

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
DISTÚRBIOS DA COMUNICAÇÃO HUMANA

Exequiel del Carmen Plaza Taucare

**EFEITO DO TREINO DE FORÇA E RESISTÊNCIA NA LÍNGUA COM  
O USO DO *IOWA ORAL PERFORMANCE INSTRUMENT* NA  
DOENÇA DE PARKINSON**

Santa Maria, RS, Brasil  
2021

**Exequiel Del Carmen Plaza Taucare**

**EFEITO DO TREINO DE FORÇA E RESISTÊNCIA NA LÍNGUA COM O USO  
DO *IOWA ORAL PERFORMANCE INSTRUMENT* NA DOENÇA DE  
PARKINSON**

Tese de doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Distúrbios da Comunicação Humana da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), como requisito parcial para a obtenção do título de **Doutor em Distúrbios da Comunicação Humana.**

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup> Angela Ruviaro Busanello-Stella

Santa Maria, RS, Brasil  
2021

Plaza Taucare, Exequiel del Carmen  
Efeito do treino de força e resistência na língua com o uso do Iowa Oral Performance Instrument na doença de Parkinson / Exequiel del Carmen Plaza Taucare.- 2021.  
109 p.; 30 cm

Orientadora: Angela Ruviaro Busanello-Stella  
Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências da Saúde, Programa de Pós Graduação em Distúrbios da Comunicação Humana, RS, 2021

1. Parkinson 2. língua 3. treino I. , Angela Ruviaro Busanello-Stella II. Título.

Sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFSM. Dados fornecidos pelo autor(a). Sob supervisão da Direção da Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central. Bibliotecária responsável Paula Schoenfeldt Patta CRB 10/1728.

Declaro, EXEQUIEL DEL CARMEN PLAZA TAUCARE, para os devidos fins e sob as penas da lei, que a pesquisa constante neste trabalho de conclusão de curso (Tese) foi por mim elaborada e que as informações necessárias objeto de consulta em literatura e outras fontes estão devidamente referenciadas. Declaro, ainda, que este trabalho ou parte dele não foi apresentado anteriormente para obtenção de qualquer outro grau acadêmico, estando ciente de que a inveracidade da presente declaração poderá resultar na anulação da titulação pela Universidade, entre outras consequências legais.

**Exequiel Del Carmen Plaza Taucare**

**EFEITO DO TREINO DE FORÇA E RESISTÊNCIA NA LÍNGUA COM O USO DO IOWA ORAL PERFORMANCE INSTRUMENT NA DOENÇA DE PARKINSON**

Tese de doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Distúrbios da Comunicação Humana da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), como requisito parcial para a obtenção do título de **Doutor em Distúrbios da Comunicação Humana.**

**Aprovado em 19 de março, de 2021:**

---

**Angela Ruviaro Busanello-Stella, Dra. (UFSM)**  
(Presidente/Orientador)

---

**Márcia Keske-Soares, Dra. (UFSM)**

---

**Adriane Schmidt Pasqualoto, Dra. (UFSM)**



---

**Irene Netto Vartanian, Dra. (IEP-HSL)**



---

**Cláudia Tiemi Mituuti, Dra. (UFSC)**

## RESUMO

### EFEITO DO TREINO DE FORÇA E RESISTÊNCIA NA LÍNGUA COM O USO DO *IOWA ORAL PERFORMANCE INSTRUMENT* NA DOENÇA DE PARKINSON

AUTOR: EXEQUIEL DEL CARMEN PLAZA TAUCARE  
ORIENTADORA: ANGELA RUVIARO BUSANELLO-STELLA

A Doença de Parkinson é uma patologia progressiva do sistema motor causada pela produção deficiente de dopamina e caracteriza-se pela dificuldade quanto à coordenação, potência, resistência e controle muscular. Dada a natureza neuromotora da doença, a fase oral da deglutição é afetada, na qual atuam múltiplas estruturas moles e ósseas, incluindo a língua que desempenha um papel importante, tanto na formação do bolo, como na propulsão do mesmo para a faringe. Embora inúmeros estudos tenham focado seus esforços na análise do fenômeno do trânsito de alimentos, ainda é necessário aprofundar o conhecimento nesta área. Com base nessa premissa, este estudo teve como objetivo analisar os efeitos de um programa de intervenção de pressão e resistência para a língua em sujeitos com Doença de Parkinson. Esta pesquisa teve a aprovação do Comitê de Ética da Universidade Federal de Santa Maria e da Clínica de Fonoaudiologia da Universidade de Talca, no Chile, onde as coletas foram realizadas. Foram formados dois grupos com sujeitos com a Doença de Parkinson. Ambos fizeram exercícios convencionais para a língua e um deles com o acréscimo do uso do *Iowa Oral Performance Instrument* durante o treino. Foram mensuradas a atividade elétrica da musculatura supra-hióide e a pressão de língua pré-intervenção, ao longo de 4 e 8 semanas de treino, bem como na 12<sup>a</sup> semana, investigando o *detraining*. A qualidade de vida em relação à deglutição foi mensurada pré e pós-intervenção. Verificou-se que todos os participantes apresentaram pressão e resistência lingual inferiores às encontradas em estudos com indivíduos saudáveis. Os sujeitos em estágios mais avançados da doença apresentaram menor pressão lingual. Após o treinamento encontrou-se aumento significativo da atividade eléctrica da musculatura supra-hióide e pressão lingual no grupo que realizou a intervenção fonoaudiológica associada ao *Iowa Oral Performance Instrument*, em comparação ao controle. Da mesma forma, a qualidade de vida relacionada à deglutição melhorou no grupo experimental.

**Palavras-chave:** Doença de Parkinson, Língua, Treinamento Muscular, IOPI, Eletromiografia, Deglutição.

## ABSTRACT

### EFFECT OF A TONGUE STRENGTH AND ENDURANCE TRAINING USING THE IOWA ORAL PERFORMANCE INSTRUMENT IN PARKINSON'S DISEASE

AUTHOR: EXEQUIEL DEL CARMEN PLAZA TAUCARE  
ADVISOR: ANGELA RUIVARO BUSANELLO-STELLA

Parkinson's disease is a progressive pathology of the motor system caused by poor dopamine production and is characterized by difficulty in coordination, potency, endurance and muscle control. Given the neuromotor nature of the disease, the oral phase of swallowing is affected, in which multiple soft and bony structures act, including the tongue that plays an important role, both in the formation of the bolus and in the propulsion to the pharynx. Although numerous studies have focused their efforts on the analysis of the phenomenon of food transit, it is still necessary to deepen the knowledge in this area. Based on this premise, this study aimed to analyze the effects of a strength and resistance intervention program for the tongue in subjects with Parkinson's Disease. This research was approved by the Ethics Committee of the Federal University of Santa Maria and the Speech Therapy Clinic of the University of Talca, in Chile, where the collections were carried out. Two groups were formed with subjects with Parkinson's Disease. Both performed conventional tongue exercises and one with the addition of the Iowa Oral Performance Instrument during training. The electrical activity of the suprahyoid muscles and tongue pressure were pre-intervention, over 4 and 8 weeks of training, as well as in the 12th week, investigating detraining. Quality of life related to swallowing was measured before and after the intervention. It was found that all participants had lower tongue strength and endurance than those found in studies with healthy individuals. Subjects in more advanced stages of the disease had lower tongue strength. After the training, a significant increase in the electrical activity of the suprahyoid musculature and lingual strength was found in the group that performed the speech-language intervention associated with the Iowa Oral Performance Instrument compared to the control. Likewise the quality of life related to swallowing improved in the experimental group.

**Keywords:** Parkinson's Disease, Tongue, Endurance, IOPI, Electromyography, Swallowing.

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

<b>ACSM</b>	<i>American College of Sport Medicine</i>
<b>DP</b>	Doença de Parkinson
<b>CFUTALCA</b>	Clínica Fonoaudiológica de Universidade de Talca
<b>EMGs</b>	Eletromiografia de Superfície
<b>FOIS</b>	<i>Food Oral Intake Scale</i>
<b>GC</b>	Grupo Controle
<b>GE</b>	Grupo Estudo
<b>Hz</b>	Hertz
<b>kPa</b>	Kilopascal
<b>IDDSI</b>	<i>International Dysphagia Diet Standardization Initiative</i>
<b>IMC</b>	Índice de Massa Corporal
<b>IOPI</b>	<i>Iowa Oral Performance Instrument</i>
<b>MDT</b>	Manual de Dissertações e Teses
<b>MINSAL</b>	Ministério de Saúde do Chile
<b>MMSE</b>	<i>Mini-mental State Examination</i>
<b>MPP</b>	Média dos picos das pressões de língua
<b>PMI</b>	Pressão máxima isométrica de língua
<b>PPM</b>	Porcentagem de pressão máxima de língua
<b>SENIAM</b>	<i>Surface ElectroMyoGraphy for Non-Invasive Assessment of Muscles</i>
<b>SWAL-QOL</b>	<i>Swallowing quality of life Questionnaire</i>
<b>RM</b>	Repetição Máxima
<b>RMS</b>	<i>Root Mean Square</i>
<b>TCLE</b>	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
<b>UFSM</b>	Universidade Federal de Santa Maria

**UTALCA** Universidade de Talca

**$\mu\text{V}$**  Microvolts



## LISTA DE APÊNDICES

Apêndice A -	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).....	96
Apêndice B -	Anamnese elaborada para o estudo.....	99
Apêndice C -	Protocolo avaliação eletromiográfica.....	100
Apêndice D -	Posicionamento dos eletrodos.....	101

## LISTA DE ANEXOS

Anexo A -	Mini Mental Exame (MMSE).....	103
Anexo B -	Parecer Consubstanciado do CEP.....	105
Anexo C -	Termo de Autorização Institucional – CHILE.....	108
Anexo D -	Normas Journal Parkinsonism and Related Disorders.....	109
Anexo E -	Normas Journal of Electromyography and Kinesiology.....	110

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>11</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>15</b>
2.1	DOENÇA DE PARKINSON.....	15
2.2	DEGLUTIÇÃO NA DOENÇA DE PARKINSON.....	17
2.3	TERAPIA FONOAUDIOLÓGICA COM ENFOQUE NA MUSCULATURA DE LÍNGUA.....	20
2.4	ELETROMIOGRAFIA NA AVALIAÇÃO E NA TERAPIA FONOAUDIOLOGICA.....	25
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>27</b>
3.1	DELINEAMENTO DO ESTUDO.....	27
3.2	POPULAÇÃO E AMOSTRA.....	27
3.3	CRITÉRIOS DE INCLUSÃO E EXCLUSÃO.....	29
<b>3.3.1</b>	<b>Critérios de inclusão.....</b>	<b>29</b>
<b>3.3.2</b>	<b>Critérios de exclusão.....</b>	<b>29</b>
3.4	PROCEDIMENTOS DE COLETA DE DADOS.....	29
<b>3.4.1</b>	<b>Procedimentos de coleta de dados.....</b>	<b>29</b>
<b>3.4.2</b>	<b>Instrumentos de coleta de dados.....</b>	<b>36</b>
3.5	ASPECTOS ÉTICOS.....	37
3.6	ANÁLISE DOS DADOS.....	38
<b>4</b>	<b>ARTIGO DE PESQUISA 1.....</b>	<b>40</b>
<b>5</b>	<b>ARTIGO DE PESQUISA 2 .....</b>	<b>54</b>
<b>6</b>	<b>DISCUSSÃO GERAL.....</b>	<b>72</b>
<b>7</b>	<b>CONCLUSÃO GERAL.....</b>	<b>83</b>
	REFERÊNCIAS.....	84
	APÊNDICES.....	95
	ANEXOS.....	102

## 1. INTRODUÇÃO

A Doença de Parkinson (DP) é uma patologia neurológica caracterizada pela alteração do tônus muscular, postura, equilíbrio e desempenho muscular nas tarefas da vida diária. É progressiva e apresenta comorbidades e sinais que dificultam atividades motoras básicas como a deglutição e funções de comunicação, como a fala (BRADLEY *et al.*, 2006).

A etiologia da DP está associada a falhas na produção de dopamina pela substância negra no sistema nervoso extrapiramidal, mesmo que sua causa não seja totalmente conhecida, assumindo causas multifatoriais de início lento. Geralmente acomete pessoas por volta dos 50 anos, embora estudos recentes tenham relatos de jovens adultos de até 20 anos de idade (LEVINE; FAHRBACH, 2003). O caráter crônico e progressivo já mencionado, causa perda gradual da capacidade física e mental, até atingir a incapacidade total, além de tremor, rigidez e lentidão dos movimentos (MINSAL, 2010). A DP pode ser observada em vários estágios de evolução, sendo os primeiros sintomas em relação ao desempenho motor as queixas sobre a deterioração do desempenho muscular (DUFFY, 2013).

Do ponto de vista clínico e epidemiológico, os sujeitos com DP estão propensos a um estado de vulnerabilidade devido à idade avançada e à incapacidade. No Chile, a faixa etária acima dos 60 anos é de 2.850.171 pessoas (16,2% da população), a faixa etária acima de 65 anos é de 2.003.256 (11,4% da população). A expectativa de vida ao nascer é de 77,36 anos, sendo 74,42 anos para homens e 80,41 anos para mulheres. Atualmente, 2,6% de pessoas na faixa etária acima de 65 anos apresenta DP no Chile (MINSAL, 2017).

A preocupação do Estado do Chile com a alta prevalência de DP gerou um protocolo clínico que passou a incluir o tratamento fonoaudiológico. Embora uma das capacidades afetadas pela doença seja a capacidade de engolir adequadamente, não há um tipo de intervenção ou protocolo terapêutico fonoaudiológico específico a se utilizar (SURA *et al.*, 2012). Já se sabe que mais de 80% dos sujeitos com DP desenvolvem uma alteração no mecanismo de deglutição (SUTTRUP; WARNECKE, 2016).

Uma adequada deglutição está relacionada principalmente à ingestão segura de alimentos, sem o risco de aspiração que causa pneumonia e a possibilidade de

se alimentar satisfatoriamente em quantidade, de modo a não incorrer em desnutrição ou desidratação (WAXMAN, 1990). Uma vez que a natureza das alterações na DP é principalmente motora, isso inclui o desempenho motor da musculatura oral que torna possível a deglutição. Nesse sentido, uma importante alteração muscular que propicia a disfagia no paciente com DP é a da musculatura lingual (MINAGI *et al.*, 2018). Desta forma, várias investigações nos últimos dez anos sugerem que a medida da pressão da língua pode ser útil para a detecção precoce e quantitativa da dificuldade motora da língua e os efeitos que isso pode ter na deglutição em sujeitos com doenças neurológicas (HORI, 2013; PARK, 2015; OH, 2016; KIM *et al.*, 2017).

Um dos estudos pioneiros que investigou a relação da língua com a propulsão do bolo alimentar comparou as medidas de funcionamento lingual entre indivíduos com doenças neurológicas e controles, durante tarefas não relacionadas à deglutição, como propulsão lingual, para identificar o desempenho muscular lingual (ROBINOVITCH, 1991). Posteriormente, os estudos da biomecânica motora da língua foram focados na identificação dos valores normais da pressão e resistência lingual em sujeitos saudáveis (ROBBINS, 1995; CROW; SHIP, 1996; KAYS; ROBBINS, 2006; YOUMANS; YOUMANS; STIERWALT, 2009; CLARK, 2012). Para desenvolver essas medições, vários estudos incorporaram o uso de equipamentos, tais como o *Iowa Oral Performance Instrument (IOPI)* (LAZARUS *et al.*, 2003; ROBBINS *et al.*, 2007; CLARK, 2012) e uma revisão posterior demonstrou que há evidência suficiente para apoiar a utilização de IOPI como uma ferramenta adequada para medir a pressão e resistência lingual, bem como um instrumento de avaliação para intervenção clínica e estudos de terapia (ADAMS *et al.*, 2013).

As pesquisas realizadas nesta área com pessoas saudáveis estabeleceram a necessidade de avançar na realização desses estudos em populações com outras patologias que afetam também a pressão da língua (SOLOMON, 2006; YEATES; MOLFENTER; STEELE, 2008; YOON, 2014; KIM *et al.*, 2017). Assim, além de estudos normativos da pressão lingual em indivíduos saudáveis, outras investigações na mesma linha foram realizadas em indivíduos com patologias neurológicas, principalmente com acidente vascular cerebral. Duas revisões sistemáticas estabeleceram a melhora na pressão da língua diante intervenções baseadas em treino que incluiu exercícios isométricos com o uso do IOPI, mas os

estudos analisados tiveram amostras com poucos sujeitos e os designs metodológicos, assim como os dados estatísticos, foram de baixa complexidade na maioria deles. Além disso, nenhum estudo incluiu sujeitos com DP (MCKENNA *et al.*, 2017; SMAO; LANGRIDGE; STEELE, 2020).

A avaliação e a terapia fonoaudiológica em sujeitos com DP têm se beneficiado do uso de equipamentos que medem o desempenho muscular lingual. As evidências sugerem que a medida da pressão lingual pode ser útil para detecção precoce e objetiva do comprometimento motor lingual em sujeitos com DP. Os estudos são escassos e, na maioria das vezes, as amostras de sujeitos são pequenas, impossibilitando a generalização dos resultados (MINAGI *et al.*, 2018; PITTS; MORALES; STIERWALT, 2018).

