPP et permet un renforcement musculaire (muscles constricteurs supérieurs du pharynx, génioglosse, mylohyoïde et digastrique) (Finley 2016). Ceci génère une potentialisation de la propulsion pharyngée du bolus (78). Cette technique n'est en revanche pas fonctionnelle, car impossible à réaliser avec un bolus alimentaire. La charge de cet exercice dépend du volume du bolus mais aussi de la longueur de la protraction linguale (79). Plus la protraction est importante, plus la déglutition est difficile. Comme pour la déglutition forcée, il existe une augmentation de la force de traction vers l'arrière de l'os hyoïde : cet exercice est donc à associer à des Head-Lifts prophylactiques. La preuve de l'efficacité de cette technique est encore débattue (80,81).

Manœuvre de Mendelsohn

Elle consiste en une élévation volontairement prolongée du larynx à la déglutition, employée en rééducation ou compensation. Elle majore la durée et la puissance de contraction des muscles pharyngés, l'excursion antéro-supérieure du complexe hyalolaryngé et augmente la durée d'ouverture du SSO. Sa réalisation avec bolus est contre-indiquée en cas de défaillance des mécanismes de protection car elle majore le risque d'aspiration.

Autres

Le renforcement en thérapie quasi directe ou directe peut être passif, par stimulation électrique neuromotrice (NMES) isolée. Enfin, certaines techniques indirectes emploient le renforcement musculaire. Les muscles abdominaux sont renforcés en résistance training dans l'EMST (Expiratory Muscle Strength Training). Ils sont travaillés sans résistance dans la LSVT (Lee Silverman Voice Treatment) et lors des exercices de modulation de la toux volontaire ou réflexe. Les adducteurs des cordes vocales sont travaillés dans les thérapies par le chant ou les exercices vocaux et il existe des exercices de renforcement de la langue. Ces techniques indirectes seront détaillées dans la rubrique transférence.

Cependant, le renforcement musculaire peut présenter des désavantages chez le patient parkinsonien. De nombreuses études soulèvent le fait qu'il pourrait majorer l'hypertonie et la bradykinésie(82,83). D'autre part, ces exercices sont partiellement sensibles au detraining(84), c'est-à-dire à la perte progressive du gain thérapeutique après l'arrêt du traitement. Ceci est

néanmoins limité pour les exercices directs par le fait que le patient réalise, après l'arrêt de la thérapie, une forme d'entretien partiel du bénéfice lors des repas.

2. Neuromodulation – neurostimulation

La neurostimulation centrale n'a pour le moment pas d'argument favorable suffisant dans le traitement de la dysphagie du patient parkinsonien. Une étude pilote suggère un effet bénéfique de la stimulation cérébrale profonde sur les troubles de la déglutition perçus par le patient (85). La Stimulation Magnétique Transcrânienne répétée aurait un effet sur la dysarthrie dans la maladie de Parkinson (86) et sur la dysphagie du sujet post AVC (87). Il n'y a pas d'exemple dans la littérature d'essai de traitement par TDCs (*Transcranial Direct Current Stimulation*) de la dysphagie dans la maladie de Parkinson. En revanche, la neurostimulation périphérique, sensorielle ou électrique, est utilisée en rééducation et compensation des troubles de la déglutition de la MPI.

Neurostimulation périphérique sensitive

L'objectif est de moduler la plasticité corticale en stimulant les nerfs périphériques. L'augmentation de la sensibilité de la muqueuse pourrait permettre un déclenchement plus efficace de la déglutition et une meilleure adaptation aux caractéristiques du bolus.

L'emploi de la *tonométrie à air pulsé (Air Puff Pulse)* semble avoir des effets positifs (sujet sain et post-AVC)(88). Il s'agit de l'utilisation de pulsations répétées d'air sur la région postérieure péri-tonsillaire, qui induirait une activation des aires sensibles primaires du cortex moteur, du thalamus, de l'aire motrice supplémentaire et des aires polymodales (IRM fonctionnelle)(89).

La *stimulation thermo tactile (TTS)*, utilise l'application d'un stylet en métal froid au niveau des piliers antérieurs des voiles du palais, qui contiennent des récepteurs sensitifs du nerf glossopharyngé. L'intérêt serait une pré activation de la réponse motrice, avec une diminution du délai de déclenchement du temps pharyngé. La stimulation tactile peut aussi être réalisé au moyen d'un outil vibratoire (revue de la littérature (90)).

La *stimulation gustative* constitue un autre mode de neurostimulation périphérique. Elle entraîne une augmentation des afférences, via les mécanorécepteurs, les récepteurs du goût et les chémorécepteurs. Ceci permet une diminution de la latence pharyngée avec une amélioration de l'efficacité et de la sécurité de la déglutition avec un effet de réentraînement et de recalibrage. Des effets bénéfiques ont été montrés pour l'eau gazeuse et la capsaïcine (91–93). L'effet de cette dernière est dû à la présence oropharyngée du récepteur TRPV1 envoyant des informations aux structures supra médullaires et au noyau du tractus solitaire.

Stimulation électrique neuromusculaire : NMES

La stimulation électrique neuromusculaire vise quant à elle une rééducation du patron fonctionnel moteur de contraction des muscles de la déglutition, par l'envoi d'inférence au tronc cérébral et au cortex moteur pharyngé (94). La contraction induite par la dépolarisation

des fibres nerveuses prévient l'atrophie, réalise un renforcement musculaire et réentraîne le système neuromusculaire. Il stimule sélectivement les fibres musculaires de type 2. Il n'existe pas de consensus quant au placement des électrodes, à l'intensité de la stimulation, la durée optimale, la virgule et le nombre de répétitions. La NMES n'a pas montré sa supériorité sur la thérapie conventionnelle. En revanche, lorsqu'elle y est associée elle semble présenter un effet additionnel (95,96).

La stimulation électrique pharyngée augmente l'excitabilité cortico-bulbaire à long terme sans affecter la réponse du tronc cérébral. Il n'existe pas de consensus sur les modalités d'application. Il en est de même pour les stimulations électriques des piliers antérieurs du voile ou de la langue. Il faut cependant tenir compte du fait que cette stimulation électrique diminue l'élévation hyalolaryngée.

3. Renforcement de l'engagement cognitif : principe de conscientisation

L'objectif est une prise de conscience active permettant de transformer une tâche automatique en une tâche volontaire. Il s'agit de suppléer à la perception intéroceptive défaillante, d'utiliser un contournement de la voie de la motricité automatique par celle de la motricité volontaire. Les composantes rééducatives relevant de ce principe sont : le biofeedback (verbal, visuel, proprioceptif), la sollicitation attentionnelle (indiciage ou double tâche) et l'implication motivationnelle (récompense) (97).

Le *biofeedback* permet au patient d'inhiber l'antagonisme anormal de muscles synergiques, aboutissant à une augmentation de l'amplitude de mobilisation et un meilleur recrutement des fibres musculaires (98). Le feedback visuel augmenté a montré son efficacité dans la prise en charge d'autres symptômes moteurs de la maladie de Parkinson (99) et plus particulièrement dans la dysarthrie (100). Pour potentialiser son effet, il doit être de type gamifié donc ludique, refléter la performance du patient à la tâche et être restitué au patient en temps réel plus que de façon différée (99). Le feedback permet aussi de d'augmenter la qualité de la proprioception et de favoriser la bonne perception par le patient de schémas complexes moteurs impliqués dans une fonction telle que celle de la déglutition.

La *stimulation auditive rythmée* ajoute à la sollicitation attentionnelle des effets : d'entraînement rythmique (couplage entre les systèmes moteur et auditif), de *pilotage* (driving) des patrons moteurs, d'*amorçage* (Priming)(101) avec recrutement des neurones moteurs et de *renforcement du chronomètre interne* du patient, via des réseaux compensatoires (102). Elle induit un apprentissage (103). En effet, l'indiciage du mouvement s'inscrit via le rythme sur une période de temps et non sur un instant, avec une augmentation de la stabilité du temps perçu par le patient, sur la totalité du mouvement et non uniquement au moment de la stimulation sonore. La rétention de l'effet persiste jusqu'à 3 semaines après l'arrêt de la thérapie (104) et un transfert de la compétence en dehors de la stimulation rythmée, qui impliquent un apprentissage moteur (105).

4. Task training et Skill Training

Elles sont réalisées en thérapie directes ou quasi-directes.

Task Training de la déglutition

Le concept de Skill Training ne doit pas être confondu avec celui de Task Training : l'entraînement est alors spécifique d'une tâche motrice unique et non d'une fonction (ensemble de multiples schémas moteurs complexes). Elle produit l'apprentissage d'une séquence motrice et son entraînement aux moyens de nombreuses répétitions réitérées dans le temps.

Skill Training de la déglutition

Son objectif est un réapprentissage, avec recalibrage, des séquences motrices complexes et multiples permettant la maîtrise d'une fonction (106). Ceci est rendu possible par une réorganisation du cortex et des réseaux neuromoteurs (107). Cette thérapie vise à une modulation de la force et de la précision de la déglutition, adaptée au contexte et aux caractéristiques du bolus. Pour cela un élément d'imprédictibilité est introduit dans l'exercice et le patient est confronté à une résolution de problème, sans possibilité de mémoriser et réitérer la séquence motrice. L'effet escompté est une synaptogénèse, un renforcement de l'interconnexion neurale par plasticité (107). Il ne s'agit plus de stratégie comportementale apprise, mais d'une maîtrise de la tâche de déglutition, y compris en situation imprévue, donc d'une restauration de la fonction. Pour permettre au patient d'apprendre, en particulier de ces erreurs, cette technique nécessite une restitution immédiate de la performance sur la tâche entraînée, au moyen d'un biofeedback. Il implique une rétention des patrons moteur et un transfert de la compétence acquise vers la situation écologique. L'application de cette technique à la rééducation de la dysphagie a été élaboré par Athukorala en 2014 (108). Il s'agit de lors d'une déglutition de travailler la précision et la force de la contraction musculaire en accentuant la conscientisation et en améliorant la perception proprioceptive. Le patient a pour objectif d'atteindre des cibles, qui constituent un feedback visuel immédiat de la performance. Ces cibles sont le reflet de la contraction maximal lors de la déglutition et de la précision temporelle de cette déglutition. La difficulté croissante de la tâche est déterminée par la taille des cibles à atteindre. Ce paramètre est initialement calculé en prenant 50% de l'amplitude moyenne à l'EMG pour 5 déglutitions forcées. Les variations subséquentes se font en fonction de la performance du patient. Après 3 cibles atteintes successives, la taille de la cible diminue de 10%. À l'inverse, elle augmente de 10% en cas de 3 échecs successifs.

5. Transférance

Le « Spread-On », aussi appelé « transférance »(109), correspond à l'effet qu'une thérapie ciblant une fonction ou une tâche (expiration, toux, phonation) peut avoir sur une autre fonction ou tâche (déglutition). Ceci interviendrait lorsque les 2 fonctions utilisent partiellement les mêmes structures anatomiques (musculaires, nerveuses et corticales) ou mécanismes physiologiques(110). Par exemple, la stimulation sensitive et notamment proprioceptive dans les exercices phonatoires ou expiratoires favoriserait une réafférentation

laryngée et pharyngée, ce qui améliorerait la déglutition. Ce principe ne doit pas être confondu avec le transfert d'une compétence acquise, depuis une situation rééducative vers une situation écologique.

Exercices linguaux

En termes de force, il existe des exercices ciblant le corps ou la base de la langue. En augmentant la trophicité musculaire linguale, ils visent à améliorer le contrôle oral du bolus, la qualité du contact entre la base de langue et le palais, et à augmenter la vitesse et la force de la propulsion du bolus. Ils permettent de diminuer le temps de transit oral et les résidus pharyngés. En revanche ils peuvent occasionner une augmentation de la rigidité. Certains des exercices favorisent également une augmentation de l'amplitude de mobilité linguale par des mouvements de protractions - rétractions et rotations. Depuis 2015, le travail de renforcement musculaire lingual contre résistance se développe dans la prise en charge de la dysphagie d'origine neurogène. Des exercices progressifs en résistance permettent de restaurer les propriétés triphasiques de la contraction à l'EMG et d'améliorer la bradykinésie (111). La composante résistive s'associe à une composante de Skill Training : plusieurs protocoles travaillent la force et la précision de la pression linguale. Steele a montré une évolution favorable des fausses routes et de la force de la langue suite à un protocole de 12 semaines avec un travail entre 20 et 90 % de la force isométrique maximale du patient (AVC). Moon (112) a montré les mêmes effets dans une étude RCT, à raison d'un travail quotidien de 30 minutes, associé à 30 minutes de thérapie conventionnelle. Les modalités d'application de cette thérapie restent très hétérogènes.

Exercices vocaux :

Ko *et al* 2018 (113) a montré la corrélation entre le Temps Maximum Phonatoire et plusieurs éléments de la déglutition dans une population de sujets Parkinsoniens. Ceci justifie l'emploi de thérapies phonatoires dans le traitement de la dysphagie. L'implication des cordes vocales, des plis aryténo-épiglottiques et des plis vestibulaires est primordial dans la fermeture du plan glottique, requise dans la protection laryngée. Ces exercices comprennent des phonations prolongées de voyelles /a/, ainsi que la diction forcée de phonèmes plosifs. Des exercices de phonation glissante, montante et ascendante, de voyelles /a/ et /u/ peuvent être réalisés. Ils permettent d'améliorer l'adduction des cordes vocales, la mobilité antéro-supérieure du larynx et la qualité du contact entre la base de la langue et le palais mou. (114).

Thérapie par le chant en groupe : SGT

Elles associent des principes de la stimulation rythmée auditive (RAS), à un travail des muscles inspiratoires et expiratoires, des adducteurs des cordes vocales et des muscles de la langue. Elle induit aussi un renforcement de l'engagement cognitif attentionnel (contenu, mélodie, motivation générée par l'aspect ludique et la composante de groupe).

LVST : Lee Silvermann Voice Treatment

Cette méthode intensive a pour objectif une amélioration de la fonction respiratoire à travers une amélioration du recrutement des muscles qui sous-tendent la phonation. Elle cible

également une recalibration intéroceptive avec une amélioration de la perception de l'effort et de l'intensité de la phonation. La LSVT participe également à une amélioration du contrôle neuromusculaire de la base et du corps de langue lors de la déglutition. Cette technique est standardisée et brevetée. La seule variabilité est donc inter-thérapeute : considérée comme minime sur la rééducation de la communication, mais non évaluée sur la déglutition. Elle est réalisée à raison de 4 sessions de 1 heure par semaine, pendant 4 semaines. Le patient apprend à parler fort et à projeter sa voix loin. Elle inclut un feedback (restitution visuelle d'une mesure par sonomètre) et une part d'auto-rééducation à domicile quotidienne avec application dans la vie courante. Le détail précis du déroulement d'une séance est disponible, via une formation payante. Des effets positifs avaient été notés sur la déglutition lors d'une prise en charge thérapeutique de la dysphonie du patient parkinsonien. Compte tenu de la corrélation entre temps maximum de phonation et déglutition, la LSVT est aujourd'hui appliqué à la rééducation de la dysphagie.

EMST : Expiratory Muscle Strength Training

L'EMST prolongerait et augmenterait l'amplitude de l'activation du groupe musculaire supra hyoïde qui participe au déplacement antéro-supérieur du complexe hyalolaryngé (115) et à l'ouverture du sphincter supérieur de l'œsophage. L'augmentation du volume pulmonaire a été associé à une augmentation de l'activation du muscle adducteur laryngé cricoaryténoïde, donc à une amélioration de la fermeture du plan glottique (116). L'inspiration préalable à l'exercice d'EMST serait l'occasion d'une stimulation proprioceptive vers le noyau du tractus solitaire. Enfin l'effet sur la toux serait multiple. Il participerait à une diminution des cocontractions antagonistes, à un recrutement moteur et à une diminution du temps de réaction. La toux efficace nécessiterait une phase inspiratoire de durée et volume moins important. Cette technique de rééducation indirecte, tâche-spécifique est centrée sur la composante balistique de l'expiration, similaire à celle de la toux. Brevetée, donc standardisée, (117) elle nécessite un appareil (EMST 150) et se réalise de façon autonome en auto-rééducation après apprentissage. Ceci permet une intensivité, dans un programme étalé sur 4 semaines, avec la réalisation de 5 séries de 5 expirations, 5 jours par semaine. L'objectif est une amélioration de la pression expiratoire maximum par renforcement des muscles expiratoires, en particulier des muscles abdominaux obliques, au moyen de la répétition d'une contraction isométrique de courte durée. La charge de l'exercice est déterminée par un réglage de l'appareil de sorte que l'expiration réalisée par le patient corresponde à une pression expiratoire supérieure ou égale à 75% de la MEP (pression expiratoire maximum), avec un biofeedback sonore (click) lorsque l'exercice est bien réalisé. Le réglage est corrigé de façon hebdomadaire, en réadaptant la charge aux progrès du patient.

Head lift

Il s'agit de répétition de soulèvement de la tête en position allongée. Elle apporterait une amélioration de l'ouverture du sphincter supérieur de l'œsophage et de la motricité antérieure de l'os hyoïde par renforcement des muscles sous mentonniers (118–120). Quelques exemples décrivent en post AVC des séries de 30 contractions isocinétiques puis 3 x 1 minutes d'exercices

isométriques. Il existe cependant une compliance médiocre du fait de l'importante fatigabilité musculaire.(119). Ces exercices présentent un intérêt pour prévenir la diminution de l'excursion laryngée occasionnée par la déglutition forcée et la NMES sus-hyoïdienne.

6. Synergie d'exercices ciblés d'orthophonie

Ce sont ces programmes mixtes ou globaux qui sont les plus proches de la pratique clinique courante, avec élaboration d'un programme suite à l'évaluation analytique clinique des anomalies rencontrées chez le patient. Ils reposent sur l'association de compensations (adaptation de texture, postures) et d'exercices ciblés, orientés par les anomalies constatées à l'examen (déglutition forcée, travail d'adduction des cordes vocales, déglutition langue tirée, succion d'une compresse humide). Ces programmes orthophoniques polymorphes sont qualifiés dans la littérature de Thérapie Conventiionnelle de la Dysphagie (CDT), souvent sans précision sur les exercices, sur leur proportion dans la séance et les paramètres permettant de les quantifier (charge, répétitions...). Certaines équipes commencent à réaliser un travail de standardisation de ces techniques de rééducation orthophonique dite conventionnelles afin d'augmenter leur reproductibilité et de potentialiser leur efficacité. Cependant l'effet de ces programmes ne résulte pas seulement de l'addition de chacune de ces techniques. A cela s'ajoute l'effet synergique de 2 ou plusieurs thérapies. Par exemple le renforcement des fibres de type 2 par NMES et des fibres de type 1 par la CDT.

7. Compensation

Modification de l'ingesta

Pour les liquides et semi-liquides, la viscosité et l'adhésivité sont à prendre en compte (50). Les liquides ne nécessitent pas une force de propulsion pharyngée importante. En revanche, une fois au niveau de l'isthme du gosier, ils sont entraînés par la pesanteur et risquent d'occasionner des fausses routes. Ceci peut être accentué par la présence d'agents mouillants tel le vinaigre, le citron ou l'alcool. Lorsque le patient présente des aspirations aux liquides, il lui est proposé de privilégier des textures semi-liquide ou liquide épaissie, de type potage, nectar ou yaourt liquide. Les additifs alimentaires épaississants, permettent d'obtenir la viscosité nécessaire. Ces consistances conservent l'avantage d'un bon glissement sur la muqueuse sans majoration importante de la force de propulsion requise. Les textures semi-solides présentent une viscosité et une cohésion importantes qui permettent leur consommation, y compris en cas de mastication déficitaire. Leur glissement peut être modifié par l'adjonction d'un enrobage lipidique (sauce ou crème). Les textures friables sont en revanche à éviter. L'adjonction d'épices dans les solides ou semi-solides et la gazéification des liquides favorisent le déclenchement et l'efficacité du temps pharyngé comme cité ci-dessus. Ces stimulations sensorielles périphériques induisent une excitabilité corticale pouvant perdurer jusqu'à une heure (121).

Adaptation posturale

La flexion antérieure de la tête vers le sternum, ou Chin Down permet de pousser la base de la langue et l'épiglotte vers la paroi pharyngée postérieure. L'effet recherché est une modification biomécanique par modification de la configuration pharyngée (122). L'espace valléculaire augmente et le passage du bol alimentaire à ce niveau ralentit, tout en raccourcissant la durée et l'amplitude nécessaires de la contraction pharyngée. En cas de déficit asymétrique, des postures d'inclinaison ou de flexion-rotation peuvent permettre de favoriser le passage du bolus du côté le moins atteint.

Adaptation de la stratégie d'alimentation :

Parmi les techniques de compensation l'une relève de la conscientisation (32). Il s'agit pour le patient de compter jusqu'à 3 ou plus mentalement avant de propulser le bol alimentaire. L'association d'un geste moteur peut aider le patient à mémoriser la technique, comme le fait de cligner trois fois des yeux avant de déglutir. Le patient peut également apprendre à balayer avec sa langue la cavité orale, en particulier les zones déficitaires où il peut présenter des résidus. Le patient peut également s'aider de son doigt. Il est conseillé au patient d'alterner la prise de solide et de liquide afin d'éliminer les résidus alimentaires au fur et à mesure pour éviter la constitution de stase buccale et valléculaire. Ceci ne peut être réalisé chez les patients présentant des fausses routes aux liquides. Il peut en revanche procéder à une déglutition salivaire à vide unique ou multiple. Par ailleurs le patient peut adapter la taille du bolus et le rythme de la prise alimentaire. Pour ralentir la fréquence des déglutitions au cours du repas il peut être demandé au patient de poser sa fourchette entre chaque bouchée.

Manœuvres :

La déglutition sus-glottique (32) consiste en la séquence motrice suivante : introduire le bol alimentaire en bouche, inspirer par le nez, bloquer sa respiration, avaler en maintenant la respiration bloquée, tousser. Cette manœuvre est indiquée en cas de défaut de fermeture laryngée et de retard au déclenchement du temps pharyngé. La déglutition d'effort et la manœuvre de Mendelssohn peuvent aussi être utilisées en compensation au cours des repas. En cas de sensation de blocage, le patient peut réaliser une remontée active du larynx en maintenant l'appui sur les cartilages. Enfin, le patient peut avoir recours à la déglutition avec résistance frontale, en exerçant un appui de son front sur sa main à chaque déglutition. Cette manœuvre permet d'induire une synergie de contraction des muscles hyoïdiens et une remontée du larynx qui contribue à une meilleure fermeture laryngée. A noter qu'il peut s'avérer approprié d'enseigner la manœuvre de Heimlich à l'aidant principal, à visée préventive et sécuritaire.

Réhabilitation Dentaire

La xérostomie induit une perte de substance gingivale et dentinaire (123). Selon une revue sur l'état dentaire des patients parkinsonien (124), l'entretien des dents peut être altéré par les troubles moteurs. La dysphagie altère la capacité d'autonettoyage des dents (125). Le fractionnement de l'alimentation dans la population avec alternance importante ON-OFF, favoriserait la prise de collations, riches en sucre (126). L'hygiène bucco-dentaire est donc

primordiale dans cette population. Le suivi dentaire est incontournable et les maladies carieuse et parodontale (127) doivent être prise en charge au fur et à mesure pour éviter la dégradation des capacités de mastication. La prise en charge de l'édentation relève le plus souvent de prothèses dentaires amovibles (128).

Adjuvant :

Auto-rééducation

Il s'agit pour le patient de mettre en pratique un exercice appris avec le thérapeute, à son domicile avec une fréquence supérieure à ce que des séances individuelles lui permettraient. Elle conduit à un emploi en situation plus écologique et une appropriation de la technique par le patient. Elle aboutit aussi au maintien du volume d'exercice en diminuant le degré de contrainte logistique et financière.

Thérapie de groupe :

Elle permet d'augmenter le volume horaire, sans diminuer l'acceptabilité de la thérapie. Il est important de tenir compte du fait que le groupe est une structure en équilibre dynamique avec des interactions, une structuration, une autorégulation. Il est exposé à des forces internes (relations affectives, contestations des rôles, opposition, désaccord) et des forces externes (pression des tierces personnes, afférences extérieures au groupe). Les caractéristiques du groupe sont différentes de la somme des caractéristiques des individus qui le composent. Ceci peut apporter une synergie par l'effet d'entraînement lié à la dynamique de groupe. Les caractéristiques de groupe ont fait l'objet d'analyses par les courants sociologiques interactionnistes (Blumer 1950 (129)) et dynamistes (Lewin 1947 (130)) ainsi que par le courant psychanalyste (Bion 1959).

PARTIE 2 : MALADIE DE PARKINSON ET REEDUCATION DES TROUBLES DE LA DEGLUTITION, UNE REVUE SYSTEMATIQUE DE LA LITTERATURE

MATERIELS ET METHODES

IDENTIFICATION ET SELECTION DES ARTICLES

L'exploration des bases de données Pubmed, Cochrane, Embase et Google Scholar a été conduite entre décembre 2017 et avril 2019 pour la période 01/2014 - 04/2019. Il existait en effet 2 revues de la littérature (Van Hooren *et al* (17) et Baijens *et al* 2008 (19)), allant dans leur recueil jusqu'en décembre 2013. Une première recherche incluait le terme « rééducation » (*rehabilitation*) restreignant le nombre d'articles, ce qui a conduit à une deuxième recherche plus générale. Dans un objectif d'exhaustivité, d'autres recherches ont été accomplies, par mots clés relatifs aux techniques rééducatives ou par étude des publications et base de données spécialisées pour rééducateurs (orthophonie et kinésithérapie). Après élimination des doublons, la lecture des titres a abouti à l'exclusion des articles hors sujet, celle des résumés a identifié les articles correspondant aux critères d'inclusion (*tableau 2*). L'élimination par critères d'exclusion (*tableau 2*) a été réalisée avec une tolérance sur un paramètre (*) afin d'avoir une vision narrative du développement des techniques de rééducation et du fait du peu d'études de qualité pour chacune d'elles. En effet, certaines études de la littérature grise (colloques et thèses) ont donc été incluses à titre indicatif (études pilotes). Des études d'échantillon <10 ont également été incluses. Ce choix a été fait lorsque ces études étaient les seules évaluations disponibles d'une technique novatrice ou utilisée en pratique courante. La sélection des articles par le critère « peer reviewed » n'est par ailleurs pas exempte de biais (131), en particulier de sélection. L'étude de la bibliographie de chaque article et des 2 revues de la littérature préexistantes a permis la sélection d'autres articles d'intérêt ainsi que des articles antérieurs à 2014 intégrés à cette revue. Les équipes ayant effectuées des publications ou communication sur le sujet ont été contactées par mail à la recherche : d'études en cours (données préliminaires) ou d'études non publiées (non significativité, échec de démonstration, non traduction, rejets), pour limiter le biais de sélection.

RECUEIL/ANALYSES DES DONNEES ET EVALUATION DE LA QUALITE DES ETUDES

La lecture des articles entiers a permis l'étude des propriétés méthodologiques des articles et leur catégorisation (type de rééducation et d'objectifs). La qualité des schémas des études a été évaluée par l'échelle d'évaluation A-B-C de Siewek (132). Le grade A se réfère à des études de haute qualité, randomisées contrôlées ; le grade B désigne les essais cliniques bien construits mais non randomisés et le grade C se réfère aux études pilotes et case report.

La qualité méthodologique des articles inclus a été évaluée à l'aide de différents outils validés:

- La « *Modified Physiotherapy Evidence Database* » (133) (*Annexes - tableau 28*), pour les essais contrôlés randomisés. Cette échelle comprend 11 items avec un score maximal de 10 points. La qualité d'une étude est déterminée en fonction du score obtenu : "bonne" lorsque le score est compris entre 6 et 10, "moyenne" si compris entre 4 et 5, "faible" si inférieur ou égal à 3.

- La « *Modified Downs and Black* » (134) (*Annexes - tableau 27*), pour les essais non randomisés. Cette échelle comprend 27 items avec un score maximal de 28 points. La qualité d'une étude est déterminée en fonction du score obtenu : "excellente" lorsque le score est compris entre 26 et 28, "bonne" si compris entre 20 et 25, "moyenne" si compris entre 15 et 19, "faible" si inférieur ou égal à 14. A noter que pour cette échelle un 2eme score par le même évaluateur a été réalisé après la première évaluation de toutes les études. Un temps d'apprentissage de l'utilisation de l'échelle a été nécessaire. En effet, il est apparu au cours du travail que plus l'évaluateur maîtrisait l'échelle, plus grande était la sévérité des scores. Après apprentissage, la fiabilité intra-évaluateur de l'échelle était meilleure. Seul le 2eme score a été retenu.

D'autre part, au cours de l'évaluation des articles, il est apparu qu'un grand nombre était des études quasi expérimentales pré-post. Les échelles choisies étaient discriminantes sur les biais mais ne reflétaient pas la solidité du schéma d'étude, à niveau de biais équivalent. Il a été recherché une échelle pour les discriminer entre elles sur le plan méthodologique. La littérature a montré très peu d'outils :

- La « *Classification hiérarchisée des études quasi-expérimentales* » établie par Harris en 2006 (135) (*tableau 26*) a été employée fréquemment (nombre de citation > 305). Plus la lettre est importante plus l'étude est solide. Au sein de ce classement par lettre, une autre hiérarchie par chiffre discrimine les caractéristiques. Là aussi plus le chiffre est important, meilleure est la méthodologie de l'étude.

Les paramètres suivants étaient recueillis :

- Présence de contrôles ; nombre de patients inclus, sexe ratios
- Stade de la maladie selon la classification de Hoehn et Yahr (H&Y) (136) et/ou UPDRS « Unified Parkinson's Disease Rating Scale »
- Traitements et phase motrice (On/off) au moment des mesures ;
- Protocole (type d'intervention, durée de séance, fréquence, durée de programme, follow up, auto-rééducation, feedback),
- modalités d'évaluations (FEES, VFSS, spirométrie), critères d'évaluations (OTT, PTT, MEP, MPT...) ; type d'analyse statistique, résultats principaux.
- Abondons, perdus de vue

Pour l'évaluation de l'intensivité des programmes et afin de les comparer entre eux, un score sur 10 a été développé avec les paramètres suivants :

- Intensité de l'exercice (3 points) - effort :
Passif = 0 ; faible =1 ; modéré =2 ; important / maximum = 3
- Durée du programme (3 points) :
< 1mois = 1 ; 1 mois = 2 ; 1 à 2 mois = 2,5 ; >2 mois = 3
- Fréquence de rééducation (4 points):
1-2/semaine = 1 ; 3-4/semaine = 2 ; > 4/semaine = 3 ; > 1/jour = 4

RESULTATS

SELECTIONS DES ETUDES (PRISMA DIAGRAM - FIGURE 4)

Au total, 15 nouvelles études ont été publiées depuis 2014. L'étude des bibliographies, des précédentes revues de la littérature et de la littérature grise a mis en évidence 24 autres études notables antérieures à 2014. Parmi les 10 équipes de recherche contactées par mail, 4 ont répondu. Deux d'entre elles ont fourni un article publié dans une revue nationale (137,138), et que nous n'avions pas trouvé dans les bases de données. La Bibliothèque de Diététique de Tokyo nous a fait parvenir une photocopie d'un article publié, non existant en version numérique, et rédigé en anglais pour la Revue Nationale de Déglutition Japonaise (139). Le détail des recherches réalisées est disponible en annexes (tableau 18)

QUALITE METHODOLOGIQUE DU CORPUS D'ETUDES

Évaluation biométrique et classification des articles (tableaux 3 - 6)

Les études étaient publiées dans des journaux avec un Impact Factor (IF) médian de 2,24 et un IF moyen de $3,33 \pm 3,5$ (min-max : 0,00 - 19,38). Les résultats de toutes les évaluations qui suivent sont synthétisés en tableau 3 à 6, groupés par type de prise en charge rééducative.

Schéma d'étude

Parmi les études évaluées, 12 étaient des essais randomisés contrôlés, 27 études relevaient du modèle quasi-expérimental pré post study, dont une partie en cas témoin. Enfin 7 études étaient des case-reports ou issues de la littérature grise. A noter que 20 études ne décrivaient pas le statut de phase motrice (On ou off) au moment des évaluations. Quarante-deux études présentaient une modalité d'évaluation instrumentale et 19 étaient évaluées par la VFSS, actuel gold standard. Onze études présentaient un follow-up à distance. Parmi celles-ci, 10 évaluaient à distance la persistance des effets, soit la rémanence de l'intervention. Cette réévaluation intervenait de 1 semaine à 6 mois après. Une étude relevait du suivi de cohorte à long terme (49) sur 5 ans. A noter que 4 études [Heijnen *et al*, 2012 et Baijens *et al*, 2013 (140,141) ; Troche *et al*, 2010 et Sapienza *et al*, 2011 (142,143)] analysaient des données issues des mêmes

populations et des mêmes données recueillies. Cependant les auteurs ont utilisé des schémas d'études différents et des paramètres d'évaluation différents. A noter que sur les 47 études, 28 décrivaient un résultat significatif avec $p < 0,035$. Certaines études ont détourné, à visée expérimentale en employant une modalité interventionnelle, un schéma d'étude normalement utilisé en observationnel : il s'agit d'études de type cas-témoin (case control). Dix études employaient ce contrôle inadapté pour évaluer l'efficacité d'une thérapie. Ce schéma présente néanmoins un intérêt, quand il s'emploie à signifier qu'une thérapie, dont l'efficacité est démontrée dans la population contrôle, présente le même effet dans la population étudiée.

Évaluation des biais par la MDBS : Modified Downs and Black Scale

Le détail des scores est disponible en annexe (*tableau 21*). L'évaluation des études par cette échelle a nécessité un apprentissage de l'évaluateur principal. Deux évaluations ont donc été faites pour chaque étude. L'écart entre la première évaluation MDBS et la deuxième était d'environ 1,5 point. Seul le 2^{ème} score a été retenu. Les études avaient en moyenne un score de $18,35 \pm 2,6$ avec un score minimum de 12 et maximum de 24. Les études de la littérature grise pour lesquelles seuls les abstracts étaient disponibles n'ont pas été scorées et doivent être considérées comme de faible qualité en l'absence de données suffisantes. Sur la totalité des articles, les domaines les plus faibles étaient la puissance et la validité externe des études. Les paramètres descriptifs étaient en moyenne valide dans 37 études sur 47. Le critère de calcul préalable de la taille de la population pour un effet n'était présent que dans 8 études sur 47. En revanche, 31 études sur 47 répondaient favorablement en moyenne aux items de validité interne relatifs aux biais. Pour la validité interne relative au seul biais de sélection de population, le nombre d'étude répondant favorablement était de 21 sur 47 en moyenne sur les items concernés.

PEDRO : Modified Physiotherapy Evidence Database

Le détail des scores est transcrit en annexe (*tableau 22*). Concernant les essais randomisés contrôlés, le score de PEDRO moyen était de 6 ± 2 (min 3 - max 9), soit considéré comme bon. Le score PEDRO a été confronté à celui retrouvé par d'autres évaluateurs de la littérature lorsque cela était possible. Globalement il existait une variabilité maximum d'1 point, $20,4 \pm 2,3$ (min-max : 17-24). L'impact factor moyen des revues ayant publié ces études RCT était de 3,92.

Gestion des facteurs confondants

Le nombre moyen de facteurs confondants non exclus par étude était de 2,3. Le détail du relevé est noté en annexe (*Annexes - tableau 23*).

Hiérarchisation des études quasi expérimentales

Les études de type A2, c'est-à-dire avec évaluation unique avant et après intervention, étaient au nombre de 21. En revanche, on dénombrait 10 études de type A3, soit avec évaluations multiples pré et post intervention. Deux études (144,145) étaient de niveau A5, c'est à dire avec réévaluation après arrêt prolongé du traitement. Une étude non randomisée incluait un groupe contrôle. Classée de niveau C2 (146), elle évaluait la thérapie contre intervention de référence avec mesure unique de paramètre pré-post intervention. Le score MDBS moyen de ces études

quasi expérimentales étaient de $17,6 \pm 2,4$ avec un minimum à 12 et un maximum à 22. Le nombre de confondants non exclus était de 3,2 par étude. Des articles présentant un schéma d'évaluation pré-post solide selon la hiérarchie des études quasi-expérimentales pouvaient avoir un score MDDBS faible, du fait de risque de biais important. L'impact Factor moyen des revues ayant publié ces études quasi expérimentales était de 3,11.

Certains des case-reports présentaient une construction de qualité avec un souci apparent de limiter les biais. L'un d'entre eux, a fait l'objet d'une publication dans une revue d'impact factor à 7,07 (147).

Caractéristiques des Populations (tableaux 3 - 6)

Taille des échantillons

Cette revue a évalué la prise en charge de 1696 patients pour 47 études, soit une moyenne de 36 patients par études. Cependant il existe une forte disparité avec des case reports de 1 à 3 patients et des suivis de cohorte de 515 patients. Les études quasi-expérimentales portaient en moyenne sur 14 patients. Les populations des études RCT de rééducation étaient en moyenne de 48 patients, et de 206 patients dans les études RCT relevant de la compensation.