Em paralelo, existem estudos que utilizaram a Eletromiografia de Superfície (EMGs) para conhecer o comportamento eletrofisiológico da língua e musculatura supra-hióide envolvidas na biomecânica da deglutição (YOSHIDA *et al.*, 2007; PALMER *et al.*, 2008; LENIUS, 2009; WATTS, 2013; FURLAM, 2015). Os resultados desses estudos apontam para uma identificação mais objetiva da ativação elétrica da musculatura lingual e supra-hióide, comparando os resultados obtidos em diferentes tarefas ou exercícios motores. Especificamente, é possível identificar uma correlação moderada entre os movimentos da língua e ativação mioelétrica nas tarefas de ativação da musculatura supra-hióide, associados com a biomecânica da elevação lingual contra o palato (DOS REIS *et al.*, 2017). Esses achados ajudam a conhecer a relevância clínica das terapias fonoaudiológicas que são baseadas em exercícios de pressão e resistência da língua na presença de alterações na biomecânica da deglutição, particularmente na fase oral.

Desta forma, a principal justificativa para o desenvolvimento deste estudo foi preencher a lacuna em relação à escassa noção sobre a pressão da língua em DP, contribuindo para o conhecimento clínico atual com novas evidências científicas sobre o fortalecimento da pressão de língua em uma amostra maior de DP para permitir fazer inferências ou generalizar conclusões para a população-alvo com alto grau de certeza, de forma que a amostra seja considerada representativa de sujeitos latinos com DP. Neste caso, participantes chilenos.

Assim, o objetivo geral desse estudo foi analisar os efeitos de um programa de intervenção de pressão e resistência para língua com o IOPI em sujeitos com

DP. Como objetivos específicos, têm-se (1) caracterizar a pressão e a resistência lingual, bem como atividade elétrica da musculatura supra-hióide, em sujeitos com DP, (2) analisar e comparar a pressão e a resistência lingual, bem como atividade elétrica da musculatura supra-hióide, de sujeitos com DP antes, durante e após dois programas de intervenção e (3) comparar os resultados da análise da qualidade de vida relacionada à deglutição pré e pós intervenção.

O presente trabalho é fruto de um intercâmbio DINTER, entre a UFSM e UTALCA e foi desenvolvido no modelo de artigos integrados, conforme o Manual de Dissertações e Teses (MDT, 2015) da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Encontra-se estruturado em sete capítulos. O primeiro possui a introdução e apresentação geral da pesquisa com levantamento atual sobre estudos da pressão da língua e sobre a carência destes na DP, que levaram o autor a organizar os objetivos perseguidos nesta pesquisa. O segundo capítulo apresenta a revisão da literatura pertinente sobre a DP, medições e intervenção fonoaudiológica baseada na musculatura de língua e o uso da EMGs na avaliação fonoaudiológica. O terceiro capítulo apresenta a metodologia geral utilizada nesta pesquisa. Nos capítulos quatro e cinco são apresentados os dois artigos de pesquisa. O primeiro sobre características da amostra de sujeitos com PD e os resultados da pressão e resistência da língua e o segundo um artigo de pesquisa original sobre avaliação eletromiográfica de uma intervenção para aumentar a pressão da língua em pacientes com DP. Esses artigos de pesquisa serão enviados, respectivamente, ao periódico americano *Parkinsonism and Related Disorders* e ao *Journal of Electromyography and Kinesiology*, estando ambos já no idioma inglês e nas normas solicitadas pelas revistas. Os sexto e sétimo capítulos apresentam a discussão e conclusão gerais do trabalho. Por fim foram trazidas as referências bibliográficas, assim com apêndices e anexos.

## 2. REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 DOENÇA DE PARKINSON

A DP, geralmente, está relacionada a pessoas com mais de 50 ou 60 anos, embora possa ocorrer em indivíduos mais jovens. A alteração patológica subjacente à doença é a perda de neurônios na área ventral das partes compacta da substância negra do mesencéfalo, responsável pela produção de dopamina; um neurotransmissor que atua no corpo estriado, modulando o movimento e o tônus muscular (JANKOVIC; TAN, 2020). Os pacientes com DP também apresentam sintomas não motores, como depressão, dor, distúrbios do sono, tonturas, distúrbios da deglutição, salivação, urgência urinária e problemas de libido. A maioria deles é tratada com medicamentos como antidepressivos, ansiolíticos, anticolinérgicos e indutores do sono (LIU; LE, 2020). Essa doença tem um desenvolvimento progressivo com importante comprometimento muscular e da motricidade em geral, podendo levar à incapacidade completa do sujeito nas atividades da vida cotidiana. A maioria dos sujeitos com Parkinson está em situação de dupla vulnerabilidade: velhice e incapacidade (SENADIS, 2016).

No Chile, a faixa etária acima dos 65 representa um 11,4% da população geral, desses 2,6% são sujeitos com DP. A velhice é um processo global que afeta não apenas a pessoa, mas também sua família ou os grupos populacionais. Constitui um verdadeiro fenômeno social, econômico, político e cultural que, devido à sua magnitude, supõe consequências múltiplas, contra as quais as sociedades organizadas devem assumir sua responsabilidade (MINSAL, 2010).

Sobre a prevalência mundial da DP, no Reino Unido, 2% da população com mais de 65 anos é afetada (LEVINE; FAHRBACH, 2003). Informações adicionais apresentadas por estudos epidemiológicos recentes estabeleceram que para o período de 1990-2016, no Chile a prevalência de Parkinson aumentou 19,9%, colocando-o como o país da América Latina que registra o maior aumento na prevalência desta patologia (GBD, 2018). Os estudos sobre mortalidade em DP são limitados pela falta de precisão dos atestados de óbito e pela confusão diagnóstica entre esta e outras doenças neurodegenerativas (FERRADA, 2013).

Em relação à severidade dos sujeitos com DP, a Escala Hoehn & Yahr é uma



ferramenta de classificação simples que oferece alguns pontos de referência para determinar o estágio da doença do paciente, tendo como base os sintomas motores. Nesta escala, a DP pode ser classificada em cinco estágios. O tempo gasto em cada estágio de evolução da doença varia de paciente para paciente. Por ser uma escala rápida e prática ao indicar o estado geral do paciente, esta ferramenta é a mais utilizada pelos profissionais da saúde. O **Estágio 1** é a fase inicial da doença, quando os sintomas são leves, dificultando as tarefas do dia-a-dia, incluindo a presença de tremores ou agitação em um dos membros (superior ou inferior) e atingindo um dos lados (direito ou esquerdo). Durante esse estágio, amigos e familiares podem detectar mudanças na pessoa com a doença, incluindo a alteração na postura, perda de equilíbrio e perda da expressão facial (apatia facial). No **Estágio 2**, os sintomas dos pacientes são bilaterais e afetam os membros superiores e inferiores. As tarefas do dia a dia são realizadas com certa dificuldade, como para caminhar ou manter o equilíbrio, trazendo de modo mais evidente a incapacidade para executar as tarefas físicas normais. O paciente apresenta queixa na deglutição de líquido e maior tempo para deglutir sólidos. No **Estágio 3**, os sintomas podem ser bastante graves e incluem a incapacidade de andar em linha reta ou ficar em pé. Há uma desaceleração perceptível de movimentos físicos e episódios de congelamento da marcha também podem ocorrer. O **Estágio 4** é acompanhado por sintomas severos da DP. Ainda pode caminhar, mas a marcha é muitas vezes limitada e os sintomas de rigidez e bradicinesia (lentidão dos movimentos) são frequentemente visíveis. Durante esta fase, a maioria dos pacientes é incapaz de executar as tarefas do dia-a-dia, e geralmente não podem viver com autonomia. No entanto, os tremores que estavam presentes nos primeiros estágios podem diminuir ou tornar-se inexistentes, por motivos desconhecidos e por um período de tempo indeterminado. A deglutição de alimentos apresenta um desafio importante na alimentação das pessoas neste estágio. O **Estágio 5** é o último estágio da DP e geralmente compromete totalmente os movimentos físicos. Na maioria das vezes, o paciente é incapaz de cuidar de si mesmo e tem que ficar no leito além de não ser capaz de caminhar, necessitando de constante auxílio de cuidadores (HOEHN; YAHR, 1967).

Atualmente, o tratamento farmacológico tradicional para DP é a Levodopa (WARNECKE, 2016). Como esta doença caracteriza-se, principalmente, como um

distúrbio motor que envolve a perda gradual da função motora do corpo e das extremidades, a Levodopa demonstrou reduzir os sintomas físicos, particularmente nos primeiros quatro a seis anos da doença. Subsequentemente, observa-se o aparecimento de flutuações motoras. Essas flutuações ocorrem como consequência de mudanças na resposta a drogas dopaminérgicas e são manifestadas por episódios em que os sintomas da doença reaparecem (SUTTON, 2013).

Neste contexto, distinguem-se os períodos em que a função motora é normal (períodos "on") e alterada (períodos "off"), assim como os períodos de *wearing off* quando os efeitos da Levodopa diminuem antes da hora da próxima dose (LIM, 2008). Com base na literatura científica, ainda faltam evidências dos efeitos de tratamento com este medicamento sobre a performance motora lingual (MELO, MONTEIRO, 2013) e na deglutição (NÓBREGA, 2014). Recentemente comprovado por um estudo transversal que envolveu 28 pessoas com DP e 20 controles pareados por idade e sexo. Os sujeitos completaram tarefas de pressão de língua com o IOPI durante a fase *on* e *off* do estado de medicação dopaminérgica. Embora a pressão da língua tenha sido significativamente reduzida na DP, isso não diferiu pelo estado de medicação (PITTS; MORALES; STIERWALT, 2018).

## 2.2 DEGLUTIÇÃO NA DOENÇA DE PARKINSON

A deglutição é definida como uma complexa atividade neuromuscular em que o transporte do bolo alimentar é feito a partir da cavidade oral, através da faringe e do esôfago para o estômago. O processo de deglutição começa voluntariamente, e posteriormente torna-se automático ou involuntário. Os objetivos desse processo incluem, além da deglutição propriamente dita, a limpeza e proteção do trato respiratório (LOGEMANN, 1998). Essas ações podem estar alteradas em pacientes com DP devido à natureza da patologia devido à influência na rede neural complexa que inclui vários nervos cranianos, que fornecem inervação sensorial e motora para deglutição, bem como os movimentos associados do trato respiratório superior (GONZÁLEZ; BEVILAQUA, 2009).

Na DP a diminuição de pressão da língua pode ser um dos fatores biomecânicos que dificultam a propulsão do bolo no final da fase oral. Este mecanismo é altamente relevante para o trânsito de alimentos para a fase faríngea

(MURRY; CARRAU, 2006; LEONARD, 2014), merecendo ser avaliado apropriadamente (UMEMOTO; FURUYA, 2020).

A atuação fonoaudiológica restringe-se, sobretudo, às fases oral e faríngea. Alterações da deglutição na fase oral incluem dificuldades no controle e propulsão ântero-posterior do bolo alimentar, diminuição da potência de língua, bem como resíduos alimentares, que podem se direcionar para a faringe em situações sem fechamento laríngeo (FAHN; SULZER, 2004). Na preparação oral, a transferência oral e o início de deglutição são interligados (PALMER, 2008).

Assim como em outras patologias, na DP a avaliação dos efeitos do desempenho da língua na deglutição e suas implicações pode ser auxiliada por instrumentos que permitem identificar o desempenho geral na alimentação e o impacto que o mesmo tem sobre a qualidade de vida dos pacientes (PITTS *et al.*, 2019).

Existem estimativas de que aproximadamente 90% dos pacientes com DP sofrem com algum grau de comprometimento na capacidade de engolir. Essa limitação em ingerir com segurança quantidades adequadas de alimentos e líquidos coloca o paciente com DP em risco de má nutrição e hidratação e/ou de complicações como pneumonias aspirativas. Embora os sinais físicos de disfagia sejam bem documentados, um papel relevante tem sido atribuído ao impacto psicossocial causados pelas alterações de deglutição em indivíduos com DP nos últimos dez anos. Esses déficits afetam o funcionamento físico e social, a qualidade de vida dos pacientes e seus cuidadores, as oportunidades de reentrada na comunidade e a utilização de recursos de saúde (AYRES *et al.*, 2017).

As impressões dos pacientes são importantes porque as perspectivas entre os mesmos e os médicos costumam ser diferentes (MCHORNEY *et al.*, 2002). Ao se tentar mensurar estas impressões, costuma-se avaliar o impacto de uma doença ou condição no ambiente de vida diária, o que pode orientar o manejo e a escolha de diferentes estratégias de tratamento. Historicamente, os resultados do ponto de vista do paciente têm sido difíceis de mensurar porque são normalmente mais abstratos do que os resultados fisiológicos (SATO *et al.*, 2014).

Para uma compreensão abrangente da influência da pressão da língua no estado de deglutição de indivíduos com DP, contextualiza-se, nesse momento, a *Functional Oral Intake Scale* (FOIS). Esta escala é usada para classificar o nível de

ingesta oral baseado na quantidade e tipo de alimento que o paciente consegue deglutir por via oral de forma segura pré e pós-treinamento (CRARY; MANN; GROHER, 2005). A mesma é considerada uma ferramenta confiável e válida que pode ser aplicada para documentar a mudança clínica da ingestão oral funcional (BAIJENS *et al.*, 2011). Além disso, apresenta coeficiente de confiabilidade Inter avaliadores de 0,98 a 0,99, com valores médios do coeficiente Kappa entre 0,86 e 0,91 e com validade adequada (concordância de Kendall 0,90) e com validade de critério baseada no teste *Mann Assessment of Swallowing Ability* (CRARY; MANN; GROHER, 2005). Possui caráter ordinal, em sete estágios, e sua pontuação é baseada no relatório alimentar no prontuário médico, na avaliação clínica e no relatório verificado junto ao paciente. Nível 0 (restrito à via alimentar alternativa), 1 a 3 referem-se aos diferentes graus de alimentação não oral e os níveis 4 a 7 referem-se aos diferentes graus de alimentação oral sem suplementação não oral. Esses últimos consideram as modificações na dieta e as compensações do paciente, mas todos os níveis se concentram no que o paciente consome por via oral diariamente.

Para investigar o impacto psicossocial dos distúrbios causados pela deglutição em indivíduos com DP tem sido utilizado o questionário Qualidade de Vida nas Desordens da Deglutição (SWAL-QOL) (SUTTRUP; WARNECKE, 2016; TOLEDO-RODRIGUEZ *et al.*, 2019; CHAN *et al.*, 2020). Ele é um instrumento que considera os sintomas apresentados pelos pacientes e verifica sua influência na qualidade de vida, possuindo um coeficiente Alpha Cronbach superior a 0,80, exceto em um domínio. Assim, apresenta excelente consistência interna e reprodutibilidade em curto prazo. É uma escala sensível para diferenciar os graus de gravidade da disfagia orofaríngea (MCHORNEY *et al.*, 2002).

O SWAL-QOL possui 44 itens que exploram diferentes domínios afetados pela disfagia. Esses itens são agrupados em um total de 11 dimensões. Dez dimensões são relacionadas ao estilo de vida (30 itens) e uma dimensão é relacionada aos sintomas de transtornos na deglutição (14 itens). As 11 dimensões correspondem a: (1) Deglutição como um fardo ou dificuldade geral ao comer; (2) Seleção do alimento; (3) Tempo de se alimentar; (4) Desejo de se alimentar; (5) Frequência de sintomas; (6) Medo de se alimentar; (7) Sono; (8) Fadiga; (9) Comunicação; (10) Saúde mental e (11) Impacto social que reproduz a alteração da dieta alimentar na vida dos pacientes. Os itens são pontuados em relação à

frequência de apresentação dos sintomas com pontuação de 1 a 5. A pontuação 1 é atribuída à pior condição de qualidade de vida, que corresponde ao fato de o item referir-se a ser apresentado "sempre". Por outro lado, o escore 5 refere-se à melhor condição de qualidade de vida na qual o item questionado "nunca" é apresentado. Posteriormente, é calculada uma pontuação percentual para cada escala em que 100% corresponde à condição mais favorável e 0% à menos favorável. Cada escala é igualmente importante e não há pontuação total para qualidade de vida no teste SWAL-QOL (TOLEDO-RODRIGUEZ *et al.*, 2019).

No caso dos sujeitos com DP, ao longo da evolução de sua condição, ocorrem alterações importantes da motricidade orofacial e coordenação dos movimentos linguais e mandibulares. A velocidade e potência da musculatura lingual são alteradas, produzindo variações que podem determinar deficiências nas funções orais expressadas em queixas devido ao prejuízo da qualidade de vida dos sujeitos (VINOTH, 2014).

Alguns estudos têm considerado sujeitos com doenças neurológicas, traumáticas e até neurodegenerativas, mas a casuística de sujeitos com DP ainda é limitada (ADAMS *et al.*, 2013; VAN DEN STEEN *et al.*, 2019). Cerca de 80% ou mais das pessoas dentro da crescente população de DP desenvolverão alterações para a ingestão de alimentos (WIRTH *et al.* 2016). Infelizmente, esses distúrbios são fatores conhecidos para pneumonia, uma das principais causas de morte em pessoas com DP, bem como desnutrição e redução da qualidade de vida (LEONARD, 2014). Portanto, há uma necessidade crítica de investigar instrumentos que sejam fáceis de incorporar em avaliações clínicas fonoaudiológicas para a detecção precoce da disfagia orofaríngea. A detecção precoce pode alertar e evitar tais fatores negativos relacionados à saúde, como nos casos de DP, na qual a diminuição da pressão de língua é uma característica bem estabelecida (UMEMOTO; FURUYA, 2020).

### 2.3 TERAPIA FONOAUDIOLÓGICA COM ENFOQUE NA MUSCULATURA DA LÍNGUA

A língua tem um papel altamente relevante em deglutir, mastigar, falar e limpar a boca (BRADLEY *et al.*, 2006). O órgão é dividido em duas metades por

uma porção lingual fibrosa situada na região profunda do sulco mediano. Quatro músculos extrínsecos e quatro músculos intrínsecos são encontrados em cada metade da língua.