Age et sévérité de la maladie

La moyenne d'âge dans la population de ces études était de $67,5 \pm 5,1$ ans. La moyenne des scores de Hoehn et Yahr dans la population des différentes études était de $2,45 \pm 0,5$, soit une sévérité modérée de la maladie. Parmi les études relevées, 14 incluaient des patients avec un score H&Y \geq IV et 20 études ne retenaient que les patients H&Y \leq III. La nature active de la majorité des interventions excluait les patients avec des symptômes sévères. La durée de maladie était en moyenne de $6,9 \pm 2,9$ ans. Il faut cependant tenir compte que de nombreuses études n'apportaient pas de précision sur le délai depuis le diagnostic.

Sex-ratio, en particulier sur EMST.

Le sex-ratio étant généralement déséquilibré, avec une plus grande proportion d'hommes que de femme. La plupart des techniques n'ont pas évalué l'impact du genre sur l'efficacité de leur thérapie. En revanche, on sait que pour l'EMST à la fois la mesure de départ et le gain en termes MEP (Maximal Expiratory Pressure) et PEF (Peak Expiratory Flow Rate) est corrélé au sexe du sujet. Ces 2 données sont inférieures chez la femme que chez l'homme. Néanmoins, 5 des études d'EMST comptaient un sexe ratio fortement déséquilibré. Ceci peut avoir majoré la taille de l'effet de la thérapie. Les groupes contrôle et expérimental des études RCT d'EMST avaient cependant des sex-ratio similaires, ce qui limitait le risque de déterminer que l'effet était significatif alors qu'il ne l'était pas.

Analyse des paramètres d'évaluation de la déglutition (tableaux 7 et 8)

On peut différencier l'évaluation de 2 fonctions distinctes dans ces études. D'une part, l'évaluation de la déglutition en elle-même (tableau 7), propulsion et protection primaire (37 articles). D'autre part, l'évaluation de la fonction respiratoire incluant la toux (tableau 8), qui

constitue une protection secondaire en cas de pénétration/aspiration (18 articles). La modalité d'évaluation de la déglutition la plus fréquente dans ces articles était la VFSS (19/37). Dans 6 articles l'évaluation était faite par FEES. En revanche 15 études utilisaient d'autres méthodes : EMG des muscles sous mentonniers (6 études), manométrie anté-cervicale ou linguale (4 études), spirogramme déterminant les schémas respiratoires au cours de la déglutition (6 études). Les paramètres d'évaluation étaient très variables d'une étude à l'autre, y compris pour une même méthode. De 2 à 13 paramètres étaient mesurés par étude. Le score PAS (Penetration Aspiration Scale) était le paramètre le plus fréquemment mesuré. Les variables quantifiées les plus courantes comptaient : les temps de transit oral (OTT) et pharyngé (PTT), la latence de déclenchement pharyngé (OL) et le déplacement antéro-supérieur de l'os hyoïde (HBE). Le résidu (oral, lingual, valléculaire et pyriforme et de la paroi postérieure pharyngée) était le paramètre qualitatif le plus souvent recherché.

Concernant l'évaluation de l'efficacité de l'expiration et de la toux, les 3 paramètres principaux étaient la MEP (pression expiratoire maximale), le PEFR (Peak Expiratory Flow Rate ou débit expiratoire de pointe) et le PAS score (Penetration Aspiration Scale).

Le détail de tous les paramètres évalués dans les 47 études est disponible à titre indicatif en annexe (tableau 19).

MODALITES REEDUCATIVES (TABLEAU 9)

Les exercices s'intégraient dans un programme global pour 15 études, alors que 32 études évaluaient une technique ciblée sur une tâche précise, approche nommée Task Training. Dans les programmes décrits, 26 programmes incluaient un exercice en situation de déglutition. Parmi ceux-ci, 14 relevaient de la rééducation directe, c'est-à-dire sur bolus alimentaire ou aqueux (137–139,141,148–156). Il s'agissait d'exercices fonctionnels ou d'évaluation de compensations. En revanche, 12 programmes avaient recours à une rééducation quasi-directe, c'est-à-dire sur une déglutition active mais sans bolus. La déglutition était donc salivaire (*dry swallow*).

Au contraire, 18 programmes relevaient de la thérapie indirecte de la dysphagie, c'est à dire en dehors du temps de la déglutition. Parmi eux, 2 programmes concernaient un travail de la langue (mobilité et force), 4 programmes employaient la LSVT (Lee Silvermann Voice Treatment), 3 études utilisaient la SGT (thérapie par le chant en groupe) et 9 programmes appliquaient l'EMST. Sur les 48 études retenues, 10 relevaient de techniques de compensation, dont 3 études évaluant l'intérêt d'un programme prolongé. L'objectif était un travail actif l'apprentissage de la technique de compensation, impliquant la plasticité comportementale. Quarante-deux études portaient sur un entraînement (musculaire, neuromoteur, comportemental), 8 études étaient observationnelles et 7 études évaluaient des mesures compensatoires, sans entraînement.

Le détail exhaustif des paramètres de rééducation est disponible en annexes (tableau 20)

Techniques de rééducation (tableaux 10 - 13)

La description exhaustive des techniques de rééducation est disponible en annexes (tableau14).

1. Renforcement musculaire

Au total, 28 études sur 47 intégraient au moins un exercice de renforcement musculaire direct ou indirect. Le renforcement musculaire peut cibler différents muscles. Les articles relatifs au renforcement musculaire décrivent le nombre de répétitions et la fréquence hebdomadaire des exercices. Les muscles linguaux (148,157–160) sont développés dans 5 études dont 4 évoquant un travail en résistance. Les muscles adducteurs des cordes vocales font l'objet d'un renforcement sans résistance dans 8 articles (exercices phonatoires, chant, LSVT) (148,157,161–166). Concernant les muscles élévateurs du larynx, certaines techniques de renforcement sont actives, directes ou quasi directes (26 articles), avec au premier rang la déglutition d'effort dans 6 programmes, utilisée seule ou associée (NMES, biofeedback...).

Déglutition d'effort (tableau 10)

Parmi les 5 études incluant la Déglutition Forcée (Effortful Swallow), il n'y avait aucun essai contrôlé, randomisé ou non. Aucune étude n'utilisait cette technique en modalité compensatoire. En revanche, elle était déclinée dans le cadre de plusieurs principes rééducatifs : Felix lui adjoignait un feedback visuel augmenté dans l'optique d'un réapprentissage moteur ; Athukorala *et al* (108) et Perry *et al*(147) l'intégraient dans une rééducation de type Skill Learning ; et Park *et al* (167) lui associait une neurostimulation par Vitalstim. Par ailleurs, elle était parfois également couplée à d'autres exercices : mobilité linguale (160), exercices moteurs oro-faciaux, stimulation thermo-tactile et manœuvres (167). Deux études employaient cette technique en auto-rééducation à domicile (147,160). Dans toutes ces études la technique était employée en quasi-direct avec déglutition salivaire, donc avec un bolus de faible volume. D'autres donnaient des indications sur l'effort à fournir par le patient : modéré (147), variable en fonction de la cible (108), ou à effort maximal possible (167). Felix *et al*. (149) montrait un effet bénéfique sur les résidus, les symptômes de fausses routes (étouffement et toux) ainsi qu'une augmentation de la force générée à la manœuvre après entraînement. Manor *et al* (168) montrait également un effet sur les résidus, avec une majoration du bénéfice dans le groupe ayant exercé cette manœuvre avec un module éducatif assisté par vidéo. L'effet sur le risque le score PAS était en revanche non significatif chez Manor *et al* mais il existait un effet significatif lorsqu'elle s'intégrait à un schéma de Skill Training (147). Dans ce dernier cas on observait également un effet bénéfique sur la latence de déglutition et la durée de l'excursion de l'os hyoïde.

Manœuvre de Masako ou Déglutition Langue tirée (Tongue Holding)- (tableau 10)

Argolo *et al* (148) citait cette technique dans son programme global. En l'absence de publication sur l'efficacité de cette technique, une thèse de science a été incluse (158). La charge était déterminée par : le volume du bolus salivaire (fréquence des apports hydriques en gorgée) et la longueur de protrusion de la langue. Le volume de travail était très important (20 déglutitions, 6 fois/jour, 7 jours/7, pendant 4 semaines en auto-rééducation). L'auteur concluait à un transfert de compétence depuis la déglutition salivaire vers une déglutition fonctionnelle, avec une diminution du temps pharyngé sur toutes les consistances testées et une augmentation du temps de contact BOT-PPP pour le pudding. Ceci s'associait à une diminution de la surface de résidus, du score de pénétrations et aspirations (PAS), d'une amélioration de la qualité de vie de déglutition.

Manœuvre de Mendelsohn

Seule une étude, de grade B, en faisait mention dans le cadre d'une rééducation logopédique globale (148). Aucune étude n'évaluait spécifiquement l'effet de cette technique.

2. Neuromodulation – neurostimulation

Les qualités méthodologiques des études étaient moyennes à bonnes selon MDDBS et faibles à moyennes suivant la PEDRO. Seules 3 d'entre elles étaient des essais randomisés contrôlés. Il n'existe pas d'étude sur la stimulation électrique du pharynx (PES), ou d'autres cibles (langue, piliers du voile du palais, muscles manducateurs).

Neurostimulation périphérique sensitive (tableau 10)

On notait 5 études ciblant spécifiquement la stimulation sensitive avec des techniques diverses: Stimulation Thermotactile (169), mastication de chewing gum (170), acupuncture (171) et NMES à une intensité sensitive (140,141). Concernant la *stimulation électrique sensitive*, Baijens (141) et Heijens(140) jugeaient que les effets bénéfiques retrouvés (diminution du score PAS et de la latence de déglutition) n'étaient pas significativement supérieurs à ceux du groupe contrôle. Ils concluaient à l'absence de bénéfice additionnel de cette thérapie par rapport à une thérapie conventionnelle. En revanche, la stimulation thermo-tactile (167,169) montrait un effet bénéfique sur la durée du transit pharyngé, sans effet sur la durée du temps de transit oral après une séance de 5 applications sur chaque pilier antérieur des voiles du palais (169). Lors d'une séance unique de 5 minutes, South *et al* (170) utilisait la *mastication de chewing-gum* en stimulation sensorielle : goût, texture. Cette technique incluait dans la composante thérapeutique, la répétition des mouvements de mastication et de déglutition. L'auteur concluait à une diminution de la latence de déglutition (divisée par 6), une augmentation de la fréquence des déglutitions (x4) avec une rémanence sur 5 minutes de l'effet. Enfin, Fukuda *et al* (171) dénotait une augmentation significative de la force de la langue et une diminution significative de la latence de déglutition salivaire après une séance de 15 minutes d'*acupuncture* ciblée.

En revanche, si l'on tient compte des études recourant directement et indirectement à la stimulation sensitive, on dénombrait 11 études relatives à ce sujet.

Électrostimulation neuromusculaire motrice (NMES) – (tableau 10)

La NMES en intensité motrice était utilisée dans 4 études. Sur les 3 études RCT incluses, deux recourraient à une quasi-randomisation. La variabilité était importante, tant dans les protocoles de rééducation, que dans les paramètres de NMES : positionnement des électrodes, intensité de stimulation non quantifiée (évaluation subjective et donc variable), nombre de répétitions, durée de séance. En étude pilote, Baijens 2012 (172) ne percevait pas de différence d'efficacité entre électrodes en infra- ou supra-hyoïdiens et entre courant « on » ou « off », y compris dans le groupe témoin : l'efficacité notée faisait suspecter un effet placebo. Deux études de type RCT n'établissaient pas de bénéfice additionnel (140,172) d'une NMES concomitante à une thérapie conventionnelle, avec un positionnement d'électrodes en supra-hyoïdien. Au contraire, l'association de la NMES infra-hyoïdienne avec la technique de déglutition forcée concluait à un effet additionnel significatif par rapport à la thérapie conventionnelle seule(167). Cette technique impliquait un renforcement musculaire en résistance, la NMES induisant une traction involontaire opposée au sens de l'effort réalisé lors de la déglutition forcée. A cela s'ajoutait l'effet synergique des 2 thérapies : renforcement des fibres de type 2 par NMES et des fibres de type 1 par la CDT. De plus, couplée à la déglutition forcée, la NMES d'intensité motrice ne serait plus contre-indiquée en cas de défaut d'élévation hyalolaryngée. En termes d'effets indésirables, 2 études décrivaient une fatigabilité importante au-delà de 30 minutes de thérapie (141,167). Par ailleurs, chacune des études déterminait l'intensité de stimulation comme l'intensité maximale sans spasme musculaire, suggérant que ceci pouvait donc être un effet secondaire.

3. Renforcement de l'engagement cognitif

Le principe de conscientisation

Dans le cadre de la sollicitation attentionnelle, 3 études évoquaient l'indigage auditif, avec 1 utilisation d'indigage verbal et 2 pratiques d'indigage sonore. Aucune des autres études ne citait l'intérêt de l'indigage visuel ni de la récompense. En revanche 19 études incluaient un biofeedback, en particulier visuel.

Visual Augmented Biofeedback

Parmi les 19 études ayant recours à un biofeedback, seules 2 études étaient de niveau A. Une majorité utilisait une modalité de restitution visuelle de type augmenté, exception faite des programmes d'EMST. Ce biofeedback venait s'adjoindre à une technique principale très variée : déglutition forcée, déglutition salivaire, orthophonie du langage, thérapie de chant en groupe, EMST, LSVT. L'intensité (16 à 100 déglutitions, 15 minutes à 1h) et la fréquence des séances (1 à 5/ semaine) étaient également très variables. La durée des programmes était très hétérogène (2 semaines à 10 semaines). 4 incluaient des principes d'auto-rééducation, soit associés à la thérapie soit en thérapie principale, à domicile ou non. Ceci augmentait encore la variabilité

des intensités et fréquences de thérapie. Seules 4 études présentaient une évaluation instrumentale (VFSS, FEES, spirométrie MEP). Dans 5 études, la rémanence de l'effet était évaluée par un follow-up, de durée variable (1 semaine – 6 mois). Aucune étude n'évaluait l'effet bénéfique d'un biofeedback contre la même technique sans biofeedback. En revanche, pour une même technique, il semble que la taille de l'effet de la thérapie soit plus grande dans les études incluant un biofeedback que dans les études n'en comportant pas.

Indiçage auditif et Stimulation Auditive Rythmée (tableau 10)

Il relevait de principes rééducatifs différents : l'indiçage simple avec renforcement de l'engagement cognitif (151), ou la thérapie rythmée (*Rhythmic Auditory Stimulation*)(139,152). Ces programmes étaient très courts : 2 d'entre eux (151,152) se déroulaient sur une session (modalité compensatoire), et le dernier de type RCT (139) durait 2 semaines seulement, sans précision sur le volume de thérapie (fréquence, durée de séance, nombre de déglutitions). Les 3 études décrivaient une diminution du temps oral et des résidus. Nozaki *et al* 2011 (139) et Pinnington *et al* (151) ne trouvaient en revanche pas d'effet sur la protection (Penetration and Aspiration Score), ni de diminution du temps de transit pharyngé. Néanmoins, Nozaki *et al* 2017 (152) suggérait un effet sur la régulation de la synchronisation entre respiration et déglutition, avec une augmentation dans la population de l'étude (IPD et contrôle) de la proportion du schéma de phase inspiratoire avant déglutition, permettant une apnée prolongée et une expiration post déglutition.

4. Skill Learning et Skill Training

Skill Learning (tableau 11)

Parmi les 19 études incluant un biofeedback, 10 études appliquaient le concept de réapprentissage moteur ou Skill Learning. Le biofeedback était alors fréquemment adjoint à une technique conventionnelle comme la déglutition d'effort. Dans cette modalité, Felix parvenait à augmenter la force de propulsion. Krishnan *et al* (150) travaillait au contraire la stabilité du complexe hyalolaryngé et montrait une efficacité sur le nombre de fausses routes (clinique).

Skill Training (tableau 11)

La notion de Skill Training, liée à une variabilité imprédictible de l'exercice, n'était présente que dans 3 études. Une étude s'interrogeait sur l'efficacité des techniques associées à un tracking visuel, du fait d'une absence de corrélation entre performance au tracking et qualité de la déglutition (173). Cependant il expliquait ce phénomène par une correction des anomalies via le biofeedback. En revanche, Athukorala (75,108) notait une amélioration significative de la latence de déglutition (temps pré-moteur et temps pré-déglutition) ($p=0,001$). On notait aussi un transfert significatif de la compétence acquise en déglutition salivaire sur la déglutition de bolus liquide ($p=0,009$), avec persistance de l'effet à 2 semaines de la fin de la thérapie. Il existait aussi une amélioration significative de la pression intrabolus potentialisant, au niveau du pharynx, la propulsion et la vidange. Perry, dans une population de syndrome parkinsonien plus, avec une sévérité et une évolutivité plus marquée de la maladie, retrouvait une

amélioration de la latence de déglutition et du rapport volume de bolus par déglutition pour les liquides. En revanche, il ne notait pas d'amélioration sur la déglutition des solides.

5. Transférance

Parmi les articles étudiés, 16 d'entre eux incluaient, pour au moins un des exercices, ce concept de transférance. Ils correspondaient à la plupart des études employant des techniques indirectes : la LSVT, l'EMST, la thérapie par le chant, le travail lingual.

Exercices linguaux (tableau 11)

Si l'on tient compte de la composante articulatoire des thérapies phonatoires, on dénombrait 14 programmes incluant un travail lingual. Sept articles (139,148,157–160,170) citaient au moins un exercice lingual, dont 1 seule étude en thérapie isolée (158,159). Les autres études l'incluaient dans un programme global ou dans la thérapie conventionnelle qui s'associait à la thérapie évaluée. Les exercices les plus souvent employés sont les rotations ou les protractions de langue et la diction de phonèmes plosifs. Aucune étude de schéma solide n'évaluait ces exercices isolément. L'objectif était varié : renforcement (148,157–159) accroissement de la mobilité (148,157,160,170) ou de la précision (159). Dans une étude pilote de type case-report, Pitts *et al* (159) utilisait une technique proche du Skill Training, au moyen d'un travail intensif de la précision linguale en mobilité et force, avec feedback (VAF soit Visual Augmented Feedback). Les résultats montraient une augmentation de la force et de la précision linguale. Il s'y associait une diminution importante du score PAS et des résidus oraux, avec un maintien des effets à 1 mois post traitement. L'étude de Wang *et al* (160) montrait la faisabilité en auto-rééducation d'exercice de mobilité linguale couplé à des exercices de déglutition forcée. Elle notait un effet bénéfique sur les déglutitions fractionnées, l'excursion laryngée et la coordination respiration-déglutition.

Thérapie par le chant en groupe : SGT – (tableau 12)

Les 3 études relevées étaient quasi-expérimentales avec des qualités méthodologiques moyennes (MDBS moyen : 18). Les schémas d'étude étaient eux aussi de qualité moyenne (A2) avec une publication dans une revue d'impact factor à 2, à l'exclusion d'une thèse de science (174) de schéma d'étude plus solide A3 (mesures répétées avant et après). Elle pouvait être associée à : une thérapie du langage 2 fois par semaine (164), une auto-rééducation avec CD (166,174), un feedback visuel augmenté de la pression acoustique (174), ou un indigage sonore par métronome (164). Les caractéristiques et dynamiques groupes n'étaient pas décrites. Les programmes, tous prolongés (8 à 10 semaines), présentaient une hétérogénéité du volume d'exercice. L'échauffement comprenait : des trilles des lèvres, Glissandos, Mezzo de Voce, exercices d'articulations. Di Benedetto *et al* (164) décrivait une amélioration significative de la pression expiratoire maximale, de la surface des résidus post déglutition et du temps phonatoire maximal. Funderbuke *et al* (174) notait une augmentation de l'excursion de l'os hyoïde et du score PAS de pénétration/aspiration. Enfin Stegemöller *et al* (166) ne retrouvait

pas de bénéfice à une pratique bihebdomadaire par rapport à une séance hebdomadaire, avec cependant une amélioration des paramètres temporels de la déglutition à l'EMG dans les 2 cas.

LVST : Lee Silvermann Voice Treatment (tableau 12)

4 études sur la LSVT ont été trouvées, en lien direct avec la déglutition. Aucune n'était un RCT, mais l'une des études quasi-expérimentale était de type A3 avec multiples évaluations pré et post intervention (162) et l'étude Miles *et al* (175) avait de bonnes qualités méthodologiques (MDBS : 22). Le brevetage de la technique avec protocolisation, avait pour conséquence peu ou aucune variabilité des paramètres de la rééducation (intensité, fréquence...). La majorité des études relevées employaient la VFSS pour critère d'évaluation. Cependant d'autres modalités d'évaluation accessoires ou principales ont été utilisées : imagerie cérébrale fonctionnelle, spirométrie (Peak Expiratory Flow Rate), temps maximal phonatoire. Les études avaient des échantillons de 3 à 20 sujets. Aucune de ses études n'était une RCT. Seule l'étude Liotti *et al* (176) comparait les résultats à une population contrôle. La qualité méthodologique était donc variable. A priori aucun effet secondaire n'était retrouvé, malgré une évaluation de la fatigue et la recherche d'une hyperphonation. Seule l'étude Miles *et al* (175) avait un follow-up, établi à 6 mois. Des effets bénéfiques significatifs ont été décrits sur la durée d'ouverture du sphincter supérieur de l'œsophage, sur le temps de transit oral et sur la latence de déglutition. Miles décrivait également un effet bénéfique significatif sur la quantité de résidus. L'effet bénéfique était non significatif sur l'excursion de l'os hyoïde et sur le temps pharyngé. Aucune des études ne décrivait l'effet sur le score PAS.

EMST : Expiratory Muscle Strength Training (tableau 12)

Cette revue a trouvé 10 études relatives à l'emploi de l'« Expiratory Muscle Strength Training » ou EMST, dont 3 étaient des essais randomisés contrôlés (142,143,146), avec un score de PEDRO entre 6 et 9. Les schémas des études quasi-expérimentales étaient de très bonne qualité (2 études A2, 3 études A3, une étude A5 et 1 étude C2). Le score MDBS était de moyen à bon avec une moyenne à 18,8. Dans l'amélioration de la toux et de la MEP et de la protection (PAS), il était retrouvé la supériorité de l'EMST sur une thérapie de renforcement des muscles inspiratoires (177) et sur une thérapie placebo (142,146,177). En revanche, Byeon *et al* (178) décrivait un effet synergique favorable de l'association d'EMST à un travail de différentes postures à raison de 30 minutes 5 fois par semaine, comparé à de l'EMST seul. Toutes ces études décrivaient une augmentation de la pression expiratoire maximum (MEP) au décours du programme. Le gain sur la MEP à 4 semaines était compris entre 26% (143) et 90% (117). La fréquence hebdomadaire nécessaire était évaluée par Kuo *et al* 2017 (146). Il relevait un effet significatif dès 3 sessions par semaine, mais ne trouvait un gain significativement supérieur à celui groupe contrôle que pour une fréquence de 5 fois par semaine. Un case report (145), avec suivi sur une durée 4,5 mois observait une croissance du MEP de 50% à 4 semaines et de 158% à 16 semaines. Cette étude relevait une augmentation forte de la MEP entre 2 et 6 semaines, puis un plateau entre la semaine 6 et la semaine 9, avant une nouvelle augmentation plus progressive de la MEP entre la semaine 9 et la semaine 16. Suite à une période de détraining de 4 semaines, la MEP diminuait de 16% par rapport à son niveau post thérapie immédiat,

chute de la MEP qui se corrigeait à la reprise de l'EMST. Troche 2014 a également décrit ce détraining sur une population de 10 patients avec, à 3 mois, une diminution de 2% du gain de la MEP post thérapie. En parallèle ces études décrivaient une amélioration des paramètres de toux volontaire et réflexe PEFr et FEV1, plus marquée chez l'homme (179), EPRT, CVA et CPD (143). Enfin 5 études comportaient une évaluation directe de la déglutition dont 3 par VFSS. Elles montraient une diminution des aspirations (PAS) (142,144,178–180) et une augmentation de l'excursion de l'os hyoïde (142,179,180).

6. Synergie d'exercices ciblés d'orthophonie (tableau 10)

Les programmes globaux et thérapie conventionnelle de la déglutition décrite en thérapie contrôle relèvent de ce principe. Les programmes globaux sont constitués de multiples exercices, directs ou indirects ciblant différentes anomalies de la déglutition fréquente chez le patient parkinsonien. Dans les articles intégrés, on retrouvait des programmes mixtes d'exercices de phonation et de renforcement oropharyngé (49,148,160,161). La plupart des thérapies contrôles dites conventionnelles, étaient des thérapies globales mixtes incluant des exercices variés (139–141,167). Dans certaines circonstances la thérapie évaluée s'ajoutait à de la rééducation conventionnelle (150,164). Bien que non standardisée, elle semble montrer un effet positif dans les différentes études avec programme global. Heijnens *et al* (140) et Baijens *et al* (141), montrait, en dehors de leur objectif principal relatif à la NMES, qu'il existait un effet significatif de la thérapie conventionnelle (exercice moteur oraux et apprentissage de manœuvre et de postures) sur le contrôle du bolus et la fonction globale de déglutition. D'autres programmes mixtes associaient rééducation et compensation (49).

Les effets étaient tous aussi variables que les associations d'exercices. Le programme d'Argolo *et al* (70) avait un impact favorable sur le temps de transit oral, sans que les résultats soient statistiquement significatifs. Les patients percevaient un bénéfice significatif sur la capacité à mobiliser les aliments dans la bouche (SWAL QOL). En revanche Wang *et al* (160) notait qu'un programme associant mobilité linguale et déglutition forcée en auto-rééducation permettait de réduire le temps de transit pharyngé, la latence de déglutition, les déglutitions fractionnées et d'améliorer l'excursion laryngée. Manor *et al* (168) trouvait un effet bénéfique significatif sur la quantité de résidus dans son groupe contrôle bénéficiant d'une thérapie orthophonique globale, rééducative et compensatoire. Cet effet était majoré par une pédagogie usant de la vidéo de FEES.

7. Compensation

Plus de la moitié des articles relatifs à des techniques de compensation étaient de type RCT. Les qualités méthodologiques étaient bonnes avec un score MDBS moyen à 20,6. L'impact factor médian des revues dans lesquelles les articles été publiés était de 1,9 et l'impact factor moyen s'élevait à 4.

Modulation de la Toux (tableau 12)

Seul l'article de Brandimore *et al* (181) concernait un exercice « tâche spécifique » de la toux en thérapie directe. Il s'agissait d'une étude prépost sans contrôle, sur une seule séance. Elle était de qualité moyenne au MDBS. La capacité du patient à moduler de façon activatrice ses toux volontaire et réflexe (nébulisation de 200- 500 μ M de capsaïcine) était testée. La technique employée avait recours au feedback visuel augmenté (cibles) et à un indiçage verbal. Les auteurs concluaient à une capacité des patients parkinsoniens à majorer leur débit expiratoire de pointe (PEFR) et leur volume expiré () au cours d'une toux réflexe, en cas d'indiçage verbale. Il montrait également la capacité à réguler la toux de façon activatrice, en termes de PEFR, est corrélée significativement à la MEP. Les mêmes paramètres étaient significativement augmentés lors de la toux volontaire, avec un bénéfice supplémentaire en cas d'association de l'indiçage verbale à un feedback visuel augmenté. Cette modulation permettait au groupe de patients parkinsoniens d'augmenter leur PEFR jusqu'à un niveau proche de celui du groupe contrôle (sujets sains) en dehors de toute modulation.

Modification de l'ingesta (tableau 13)

Sept études faisaient référence à une modification des caractéristiques de l'ingesta. Cinq études (49,138,155,156,182) se référaient à une modification de texture de type épaissement des liquides (consistances fluide, nectar, miel), induisant un changement des propriétés biomécaniques du bolus lié à l'altération de la viscosité. L'évaluation des aspirations à la VFSS montrait une efficacité supérieure de l'adaptation des liquides en texture miel sur la texture nectar, elle-même plus sécuritaire qu'une texture fluide (156,182) montrait également un effet bénéfique sur le score PAS au prix, cependant, d'une dégradation des temps de transit pharyngé et oral et du nombre de festinassions linguales. En revanche la modification des propriétés chemesthésiques du bolus, pourrait avoir un effet favorable sur le PAS score tout en favorisant une normalisation des paramètres spatiotemporels de la déglutition. Larsson *et al* (137) montrait que l'usage d'eau gazeuse à la place de l'eau plate aboutissait en effet un raccourcissement du temps pharyngé significatif, 2 fois supérieur à celui obtenu par eau épaissie (contrôle : eau fluide). Selon lui, l'eau gazeuse améliorait significativement 87% des patients de l'étude. Aucun article n'évaluait l'impact d'un ingesta froid, chaud ou épicé sur la qualité de la déglutition. Aucun article n'évaluait non plus la modification de texture des solides. Concernant la nutrition entérale, Marois *et al* (183) notait, dans une étude rétrospective sur 33 patients, une survie médiane après gastrostomie de 86 jours (CI 95% [62–309]). L'évènement intercurrent le plus fréquent sous gastrostomie restait la pneumopathie d'inhalation (salivaire).

Adaptation posturale (tableau 13)

L'impact de posture de la tête dans la sécurité de la déglutition était évalué dans 7 études. Toutes utilisaient la posture en anté-flexion cervicale dite « Chin-Down » ou « Chin-Tuck ». L'effet recherché était une modification biomécanique par modification de la configuration pharyngée (122). Une variante consistait en un travail des mobilités cervicales (rotation, flexion

antérieure et postérieure), associé à programme global, employé en thérapie de référence ou en thérapie de contrôle (49,139,157,164,168,178). L'application de postures pouvait être associée ou comparée à des modifications de textures (49,87,138,154,156,182). Deux études montraient une efficacité significative de l'application de la posture Chin-Down, en termes d'aspirations constatées à la VFSS (156,182). Cependant ils notaient aussi une supériorité significative de l'épaississement des liquides sur la technique posturale. Ce constat était fait sur une séance unique d'observation (156) et sur une mise en pratique de 3 mois (182). Cependant, les patients préféraient la pratique du Chin-Down à l'adaptation de texture. D'autres programmes incluant des postures misaient sur un entraînement à la réalisation de ces adaptations posturales, avec pour objectifs un renforcement musculaire et un apprentissage moteur et comportemental (153,154,178). Le programme d'Ayres *et al* 2017 (153) (RCT) comportait une séance de 30 minutes hebdomadaire de thérapie directe sur bolus, associée à une pratique en auto-rééducation, biquotidienne sur salive et à une mise en œuvre à tous les repas. L'auteur notait une amélioration significative de la qualité de vie lié à la déglutition (SWAL QOL) et de l'évaluation clinique sur la dysphagie aux liquides et aux solides, sans amélioration significative à l'évaluation par FEES. En revanche, dans un essai contrôlé non randomisé, Byeon *et al* (178) ajoutait la pratique de postures (5 fois par semaine 30 minutes), à un programme d'EMST, avec un effet additionnel significatif montré à la VFSS sur la fonction globale de déglutition (Functional Dysphagia Scale).

Adaptation de la stratégie d'alimentation (tableau 13)

Aucune étude n'évaluait l'éducation des aidants, soignants ou familiaux. Une étude montrait cependant l'efficacité d'un programme mis en place par une équipe soignante impliquée (138) sur le poids. Cinq études intégraient des modifications de la stratégie d'ingestion : vitesse, volume, horaire, installation lors de l'alimentation (49,138,150,153,154). Argolo *et al* (148) citait dans son programme global, la manœuvre supra-glotique, utilisée au cours du repas. Il était montré un effet significatif de l'association posture, adaptation des textures et stratégies d'alimentation sur le poids et la durée total de déglutition (138). Un effet bénéfique était aussi noté sur la qualité de vie liée à la déglutition (SWAL QOL) aux solides et aux liquides (154), suite à une éducation thérapeutique du patient (4 fois 30 minutes). Luchesi *et al* (49) montrait que cette association postures -texture permettait de stabiliser la survie de la fonction de déglutition pendant 10 mois, dans une population de patients parkinsoniens. Au-delà de ces 10 mois, une nouvelle dégradation intervenait.

Réhabilitation Dentaire

La déglutition dépend de la qualité de la mastication, dans sa capacité à former un bolus alimentaire de qualité. Argolo *et al* (148) décrivait que l'édentation était un facteur d'échec statistiquement significatif, dans la prise en charge des troubles de la déglutition, en particulier sur le pumping lingual. L'absence de dent était statistiquement corrélée à la perte de contrôle du bolus ($P = 0.03$) et à la présence de résidus linguaux ($P = 0.007$) et valléculaires ($P = 0.01$). Ribeiro *et al* (184) montrait, dans une étude cas-témoin, que la mise en place de prothèse dentaire amovible améliorait significativement l'efficacité de mastication et de la qualité de vie

orale, sans permettre une normalisation par rapport au contrôles sains appareillés en âge. Liu *et al* (185), exposait que la pose microchirurgicale de 4 implants (all in 4 concept), sur lesquels vient se fixer une prothèse amovible, pouvait permettre la réhabilitation dentaire complète d'un patient parkinsonien édenté, avec une efficacité supérieure à celle d'une prothèse amovible classique sur l'efficacité de mastication et la qualité de vie orale. Le bénéfice se maintenait à 1 an.

Paramètres des programmes de rééducation (tableaux 9-13)

1. Intensivité des programmes

Le tableau du détail d'évaluation de l'intensivité est disponible en annexes (tableau 24).

Intensité

La durée moyenne des séances de thérapie était de 30 minutes pour les thérapies intensives et de 60 minutes pour des techniques douces. La différence de durée de ces séances de thérapie découle de la prise en compte de la fatigabilité associée aux techniques et à la pathologie, ainsi qu'à des durées variables et parfois courtes de phase motrice on. L'intensité et /ou le volume était uniquement décrit dans les techniques d'électrostimulation (80Hz) ou d'EMST (75% de MEP, 5 séries de 5). Très peu d'études logopédiques quantifiaient précisément l'intensité ou le volume d'exercices ciblés (nombre de séries, nombre de répétitions par séries, temps de repos). Parmi elles, seules 2 études précisaient leur paramètre de charge, avec une quantification pour une seule d'entre elles. Dans la technique du LSVT, standardisée, l'intensité de l'effort pour chaque tâche était dite « maximum » soit le plus intense possible pour le patient (non quantifiable), avec l'utilisation d'un audiomètre pour le feedback (pas d'objectif quantifié décrit).

Fréquence

La fréquence de rééducation était de 3 à 5 séances hebdomadaires en moyenne. La plupart des études portant sur des techniques actives et datant d'après 2014 incluaient le principe d'une auto-rééducation à domicile, avec une fréquence quotidienne voire pluri-quotidienne de la thérapie dans ces études.

Durée du programme

En moyenne, les programmes décrits duraient 4 semaines. Certaines études (9/47) décrivaient des protocoles en séance unique. Une étude de suivi de cohorte se prolongeait sur 5 ans. Douze études incluaient un follow-up (1 semaine à 6 mois)

2. Composantes adjuvantes :

Auto-rééducation :

Elle s'effectuait avec ou sans support éducatif, avec ou sans appareil. La fréquence variait d'une 2 fois par semaine à 6 fois par jour. Vingt-quatre études sur 34 comportaient un entraînement en auto-rééducation, ou une application autonome des techniques apprises, en écologique.

Thérapie de groupe :

Quatre études développaient des programmes de thérapies réalisées en groupe (161,164,166,174). L'homogénéité ou l'hétérogénéité était la seule caractéristique de groupe évaluée dans les études retrouvées. Elle était d'autant plus importante qu'elle intervenait à la fois dans l'analyse des résultats mais aussi dans la pratique même de la rééducation de groupe. Il n'était pas fait mention d'autres caractéristiques de groupe : dynamique (synergie, antagonisme), cohésion (tensions, conformisme), moral. Dans les 4 études, il était en revanche évoquées les bonnes compliances et acceptabilités des programmes, que les auteurs mettaient en lien avec la composante ludique.

Emploi d'un appareil lors de la thérapie :

Dans 21 études un appareil pour réalisation d'un feedback était utilisé. Le paramètre restitué était variable, de même que l'appareil pour le mesurer (sEMG, endoscopie filmée, accélérométrie, manométrie externe laryngée, audiométrie, pléthysmographie). Aucune n'avait recours à la manométrie linguale et la modalité la plus fréquente était l'électromyographie de surface (sEMG) des muscles du cou. La technique thérapeutique elle-même nécessitait parfois un appareil. Ces appareils pouvaient être créés sur mesure pour la recherche : EMST150® (EMST), BISSKIT® (Skill Training). Il pouvait aussi s'agir d'appareils préexistants standardisés : Thermostim® (TTS), Vitalstim® (NMES).

Effet de la thérapie

L'intégralité des résultats chiffrés des 47 études est disponible dans les tableaux 14 à 18. Ils évaluent les effets sur les paramètres quantitatifs (tableau 14) et qualitatifs (tableau 15) de la déglutition, ainsi que sur la coordination entre respiration et déglutition (tableau 16), et la toux ou la fonction respiratoire (tableau 17). Les conclusions des auteurs sont disponibles en annexes (tableau 25).

Taille de l'effet : Size effect

La taille de l'effet de la thérapie était décrite par des paramètres très différents selon les études. Valeur de F , d ou f de Cohen, g de Hedge, η^2 , Z , MSD (différence moyenne standardisée), pourcentage, r de Spearman, Δ de Glass, Odd Ratios. Il était difficile de les comparer sans effectuer une conversion entre ces paramètres ou sans calculer le même paramètre d'effet à partir des données brutes. Malheureusement les données brutes n'étaient pas toujours disponibles dans le texte de l'article. Enfin le calcul ou la conversion vers une

différence moyenne standardisée était complexe et imprécis, pour les études de type prépost intervention. L'effet a donc été évalué sans standardisation des résultats, ni intégration de la dispersion des données. Ainsi cette description des effets correspond une différence de moyenne non standardisée, exprimée dans l'unité d'origine des paramètres évalués, calculée à partir des données brutes ou fournies par l'article.

Bénéfice des programmes de rééducation :

Correction des anomalies des paramètres temporels de la déglutition :

L'intérêt des thérapies pour l'amélioration des temps de transit oral (figure 6) et pharyngé (figure 7) est également schématisé sous forme de Forest Plot. Il était confirmé que l'adaptation de texture est une modalité compensatoire stricte. En effet l'amélioration de la sécurité de déglutition se faisait au détriment de son efficacité, avec une dégradation des paramètres temporels de transit. Au contraire, les thérapies incluant un biofeedback, un indiçage ou une neurostimulation sensitive ou motrice montrent une correction partielle de ces paramètres. La taille de l'effet semblait plus importante en cas de biofeedback.

Amélioration de la protection primaire

L'effet des thérapies sur la protection primaire est synthétisé sous forme de « Forest Plot » (figure 5). Il décrit leur effet sur le score PAS (Penetration Aspiration Scale). Ce graphique semble suggérer la plus grande efficacité sur ce paramètre des techniques de rééducation relevant du Skill Learning ou Skill Training (SSL) oropharyngé (moyenne : - 2,36pts PAS), sur la technique d'EMST (moyenne : -0,95 pt du score PAS). La composante d'apprentissage moteur de ces thérapies en SSL montre de plus une poursuite de l'amélioration de la déglutition après l'arrêt de la thérapie. En revanche l'évolution après l'arrêt de l'EMST montre une régression partielle du bénéfice après arrêt de la thérapie, appelé détraining.

Amélioration de la protection secondaire

Le bénéfice des programmes sur la protection secondaire, via l'évaluation de l'effet sur la qualité de la toux, est représenté sous forme de Forest Plot pour les paramètres MEP et PEFR (figure 8 et 9). Sur l'amélioration de l'efficacité de la toux l'EMST et la LSVT semblait plus efficace que les thérapies par le chant en groupe et les techniques d'Inspiratory Muscle Strength Training (IMST). Dans le cas de l'EMST, ce bénéfice paraissait dose-dépendent, tant en durée de programme (145) qu'en fréquence hebdomadaire (146). Néanmoins l'amélioration post thérapeutique de l'ESMT semble plus importante chez l'homme que chez la femme (179).

Il n'était pas possible de comparer l'efficacité des différents programmes sur l'anomalie de rétention orale et pharyngé (résidus). La modalité de restitution de ce paramètre étant trop variable entre les études (surface cm², score /8, score /4 ...). De même la comparaison des paramètres visuo-perceptifs étaient difficile. Pour plus de clarté, les bénéfices résultant de l'emploi de chacun des programmes étaient détaillés dans la partie précédente (partie modalités de rééducation – sous-partie techniques de rééducation). Ils sont ainsi intégrés au texte descriptif de chacune des thérapies.

Transfert de compétence :

Si l'on considère le transfert d'une compétence d'une situation vers une autre situation, 25 articles au total le décrivaient dans leurs résultats. Cela incluait en particulier tous les articles concernant une technique de rééducation indirecte ou quasi directe, et pour laquelle l'effet recherché était une amélioration de la déglutition en situation fonctionnelle sur bolus (108)(75). Ce transfert pourrait être le gage d'un effet cliniquement significatif.

DISCUSSION

Il est primordial de bien dépister les troubles de la déglutition du fait de leur impact sur la morbi-mortalité. Le bénéfice d'un traitement par des techniques rééducatives dans leur prise en charge est maintenant bien établi, mais leurs modalités d'application restent non consensuelles en pratique.

Cette revue ne cherchait pas à conclure sur l'efficacité d'une technique avec un haut niveau de preuve. Le peu d'études, les faibles échantillons, la variabilité des paramètres d'évaluation rendent actuellement cela peu réalisable. En revanche, il s'agissait d'aiguiller le clinicien dans sa prescription de rééducation, adaptée et individualisée, en tenant compte de faisceaux d'arguments liés aux études évaluées dans cette revue. L'intérêt était aussi de mettre en lumière les techniques ou exercices employés en pratique courante et pour lesquels il n'y a à ce jour aucun essai randomisé contrôlé, ce qui pourrait suggérer des pistes pour la réalisation de futures études aux équipes de recherche. Enfin nous nous sommes interrogés sur les freins possibles à la recherche sur la rééducation de la dysphagie chez le patient parkinsonien et sur les difficultés d'application de cette rééducation en pratique courante.

Effets des thérapies dites comportementales (rééducatives et réadaptatives).

Cette revue de la littérature ne permet pas d'affirmer la supériorité d'un programme sur un autre. Des tendances se dégagent en revanche de ce corpus d'études. Il semble par exemple que les thérapies se basant sur le principe d'apprentissage moteur soient plus bénéfiques que celles relevant purement de l'entraînement avec renforcement musculaire. Elles s'adressent cependant à un public cognitivement performant (MMSE>24, troubles cognitifs exclus, H&Y <4). Ces effets doivent être évalués dans des études de type RCT. De même, une thérapie intensive a montré son efficacité sur plusieurs techniques : l'EMST (177), la LSVT (175), le Skill Training (108,149,159). Les paramètres n'en sont pas toujours bien définis, mais la rééducation est en général conduite 4 fois par semaine ou plus. L'EMST a même montré un effet dose-dépendant (146), contrairement à la thérapie par le chant (166). Compte tenu de l'absence de calcul d'effets quantifiés standardisés, il n'a pas été possible de confirmer factuellement la supériorité d'une thérapie intensive, indépendamment de la technique employée. D'autre part, l'influence de la répartition du volume de rééducation n'est pas démontrée. On sait, cependant,

qu'une courte séance répétée quotidiennement est plus efficace en rééducation neurologique qu'une longue séance unique hebdomadaire.

Quelle que soit la technique employée, l'implication d'un biofeedback, en particulier visuel augmenté, semble apporter un bénéfice additionnel non négligeable à la rééducation. Sur le plan éducatif, il permet une sensibilisation du patient à ses troubles, mais aussi un apprentissage d'un schéma moteur plus proche d'une déglutition normalisée. Compte tenu de l'absence de calcul de l'effet en termes de différence moyenne standardisée, il n'a pas été possible de réaliser une comparaison de l'effet des thérapies avec ou sans biofeedback. Cependant, cette composante adjuvante a fait sa preuve lors de la rééducation d'autres symptômes de la maladie de Parkinson (99) et il existe de fort argument pour son efficacité dans la rééducation de la dysphagie au sein d'autre population (AVC)(186).

La thérapie logopédique, dite conventionnelle, est la plus fréquemment mise en place en pratique courante (49,187). Son effet bénéfique était suggéré dans plusieurs études, dont une part avaient pour objectif principal la démonstration de l'efficacité d'une autre technique (NMES pour Heijens et Baijens). La difficulté est souvent, en particulier en logopédie, de décrire précisément l'intensité de l'exercice. La charge, lorsque sa nature est décrite n'est pas définie de façon chiffrée. Par exemple, seule une étude décrivait la charge des déglutitions salivaires (fréquence de l'humectation buccale en gorgée) (158). Le nombre de répétitions de l'exercice est rarement cité dans les études. Les programmes mixtes associant plusieurs exercices ne décrivent pas non plus la proportion relative de chacun de ces exercices dans la séance de rééducation (70). Ceci altère la reproductibilité de ces programmes. La cause en est peut-être la limitation de la longueur des articles lors de la publication, qui impose des choix rédactionnels aux auteurs quant aux informations primordiales à fournir. Le détail précis de la rééducation mise en place est très long à décrire, et son inclusion dans le texte pourrait se faire aux dépens de la description des résultats, interprétation et conclusion des auteurs.

L'association des techniques dans les programmes, sans précision de paramètres ou malgré l'absence de documentation de leur effet isolément dans la maladie de Parkinson, s'explique par l'intention de traiter avec une efficacité individuelle. Cependant certaines de ces techniques pourraient donc être inefficaces. Leur utilisation serait alors dommageable par perte de temps de rééducation efficace et par sollicitation d'un effort inutile chez un sujet fatigable. En revanche des techniques comme la LSVT ou l'EMST, brevetées, sont standardisées. On constate donc une forte reproductibilité et une diminution de l'effet thérapeute-dépendant. Les études sur ces 2 techniques suggèrent des effets probants au moins sur l'efficacité de la toux, mais aussi sur la déglutition. À noter que l'étude de Miles *et al* (175) (20 sujets) sur la LSVT sert d'étude pilote à un essai de plus grande envergure, dont les résultats devraient être disponibles en 2020 (communication personnelle de l'auteur).

Facteurs de variabilité de l'effet

Certaines études ont montré une variabilité de l'effet en fonction des caractéristiques du sujet. C'est le cas par exemple de l'EMST, moins efficace dans la population féminine. Les autres

techniques n'ont malheureusement pas évalué ce facteur alors que l'on sait de manière générale que la masse musculaire de la femme est moins importante et qu'elle est plus touchée par la sarcopénie. Les techniques relevant du renforcement musculaire auraient intérêt à en tenir compte dans leurs résultats et d'évaluer l'impact du genre sur l'effet bénéfique de leur thérapie. De même la plupart des études n'évaluaient leur efficacité que sur une population atteinte de dysphagie modérée dans un contexte de sévérité modérée de la maladie de Parkinson. Les seules à évaluer leur effet dans la population de Parkinsoniens sévères sont les techniques de compensation par adaptation des textures de liquide.

La description de la phase motrice du sujet (ON ou OFF) au moment de la rééducation était rare. Ceci pose la question de l'efficacité relative d'un apprentissage moteur ou d'un renforcement, lorsqu'il est réalisé en phase motrice ON ou OFF. Cependant des études pilotes ont montré pour l'EMST (179) et le travail de renforcement lingual (188), l'indépendance entre l'effet de la rééducation et la phase motrice. Par ailleurs, aucune étude ne décrivait l'évolutivité de la maladie de Parkinson préalable à l'inclusion du patient. Or cette évolutivité a nécessairement un impact sur l'efficacité du traitement rééducatif. De plus, en cas de cumul de techniques multiples, peu d'études évaluaient l'effet synergique ou antagoniste de ces techniques (139–141,167). Ceci est particulièrement vrai dans la thérapie conventionnelle orthophonique, qui associe les exercices sans évaluer leurs effets respectifs, les uns sur les autres. Il existe aussi une variabilité de l'efficacité des techniques sur un caractère rééducateur-dépendant. Certaines techniques nécessitent une formation obligatoire du fait du brevet attaché à la technique (175,189). Ceci permet de contrôler l'expertise du rééducateur à la technique en question. Cette variabilité de l'effet en fonction du thérapeute a un impact limité dans les grandes études avec rééducateurs multiples (141), ayant également reçu une formation spécifique. En revanche les thérapies novatrices testées sur petits échantillons, par une équipe unique, ont un effet bénéfique fortement rééducateur-dépendant. Enfin l'effet bénéfique des techniques de rééducation varie en fonction de la durée et de l'intensité des programmes. Des études de répétition RCT multiples sont nécessaires pour confirmer l'efficacité d'un programme d'une durée et d'une intensité donnée, avant de réaliser de nouvelles études avec une variation de ces paramètres.

L'effet des thérapies décrites dans ce corpus d'études peut aussi être impacté par le biais de publication. Quelques études pilotes avec un patient unique ou un nombre très restreint de sujets montraient des effets nettement supérieurs à ceux évalués pour le même programme avec les mêmes paramètres dans des études RCT ou sur plus grand échantillon. Au-delà de l'effet placebo ou du biais de sélection des patients dans ces études, il existe probablement un biais de publication. En effet, ces études fragiles, en case report ou sur faible échantillon ont probablement plus de probabilité d'être publiées si elles montrent un effet bénéfique important. Cependant la publication de ces articles permet de soulever des hypothèses d'effet bénéfique d'une thérapie novatrice, qui pourront être investiguées en étude de type RCT.

Évolution de l'effet de la rééducation dans le temps

Les thérapies relevant d'un renforcement musculaire sont sujettes au Detraining, avec une diminution progressive du gain obtenu suite à la thérapie. Ces techniques, employées en programme intensif, d'une durée définie d'en général 4 semaines, comme l'EMST, bénéficieraient donc favorablement de stages réguliers de réinduction. En revanche, les techniques relevant du Skill Training, ou intégrant un biofeedback, ont montré que non seulement leur efficacité se maintenait à distance de la thérapie, mais qu'il existait un Learning Effect. En effet, le patient continue d'apprendre à chaque mise en situation (repas) avec une poursuite de l'amélioration de la déglutition en dehors de la thérapie. Aucune des études n'a montré une stabilisation de l'effet de la thérapie dans le temps. Ceci découle probablement du caractère évolutif de la maladie de Parkinson.

Pertinence clinique

Une majorité de ces études décrivait un effet significatif statistique. En revanche, il n'était pas évoqué la significativité clinique. Aucun article ne définissait de MCID (Minimal Clinically Important Difference). Cet effet minimal cliniquement pertinent est assez peu décrit dans la littérature sur la dysphagie (Hutcheson 2016). Deux études évaluaient en revanche l'effet en termes de survie du patient et du risque de pneumopathie (49,182). Ce sont les 2 seules études pour lesquelles une pertinence clinique est inhérente au critère d'évaluation. Des éléments permettent d'envisager la pertinence clinique de l'effet bénéfique de l'EMST. En effet, Gross *et al* (20), ont montré qu'une déglutition à volume courant utilise 2cm d'H₂O. Une déglutition à capacité pulmonaire total nécessite 7 à 10cm d'H₂O. Ceci permet de mettre en perspective l'augmentation en moyenne d'une vingtaine de centimètres de pression expiratoire maximale lié à l'EMST. De même, Pitts *et al* (188) apportait quelques éléments en faveur d'une pertinence clinique du renforcement lingual. Cette étude montrait que les patients parkinsoniens non-dysphagiques présentaient la même pression linguale maximale de 55 kPa en moyenne que les sujets sains, à la différence des sujets dysphagiques parkinsoniens chez qui on relevait une pression linguale maximale à 37 kPa en moyenne. Ceci permet donc de connaître une différence cliniquement pertinente. Les tailles des effectifs étaient déterminées, le cas échéant, à partir d'un effet minimal statistiquement significatif. La détermination objective de ces MCID pour chaque paramètre d'évaluation semble d'autant plus important chez le patient parkinsonien du fait de la mauvaise perception des troubles par le patient. Elles permettraient également de parvenir à déterminer plus précisément si les thérapies avec effet dose dépendant, par exemple l'EMST, nécessitent vraiment d'être conduites à un degré intensif. Cela éviterait également l'emploi de paramètres de rééducation avec un effet statistiquement significatif mais cliniquement non pertinent.

Indications et prescription médicale de la rééducation de la dysphagie oropharyngée dans la Maladie de Parkinson

Compte tenu du peu d'études et de l'absence de RCT comparant les techniques entre elles, il est difficile de déterminer si les techniques directes de déglutition sur bolus sont plus efficaces que les techniques indirectes reposant sur la transférence. Au contraire, il relève plutôt du praticien de déterminer laquelle de ces thérapies est la plus adaptée à son patient, en fonction de ses anomalies de la déglutition, de la sévérité et de l'évolutivité de la maladie de Parkinson, de son genre et de son état cognitif. La prescription rééducative doit aussi tenir compte de l'implication du patient dans la thérapie et de ses préférences, des facteurs de bonne adhésion et de compliance. Le clinicien prescripteur doit également rester lucide quant à l'impact de la disponibilité réelle des thérapeutes dans le territoire où il exerce, sur la mise en application de la rééducation qu'il préconise. Il est également primordial de tenir compte de la motivation du patient et des contraintes logistiques et financières que la rééducation ferait peser sur lui et son aidant principal.

- *Indication classique des techniques en fonction des anomalies de la déglutition, au vu des données actualisées de la littérature*

Temps oral

Le temps oral pur est peu étudié spécifiquement dans la littérature, bien qu'il corresponde à une gêne du patient en particulier : le rolling ou pumping lingual. Les modifications de textures de type épaissement des liquides aident au contrôle du bolus. La stimulation auditive rythmée montrait (Nozaki) un effet sur le temps de transit oral. Dans les thérapies conventionnelles, ce temps est travaillé par des exercices linguaux (rotation et de protraction /rétraction-enroulement) ou de phonation (diction forcée de phonèmes plosifs). La technique de Masako et le Skill Learning lingual (Pitts) ont également montré qu'il permettait de diminuer le temps de transit oral.

Temps pharyngé

L'objectif principal est d'améliorer la protection primaire des voies aériennes inférieures, directement ou en potentialisant l'efficacité de la propulsion pharyngée. Le contact entre la base de langue et la paroi pharyngée postérieure, peut être amélioré par la manœuvre de Masako ou la succion d'une compresse humide. La fermeture du plan glottique, peut être travaillée par les exercices phonatoires (148) (157) : phonation prolongée de /a/, Glissando de voyelle et la diction de phonèmes plosifs. Les programmes de chant en groupe ou en auto-rééducation emploient ces exercices (164,166,174). La logopédie conventionnelle l'inclut en général dans son programme (161). Sur le paramètre de l'élévation laryngée, il existe aussi un effet du glissando(166), mais la technique principale utilisée est la déglutition d'effort, en thérapie directe ou quasi-directe. Le contrôle de cette élévation du complexe hyalolaryngé peut aussi être travaillé en Skill Learning, en termes de précision (108) et de stabilité (150). La manœuvre de Masako favorise également le déplacement antéro-supérieur du larynx. Deux autres techniques purement compensatoires sont également utilisables : la manœuvre de

Mendelsohn, avec une élévation manuelle forcée de l'os hyoïde, et le « Chin-Down » ou « Chin Tuck », qui consiste à descendre le menton vers le sternum pour abaisser artificiellement l'épiglotte et le plan glottique sur le larynx au lieu de l'inverse. La déglutition d'effort et le Masako majorent la pression exercée sur le bolus et favorisent sa propulsion. Le surcroît de pression est exercé en antérieur lors de l'effortful Swallow et en postérieur par le bombement de la paroi pharyngée postérieure dans le Masako. L'eau gazéifiée favorise la propulsion par une stimulation sensorielle qui favorise le péristaltisme pharyngé. La modification de texture transforme les afférences sensorielles, influant sur le péristaltisme pharyngien. La technique du Chin down, en induisant une modification de la configuration pharyngée améliorerait la propulsion en limitant les résidus valléculaires, mais avec une efficacité moindre sur les résidus des sinus piriformes (122). La coordination entre respiration et déglutition est encore peu rééduquée. La rééducation de la coordination pneumophonique dans la LSVT et la thérapie par le chant peuvent faire l'objet de transférence sur la coordination entre respiration et déglutition. En revanche la stimulation auditive rythmée a montré un effet sur cette coordination, avec instauration d'un schéma inspiratoire pré-déglutition permettant une apnée per et post déglutition plus longue

Protection secondaire : la toux

La LSVT, l'EMST et les techniques de modulation activatrice de la toux ont montré une amélioration du caractère balistique, et donc de son efficacité sur la clairance des voies respiratoires.

➤ Indication des techniques en fonction des caractéristiques du patient

Il est important d'orienter les choix de la technique de rééducation en fonction des caractéristiques du patient : la sévérité de sa maladie, ses autres symptômes, son sexe, son état cognitif et son implication. En cas de préférence marquée du patient pour un type de thérapie, et compte tenu de l'absence de supériorité démontrée d'une technique par rapport à une autre, permettre au patient un choix peut avoir un impact positif non négligeable sur sa motivation et son adhésion, donc sa compliance au traitement. En cas de difficulté géographique d'accès à une rééducation intensive, la télé-rééducation et l'auto-rééducation devraient être développées, afin d'éviter qu'un patient ne se trouve en défaut de rééducation de façon prolongée. Cependant, ces techniques ne sont pas adaptées aux sujets parkinsoniens présentant une altération cognitive ou un faible niveau éducatif (190). Il faut s'orienter vers d'autres techniques rééducatives.

Phase initiale : entretien des capacités et prévention des troubles de la rééducation (figure 10)

Le suivi et l'évaluation doivent être fréquents afin de dépister des troubles de la déglutition non perçus par le patient. D'autre part, un suivi dentaire doit être effectué de façon régulière du fait de l'impact de la maladie de Parkinson sur les maladies carieuses et parodontales. En effet ces dernières sont plus fréquentes que dans la population générale et une denture altérée complique et accentue les troubles de la déglutition. Un programme d'éducation thérapeutique serait intéressant à cette phase afin de sensibiliser les patients et de mettre en

place des mesures préventives. Au sein d'une approche actionnelle, l'éducation thérapeutique pourrait inclure une vulgarisation des notions de base de la déglutition, des séances avec un biofeedback visuel augmenté pour une prise de conscience de la complexité de la déglutition : son déroulement temporel, la force nécessaire et la coordination entre déglutition et respiration (pattern respiratoires protecteurs). Ceci pourrait permettre une prise de conscience plus précoce des troubles de la déglutition, ainsi qu'une meilleure compréhension et efficacité des techniques de rééducation lorsqu'elles s'avèreraient nécessaires.

Il pourrait inclure des séances d'apprentissage moteur de certaines manœuvres : la déglutition forcée, la manœuvre Masako, la posture du Chin Down. En effet, Ayres *et al* (153) a montré que les postures sont plus efficaces lorsqu'elles ont fait l'objet d'un programme de 4 semaines d'apprentissage et d'entraînement, avec des séances en présence du thérapeute de 30 minutes 1 fois par semaine, et de la pratique en auto-rééducation biquotidienne de ces postures. Cela permettrait de les ancrer dans la mémoire procédurale du patient, avec une efficacité quasi immédiate s'il finissait par y avoir recours. Ce pourrait également être l'occasion d'apprendre au patient à réguler positivement sa toux pour la rendre plus efficace, afin qu'il sache la moduler de façon activatrice en cas de besoin. Une sensibilisation à l'hygiène buco-dentaire, pourrait aussi être l'occasion d'enseigner des techniques d'automassages faciaux et endobuccaux permettant de réduire la déafférentation progressive de la sphère orofaciale dont souffre le patient parkinsonien. Dans le même ordre, il serait intéressant de conseiller des modifications d'habitudes alimentaires, comme l'introduction régulière d'eau gazeuse, et l'incorporation d'épices à ses repas. Ceci pourrait permettre de lutter contre la déafférentation pharyngée, par une neurostimulation périphérique sensorielle. Cette prise en charge pourrait être complétée par l'apprentissage d'auto-exercices moteurs quotidiens. L'objectif serait d'entretenir la mobilité linguale et la force oropharyngée. Il a en effet été montré que le volume de ces muscles diminue avant l'apparition des anomalies de la déglutition (191). Ce programme d'auto-rééducation quotidien pourrait être constitué d'un cycle de 2 déglutitions forcées, puis 2 manœuvres de Masako, suivi de 2 protrusions et de 2 enroulements de langue, le tout répété 5 fois. Enfin la mastication quotidienne de chewing gum à raison de 15 minutes pourrait être conseillée, afin d'entretenir les capacités de mastication, la gestion salivaire et réaliser un entraînement à la déglutition par augmentation du nombre de ses répétitions(170).

Par ailleurs, il semble pertinent de proposer au patient de s'inscrire dans une chorale, de faire du karaoké ou d'inclure d'autre pratique du chant afin d'entretenir ses capacités expiratoires et la capacité d'adduction de ses cordes vocales tout en luttant contre l'apparition de l'hypophonie. Une séance hebdomadaire serait suffisante selon Stegemöller *et al* (166), puisqu'aucun bénéfice additionnel n'a été perçu avec une thérapie par le chant plus intensive. Du fait de la détérioration plus rapides de leurs capacités expiratoires, il pourrait s'avérer intéressant de proposer aux femmes un programme annuel d'entretien de la pression maximale expiratoire par EMST. En termes de dose minimal requise, il a été montré un effet bénéfique, dès une pratique de l'EMST 3 fois par semaine. Il pourrait donc être proposé 4

semaines d'auto-rééducation, à raison de 3 fois par semaine, réalisées à 75% de la pression expiratoire maximale avec l'EMST150®.

Phase d'état : rééducation de la dysphagie (figure 11)

Dans le cadre de la phase d'état chez un patient conservant un état cognitif dans la norme (MMSE >24), la rééducation en Skill Learning semble la plus indiquée. Elle présente une composante directe et quasi-directe qui présente une bonne reproductibilité en écologie. L'emploi de biofeedback à restitution visuelle immédiate de la performance présente un effet éducatif. D'autre part, l'imprédictibilité de l'exercice favorise la synaptogénèse et l'interconnexion neuronale. Cette thérapie permet au patient d'effectuer un recalibrage de la chronologie et de la force impliquées dans une déglutition efficace. Elle paraît utile dès l'apparition des troubles. D'autre part, son Learning Effect permet au patient de poursuivre ses progrès après la fin de la rééducation. Un programme suivant les modalités d'Athukorala *et al* (108) paraît indiqué : 2 semaines de rééducation intensive à raison de 1 heure, 5 jours par semaine. Il nécessite cependant que l'orthophoniste ou le centre de rééducation s'équipe d'un appareil, Bisskit® coûtant environ 500€.

Dans le cas où il paraît impossible d'établir une rééducation individuelle intensive du fait de la mauvaise disponibilité du thérapeute ou du patient (déplacements impossibles, persistance d'une activité professionnelle...), l'EMST qui est réalisée en auto-rééducation, permettrait une rééducation intensive. La LSVT présente également l'intérêt de pouvoir être pratiquée en télé-rééducation à distance (192) ou en auto-rééducation au moyen d'un logiciel (193), avec une efficacité comparable à la LSVT classique sur la phonation. L'efficacité de ces modalités de mise en œuvre de la LSVT n'ont cependant pas été testées sur la dysphagie.

Bivalence du traitement

L'emploi d'une technique ayant une efficacité sur plusieurs des symptômes du patient peut être un avantage pour la rentabilisation du temps de rééducation et le bénéfice perçu par le patient. La composante motivationnelle et la compliance au traitement s'en trouveraient augmentées.

Ainsi, dans le cas où le patient présenterait, une dysphonie associée à la dysphagie, la LSVT paraît la plus indiquée, puisqu'elle présente des effets bénéfiques sur les 2 fonctions de déglutition et de phonation. Cette thérapie s'effectue à raison de 4 semaines de rééducation intensive : séance individuelle 1 heure 4 fois par semaine avec auto-rééducation 15 minutes par jour (162,175).

Dans le cas où le patient présente un léger déconditionnement à l'effort ou en cas de Peak flow altéré, l'EMST serait la technique à privilégier. A ce stade, un programme annuel d'auto-rééducation pourrait être réalisé sur 1 mois, avec 5 séances par semaine, de 5 séries de 5 expirations, réalisées à 75% de la MEP avec l'EMST150 (142). Compte tenu de l'effet positif de la durée du traitement sur l'effet du programme (145), et en intégrant le fait qu'elles répondent moins au traitement (179), le programme d'auto-rééducation des femmes pourrait aller jusqu'à

8,5 semaines(177), avec les mêmes paramètres de rééducation que les hommes afin d'obtenir un effet comparable dans les 2 genres. En revanche, du fait du Detraining, une réinduction par un nouveau programme d'EMST devrait être réalisée. D'après la cinétique que les études semblent décrire, une réinduction annuelle permettrait d'intervenir au moment où le patient a perdu environ la moitié du bénéfice du programme précédent (144,145).

Prépondérance d'une anomalie spécifique

En cas de déclenchement pharyngé fortement allongé, la stimulation thermotactile peut être employée par application d'un stylet (Thermostim), glacé pendant 30secondes pour atteindre une température de 0-3°C, puis appliqué au niveau des piliers antérieurs des voiles du palais(169). La NMES couplée à la déglutition forcée paraît cependant plus efficace sur le long terme(167).

En cas de temps oral allongée ou de résidus importants, le Skill Learning lingual par TPSAT (Tongue Pressure Strength And Accuracy Training), a montré de bons résultats dans la population post AVC (112,194). Une étude prometteuse en case report montre aussi une efficacité importante sur un patient parkinsonien (159). Les exercices sont réalisés à 70% de 1RM et avec une composante de difficulté croissante imprédictible.

Si le patient présente un défaut d'adduction des cordes vocales prépondérant, les exercices phonatoires ciblés (70), le chant avec des glissando (166) et la LSVT semble le plus indiqués (175). En cas d'échec il peut être proposé une augmentation des plis vocaux par injection ou laryngoplastie (195).

Thérapie conventionnelle orthophonique : suggestions de définitions de quelques paramètres

Dans le cas où l'accès aux programmes de rééducation de la déglutition préalablement cités serait impossible, la thérapie conventionnelle de la déglutition peut être réalisée en orthophonie. En revanche, la mise en œuvre de cette thérapie doit être intensive (au moins supérieure en fréquence à 3 fois 1 heure par semaine). Les exercices de renforcement lingual devraient être réalisés avec une force de pression supérieure à 60% de 1RM (109,196). De même, les exercices relatifs à la phonation prolongée devraient être travaillés à plus de 60% du temps phonatoire maximum. La charge des exercices quasi-directs devrait débuter, avec une humectation de 1 gorgée toutes les 3 minutes (158) : Déglutitions D'effort, manœuvre de Masako.... Enfin, l'apprentissage des postures et manœuvres devrait faire l'objet d'un programme intensif de 30 minutes 4 fois par semaine pendant 4 semaines, associé à des mises en pratique quotidienne (153).

Dans l'idéal, l'application de la thérapie conventionnelle devrait comporter une part d'auto-rééducation pour augmenter l'intensivité et permettre un meilleur ancrage des techniques apprises avec une mise en pratique au moins 5 fois par semaine (196). Celle-ci pourrait permettre de diminuer le temps alloué à la rééducation individuelle, sans s'y substituer.

Phase sévère de la maladie de Parkinson (figure 12)

Lorsque la maladie de Parkinson s'aggrave, il faut passer à la mise en œuvre de techniques purement compensatoires. Dans un premier temps elles reposent sur la conscientisation de l'acte de déglutition et l'application de techniques posturales et de manœuvre. Il paraît avantageux de les avoir apprises avant cet état, où les capacités d'apprentissage moteur sont diminuées et la fatigabilité augmentée. Progressivement, les techniques de conscientisation deviennent plus difficiles à appliquer par le patient, du fait de cette fatigabilité et de la détérioration de son état cognitif. Une autre composante primordiale est l'adaptation des textures en particulier des liquides : épaissement, gazéification(137,182). Les textures molles avec un bon enrobage lipidique sont également plus faciles à consommer de façon sécuritaire par le patient tout en limitant les résidus et facilitant la propulsion. Le rôle des aidants dans ce contexte est primordial. Le recours à un indiçage verbal par l'aidant au cours des repas serait favorable en cas de trouble de l'initiation de la déglutition(151). En cas de fatigabilité, il ne faut pas hésiter à fractionner l'alimentation. En revanche ceci doit s'accompagner d'une vigilance à l'hygiène bucco-dentaire accrue. A noter que l'absorption de la L-Dopa est meilleure lorsqu'elle est faite estomac vide. Le traitement aurait donc intérêt à être administré 1 heure avant le repas, ce qui permet de surcroît de placer le repas en phase motrice ON, facilitant l'alimentation.

A ce stade la MPI, il faut surveiller de près l'état nutritionnel. Du fait de l'accroissement de la difficulté d'alimentation, le patient perd l'envie de se nourrir(16,197). Il est important d'être attentif à l'appétence des plats, y compris en texture adaptées. De plus l'allongement de la durée du repas nécessite que l'on soit vigilant au refroidissement du plat, qui peut constituer un facteur d'abandon du repas. En cas de perte de poids, persistant malgré l'instauration de compléments nutritionnels oraux hyperprotéinés hypercaloriques, il paraît nécessaire de préparer le patient et la famille à la mise en place d'une sonde de gastrostomie. Cette décision devrait être prise avant que l'alimentation orale soit impossible(198). L'objectif est alors de compléter ou remplacer les apports oraux insuffisants et d'éviter le cercle vicieux, *pneumopathie d'inhalation-dénutrition* qui altère le pronostic vital. Le maintien d'une alimentation partielle ou plaisir doit être privilégié, pour favoriser l'entretien de la déglutition qui permet une meilleure gestion salivaire(199). A noter que l'alimentation entérale par gastrostomie ne permet pas d'éliminer les fausses routes salivaires et n'exclut donc pas le risque de pneumopathie d'inhalation(183). L'indication est donc bien à poser sur le risque de dénutrition en visant un meilleur état général lorsque survient la pneumopathie d'inhalation, pour en limiter les conséquences.

D'autre part, cette phase est souvent associée à un bavage très gênant pour le patient. Il existe des techniques de conscientisation de la déglutition salivaire avec un travail sur métronome. Si elles n'ont pas fait la preuve de leur supériorité sur l'emploi de Toxine Botulinique, elle présente l'avantage de ne pas exposer le patient à un surcroît de la dysphagie, effet indésirable possible de l'injection de toxine.

Syndrome Parkinsonien Atypiques

Les patients avec syndrome parkinsonien atypiques (MSA, PSP...) présentent une évolutivité plus sévère. Dès le diagnostic de la maladie une auto-rééducation par Skill Training peut être mise en œuvre(147). En revanche, l'évolution vers la compensation par adaptation des textures se fera plus précocement ou en parallèle de la rééducation. Dans cette population en particulier, il faut anticiper la question de la gastrostomie, et ne pas attendre une franche dénutrition pour l'évoquer avec le patient et sa famille.

Les aidants

Il n'existe pas d'accompagnement ou de formation qui leur soient dédiés spécifiquement sur la déglutition. Cependant ceci présenterait un intérêt non négligeable pour les sensibiliser aux signes de fausses routes, à l'adaptation des consistances, à l'installation et aux postures. L'enseignement de la manœuvre de Heimlich aux aidants principaux paraît également indiqué. Ceci pourrait s'inscrire au sein d'un programme d'accompagnement, qui évoquerait également l'évolution cognitive et s'inscrirait dans un groupe de soutien.

Difficulté d'accès à une rééducation intensive de la dysphagie et pistes alternatives

La rééducation de la déglutition se fait essentiellement à ce jour chez les orthophonistes (49,187). Or, il existe de fortes disparités d'accès à la logopédie entre grandes villes, villes moyennes et secteur rural, ce qui complique l'accès au soin. D'une part, les délais d'attente pour une prise en charge avec ces thérapeutes sont longs (187). Ces délais sont particulièrement délétères dans la population des sujets parkinsonien, où les troubles ont un caractère évolutif et leur perception par le patient est tardive. Par ailleurs, l'importance de la patientèle des orthophonistes en secteur libéral, et donc du ratio patient – thérapeute, ne permet que rarement au thérapeute de mettre en place une rééducation intensive. Or le volume de rééducation, en fréquence et intensité, est clé à la fois dans le renforcement musculaire mais aussi dans la stimulation de la neuroplasticité et l'acquisition de nouveaux schémas moteurs (200). Plusieurs éléments pourraient limiter l'impact de cet accès aux soins difficile. D'abord l'auto-rééducation, par son travail en autonomie du patient, peut permettre d'obtenir une thérapie intensive, en augmentant substantiellement la fréquence et le volume de la rééducation. Elle nécessite une implication et responsabilisation du patient, qui sont aussi des facteurs d'apprentissage de qualité. Par ailleurs, certaines des techniques indirectes comme l'EMST (142,146,177) ou le chant présentent (164,166) l'intérêt de reposer sur des thérapeutes moins difficiles d'accès que les orthophonistes. De même, toujours dans l'optique de diminuer les contraintes logistiques et de permettre un accès aux soins indépendant du territoire, des études devraient être menées sur la télé-rééducation (201–203). Les thérapies indirectes et les exercices quasi-directs pourraient en effet être réalisés à distance, sans impliquer la sécurité du patient, comme ce serait le cas en thérapie directe avec un bolus. Une première étude a montré l'efficacité de la LSVT pratiquée en télé-rééducation sur la communication(192). Une autre étude a montré la possibilité de réaliser une rééducation LSVT en autonomie via un logiciel ou une application sur internet, avec des résultats favorables sur la dysarthrie et la dysphonie (193). Une étude qui évaluerait son efficacité sur la déglutition

serait nécessaire. Par ailleurs, toujours dans les techniques indirectes, l'utilisation, en dehors de séances individuelles hebdomadaires, de support vidéo et gamifié (81,97,204,205) en auto-rééducation sans intervention du thérapeute ont montré une efficacité éducative et ludique dans la rééducation de la maladie de Parkinson. D'autre part, les thérapies de groupe par le chant, peuvent permettre d'augmenter le volume de rééducation. Elles permettent aussi de limiter le coût en augmentant le ratio patient-thérapeute. Elles peuvent aussi contribuer à lutter contre l'isolement et le désinvestissement de la vie sociale. Enfin leur aspect ludique aboutit à une bonne adhésion du patient donc une bonne compliance au traitement.