Os músculos intrínsecos são o longitudinal superior, o longitudinal inferior, o vertical e o transverso. Eles são considerados especificamente para controlar a posição da ponta da língua e sua forma. Os músculos extrínsecos são originários da região submandibular, então há uma relação clara entre a língua e da musculatura supra-hióide, particularmente os músculos milo-hióideo, genio-hióideo e ventre anterior do digástrico. Eles são extrínsecos porque se originam fora da língua e são inseridos nela. Sua principal função é alterar a posição da mesma, movê-la ou mudar sua forma (NETTER; JONES; DIGLE, 1999). O osso hióide é inserido na parte de trás da língua, que se move com ele. A ação da língua como pressão contra o palato duro é uma forma de prova em alterações na atividade bioelétrica deste grupo muscular. A sua atividade sinérgica, em seguida, pode ser avaliada concomitantemente pela contração da musculatura supra-hióide em cada movimento da língua que é claramente refletido em elevação deste e quando a pressão é exercida contra o palato (OH, 2016).

Devido à natureza do comprometimento motor da DP, muitas terapias fonoaudiológicas têm sido direcionadas para o trabalho de pressão e coordenação muscular das estruturas que participam da deglutição (PALERMO *et al.*, 2009). Em investigações que buscam medir o desempenho muscular lingual, é importante considerar fatores que interfiram diretamente a motricidade da língua (BRADLEY *et al.*, 2006). Tradicionalmente, as tarefas do trabalho fonoaudiológico nessa área concentram-se nos exercícios miofuncionais orofaciais aplicados de acordo com a necessidade de reabilitação (BAKKE, 2011). Porém, estudos sobre a pressão da língua em populações clínicas com objetivos terapêuticos são ainda limitados, com alta heterogeneidade e pequenas amostras de indivíduos (SOLOMON *et al.*, 1995, LAZARUS *et al.* 2003).

Uma pesquisa examinou a pressão e a resistência da língua de 99 pessoas saudáveis, sem história de disfagia, usando o IOPI (STIERWALT; YOUMANS, 2007). Os participantes, com idades entre 19 e 96 anos, foram divididos em quatro grupos etários baseados em intervalos de 20 anos e participaram de três tentativas de exercícios de pressão e resistência. A pressão da língua foi significativamente

maior em homens que em mulheres e diminuiu significativamente com o aumento da idade em homens, mas não em mulheres. Além disso, houve diferenças estatisticamente significantes na pressão da língua na comparação do grupo mais velho (idades 80-96) com grupos mais jovens. Nesse estudo, as variáveis de interesse foram pressão máxima da língua, idade e sexo. Uma correlação significativa inversa foi encontrada entre a pressão da língua e a idade, ou seja, com o aumento da idade, a pressão da língua diminuiu, mas não houve diferença entre os sexos. Na literatura (IOPI MEDICAL LCC, 2017) o valor normal estimado da pressão máxima da língua para pessoas com mais de 60 anos estabelecem uma média de 56 kPa com um desvio padrão de 13,5.

O foco principal dos estudos que investigam a relação entre a língua e a deglutição tem sido comparar as medidas da função da língua entre indivíduos com disfagia e indivíduos controle (VAN DEN STEEN, 2019). De maneira complementar, Dos Reis *et al.* (2017) propuseram que pode ser crucial para a terapia considerar alguns achados em estudos que usam EMGs da musculatura supra-hióide para comparar exercícios de treinamento de pressão de língua usados na prática clínica. Isso porque muitos estudos não comparam a atividade elétrica dos músculos supra-hióides durante as atividades de pressão de língua.

Stierwalt e Clark (2002) compararam a pressão da língua utilizando o IOPI em uma amostra de 35 indivíduos com disfagia de fase oral causada por doenças neurológicas adquiridas, com 35 indivíduos controles pareados por idade e sexo. O grupo com disfagia teve pressão da língua significativamente menor em comparação com indivíduos com deglutição normal. Este estudo concluiu que a diferença pode ser quantificada com ferramentas como o IOPI.

Um estudo realizado por Lazarus *et al.* (2003) relatou um aumento significativo na pressão lingual através do treinamento intensivo de cinco sessões diárias, durante cinco dias por semana, por um mês, em uma população saudável de sujeitos jovens até 30 anos.

O acesso ao uso de IOPI no contexto clínico ainda não é uma realidade, diferente do que foi proposto pela presente pesquisa. O número de ciclos que inclui os programas de treinamento publicados recentemente estabelece um número aproximado de 800 a 1400 ciclos de treinamento com o IOPI para cada paciente. O período de duração que inclui esse número de ciclos varia de uma semana intensiva

de exercícios até 16 semanas. Neste contexto, o uso de EMGs é recomendado como a contribuição para o treino terapêutico na forma de biofeedback e possibilidade de quantificação (NAMASIVANYAM-MACDONALD, 2017; ARSIAN, 2018).

A maioria dos protocolos de treinamento da pressão lingual baseados em exercícios de pressão que são utilizados em estudos com sujeitos saudáveis, com patologia neurológica ou com sequelas após cirurgia de cabeça e pescoço, baseiam-se nas evidências científicas coletadas pela *American College of Sport Medicine* (ACSM). A organização tem indicado que um programa ideal para a construção de pressão muscular deve incluir, pelo menos, três séries de exercícios realizados três vezes por semana, durante oito semanas, com um descanso de 1–2 minutos entre as repetições. As pesquisas publicadas no ACSM indicam mudanças significativas na pressão muscular mediante estas recomendações, além de confirmarem que uma resistência de 70%-85% da Repetição Máxima (RM), por 10-15 repetições por série, de uma a três séries por exercício, são adequadas para indivíduos mais velhos e mais frágeis. Outra recomendação é que em um período inicial uma carga de 50%-60% RM deve ser usada até que os indivíduos aprendam a forma e a técnica adequadas para se exercitar. Deve-se levar em conta que tais recomendações surgem de pesquisas realizadas em músculos estriados esqueléticos do tronco e membros, onde o aumento da pressão da área muscular foi mensurado com medidas de pressão e pressão contra resistência (KRAEMER *et al.*, 2002).

A variabilidade da frequência e duração das intervenções encontradas em diferentes estudos é mostrada no quadro a seguir (QUADRO 1).



Quadro 1. Frequência e duração das intervenções referidas na literatura.

AUTORES	CARACTERÍSTICAS METODOLÓGICAS DO ESTUDO	ESQUEMA DA TERAPIA
Lazarus <i>et al.</i> (2003)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 31 Participantes em 3 grupos:</li> <li>(1) sem exercícios</li> <li>(2) exercícios pressão lingual normal puxando um abaixador de língua em quatro direções.</li> <li>(3) exercícios de fortalecimento da língua usando IOPI</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- exercícios 5 dias por semana</li> <li>- durante 1 mês</li> <li>- 5 vezes por dia</li> <li>- 10 repetições por sessão de prática.</li> </ul>
Steele <i>et al.</i> (2013)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 6 Participantes com lesão por traumatismo cranioencefálico</li> <li>- O objetivo foi examinar o efeito do treino da pressão lingual com o IOPI na pressão isométrica lingual máxima e eficiência na deglutição.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 24 Sessões de tratamento</li> <li>- Em cada sessão:</li> <li>* 60 tarefas de pressão de língua com em blocos de seis</li> <li>* Descanso de 10 segundos.</li> <li>- 2 sessões por semana</li> <li>- Total de 11 semanas</li> </ul>
Park (2015)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 27 pacientes com AVC e disfagia</li> <li>- Alocação aleatória em 2 grupos</li> <li>- Ambos os grupos receberam terapia de disfagia tradicional e o grupo experimental recebeu treino com IOPI</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Treinamento realizado por 6 semanas</li> <li>- 5 vezes por semana</li> <li>- 5 séries, 10 tentativas por dia</li> <li>- Descanso mínimo de 30 segundos entre as séries</li> </ul>
Park (2016)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 27 indivíduos</li> <li>- Programa de 4 semanas</li> <li>- Exercícios de deglutição com pressão lingual máxima</li> <li>- Adicionalmente exercícios de pressão lingual</li> <li>- As medidas feitas com IOPI</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 4 semanas de treino auto administrado</li> <li>- Treinamento domiciliar 10 vezes por sessão</li> <li>- 3 sessões por dia</li> <li>- 3 dias por semana</li> </ul>
Namasivayam-MacDonald (2017)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 8 sujeitos (2 homens, 6 mulheres)</li> <li>- idade média 91 anos (84 a 99 anos)</li> <li>- Seleção aleatória para dois grupos. Um grupo de tratamento precoce (Grupo A), e outro grupo mais tardio (Grupo B)</li> <li>- Programa de exercícios isométricos de pressão lingual usando o IOPI.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 16 sessões de tratamento de exercícios isométricos de pressão lingual usando o IOPI</li> <li>- 2 vezes por semana</li> <li>- Durante 8 semanas</li> </ul>

Autores como Gingrich (2012), Xu (2015) e Kim *et al.* (2017) estabeleceram uma linha de pesquisa para o estabelecimento dos mecanismos e benefícios que fundamentam a formação de pressão e resistência lingual em relação às alterações ou queixas no processo de deglutição. Em vários desses estudos, o IOPI foi usado para medir a pressão lingual, com e sem correlação com exames instrumentais/objetivos. Robbins (1995) mostrou algumas evidências de que os valores decrescentes nas pressões isométricas máximas diminuem com a idade e estão relacionadas ao declínio da pressão isométrica de deglutição.

## 2.4 ELETROMIOGRAFIA NA AVALIAÇÃO E NA TERAPIA FONOAUDIOLÓGICA

A EMGs mostra-se especialmente adequada para o rastreamento do desempenho muscular do sistema estomatognático e é um método útil, confiável e não invasivo servindo para quantificar a ativação dos músculos supra-hióides durante a deglutição (REYES *et al.*, 2014). De fato, a EMGs mostra-se como uma técnica viável para o registro de situações de avaliação e de terapia fonoaudiológica (DA SILVA, 2013).

O método permite quantificar as atividades elétricas dos músculos e vem sendo amplamente utilizada durante o diagnóstico e a reabilitação muscular e funcional dos distúrbios motores orofaciais como a mastigação e a deglutição, oferecendo a possibilidade de analisar a ação de um grupo muscular ou de um feixe muscular específico (DA SILVA, 2013).

O fonoaudiólogo está habilitado para realizar a EMGs, utilizando eletrodos descartáveis de superfície. Estes são posicionados sobre a superfície da pele da musculatura investigada para captação do sinal. Além disso, é importante salientar que tais resultados apenas complementam a avaliação clínica dos casos. Os dados obtidos isoladamente não podem ser considerados como um diagnóstico propriamente dito, sendo necessárias outras informações, como dados clínicos e as especificações das avaliações realizadas (MUSTO, 2017).

Em relação aos músculos que estão relacionados ao desempenho lingual na deglutição, Rouvière e Delmas (2005) apontaram que os movimentos que esses músculos desempenham são específicos, mas coordenados. Os músculos gênio-hióideo, milo-hióideo e ventre anterior do digástrico permitem que a mandíbula seja baixada e/ou o osso hióide seja elevado, enquanto o ventre posterior do músculo digástrico e o músculo estilo-hióideo são elevadores do osso hióide. A importância da musculatura supra-hióide na deglutição é descrita na literatura com um papel fundamental, pois juntamente com a musculatura infra-hióide, participa da fase oral contribuindo para a fixação e elevação da língua e no estágio faríngeo elevando o complexo laríngeo. Wheeler-Hegland *et al.* (2009) mencionaram a importância dessa musculatura no mecanismo da deglutição, pois a contração desse grupo muscular é estreitamente relacionada com o movimento da língua na deglutição.

De forma complementar, a EMGs é identificada como uma ferramenta complementar útil para avaliar a ativação do grupo muscular supra-hióide, uma vez que pode fornecer informações sobre o início da atividade muscular durante a deglutição. Assim, a EMGs pode auxiliar a avaliação da biomecânica envolvida na deglutição, estabelecendo-se uma possível relação entre o apoio da língua contra o palato, que ao fazer uma pressão provoca variações no nível elétrico dos músculos supra e infra hioides (PALMER *et al.*, 2008).

A avaliação muscular facial é complexa pela sinergia no funcionamento de músculos que concorrem para uma mesma ação, porém quando os eletrodos de superfície são posicionados na região supra-hióide, o sinal eletromiográfico obtido durante a deglutição corresponde, principalmente, à atividade dos músculos milo-hióideo, gênio-hióideo e ventre anterior de digástrico. O sinal captado nesse momento corresponde ao movimento da língua, seguido pela anteriorização laríngea que está significativamente relacionada ao aumento da atividade elétrica dos músculos supra-hióides (RAHAL, 2014).

É importante levar em consideração também que a elevação da língua, ou o exercício da língua contra o palato, funcionam e requerem uma ação combinada da musculatura extrínseca e intrínseca, enquanto o EMG avalia apenas os músculos que estão localizados mais próximos à superfície.

### 3. METODOLOGIA

#### 3.1 DELINEAMENTO DO ESTUDO

Este estudo apresenta caráter exploratório, com delineamento quase-experimental e com amostras controladas pré e pós-teste. Foram observados dois programas específicos de treinamento baseado na pressão lingual e se os mesmos geraram mudanças no desempenho da pressão e resistência na língua em sujeitos com DP.

#### 3.2 POPULAÇÃO E AMOSTRA

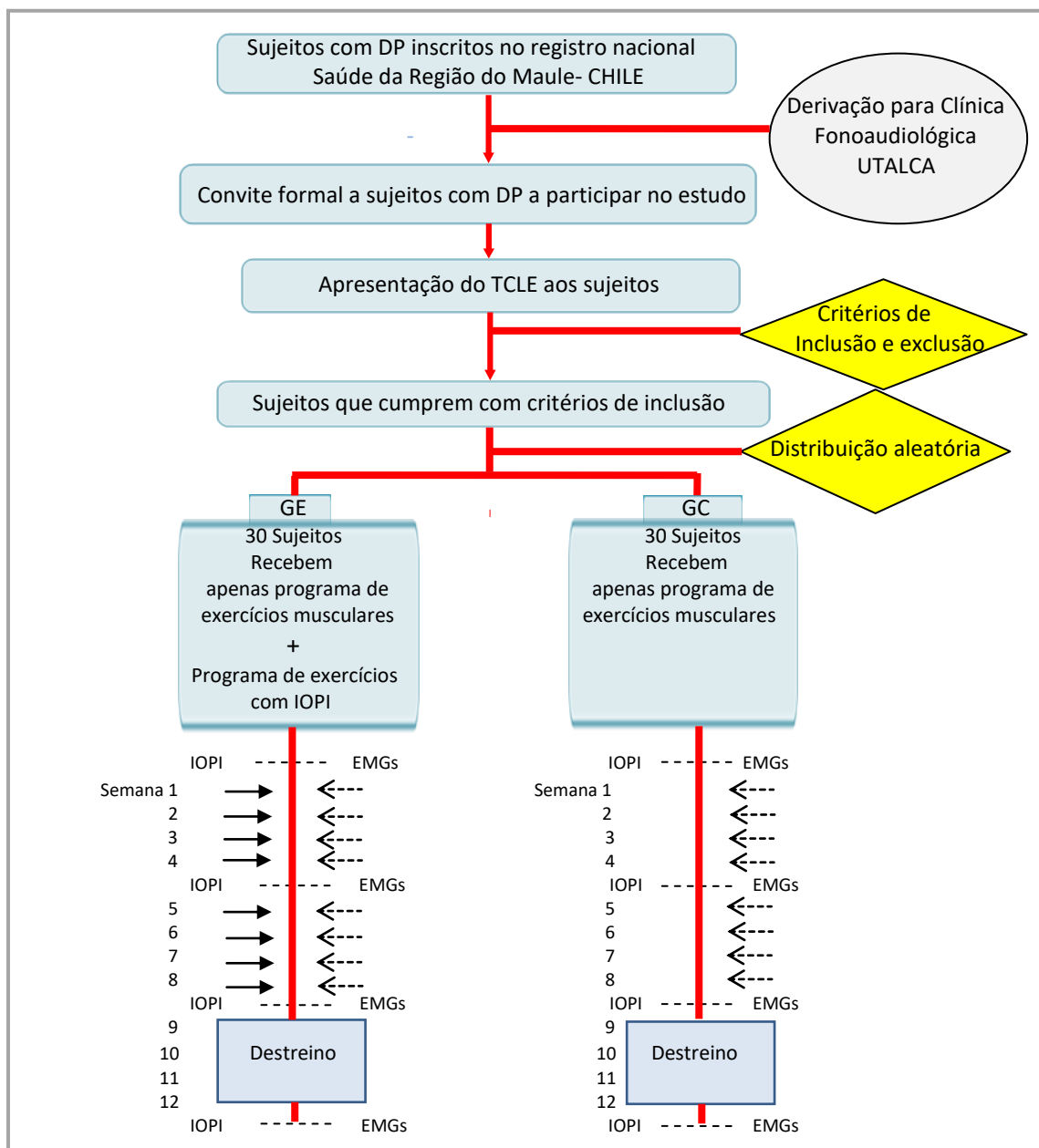
A população de sujeitos com DP na área geográfica onde o estudo foi realizado é de aproximadamente 2.724 pessoas, dos quais 60% estão no controle do sistema estadual de saúde (MINSAL, 2017). A análise da amostra para a conformação do grupo de estudo baseou-se em uma porcentagem populacional de 2%, que é a porcentagem de prevalência da DP no Chile, de acordo com a Guia Clínica do Ministério da Saúde MINSAL. Uma confiança de 95% e uma precisão da estimativa de 0,05 unidades percentuais foi estabelecida para esse nível de confiança. Com base nesses parâmetros, o número de 27 indivíduos foi identificado como tamanho mínimo da amostra para que se pudessem fazer inferências estatísticas sobre o universo de indivíduos de onde provém essa amostra. Estimou-se que o percentual de reabastecimento necessário seria de 1%. Este cálculo amostral foi gerado usando o programa computacional *Sample Size Calculator GRANMO Version 7.0 de 2012* (<https://www.imim.cat/ofertadeserveis/software-public/granmo/>).