Limites de cette revue de la littérature

Il n'a pas été possible de réaliser une mesure de la taille de l'effet en termes de Différence Moyenne Standardisée MDS ou de Cohen, ce qui a rendu difficile l'évaluation de l'efficacité réelle. Cependant, après concertation avec le Service de Biostatistique, l'évaluation comparative la plus appropriée s'avère être celle des effets en termes de Différence Moyenne, exprimée en unités de la variable. Compte tenu de l'hétérogénéité des comparatifs, des techniques, des méthodologies, des populations et des critères de jugement, il n'était pas possible de calculer un effet standardisé qui aurait eu du sens. De plus, nos calculs, faits à partir des données brutes, ne tiennent pas compte de la dispersion des données. La variabilité de dénomination d'un même paramètre d'évaluation d'une étude à l'autre et la modification de la définition de ce paramètre en fonction de la technique d'évaluation (VFSS, FEES, EMGs) ont rendu encore plus compliquée l'extraction des données, sans pouvoir exclure une erreur lors du recueil et de l'interprétation. Enfin la revue a été conduite par un seul évaluateur, bien que toutes les études aient été évaluées 2 fois pour limiter les erreurs d'analyse.

Évaluation insuffisante des techniques de rééducation de la dysphagie oropharyngée dans le contexte spécifique de la Maladie de Parkinson

Comparée à la diversité des techniques de rééducation de la dysphagie employées en pratique courante, il existe peu d'études les évaluant chez les patients parkinsoniens. La plupart des essais cliniques évaluant la rééducation des troubles de la déglutition d'origine neurologique sont en effet conduits chez des patients ayant eu un accident vasculaire cérébral (AVC). Or l'incidence de la maladie de Parkinson en France est supérieure à celle de l'AVC. Cette sous-représentation dans la littérature peut s'expliquer par de multiples facteurs. D'une part les patients parkinsoniens se plaignent moins de leurs troubles de la déglutition progressifs(83), que les patients post AVC chez lesquels ils surviennent brutalement. Par ailleurs, de nombreuses études de recherche clinique sont conduites en hospitalisation, du fait d'une simplification logistique. Or, si le patient est hospitalisé en phases aiguë et post-aiguë d'un AVC, les patients parkinsoniens sont, eux, rarement hospitalisés en dehors de complications survenant à un état déjà sévère de la maladie. L'organisation d'une étude nécessite donc que le patient se déplace jusqu'à un laboratoire, un service médical ou rééducatif alors qu'il n'en perçoit pas toujours la nécessité. Dans l'organisation logistique d'une étude de rééducation

chez le patient parkinsonien, il faut également tenir compte de l'horaire de prise de la médication et de la phase motrice, ON ou OFF. L'évaluation et la rééducation doivent donc être réalisées entre 90 et 120 minutes après la prise du traitement oral. Ceci induit une restriction du nombre de plages horaires de rééducation et d'évaluation possibles. Il faut également intégrer les temps de transport pour les patients externes et l'impact qui en découle en termes de fatigabilité. Tout ceci nécessite une période d'étude plus longue et/ou différée, avec des schémas d'étude ouverts fréquents. L'autre alternative est d'augmenter le nombre de rééducateurs ou évaluateurs intervenant dans l'étude. Par exemple les études de Baijens et Heijnen *et al* (140) ont nécessité 85 thérapeutes pour 89 patients. Par ailleurs, une autre difficulté réside dans la multiplicité des paramètres d'évaluation, inhérente aux études de la déglutition. D'ailleurs, un même paramètre pouvait être décrit dans différents termes, selon des techniques d'évaluation différentes et donc avec des définitions différentes. De plus le nombre de données est très important, par exemple plus de 97 000 mesures pour 89 patients dans l'étude de Baijens *et al* (141). L'analyse de ces données nécessite là aussi de multiples évaluateurs ou un temps de traitement très long.

En dehors du faible nombre d'études et de la forte hétérogénéité des techniques, la grande variation des paramètres d'évaluation limite la réalisation de méta-analyses. Les 2 revues de la littérature antérieures (17,19) à cette étude ne sont d'ailleurs pas parvenues à comparer les effets de différentes thérapies pour affirmer la plus grande efficacité d'une technique par rapport à une autre. Par contre, il est possible d'évaluer l'effet d'une thérapie sur plusieurs objectifs afin de déterminer sur lequel elle est le plus efficace. L'évaluation d'un effet standardisé amènerait également à réaliser des comparaisons sur des éléments non comparables : techniques et paramètres d'évaluation différents.

CONCLUSION

Cette revue a permis de mettre en évidence la grande diversité des techniques de rééducation employées lors de la prise en charge de la dysphagie dans la maladie de Parkinson. Le caractère évolutif de la MPI doit être pris en compte dans la prise en charge. L'EMST a le meilleur niveau de preuve du fait d'études RCT mettant en avant son effet sur le risque de fausses routes. Cependant, il existe un fort faisceau d'arguments pour la LSVT et le Skill Training. Une grande partie des études avait recours au biofeedback et à l'auto-rééducation, modalités encore sous-employées en pratique. Nous avons pu proposer un arbre décisionnel permettant d'aider le clinicien dans son choix entre toutes ces techniques, du fait de l'absence de supériorité d'un programme par rapport à un autre. L'application des différentes techniques, en pratique, doit tenir compte de la disponibilité d'un thérapeute, des capacités de déplacement du patient, de la sévérité et de l'évolutivité de sa maladie de Parkinson, de la gravité de sa dysphagie, de son sexe et de son état cognitif et nutritionnel. Le manque de standardisation dans les paramètres permettant d'évaluer la fonction de la déglutition conduisant à l'impossibilité de calculer la taille de l'effet a constitué un facteur limitant important de cette revue de la littérature. Enfin, de nouvelles études, randomisées contrôlées, devraient être conduites sur la LSVT et le Skill Training pour en confirmer l'efficacité.

ANNEXES

Figures de la thèse

<i>Figure 1 - voie nigrostriée</i>	74
<i>Figure 2: structures anatomiques de la déglutition</i>	75
<i>Figure 3 voies neuromotrices de la déglutition</i>	74
<i>Figure 4: selection procedure -PRISMA diagram</i>	77
<i>Figure 5 : therapy effect on penetration and aspiration score</i>	88
<i>Figure 6: effect of therapies on Oral Transit Time (OTT)</i>	89
<i>Figure 7: effect of therapies on Pharyngeal Transit Time (PTT)</i>	89
<i>Figure 8 : effect of therapies on maximum expiratory pression (MEP)</i>	90
<i>Figure 9 : effect of therapies on peak expiratory flow rate (PEFR)</i>	90
<i>Figure 10 : Prévention</i>	95
<i>Figure 11 : Arbre décisionnel - Rééducation</i>	96
<i>Figure 12 : stratégies de compensation</i>	97

Tableaux de la thèse

<i>Tableau 1: phases de la déglutition</i> _____	76
<i>Tableau 2 : critères d'inclusion et d'exclusion</i> _____	76
<i>Tableau 3: population description and methodology evaluation - global therapy</i> _____	78
<i>Tableau 4 :population description and methodology evaluation - compensatory measures</i> _____	78
<i>Tableau 5: population description and methodology evaluation – Swallowing efficiency therapy</i> _____	79
<i>Tableau 6 : population description and methodology evaluation – Cough efficiency</i> _____	80
<i>Tableau 7 : swallowing evaluation criterias</i> _____	81
<i>Tableau 8 : respiratory fonction evaluation criterias</i> _____	82
<i>Tableau 9 : rehabilitation modalities</i> _____	83
<i>Tableau 10 : rehabilitation parameters – Global Therapy</i> _____	84
<i>Tableau 11: rehabilitation parameters – Swallowing Efficiency therapy</i> _____	85
<i>Tableau 12 : rehabilitation parameters – Cough Efficiency Therapy</i> _____	86
<i>Tableau 13 : rehabilitation parameters – Compensatory Measures</i> _____	87
<i>Tableau 14 : therapy effect on swallowing parameters:</i> _____	91
<i>Tableau 15 : effects on dysphagia qualitative parameters</i> _____	92
<i>Tableau 16 : effect on swallowing-breathing coordination</i> _____	93
<i>Tableau 17 : effects on respiratory and cough parameters</i> _____	94
<i>Tableau 18 : détail des recherches réalisées</i> _____	98
<i>Tableau 19: Evaluation parameters</i> _____	100
<i>Tableau 20: extensive description of rehabilitation parameters</i> _____	101
<i>Tableau 21 : details of MDBS scoring</i> _____	104
<i>Tableau 22 : details of PEDRO scoring</i> _____	105
<i>Tableau 23 : confounding factors evaluation</i> _____	106
<i>Tableau 24 : quantification of program intensity</i> _____	107
<i>Tableau 25 : authors conclusion</i> _____	108
<i>Tableau 26 : relative hierarchy of quasi-experimental study design</i> _____	109
<i>Tableau 27 : Modified Down and Black checklist for assessment of methodological quality of randomized and non-randomized studies (as supplied by authors of the scale)</i> _____	110
<i>Tableau 28 : PEDro Scale checklist</i> _____	111

Figure 1 - voie nigrostriée

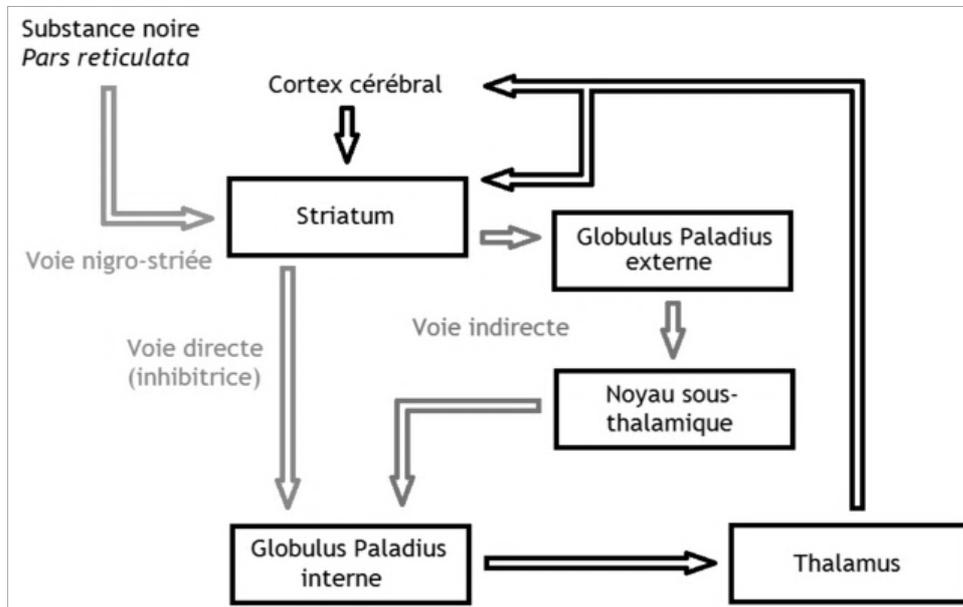
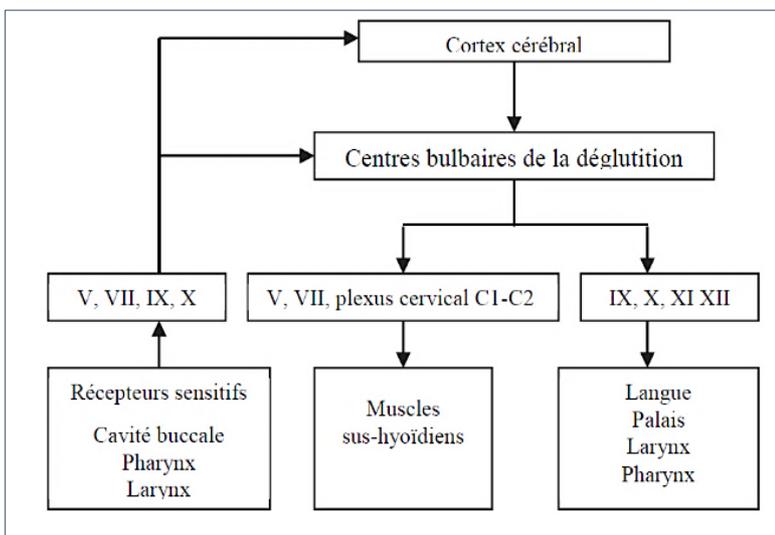


Figure 2 voies neuromotrices de la déglutition



les centres pontiques

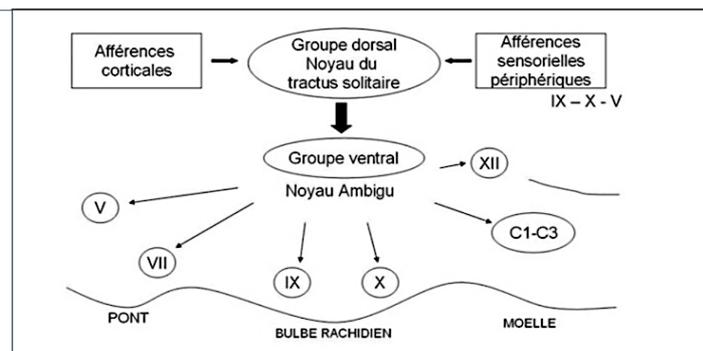
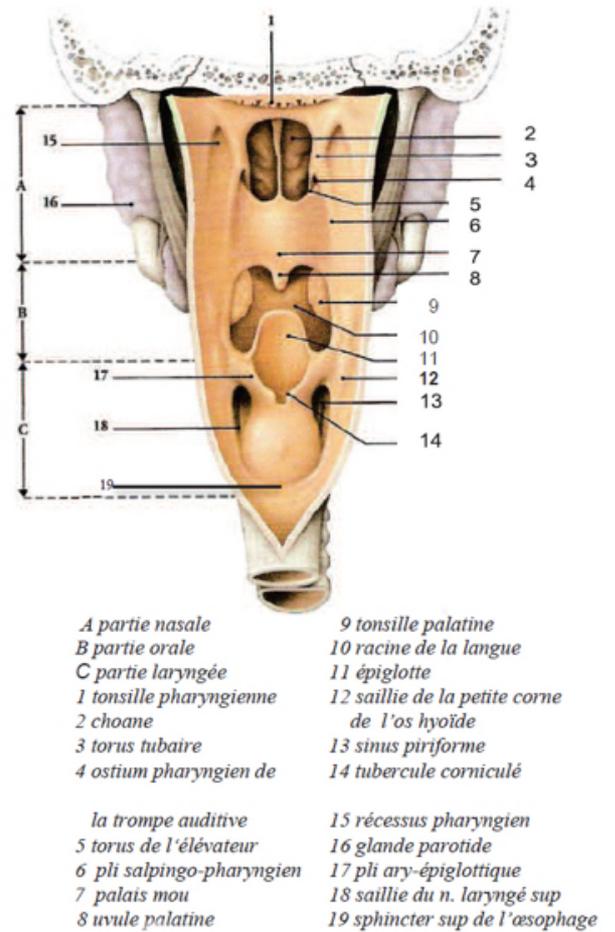
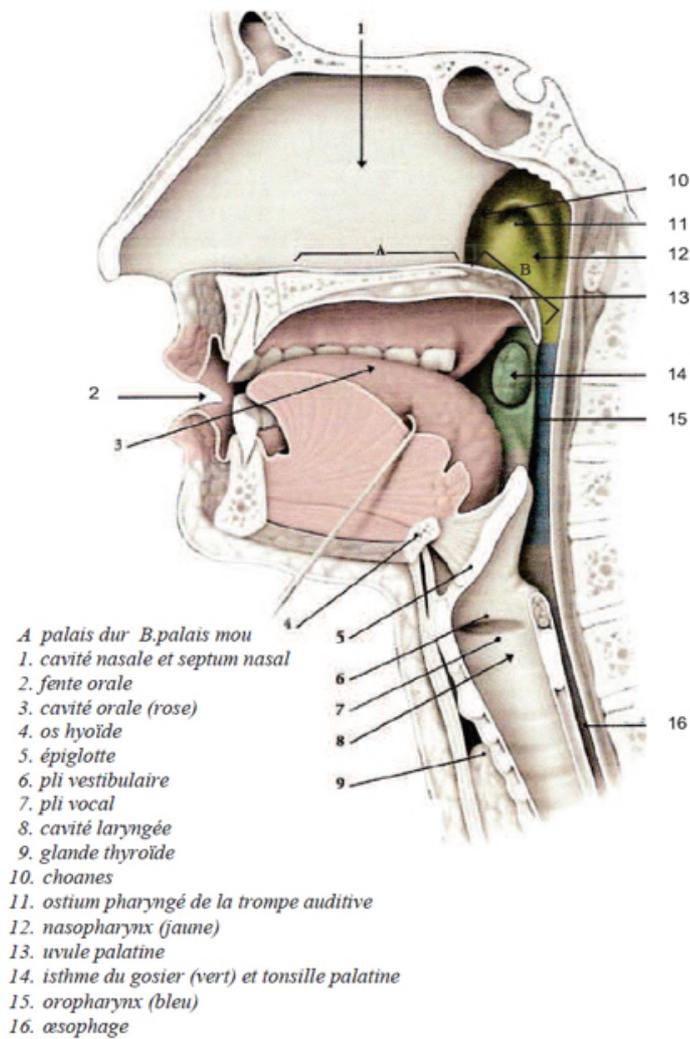


Figure 3: structures anatomiques de la déglutition



Coupe sagittale médiane cervico-faciale

d'après P. Kamina. Précis d'Anatomie Clinique. Maloine, 2^{ème} éd, 2004.T.II.

Vue postéro-latérale du pharynx

Tableau 1: phases de la déglutition

Phases	Structures anatomiques	Valves	Mouvement	Processus
Préparation orale (volontaire)	Lèvres	Lèvres	Occlusion	Contention du bolus
	Mandibule		Mastication	Préparation, insalivation, contention du bolus
Orale de transport (volontaire) Durée : 1s.	Langue	Apex – Alvéole	Élévation	Cohésion du bolus Contention
			Mouvements antéro-postérieurs	Progression du bolus vers l'arrière de la cavité buccale Initialisation du temps pharyngé
	Velum	Velum-BDL	Abaissement du velum Occlusion	Contention du bolus Protection des voies aériennes inférieures
	Langue	Base de langue– PPP	Recul de la base de langue Occlusion oropharyngée	Protection des voies aériennes inférieures Propulsion du bolus vers le SSO
Pharyngienne (réflexe) Durée : 700 ms.	Velum	Velum-PPP	Élévation du velum Occlusion du cavum	Protection des voies aériennes supérieures
	Pharynx		Péristaltisme pharyngien	Propulsion du bolus vers le SSO
	Larynx	Glotte	Adduction des CV Occlusion glottique	Propulsion du bolus vers le SSO
		Épiglotte	Élévation – Avancée Bascule de l'épiglotte Occlusion laryngée	Protection des voies aériennes inférieures
	Muscle crico-pharyngien	SSO	Ouverture	Passage du bolus vers l'œsophage
Œsophagienne (réflexe) Durée : de 8 à 20 s.	Œsophage		Péristaltisme œsophagien	Passage du bolus vers l'estomac

BDL=Base de langue; PPP=Paroi Pharyngée Postérieure; CV=Cordes Vocales; SSO=Sphincter Supérieur de l'Œsophage.

Tableau 2 : critères d'inclusion et d'exclusion

Critères d'inclusion :	Critères d'exclusion
Patients adultes	Études sur l'animal, les cadavres et in vitro
Maladie de Parkinson ou parkinson plus	Consensus et avis d'expert
Avec ou sans troubles de la déglutition	
Publication dans un peer-reviewed journal *	
Langue française ou anglaise	

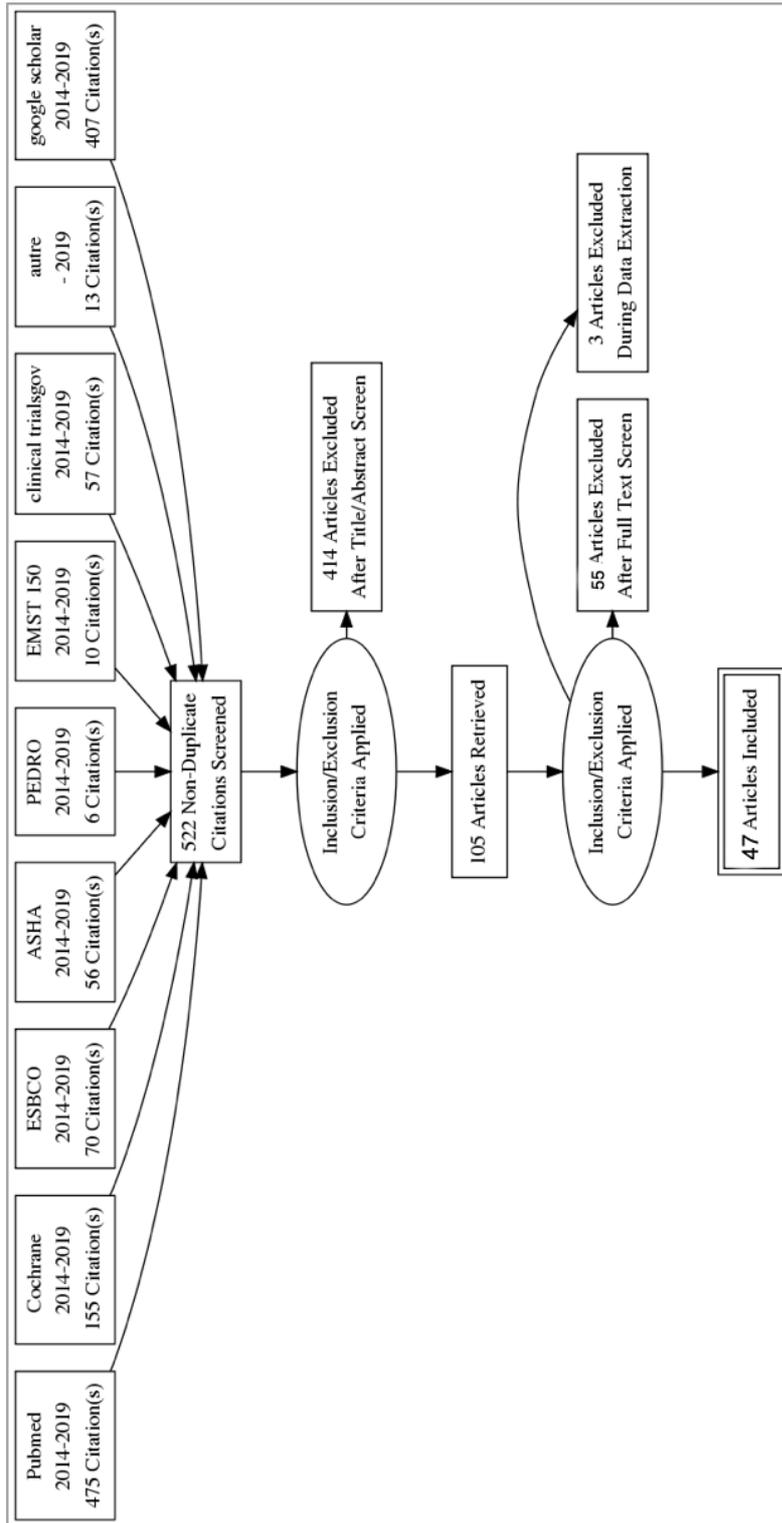


Figure 4: selection procedure -PRISMA diagram

	Population						Study characteristics						Study Evaluation							
	Intervention	Disease Type	H&Y	OPD severity	age	Mean H&Y	DD (yrs)	Sex ratio F/M	Sample		Evaluation modality		Statistical analysis	Design	Impact factor	Confound ing factors	Quasi experiment	PEDROs	MDBS	Siewek Level
									Size	Groups	Instrumental	Clinical								
Global dysphagia therapy																				
1	nagaya 2000	IPD	III-IV	-	72	-	-	-	N = 10		EMG	On	Wilcoxon signed rank test	case control	1,983	9*	A2	-		B
2	Angolo 2013	IPD	I-IV	NS	59,2	2,23	6,6	5/10	N = 15		VFSS	On	Multiple linear regression, correlation of Spearman	Pre post	1,778	0	A2	-	19	B
3	Luchesi 2014	IPD						N = 24		FEES	NS	courbe de Kaplan meier	Pre post	1,412					B	
4	Wang 2018	IPD	I-III	Mild	62,1	1,84	8,5	7/19	N = 26		EMG	NS	Repeated-measures ANOVA	Pre post	3,508	6	A3* O3xO3	-	16	B

Tableau 3: population description and methodology evaluation - global therapy

	Population						Study characteristics						Study Evaluation							
	Intervention	Disease Type	H&Y	OPD severity	age	Mean H&Y	DD (yrs)	Sex ratio F/M	Sample		Evaluation modality		Statistical analysis	Design	Impact factor	Confound ing factors	Quasi experiment	PEDROs	MDBS	Siewek Level
									Size	Groups	Instrumental	Clinical								
Compensatory measures																				
41	Ayres 2016	IPD	II-IV	Moderate	62,2	2,9	11	2/8	N= 10			On	paired-samples Student t-test, spearman, Mann-Whitney Test, covariance ANOVA	case control	0,13	5	A2	-	18	B
42	Ayres 2017	IPD	II-IV	Moderate	62	2,9	11	14/18	N= 32	EG: n= 10 CG: n= 8 EG2: n= 6	FEES	On	Student's t-test	RCT	1,702	4	-	5	20	A
43	Troche 2008	IPD	II-III	Mild to Moderate	68,5	2,1	5,3	5/10	N= 10		VFSS	On	ANOVA	pre post	2,531	2	A3* O6xO6	-	19	B
44	Logeman 2008	IPD or dementia	I-IV	NS	NS	NS	NS	3/7	N= 228 out of 711		VFSS	NS	Descriptive statistics	RCT	1,906	4	-	7	21	A
45	Robbins 2008	IPD or dementia	U	NS	80,5	NS	NS	156/359	N= 515	CD: n= 259 EG1: n= 133 EG2: n= 123		NS	Kaplan meyer, Cox model	RCT	19,384	4	-	6	24	A
46	Kim 2012	IPD	U	-	82,8	-	-	-	N = 50	EG: n= 25 CG: n= 25		NS	Spearman's Correlation, Student t-test, and X2-test	RCT	0,00	9*	-	-	Korean	A
47	Larsson 2017	Lewy body or IPD or dementia	U	Moderate	76	NS	1,9	-	N= 48			NS	Wilcoxon signed-rank test.	pre post	2,651		A2*	-	22	B

Tableau 4 : population description and methodology evaluation - compensatory measures

IPD : idiopathic Parkinson disease; H&Y: Hoehn et Yahr; UPDRS: Unified Parkinson's Disease Rating Scale; DD: Disease duration ; U: unknown; N= number; OPD: oropharyngeal dysphagia; CG: control group; EG : experimental group; HC : healthy control; RCT: randomised control trial ; CT: clinical trial; ANOVA: analysis of variance; quasi experimental classification of Harris On1 xOn2 : with O meaning observation, n1 number of observation before intervention, x : intervention and n2 : number of intervention after intervention

	Population										Study characteristics					Study Evaluation						
	Intervention	Disease Type	H&Y	OPD severity	age	Mean H&Y	DD (yrs)	Sex ratio F/M	Sample		Instrumental	Evaluation modality		Motor phase	Statistical analysis	Design	Impact factor	Contouring factors	Quasi experiment	PEDROs	MDBS	Siewek Level
									Size	Groups		Clinical	Quest.									
<i>Swallowing efficiency therapy</i>																						
5	south 2010	IPD	II-IV	Mild	NS	NS	NS	NS	N = 20		Spirometry EMG	X	On	ANOVA, post hoc trend analysis, regression analysis	case control	8,055	0	A2	-	21	B	
6	Regan 2010	IPD	II-V	Mild	70	3.53	NS	8/7	N = 15		VFSS		On	Wilcoxon signed-rank test.	case control	2,531	5	A2	-	21	B	
7	Fukuda 2016	IPD	I-III	NS	72	2.7	6.0	8/5	N = 13		Manometer		On	Wilcoxon signed-rank test.	pre post	2,275		A3, O3 x O3	-	18	B	
8	Pitts 2014	IPD	II	Moderate	70	2	NS	1/0	N = 1		VFSS	X	NS	Descriptive statistics	case report	Abstract	9*	A3	-	-	C	
9	Visk 2015	IPD	II-III	Moderate	67	2	NS	4/1	N = 5		VFSS		Fixed	Wilcoxon signed-rank test, ANOVA	case report	Thesis	3	A2	-	16	C	
10	Bajlens 2012	IPD	I-III	Mild to Severe	66	2	NS	6/14	N = 20	IPD: n=10 HC: n=10	VFSS		On	Regression analysis	case control	2,531	0	A3 O6 x O6	-	18	B	
11	Heijnen 2012	IPD	I-IV	Mild	68	2	NS	25/65	N = 88	CG: n=28 EG1: n=27 EG2: n=30		X	On	Wilcoxon signed rank test Mann-whitney U test	RCT	2,531	0	-	3	18	A	
12	Bajlens 2013	IPD	I-V	Moderate to severe	68	2	>5	24/66	N = 90	CG: n=30, EG1: n=10, EG2: n=30	VFSS FEES		On	Proportional odds models, Wilcoxon signed-rank test Mann-Whitney U test	RCT	2,442	0	-	3	17	A	
13	Park 2018	IPD	I-II	NS	63,44	2	NS	10/8	N = 18	EG : n= 9 CG : n= 9	VFSS		On		RCT	1,778	4	-	6	18	A	
14	Felix 2008	IPD	III	Mild	70.2	3	9.2	1/3	N = 4		Manometer		On	analyse de variance, Student t-Test	Pre post	1,421	1	A2	-	18	B	
15	Krishnan 2013	PD plus syndrom	III	Severe	77	3	3	1/0	N = 1		EMG	X	NS	Descriptive statistics	case report	0,00	5	A2	-	13	C	
16	Malloy 2014	IPD	U	Mild	69.9	NS	6.5	20/31	N = 51	IPD : n= 27 HC: n= 24	EMG	X	NS	ANOVA post hoc Bonferroni	case control	1,778	3	A2*	-	12	B	
17	Athukorala 2014	IPD	II-III	Moderate to severe	67.4	2.5	6.6	3/7	N = 10		EMG BISKIT®	X	On	Repeated measures of variance Post hoc paired comparison	Pre post	3,077	4	A3 O2xO2	-	18	B	
18	Perry 2018	MSA	STADE ³	Moderate	44	UPDRS part 3: 17	3	0/1	N = 1		FEES BISKIT®	X	On	ANOVA	case report	7,072	1	A2	-	16	C	
19	Manor 2013	IPD	I-IV	Mild	68.8	2.2	8.1	NS	N = 42	EG: n= 21, CG: n = 21	FEES	X	NS	Multivariate ANOVA, paired comparison analysis	RCT	4,721		-	7	21	A	
20	Pinnington 2000	IPD	II-V	Mild	68	UPDRS 25	11	5/7	N = 26	IPD: n= 12 HC: n= 14	Exeter assessment		On	two-tailed Student's t tests.	case control	8,055	6	A2*	-	16	B	
21	Nozaki 2011	IPD	III-IV	Moderate	69.2	3.25	8.9	8/12	N = 20	EG: n= 10 CG: n= 10	VFSS		NS	Linear mixed effects models	RCT crossover	2,474	5		5	18	A	
22	Nozaki 2017	IPD	U	Severe	NS	NS	NS	-	N = 38	IPD: n=18 HC: n= 20	Sound record spirometry		NS	Mann-Whitney U test and Wilcoxon signed-rank test	case control	Abstract	9*	A3* O5;O5	-	-	B	

Tableau 5: population description and methodology evaluation – Swallowing efficiency therapy

IPD : idiopathic Parkinson disease; H&Y: Hoehn et Yahr; UPDRS: Unified Parkinson's Disease Rating Scale; DD: Disease duration ; U: unknown; N= number; OPD: oropharyngeal dysphagia; CG: control group; EG : experimental group; HC : healthy control; RCT: randomised control trial ; CT: clinical trial; ANOVA: analysis of variance; quasi experimental classification of Harris On1 xOn2 : with 0 meaning observation, n1 number of observation before intervention, x : intervention and n2 : number of intervention after intervention

	Population				Study characteristics				Study Evaluation										
	Intervention	Disease Type	H&Y	OPD severity	Mean H&Y (yrs)	DD (yrs)	Sex ratio F/M	Sample		Evaluation modality		Design	Impact factor	Confound ing factors	Quasi experiment	PEDROs	MDBS	Siewek Level	
								Size	Groups	Instrumental	Clinical								Motor phase
Cough efficiency Therapy																			
Robertson 23 1984	SLT	IPD	U					N=18	EG: n= 12 CG: n= 6	+ video	On	ANOVA	RCT	1,696	3	-	20	A	
El Sharkawi 24 2002	LSVT:	IPD	II-IV	Moderate	67,5	2,9	2/6	N= 8		VFSS	On	ANOVA	pre post	7,144	3	A3 O3xO3	14	B	
Liotti 2003	Lee Silverman voice Treatment	IPD	II-III	-	61	2,2	1/4	N= 10	IPD: n= 5 HC: n= 5	O-H2O PET scanner, VFSS	NS	ANOVA	case control	8,055	5	A2	16	B	
Miles 2017		IPD	NS	NS	69	UPDRS 29	6/14	N= 20		VFSS	On	repeated measures ANOVA Bonferroni post hoc tests	Pre post	2,474	2	A2	22	B	
Nozaki 2017		PSP, MSA	-	Severe	-	-	-	N= 3		VFSS	NS	ANOVA	Case report	Poster	9*	A2	-	C	
Di Benedetto 28 2009	SGT	IPD	I-III	-	66	2	13/7	N=20		Spirometry	On	Wilcoxon Signed Rank Test.	pre post	2,208	6	A2	19	B	
Funderbuke 29 2012	Singing Group Therapy	IPD	II-III	NS	NS	NS	0/3	N= 3		VFSS spirometry	On	Descriptive statistics	pre post	Thesis	0	A3 O3 x O1	18	B	
stegemoller 30 2017		IPD	NS	Mild	67	UPDRS 56	6/3	N= 24	HD: n= 6 LD: n= 18	EMG	On	Wilcoxon test, ANOVA Post hoc Tukey's test	pre post	2,084	3	A2	17	B	
Saleem 2005		IPD	II	Mild	54	2,5	1/0	N= 1		Spirometry	-	Descriptive statistics	Prepost	1,778	3	A3 O2xO2	-	C	
Saleem 2005		IPD	II-III	Mild	58,8	2,6	4/6	N=10		Spirometry, EMG	-	Pearson correlation, T student, ANOVA, post hoc correction	pre post	1,778	3	A2	18	B	
Silvermann 2006		IPD	II-III	NS	57,3	3	2/1	N=3		Spirometry	NS	Descriptive statistics	case report	1,736	6	A3 : O3 x O3	15	C	
Pitts 2009		IPD	II-III	Moderate	72,9	3,2	0/10	N= 10		VFSS Spirometry	NS	Wilcoxon signed rank test	pre post	7,652		A2-A3 pour MEP: O3xO3	18	B	
Troche 2010	EMST :	IPD	II-IV	Moderate	66,7	2,7	13/47 eq	N= 60	EG: n= 30 CG: n= 30	VFSS Spirometry	On	covariance ANOVA, regression analyse, intra and inter rater reliability	RCT	8,055	2	-	9	24	A
Sapienza 2011	Expiratory Muscle Strength Training	IPD	II-III	Moderate	66,7	2,7	13/48 eq	N= 60	EG: n= 30 CG: n= 30	Spirometry	NS	Covariance ANOVA	RCT	1,073	2	-	8	20	A
Troche 2014		IPD	II-III	Moderate	70,1	2,8	2/10	N=10		VFSS Spirometry	On	Wilcoxon signed rank test (SPSS)	pre post	1,043		A5	19	B	
Byeen 2016		IPD	I-IV	Moderate	65,1	3,2	2/31	N= 33	EG1: n= 18 EG2: n= 15	VFSS	NS	paired Student t test	CT	0,392	5	A2	19	B	
Kuo 2017		IPD	I-III	-	59	1,7	6/7 eq	N=13	HD: n= 4 LD: n= 5	Spirometry	NS	ANOVA	CT controlled	1,778	5	C2 O3 x O3	16	B	
Reyes 2018		IPD	I-III	NS	70	1,4	14/17 eq	N= 31	CG: n= 10 EG1: n= 11 EG2: n= 10	Spirometry	NS	one-way ANOVA Scheffe multiple comparison	RCT	1,772	3	-	6	21	A
Brandimore 40 2017	Cough	IPD	I-IV	-	69	2,5	21/23 eq	N= 44	IPD: n= 16 HC: n= 28	Spirometry	On	repeated measures ANOVA post hoc Tukey's HSD tests linear regression model	case control	3,056	2	A2*	18	B	

Tableau 6 : population description and methodology evaluation – Cough efficiency

IPD : idiopathic Parkinson disease; H&Y: Hoehn et Yahr; UPDRS: Unified Parkinson's Disease Rating Scale; DD: Disease duration ; U: unknown; N= number; OPD: oropharyngeal dysphagia; CG: control group; EG : experimental group; HC : healthy control; RCT: randomised control trial ; CT: clinical trial; ANOVA: analysis of variance; quasi experimental classification of Harris On1 xOn2 : with O meaning observation, n1 number of observation before intervention, x : intervention and n2 : number of intervention after intervention

reference	Questionnaire	VFSS	FEES	Other modality	Patterns	FOIS	Loss of bolus control	Piecemeal	pumping	Hesitancy	Residue	OTT	OL	PTT	HBE	PAS	Spirometry	nombres paramètres évalués
1	nagaya 2000			EMG														0
2	Argolo 2013	SWAL-QOL	X				X	X	X		X	X	X	X	X	Q		9
3	Luchesi 2014			X		X						X						2
4	Wang 2018			EMG	X			X		X			X	X	X		X	13
5	south 2010			Manometry	X								X				X	3
6	Regan 2010		X									X	X	X				3
7	Fukuda 2016			Manometry				X				X						2
8	Pitts 2014	SWAL-QOL	X	Manometry						Area						X		4
9	Visk 2015	SWAL-QOL SSQ	X			X	X			X	X		X	X	X	X		8
10	bajjens 2012		X				X		X	X	X	X			X	X		19
12	bajjens 2013		X	X			X	X	X	X	X							5
13	Park 2018		X				X				X	X	X	X	X	X		10
14	Felix 2008			Manometry														0
15	Krishnan 2013			Accelerometry											X			1
16	Malloy 2014	QOL scale Dysphagia Handicap Index		EMG Tracking														0
17	Athukorala 2014	SWAL-QOL		EMG Tracking														0
18	Perry 2018	SWAL-QOL		EMG Tracking			X				X					X		3
19	Manor 2013	SWAL-QOL ; SDQSWA-CARE; POE ,		X							X					Q		2
20	Pinnington 2000			X	X			X				X		X			X	5
21	Nozaki 2011		X								X	X						2
22	Nozaki 2017			X	X												X	2
24	El Sharkawi 2002	voice handicap index;	X								X	X	X	X	Q	Q		6
25	Liotti 2003			O-H2O PET TDM														0
26	Miles 2017	(PDQ-8)(EAT-10)	X							Area				X		X	X	4
27	Nozaki 2017		X								X					X		2
28	Di benedetto 2009			Q	FE without swallowing	X											X	2
29	Funderbuke 2012	SWAL-QOL	X												X	X	X	3
30	stegemoller 2017	SWAL-QOL			EMG								X					1
31	Saleem 2005	SWAL-QOL	X									X	X	X	Q	X	X	6
33	Pitts 2009		X													X	X	2
34	Troche 2010	SWAL-QOL				X						X		X	X	X	X	6
36	Troche 2014		X													X	X	2
37	Byeon 2016			FDS														0
42	Ayres 2017	SWAL-QOL		X			X	X		X			X		Q	Q		7
43	Troche 2008		X					X				X	Q	X	X	X		6
44	Logeman 2008		X													Q		1
47	Larsson 2017		X								X			X		Q		3
37			19	6	15	6	3	7	5	5	4	14	11	13	12	12	19	11

Tableau 7 : swallowing evaluation criterias

EMG : electromyography ; VFSS : videofluoroscopy of swallowing; FEES : fiber endoscopy swallowing; Q: quasi (similar parameter); FOIS: functional oral intake scale; SWAL QUOL: swallowing quality of life questionnaire; OTT: oral transit time; PTT pharyngeal transit time; HBE: hyoid bone excursion; PAS: penetration and aspiration score

	Reference	Questionnaire	VFSS	FEES	Other modality	Spirometry	PAS	CPD	PEFR	PEFRT	FEV1	CVA	FVC	MEP	MIP	Respiratory phase pattern	MPT	dB SLP
4	Wang 2018				EMG	X										X		
5	south 2010				Manometry	X										X		
20	Pinnington 2000				X	X										X		
22	Nozaki 2017				X	X										X		
23	Robertson 1984																X	
26	Miles 2017	(PDQ-8)(EAT-10)	X			X	X	X	X		X						X	X
27	Nozaki 2017		X			X											X	
28	Di benedetto 2009			Q	FE without swallowing, plethysmograph	X		X	X	X		X	X	X	X	X	X	X
29	Funderbuke 2012	SWAL-QOL	X			X	X						X	X			X	X
31	Saleem 2005	SWAL-QOL	X			X	X		VC		X	X	X	X				
32	Silvermann 2006					X							X	X				
33	Pitts 2009		X			X	X	X	VC	X		X	X					
34	Troche 2010	SWAL-QOL				X	X									X		
35	Sapienza 2011					X		X		X		X	X					
36	Troche 2014		X			X	X						X					
38	Kuo 2017	QOL PDQ 39				X							X					
39	Reyes 2018					X			VCRC		X		X	X				
40	Brandimore 2017					X			VCRC				VCR C					
18		5	6	1	5	16	7	2	7	3	4	3	3	10	5	6	5	3

Tableau 8 : respiratory fonction evaluation criterias

Peak expiratory flow rate (PEFR) Peak expiratory flow rise time (PEFRT) ; forced vital capacity (FVC), MEP maximum expiratory pressure; MIP maximum inspiratory pressure; cough volume acceleration (CVA; PEFR/PEFRT) ; FEV1 forced expiratory volume in one second; CPD: compression phase duration; PAS penetration and aspiration score; VC voluntary cough RC reflex cough; MPT: maximum phonatory time; SLP sound level pressure

Reference	Rehabilitation Technique	Training ?	Active	Passive	Direct	Indirect	Transfer ence	Task specific	Strength training	Skill training	Neurosti mulation	Bypass	Self training	Feed back
Global therapy														
1 nagaya 2000	CDT	O	X		Q		X		X					
2 Argolo 2013	CDT	T	X		X		X		X				X	
3 Luchesi 2014	CDT	O		X	Q				X				X	
4 Wang 2018	CDT	T	X		Q		X		X				X	
Swallowing efficiency therapy														
5 south 2010	Gum chewing	O	X		Q						X			
6 Regan 2010	TSS	O		X	Q						X			
7 Fukuda 2016	Acupuncture	O		X		X					X			
8 Pitts 2014	Lingual strengthening	T	X			X	X		X	X				X
9 Visk 2015	Tongue holding	T	X		Q		X		X				X	X
10 baijens 2012	NMES	O		X		X					X			
11 Heijnen 2012	NMES	T		X	Q						X			
12 baijens 2013	NMES	T	X		X						X			
13 Park 2018	NMES	T	X		Q				X		X			
14 Felix 2008	ES + VAF	T	X		X			X	X	X				X
15 Krishnan 2013	SST	T	X		X			X		X			X	X
16 Malloy 2014	SST	T	X		Q			X		X				X
17 Athukorala 2014	SST	T	X		Q			X		X				X
18 Perry 2018	SST	T	X		Q			X		X			X	X
19 Manor 2013	ES + VAST	T	X		Q			X	X	X			X	X/-
20 Pinnington 2000	Auditory cueing	O / C		X	X			X			X	X		
21 Nozaki 2011	Auditory cueing	T	X		X			X			X	X		
22 Nozaki 2017	Auditory cueing	T	X		X			X			X	X		
Cough efficiency Therapy														
23 Robertson 1984	SLT	T	X			X	X							X
24 El Sharkawi 2002	LSVT	T	X			X	X		X				X	X
25 Liotti 2003	LSVT	T	X			X			X				X	X
26 Miles 2017	LSVT	T	X			X	X		X				X	X
27 Nozaki 2017	LSVT	T	X			X	X		X				X	?
28 Di benedetto 2009	SGT	T	X			X			X					X/-
29 Funderbuke 2012	SGT	T	X			X	X		X				X	X
30 stegemoller 2017	SGT	T	X			X	X		X				X	
Saleem 2005	EMST	T	X			X	X	X	X				X	
31 Saleem 2005	EMST	T	X			X	X	X	X				X	X
32 Silvermann 2006	EMST	T	X			X		X	X				?	?
33 Pitts 2009	EMST	T	X			X	X	X	X				X	
34 Troche 2010	EMST	T	X			X	X	X	X				X	X
35 Sapienza 2011	EMST	T	X			X		X	X				X	
36 Troche 2014	EMST	T	X			X	X	X	X				X	
37 Byeon 2016	EMST + postures	T	X			X	X	X	X				?	
38 Kuo 2017	EMST	T	X			X		X	X				X	
39 Reyes 2018	EMST	T	X			X		X	X				X	
40 Brandimore 2017	Cough rehabilitation	O	X			X		X		X				X
Compensatory measures														
41 Ayres 2016	Posture + consistency	C		X	X							X		
42 Ayres 2017	Posture	T	X		X							X	X	
43 Troche 2008	consistency	C		X	X							X		
44 Logeman 2008	Posture + consistency	C		X	X							X		
45 Robbins 2008	Posture + consistency	C		X	X							X		
46 Larsson 2017	Posture + consistency	C		X	X					X		X		
47 Kim 2012	Carbonated water	C		X	X							X		
Total	51		36	12	26	22	17	20	26	8	11	10	24	19

Tableau 9 : rehabilitation modalities

CDT: conventional dysphagia therapy; EMST: expiratory muscle strength training; LSVT: Lee Silvermann voice therapy; SGT: singing group therapy; SST: swallowing Skill Training; NMES : neuromuscular electrical stimulation ; TSS thermal sensory stimulation; ES: effortful swallow; VAF: video augmented feedback; SLT speech and language therapy; O observational; T : training ; C: compensatory ; Q: Quasi direct: déglutition salivaire sans bolus; SS: single session

	L	ref	PM	ST	FB	Intensity	Session duration / repetitions	Frequency	Program duration	Follow up	Drop out %	Effort intensity	Program duration	Frequency	Program intensity
	Global therapy														
1	B	nagaya 2000	NS			NS	20mn	1 session	single session		-		S.S.	S.S.	0
2	B	Argolo 2013	On	X		NS	U	Session : 1/wk ST: 2/d, 5 d/wk	5 wk		0 %		Medium	Very high	6
3	B	Luchesi 2014	NS	X		-	U	Daily maneuver Follow up every 3Mo	5 yr	5 yr			Long	-	3
4	B	Wang 2018	NS	X		NS	25 cycles	2 sessions /d 5d/wk	12 wk		0 %		Long	Very high	7

Tableau 10 : rehabilitation parameters – Global Therapy

L : Level of evidence; PM : phase motrice; ST self-training; FB feedback; NS: non specified; U unknown; GC group control, SS: single session

L	ref	PM	ST	FB	Intensity	Session duration / repetitions	Frequency	Program duration	Follow up	Drop out %	Effort intensity	Program duration	Frequency	Program intensity
Swallowing efficiency therapy														
5	B south 2010	On			Chewing gum : NS	5mn	1 session	Single session		-	Low	S.S.	S.S.	1
6	B Regan 2010	On			Thermotactile Stimulation (TTS) iced for 30 sec 0-3°C	5 TTS on each faucial pillar	-	Single session		-	Low	S.S.	S.S.	1
7	B Fukuda 2016	NS			Acupuncture : passive	10-15 mn	-	Single session		-	Low	S.S.	S.S.	1
8	C Pitts 2014	NS	X				Sessions : 4d/wk	4 wk	4 wk	U	High	Medium	High	8
9	C Visk 2015	NS	X	X	Length of Tongue Protrusion & water sips intake frequency (sip/MM : 1/3 -> 1/6)	ST: 1set x 20 MM rest:3mn/10MM	ST: 7d/7d, 6 sets /d rest: 1hr /1MM set SLT : 2/Wk	4 wk		0 %	Varied	Medium	Very high	8
10	B baijens 2012	On			maximum tolerated, Increment 0.5 mA	12sw x 10cc rest 1sec/min	-	Single session		-	High	S.S.	S.S.	3
11	A Heijnen 2012	On				30mn	5d/wk total : 14 sessions	3-5 wk	3Mo	19 %	Low	Medium	High	6
12	A baijens 2013	On				30min	5d/wk	2 wk		17 %	Low	Short	High	5
13	A Park 2018	NS			Effort Increment increase of 0,5mA	Session 30mn CDT 30 mn	5 d/wk	4 wk		0 %	High	Medium	High	8
14	B Felix 2008	On	X		Effort	4 swallows x 4	5d/wk	2 wk		0 %	Medium	Short	High	7
15	C Krishnan 2013	NS	X	X	NS	30mn	3 d/wk	2 wk	1 wk	-	Varied	Short	Medium	5
16	C Malloy 2014	On	X		Voluntarily varied	3 swallows x 8	-	Single session		-	Varied	S.S.	S.S.	2
17	B Athukorala 2014	On	X		Voluntarily varied, increasing levels of difficulty.	Session : 1hr 100 swallows : 20 swallows x 5	5 d/wk	2 wk	4 wk	0 %	Varied	Short	High	6
18	C Perry 2018	NS	X	X	Voluntarily varied, increasing levels of difficulty.	session: 1hr ST : 60 swallows/Wk	Sessions : 1/Wk Self training: 1/d	6 wk		-	Varied	Medium +	Low	5,5
19	A Manor 2013	NS	X	X	NS	30mn	2-3d/wk	2 wk 5 sessions	4 wk	U	Medium	Short	Medium	6
20	B Pinnington 2000	On			NS	10 swallows x 2	-	Single session	-	-	Low	S.S.	S.S.	1
21	A Nozaki 2011	NS			1 swallow /6 beats 5g jelly/swallow	U	U	2 x 2 wk	2 wk	U	Low	Medium +	U	3,5
22	B Nozaki 2017	NS			1 swallow /6beats			Single session		U	Medium	S.S.	S.S.	2

Tableau 11: rehabilitation parameters – Swallowing Efficiency therapy

L : Level of evidence; PM : phase matrice; ST self-training; FB feedback; NS: non specified; U unknown; LD: low dose; ND: neutral dose; GC group control, SS: single session; F : fixed

L	ref	PM	ST	FB	Intensity	Session duration / repetitions	Frequency	Program duration	Follow up	Drop out %	Effort intensit y	Program duration	Frequency	Program intensit y
Cough efficiency Therapy														
23	A Robertson 1984	NS	X	X	NS	U	1/d, 20 hr/wk	2 wk	3Mo	0 %	Low	Short	Very high	6
24	B El Sharkawi 2002	NS	X	X	Effort maximum	sessions: 60mn self-training : 15 mn/d	Sessions : 4d/wk Selftraining : daily	4 wk		0 %	High	Medium	Very high	9
		NS	X	X	Effort maximum	sessions: 60mn self-training : 15 mn/d	Sessions : 4d/wk Selftraining : daily	4 wk		U	High	Medium	Very high	9
25	B Liotti 2003	NS	X	X	Effort maximum	sessions: 60mn self-training : 15 mn/d	Sessions : 4d/wk Selftraining : daily	4 wk		0%	High	Medium	Very high	9
26	B Miles 2017	On	X	X	Effort maximum	sessions: 60mn self-training : 15 mn/d	Sessions : 4d/wk Selftraining : 1/d	4 wk	6 Mo	FU: 15%	High	Medium	Very high	9
27	C Nozaki 2017	NS	X	?	Effort maximum	sessions: 60mn self-training : 15 mn/d	Sessions : 4d/wk Selftraining : 1/d	4 wk		-	High	Medium	Very high	9
28	B Di Benedetto	NS	X	-	U	SLT: 1h choral: 2h	SLT: 2d/wk choral 1/2weeks	10 wk		0 %	Low	Long	Medium	6
29	B Funderbuke 2012	On	X	X	Progression to maximum loudness and MPPT	U	Session 1/wk Selftraining: 2-3h/wk	10 wk		0 %	Varied	Long	Medium	7
30	B stegemoller2017	NS	X	X	Progression to maximum loudness	U	G1: 2 sessions/wk G2: 1/wk + ST : 2/wk	8 wk			Varied	Medium +	Medium	6.5
31	C Saleem 2005	On	X	X	75% MEP	20mn 5 breaths x5	5d/wk	16 wk	4wk	0 %	High	Long	High	9
31	B Saleem 2005 thèse	On	X	X	75% MEP	20mn 5 breaths x5	5d/wk	4 wk		0 %	High	Medium	High	8
32	C Silvermann 2006	NS	?	?	75% MEP	5 breaths x5	5d/wk	4 wk		0 %	High	Medium	High	8
33	B Pitts 2009	F	X	X	75% MEP	5 breaths x5	5d/wk	4 wk		0 %	High	Medium	High	8
34	A Troche 2010	NS	X	X	75% MEP	20-30 mn 5 breaths x5	5d/wk	4 wk		8 %	High	Medium	High	8
35	A Sapienza 2011	NS	X	X	75% MEP	5 breaths x5	5d/w	4 wk		U	High	Medium	High	8
36	B Troche 2014	NS	X	X	75% MEP	5 breaths x 5	5d/w	4 wk	3Mo	0 %	High	Medium	High	8
38	B Kuo 2017	NS	X	X	EG : 75% MEP GC : 0% MEP	5 breaths x 5	LD: 3d/wk ND: 5d/wk GC : 3d/w	4 wk		17 %	High	Medium	MD vs HD	7,5
39	A Reyes 2018	NS	X	X	75% MEP ou PEP	5 breaths x 5	6d/wk	8.5 wk		16 %	High	Medium +	Very high	9.5
37	B Byeon 2016	NS	?	?	70% MEP	Postures: 30 mn EMST: 20 mn	5d/wk	4 wk		0 %	High	Medium	High	8
40	B Brandimore 2017	On	X	X	200 µM+500 µM capsaicin 2 seconds	3 coughs x 2	-	Single session		-	High	S.S.	S.S.	3

Tableau 12 : rehabilitation parameters – Cough Efficiency Therapy

L : Level of evidence; PM : motor phase ; ST : self-training; FB : feedback; NS: non specified; U: unknown; EG: experimental group; LD: low dose; ND: neutral dose; GC: group control, SS: single session; F : fixed; MEP :Maximal expiratory pressure; G: group; FU : Follow up

	L ref	PM	ST	FB	Intensity	Session duration / repetitions	Frequency	Program duration	Follow up	Drop out %	Effort intensity	Program duration	Frequency	Program intensity
Compensatory measures														
43	Textures	B Troche 2008	On					Single session		0 %		S.S.	S.S.	0
41		B Ayres 2016	On		-	30mn	-	4 sessions		10 %		Medium	-	2
44	Posture + texture	A Logeman 2008	NS		thin liquid 15 cps; nectar 300 cps honey 3000 cps	4x 3 swallows		Single session		4 %		S.S.	S.S.	0
45		A Robbins 2008	NS				>50% of all drinking / week	13 wk	3Mo	2 %		Long	Very high	7
46		A Kim 2012	NS					4 wk				S.S.	S.S.	0
42	Posture	A Ayres 2017	On	X		30mn ST : meals,	Therapy : 1/wk ST: 7d/wk, >2/d +meals	4 wk		25% GC	Low	Medium	Very high	7
47	Sensory Facilitation	B Larsson 2017	NS			3 swallows		Single session				Medium	Very high	6

Tableau 13 : rehabilitation parameters – Compensatory Measures

L : Level of evidence; PM : phase matrice; ST : self-training; FB : feedback; NS: non specified; U : unknown ; GC group control, SS: single session;

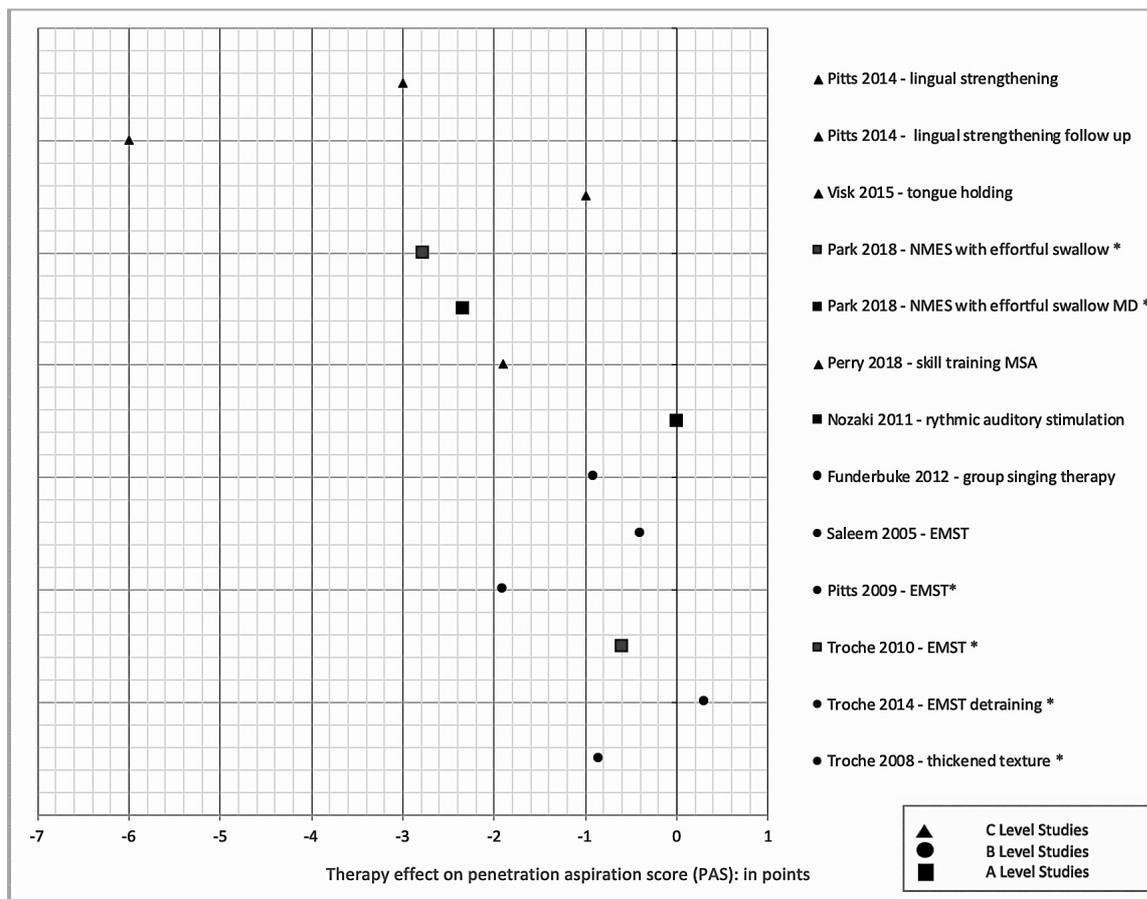


Figure 5 : therapy effect on penetration and aspiration score

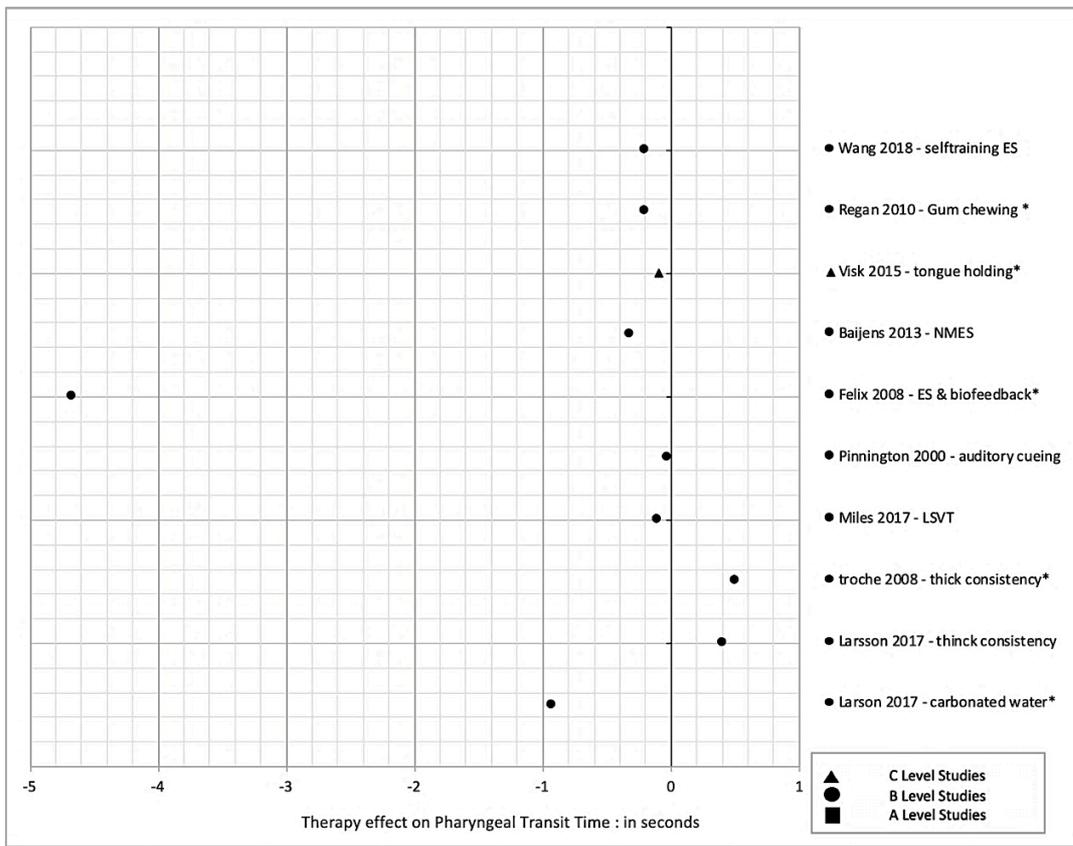


Figure 6: effect of therapies on Oral Transit Time (OTT)

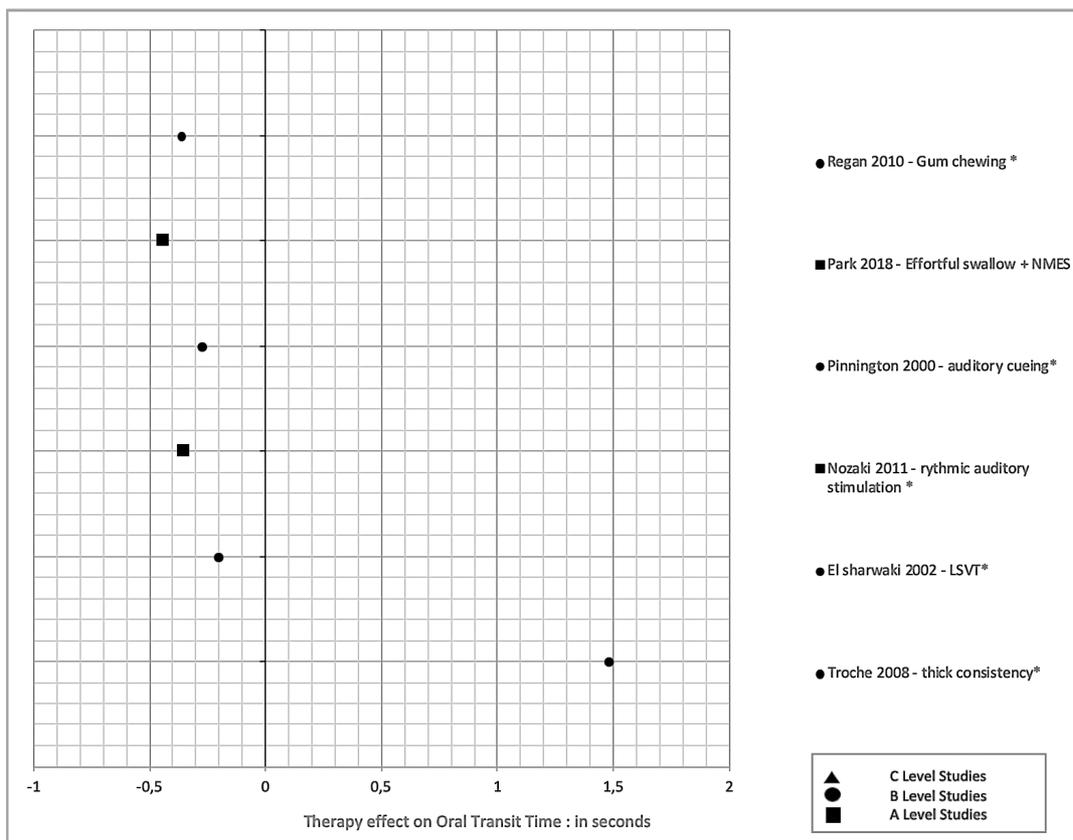


Figure 7: effect of therapies on Pharyngeal Transit Time (PTT)

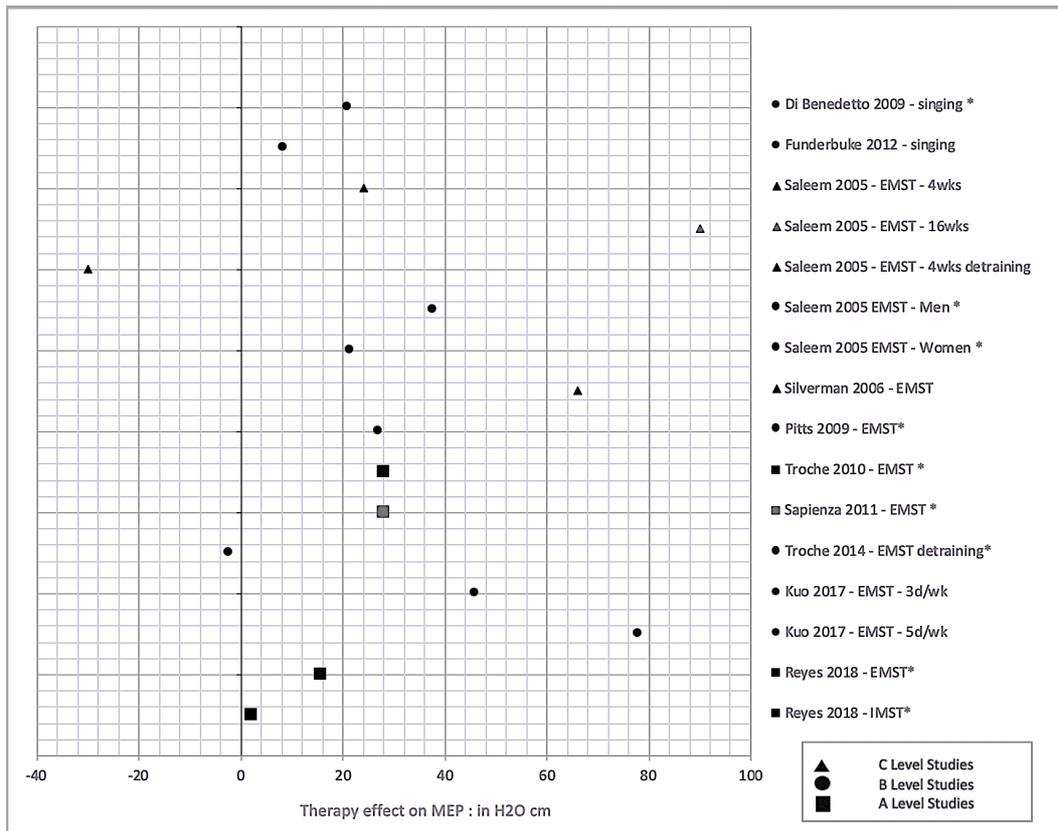


Figure 8 : effect of therapies on maximum expiratory pression (MEP)

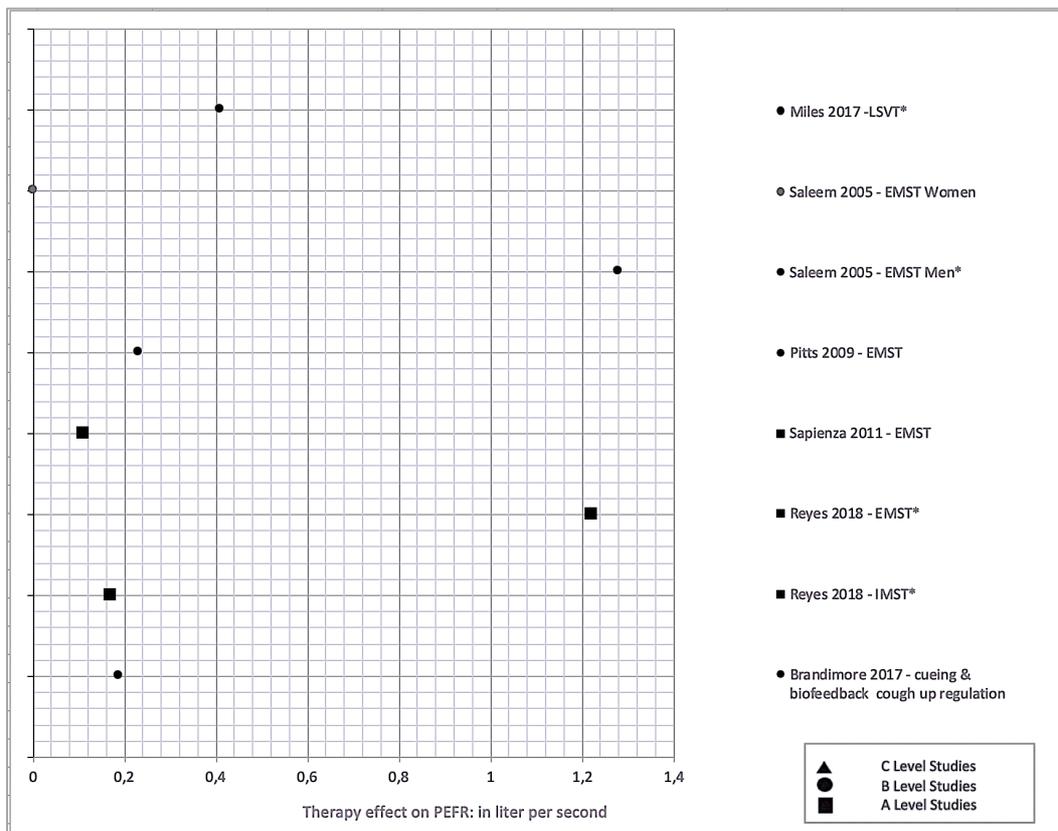


Figure 9 : effect of therapies on peak expiratory flow rate (PEFR)

	PAS	OTT	PTT	HBE	OL	Other
2 Argolo 2013	X	Positive effect, NS	No effect, NS	NS	X	
3 Luchesi 2014		X				
4 Wang 2018			-0.20 s p = 0.117, NS		F = 4.634, p = 0.039 *	
5 south 2010					MD: -107.7s, p = 0.000001 *	Swallowing frequency x5 p = 0.000001 * carryover : 5.317 minutes
6 Regan 2010		-0.36s, p=0.124 NS	-0.20s, p=0.004 *		MD: -0.20s, p = 0.002 *	
7 Fukuda 2016					MD: -4s (NA)	
8 Pitts 2014	-3 pts -d=0.33 -6 pts d=0.71 at FU					
9 Visk 2015	-1 pt		-0.10s, p=0.13 *		(+) NS: Especially for paste consistency	
10 baijens 2012	X	X	-0.32 s, NS		Excursion duration: Better effect of infrahyoid position than supra hyoid position *	
12 Baijens 2013	OR : 0.26 (0.14-0.49)		Better effect of infra hyoid position than infra and supra hyoid position of electrodes *		OR : 0.78 (0.63-0.96) *	MD: NS between sNIMES, mNIMES, GC results of therapy for all groups. CDT efficiency * OR 0.73
13 Park 2018	-2.78 p=0.007* MD : -2.34 p=0.006 *	-0.44s, p =0.18 NS	-4.67s, p = 0.028* MD: p = 0.30 s: NS		X	Pressure generated by the effortful swallow: +6mmHg swallowing anomalies: Δ -100% (water), Δ - 85% (biscuit)
14 Felix	Complete regression of coughing and choking in all patients					
15 Krishnan 2013	NS, MD					Tracking efficiency (IPD vs HC) : η² 0.13, P= 0.88 NS, C
16 Malloy 2014						
17 Athukorala 2014						Time per swallow : d=0.72 (Δ=17%) p=0.034*;
18 Perry 2018	-1.9pt : Δ= -83% (NA)					Biskit accuracy : +10% (while difficulty x4) clinical relevance : resumed oral alimentation
19 Manor 2013						
20 Pinnning 2000		MD: -0.27 s, p=0.04 *	MD: -0.03 NS			
21 Nozaki 2011	Opt. MD	MD: -0.35s p<0.05 *				
24 El Sharkawi 2002	X	-0.20s p<0.05 * liquid (3mL) and paste	X			
26 Miles 2017	X	X	-0.11 sec, p=0.88 NS			Superior oesophageal sphincter opening duration: + 0.04 p<
27 Nozaki 2017	X					
29 Funderbuke 2012	-0.9 pt					
30 stegemoller 2017						
31 Saleem 2005	-0.376 pt, p = 0.152 NS Correlation to MEP: r = -0.175, p = 0.175 NS	X	Correlation MEP: r = 0.027, p = 0.812 NS			total UPDRS : - 15%; motor UPDRS - 1%, p < 0.001 UPDRS swallow score: NS
33 Pitts 2009	-1.9 pt (Z = 2.88; p = 0.01) *					correlation to MEP : Swallowing duration: r = -0.544 p = 0.013*, number of Swallows for 3mL = -0.618 p = 0.004*
34 Troche 2010	Δ(EG/CG) : +19%, p = 0.001 * EG: -0.6pt p = 0.021; d = 0.55 * GC: -0.43pt p = 0.314, NS	X	X			Duration correlated to MEP: r = -0.562 p < 0.001* (for 5mL)
36 Troche 2014	+0.3pt NS, detraining 1 subject worsened/10 subjects					EG: + 0.09mm * CG: - 0.04mm * Δ(EG/GC): + 0.13mm
37 Byeon						
42 Ayres 2017	X					
43 Troche 2008	-0.85 pt * (Thick vs thin)	+1.48 sec * (Thick vs thin)	+0.5 sec * (Thick vs thin)			FDS (functional dysphagia scale) VFSS: EMST -13 pt * EMST + postures : -17.3 pt *, EMST+postures >EMST *
44 Logeman 2008	Chin Down vs honey C.; IPD NS, dementia * Chin Down vs honey C.; IPD * IPD dementia* Nectar C. Vs Honey C. : IPD * IPD dementia*					% subjects with aspiration: Chin down IPD 59%, IPD + dementia 68% nectar C. IPD 54%, IPD + dementia 63% honey C. IPD 54%, IPD + dementia 63%
47 Larsson 2017	Thick C. : -0.09 pt/4 carbonated water: -0.16 pt/4 carbonated water vs thick C. : -0.09 pt/4		Thick : +40ms d = -0.27 p = 0.066 NS Carbonated water: 95 ms d = -0.36 p = 0.014* Carbonated water vs thick C. : -0.014* g = -0.51 p < 0.001 *			