Assim, a amostra de sujeitos foi buscada no registro atual do sistema de saúde do Chile, durante os primeiros seis meses de 2019. Cada paciente com DP que fora derivado do Serviço de Saúde para atenção na Clínica de Fonoaudiologia da Universidade de Talca, foi convidado a participar desta pesquisa através de uma carta formal e da assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (APÊNDICE A). A chamada e gestão logística tiveram sucesso e 64 pessoas foram selecionadas para participar da pesquisa.

Para compor a amostra, os participantes tiveram que cumprir com os critérios

detalhados a seguir. Abaixo se encontra fluxograma da chamada dos sujeitos e sua subsequente designação para os grupos do estudo (FIGURA 1). Os sujeitos foram alocados em dois grupos: um Grupo Controle (GC) que executou o programa de exercícios musculares utilizando apenas exercícios convencionais para língua e um Grupo Experimental (GE) que realizou os mesmos exercícios com o acréscimo do uso do IOPI.

Figura 1. Fluxograma de seleção dos sujeitos do estudo.



Legenda: GE: Grupo experimental; GC: Grupo controle; ----- : Avaliação; —> : Treino com IOPI; <----- : Treino tradicional; IOPI: *lowa Oral Performance instrument*; EMGs: Eletromiografia da superfície .

### 3.3 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO E EXCLUSÃO

#### 3.3.1 Critérios de Inclusão

Para inclusão na pesquisa os sujeitos deveriam apresentar:

- a. Diagnóstico médico de DP;
- b. Idade superior a 18 anos e inferior a 90 anos;
- c. Condições cognitivas, linguísticas, auditivas e visuais que permitissem a correta execução do treinamento muscular lingual.

#### 3.3.2 Critérios de Exclusão

Foram excluídos da pesquisa aqueles sujeitos que apresentaram:

- a. Antecedentes de câncer de cabeça e pescoço ou cirurgia relacionada;
- b. Outros problemas neurológicos além da DP;
- c. Tratamento fonoaudiológico prévio inferior a 6 meses;
- d. Índice de Massa Corporal (IMC) inferior a 18 e superior a 24.9.

### 3.4 PROCEDIMENTOS DE COLETA DE DADOS

#### 3.4.1 Procedimentos de coleta de dados

Os procedimentos de coleta de dados foram coordenados pelo pesquisador, garantindo a sequência das atividades metodológicas do estudo. Quatro etapas são identificadas a seguir.

##### *a) Seleção da amostra*

Para seleção da amostra, foi atendida a adesão aos critérios de inclusão e exclusão. Para tanto, foram utilizadas informações da anamnese elaborada para o estudo (APÊNDICE B).

A anamnese incluiu os seguintes aspectos: dados de identificação pessoal e clínicos (atuais e remotos). Os antecedentes clínicos considerados foram o peso, altura e existência de dor facial. Também a possibilidade de acessar o centro clínico de maneira independente e com que frequência. A anamnese nesta parte

considerou antecedentes clínicos relacionados ao consumo do tabaco, álcool ou drogas, assim como condições de saúde não transmissível como hipertensão arterial, diabetes doenças cardíacas, respiratórias e digestivas. Foi considerada também informação sobre as condições neurológicas e distúrbios motores, igualmente dados sobre a presença de distúrbios sensoriais é uso de aparelhos de compensação visual, auditiva ou para deslocamento. Condições odontológicas. Finalmente foi incorporada informação sobre condições odontológicas, tratamentos médicos, o uso de medicamentos e exames ou avaliações complementares.

O IMC foi calculado para evitar a possível influência da camada de tecido adiposo no sinal da EMGs (BARTUZI; TOKARSKI; ROMAN-LIU, 2010).

Os dados sobre o diagnóstico de DP e estadiamento da doença (Escala Hoehn & Yahr) foram extraídos pelo pesquisador do prontuário médico sendo realizados em um período prévio não maior do que três meses. Além disso, o escore do *Mini Mental Exame* (MMSE) estava no prontuário médico dos pacientes, porém existiu variabilidade no tempo que esse foi obtido e, por este motivo, um profissional psicólogo clínico qualificado avaliou novamente todos os potenciais participantes e assim, confirmar que não houve deterioração mental a fim de atender ao critério de inclusão.

O MMSE é um teste formulado por Folstein *et al.* (1975) e modificado, no Chile, por Icaza e Albala (1999). Esse instrumento avalia as capacidades cognitivas, atencionais e comunicativas de pessoas adultas. A importância de considerar os dados desta avaliação foi que a mesma sugere déficit cognitivo quando um sujeito tem o score menor a 22 pontos, o que seria potencialmente problemático neste estudo quanto à compreensão das tarefas a serem executadas (ANEXO A).

#### *b) Coleta de dados*

Para coletar os dados foram realizadas quatro avaliações: (1) avaliação clínica do sistema estomatognático; (2) avaliação da pressão e de resistência da língua; (3) avaliação eletromiográfica da musculatura supra-hióide e (4) avaliação das condições da ingestão e qualidade de vida relacionada à deglutição. Essas avaliações foram realizadas antes do período de intervenção (linha de base), logo após a 4ª e 8ª semana (esta última ao final do treinamento), e no acompanhamento da 12ª semana. A análise na 4ª semana permitiu conhecer a tendência do

desempenho durante o treino avaliando assim se existia alguma dificuldade que pudesse dificultar o cumprimento dos protocolos de treinamento antes da avaliação final. A análise na 12<sup>a</sup> semana permitiu coletar dados sobre a manutenção e estabilidade do desempenho muscular da pressão lingual após a finalização do programa de intervenção.

A **avaliação do Sistema Estomatognático** foi realizada diante a Seção 4 do Protocolo MBGR para avaliação das estruturas intra-orais, neste caso, sobretudo da língua (GENARO *et al.*, 2009). O objetivo foi caracterizar as condições dos lábios, bochechas, língua, palato, dentes e oclusão, assim como identificar o uso de prótese dentária. A aplicação foi feita sempre pelo mesmo fonoaudiólogo a fim de manter a confiabilidade do teste. O procedimento foi realizado com o paciente sentado em 90°. Ele foi solicitado a manter a cabeça erguida e, em seguida, abaixar lentamente a mandíbula, mantendo a boca aberta durante a avaliação e fechando-a lentamente no final. Esse procedimento foi repetido até que a coleta de dados do protocolo fosse concluída.

Para a **avaliação de pressão de língua** foi utilizado o IOPI. O mesmo esteve ligado no modo de pico ativo e o bulbo foi posicionado na posição anterior da língua, contra o palato duro do sujeito. Cada participante recebeu um bulbo para seu uso pessoal durante o estudo. Em seguida, o pesquisador deu a seguinte instrução ao participante: *“Pressione o bulbo com a língua o mais forte possível”*. Foram então realizadas três repetições, com três segundos cada, com intervalo de 60 segundos. A pressão máxima da língua foi considerada a partir do mais alto dos três valores registrados. Para todas as atividades posteriores, esse valor de pressão máxima obtido, também denominado um RM, foi considerado o valor referencial para calcular a carga de pressão para o treino com o IOPI. Esse instrumento apresenta os valores de pressão em Kilopascal (kPa). O pascal é a unidade de pressão do Sistema Internacional de Unidades. Define-se como a pressão exercida por uma pressão de um newton em uma superfície de um metro quadrado normal. Junto com a avaliação realizada com o IOPI, os potenciais elétricos dos músculos supra-hióides foram capturados em tarefas de cinco segundos da pressão lingual para posterior análise dos três segundos centrais.

Para a **avaliação de resistência da língua** também foi utilizado o IOPI, o qual foi adequado com um nível de pressão igual ao 50% do 1 RM anteriormente



atingido para cada sujeito. Uma luz *led* verde no aparelho do IOPI ascendia quando esse alvo foi atingido. O objetivo foi exercer essa pressão lingual por todo o tempo que fosse possível e a quantidade de segundos foi registrada. Em seguida, o pesquisador deu a seguinte instrução ao participante: *“Pressione o bulbo com a língua até que a luz verde se acenda e segure por tanto tempo quanto possível”*. Foram então realizadas três repetições, com três segundos cada, com intervalo de 60 segundos. A resistência da língua foi considerada a partir do mais longo dos três tempos registrados.

A resistência, que é considerada inversamente proporcional à fadigabilidade da língua, ou seja, os valores de baixa resistência são um indicador de alta fadigabilidade. A resistência foi medida quantificando o período de tempo que os sujeitos podiam manter 50% de sua pressão máxima. Este procedimento foi conduzido definindo o tempo de duração do paciente para manter a luz superior (verde) acesa.

A **avaliação eletromiográfica da musculatura supra-hióide**, foi realizada para a coleta de informações sobre a atividade muscular da região a partir de protocolo criado para este estudo e baseado em Da Silva (2013) (APENDICE C).

Inicialmente foi realizada a limpeza de pele na região avaliada com gaze e álcool a 70 ° para a retirada do excesso da oleosidade e/ou qualquer resíduo que promovesse impedância à captação do sinal. O voluntário permaneceu sentado confortavelmente em uma cadeira com apoio para as costas e sem apoio para a cabeça, com as mãos sobre membros inferiores, os pés apoiados no chão e a cabeça reta seguindo o plano de Frankfurt. O voluntário não teve acesso visual à tela do computador para evitar feedback visual.

O posicionamento dos eletrodos seguiu as recomendações da SENIAM *Surface ElectroMyoGraphy for the Non-Invasive Assessment of Muscles* (SENIAM, 2018). O eletrodo de referência foi colocado em um ponto distante, especificamente na região do cotovelo do braço direito do participante. Os sinais elétricos foram obtidos com o uso de eletrodos de superfície descartáveis pré-gelificados, circulares, duplos e auto-adesivos da marca Hal® (Ag/AgCl), com 10 mm de diâmetro e 20 mm de distância entre os pontos centrais dos eletrodos. Os mesmos foram posicionados bilateralmente sobre a pele na região supra-hióide, entre a mandíbula e o osso hióide.

Foram realizadas avaliações no repouso e durante a Contração Voluntária Máxima (CVM). Para essa última, foram realizados três acoplamentos de língua contra o palato, por cinco segundos, concomitantes aos incentivos de manutenção de pressão com o comando “*Pressão, pressão, pressão*”, com intervalos de dez segundos. Nesta forma foi estabelecido a valor referencial utilizado para realizar análises posteriores do sinal mioelétrico de maneira normalizada, baseado no *Root Mean Square* (RMS).

Os registros eletromiográficos foram obtidos em uma sala especialmente preparada, com acesso restrito e isolada do ruído acústico e elétrico diante o uso de um regulador de tensão (também chamado de estabilizador de tensão) e uma Fonte de alimentação ininterrupta. O computador de análise do sinal permaneceu desligado da corrente elétrica.

Para avaliação das condições relativas à **ingestão funcional de alimentos** foi utilizada a FOIS (CRARY; MANN; GROHER, 2005) que se configura como uma escala validada em pacientes neurológicos que apresentam distúrbios da deglutição. A pontuação foi baseada no relatório dietético no prontuário médico, no relatório verificado do paciente e em uma avaliação clínica realizada com três tipos diferentes de bolus: 10 mL de água (IDDSI 0), 10 mL de iogurte espesso moderado (IDDSI 3) e um mordida de um bolo úmido (IDDSI 6) (CICHERO *et al.* 2017).

No que se refere à **qualidade de vida relacionada à deglutição**, foi utilizado o SWAL-QOL (MCHORNEY *et al.*, 2002). Os participantes foram convidados a responder a cada item com base em sua experiência durante o mês anterior.

O questionário foi respondido pelos sujeitos recrutados após explicar a lógica de como respondê-lo.

O instrumento foi aplicado individualmente por profissional que não teve acesso às informações de desempenho sobre outras variáveis do participante, como pressão de língua, resistência ou dados da EMGs. O profissional manteve o sigilo de cada participante e foi atribuído um código para a eventual realização da reavaliação pós-treinamento lingual. Para cada participante foram esclarecidas as dúvidas surgidas durante a aplicação do questionário. A duração da aplicação do questionário foi de 30 minutos.

As respostas possíveis no SWAL-QOL são "sempre" (0 pontos), "muitas

vezes" (25 pontos), "às vezes" (50 pontos), "raramente" (75 pontos) e "nunca" (100 pontos). A pontuação de cada domínio foi calculada somando os pontos das respostas às questões do domínio e dividindo o total pelo número de questões do domínio. A pontuação para cada domínio pode variar de 0 (pior) a 100 (melhor).

Os resultados do SWAL-QOL foram transformados linearmente de uma escala Likert de cinco pontos para classificações entre 0 e 100 de acordo com a validação de McHorney *et al.* (2002).

#### *c) Treinamento com exercícios musculares*

Para a realização da terapia com exercícios musculares destinada ao GC, foram executados exercícios específicos de língua: contra resistência do ápice da língua contra a papila incisiva; língua sugada contra o palato; movimentos ântero-posteriores de língua sugada contra o palato; além de lateralização de língua na cavidade oral, tocando a região de mucosa direita e esquerda das bochechas alternadamente, com lábios ocluídos (BERRETIN-FELIX; SILVA; MITUUTI, 2012).

Para a sequência dos exercícios para trabalhar a tonicidade lingual, foram realizadas três séries de contrações sustentadas durante dez segundos, com intervalo de dez segundos entre as séries. Complementarmente, para o aumento da mobilidade de língua, foram realizadas três séries de dez movimentos no ritmo de um por segundo, com intervalo de dez segundos entre as séries. No total, este protocolo de exercícios incluiu 60 repetições.

Para equiparação entre os grupos, o GC realizou o mesmo programa de exercícios durante 8 semanas de tratamento supervisionado por um fonoaudiólogo.

#### *d) Treinamento com IOPI*

Para a obtenção dos dados do GE, cada sujeito foi instruído a colocar o bulbo entre a linha média da língua e o palato duro logo atrás da crista alveolar superior. Assim que os sujeitos demonstraram a colocação adequada do bulbo sobre a língua, foram iniciadas as tarefas de treino muscular com o IOPI. Os sujeitos foram instruídos a pressionar o bulbo na língua com o máximo de esforço possível, com incentivo fornecido pelo examinador, seguido de descanso de 1 minuto entre as tentativas. As instruções específicas foram as seguintes: *“Coloque o bulbo da língua na sua boca no mesmo lugar que você fez durante a instrução previa. Quando eu*

*disser "já", use a língua para pressionar o bulbo contra o palato o máximo que puder e segure-o por três segundos. Aperto o bulbo apenas com a língua; não use seus dentes."* As pressões isométricas do pico foram tiradas diretamente da leitura digital do IOPI e registradas. Este procedimento, conforme descrito no manual do IOPI (IOPI MEDICAL, 2017), foi testado e demonstrou forte confiabilidade intra e interexaminadores no estudo de Clark e Solomon (2012). O participante realizava, em cada sessão, 60 pressões linguais divididas em seis séries de dez pressões linguais cada. Entre cada série foi permitido um período de descanso de 2 minutos para evitar a fadiga muscular (ROBBINS *et al.*, 2007). Cada pressão lingual contra o palato durou 3 segundos.

O treino com o IOPI foi realizado apenas em sessão supervisionada por um fonoaudiólogo treinado no uso do IOPI e com experiência profissional. A proposta de treinamento com IOPI do presente estudo incluiu 1.200 ciclos realizados em oito semanas, com uma frequência de três sessões por semana, o que está dentro do observado na literatura científica para a área (LAZARUS *et al.*, 2003; ROBBINS *et al.*, 2007; CLARK; SOLOMON, 2012). Foi escolhida como carga inicial 50% de uma 1RM para cada participante. Essa porcentagem especificada da pressão máxima foi usada como base para os incrementos posteriores de 5% semanais até a oitava semana, chegando a um total de 90%. O repertório de exercícios tradicionais foi realizado por 30 minutos depois de concluir o programa de exercícios com IOPI. Os programas de treinamento com IOPI publicados têm protocolos mais variáveis, pois incluem um número aproximado de 800 a 1400 ciclos de treinamento para cada sujeito. Além disso, o período de duração varia de uma semana intensiva de exercícios até 16 semanas (MCKENNA *et al.*, 2017; NAMASIVANYAM-MACDONALD, 2017; ARSIAN, 2018). Todos os participantes do estudo foram avaliados com EMGs na primeira, quarta e oitava semana do treinamento lingual, observando o nível de ativação da musculatura supra-hióide durante a pressão lingual isométrica contra a abóbada palatina. O GE foi avaliado em cada uma das oito semanas. Ambos os grupos foram avaliados com o IOPI e com a EMGs na décima segunda semana, ou seja, quatro semanas após a conclusão do treinamento de pressão lingual.