Tableau 14 : therapy effect on swallowing parameters:

PAS: penetration aspiration scale; OTT : oral transit time; PTT: pharyngeal transit time ; OL : swallowing latency; HBE : hyoid bone excursion;
 In absence of precision, the results is the difference between pre and post study; MD : Mean difference between experimental and control group;
 OR : odd ratios; X: evaluated without restitution of results in the article; Δ: difference in percent; Q: similar parameter
 * : significant; NS : non significant; EG : experimental group; CG: control group; HC : healthy control; IPD : idiopathic Parkinson Disease ; C: consistency ;

	Residue	Bolus control	SWALQOL	Other
2 Argolo 2013	X		moving in the mouth P=0,02 *	
3 Luchesi 2014				
4 Wang 2018		(+) Piecemeal swallowing p<0,001 *		
5 south 2010				Swallowing frequency x5 p 0,0000001 * carryover : 5.317 minutes
7 Fukuda 2016		Tongue strength (grinding) : Δ=17% +3,6 kPa, p <0,05 *		
8 Pitts 2014	Decreased on: and at FU Oral tongue: 4/7 subjects Base of tongue : 7/7 subjects	Lingual pressure : time to peak and accuracy +2 DS BOT-PPP duration: (+) pudding, but (-) for retractor consistency	-27pts -23pts (BL-FU)	
9 Visk 2015	-1 pt score			
10 Baijens 2012	X			DSS (dysphagia severity scale) : -14pt p<0,001*; MD (sNMMES, mNMMES, GC) : NS
11 Heijens				MD: NS between sNMMES, mNMMES, GC OR 0,73 results of therapy for all group. CDT efficiency
12 Baijens 2013		(+) piecemeal OR: 0,73 * (+) pre swallow spill OR: 0,49 *		Pressure generated by the effortful swallow: +6mmHg swallowing anomalies: -100% for water, - 85% for biscuit
13 Park 2018	X			Tracking efficiency (IPD vs HC) : r ² 0,13, P= 0,58 NS, Correlation NS of tracking errors and dysphagia severity: dynamic (r = 0,07) static errors (r = 0,04)
14 Felix				Time per swallow : d=0,72 (Δ=17%) p=0,034*; Bissitt accuracy : +10% (while difficulty x4) clinical relevance : resumed oral alimentation
16 Malloy 2014	Complete regression in 75% of patients			
17 Athukorala 2014		Volume per swallow: d=0,34(Δ=15%), p=0,032*	Δ=8%, p=0,018, d=0,46 * FU: p=0,052, d=0,27, Δ=6% NS	
18 Perry 2018	-1,8pt ; Δ= -61 %	Δ= -100% spillage	decreased choking and coughing	
19 Manor 2013	EG: -1,29 pt p<0,05* CG: -0,53 pt p<0,05* MD : -0,76pt, p<0,05*		Effects (p<0,05 *) in total and on the following domains: mental health, social function, eating desire, burden, symptom frequency	
24 El Sharkawi 2002	Disorder % in population Δ= -25% biscuit NS Δ= -12,5% paste NS Δ= -50 % liquids p<0,05 *			
26 Miles 2017	-1,36 cm2 , p<0,05 *			Superior oesophageal sphincter opening duration: + 0,04 p<0,05 *
27 Nozaki 2017	X			
29 Funderbake 2012			+10pts (increased awareness of disorder ?)	
30 stegemöller 2017				total UPDRS : - 15% ; motor UPDRS - 1% , p < 0,001 UPDRS swallow score: NS
31 Saleem 2005			difference Men/women +5,5 p= 0,008* correlation to MEP : r=0,431 p<0,001*	correlation to MEP : Swallowing duration: r=-0,544 p=0,013* number of Swallows for 3mL=-0,618 p=0,004*
34 Troche 2010			MD: Opt. p=0,007 *	
36 Troche 2014			improvement, independent of Sham or EMST, p=0,007 *	
37 Byeon				FDS (functional dysphagia scale) VFSS: EMST -13 pt *, EMST + postures : -17,3 pt *, EMST+postures >EMST *
41 Ayres 2016			-10,1 pts, p=0,033* * on symptoms frequency domain: solids (p<0,001) and liquids (p=0,02)	Food selection domain of SWAL QOL correlated to H&Y stage : r= 0,665; p= 0,051
42 Ayres 2017	X			Number of clinical anomalies (21): solids: - 2,16 p=0,002* (EG); explication only and CG: NS liquids: -1,77 p =0,001 (EG); explication only and CG: NS
47 Larsson 2017	Carbonated water better than : thin C. : -0,45 pt /4 Thick C. : -0,64 pt /4 thick C. worse than thin C. : + 0,27pt /4			

Tableau 15 : effects on dysphagia qualitative parameters

In absence of precision, the results is the difference between pre and post study ; MD : Mean difference between experimental and control group;

OR : odd ratios; X: evaluated without restitution of results in the article; Δ: difference in percent; * : significant; NS : non-significant; EG : experimental group; CG: control group; HC : healthy control; IPD : idiopathic Parkinson Disease ; C: consistency ; BOT-PPP : base of tongue – pharyngeal posterior wall

	Reference	Protective respiratory patterns (%) population
4	Wang	CDT Expiration pre and post swallowing: $\Delta = +15\%$ p = 0.045 *
20	Pinnington	Cueing Expiration post swallowing: $\Delta = +1\%$ NS
22	Nozaki 2017	Cueing -> post swallowing Expiration: $\Delta = +14\%$ NS -> post swallowing Inspiration: - 26 % in experimental group $\Delta = - 4\%$ (Healthy controls) NS; $\Delta = - 14\%$ (parkinson disease) NS ; -> pre swallowing inspiration: $\Delta = +16\%$ (Healthy controls) p=0,005* ; $\Delta = +10\%$ (parkinson disease) p=0,0016 *

Tableau 16 : effect on swallowing-breathing coordination

Δ : difference in percent, * : significant, NS : non-significant;

Reference	MEP (cmH2O)	PEFR	PEFRt	MIP	Autres	FEV1	FVC
26 Miles 2017							
28 Di Benedetto 2009	+21cm, p=0,006*	-0,41L/s p<0,001*	-0,01sec p>0,001*	+7,4 cmH2O, p=0,019*	CPD: -23ms p=0,33 NS; CVA -2 L/s p=0,78 NS	MD: -0,3% NS	MD: +2% NS
29 Funderbake 2012	+8,2cm			+2,8 cmH2O	MPT: +4sec p<0,0001*		
- Saleem 2005	4wks: + 24cm Δ= +55% 16 wks: +90 cm, Δ= +158% 4wks detraining : -16% but still +104% from BL				MPT: + 8,7sec Δ=+ 47,3% (NA)		
31 Saleem 2005	Men: +37,17cm p<0,001* Women: + 21,5, p=0,013* difference men/ women: *	Women: NS Men: +1,28L/s p<0,01* Correlation MEP: r=0,754, p<0,001 *				+ 0,208 p<0,0005 *	
32 Silvermann 2006	+65cm, Δmoy= +82% (NA)			MD= +48cm, Δmoy= +85%(NA)			
33 Pitts 2009	+27 cm, p = 0,005 *	+ 0,23L/s, p = 0,65 NS	-0,04 sec p=0,01*		IPD: -0,27p=0,04* ; CVA: + 85 L/s, p=0,01*		
34 Troche 2010	+ 28 cm p>0,01 EG >CG; p<0,01*					EG: + 0,01 NS CG: +0,11 NS	
35 Sapienza 2011	+ 28 cm p>0,01 EG >CG; p<0,01*	EG: +0,11L/s NS GC: -0,06 L/s NS EG vs GC: NS					
36 Troche 2014	EMST: +19,49cm p=0,03 Δ= +19%* detraining: -2,4cm Δ= -2% NS with still 17% above pre EMST1.						
38 Kuo 2017	HD>LD : + 111cm η2 0,04 p<0,05* HD: + 78cm η2 =0,91 p<0,05* LD: + 46cm η2 =0,73 p<0,05*						
39 Reyes 2018	GC: -9cm d= -0,18 EMST: +15,5cm, d= 0,38 IMST: +2cm d=0,06 EMST vs IMST: d= 1,09 EMST vs CG: d= 1,40	->Vs GC: +1,22 L/s; d=0,89 VC, d=0,27 RC ->vs IMST: +1,05 L/s d=0,63 VC		GC: -7cm d= -0,25 EMST: -3m d= -0,11 IMST: +2cm, d= 0,05			EMST: + 0,26
40 Brandimore 2017	Correlation with capacity to up regulate PEFR in VC and RC, p<0,013* IPD normal VC; r= 0,3; IPD upregulated VC: r= 0,5	+0,188 L/sec, NS (IPD) + 0,643 L/sec (HC)			(+) airflow measures taken globally P<.001, η ² =,774 blunted urge to cough compared to HC *		

Tableau 17 : effects on respiratory and cough parameters

In absence of precision, the results is the difference between pre and post study,

* significant ; NS : non-significant; MD : Mean difference between 2 groups (EGvs CG); HD: High dose; EG experimental group, CG control group, OR odd ratios;
X: evaluated without restitution of results in the article; Δ: difference in percent. CPD: compression phase duration; MPT : maximum phonation time

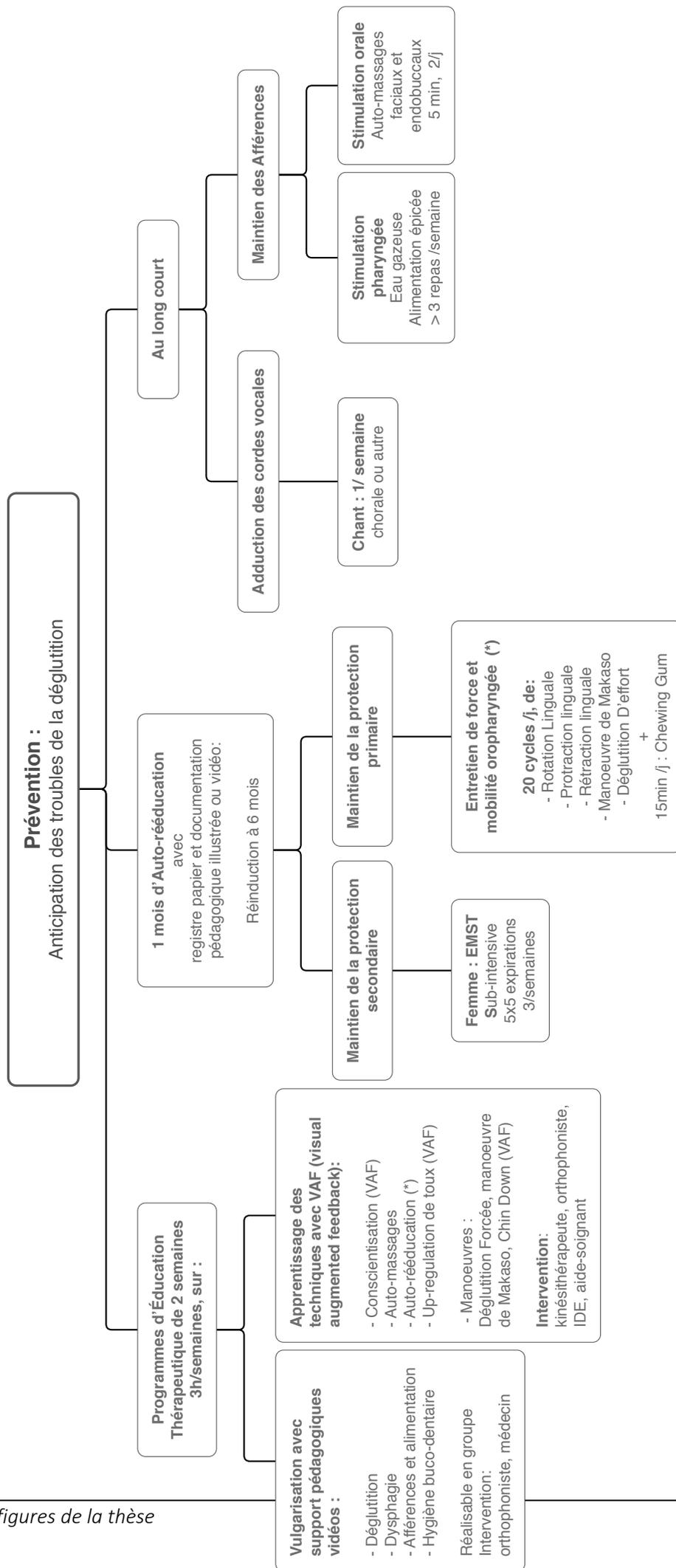


Figure 10 : Prévention

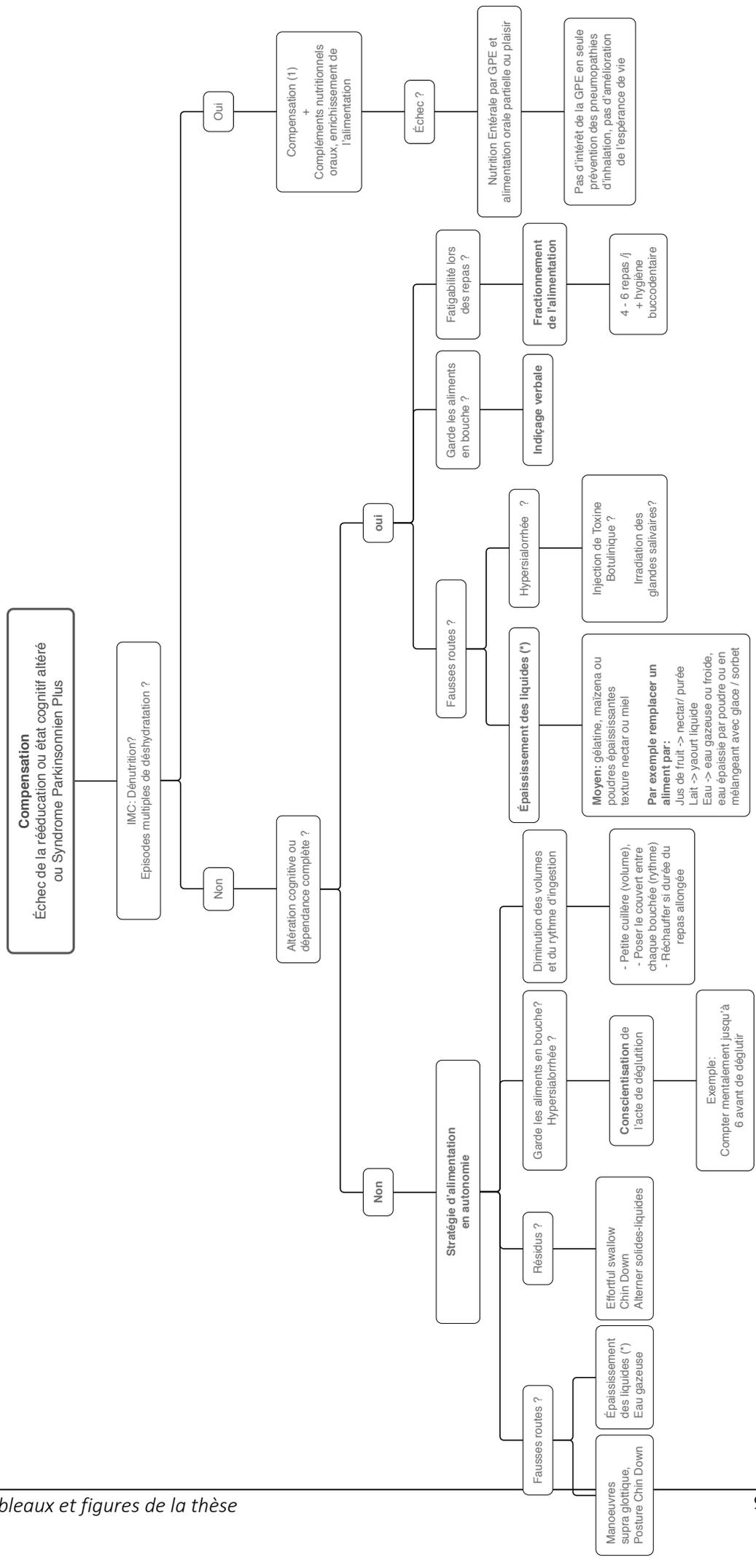


Figure 12 : stratégies de compensation

Sélection des articles :

Tableau 18 : détail des recherches réalisées

<p>- PubMed</p> <p>((("Parkinson Disease"[Mesh]) OR ("Parkinsonian Disorders"[Mesh]) OR ("Parkinson Disease, Secondary"[Mesh])) AND ("Deglutition Disorders"[Mesh] OR "Pneumonia, Aspiration"[Mesh] OR "Respiratory Aspiration"[Mesh])) OR ((deglut* OR swallow* OR dysphag* OR aspirat*) AND ((hypokinetic syndrome) OR Parkinson* OR (paralysis agitans)))) AND ("last 5 years"[PDat]) AND rehabilitation AND ((English[lang] OR French[lang]))</p> <p>05/03/18 : 57 articles</p> <p>((("Parkinson Disease"[Mesh]) OR ("Parkinsonian Disorders"[Mesh]) OR ("Parkinson Disease, Secondary"[Mesh])) AND ("Deglutition Disorders"[Mesh] OR "Pneumonia, Aspiration"[Mesh] OR "Respiratory Aspiration"[Mesh])) OR ((deglut* OR swallow* OR dysphag* OR aspirat*) AND ((hypokinetic syndrome) OR Parkinson* OR (paralysis agitans)))) and last 5 years :</p> <p>05/03/2018 : 377 articles</p> <p>Recherche par terme techniques de rééducation</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tongue strengthening AND Parkinson - Tongue holding AND Parkinson - EMST AND Parkinson - LVST AND swallowing, LSVT - Maneuver AND Dysphagia AND Parkinson - Skill Training AND Dysphagia AND Parkinson - ENMS AND Dysphagia AND Parkinson - Rtms AND Dysphagia AND Parkinson - <p>Recherche par objectif ou outcome associés à la déglutition :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Cough AND rehabilitation AND Parkinson - (Phonation OR MPT) AND Parkinson - Hyoid displacement AND rehabilitation AND Parkinson - MEP AND Parkinson - Embase <p>((swallowing/or dysphagia/or aspiration pneumonia/or food aspiration/or pulmonary aspiration/or aspiration/) and (parkinsonism/or Parkinson disease/)) or ((deglut* or swallow* or dysphag* or aspirat*) and (hypokinetic syndrome or Parkinson* or paralysis agitans))</p> <p>- The Cochrane</p> <p><u>Library MeSH terms</u></p> <p>([Deglutition Disorder] OR [Pneumonia, Aspiration] OR [Respiratory Aspiration]) AND ([Parkinson Disease]) AND ([rehabilitation]) : aucun résultat depuis 2014</p> <p><u>Library free-text</u></p> <p>(deglut* or swallow* or dysphag* or aspirat*) and ((hypokinetic syndrome) or Parkinson* or (paralysis agitans)) and (rehab*) : 47 résultats</p> <p>(deglut* or swallow* or dysphag* or aspirat*) and ((hypokinetic syndrome) or Parkinson* or (paralysis agitans)): 108 résultats</p> <p>Recherche dans les journaux et database spécialisés :</p> <p>ASHA : parkinson [MESH] swallowing dysphagia: 56 articles</p> <p>PEDro database : Parkinson AND (swallowing OR dysphagia)</p> <p>Clinical trials registries : Parkinson AND (swallowing OR dysphagia)</p>
--

pubmed 475,

Cochrane library 155

Google scholar: 407

+ ESBCO 43 articles

+ ASHA : 56 articles + journaux d'orthophonie 31

+ PEDRO database et EMST150 database: 10

+ clinicaltrials.gov : 57 études : 17 de conservées

+ ESSD et DRS colloques, dysphagia : +13

TOTAL: 645 articles le 05/03/2018

Réactualisé 07/2018 : 852 articles –330 doublons

Réactualisé 01/2019 : 1249 – 727 doublons

522 ARTICLES

- 414 articles exclus

Hors sujet, sans relation avec la rééducation : physiopathologie, évaluation instrumentale de la déglutition

Sujets non parkinsonien ou parkinson plus (AVC, démence, sujet agé sain, autres pathologie)

=> 47 articles sur la rééducation après évictions doublons et lectures titres et abstract

Tableau 20: extensive description of rehabilitation parameters

ref	niveau de preuve Aim	PM	technique	ST F B	Intensité	durée de séance / répétitions	fréquence	durée programme	Foll ow out %
1	nagaya 2000	B	Onset		NS	20mn	1 session	single session	-
2	Argolo 2013	B	Bolus management & swallowing strength	X	NS	U	Session : 1/w ST: 2/d, 5 d/wk	5 wk	0 %
3	Luchesi 2014	B	CDT	X	-	U	Daily maneuver follow every 3Mo	5 yr	5 yr
4	Wang 2018	B	Swallowing strength, Sw/ resp coordination	X	NS	25 cycles	2 sessions /d, 5d/wk	12 wk	0 %
5	south 2010	B	Neuromotor Facilitation	X	NS	5mn	1 session	Single session	-
6	Regan 2010	B	Sensory stimulation		iced for 30 sec 0-3°C	5 TTS on each sides	-	Single session	-
7	Fukuda 2016	B	Sensory Facilitation			10-15 mn	-	Single session	-
8	Pitts 2014	C	Lingual strengthening	X			Sessions : 4d/wk	4 wk	U
9	Visk 2015	C	Tongue holding	X	Resistive loading Length of Tongue Protrusion & water sips intake frequency sip/MM (1/3 -> 1/6)	ST: 1set X 20 MM rest:3mn/10MM	ST: 7d/7d 6 sets /d rest: 1hr/11MM set	4 wk	0 %
10	baljens 2012	B	NMES		Maximum tolerated, Increment 0.5 mA	12sw X 10cc rest 1sec/min	-	Single session	-
11	Heijnen 2012	A	NMES		G1: CDT only (motor oral eXercises, protection maneuvers and postural compensation) G2 - G3: CDT in conjunction with suprahyoid NMES G2: motor-level; G3: sensory-level; Device: vitalstim 80Hz	30mn	5d/wk 14 sessions in	3-5 wk	3Mo 19 %
12	baljens 2013	A	NMES		G1: CDT only (motor oral eXercises, protection maneuvers and postural compensation) G2 - G3: CDT in conjunction with suprahyoid NMES G2: motor-level; G3: sensory-level; Device: vitalstim 80Hz	30min	5d/wk	2 wk	17 %
13	Park 2018	A	NMES		Effort increment increase of 0,5mA	Session 30mn CDT 30 mn	5 d/wk	4 wk	0 %
14	Felix 2008	B	ES + VAF	X	Effort	4 swallows X 4	5d/wk	2 wk	0 %
15	Krishnan 2013	C	SST	X	NS	30mn	3 d/wk	2 wk	1 wk -
16	Malloy 2014	C	SST	X	Voluntarily varied	3 swallow X 8	-	Single session	-
17	Athukorala 2014	B	SST	X	Voluntarily varied, increasing levels of difficulty	Session : 1hr 100 swallows : 20 swallows X 5	5 d/wk	2 wk	4 wk 0 %
18	Perry 2018	C	SST	X	Voluntarily varied, increasing levels of difficulty	session: 1hr self training: 60 swallow/Wk	Sessions : 1/Wk Self training: 1/d	6 wk	-

ref	niveau de preuve Aim	PM	technique	ST F B	Intensité	durée de séance / répétitions	fréquence	durée programme	Foil up	Drop out %
19 Manor 2013	A	ES X VAST	Initiation, lingual base strength, PTT	X	X/	NS	2-3d/wk	2 wk 5 sessions	4 wk	U
20 Pinnington 2000	B	Auditory cueing	initiation, OTT, coordination	-	-	NS	10 swallows X2	Single session	-	-
21 Nozaki 2011	B	Auditory cueing	initiation, OTT, coordination				U	2 x 2 wk	2 wk	U
22 Nozaki 2017	B	Auditory cueing	swallow/breath coordination				1 swallow /6beats 5g jelly/swallow	Single session		U
23 Robertson 1984	A	SLT	Cough efficiency, VC adduction, oral and base tongue	X	X	NS	U	2 wk	3Mo	
24 El Sharkawi 2002	B	LSVT	Cough efficiency, VC adduction, oral and base tongue strength	X	X	Effort maximum	sessions: 4d/wk self-training: daily	4 wk		0 %
25 Liotti 2003	B	LSVT	Cough efficiency, VC adduction, oral and base tongue strength	X	X	Effort maximum	sessions: 4d/wk self-training: daily	4 wk		U
26 Miles 2017	B	LSVT	Cough efficiency, VC adduction, oral and base tongue strength, Sw visceromotion	X	X	Effort maximum	sessions: 4d/wk self-training: 1/d	4 wk	6 Mo	0% FU: 15%
27 Nozaki 2017	C	LSVT	Cough efficiency, VC adduction, oral and base tongue strength	X	?	Effort maximum	sessions: 60mn self-training: 15 mn/d	4 wk		-
28 Di Benedetto	B	SGT	Cough efficiency	X/	-	?	SLT: 1h choral: 2h	10 wk		0 %
29 Funderbuke 2012	B	SGT	hyalolarynx complexe ascension, swallowing strength, cough efficiency	X	X	Progression to maximum loudness and MPT	U	10 wk		0 %
30 stegemoller2017	B	SGT	Length of Hyalolarynx displacement Protection Pneumophonic coordination.	X	X	Progression to maximum loudness	U	8 wk		
31 Saleem 2005	C	EMST	Cough efficiency, arytenoid adduction, hyoid displacement, protection	X	X	Resistive loading 75% MEP	20mn 5 breaths x5	16 wk	4wk	0 %
31 Saleem 2005 these	B	EMST	Cough efficiency, arytenoid adduction, hyoid displacement, protection	X	X	Resistive loading 75% MEP	20mn 5 breaths x5	4 wk		0 %
32 Silvermann 2006	C	EMST	Cough efficiency	?	?	Resistive loading 75% MEP	5 breaths x5	4 wk		0 %
33 Pitts 2009	B	EMST	Cough efficiency	X	X	Resistive loading 75% MEP	5 breaths x5	4 wk		0 %
34 Troche 2010	A	EMST	Hyalolarynx complexe ascension, cough efficiency, Cough efficiency	X	X	Resistive loading 75% MEP	20-30 mn 5 breaths x5	4 wk		8 %
35 Sapienza 2011	A	EMST	Cough efficiency	X	X	Resistive loading 75% MEP	5 breaths x5	4 wk		U

Tableau 21 : details of MDBS scoring

Critères	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27		
1 nagaya 2000																													
2 Argolo 2013	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	19	
3 Luchesi 2014																													
4 Wang 2018	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	16	
5 south 2010	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	21	
6 Regan 2010	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	21
7 Fukuda 2016	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	18	
8 Pitts 2014																													
9 Visk 2015	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	16	
10 baijens 2012	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1	0	18
11 Heijnen 2012	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1	1	18	
12 baijens 2013	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1	1	17	
13 Park 2018	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0	18	
14 Felix 2008	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	18	
15 Krishnan 2013	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	13	
16 Malloy 2014	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	12	
17 Athukorala 2014	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0	18	
18 Perry 2018	1	1	1	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	16	
19 Manor 2013	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0	21	
20 Pinnington 2000	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	16	
21 Nozaki 2011	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	18	
22 Nozaki 2017																													
23 Robertson 1984	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	20	
24 El Sharkawi 2002	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	14	
25 Liotti 2003	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	16	
26 Miles 2017	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	22	
27 Nozaki 2017																													
28 Di benedetto 2009	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	19	
29 Funderbuke 2012	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	18	
30 stegemoller2017	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	17	
31 Saleem 2005	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	18	
32 Silvermann 2006	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	15	
33 Pitts 2009	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	18	
34 Troche 2010	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	24	
35 Sapienza 2011	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	20	
36 Troche 2014	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	19	
37 Byeon 2016	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	19	
38 Kuo 2017	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	16	
39 Reyes 2018	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	21	
40 Brandimore 2017	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	18	
41 Ayres 2016	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	18	
42 Ayres 2017	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	20	
43 Troche 2008	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	19	
44 Logeman 2008	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	21	
45 Robbins 2008	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	24	
46 Kim 2012																													
47 Larsson 2017	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	22	
	41	40	39	40	34	40	38	18	41	29	11	10	10	10	17	35	41	39	41	40	33	24	13	7	11	41	9	18,341463	

SCORE: qualité de l'étude /28
 26-28: excellente
 20-25 : bonne
 15-19 : moyenne
 <15 : faible

1-10 : reporting
 11-13: external validity
 14-20: internal validity - bias
 21 -26: internal validity - confounding (selection bias)
 27 : power

Tableau 22 : details of PEDRO scoring

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	TOTAL
Heijnen 2012	X	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	3
Bajens 2013	X	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	3
Park 2018	X	1	0	1	1	0	0	1	0	1	1	6
Manor 2013	X	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	7
Troche 2010	X	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	8
Reyes	X	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	6
AYRES 2017	X	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	5
Logemman	X	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	7
Robbins	X	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	6
Sapienza	x	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	8
Nozaki 2011	x	0	1	0	1	0	0	1	1	1	0	5

1. Eligibility criteria;
2. Random allocation;
3. Concealed allocation;
4. Baseline comparability;
5. Blind subjects;
6. Blind therapists;
7. Blind assessors;
8. Adequate follow-up;
9. Intention-to-treat analysis;
10. Between-group comparisons;
11. Point estimates and variability.

Note: Eligibility criteria item does not contribute to total score

Tableau 23 : confounding factors evaluation

	référence	antécédent pulmonaire	antécédent neurologique autre	antécédent ORL cancer ou chirurgie	modification traitement récent ou en cours	Phase motrice d'évaluation	Phase motrice de rééducation	autre rééducation concomitante ou récente	démence ou MMES < 23	dépression	autres	Total
1	Nagaya											9*
2	Argolo 2013	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
3	Luchesi 2014	X	X	X	X	?	?	X	X	X		9
4	Wang 2018	?	?	?	-	?	?	?	-	-		6
5	South 2010	-	-	-	-	-	-	-	-	-		0
6	Regan 2010	?	-	-	?	-	-	?	?	?		5
7	Fukuda	?	-	?	-	?	?	?	-	?		6
8	Pitts 2014											9*
9	Visk	-	-	-	?	F	?	?	-	-		3
10	Baijens 2012	-	-	-	-	-	-	-	-	-		0
11	Heijnen 2012	-	-	-	-	-	-	-	-	-		0
12	Baijens 2013	-	-	-	-	-	-	-	-	-		0
13	Park 2018	?	-	-	?	?	?	-	-	-		4
14	Felix 2008	-	-	-	-	-	-	?	-	-		1
15	Krishnan 2013	-	-	-	?	?	?	X	X	X		3
16	Malloy 2014	?	-	-	-	-	-	?	?	?		4
17	Athukorala 2014	-	-	-	X	-	-	-	-	-		1
18	Perry 2018	-	-	-	?	?	?	?	-	-		4
19	Manor 2013	?	-	-	?	?	?	?	-	-		5
20	Pinnington 2000	?	?	?	-	-	-	?	?	?		6
21	Nozaki 2011	?	?	?	-	F	F	-	?	?		5
22	Nozaki 2017											9*
23	Robertson 1984	-	-	-	-	?	?	?	-	-		3
24	El sharwaki 2002	?	-	-	-	F	F	-	?	?	HTA cardio sexe	3
25	Liotti 2003	?	-	?	-	?	?	?	-	-	HTA cardio sexe	5
26	Miles 2017	-	-	-	F	-	-	-	?	?	HTA cardio sexe	2
27	Nozaki 2017											9*
28	Di benedetto 2009	?	?	?	-	?	?	?	-	-	HTA cardio sexe	6
29	Funderbuke 2012	-	-	-	-	-	-	-	-	-	HTA cardio sexe	0
30	Stegemoller 2017	-	?	-	-	?	?	-	-	-	HTA cardio sexe	3
	Saleem 2005 case report	-	-	-	-	-	-	?	?	?	HTA cardio sexe	3
31	Saleem 2005 thèse	-	-	-	-	-	-	?	?	?	HTA cardio sexe	3
32	Silvermann 2011	?	?	?	-	-	?	-	?	?	HTA cardio sexe	6
33	Pitts 2009	-	-	?	?	-	F	?	-	-	HTA cardio sexe	3
34	Troche 2010	-	-	-	-	-	?	?	-	-	Cardio	2
35	Sapienza 2011	-	-	-	-	-	?	?	-	-	HTA cardio sexe	2
36	Troche 2014	-	-	-	-	-	?	?	-	-	HTA cardio sexe	2
37	Byeon 2016	-	-	?	?	?	?	?	-	-	HTA cardio sexe	5
38	Kuo 2017	-	-	?	?	?	?	?	-	-	HTA cardio sexe	5
39	Reyes 2018	-	-	?	-	F	?	?	-	-	HTA cardio sexe	3
40	Brandimore 2017	-	-	-	?	-	-	?	-	-	HTA cardio sexe	2
41	Ayres 2016	?	?	?	?	-	-	?	-	-	Troubles langage ou audition	5
42	Ayres 2017	?	-	?	?	-	-	?	-	-	Troubles langage ou audition	4
43	Troche 2008	-	-	-	-	-	?	?	-	-	HTA cardio sexe	2
44	Logemann 2008	-	-	-	-	?	?	?	X	?	OH DT2	4
45	Robbins 2008	-	-	-	-	?	?	?	X	?	OH DT2	4
46	Kim 2012											9*
47	Larsson 2017	X	X	X	X	?	?	X	X	X		9

Phase motrice d'évaluation ou de rééducation: dite « on » si intervient entre 90 et 120 minutes après la prise. « Off » en dehors de ces critères sauf si toutes les mesures ou séances interviennent à la même heure (fixed).

Autres techniques de rééducation en parallèle: dysarthrie, respiratoire, dysphagie

(-) signifie que le facteur confondant est exclus

Tableau 24 : quantification of program intensity

	Reference	Effort intensity	Program duration	Frequency	Program intensity
1	nagaya 2000	2	0	0	2
2	Argolo 2013	2	2	4	8
3	Luchesi 2014		3		3
4	Wang 2018	2	3	4	9
5	south 2010	1	0	0	1
6	Regan 2010	1	0	0	1
7	Fukuda 2016	1	0	0	1
8	Pitts 2014	3	2	3	8
9	Visk 2015	2	2	4	8
10	bajjens 2012	3	0	0	3
11	Heijnen 2012	1	2	3	6
12	bajjens 2013	1	1	3	5
13	Park 2018	3	2	3	8
14	Felix 2008	3	1	3	7
15	Krishnan 2013	2	1	2	5
16	Malloy 2014	2	0	0	2
17	Athukorala 2014	2	1	3	6
18	Perry 2018	2	2,5	1	5,5
19	Manor 2013	3	1	2	6
20	Pinnington 2000	1	0	0	1
21	Nozaki 2011	1	2,5	?	3,5
22	Nozaki 2017	2	0	0	2
23	Robertson 1984	1	1	4	6
24	El Sharkawi 2002	3	2	4	9
25	Liotti 2003	3	2	4	9
26	Miles 2017	3	2	4	9
27	Nozaki 2017	3	2	4	9
28	Di benedetto 2009	1	3	2	6
29	Funderbuke 2012	2	3	2	7
30	stegemoller 2017	2	2,5	2	6,5
31	Saleem 2005	3	3	3	9
31	Saleem 2005 T	3	2	3	8
32	Silvermann 2006	3	2	3	8
33	Pitts 2009	3	2	3	8
34	Troche 2010	3	2	3	8
35	Sapienza 2011	3	2	3	8
36	Troche 2014	3	2	3	8
37	Byeon 2016	3	2	3	8
38	Kuo 2017	3	2	2,5	7,5
39	Reyes 2018	3	2,5	4	9,5
40	Brandimore 2017	3	0	0	3
41	Ayres 2016	0	2	4	6
42	Ayres 2017	0	2	4	6
43	Troche 2008	0	0	0	0
44	Logeman 2008	0	0	0	0
45	Robbins 2008	0	3	4	7
46	Larsson 2017	0	0	0	0
47	Kim 2012	0	2	4	6

Program intensity /10:

effort intensity / 3; program duration /3; frequency /4.

The higher the score, the more intense the program.

- Intensity: passive: 0pt; low effort 1pt; moderate effort 2; high / maximum effort: 3pt

- Program duration: <1 Mo : 1pt; 1Mo: 2pt; 1Mo-2Mo: 2,5pt; >2Mo: 3pt

- Frequency: 1-2/wk : 1pt; 3-4/wk : 2pt; > 4/wk : 3pt; >1/d : 4pt

Tableau 25 : authors conclusions

ref	conclusion de l'auteur
1 nagaya 2000	2000 Significant Correction of PD anomaly of PMT. Swallowing onset delay may be corrected by activation facilitation exercises
2 Argolo 2013	2013 OTT & PTT not improved. improvement on loss of bolus control, piecemeal swallow, residue (tongue, valleculae pyriform sinuses). SWAL QOL modified significantly (fear, symptoms frequency, difficulty of moving food in the mouth. Lingual pumping and dental absence seems to severely interfere with CDT.
3 Luchesi 2014	2014 stabilisation fonction survival at 10Mo, deterioration thereafter: improvement 44%, deterioration 17 %
4 Wang 2018	2018 improved swallowing (rate of piecemeal deglutition, laryngeal excursion amplitude) and coordination with respiration (high rate of protective respiratory phase patterns)
5 south 2010	2010 improved swallowing frequency (x4) : mean carryover 5.317 min. Decreased swallowing latency(/ 6) with 50% carryover at 5 mn. (cost-effective and self-managed approach for saliva regulation, no side effect of reducing salivary flow.)
6 Regan 2010	2010 TSS significantly reduced temporal measures / for fluids (PTT, pharyngeal delay time, $p < 0.004^*$) and for paste (PTT, TTT). No efficacy on oral transit time. Unknown carryover duration
7 Fukuda 2016	2016 Increased tongue pressure (23.1 to 26.7 kPa) ($p < 0.01$). Reduced mean swallowing reflex latency : 1st (5.2 to 4.6); 2nd (19.9 to 15.7) and 3rd (10.4 to 5.7) saliva swallow.
8 Pitts 2014	2014 Probe performance for time to peak pressure and accuracy on submaximal (50 %) pressure targets improved beyond 2DS at posttreatment and maintenance. For thin liquids at baseline PAS : 8, which improved to 5.3 at posttreatment and 2.3 at follow-up. Area analysis of residue indicated oral tongue residue was reduced for 4 of 7 boluses and base of tongue residue was reduced for all 7 boluses at posttreatment and follow-up. SWAL-QOL gains (27 points) were largely maintained at follow-up (23 points). maintenance at 1 Mo post treatment
9 Visk 2005	strengthened the contraction of the glossopharyngeal portion of the superior pharyngeal constrictor . Strengthen the tongue base; shortened pharyngeal transit time in all consistencies, increased duration of base of tongue contact with the posterior pharyngeal wall in pudding consistency, improved patient perception of quality of life related to swallowing, and overall swallowing function as determined by the MASA.
10 baijens 2012	2012 Few effects of a single session. Configuration infra-hyoid may increase the risk of aspiration (decreased time of laryngeal closure, slowed hyoid bone movement) non significant. Probable placebo effect (modification regardless of current status).
11 Heijnen 2012	2012 Significant improvement of quality of life in every group (CDT and CDT +NMES); no significant difference between groups (no greater improvement in NMES group)
12 baijens 2013	2013 All groups: significant improvement in piecemeal swallowing (VFSS), significant improvements of PAS, preswallow posterior spill and delayed initiation pharyngeal (FEES). Therapy effect of CDT without any additional influence of SES
13 Park 2018	2018 G1: Improved VDS, PAS, and hyoid bone excursion. G2: improved total VDS and hyoid bone excursion. Intergroup : No significant difference between G1 &G2 on VFSS improvement. CDT + NMES shows significantly greater improvement on hyoid bone excursion and PAS than CDT only (large effect sizes : 0,9)
14 Felix 2008	2008 Significant improvement of swallowing strength (manometry antecervical) and dysphagia symptoms. Decreased anomaly at clinical evaluation.
15 Krishnan 2013	2013 Significant improvement of food residue in both groups, significantly greater with video assisted therapy. No difference on aspiration/penetration ; carry over of improvement > 1Mo
16 Malloy 2014	2014 Improvement of hyolaryngeal excursion following combination of compensatory strategies and biofeedback therapy. possible retainment of benefice
17 Athukorala 2014	2014 no correlation between tracking performance and atypical swallowing (questionary, heterogeneity of PD Group performance). visuomotor tracking of neck sEMG may compensate for swallow sEMG difference between PD and control.
18 Perry 2018	2018 Improved preswallowing time, increased volume/swallow du volume ; improved quality of life. No improvement for solids. Retainment of gain, with increasing improvement suggesting skill learning. Neural plasticity
19 Manor 2013	2013 Increase swallowing accuracy from 68% to 78% (Biskit), improved performance despite increased difficulty (skill training). Decreased choking and coughing. Premature spillage and aspiration eliminated, post-swallow residue reduced,
20 Pinnington 2000	2000 significant reduction of oral transit time; no impact on pharyngeal transit time or mean number of swallows with verbal prompting. Hypothesis: oral and lingual bradykinesia improvement greater than with visual external cue only (presentation of a spoon). No improvement of airways' protection
21 Nozaki 2011	2011 Shortened oral transit time greater with metronome training (0.52 ± 0.25 ms) than without (0.87 ± 0.52 ms); decreasing amount of residues in the pharynx
22 Nozaki 2017	2017 A pre-SA inspiratory phase appeared in 14% (median) of both PD and controls in Met(-). In Met(+), this pre-SA inspiratory phase significantly increased to 24% for PD ($p=0.005$) and 30% for controls ($p=0.016$) compared with Met(-). The post-SA inspiratory phase was 40% for PD and 30% for controls in Met(-), showing a non- significant decrease to 26% in both PD and controls in Met(+). Coordination of respiratory-swallowing is reportedly related to the swallowing movements, and the significant increase in the pre-SA inspiratory phase in both PD and controls in Met(+) suggested the possibility that rhythmic stimulation from a metronome contributes to regulation of respiratory-swallowing coordination.
23 Robertson 1984	1984 Significant improvements in phonation, articulation and swallowing.
24 El Sharkawi 2002	2002 reduced incidence of swallow motility disorders (- 51%) after LSVT and improvement of timed variables of swallowing significantly. LSVT may activate neuromuscular control of the aerodigestive tract, improving function in the oral tongue and the tongue base during oral/pharyngeal swallowing
25 Liotti 2003	2003 Abnormal over activation of motor and premotor cortex in IPD vs HC pre LSVT. Post LSVT : significant increase of loudness ($p < 0.005$) increase of MPT(NS). Significant ($p < 0.001$) decrease of motor and premotor cortex activation. Increased activity in right anterior insula, right basal ganglia, and right DLPC during phonation. Biggest and most significant effects was on right interior insult, especially implicated in swallowing
26 Miles 2017	2017 Mild IPD. Aspiration not observed. Pharyngeal residue and pharyngeal area at rest significantly reduced ; maximal opening of PES and PES opening duration significantly increased. Significant improvement in involuntary cough peak expiratory flow (rate and rise time). Improvement maintained at 6-months.
27 Nozaki 2017	2017 LSVT improved swallowing and speech in patients with advanced-stage Parkinsonism.
28 Di benedetto 2009	2009 significant improvement ($P < 0.05$) of functional residual capacity (FRC%), maximum inspiratory pressure (MIP), maximum expiratory pressure (MEP), maximum duration of sustained vowel phonation (MDPh). MEP; $t = -3.1$; ($P = 0.006$); MPT; $t = -5.4$; ($P = 0.000$);
29 Funderbuke 2012	2012 Increased hyoid bone superior and anterior displacement in angle and magnitude. Improvement of PAS. Worsening of SWAL QOL (increase in awareness of dysphagia)
30 stegemoller 2017	2017 significant improvement in EMG timing measures, and UPDRS (total and motor) scores, voice QOL, and whole health QOL. No significant differences for SWAL-QOL. No dose effect. 100% compliance. Suggests group singing may induce prolongation of laryngeal elevation and of protection of airway from foreign material
31 Saleem 2005	2005 improved MEP at 4 wk (by 50%) and 20 weeks (158%); Suggests improvement of swallowing safety
32 Silvermann 2006	2006 MEP increased at 4 weeks (by 75-91%)
33 Pitts 2009	2009 Significant decreased aspirations P/A scale ($p < 0.01$), significant increase in PEmax ($Z = 2.803$; $p = 0.005$. significant reduction in the compression phase CPD ($Z = 2.803$; $p = 0.005$) and Expiratory rise time EPRT ($Z = 2.492$; $p = 0.01$). significant increase in cough VA (peak flow /EPRT) ($Z = 2.497$; $p = 0.01$). No effect on restrictive pulmonary disease
34 Troche 2010	2010 Strengthening of submandibular muscle. Possible restoration role in swallowing by improved hyolaryngeal complex movements. s/ PA d=0,55
35 Sapienza 2011	2011 Significant improvement of MEP. More specifically, our research group analyzed acquired swallow function data in this same participant pool following the 4 weeks of the EMST program. The results showed a significant improvement in swallow function. the significant reduction in the primary outcome variable of Penetration-Aspiration (P-A) score. EMST group maintained the duration of hyoid elevation over time, and the sham group experienced a decreased duration.
36 Troche 2014	2014 Improvement of MEP and PAS (increased movement of hyolaryngic complex). After detraining of 3Mo: decrease of MEP by 2%. Some patients maintain benefits, other deteriorate (severe dysphagia at start): interest of a maintenance program
37 Byeon 2016	2016 Association of postural techniques and EMST is more effective than EMST only. EMST only is significantly beneficial, but less so than EMST +postures
38 Kuo 2017	2017 Significant Dose effect of EMST on MEP. Only EMST 5 d/wk shows significant improvement of MEP more important than GC. 3d/w still as significant effect on MEP
39 Reyes 2018	2018 Expiratory muscle-training more beneficial than inspiratory muscle-training for improving MEP and voluntary peak cough flow (airway clearance, swallowing safety). Moderate effect on reflex cough
40 Brandimore 2017	2017 Cough peak expiratory airflow rate (PEFR) and cough expired volume (CEV) significantly improved with cueing for induced reflex and voluntary cough especially in a VAF + auditory cueing task in skill training.
41 Ayres 2016	2016 improvement in swallowing-related quality of life on symptoms frequency ($p = 0.025$ $r = -2.24$. Improvement on solid ($p < 0.001$) and liquid (0.02). The earlier in the course of PD, the greater the improvement.
42 Ayres 2017	2017 A significant improvement in swallowing, evaluated by clinical assessment, was observed in solid ($p < 0.001$) and liquid ($p = 0.022$) consistencies in EG when compared to OG and CG. frequency of symptoms ($p = 0.029$) in SWALQOL questionnaire.
43 Troche 2008	2008 Timing and Safety of Swallow
44 Logeman 2008	2008 39% aspirate on all interventions. 12% aspirate on two interventions. 17% aspirate on one intervention. 32% aspirate on none of the three interventions. Aspiration VFSS :PD only: CD > HT ($p < .001$); NT > HT ($p < .001$) . CD > HT ($p < .05$); NT > HT ($p < .01$)
45 Robbins 2008	2008 No significant effect of texture adaptation, and/or Chiu down on pneumonia rate at 3Mo. Adherence evaluation by type of intervention, IPD only or IPD + dementia. Care givers compliance to programs
46 Kim 2012	2012 After the application of the dysphagia assessment tool and intervention program, the weight in experimental group was increased ($t = 4.913$, $p = .000$) and the total time of swallowing was reduced ($t = -4.557$, $p = .000$) than control group. These findings were statistically significant.
47 Larsson 2017	2017 Carbonated liquid improved the swallowing in 87% of patients with a swallowing dysfunction. Carbonated liquid had a faster pharyngeal transit time compared to thin liquid (median change 150 ms, $p = 0.014$) and thickened liquid (median change 350 ms, $p < 0.0001$) : There were no significant differences between the thick liquid and thin liquid ($Z = -1.841$, $P = 0.066$, $r = -0.27$). However, there was a significant difference between carbonated liquid and thin liquid ($Z = -2.464$, $P = 0.014$, $r = -0.36$) and carbonated liquid and thick liquid ($Z = -3.499$, $P, 0.001$, $r = -0.51$).

Tableau 26 : relative hierarchy of quasi-experimental study design

Quasi-experimental Study Designs	Design Notation
A. Quasi-experimental designs without control groups	
1. The one-group posttest-only design	X O1
2. The one-group pretest-posttest design	O1 X O2
3. The one-group pretest-posttest design using a double pretest	O1 O2 X O3
4. The one-group pretest-posttest design using a nonequivalent dependent variable	(O1a, O1b) X (O2a, O2b)
5. The removed-treatment design	O1 X O2 O3 removeX O4
6. The repeated-treatment design	O1 X O2 removeX O3 X O4
B. Quasi-experimental designs that use a control group but no pretest	
1. Posttest-only design with nonequivalent groups	Intervention group: X O1 Control group: O2
C. Quasi-experimental designs that use control groups and pretests	
1. Untreated control group with dependent pretest and posttest samples	Intervention group: O1a X O2a Control group: O1b O2b
2. Untreated control group design with dependent pretest and posttest samples using a double pretest	Intervention group: O1a O2a X O3a Control group: O1b O2b O3b
3. Untreated control group design with dependent pretest and posttest samples using switching replications	Intervention group: O1a X O2a O3a Control group: O1b O2b X O3b
D. Interrupted time-series design*	
1. Multiple pretest and posttest observations spaced at equal intervals of time	O1 O2 O3 O4 O5 X O6 O7 O8 O9 O10

O = Observational Measurement; X = Intervention Under Study.
Time moves from left to right.
*In general, studies in category D are of higher study design quality than studies in category C, which are higher than those in category B, which are higher than those in category A. Also, as one moves down within each category, the studies become of higher quality, e.g., study 5 in category A is of higher study design quality than study 4, etc.

Tableau 27 : Modified Down and Black checklist for assessment of methodological quality of randomized and non-randomized studies (as supplied by authors of the scale)

Item	Criteria	Possible Answers
Reporting		
1	<i>Is the hypothesis/aim/objective of the study clearly described?</i>	Yes = 1 No = 0
2	<i>Are the main outcomes to be measured clearly described in the Introduction or Methods section? If the main outcomes are first mentioned in the Results section, the question should be answered no.</i>	Yes = 1 No = 0
3	<i>Are the characteristics of the patients included in the study clearly described? In cohort studies and trials, inclusion and/or exclusion criteria should be given. In case-control studies, a case-definition and the source for controls should be given.</i>	Yes = 1 No = 0
4	<i>Are the interventions of interest clearly described? Treatments and placebo (where relevant) that are to be compared should be clearly described.</i>	Yes = 1 No = 0
5	<i>Are the distributions of principal confounders in each group of subjects to be compared clearly described? A list of principal confounders is provided.</i>	Yes = 2 Partially = 1 No = 0
6	<i>Are the main findings of the study clearly described? Simple outcome data (including denominators and numerators) should be reported for all major findings so that the reader can check the major analyses and conclusions. (This question does not cover statistical tests which are considered below).</i>	Yes = 1 No = 0
7	<i>Does the study provide estimates of the random variability in the data for the main outcomes? In non-normally distributed data the interquartile range of results should be reported. In normally distributed data the standard error, standard deviation or confidence intervals should be reported. If the distribution of the data is not described, it must be assumed that the estimates used were appropriate and the question should be answered yes.</i>	Yes = 1 No = 0
8	<i>Have all important adverse events that may be a consequence of the intervention been reported? This should be answered yes if the study demonstrates that there was a comprehensive attempt to measure adverse events. (A list of possible adverse events is provided).</i>	Yes = 1 No = 0
9	<i>Have the characteristics of patients lost to follow-up been described? This should be answered yes where there were no losses to follow-up or where losses to follow-up were so small that findings would be unaffected by their inclusion. This should be answered no where a study does not report the number of patients lost to follow-up.</i>	Yes = 1 No = 0
10	<i>Have actual probability values been reported (e.g. 0.035 rather than <0.05) for the main outcomes except where the probability value is less than 0.001?</i>	Yes = 1 No = 0
External validity		
11	<i>Were the subjects asked to participate in the study representative of the entire population from which they were recruited? The study must identify the source population for patients and describe how the patients were selected. Patients would be representative if they comprised the entire source population, an unselected sample of consecutive patients, or a random sample. Random sampling is only feasible where a list of all members of the relevant population exists. Where a study does not report the proportion of the source population from which the patients are derived, the question should be answered as unable to determine.</i>	Yes = 1 No = 0 Unable to determine = 0

Appendix to: Trac MH, McArthur E, Jandoc R, et al. Macrolide antibiotics and the risk of ventricular arrhythmia in older adults. CMAJ 2016. DOI:10.1503/cmaj.150901. Copyright © 2016 8872147 Canada Inc. or its licensors

Tableau 28 : PEDro Scale checklist

1. les critères d'éligibilité ont été précisés	non <input type="checkbox"/>	oui <input type="checkbox"/>	où:
2. les sujets ont été répartis aléatoirement dans les groupes (pour un essai croisé, l'ordre des traitements reçus par les sujets a été attribué aléatoirement)	non <input type="checkbox"/>	oui <input type="checkbox"/>	où:
3. la répartition a respecté une assignation secrète	non <input type="checkbox"/>	oui <input type="checkbox"/>	où:
4. les groupes étaient similaires au début de l'étude au regard des indicateurs pronostiques les plus importants	non <input type="checkbox"/>	oui <input type="checkbox"/>	où:
5. tous les sujets étaient "en aveugle"	non <input type="checkbox"/>	oui <input type="checkbox"/>	où:
6. tous les thérapeutes ayant administré le traitement étaient "en aveugle"	non <input type="checkbox"/>	oui <input type="checkbox"/>	où:
7. tous les examinateurs étaient "en aveugle" pour au moins un des critères de jugement essentiels	non <input type="checkbox"/>	oui <input type="checkbox"/>	où:
8. les mesures, pour au moins un des critères de jugement essentiels, ont été obtenues pour plus de 85% des sujets initialement répartis dans les groupes	non <input type="checkbox"/>	oui <input type="checkbox"/>	où:
9. tous les sujets pour lesquels les résultats étaient disponibles ont reçu le traitement ou ont suivi l'intervention contrôle conformément à leur répartition ou, quand cela n'a pas été le cas, les données d'au moins un des critères de jugement essentiels ont été analysées "en intention de traiter"	non <input type="checkbox"/>	oui <input type="checkbox"/>	où:
10. les résultats des comparaisons statistiques intergroupes sont indiqués pour au moins un des critères de jugement essentiels	non <input type="checkbox"/>	oui <input type="checkbox"/>	où:
11. pour au moins un des critères de jugement essentiels, l'étude indique à la fois l'estimation des effets et l'estimation de leur variabilité	non <input type="checkbox"/>	oui <input type="checkbox"/>	où:

L'échelle PEDro est basée sur la liste Delphi développée par Verhagen et ses collègues au département d'épidémiologie de l'Université de Maastricht (Verhagen AP et al (1998). *The Delphi list: a criteria list for quality assessment of randomised clinical trials for conducting systematic reviews developed by Delphi consensus. Journal of Clinical Epidemiology, 51(12):1235-41*). Cette liste est basée sur un "consensus d'experts" et non, pour la majeure partie, sur des données empiriques. Deux items supplémentaires à la liste Delphi (critères 8 et 10 de l'échelle PEDro) ont été inclus dans l'échelle PEDro. Si plus de données empiriques apparaissent, il deviendra éventuellement possible de pondérer certains critères de manière à ce que le score de PEDro reflète l'importance de chacun des items.

L'objectif de l'échelle PEDro est d'aider l'utilisateur de la base de données PEDro à rapidement identifier quels sont les essais cliniques réellement ou potentiellement randomisés indexés dans PEDro (c'est-à-dire les essais contrôlés randomisés et les essais cliniques contrôlés, sans précision) qui sont susceptibles d'avoir une bonne validité interne (critères 2 à 9), et peuvent avoir suffisamment d'informations statistiques pour rendre leurs résultats interprétables (critères 10 à 11). Un critère supplémentaire (critère 1) qui est relatif à la validité "externe" (c'est "la généralisabilité" de l'essai ou son "applicabilité") a été retenu dans l'échelle PEDro pour prendre en compte toute la liste Delphi, mais ce critère n'est pas comptabilisé pour calculer le score PEDro cité sur le site Internet de PEDro.

L'échelle PEDro ne doit pas être utilisée pour mesurer la "validité" des conclusions d'une étude. En particulier, nous mettons en garde les utilisateurs de l'échelle PEDro sur le fait que les études qui montrent des effets significatifs du traitement et qui ont un score élevé sur l'échelle PEDro, ne signifie pas nécessairement que le traitement est cliniquement utile. Il faut considérer aussi si la taille de l'effet du traitement est suffisamment grande pour que cela vaille la peine cliniquement d'appliquer le traitement. De même, il faut évaluer si le rapport entre les effets positifs du traitement et ses effets négatifs est favorable. Enfin, la dimension coût/efficacité du traitement est à prendre compte pour effectuer un choix. L'échelle ne devrait pas être utilisée pour comparer la "qualité" des essais réalisés dans différents domaines de la physiothérapie, essentiellement parce qu'il n'est pas possible de satisfaire à tous les items de cette échelle dans certains domaines de la pratique kinésithérapique.

Dernière modification le 21 juin 1999. Traduction française le 1 juillet 2010

BIBLIOGRAPHIE

1. Moisan F, Kab S, Moutengou E, Boussac-Zerebska M, Carcaillon-Bentata L, Elbaz A. Fréquence de la maladie de Parkinson en France. Données nationales et régionales 2010-2015. Saint-Maurice : Santé publique France, 2018. 69 p.
2. Lang AE. A critical appraisal of the premotor symptoms of Parkinson's disease: potential usefulness in early diagnosis and design of neuroprotective trials. *Mov Disord Off J Mov Disord Soc.* avr 2011;26(5):775-83.
3. Gilet E. La prise en charge des patients parkinsoniens. In: *La réhabilitation de la déglutition chez l'adulte.* Solal Editeurs; 2003. p. 401-8.
4. Chen H, Zhao EJ, Zhang W, Lu Y, Liu R, Huang X, et al. Meta-analyses on prevalence of selected Parkinson's nonmotor symptoms before and after diagnosis. *Transl Neurodegener.* 2015;4(1):1.
5. Gorell JM, Johnson CC, Rybicki BA. Parkinson's disease and its comorbid disorders: an analysis of Michigan mortality data, 1970 to 1990. *Neurology.* oct 1994;44(10):1865-8.
6. Takizawa C, Gemmell E, Kenworthy J, Speyer R. A Systematic Review of the Prevalence of Oropharyngeal Dysphagia in Stroke, Parkinson's Disease, Alzheimer's Disease, Head Injury, and Pneumonia. *Dysphagia.* juin 2016;31(3):434-41.
7. Kalf JG, Swart BJM de, Bloem BR, Munneke M. Prevalence of oropharyngeal dysphagia in Parkinson's disease: A meta-analysis. *Parkinsonism Relat Disord.* 1 mai 2012;18(4):311-5.
8. BIRD MR, WOODWARD MC, GIBSON EM, PHYLAND DJ, FONDA D. Asymptomatic swallowing disorders in elderly patients with Parkinson's disease: a description of findings on clinical examination and videofluoroscopy in sixteen patients. *Age Ageing.* 1994;23(3):251-254.
9. Rodrigues B, Nóbrega AC, Sampaio M, Argolo N, Melo A. Silent saliva aspiration in Parkinson's disease. *Mov Disord.* janv 2011;26(1):138-41.
10. Nóbrega AC, Rodrigues B, Melo A. Silent aspiration in Parkinson's disease patients with diurnal sialorrhea. *Clin Neurol Neurosurg.* févr 2008;110(2):117-9.
11. Nóbrega AC, Rodrigues B, Melo A. Is silent aspiration a risk factor for respiratory infection in Parkinson's disease patients? *Parkinsonism Relat Disord.* déc 2008;14(8):646-8.
12. Pflug C, Bihler M, Emich K, Niessen A, Nienstedt JC, Flügel T, et al. Critical Dysphagia is Common in Parkinson Disease and Occurs Even in Early Stages: A Prospective Cohort Study. *Dysphagia.* 21 août 2017;
13. Fernandez HH, Lapane KL. Predictors of mortality among nursing home residents with a diagnosis of Parkinson's disease. *Med Sci Monit Int Med J Exp Clin Res.* avr 2002;8(4):CR241-246.
14. Martinez-Ramirez D, Almeida L, Giugni JC, Ahmed B, Higuchi M-A, Little CS, et al. Rate of aspiration pneumonia in hospitalized Parkinson's disease patients: a cross-sectional study. *BMC Neurol.* 5 juill 2015;15:104.

15. Barichella M, Cereda E, Pezzoli G. Major nutritional issues in the management of Parkinson's disease. *Mov Disord Off J Mov Disord Soc.* 15 oct 2009;24(13):1881-92.
16. Carneiro D, das Graças Wanderley de Sales Coriolano M, Belo LR, de Marcos Rabelo AR, Asano AG, Lins OG. Quality of life related to swallowing in Parkinson's disease. *Dysphagia.* oct 2014;29(5):578-82.
17. van Hooren MRA, Baijens LWJ, Voskuilen S, Oosterloo M, Kremer B. Treatment effects for dysphagia in Parkinson's disease: a systematic review. *Parkinsonism Relat Disord.* août 2014;20(8):800-7.
18. Smith SK, Roddam H, Sheldrick H. Rehabilitation or compensation: time for a fresh perspective on speech and language therapy for dysphagia and Parkinson's disease? *Int J Lang Commun Disord.* août 2012;47(4):351-64.
19. Baijens LWJ, Speyer R. Effects of therapy for dysphagia in Parkinson's disease: systematic review. *Dysphagia.* mars 2009;24(1):91-102.
20. Gross RD, Atwood CW, Ross SB, Eichhorn KA, Olszewski JW, Doyle PJ. The Coordination of Breathing and Swallowing in Parkinson's Disease. *Dysphagia.* juin 2008;23(2):136-45.
21. Kern MK, Jaradeh S, Arndorfer RC, Shaker R. Cerebral cortical representation of reflexive and volitional swallowing in humans. *Am J Physiol-Gastrointest Liver Physiol.* 1 mars 2001;280(3):G354-60.
22. Jean A. Brain stem control of swallowing: neuronal network and cellular mechanisms. *Physiol Rev.* avr 2001;81(2):929-69.
23. Lee KD, Koo JH, Song SH, Jo KD, Lee MK, Jang W. Central cholinergic dysfunction could be associated with oropharyngeal dysphagia in early Parkinson's disease. *J Neural Transm Vienna Austria* 1996. nov 2015;122(11):1553-61.
24. Ghaemi H, Sobhani-Rad D, Arabi A, Saifpanahi S, Ghayoumi Anaraki Z. Role of Basal Ganglia in Swallowing Process: A Systematic Review. *Iran Rehabil J.* 15 déc 2016;14(4):239-45.
25. Pitts TE, Bolser DC. Cough: A Review of Anatomy and Physiology. *SIG 13 Perspect Swallowing Swallowing Disord Dysphagia.* 1 mars 2011;20(1):3-8.
26. Mu L, Chen J, Sobotka S, Nyirenda T, Benson B, Gupta F, et al. Alpha-Synuclein Pathology in Sensory Nerve Terminals of the Upper Aerodigestive Tract of Parkinson's Disease Patients. *Dysphagia.* 1 août 2015;30(4):404-17.
27. Nóbrega AC, Pinho P, Deiró M, Argolo N. Levodopa treatment in Parkinson's disease: how does it affect dysphagia management? *Parkinsonism Relat Disord.* mars 2014;20(3):340-1.
28. Melo A, Monteiro L. Swallowing improvement after levodopa treatment in idiopathic Parkinson's disease: Lack of evidence. *Parkinsonism Relat Disord.* mars 2013;19(3):279-81.
29. Miller AJ. Neurophysiological basis of swallowing. *Dysphagia.* 1 juin 1986;1(2):91.
30. Nardone R, Brigo F, Versace V, Höller Y, Tezzon F, Saltuari L, et al. Cortical afferent inhibition abnormalities reveal cholinergic dysfunction in Parkinson's disease: a reappraisal. *J Neural Transm.* nov

2017;124(11):1417-29.

31. Schröder JB, Marian T, Claus I, Muhle P, Pawlowski M, Wiendl H, et al. Substance P Saliva Reduction Predicts Pharyngeal Dysphagia in Parkinson's Disease. *Front Neurol.* 2019;10:386.

V, Puech M, Heuillet-Martin G, Danoy M-C. La réhabilitation de la déglutition chez l'adulte : Le point sur la prise en charge fonctionnelle. 2e édition revue et augmentée. Marseille: Solal Editeurs; 2015. 475 p.

33. Uludag IF, Tiftikcioglu BI, Ertekin C. Spontaneous Swallowing during All-Night Sleep in Patients with Parkinson Disease in Comparison with Healthy Control Subjects. *Sleep.* avr 2016;39(4):847-54.

34. Wang C-M, Shieh W-Y, Weng Y-H, Hsu Y-H, Wu Y-R. Non-invasive assessment determine the swallowing and respiration dysfunction in early Parkinson's disease. *Parkinsonism Relat Disord.* sept 2017;42:22-7.

35. Blonsky ER, Logemann JA, Boshes B, Fisher HB. Comparison of speech and swallowing function in patients with tremor disorders and in normal geriatric patients: a cinefluorographic study. *J Gerontol.* mai 1975;30(3):299-303.

36. Umemoto G, Tsuboi Y, Kitashima A, Furuya H, Kikuta T. Impaired Food Transportation in Parkinson's Disease Related to Lingual Bradykinesia. *Dysphagia.* sept 2011;26(3):250-5.

37. Argolo N, Sampaio M, Pinho P, Melo A, Nóbrega AC. Swallowing disorders in Parkinson's disease: impact of lingual pumping: Lingual pumping in Parkinson's disease. *Int J Lang Commun Disord.* sept 2015;50(5):659-64.

38. Alfonsi E, Versino M, Merlo IM, Pacchetti C, Martignoni E, Bertino G, et al. Electrophysiologic patterns of oral-pharyngeal swallowing in parkinsonian syndromes. *Neurology.* 20 févr 2007;68(8):583-9.

39. Hammer MJ, Barlow SM. Laryngeal somatosensory deficits in Parkinson's disease: implications for speech respiratory and phonatory control. *Exp Brain Res.* mars 2010;201(3):401-9.

40. Pitts T, Hegland KW, Sapienza CM, Bolser DC, Davenport PW. Alterations in oropharyngeal sensory evoked potentials (PSEP) with Parkinson's disease. *Respir Physiol Neurobiol.* 15 2016;229:11-6.

41. Sung HY, Kim J-S, Lee K-S, Kim Y-I, Song I-U, Chung S-W, et al. The prevalence and patterns of pharyngoesophageal dysmotility in patients with early stage Parkinson's disease. *Mov Disord.* 30 oct 2010;25(14):2361-8.

42. Leow LP, Beckert L, Anderson T, Huckabee M-L. Changes in chemosensitivity and mechanosensitivity in aging and Parkinson's disease. *Dysphagia.* mars 2012;27(1):106-14.

43. Phua SY, McGarvey LPA, Ngu MC, Ing AJ. Patients with gastro-oesophageal reflux disease and cough have impaired laryngopharyngeal mechanosensitivity. *Thorax.* juin 2005;60(6):488-91.

44. Troche MS, Okun MS, Rosenbek JC, Altmann LJ, Sapienza CM. Attentional resource allocation and swallowing safety in Parkinson's disease: a dual task study. *Parkinsonism Relat Disord.* avr 2014;20(4):439-43.

45. Bildstein clémence. troubles respiratoires parkinson. [Rouen]: médecine; 2017.
46. Troche MS, Brandimore AE, Okun MS, Davenport PW, Hegland KW. Decreased Cough in Parkinson Disease. *Chest*. nov 2014;146(5):1294-9.
47. Hegland KW, Okun MS, Troche MS. Sequential Voluntary Cough and Aspiration or Aspiration Risk in Parkinson's Disease. *Lung*. août 2014;192(4):601-8.
48. Oad MA, Miles A, Lee A, Lambie A. Medicine Administration in People with Parkinson's Disease in New Zealand: An Interprofessional, Stakeholder-Driven Online Survey. *Dysphagia*. 11 juill 2018;
49. Luchesi KF, Kitamura S, Mourão LF. Dysphagia progression and swallowing management in Parkinson's disease: an observational study. *Braz J Otorhinolaryngol*. févr 2015;81(1):24-30.
50. Ozsancak C, Auzou P, Destée A, Defebvre L, Collectif. Les troubles de la parole et de la déglutition dans la maladie de Parkinson. Marseille: Solal Editeurs; 2015. 432 p.
51. Goetz CG, Fahn S, Martinez-Martin P, Poewe W, Sampaio C, Stebbins GT, et al. Movement Disorder Society-sponsored revision of the Unified Parkinson's Disease Rating Scale (MDS-UPDRS): Process, format, and clinimetric testing plan. *Mov Disord*. janv 2007;22(1):41-7.
52. Buhmann C, Flügel T, Bihler M, Gerloff C, Niessen A, Hidding U, et al. Is the Munich dysphagia Test–Parkinson's disease (MDT-PD) a valid screening tool for patients at risk for aspiration? *Parkinsonism Relat Disord*. avr 2019;61:138-43.
53. Khaldoun E, Woisard V, Verin É. Validation in French of the SWAL-QOL scale in patients with oropharyngeal dysphagia. /data/revues/03998320/v33i3/S0399832009000104/ [Internet]. 20 mars 2009 [cité 23 mai 2019]; Disponible sur: <https://www.em-consulte.com/en/article/206087>
54. Troche MS, Huebner I, Rosenbek JC, Okun MS, Sapienza CM. Respiratory-Swallowing Coordination and Swallowing Safety in Patients with Parkinson's Disease. *Dysphagia*. sept 2011;26(3):218-24.
55. Marks L, Weinreich J. DROOLING IN PARKINSON'S DISEASE: A NOVEL TOOL FOR ASSESSMENT OF SWALLOW FREQUENCY. *Int J Lang Commun Disord*. 2 nov 2001;36:288.
56. Rofes L, Arreola V, Mukherjee R, Clavé P. Sensitivity and specificity of the Eating Assessment Tool and the Volume-Viscosity Swallow Test for clinical evaluation of oropharyngeal dysphagia. *Neurogastroenterol Motil*. sept 2014;26(9):1256-65.
57. Lim A, Leow L, Huckabee M-L, Frampton C, Anderson T. A pilot study of respiration and swallowing integration in Parkinson's disease: « on » and « off » levodopa. *Dysphagia*. mars 2008;23(1):76-81.
58. Silverman EP, Carnaby G, Singletary F, Hoffman-Ruddy B, Yeager J, Sapienza C. Measurement of Voluntary Cough Production and Airway Protection in Parkinson Disease. *Arch Phys Med Rehabil*. mars 2016;97(3):413-20.
59. Lee JY, Kim D-K, Seo KM, Kang SH. Usefulness of the simplified cough test in evaluating cough reflex sensitivity as a screening test for silent aspiration. *Ann Rehabil Med*. août 2014;38(4):476-84.