### 3.4.2 Instrumentos de coleta dos dados

Para a avaliação eletromiográfica foi utilizado Eletromiógrafo portátil Miotool, da marca Miotec®, com 8 canais. Apenas dois canais foram utilizados e foram selecionados filtros passa alto e passa baixo de 20 Hz e 500 Hz, respectivamente. O Software Miograph® foi o programa computacional utilizado para analisar os dados obtidos na avaliação. As principais características técnicas são mostradas no Quadro 2.

Quadro 2. Principais características técnicas do eletromiógrafo Miotool.

Resolução de 14 bits	Tensão de alimentação de 5,0 Volts
Máxima taxa de amostragem de 2000 mostras/segundos	Impedância de entrada de 10 Ohm 2
Modo de rejeição comum de 126 decibéis	Potência máxima de 0,3 Watts
Isolamento de segurança 3000 Volts (Root Mean Square)	Ganho automático
Filtro passa baixa e passa alto	Tensão entrada máxima 2048 milivolts

Para coleta dos dados do treino muscular foi utilizado o IOPI®. O IOPI permite medir objetivamente a pressão e a resistência da língua, bem como fornecer *biofeedback* para o exercício motor oral. É um dispositivo portátil e compacto padronizado que pode ser usado para avaliação da pressão lingual e também de lábios. Os dados que o IOPI entrega permitem que o clínico estabeleça o nível de resistência necessário para obter ganhos adequados de pressão lingual e oferece *feedback* visual de desempenho para orientar os pacientes no treinamento.

O mesmo é constituído por três elementos principais: uma base analisadora de dados com controles para o funcionamento, um bulbo descartável que mede a pressão lingual e um tubo de silicone que conecta o aparelho com o bulbo. A medição de pressão lingual é realizada aferindo a pressão máxima que um indivíduo pode produzir em um bulbo cheio de ar de tamanho padronizado, pressionando-o contra o palato com a língua. A pressão de pico alcançada é exibida em uma tela digital de fácil visualização. As unidades exibidas são em kilopascals (kPa), baseadas na unidade de pressão internacionalmente reconhecida, o Pascal (Pa).

O dispositivo tem uma coluna de nove luzes que são iluminadas de maneira ascendente quando a intensidade de pressão lingual sobre o bulbo aumenta. A trajetória é sempre diante luzes vermelhas, sendo o alvo a luz verde na parte superior. Essa luz alvo cor verde pode ser regulada pelo clínico de acordo a tarefa ou medição que está desenvolvendo com o sujeito, avaliação ou em treinamento.

### 3.5 ASPECTOS ÉTICOS

Esta pesquisa foi devidamente aprovada no Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), sob número 3.021.987/11.14.18, de novembro de 2018 (ANEXO B). A instituição onde foi realizada a coleta de dados, Universidade de Talca – Chile, também autorizou a realização da pesquisa, conforme Termo de Autorização Institucional (ANEXO C), devidamente assinado.

As pessoas com DP inscritas na Rede de Saúde Regional do Maule foram convidadas a participar desse estudo através de informações escritas e reuniões para informar sobre os propósitos da pesquisa, procedimentos a serem realizados, assim como os aspectos éticos relacionados aos riscos, custos, benefícios e, acima de tudo, à confidencialidade com que as informações coletadas seriam tratadas.

As pessoas que decidiram participar foram convidadas a assinar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e as coletas foram iniciadas somente após a mesma. Todos os documentos foram armazenados sob a responsabilidade do pesquisador coordenador do estudo, mantendo-se a confidencialidade em relação à identidade e privacidade dos sujeitos que participaram da pesquisa de origem.

Devido à complexidade logística para a realização desta pesquisa, foi necessária a participação de fonoaudiólogos e psicólogo atuando em atividades específicas do processo. Eles receberam treinamento em termos éticos e metodológicos sobre a gestão confidencial das identidades dos participantes e da coleta e registros de dados.

A confidencialidade da identificação dos voluntários participantes foi assegurada pela atribuição de um código a cada um deles e seus dados. É importante salientar que foi dada a oportunidade de receber o treinamento baseado no protocolo que incluiu o IOPI aos participantes atribuídos ao grupo apenas com

terapia convencional, uma vez que o processo de coleta de dados terminou. Além dos resguardos éticos sinalados, todos os procedimentos clínicos desta pesquisa foram feitos de acordo com o estabelecido no Chile, pela lei Nº 20.584 sobre os Deveres e Direitos dos Pacientes.

### 3.6 ANÁLISE DOS DADOS

A análise dos dados obtidos baseou-se nas variáveis de pressão máxima isométrica de língua (PMI), resistência, atividade muscular da região supra-hióide durante a CVM, resultados da escala FOIS e Questionário SWAL-QOL, além das variáveis sociodemográficas e clínicas de caracterização da amostra.

O pacote estatístico SPSS for Windows, em sua versão 21, foi utilizado, inicialmente para a descrição estatística individual de cada variável. Para tanto, foram utilizadas medidas de tendência central (média) e dispersão de dados (desvio padrão) para variáveis quantitativas e frequências percentuais absolutas e relativas para as variáveis qualitativas. Para a análise comparativa dos dados, foram utilizados os testes descritos a seguir.

Para estabelecer se houve mudanças no efeito principal do programa de treinamento de pressão lingual, foram comparadas as diferenças (ganho) entre os valores obtidos no pré-teste e no pós-teste intra-sujeito, dentro de cada grupo, bem como as diferenças entre os grupos.

Para verificar a suposição de normalidade dos dados, o teste de Kolmogorov-Smirnov foi aplicado inicialmente, sendo encontrado 98% das variáveis com distribuição normal. Foram feitas análises com o teste estatístico inferencial de Levene para avaliar a homogeneidade para uma variável calculada para dois ou mais grupos.

Na sequência, foram executados Teste t para prova de efeitos e Anova One-Way para análise transversal dos dados do número total de participantes. Para a análise dos dados obtidos ao longo do treinamento e determinar o principal efeito do programa de treinamento de pressão da língua entre os grupos, foi utilizada a análise de variâncias de medições repetidas (RM-ANOVA). Depois de verificar a prova de esfericidade de Mauchly, foram feitas análises univariantes e multivariantes. Para medir as variações observadas no desempenho intra-grupo

durante o treinamento, a análise de resíduos foi feita com o Teste de Tukey e/ou Bonferroni, conforme a característica das variáveis. Os tamanhos de efeitos foram analisados utilizando os testes Cohen's D e/ou a Eta quadrado. Quando possível, a potência das magnitudes dos efeitos ( $\beta$ =pressão) foi analisada. Para análise de variáveis ordinais foi utilizado o Teste de Wilcoxon e os Coeficientes de correlações foram obtidos diante o teste de Pearson e o teste de Spearman.

O intervalo de confiança foi estabelecido ao 95% e o nível de significância foi de 0,05.



#### 4 ARTIGO DE PESQUISA 1

Como parte constitutiva desta tese de Doutorado, nesta secção encontra-se o primeiro artigo original. O mesmo é intitulado “**Tongue Pressure analysis and Clinical Correlations in Parkinson's Disease**” e será submetido para o periódico internacional “**Parkinsonism and Related Disorders**”, de qualis A1 (ANEXO C). Optou-se por realizar este artigo trazendo uma caracterização da pressão e resistência de língua nos sujeitos com DP, ainda que não esteja ligada diretamente ao programa de intervenção testado, por se entender importante inicialmente uma caracterização destes aspectos.

##### **Abstract**

**Introduction:** Individuals with Parkinson's disease present affected lingual functioning at some stage of the progression of the disease. The objective was to determine the pressure and endurance values of the tongue in PD subjects and whether weakness in tongue lift may be an indicator of disease progression.

**Methods:** Sixty subjects performed tasks of tongue to palate maximum isometric pressure and sustained 50% of MIP for endurance. The Iowa Oral Performance Instrument was used as evaluation tool. Selected domains of the SWAL-QOL mostly related to tongue pressure were considered. Comparison to normal reported tongue pressure values was conducted. Variables as gender, age, disease duration, disease severity (Hoehn and Yahr stage) and body mass index were selected for association analysis

**Results:** Tongue MIP ranged from 16 kPa to 48 kPa (mean= 33.43 kPa) which was significantly lower when compared to normal reference values. Likewise, tongue endurance was significantly diminished. Analysis of variance showed differences in tongue pressure between stages of disease progression but not for endurance. Subjects in stage 4 exhibited the lowest values. No gender effect was found. Tongue pressure showed significant correlations with SWAL-QOL domains such as Food selection, Symptoms Frequency and Eating duration.

**Conclusion:** Tongue pressure and endurance are significantly reduced in Parkinson's disease. Tongue pressure is higher in early stage of the disease and significantly different to that of more severe stages, emerging the notion that tongue pressure is a sensitive indicator of disease progression. Selected items regarding swallowing quality of life are strongly associated to tongue pressure.

**Keywords:** Tongue; Parkinson Disease; Endurance; Deglutition; IOPI

## 1. Introduction

Neurological disorders are, currently, the leading source of global disability, and the fastest growing neurological degenerative disorder in the world is Parkinson Disease (PD) [1]. It has been reported that for the period 1990-2016, Parkinson's prevalence increased by 19.9% in Chile, placing it as the Latin American country that registers the greatest increase in prevalence of this pathology [2].

Despite this fact, scarce studies involving persons with this condition have been conducted in the region. Thus, health and clinical decisions rely mostly on foreign scientific findings [3]. Recent studies showed that PD patients are three times more likely to develop swallowing difficulties compared to neurologically healthy subjects [4,5,6]. It has been stated that dysphagia in PD patients is underdiagnosed, likely due to poor self-awareness of the condition and the underuse of objective instruments for assessment [7]. The early detection and intervention are closely related to improving the quality of life and decreasing the mortality rate in these patients [8].

Being swallowing a highly complex process that involves muscles in the oral cavity, pharynx, larynx, and esophagus, the role of tongue in this has been already identified [9,10]. However, biomechanical aspects of this structure are still being studied. Since last decade, several scientific reports have brought attention to tongue pressure as an important property to achieve adequate swallowing. That is why, researchers started to measure it in healthy population [11,12,13]. The majority of these studies have been conducted in north America and Asia, while their findings suggest variations related to ethnicity, age and the need to include individuals with clinical manifestations [14,15]. A review revealed that beside healthy subjects some studies involved participants with neurological conditions that were mostly acquired-type, leaving degenerative pathologies underrepresented [16]. A later review on therapeutic use of tongue strengthening did not include any study on persons with PD, however, it suggested that, in specific etiologic groups, improvements in lingual pressure can result in favorable therapeutic outcomes for individuals diagnosed with dysphagia [17].

In PD patients, it is possible for dysphagia to occur even when the disease stage is mild and there are no symptoms [18], but since not much data on tongue pressure in PD is available, exist a need to investigate for identifying normative values expected for this population [19]. Fortunately this trend is changing as seen in a late

research on 24 subjects, with reduced tongue pressure and no difference experienced by medication state, identified the lingual pressure as a clinical indicator of swallowing function in PD [20]. Additionally, a latter investigation carried out in East Asia with a larger sample reported a relationship between tongue pressure and functional oral intake scale diet type in subjects with neuromuscular disorders that included PD individuals [21].

The primary purpose of the current study was to determine the pressure and endurance values of the tongue in PD subjects. Sequentially, the objective was to determine whether weakness in tongue lift may be a sensitive indicator of disease progression in persons with PD.

## **2. Materials and Methods**

### **2.1. Participants**

The subjects were 60 with PD who voluntarily participated in the study. Their clinical condition had already been diagnosed by a neurologist and they regularly attended primary health care centers in Central Chile. Inclusion criteria were as follows: (1) to present PD diagnosis, (2) able to keep tongue pressure sensor placed between the tongue and palate, (3) cognitive and sensorial functioning compatible with tongue pressure evaluation procedure. Exclusion criteria were as follows: (1) history of head and neck cancer, (2) associated neurological condition or neuropathy, (3) extreme malocclusion such as open anterior bite, cross bite and Angle class III, (4) poorly adapted dental prostheses, (5) speech therapy treatment for the past six months, and (6) body mass index (BMI) less than 18.5 and above 24.9. Each participant signed a written informed consent and the study procedure was approved by Ethical Committee n° 3.021.987/11.14.18.

### **2.2. Data collection procedures and equipment**

All participants received orientation on the study procedures. Although basic clinical data was obtained from medical records of participants, an updated information set was collected through assessment that included weight, height and BMI for each participant. Cognitive function was assessed through the Mini-Mental State Examination (MMSE), this evaluation was carried out by a certified professional.

Tongue pressures were obtained through measurements using the Iowa Oral Performance Instrument (IOPI). The IOPI, is a portable device that provides a digital readout in kilopascals (kPa) of the pressure applied to an air-filled plastic bulb placed between the tongue and palate (approximately 3.5 cm long and 4.5 cm in diameter), which is connected to the device via an 11.5-cm plastic tube. The IOPI is an instrument that is reliable for this measurement and has been widely utilized in investigations of lingual motor function [16]. To ensure accuracy in measurement, a calibration process was carried out based on recommendations of the instrument manual [22]. For all IOPI tasks, participants were seated upright in a straight-backed chair. Tongue pressure and endurance tasks were completed with the IOPI bulb placed on the anteromedian portion of the participant's tongue just behind the maxillary alveolar ridge [18]. In order to maximize standard placement, the examiner made a demonstration of the bulb placement along the central groove of the tongue blade and at the same time anteromedian palate area was tactile identified for each participant by the examiner touching and mildly pressuring the area with the distal third of his medium finger.

Tongue pressure was measured in as the greatest pressure exerted by the tongue across three consecutive trials at the anteromedian area of palate in order to reach the maxim isometric pressure (MIP). Duration of each MIP trials lasted 3 seconds. Despite previous instructions, all MIP trials were encouraged verbally, with the examiner providing verbal encouragement (i.e., "Press hard... harder, harder" and "Continue, continue") to reach maximal effort as recommended by the IOPI manual. The measurement of MIPs using IOPI has a strong reliability (0.76–0.99) in patients of different ages [12].

Tongue endurance was assessed once by each participant maintaining 50% of maximal pressure ( $P_{max}$ ) as long as possible. Visual feedback was provided via the IOPI's LED display; the top green LED was set to represent 50% of  $P_{max}$ . The examiner provided contingent verbal encouragement throughout the trial. Trials were terminated when the pressure dropped precipitously below 40% of  $P_{max}$  without further recovery and green light could not stay lit.

For a comprehensive understanding of tongue pressure in PD, a swallowing quality of life scale was applied. To fulfill this purpose the SWAL-QOL Questionnaire was applied to all participants. The SWAL-QOL [23] comprises 44 items nested

within 11 domains: burden, food selection, eating duration, eating desire, symptom frequency, fear, sleep, fatigue, communication, mental health, and social functioning. The score in each domain is calculated in percentage, where a low scoring reflects a low quality of life for deglutition. In order to obtain relevant information regarding domains mostly related to tongue pressure, food selection, symptom frequency, eating duration and eating desire were chosen for analysis.

### 2.3. Statistical analyses

All descriptive and inferential statistical analyses were performed using SPSS 22.0, with the alpha set at  $p < .05$ . To evaluate how main variables data were distributed a Kolmogorov–Smirnov tests was used; previous to means comparison trough T test, Levene's test was used to assess the equality of variances for variables calculated for the sample. T test for one sample with reference value was used to investigate whether tongue values obtained would differ from those that researches with normal subject have already found [14]. Cohen's  $d$  test was then used to see the effect size of the significant difference.

T test for independent groups was conducted to evidence gender effect. A one-way ANOVA evaluated the effect of Parkinsons' severity on tongue pressure and other eighteen variables. Post Hoc Tukey test was used to eliminate variable effects. Pearson's correlation test was used to evidence association between tongue pressure and other variables measured regarding demographical characteristics and swallowing quality of life of the PD participants. The following variables were selected as potential association with tongue pressure: gender, age, disease duration, disease severity (Hoehn and Yahr stage), BMI, Swallowing Quality of Life and tongue endurance.

## 3. Results

A total of 60 PD patients underwent an evaluation of tongue pressure and endurance, and after collecting biographical and clinical information, they were invited to fill out the SWAL-QOL survey. Main variables data of the group such as age, time of evolution of the disease, age of symptom's onset, BMI, MMSE and Tongue pressure were normally distributed through non-significant Kolmogorov-Smirnov test  $p > 0.05$ . Regarding the Hoehn and Yahr Scale, the sample was comprised by a 6.7% in stage I, 25% in stage II, 46.7% in stage III and 21.7 in stage

IV. Detailed information on characteristics of the group of persons with PD is reported in Table 1.

Table 1. Descriptive analysis of clinical aspects of patients with PD

Variables	n= 60
Gender, % (n)	
Male	56.7 (34)
Female	43.3 (26)
Age, years. M $\pm$ SD (min-max)	69.35 $\pm$ 7.47 (52-87)
Weight, kg. M $\pm$ SD	63.92 $\pm$ 8.64
Height, m. M $\pm$ SD	1.65 $\pm$ 0,08
BMI, kg/m <sup>2</sup> . M $\pm$ SD	23.58 $\pm$ 0.93
L-dopa e DDC medication, % (n)*	100 (60)
Severity Hoehn and Yahr, score. M $\pm$ SD (min-max)	2.83 $\pm$ 0.8 (1-4)
Hoehn and Yahr Stage (n)	
Stage 1	4
Stage 2	15
Stage 3	28
Stage 4	13
Age at symptoms' onset, years. M $\pm$ SD (min-max)	62.66 $\pm$ 6.4 (49-76)
Disease duration, years. M $\pm$ SD (min-max)	6.68 $\pm$ 3,1 (1-15)
MMSE, score. M $\pm$ SD (min-max)	26.112 $\pm$ 2.2 (22-30)

Legend: % - Percentage; n - Total number of patients; M - Mean; SD -Standard Deviation; BMI - Body Mass Index; DDC - dopa decarboxylase; \* - Persons with a prescribed PD medication regimen; MMSE - Mini-Mental State Examination.