60. Troche MS, Schumann B, Brandimore AE, Okun MS, Hegland KW. Reflex Cough and Disease Duration as Predictors of Swallowing Dysfunction in Parkinson's Disease. *Dysphagia*. déc 2015;30(6):751-8.
61. Wakabayashi H. Comment on « Decreased Tongue Pressure is Associated with Sarcopenia and Sarcopenic Dysphagia in the Elderly ». *Dysphagia*. juin 2015;30(3):373-4.
62. Maeda K, Akagi J. Decreased tongue pressure is associated with sarcopenia and sarcopenic dysphagia in the elderly. *Dysphagia*. févr 2015;30(1):80-7.
63. Aviv JE, Martin JH, Keen MS, Debell M, Blitzer A. Air pulse quantification of supraglottic and pharyngeal sensation: a new technique. *Ann Otol Rhinol Laryngol*. oct 1993;102(10):777-80.
64. Aviv JE, Murry T, Zschommler A, Cohen M, Gartner C. Flexible endoscopic evaluation of swallowing with sensory testing: patient characteristics and analysis of safety in 1,340 consecutive examinations. *Ann Otol Rhinol Laryngol*. mars 2005;114(3):173-6.
65. Langmore SE. Endoscopic evaluation of oral and pharyngeal phases of swallowing. *GI Motil Online* [Internet]. 16 mai 2006 [cité 23 mai 2019]; Disponible sur: <https://www.nature.com/gimo/contents/pt1/full/gimo28.html#relatedcontent>
66. Hey C, Pluschinski P, Stanschus S, Euler HA, Sader RA, Langmore S, et al. A Documentation System to Save Time and Ensure Proper Application of the Fiberoptic Endoscopic Evaluation of Swallowing (FEES®). *Folia Phoniatr Logop*. 2011;63(4):201-8.
67. Simons JA, von Clarmann S, Warnecke T. Reliability of a newly developed protocol for fiberoptic endoscopic evaluation of swallowing in Parkinson's patients (PARK-FEES). *Abstr Mov Disord* 2016 31 Suppl 2 [Internet]. Disponible sur: <https://www.mdabstracts.org/abstract/reliability-of-a-newly-developed-protocol-for-fiberoptic-endoscopic-evaluation-of-swallowing-in-parkinsons-patients-park-fees/>. Accessed May 23, 2019.
68. Warnecke T, Suttrup I, Schröder JB, Osada N, Oelenberg S, Hamacher C, et al. Levodopa responsiveness of dysphagia in advanced Parkinson's disease and reliability testing of the FEES-Levodopa-test. *Parkinsonism Relat Disord*. juill 2016;28:100-6.
69. Rosenbek JC, Robbins JA, Roecker EB, Coyle JL, Wood JL. A penetration-aspiration scale. *Dysphagia*. 1 mars 1996;11(2):93-8.
70. Argolo N, Sampaio M, Pinho P, Melo A, Nóbrega AC. Videofluoroscopic Predictors of Penetration–Aspiration in Parkinson's Disease Patients. *Dysphagia*. déc 2015;30(6):751-8.
71. Nagaya M, Kachi T, Yamada T, Igata A. Videofluorographic study of swallowing in Parkinson's disease. *Dysphagia*. 1998;13(2):95-100.
72. Martin-Harris B, Brodsky MB, Michel Y, Castell DO, Schleicher M, Sandidge J, et al. MBS Measurement Tool for Swallow Impairment—MBSImp: Establishing a Standard. *Dysphagia*. déc 2008;23(4):392-405.
73. Perlman AL, Palmer PM, McCulloch TM, Vandaele DJ. Electromyographic activity from human laryngeal, pharyngeal, and submental muscles during swallowing. *J Appl Physiol Bethesda Md* 1985. mai 1999;86(5):1663-9.

74. Zhu M, Yu B, Yang W, Jiang Y, Lu L, Huang Z, et al. Evaluation of normal swallowing functions by using dynamic high-density surface electromyography maps. *Biomed Eng Online*. 21 nov
75. Athukorala RP. Skill Training for swallowing rehabilitation in individuals with Parkinson's disease [Internet]. 2012 [cité 2 août 2018]. Disponible sur: <https://ir.canterbury.ac.nz/handle/10092/6936>
76. Garcia J, Hakel M, Lazarus C. Unexpected consequence of effortful swallowing: Case study report. *J Med Speech-Lang Pathol*. 2004;12:59-66.
77. Fujiu Masako, Logemann Jeri A. Effect of a Tongue-Holding Maneuver on Posterior Pharyngeal Wall Movement During Deglutition. *Am J Speech Lang Pathol*. 1 févr 1996;5(1):23-30.
78. Doeltgen SH, Witte U, Gumbley F, Huckabee M-L. Evaluation of Manometric Measures During Tongue-Hold Swallows. *Am J Speech Lang Pathol*. 1 févr 2009;18(1):65-73.
79. Fujiwara S, Fujiu-Kurachi M, Hori K, Maeda Y, Ono T. Tongue Pressure Production and Submental Surface Electromyogram Activities During Tongue-Hold Swallow with Different Holding Positions and Tongue Length. *Dysphagia*. août 2018;33(4):403-13.
80. Oh J-C, Park J-W, Cha T-H, Woo H-S, Kim D-K. Exercise using tongue-holding swallow does not improve swallowing function in normal subjects. *J Oral Rehabil*. mai 2012;39(5):364-9.
81. Umeki H, Takasaki K, Enatsu K, Tanaka F, Kumagami H, Takahashi H. Effects of a tongue-holding maneuver during swallowing evaluated by high-resolution manometry. *Otolaryngol--Head Neck Surg Off J Am Acad Otolaryngol-Head Neck Surg*. juill 2009;141(1):119-22.
82. Clark HM. Neuromuscular Treatments for Speech and Swallowing: A Tutorial. *Am J Speech Lang Pathol*. 1 nov 2003;12(4):400.
83. Clark HM, Henson PA, Barber WD, Stierwalt JAG, Sherrill M. Relationships among subjective and objective measures of tongue strength and oral phase swallowing impairments. *Am J Speech Lang Pathol*. févr 2003;12(1):40-50.
84. Clark HM, O'Brien K, Calleja A, Corrie SN. Effects of directional exercise on lingual strength. *J Speech Lang Hear Res JSLHR*. août 2009;52(4):1034-47.
85. Olofsson K, Van Doorn J, Kulneff L, Linder J, Nordh E, Blomstedt P. [Deep brain stimulation in dysphagia among patients with Parkinson disease. The self-evaluated swallowing function improved in a pilot study]. *Lakartidningen*. 28 mai 2010;107(17):1150-2, 1154.
86. Sapir S, Ramig L, Fox C. Speech and swallowing disorders in Parkinson disease: *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg*. juin 2008;16(3):205-10.
87. Shin J, Yang E, Cho K, Barcenas CL, Kim WJ, Min Y, et al. Clinical application of repetitive transcranial magnetic stimulation in stroke rehabilitation. *Neural Regen Res*. 15 mars 2012;7(8):627-34.
88. Theurer JA, Johnston JL, Fisher J, Darling S, Stevens RC, Taves D, et al. Proof-of-principle pilot study of oropharyngeal air-pulse application in individuals with dysphagia after hemispheric stroke. *Arch Phys Med Rehabil*. juin 2013;94(6):1088-94.

89. Lowell SY, Poletto CJ, Knorr-Chung BR, Reynolds RC, Simonyan K, Ludlow CL. Sensory stimulation activates both motor and sensory components of the swallowing system. *NeuroImage*. 1
90. Schwarz M, Ward EC, Ross J, Semciw A. Impact of thermo-tactile stimulation on the speed and efficiency of swallowing: a systematic review. *Int J Lang Commun Disord*. 1 juill 2018;53(4):675-88.
91. Nakato R, Manabe N, Shimizu S, Hanayama K, Shiotani A, Hata J, et al. Effects of Capsaicin on Older Patients with Oropharyngeal Dysphagia: A Double-Blind, Placebo-Controlled, Crossover Study. *Digestion*. 2017;95(3):210-20.
92. Kondo E, Jinnouchi O, Nakano S, Ohnishi H, Kawata I, Okamoto H, et al. Aural stimulation with capsaicin ointment improved swallowing function in elderly patients with dysphagia: a randomized, placebo-controlled, double-blind, comparative study. *Clin Interv Aging*. 13 nov 2017;12:1921-8.
93. Ortega O, Rofes L, Martin A, Arreola V, López I, Clavé P. A Comparative Study Between Two Sensory Stimulation Strategies After Two Weeks Treatment on Older Patients with Oropharyngeal Dysphagia. *Dysphagia*. 2016;31(5):706-16.
94. Guillén-Solà A, Messagi Sartor M, Bofill Soler N, Duarte E, Barrera MC, Marco E. Respiratory muscle strength training and neuromuscular electrical stimulation in subacute dysphagic stroke patients: a randomized controlled trial. *Clin Rehabil*. juin 2017;31(6):761-71.
95. Tan C, Liu Y, Li W, Liu J, Chen L. Transcutaneous neuromuscular electrical stimulation can improve swallowing function in patients with dysphagia caused by non-stroke diseases: a meta-analysis. *J Oral Rehabil*. juin 2013;40(6):472-80.
96. Chen Y-W, Chang K-H, Chen H-C, Liang W-M, Wang Y-H, Lin Y-N. The effects of surface neuromuscular electrical stimulation on post-stroke dysphagia: a systemic review and meta-analysis. *Clin Rehabil*. janv 2016;30(1):24-35.
97. Abbruzzese G, Marchese R, Avanzino L, Pelosin E. Rehabilitation for Parkinson's disease: Current outlook and future challenges. *Parkinsonism Relat Disord*. 1 janv 2016;22:S60-4.
98. Biofeedback: Principles and practice for clinicians. Oxford, England: Williams & Wilkins; 1979. x, 282. (Basmajian JV. Biofeedback: Principles and practice for clinicians).
99. Kearney E, Shellikeri S, Martino R, Yunusova Y. Augmented visual feedback-aided interventions for motor rehabilitation in Parkinson's disease: a systematic review. *Disabil Rehabil*. 9 janv 2018;1-17.
100. Kearney EK. The Speech Movement Disorder and its Rehabilitation in Parkinson's Disease Using Augmented Visual Feedback [Internet] [Thesis]. 2018 [cité 2 août 2018]. Disponible sur: <https://tspace.library.utoronto.ca/handle/1807/89669>
101. Crasta JE, Thaut MH, Anderson CW, Davies PL, Gavin WJ. Auditory priming improves neural synchronization in auditory-motor entrainment. *Neuropsychologia*. 2018;117:102-12.
102. Braunlich K, Seger CA, Jentink KG, Buard I, Kluger BM, Thaut MH. Rhythmic auditory cues shape neural network recruitment in Parkinson's disease during repetitive motor behavior. *Eur J Neurosci*. mars 2019;49(6):849-58.

103. Rochester L, Baker K, Hetherington V, Jones D, Willems A-M, Kwakkel G, et al. Evidence for motor learning in Parkinson's disease: acquisition, automaticity and retention of cued gait performance after training with external rhythmical cues. *Brain Res.* 10 mars 2010;1319:103-11.
104. McIntosh, G.M., Rice, R.R, Hurt, C.P., Thaut, M.H. Long-term training effects of rhythmic auditory stimulation on gait in patients with Parkinson's disease. *Mov Disord.* 1998;(13(Suppl. 2)):212.
105. Thaut M. *Rhythm, Music, and the Brain: Scientific Foundations and Clinical Applications.* 1 edition. New York: Routledge; 2005. 272 p.
106. Adkins DL, Boychuk J, Remple MS, Kleim JA. Motor training induces experience-specific patterns of plasticity across motor cortex and spinal cord. *J Appl Physiol Bethesda Md* 1985. déc 2006;101(6):1776-82.
107. Lefebvre S, Dricot L, Laloux P, Gradkowski W, Desfontaines P, Evrard F, et al. Neural substrates underlying stimulation-enhanced motor Skill Learning after stroke. *Brain J Neurol.* janv 2015;138(Pt 1):149-63.
108. Athukorala RP, Jones RD, Sella O, Huckabee M-L. Skill Training for swallowing rehabilitation in patients with Parkinson's disease. *Arch Phys Med Rehabil.* juill 2014;95(7):1374-82.
109. Burkhead LM, Sapienza CM, Rosenbek JC. Strength-training exercise in dysphagia rehabilitation: principles, procedures, and directions for future research. *Dysphagia.* juill 2007;22(3):251-65.
110. McFarland DH, Tremblay P. Clinical implications of cross-system interactions. *Semin Speech Lang.* nov 2006;27(4):300-9.
111. David FJ, Robichaud JA, Vaillancourt DE, Poon C, Kohrt WM, Comella CL, et al. Progressive resistance exercise restores some properties of the triphasic EMG pattern and improves bradykinesia: the PRET-PD randomized clinical trial. *J Neurophysiol.* 1 nov 2016;116(5):2298-311.
112. Moon J-H, Hahm S-C, Won YS, Cho H-Y. The effects of tongue pressure strength and accuracy training on tongue pressure strength, swallowing function, and quality of life in subacute stroke patients with dysphagia: a preliminary randomized clinical trial. *Int J Rehabil Res Int Z Rehabil Rev Int Rech Readaptation.* 4 avr 2018;
113. Ko EJ, Chae M, Cho S-R. Relationship Between Swallowing Function and Maximum Phonation Time in Patients With Parkinsonism. *Ann Rehabil Med.* 27 juin 2018;42(3):425-32.
114. Fraga B, Almeida S, Santana M, Cassol M. Efficacy of Myofunctional Therapy Associated with Voice Therapy in the Rehabilitation of Neurogenic Oropharyngeal Dysphagia: a pilot study. *Int Arch Otorhinolaryngol.* juill 2018;22(03):225-30.
115. Wheeler KM, Chiara T, Sapienza CM. Surface electromyographic activity of the submental muscles during swallow and expiratory pressure threshold training tasks. *Dysphagia.* avr 2007;22(2):108-16.
116. Koizumi H, Kogo M, Matsuya T. Coordination between palatal and laryngeal muscle activities in response to rebreathing and lung inflation. *Cleft Palate-Craniofacial J Off Publ Am Cleft Palate-Craniofacial Assoc.* nov 1996;33(6):459-62.

117. Silverman EP, Sapienza CM, Saleem A, Carmichael C, Davenport PW, Hoffman-Ruddy B, et al. Tutorial on maximum inspiratory and expiratory mouth pressures in individuals with idiopathic Parkinson disease (IPD) and the preliminary results of an expiratory muscle strength training program. *NeuroRehabilitation*. 2006;21(1):71-9.
118. Shaker R, Kern M, Bardan E, Taylor A, Stewart ET, Hoffmann RG, et al. Augmentation of deglutitive upper esophageal sphincter opening in the elderly by exercise. *Am J Physiol*. juin 1997;272(6 Pt 1):G1518-1522.
119. Logemann JA, Rademaker A, Pauloski BR, Kelly A, Stangl-McBreen C, Antinoja J, et al. A randomized study comparing the Shaker exercise with traditional therapy: a preliminary study. *Dysphagia*. déc 2009;24(4):403-11.
120. Shaker R, Hogan WJ. Reflex-mediated enhancement of airway protective mechanisms. *Am J Med*. 6 mars 2000;108 Suppl 4a:8S-14S.
121. Elshukri O, Michou E, Mentz H, Hamdy S. Brain and behavioral effects of swallowing carbonated water on the human pharyngeal motor system. *J Appl Physiol Bethesda Md* 1985. 15 févr 2016;120(4):408-15.
122. Shanahan TK, Logemann JA, Rademaker AW, Pauloski BR, Kahrilas PJ. Chin-down posture effect on aspiration in dysphagic patients. *Arch Phys Med Rehabil*. juill 1993;74(7):736-9.
123. Rozas NS, Sadowsky JM, Jones DJ, Jeter CB. Incorporating oral health into interprofessional care teams for patients with Parkinson's disease. *Parkinsonism Relat Disord*. oct 2017;43:9-14.
124. Lestremau S. Influence de la maladie de Parkinson sur la santé bucco-dentaire: revue systématique de la littérature. 2015;72.
125. Persson M, Osterberg T, Granérus AK, Karlsson S. Influence of Parkinson's disease on oral health. *Acta Odontol Scand*. févr 1992;50(1):37-42.
126. Fukayo S, Nonaka K, Shimizu T, Yano E. Oral health of patients with Parkinson's disease: factors related to their better dental status. *Tohoku J Exp Med*. nov 2003;201(3):171-9.
127. Schwarz J, Heimhilger E, Storch A. Increased periodontal pathology in Parkinson's disease. *J Neurol*. mai 2006;253(5):608-11.
128. Anastassiadou V, Katsarou Z, Naka O, Bostanzopoulou M. Evaluating dental status and prosthetic need in relation to medical findings in Greek patients suffering from idiopathic Parkinson's disease. *Eur J Prosthodont Restor Dent*. juin 2002;10(2):63-8.
129. Blumer H. Collective Behavior. In: *New outline of the principles of sociology* [Internet]. New York: Barnes & Noble; 1949. (College outline series,26). Disponible sur: [//catalog.hathitrust.org/Record/006152493](http://catalog.hathitrust.org/Record/006152493)
130. Lewin K. *Frontiers in Group Dynamics: Concept, Method and Reality in Social Science; Social Equilibria and Social Change*. *Hum Relat*. 1947;1(1):5-41.
131. Smith R. Peer review: a flawed process at the heart of science and journals. *J R Soc Med*. avr 2006;99(4):178-82.

132. Siwek J, Gourlay ML, Slawson DC, Shaughnessy AF. How to write an evidence-based clinical review article. *Am Fam Physician*. 15 janv 2002;65(2):251-8.
133. Verhagen AP, de Vet HC, de Bie RA, Kessels AG, Boers M, Bouter LM, et al. The Delphi list: a criteria list for quality assessment of randomized clinical trials for conducting systematic reviews developed by Delphi consensus. *J Clin Epidemiol*. déc 1998;51(12):1235-41.
134. Downs SH, Black N. The feasibility of creating a checklist for the assessment of the methodological quality both of randomised and non-randomised studies of health care interventions. *J Epidemiol Community Health*. juin 1998;52(6):377-84.
135. Harris AD, McGregor JC, Perencevich EN, Furuno JP, Zhu J, Peterson DE, et al. The Use and Interpretation of Quasi-Experimental Studies in Medical Informatics. *J Am Med Inform Assoc JAMIA*. 2006;13(1):16-23.
136. Hoehn MM, Yahr MD. Parkinsonism: onset, progression and mortality. *Neurology*. mai 1967;17(5):427-42.
137. Larsson V, Torisson G, Bülow M, Londos E. Effects of carbonated liquid on swallowing dysfunction in dementia with Lewy bodies and Parkinson's disease dementia. *Clin Interv Aging*. 8 août 2017;12:1215-22.
138. Kim C-Y, Lee Y-M, Ha E-H. Development and Evaluation of a Dysphagia Assessment Tool and an Intervention Program for the Elderly in the Long-Term Care Facilities. *J Korea Acad-Ind Coop Soc*. 29 févr 2012;13(2):685-93.
139. Nozaki S. Training for dysphagia with metronome improves swallowing function in parkinson disease. In 2011.
140. Heijnen BJ, Speyer R, Baijens LWJ, Bogaardt HCA. Neuromuscular electrical stimulation versus traditional therapy in patients with Parkinson's disease and oropharyngeal dysphagia: effects on quality of life. *Dysphagia*. sept 2012;27(3):336-45.
141. Baijens LWJ, Speyer R, Passos VL, Pilz W, van der Kruis J, Haarmans S, et al. Surface electrical stimulation in dysphagic Parkinson patients: a randomized clinical trial. *The Laryngoscope*. nov 2013;123(11):E38-44.
142. Troche MS, Okun MS, Rosenbek JC, Musson N, Fernandez HH, Rodriguez R, et al. Aspiration and swallowing in Parkinson disease and rehabilitation with EMST: a randomized trial. *Neurology*. 23 nov 2010;75(21):1912-9.
143. Sapienza C, Troche M, Pitts T, Davenport P. Respiratory strength training: concept and intervention outcomes. *Semin Speech Lang*. févr 2011;32(1):21-30.
144. Troche MS, Rosenbek JC, Okun MS, Sapienza CM. Detraining outcomes with expiratory muscle strength training in Parkinson disease. *J Rehabil Res Dev*. 2014;51(2):305-10.
145. Saleem AF, Sapienza CM, Okun MS. Respiratory muscle strength training: treatment and response duration in a patient with early idiopathic Parkinson's disease. *NeuroRehabilitation*. 2005;20(4):323-33.
146. Kuo Y-C, Chan J, Wu Y-P, Bernard JR, Liao Y-H. Effect of expiratory muscle strength training

intervention on the maximum expiratory pressure and quality of life of patients with Parkinson disease. *NeuroRehabilitation*. 2017;41(1):219-26.

147. Perry SE, Sevitz JS, Curtis JA, Kuo S-H, Troche MS. Skill Training Resulted in Improved Swallowing in a Person with Multiple System Atrophy: An Endoscopy Study. *Mov Disord Clin Pract* [Internet]. 2018 [cité 2 août 2018];0(0). Disponible sur: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/mdc3.12628>

148. Argolo N, Sampaio M, Pinho P, Melo A, Nóbrega AC. Do swallowing exercises improve swallowing dynamic and quality of life in Parkinson's disease? *NeuroRehabilitation*. 2013;32(4):949–955.

149. Felix VN, Corrêa SMA, Soares RJ. A Therapeutic Maneuver for Oropharyngeal Dysphagia in Patients with Parkinson's Disease. *Clin Sao Paulo Braz*. oct 2008;63(5):661-6.

150. KRISHNAN. COMPENSATORY STRATEGIES AND FEEDBACK OF HYOLARYNGEAL EXCURSION FOR SWALLOW IN TREATMENT OF SWALLOWING DIFFICULTIES IN PARKINSONS DISEASE: A CASE REPORT. 2013;

151. Pinnington LL, Muhiddin KA, Ellis RE, Playford ED. Non-invasive assessment of swallowing and respiration in Parkinson's disease. *J Neurol*. 2000;247(10):773–777.

152. Nozaki S, Furuta M, Yorifuji S, Yoshikawa H. Rhythm treatment for dysphagia with metronome modified respiratory-swallowing coordination. *J Neurol Sci*. 15 oct 2017;381:151.

153. Ayres A, Jotz GP, Rieder CRM, Olchik MR. Benefit from the Chin-Down Maneuver in the Swallowing Performance and Self-Perception of Parkinson's Disease Patients. *Park Dis*. 2017;2017:7460343.

154. Ayres A, Jotz GP, Rieder CR de M, Schuh AFS, Olchik MR. The Impact of Dysphagia Therapy on Quality of Life in Patients with Parkinson's Disease as Measured by the Swallowing Quality of Life Questionnaire (SWALQOL). *Int Arch Otorhinolaryngol*. juill 2016;20(3):202-6.

155. Troche MS, Sapienza CM, Rosenbek JC. Effects of Bolus Consistency on Timing and Safety of Swallow in Patients with Parkinson's Disease. *Dysphagia*. 1 mars 2008;23(1):26-32.

156. Logemann JA, Gensler G, Robbins J, Lindblad AS, Brandt D, Hind JA, et al. A randomized study of three interventions for aspiration of thin liquids in patients with dementia or Parkinson's disease. *J Speech Lang Hear Res*. 2008;51(1):173–183.

157. Nagaya M, Kachi T, Yamada T. Effect of swallowing training on swallowing disorders in Parkinson's disease. *Scand J Rehabil Med*. mars 2000;32(1):11-5.

158. Visk CK, Wang EQ, Metman LV, LaGorio L, Izaguirre D, Rush University, et al. Swallowing function and Masako maneuver in Parkinson's disease. 2017.

159. Pitts LL. LINGUAL-PALATAL PRESSURE INTERVENTION FOR PARKINSON'S DISEASE-RELATED DYSPHAGIA: A SINGLE SUBJECT TREATMENT STUDY. In 2014. p. 15.

160. Wang C-M, Shieh W-Y, Ho C-S, Hu Y-W, Wu Y-R. Home-Based Orolingual Exercise Improves the Coordination of Swallowing and Respiration in Early Parkinson Disease: A Quasi-Experimental Before-and-After Exercise Program Study. *Front Neurol*. 2018;9:624.

161. Robertson SJ, Thomson F. Speech therapy in Parkinson's disease: a study of the efficacy and long term effects of intensive treatment. *Br J Disord Commun.* déc 1984;19(3):213-24.
162. El Sharkawi A, Ramig L, Logemann JA, Pauloski BR, Rademaker AW, Smith CH, et al. Swallowing and voice effects of Lee Silverman Voice Treatment (LSVT): a pilot study. *J Neurol Neurosurg Psychiatry.* janv 2002;72(1):31-6.
163. Miles A. Swallowing difficulties and Parkinson's disease. *Br J Neurosci Nurs.* 2016;12(5):228–234.
164. Di Benedetto P, Cavazzon M, Mondolo F, Rugiu G, Peratoner A, Biasutti E. Voice and choral singing treatment: a new approach for speech and voice disorders in Parkinson's disease. *Eur J Phys Rehabil Med.* 2009;45(1):13–19.
165. FUNDERBURKE. Effects of Interdisciplinary Choral Singing Therapy on the Voice and Swallowing Function of Individuals with Parkinson'S Disease [Internet]. 2012 [cité 30 déc 2018]. Disponible sur: <http://ufdc.ufl.edu/UFE0044239/00001>
166. Stegemöller EL, Hibbing P, Radig H, Wingate J. Therapeutic singing as an early intervention for swallowing in persons with Parkinson's disease. *Complement Ther Med.* avr 2017;31:127-33.
167. Park J-S, Oh D-H, Hwang N-K, Lee J-H. Effects of neuromuscular electrical stimulation in patients with Parkinson's disease and dysphagia: A randomized, single-blind, placebo-controlled trial. *NeuroRehabilitation.* 2018;42(4):457-63.
168. Manor Y, Mootanah R, Freud D, Giladi N, Cohen JT. Video-assisted swallowing therapy for patients with Parkinson's disease. *Parkinsonism Relat Disord.* févr 2013;19(2):207-11.
169. Regan J, Walshe M, Tobin WO. Immediate Effects of Thermal–Tactile Stimulation on Timing of Swallow in Idiopathic Parkinson's Disease. *Dysphagia.* sept 2010;25(3):207-15.
170. South AR, Somers SM, Jog MS. Gum chewing improves swallow frequency and latency in Parkinson patients A preliminary study. *Neurology.* 2010;74(15):1198–1202.
171. Fukuda S, Kuriyama N, Tsuru H, Egawa M. Immediate effects of acupuncture on tongue pressure including swallowing reflex latency in Parkinson's disease. *Acupunct Med.* févr 2016;34(1):59-61.
172. Baijens LWJ, Speyer R, Passos VL, Pilz W, Roodenburg N, Clavé P. The effect of surface electrical stimulation on swallowing in dysphagic Parkinson patients. *Dysphagia.* déc 2012;27(4):528-37.
173. Malloy jessica, C VJ, E LS, Pieter NJ. Visuomotor control of neck surface electromyography in Parkinson's disease. *NeuroRehabilitation.* 2014;(4):795–803.
174. FUNDERBURKE. Effects of Interdisciplinary Choral Singing Therapy on the Voice and Swallowing Function of Individuals with Parkinson'S Disease [Internet]. 2012 [cité 30 déc 2018]. Disponible sur: <http://ufdc.ufl.edu/UFE0044239/00001>
175. Miles A, Jardine M, Johnston F, de Lisle M, Friary P, Allen J. Effect of Lee Silverman Voice Treatment (LSVT LOUD®) on swallowing and cough in Parkinson's disease: A pilot study. *J Neurol Sci.* 15 déc 2017;383:180-7.

176. Liotti M, Ramig LO, Vogel D, New P, Cook CI, Ingham RJ, et al. Hypophonia in Parkinson's disease: Neural correlates of voice treatment revealed by PET. *Neurology*. 11 févr 2003;60(3):432-40.
177. Reyes A, Castillo A, Castillo J, Cornejo I. The effects of respiratory muscle training on peak cough flow in patients with Parkinson's disease: a randomized controlled study , The effects of respiratory muscle training on peak cough flow in patients with Parkinson's disease: a randomized controlled study. *Clin Rehabil*. 13 mai 2018;0269215518774832.
178. Byeon H. Effect of orofacial myofunctional exercise on the improvement of dysphagia patients' orofacial muscle strength and diadochokinetic rate. *J Phys Ther Sci*. sept 2016;28(9):2611-4.
179. Saleem AF, Saleem AF. Expiratory muscle strength training in patients with Idiopathic Parkinson's disease: effect of on pulmonary cough and swallow functions [Internet]. 2005 [cité 4 août 2018]. Disponible sur: <http://archive.org/details/expiratorymuscle00sale>
180. Pitts T, Bolser D, Rosenbek J, Troche M, Okun MS, Sapienza C. Impact of expiratory muscle strength training on voluntary cough and swallow function in Parkinson disease. *Chest*. mai 2009;135(5):1301-8.
181. Brandimore AE, Hegland KW, Okun MS, Davenport PW, Troche MS. Voluntary upregulation of reflex cough is possible in healthy older adults and Parkinson's disease. *J Appl Physiol Bethesda Md* 1985. 1 juill 2017;123(1):19-26.
182. Robbins J, Gensler G, Hind J, Logemann JA, Lindblad AS, Brandt D, et al. Comparison of 2 interventions for liquid aspiration on pneumonia incidence: a randomized trial. *Ann Intern Med*. 1 avr 2008;148(7):509-18.
183. Marois C, Amador MDM, Payan C, Lacomblez L, Bonnet A-M, Degos B, et al. Outcome of gastrostomy in parkinsonism: A retrospective study. *Parkinsonism Relat Disord*. oct 2017;43:110-3.
184. Ribeiro GR, Campos CH, Rodrigues Garcia RCM. Influence of a removable prosthesis on oral health-related quality of life and mastication in elders with Parkinson disease. *J Prosthet Dent*. nov 2017;118(5):637-42.
185. Liu F-C, Su W-C, You C-H, Wu AY-J. All-on-4 concept implantation for mandibular rehabilitation of an edentulous patient with Parkinson disease: A clinical report. *J Prosthet Dent*. déc 2015;114(6):745-50.
186. Benfield JK, Everton LF, Bath PM, England TJ. Does therapy with biofeedback improve swallowing in adults with dysphagia? A systematic review and meta-analysis. *Arch Phys Med Rehabil*. 30 mai 2018;
187. Jansens C, Leurs J. État des lieux de la prise en charge orthophonique des troubles de la déglutition chez l'adulte : Analyse comparative des pratiques professionnelles en France métropolitaine. [mémoire d'orthophonie]. Lille;
188. Pitts LL, Morales S, Stierwalt JAG. Lingual Pressure as a Clinical Indicator of Swallowing Function in Parkinson's Disease. *J Speech Lang Hear Res*. févr 2018;61(2):257-65.
189. Troche MS. Respiratory Muscle Strength Training for the Management of Airway Protective Deficits. *SIG 13 Perspect Swallowing Swallowing Disord Dysphagia*. 1 avr 2015;24(2):58-64.

190. Dias AE, Limongi JCP, Hsing WT, Barbosa ER. Telerehabilitation in Parkinson's disease: Influence of cognitive status. *Dement Neuropsychol*. déc 2016;10(4):327-32.
191. Umay E, Ozturk E, Gurcay E, Delibas O, Celikel F. Swallowing in Parkinson's disease: How is it affected? *Clin Neurol Neurosurg*. 24 déc 2018;177:37-41.
192. Howell S, Tripoliti E, Pring T. Delivering the Lee Silverman Voice Treatment (LSVT) by web camera: a feasibility study. *Int J Lang Commun Disord*. 2009;44(3):287-300.
193. Halpern AE, Ramig LO, Matos CEC, Petska-Cable JA, Spielman JL, Pogoda JM, et al. Innovative Technology for the Assisted Delivery of Intensive Voice Treatment (LSVT®LOUD) for Parkinson Disease. *Am J Speech Lang Pathol*. 1 nov 2012;21(4):354-67.
194. Steele CM, Bailey GL, Polacco REC, Hori SF, Molfenter SM, Oshalla M, et al. Outcomes of tongue-pressure strength and accuracy training for dysphagia following acquired brain injury. *Int J Speech Lang Pathol*. oct 2013;15(5):492-502.
195. Hill AN, Jankovic J, Vuong KDAT, Donovan D. Treatment of hypophonia with collagen vocal cord augmentation in patients with parkinsonism. *Mov Disord*. oct 2003;18(10):1190-2.
196. Burkhead LM. Applications of Exercise Science in Dysphagia Rehabilitation. *SIG 13 Perspect Swallowing Swallowing Disord Dysphagia*. 1 juin 2009;18(2):43-8.
197. Barichella M, Akpalu A, Cham M, Privitera G, Cassani E, Cereda E, et al. Nutritional status and dietary habits in Parkinson's disease patients in Ghana. *Nutrition*. févr 2013;29(2):470-3.
198. Jaafar MH, Mahadeva S, Morgan K, Tan MP. Systematic review of qualitative and quantitative studies on the attitudes and barriers to percutaneous endoscopic gastrostomy feeding. *Clin Nutr Edinb Scotl*. 2016;35(6):1226-35.
199. Yoon EWT, Hirao J, Minoda N. Outcome of Rehabilitation and Swallowing Therapy after Percutaneous Endoscopic Gastrostomy in Dysphagia Patients. *Dysphagia*. 1 déc 2016;31(6):730-6.
200. Schaser AJ. Emerging Scientist: Examining Exercise-Based Therapies for Voice and Swallow Disorders With a Neuroplastic Eye. *Perspect ASHA Spec Interest Groups*. 31 mars 2016;1(3):33.
201. Theodoros DG, Hill AJ, Russell TG. Clinical and Quality of Life Outcomes of Speech Treatment for Parkinson's Disease Delivered to the Home Via Telerehabilitation: A Noninferiority Randomized Controlled Trial. *Am J Speech Lang Pathol*. 01 2016;25(2):214-32.
202. Theodoros D, Aldridge D, Hill AJ, Russell T. Technology-enabled management of communication and swallowing disorders in Parkinson's disease: a systematic scoping review. *Int J Lang Commun Disord*. 19 juin 2018;
203. Gandolfi M, Geroi C, Dimitrova E, Boldrini P, Waldner A, Bonadiman S, et al. Virtual Reality Telerehabilitation for Postural Instability in Parkinson's Disease: A Multicenter, Single-Blind, Randomized, Controlled Trial. *BioMed Res Int*. 2017;2017:1-11.
204. Rinne P, Mace M, Nakornchai T, Zimmerman K, Fayer S, Sharma P, et al. Democratizing Neurorehabilitation: How Accessible are Low-Cost Mobile-Gaming Technologies for Self-Rehabilitation of Arm Disability in Stroke? *Clark DJ, éditeur. PLOS ONE*. 5 oct 2016;11(10):e0163413.

205. Barry G, Galna B, Rochester L. The role of exergaming in Parkinson's disease rehabilitation: a systematic review of the evidence. *J Neuroengineering Rehabil.* 7 mars 2014;11:33.



© Rob Mancini

SWIFT & SWALLOW

SERMENT D'HIPPOCRATE

« Au moment d'être admis(e) à exercer la médecine, je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité.

Mon premier souci sera de rétablir, de préserver ou de promouvoir la santé dans tous ses éléments, physiques et mentaux, individuels et sociaux.

Je respecterai toutes les personnes, leur autonomie et leur volonté, sans aucune discrimination selon leur état ou leurs convictions. J'interviendrai pour les protéger si elles sont affaiblies, vulnérables ou menacées dans leur intégrité ou leur dignité. Même sous la contrainte, je ne ferai pas usage de mes connaissances contre les lois de l'humanité.

J'informerai les patients des décisions envisagées, de leurs raisons et de leurs conséquences. Je ne tromperai jamais leur confiance et n'exploiterai pas le pouvoir hérité des circonstances pour forcer les consciences.

Je donnerai mes soins à l'indigent et à quiconque me les demandera. Je ne me laisserai pas influencer par la soif du gain ou la recherche de la gloire.

Admis(e) dans l'intimité des personnes, je tairai les secrets qui me seront confiés. Reçu(e) à l'intérieur des maisons, je respecterai les secrets des foyers et ma conduite ne servira pas à corrompre les mœurs.

Je ferai tout pour soulager les souffrances. Je ne prolongerai pas abusivement les agonies. Je ne provoquerai jamais la mort délibérément.

Je préserverai l'indépendance nécessaire à l'accomplissement de ma mission. Je n'entreprendrai rien qui dépasse mes compétences. Je les entretiendrai et les perfectionnerai pour assurer au mieux les services qui me seront demandés.

J'apporterai mon aide à mes confrères ainsi qu'à leurs familles dans l'adversité.

Que les hommes et mes confrères m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses ; que je sois déshonoré(e) et méprisé(e) si j'y manque. »

MALADIE DE PARKINSON ET REEDUCATION DES TROUBLES DE LA DEGLUTITION, UNE REVUE SYSTEMATIQUE DE LA LITTERATURE

127 pages

CADEAU Anna, Soutenance le 04 juin 201

Jury de Thèse : Pr VERIN (président de Jury), Pr LAMIA, Pr MALTETE, Dr TAMBOSCO.

RÉSUMÉ

Objectifs : Les troubles de la déglutition chez le sujet parkinsonien sont à l'origine d'une forte morbi-mortalité. Leur prise en charge rééducative est primordiale mais reste peu consensuelle, que ce soit en termes de techniques ou de modalités pratiques. L'objectif de ce travail est, à partir de données de la littérature, de repreciser l'ensemble des techniques existantes, d'analyser leurs effets bénéfiques et les paramètres les influençant afin d'établir un arbre décisionnel afin d'aider le clinicien à prescrire la rééducation la plus adaptée. Les qualités méthodologiques du corpus d'études ont été évaluées au moyen de l'échelle PEDRO, de la MDBS et de la classification des études quasi-expérimentales.

Méthode : Une revue de la littérature a été réalisée à partir des moteurs de recherche Pubmed, Google Scholar et Cochrane.

Résultats : La qualité des 47 articles retenus était moyenne selon les échelles PEDRO et MDBS. Des effets positifs ont été montrés pour des techniques variées. Ces effets bénéfiques pouvaient concerner les fausses routes, les résidus et les temps de transit, ainsi que la coordination entre respiration et déglutition. L'EMST a le meilleur niveau de preuve à ce jour sur la prévention des fausses routes. Cependant, son effet semble moins important que celui du Skill Training qui, outre une mise en pratique écologique de la déglutition, a montré une poursuite de son efficacité à distance, majorée par le Learning Effect. L'intensivité du programme rééducatif doit être priorisée, ainsi que les techniques d'auto-rééducation. En tenant compte des contraintes de chacune de des techniques et des caractéristiques des patients, un arbre décisionnel a été réalisé pour aider le prescripteur dans son choix de prise en charge.

Mots clés : maladie de Parkinson ; troubles de la déglutition ; rééducation ;