Variables such Age, Disease Duration and Age at Symptoms' Onset presented values differences that were statistically significant when analyzed according to severity progression stages,  $F(3) = 12.636$ ,  $p = 0.000$ ;  $F(3) = 12.484$ ,  $p = 0.000$  and  $F(3) = 4.490$ ,  $p = 0.007$ , respectively. Main differences were set between persons in Stage 1 and Stage 4. Those in Stage 4 were older, had the clinical condition for much longer and time since onset of Parkinsons' related symptoms was greater. In addition, BMI also showed statistical significant difference ( $F(3) = 6.036$ ,  $p = 0.001$ ), however such significance were between PD subjects in Stage 2 and 4 ( $p = 0.002$ ,  $d = -1.181$ , 95% CI = 0.354 – 2.007) and those in stage 3 and 4 ( $p = 0.002$ ,  $d = 1.060$ , 95% CI = 0.328 – 1.792).

## Tongue pressure

Values obtained from the study sample for the this variable were normally distributed ( $K-S = 0.587$ ;  $p = 0.882$ ). MIP ranged from 16 kPa to 48 kPa and Mean 33.43 (SD = 8.530). Mean value was significantly lower  $t(59) = 21.78$  and  $p = 0.000$  (CI 21.78-26.19) when compared to normal reference values [13]. The magnitude of the significance resulted in a very large effect size, Cohen's  $d = 2.185$ . There was no significant difference for tongue pressure in gender comparison within PD group. Descriptive data on tongue pressure and endurance is shown in Table 2.

Table 2. Distribution and Comparison of tongue pressure and endurance by gender in PD and healthy subjects, expressed by significance difference and size effect.

		PD	HR <sup>[13]</sup>	PD vs HR				PD (Male vs Female)			
		M (SD)	M (SD)	t	df	P	d	t	df	p	d
Pressure (kPa)	Male	33.56 (9.72)	54.44 (7.87)	13.272	33	0.000*	2.36	0.143	58	0.88	0.04
	Female	33.62 (8.37)	52.12 (5.72)	11.867	25	0.000*	2.58				
Endurance (Seconds)	Male	7.500 (3.76)	24.55 (6.69)	27.082	33	0.000*	3.14	1.72	58	0.08	0.46
	Female	6.11 (1,79)	23.03 (5.80)	47.933	25	0.000*	3.94				

Legend: PD - Parkinsons' diseases subjects; HR - Healthy reference subjects; vs - versus; M - Mean; SD - Standard Deviation; t - t-value; df - Degrees of freedom; p - analysis for T test; \* $p < 0.0001$ ; d: Cohen's test, effect size.

The mean for tongue endurance of the whole group of PD was 6.9 seconds ( $\pm 3.12$ ), which resulted lower than normal subjects' 23.79 seconds ( $\pm 6.24$ ) [13] and was statistically significant when compared to referential normal values  $t(59) = -42.341$ ;  $p = 0.000$  (95% CI -17.908 to -16.291). However, gender differences within the Parkinsons' disease group did not show statistical significance differences  $p > 0.05$ .

There was also no statistical significance was found when comparison between Stages of PD progression was made through one-way ANOVA ( $F(3) = 0.871$ ,  $p = 0.462$ ).

Values of tongue pressure differed between the individuals grouped according to Hoehn and Yahr stages (1-4). Such differences were statistically significant between

individuals regarding severity of the condition as determined by one-way ANOVA ( $F(3) = 6.503$ ,  $p = 0.001$ ).

A post hoc analysis using honestly significant difference Tukey test determined that tongue pressure of participant in Stage 1 of PD progression differed significantly with those observed in Stage 3 ( $p = 0.022$ ,  $d = 11.964$ , 95% CI = 1.29 to 22.64) and Stage 4 ( $p = 0.002$ ,  $d = 16.654$ , 95% CI = 5.24 to 28.07). The lowest values showed by those subjects in Stage 4 were statistically significant when compared to those in Stage 1 ( $p = 0.002$ ,  $d = -16.654$ , 95% CI = -28.07 to -1.29) and Stage 2 ( $p = 0.012$ ,  $d = -9.154$ , 95% CI = -16.72 to -1.59). Data according to the progression of PD are shown in Table 3.

Table 3. Distribution and comparison of tongue pressure values according to the progression of Parkinson's disease

Hoehn and Yahr Scale Stages	n	TS Lower <sup>a</sup>	TS Higher <sup>a</sup>	TS Mean	SD	Hoehn and Yahr Scale - Stages <sup>b</sup>		
						2	3	4
1	4	40	48	44.50	3.416	7.500	11.964*	16.654*
2	15	26	46	37.00	4.971		4.464	9.154*
3	28	16	46	32.54	8.067			4.690
4	13	16	42	27.85	9.335			

Legend: n - Total number of subjects; TS - Tongue Pressure; SD - Standard Deviation; \*  $p < 0.05$ ; <sup>a</sup> one-way ANOVA ( $F(3) = 6.503$ ,  $p = 0.001$ ); <sup>b</sup> Post Hoc Analysis;.

#### Quality of life related to swallowing

Regarding PD progression Stages, a one-way ANOVA showed significant statistical difference for the food selection ( $F(3) = 3.970$ ,  $p = 0.012$ ) and symptom frequency dimension ( $F(3) = 6.347$ ,  $p = 0.001$ ). For the food selection dimension PD subjects from Stage 3 differed significantly to those in Stage 4 ( $p = 0.010$ ,  $d = -14.055$ , 95% CI = -2.63 – 25.48); while for symptom frequency item, PD subjects from Stage 1 differed significantly to those in Stage 2 ( $p = 0.032$ ,  $d = -16.386$ , 95% CI = 1.060 – 31.713), 3 ( $p = 0.010$ ,  $d = 17.864$ , 95% CI = 3.306 – 32.422) and Stage 4 ( $p = 0.000$ ,  $d = 25.230$ , 95% CI = 9.658 – 40.803).

Statistical association between variables of the SWAL-QOL tested by using Pearson's Correlation showed several linear correlations between tongue pressure, age and disease duration. Three domains of the SWAL-QOL questionnaire chosen to be analyzed demonstrate to be associated with tongue pressure. Eating desire and



symptoms frequency dimension did show an inverse correlation with age and disease duration. In addition, a significant relationship was observed between food selection and BMI. Association found between SWAL-QOL items and main variables are shown through *r* values in Table 4.

Table 4. Distribution of SWAL-QOL correlations with tongue pressure and main characteristics of PD

Domains SWAL-QOL	Tongue Pressure	Age	Disease duration	BMI	Dimensions SWAL-QOL		
					FS	SF	EDU
FS	0.360**	-0.158	-0.004	0.321*			
SF	0.405**	-0.331**	-0.272*	0.169	0.264*		
EDU	0.326*	-0.35	0.118	0.037	0.270*	0.264**	
ED	-0.169	-0.253*	-0.257*	-0.215	0.283*	0.115	0.338**

Legend: BMI - Body mass index; FS - Food selection; SF - Symptoms frequency; EDU - Eating duration; ED - eating desire \*  $p < 0.05$ ; \*\*  $p < 0.001$ ; analysis performed by Person's Correlation (*r* values).

#### 4. Discussion

Tongue pressure has been reported for the last decade as an important motor features in healthy population [24] and it has also been associated to deglutition performance [10]. In addition, a decreased tongue pressure associated to decreased tongue propulsive force in subjects with neurological conditions has been reported in past studies [10,25] being PD scarcely studied due to the small number of participants in such investigations [26,27,28,29]. This study was a pioneer attempt to measure tongue pressure and tongue endurance in a large group of PD patients in Latin America. Obtained evidence on statistically significant difference in values between PD subjects compared to those shown in healthy subjects [11] is one of the most noteworthy findings of this research. This is supported by the considerable effect size ( $d = 2.55$ ).

PD subjects did not show significant differences in tongue pressure and endurance when compared by gender. This keeps relationship with several reports that state that adults and older people do not show differences in such tasks, while this gender differences do exist in young persons [12,13]. The values of tongue endurance obtained in the present study (Table 2) were considerably lower than those found in a research with healthy subjects [11] either for males ( $42.77 \pm 16.14$ ) as for females ( $37.15 \pm 30.55$ ). In a previous study with 16 PD subjects and paired control, a significant difference ( $p = 0.012$ ) was found in tongue endurance between the two groups [27]. Strikingly, the endurance values of those PD subjects (Mean=

21.6 s) although were lower than their controls, are still greater than what was found (Mean= 6.80) in this current study with 60 PD participants. A reasonable explanation might be the non-inclusion of individual in stage 4, as in this present research a 21% of the sample was conformed with individuals in that PD stage.

Since variables data of the group were normally distributed, it is interesting noting that time of evolution of the disease was statistically significant for gender groups, being shorter for females. In this study the lack of significance of tongue pressure differences between males and females kept the same pattern seen in a study with 43 subjects in which age and gender interaction with tongue pressure was explored [12].

The mean MIP in the current study was 33.43kPa, with a standard deviation of 8.530 kPa. These data were slightly higher than the 27.5 KPa (SD: 12.6) reported by a study with a sample of 14 PD subjects [29]. But at the same time, this finding resulted in much lower values to those found in previous studies carried out by Solomon at al. (2000) [26] who found a mean of 48.1 KPa (SD = 9.7) in a sample of 16 subjects [27] and that of Pitt et al. (2018) [20] whose sample of 28 subjects showed a mean of 45.8 KPa (15.4). Differences can be explained by the facts that this group included participants who were older and were distributed throughout the four first stages of Hoehn and Yahr Scale and not only among three of them.

Age of participants, the duration of their condition and severity of the disease showed a clear and significant relation to tongue pressure in this study. There seems to be a pattern of increase, where PD subjects who reached low MIP were older, had the condition for longer and were in the 4th stage of disease progression. This is interesting enough to consider it, especially when this variable was significantly correlated to deglutition complains expressed in sensitive dimensions of the SWAL-QOL that has been used to identify subclinical changes and subtle signs of a swallowing disorder or emerging dysphagia in subjects with neurological conditions other than PD [30]. Regarding Tongue pressure significant correlations (Table 4) were also found with domains such as food selection ( $r = 0.420$ ) and eating duration ( $r = .425$ ), like observed in a recent study with 24 PD subjects [7]. Meanwhile its decline was significantly associated to swallowing-related complains reported by the participants in this study, sets a ground to understand that this aspect may be of clinical value for identifying undiagnosed deglutition disorder in PD. Thus, objective

clinical evaluation of tongue pressure should be considered to enhance integral assessment and optimize preventive and rehabilitation programs for persons with Parkinsons' disease.

The limitation of this study was the non-paired sample with healthy demographically similar individuals of the population to which the participants belong to. Additionally, analyses investigating the associations between tongue motor impairment and specific swallowing related tasks were not presented in the current report, but they are the focus of ongoing investigations regarding these PD subjects.

## 5. Conclusions

The tongue pressure and endurance obtained in PD subjects were lower than those of healthy population reported by normative studies. There was no association between this variable and gender. This variable was higher in early stage of PD and significantly different to that found in more severe stages, emerging the notion that tongue weakness is a sensitive indicator of disease progression in PD. Selected items regarding swallowing quality of life and functioning were strongly associated to tongue pressure.

## REFERENCES

- [1] E.R. Dorsey, T. Sherer, M.S. Okun, B.R. Bloem, The Emerging Evidence of the Parkinson Pandemic., *J. Parkinsons. Dis.* 8 (2018) S3–S8. <https://doi.org/10.3233/JPD-181474>.
- [2] Global, regional, and national burden of Parkinson's disease, 1990-2016: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2016., *Lancet. Neurol.* 17 (2018) 939–953. [https://doi.org/10.1016/S1474-4422\(18\)30295-3](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(18)30295-3).
- [3] Guía Clínica Enfermedad de Parkinson. Gobierno de Chile, Ministerio de Salud. 2010. <http://www.minsal.gob.cl/portal/url/item/955578f79a0cef2ae04001011f01678a.pdf>
- [4] I. Suttrup, T. Warnecke, [Dysphagia in Parkinson's Disease: Pathophysiology, Diagnosis and Therapy]., *Fortschr. Neurol. Psychiatr.* 84 Suppl 1 (2016) S18-23. <https://doi.org/10.1055/s-0042-107245>.
- [5] S. Chen, Y. Cui, Y. Ding, C. Sun, Y. Xing, R. Zhou, G. Liu, Prevalence and risk factors of dysphagia among nursing home residents in eastern China: a cross-

sectional study., *BMC Geriatr.* 20 (2020) 352. <https://doi.org/10.1186/s12877-020-01752-z>.

[6] J.G. Kalf, B.J.M. de Swart, B.R. Bloem, M. Munneke, Prevalence of oropharyngeal dysphagia in Parkinson's disease: a meta-analysis., *Parkinsonism Relat. Disord.* 18 (2012) 311–315. <https://doi.org/10.1016/j.parkreldis.2011.11.006>.

[7] L.L. Pitts, R.M. Kanadet, V.K. Hamilton, S.K. Crimmins, L.R. Cherney, Lingual Pressure Dysfunction Contributes to Reduced Swallowing-Related Quality of Life in Parkinson's Disease., *J. Speech. Lang. Hear. Res.* 62 (2019) 2671–2679. [https://doi.org/10.1044/2019\\_JSLHR-S-18-0366](https://doi.org/10.1044/2019_JSLHR-S-18-0366).

[8] M. Kwon, J.-H. Lee, Oro-Pharyngeal Dysphagia in Parkinson's Disease and Related Movement Disorders., *J. Mov. Disord.* 12 (2019) 152–160. <https://doi.org/10.14802/jmd.19048>.

[9] P. Santander, W. Engelke, A. Olthoff, C. Völter, Intraoral pressure patterns during swallowing., *Eur. Arch. Oto-Rhino-Laryngology Off. J. Eur. Fed. Oto-Rhino-Laryngological Soc. Affil. with Ger. Soc. Oto-Rhino-Laryngology - Head Neck Surg.* 270 (2013) 1019–1025. <https://doi.org/10.1007/s00405-012-2299-6>.

[10] J.A.G. Stierwalt, S.R. Youmans, Tongue measures in individuals with normal and impaired swallowing., *Am. J. Speech-Language Pathol.* 16 (2007) 148–156. [https://doi.org/10.1044/1058-0360\(2007/019\)](https://doi.org/10.1044/1058-0360(2007/019)).

[11] S.R. Youmans, G.L. Youmans, J.A.G. Stierwalt, Differences in tongue strength across age and gender: is there a diminished strength reserve?, *Dysphagia.* 24 (2009) 57–65. <https://doi.org/10.1007/s00455-008-9171-2>.

[12] H.M. Clark, N.P. Solomon, Age and sex differences in orofacial strength., *Dysphagia.* 27 (2012) 2–9. <https://doi.org/10.1007/s00455-011-9328-2>.

[13] D.-H. Oh, J.-S. Park, Y.-M. Jo, M. Chang, Differences in maximal isometric tongue strength and endurance of healthy young vs. older adults., *J. Phys. Ther. Sci.* 28 (2016) 854–856. <https://doi.org/10.1589/jpts.28.854>.

[14] D.-M. Jeong, Y.-J. Shin, N.-R. Lee, H.-K. Lim, H.-W. Choung, K.-M. Pang, B.-J. Kim, S.-M. Kim, J.-H. Lee, Maximal strength and endurance scores of the tongue, lip, and cheek in healthy, normal Koreans., *J. Korean Assoc. Oral Maxillofac. Surg.* 43 (2017) 221–228. <https://doi.org/10.5125/jkaoms.2017.43.4.221>.

[15] D.-H. Oh, J.-S. Park, W.-J. Kim, Differences in maximal strength and endurance of the tongue according to region in healthy adults., *J. Phys. Ther. Sci.* 29 (2017) 1828–1829. <https://doi.org/10.1589/jpts.29.1828>.

[16] V. Adams, B. Mathisen, S. Baines, C. Lazarus, R. Callister, A systematic review and meta-analysis of measurements of tongue and hand strength and

endurance using the Iowa Oral Performance Instrument (IOPI)., *Dysphagia*. 28 (2013) 350–369. <https://doi.org/10.1007/s00455-013-9451-3>.

[17] V.S. McKenna, B. Zhang, M.B. Haines, L.N. Kelchner, A Systematic Review of Isometric Lingual Strength-Training Programs in Adults With and Without Dysphagia., *Am. J. Speech-Language Pathol.* 26 (2017) 524–539. [https://doi.org/10.1044/2016\\_AJSLP-15-0051](https://doi.org/10.1044/2016_AJSLP-15-0051).

[18] T. Fukuoka, T. Ono, K. Hori, Y. Wada, Y. Uchiyama, S. Kasama, H. Yoshikawa, K. Domen, Tongue Pressure Measurement and Videofluoroscopic Study of Swallowing in Patients with Parkinson's Disease., *Dysphagia*. 34 (2019) 80–88. <https://doi.org/10.1007/s00455-018-9916-5>.

[19] P.H.H.M. Van Lieshout, C.M. Steele, A.E. Lang, Tongue control for swallowing in Parkinson's disease: effects of age, rate, and stimulus consistency., *Mov. Disord.* 26 (2011) 1725–1729. <https://doi.org/10.1002/mds.23690>.

[20] L.L. Pitts, S. Morales, J.A.G. Stierwalt, Lingual Pressure as a Clinical Indicator of Swallowing Function in Parkinson's Disease., *J. Speech. Lang. Hear. Res.* 61 (2018) 257–265. [https://doi.org/10.1044/2017\\_JSLHR-S-17-0259](https://doi.org/10.1044/2017_JSLHR-S-17-0259).

[21] G. Umemoto, S. Fujioka, H. Arahata, M. Kawazoe, N. Sakae, N. Sasagasako, H. Furuya, Y. Tsuboi, Relationship between tongue pressure and functional oral intake scale diet type in patients with neurological and neuromuscular disorders., *Clin. Neurol. Neurosurg.* 198 (2020) 106196. <https://doi.org/10.1016/j.clineuro.2020.106196>.

[22] IOPI Medical LLC. Iowa Oral Performance Instrument: user's manual. Available at <http://www.iopimedical.com/> (Accessed Sep. 13, 2018)

[23] C.A. McHorney, J. Robbins, K. Lomax, J.C. Rosenbek, K. Chignell, A.E. Kramer, D.E. Bricker, The SWAL-QOL and SWAL-CARE outcomes tool for oropharyngeal dysphagia in adults: III. Documentation of reliability and validity., *Dysphagia*. 17 (2002) 97–114. <https://doi.org/10.1007/s00455-001-0109-1>.

[24] J. Vanderwegen, C. Guns, G. Van Nuffelen, R. Elen, M. De Bodt, The influence of age, sex, bulb position, visual feedback, and the order of testing on maximum anterior and posterior tongue strength and endurance in healthy belgian adults., *Dysphagia*. 28 (2013) 159–166. <https://doi.org/10.1007/s00455-012-9425-x>.

[25] C.M. Steele, M.T. Bayley, M. Peladeau-Pigeon, A. Nagy, A.M. Namasivayam, S.L. Stokely, T. Wolkin, A Randomized Trial Comparing Two Tongue-Pressure Resistance Training Protocols for Post-Stroke Dysphagia., *Dysphagia*. 31 (2016) 452–461. <https://doi.org/10.1007/s00455-016-9699-5>.

- [26] N.P. Solomon, D.A. Robin, E.S. Luschei, Strength, endurance, and stability of the tongue and hand in Parkinson disease., *J. Speech. Lang. Hear. Res.* 43 (2000) 256–267. <https://doi.org/10.1044/jslhr.4301.256>.
- [27] C. O'Day, E. Frank, A. Montgomery, M. Nichols, H. McDade, Repeated tongue and hand strength measurements in normal adults and individuals with Parkinson's disease., *Int. J. Orofac. Myol.* 31 (2005) 15–25.
- [28] J. Robbins, S.A. Kays, R.E. Gangnon, J.A. Hind, A.L. Hewitt, L.R. Gentry, A.J. Taylor, The effects of lingual exercise in stroke patients with dysphagia., *Arch. Phys. Med. Rehabil.* 88 (2007) 150–158. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2006.11.002>.
- [29] M.J. McAuliffe, E.C. Ward, B.E. Murdoch, A.M. Farrell, A nonspeech investigation of tongue function in Parkinson's disease., *J. Gerontol. A. Biol. Sci. Med. Sci.* 60 (2005) 667–674. <https://doi.org/10.1093/gerona/60.5.667>.
- [30] J.-H. Moon, S.-C. Hahm, Y.S. Won, H.-Y. Cho, 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. Zeitschrift Fur Rehabil. Rev. Int. Rech. Readapt.* 41 (2018) 204–210. <https://doi.org/10.1097/MRR.000000000000282>.

## 5 ARTIGO DE PESQUISA 2

Nesta secção da tese é apresentado o segundo artigo original com dados do presente estudo. Ele é intitulado ***“Effects of a tongue training program Parkinson's disease: analysis of electrical activity and strength of suprahyoid muscles”*** e será submetido para o periódico internacional *“Journal of Electromyography and Kinesiology”*, de quails A2 (ANEXO D).

### **Abstract**

**Objective:** To measure the electrical activity of the suprahyoid muscle and the tongue pressure using a program of tongue strengthening with IOPI in individuals with PD.

**Methods:** A pre-post-detraining design study included sixty PD patients assigned to two groups randomly. The experimental group performed tongue isometric pressure exercises using the Iowa Oral Performance Instrument with an increasing scheme of 5% load weekly and traditional tongue therapy for 8 weeks. The control performed only traditional therapy. The electrical activity of suprahyoids was measured using surface electromyography during tongue-to-palate pressure. Selected domains of the SWAL-QOL Questionnaire mostly related to tongue strength were considered.

**Results:** The experimental group showed significant improvements in tongue strength with a large size effect. In this group, sEMG values of suprahyoid muscles reached statistically significant difference at the fourth week of training, while the control did it just at the eight-week. Only controls showed detraining effect.

**Conclusion:** Analysis of electrical activity on suprahyoids muscles provided a better understanding of the changes underlying the outcomes of tongue strength gains obtained through an effective tongue strengthening exercises program in PD. Such program led not only to increased tongue strength but also to a better perceived swallowing function in PD subjects.

**Keywords:** Surface Electromyography; Tongue; Parkinson Disease; Muscle Strength; Suprahyoids

## 1. INTRODUCTION

Neurological disorders are now the leading source of disability globally, and Parkinson's disease (PD) is the fastest growing neurological disorder in the world (Dorsey *et al.*, 2018). More than 80% of patients with PD develop some difficulty in swallowing during the course of their disease (Suttrup and Warnecke, 2016). Although prevalence of dysphagia in PD patients varies widely, it could be underdiagnosed due to poor the self-awareness and the underuse of validated tools and objective instruments for assessment (Kwon and Lee, 2019).

Swallowing impairment complicates medication intake and leads to malnutrition and aspiration pneumonia, which is a major cause of death in PD. The accompanying reduced quality of life has been highlighted (Pitts *et al.*, 2019; Chan *et al.*, 2020). These reports show that dysphagic PD groups exhibit significant score reduction compared to non-dysphagic PD groups when assessed with instrument such as the SWAL-QOL Questionnaire (McHorney *et al.*, 2002).

Regarding the underlying pathophysiology of PD, a meta-analysis concluded that levodopa intake was not associated with an improvement of swallowing dysfunction in Parkinson's disease patients (Melo and Monteiro, 2013). Moreover, being the tongue an important organ in swallowing biomechanics, a recent research on 24 dysphagic PD subjects revealed no significant differences experienced by on/off medication state in reduced tongue strength (Pitts *et al.*, 2018).

During swallowing, the tongue is the most important generator of pressure to drive food through the oral cavity and pharynx (Logemann, 2014). Therefore, when tongue strength diminished with age (Hara *et al.*, 2018) or due to a neurological disease (Steele *et al.*, 2016) individuals often start to present swallowing disturbances because the active tongue pressure needed for an efficient and safe swallow is lacking. Tongue strength has been studied in healthy individual of different ages and some researches have included neurological patients leaving degenerative pathologies underrepresented (Adams *et al.*, 2013). The Iowa Oral Performance Instrument (IOPI) was utilized as a measurement tool in all those studies.

In terms of therapeutic use of tongue strengthening, two reviews suggested that subjects with stroke and with Traumatic Brain Injury (TBI) could experience favorable therapeutic outcomes for those individuals diagnosed with dysphagia (Mckenna *et al.*, 2017; Smaoui *et al.*, 2020). These reviews did not include any study



with PD subjects. Evidence of a carryover from lingual strengthening exercises to the tongue strength utilized in the oral phase of swallowing may help bolus formation and mastication (Oh, 2016). Thus, it can be seen as an option to explore in benefit of PD subjects because it is possible for dysphagia to occur even when the disease stage is mild and there are no symptoms (Fukuoka et al., 2019). Regarding the biomechanical relationship of muscles involved in tongue lifting and pressure exertion against the palate, some correlation between tongue pressure and electromyographic activity of the suprahyoid muscle were observed (Minagi et al., 2018). In addition, increases in myoelectric activity of suprahyoid muscle were induced by intraoral upward tongue movement (Fukuoka et al., 2010). More recently, in 24 young healthy subjects the activation of the suprahyoid muscles was observed as an increase in the electromyographic burst during isometric tongue lift movements (Koshi et al., 2020). An interrelated and relevant finding was recently reported (Kiliñç et al., 2020) by stating that suprahyoid muscle activation and tongue strength play a critical role for swallowing function in healthy individuals. Despite this all new information, there are still missing studies focused on PD population.

The purpose of this study was to tackle this gap in the literature, by examining surface electromyographic and tongue strength measures during a tongue strengthening program in individuals with PD using the IOPI as a training tool.

## **2. METHOD**

### **2.1. Participants**

Patients with PD were recruited across several community health centers in central Chile. They attended primary health centers after neurological diagnosis.

Inclusion criteria were: 1) having medical diagnosis of PD, 2) age over 18 and under 90, 3) compatible cognitive condition, 4) linguistic, auditory and visual preserved conditions. Exclusion Criteria were: 1) history of head and neck cancer, 2) neurological problems other than PD, 3) speech therapy for the last six months and 4) body mass index (BMI) below 18 and above 24.9.

After providing informed consent, patients were randomized to one of the two groups: Experimental Group (EG) or Control Group (CG) (Figure 1). Randomization was performed using a computer-generated program. This research received

authorization from Ethics Committee of the institution of origin under n° 3.021.987/11.14.18.

## 2.2. Intervention Protocol

Both groups underwent eight weeks of exercise starting after a baseline evaluation. Each patient had three sessions of therapy weekly.

Participants in CG were instructed to perform traditional exercises to improve coordination and strength in tongue movement (Berretin-Félix et al., 2012). EG followed a similar protocol but with an additional tongue strengthening training that included tongue exercises with increasing load using the IOPI.

Both groups underwent a surface electromyography of suprahyoid muscles as well as tongue strength assessment in the baseline evaluation and at the end of the consecutive fourth, eighth and twelve weeks. This last one assessed the detraining variations.

## 2.3 Exercises Protocols

Protocol a) Traditional Tongue Training therapy (TT):

- 30 tongue presses against anterior hard palate divided into 3 sets of 10 repetitions. Press hold for 10 seconds.

- 30 right-left lateral lingual movements divided into 3 sets of 10 repetitions.

Both with rest periods of 30 seconds between sets.

Protocol b) Instrumental Tongue Strengthening with IOPI (IT):

60 tongue presses divided into 6 sets of 10 repetitions. Press hold for 3 seconds.

Rest periods of 120 seconds between sets (Robbins, 2007). Tongue-pressure tasks with the target level set at 50% of one repetition maximum (1RM). This specified percentages of a person's maximal strength, was used to define the resistive load for the first week of training and increments of 5% weekly were set until the eighth week, reaching a total of 90%.

## 2.4. Tongue Strength evaluation

Subjects were seated up right with the feet on the floor. The tongue pressure bulb was positioned behind the central incisors on the anteromedial surface of the

tongue. They were then instructed to press up on the bulb with the tongue and squeeze the bulb against the palate as hard as possible for 3 seconds. Three trials of maximum pressure were performed. The highest value achieved was used as the participant's Maximum Isometric Pressure MIP, measured in kilopascals (kPa).

## 2.5. Muscular Activity evaluation

A surface electromyography (sEMG) was registered in concomitance with the evaluation done with the IOPI. In order to obtain measurements of electrical activity of suprahyoid muscles the SENIAM's recommendation (Seniam, 2018) were followed.

A Miotool® portable sEMG, brand Miotec®, using 2 channels was utilized. sEMG signals were captured with electrical insulation of 3,000 volts, 14-bit resolution and 2000 samples/seconds per channel. The suprahyoids muscles electrical activity recorded in microvolts ( $\mu\text{V}$ ) was filtered by high-pass filters of 20 Hz and low-pass of 500 Hz. A third electrode placed on the wrist was used for reference.

The recording of electrical potentials generated by suprahyoids muscles were captured as RAW, data which was later analyzed using Root Mean Square (RMS) algorithm. The quality of the signal was determined by using the Fast Fourier Transform (FFT). A rest time (15 seconds) to check the signal was recorded prior to the execution of a maximum voluntary contraction (MVC). This reached value was recorded as the normalization value of this patient. Such normalization process of the data was conducted, since raw electrical activity may prevent adequate comparison of inter-subjects performance (Sommerich et al., 2000).

## 2.6. Swallowing-related evaluation

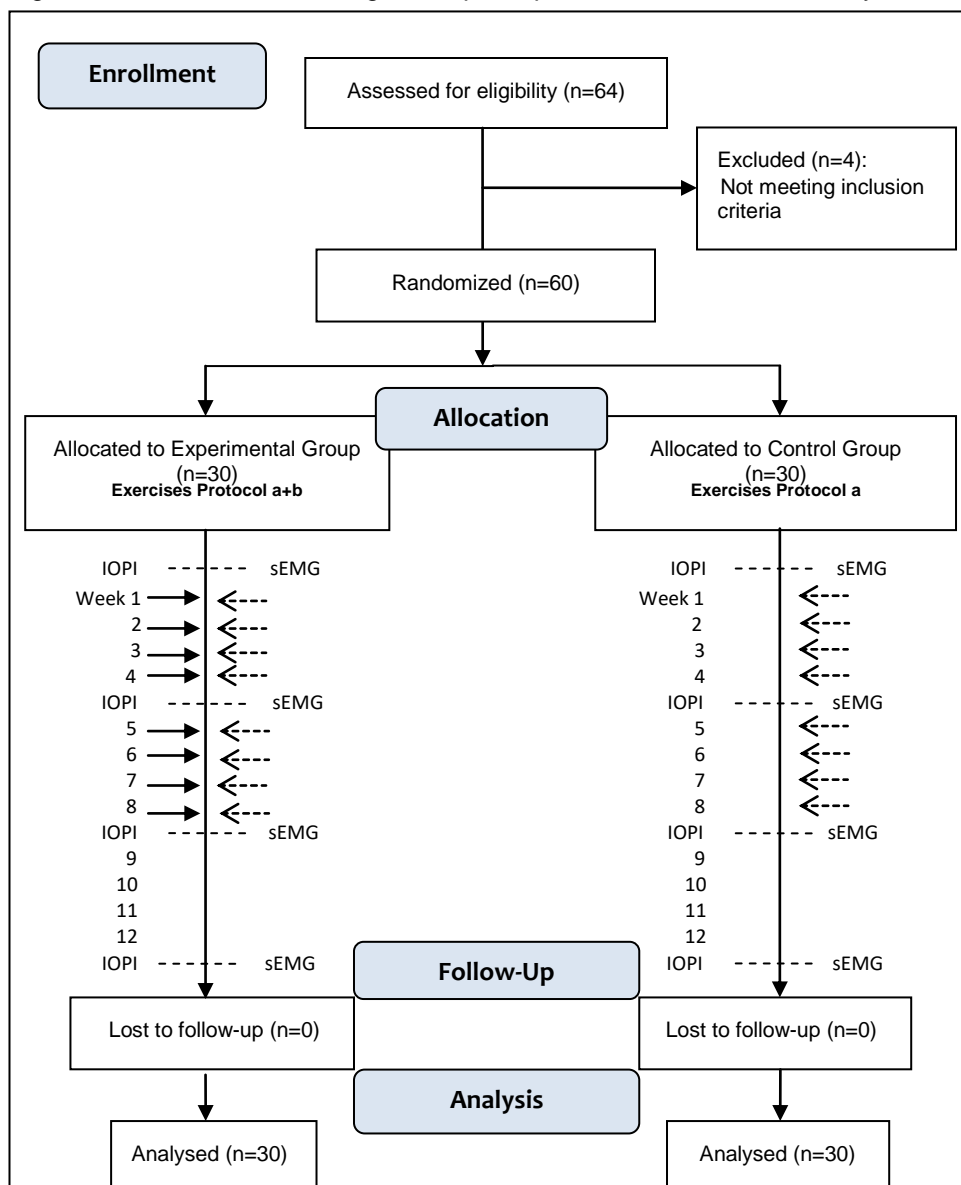
For a comprehensive understanding of tongue strength influence on PD subject's swallowing status, the Functional Oral Intake Scale (FOIS) (Crary et al., 2005) was used pre and post training.

The scoring was based on the medical dietary report and a clinical assessment. Additionally, the Food selection, Symptoms frequency, Eating duration and Eating desire dimensions of the SWAL-QOL Questionnaire (McHorney et al., 2002) were selected to be analyzed.

## 2.7. Statistical analyses

All descriptive and inferential statistical analyses were performed using SPSS version 22.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA), with the alpha set at  $p < .05$ . A Kolmogorov–Smirnov test was used for data distribution. A Mauchly’s test was carried out to explore sphericity of data prior to a one-way repeated measure analysis of variance (ANOVA) conducted to compare group’s means throughout training program. Bonferroni post hoc test was conducted.

Figure 1. CONSORT Flow Diagram of participant recruitment of this study.



Code: a: IOPI training protocol; b: Traditional training protocol; ---- Evaluations; IOPI: *Iowa Oral Performance Instrument*; sEMG: *Surface Electromyography*; →: IOPI exercises; ←--- : Traditional exercises.

A t Test for independent groups was conducted to evidence detraining. Cohen's *d* test was then used to identify the effect size of the significant difference. Pearson's coefficient of correlation test was used to evidence association between tongue strength and electromyographic variations observed as well as swallowing-related functionality. The Mann–Whitney U-test and the Wilcoxon test were conducted for categorical data analysis. Spearman's coefficient of correlation test was used to evidence association. Figure 1 shows the steps followed throughout the study.

### 3. RESULTS

#### 3.1 Characteristics of participants of the study

This study involved 60 participants. All participants completed the training protocol since there was no patients drop out during the study. Table 1 shows the characteristics of the participants in each group.

**Table 1.** Characteristics of both groups of patients with Parkinson's disease

Variables	Control Group n= 30	Experimental Group n= 30	<i>P</i> *
Gender. % (n)			0.856
Male	53 (16)	60 (18)	
Female	47 (14)	40(12)	
Age. years. M± SD	67.46 ± 6.9	71.23 ± 7.64	0.683
Weight. kg. M± SD	64.92 ± 8.1	63.32 ± 7.9	0.437
Height. m. M± SD	1.64 ± 0.12	1.65 ± 0.08	0.524
BMI. kg/m <sup>2</sup> . M±SD	23.58 ± 0.94	23.59 ± 0.93	0.874
L-dopa & DDC medication % (n)	100 (30)	100 (30)	1.000
Severity Hoehn & Yahr score. M± SD (Min-Max)	2.83 ± 0.7 (1-4)	2.84 ± 0.9 (1-4)	0.220
Age at symptoms' onset (years). M± SD.(Min-Max)	64.2 ± 6.02 (51-76)	62.9 ± 6.3 (49-73)	0.987
Disease duration (years). M± SD.(Min-Max)	6.37 ± 2.6 (2-15)	6.98 ± 3.4 (1-15)	0.121
MMSE. score. M± SD (Min-Max)	26.27± 2.14 (22-25)	25.97 ± 0.19 (23-25)	0.423
FOIS. Median.(Min-Max)	6 (5-7)	6 (5-7)	0.466**

Note: %: Percentage; n: Total of cases; M: Mean; SD: Standard deviation; Kg: Kilograms; m: Meters; BMI: Body Mass Index; DDC: dopa decarboxylase; MMSE: Mini-Mental State Examination; \* Mann–Whitney U-test; \*\*Wilcoxon test.

### 3.2 IOPI Values

Both groups showed increase in tongue strength after completing their respective training program (Table 2). The EG reached higher values than the CG. Such difference resulted to be statistically significant  $t(59)=8.24$ ;  $p=0.000$  (95% CI 7.77-12.75).

**Table 2.** Distribution of values of tongue pressure across treatments

Groups	Evaluation 1	Evaluation 2	Evaluation 3	<i>p</i>	Effect Size <sup>b</sup>	Power <sup>c</sup>
	1st week	4th week	8th week			
	<sup>a</sup> M ± SD	<sup>a</sup> M ± SD	<sup>a</sup> M ± SD			
Control	31.90 ± 6.96	33.90 ± 6.38	35.93 ± 6.63 <sup>d</sup>	0.000*	0.487	0.999
Experimental	35.80 ± 9.58	41.50 ± 7.39 <sup>d</sup>	49.46 ± 6.99 <sup>d</sup>	0.000*	0.846	1.000

Note: <sup>a</sup> Values of Maximum isometric pressure expressed as kPa, <sup>b</sup> Effect size expressed as  $\eta$ , <sup>c</sup> Power  $\beta$ , <sup>d</sup> Post Hoc Bonferroni significance  $p < 0.05$ ; \*  $p < 0.05$  in RMANOVA; M: Mean; SD: Standard deviation

The magnitude of the significance resulted in a very large effect size (Cohen's  $d = 2.128$ ). Contrast of tongue pressure between groups showed statistical significance throughout the eight weeks training when conducting a repeated measure ANOVA ( $F(3) = 20.417$ ,  $p = 0.000$ ). An univariate contrast analysis showed that an initial non-significant difference ( $F(3) = 2.842$ ,  $p = 0.97$ , 95% CI:-0.730 – 8.530), turned to be statistically significant at the fourth week evaluation ( $F(3) = 18.153$ ,  $p = 0.000$ , 95% CI:-4.029 – 11.171). Likewise a significant difference was observed at the eighth week evaluation when the training concluded ( $F(3) = 59.118$ ,  $p = 0.000$ , 95% CI: 10.010 – 17.057).

Changes within groups occurred at different times. For the CG a Bonferroni analysis revealed a mean difference = 2.000 ( $p=0.075$ ) at the 4<sup>th</sup> week evaluation and a mean difference = 4.033 ( $p=0.016$ ) at the evaluation performed at the 8<sup>th</sup> week. Whereas for the EG the mean difference were significant at both 4<sup>th</sup> and 8th week evaluation 5.700 ( $p=0.000$ ) and 13.667 ( $p=0.000$ ), respectively.

In an evaluation of tongue strength in kPa conducted after a four weeks detraining (12<sup>th</sup> week) period the EG showed a mean of 49.27 and SD of 1.335 (95% IC: 46.54-52.00), resulting in a non-significant difference  $t=0.580$  ( $p=0.582$ ). As the values obtained in the CG, mean = 34.33 SD = 1.231 (95% IC: 31.82-36.85) determined the value of detraining to be significant  $t=4.691$  ( $p=0.000$ ) for this group.

### 3.3 sEMG Values

Increasing values in sEMG during tongue isometric pressure were observed either in right and left suprahyoids muscles for the EG and CG. Mean values obtained at each of three evaluations throughout the training program and significances values are shown in table 3.

**Table 3.** Distribution of sEMG values of suprahyoid muscles during MVC, in both groups throughout the treatment

Groups	SupraHyoid Muscle	Evaluation 1	Evaluation2	Evaluation 3	$p$	Effect Size <sup>b</sup>	Power <sup>c</sup>
		1st week <sup>a</sup> M $\pm$ SD	4th week <sup>a</sup> M $\pm$ SD	8th week <sup>a</sup> M $\pm$ SD			
Control	Right	46.1 $\pm$ 11.5	50.5 $\pm$ 14.1	55.7 $\pm$ 17.6 <sup>d</sup>	0.001*	0.336	0.959
	Left	56.0 $\pm$ 14.7	60.2 $\pm$ 16.0	64.2 $\pm$ 16.0 <sup>d</sup>	0.000*	0.311	0.996
Experimental	Right	51.6 $\pm$ 19.8	77.1 $\pm$ 29.8 <sup>d</sup>	95.4 $\pm$ 27.5 <sup>d</sup>	0.000*	0.819	1.000
	Left	57.5 $\pm$ 25.9	72.5 $\pm$ 21.7 <sup>d</sup>	86.5 $\pm$ 25.1 <sup>d</sup>	0.000*	0.599	1.000

Note: <sup>a</sup> sEMG values expressed as MRS; <sup>b</sup> Effect size expressed as  $\eta^2$ ; <sup>c</sup> Power observed  $\beta$ ;  
<sup>d</sup> Post Hoc Bonferroni significance  $p < 0.05$ ; \*  $p < 0.05$  in RMANOVA; M: Mean; SD: Standard deviation

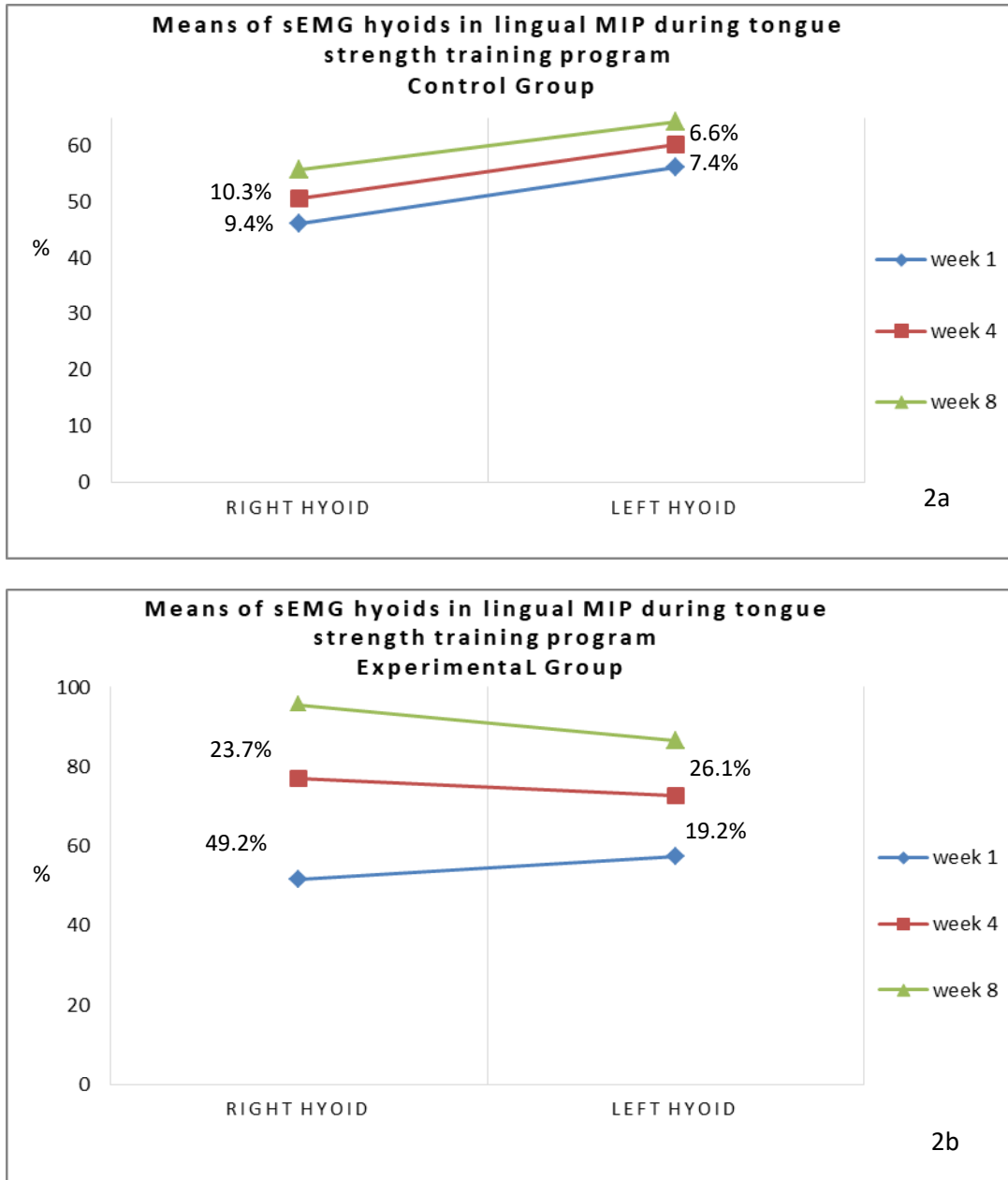
No significant difference were found between groups in the sEMG evaluation prior to training, 1<sup>st</sup> week ( $F = 1.603$ ;  $p = 0.216$ ). Average values of sEMG amplitude for MVC in the EG were greater than those in the CG after tongue strengthening program. The difference observed between groups at the end of the training program when conducting a repeated measure ANOVA ( $F(3) = 5.351$ ,  $p = 0.02$ ) resulted to be statistically significant and its effect size Cohen's  $d = 6.33$  was large. The increasing trend of sEMG amplitude values of the right and left suprahyoid muscles in each group resulted to be statistically significant at the end of the tongue strength training (Table 3).

The sEMG values of rest before and after the exertion of tongue did not show significant difference ( $p > 0.05$ ) in neither group, CG (mean 5.86, SD: 0.19) and EG (mean 5.64, SD: 0.28), respectively.

The suprahyoid muscles, in each group, behave differently as sEMG values increases were achieved during the training (Figure 2a and 2b). In the CG mean difference between right and left suprahyoids went from -9.876 to -5.935 ( $p > 0.05$ )

keeping a steady regular increase. The initial asymmetry found in sEMG of values between right and left suprahyoids was maintained across the intervention. Meanwhile, the EG went from -8.504 to 8.858 ( $p < 0.005$ ) being the right side the one that contributed significantly for an uneven increase.

Figure 2. Changes and increasing percentage in right and left suprahyoid muscles of CG (2a) and EG (2b)



### 3.4 IOPI and sEMG values relationship

The EG showed systematically increases in tongue pressure values which



became statistically significant from the 2<sup>nd</sup> week of training onward. Likewise simultaneous collected data from muscular activity variations of suprahyoids showed of statistical significance which just started from the third week of tongue strengthening (Table 4).

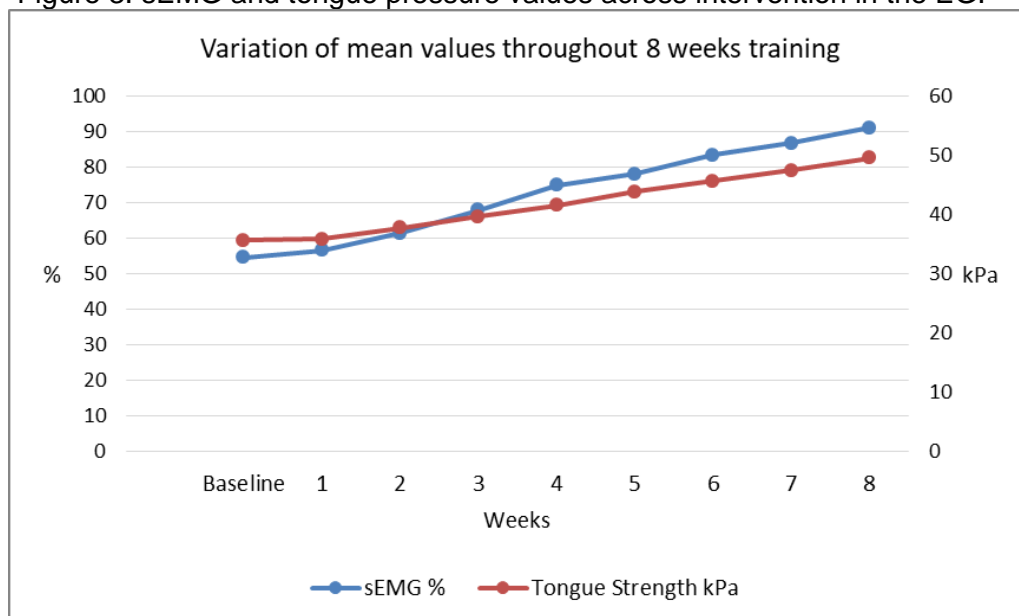
Table 4. Variations of tongue pressure and suprahyoid sEMG values across intervention in the EG

Measures	Training Weeks								
	Baseline	1	2	3	4	5	6	7	8
IOPI (kPa)	35.60	35.80	37.70*	39.62*	41.50*	43.80*	45.60*	47.40*	49.46*
EMGs (%)	54.57	56.48	61.37	67.87*	74.87*	77.92*	83.41*	86.73*	91.02*

Note: KPa:Kilopascal; %: Normalized value; \*Multivariate Anova significance  $P < 0.05$

In order to investigate whether tongue strength evolved together with the muscle activity of suprahyoid muscles (sEMG), a correlation analysis between both was performed. In the EG a strong and significant relationship was found between the improvements of tongue strength values (kPa) and concomitant sEMG measures obtained during the tongue strengthening program with the IOPI by conducting a Pearson's correlation test ( $r = 0.994$ ;  $p < 0.001$ ). Incremental values pattern for both, tongue strength and suprahyoids sEMG activity is shown in Figure 3.

Figure 3. sEMG and tongue pressure values across intervention in the EG.



### 3.5 Swallowing

Individual FOIS scores for EG and CG varied between 5 (total oral intake of multiple consistencies, but requiring special preparation or compensations) and 7 (total oral intake, without restriction) for the baseline and final evaluations in the tongue training program (Table 5). Significant effects from the intervention on FOIS was found between the groups ( $p = 0.048$ ).

Table 5. FOIS scores in both groups in pre and post training situation

	Pre training				Post training				$P^a$	Effect Size <sup>b</sup>
	M	SD	Median	Min-Max	M	SD	Median	Min-Max		
Control Group	5.90	0.71	6.0	5 - 7	6.0	0.69	6.0	5 - 7	0.083	0.00
Experimental Group	5.76	0.67	6.0	5 - 7	6.13	0.50	6.0	5 - 7	0.005	0.50

Note: <sup>a</sup>Wilcoxon signed-rank test.  $p < 0.05$ , <sup>b</sup>Hodges–Lehmann  $z$

Regarding the four selected items of SWAL-QOL considered for analysis. No significant differences before intervention were observed between groups for food selection ( $F = 0.063$ ;  $p=0.803$ ), Symptom frequency ( $F = 0.694$ ,  $p = 0.480$ ), Eating duration ( $F= 0.071$ ,  $p= 0.791$ ) and Eating desire ( $F = 0.297$ ,  $p= 0.588$ ). After intervention statistical significant difference were found between groups for food selection ( $F = 0.839$ ;  $p=0.022$ ,  $\eta^2= 0.67$ ), Symptom frequency, ( $F = 22.702$ ,  $p=0.000$ ,  $\eta^2 =0.515$ ), Eating duration ( $F = 14.913$ ,  $p = 0.000$ ,  $\eta^2 = 0.532$ ) and Eating desire ( $F= 6.536$ .  $p= 0.013$ ,  $\eta^2=0.172$ ).

## 4. DISCUSSION

Previous studies have demonstrated that tongue resistance training can improve the weakened tongue strength found in subjects with neurological conditions such as stroke and TBI (Robbins et al., 2007; Steele et al., 2016; Kim et al., 2017). These studies showed a positive influence of tongue strength training in the disordered swallowing. However, whether these benefits could apply to PD patients remained unclear.

This research demonstrated that a tongue strengthening program using IOPI is an effective method for improving tongue muscle strength in PD patients (Table 2). This current study showed that the EG showed an improvement of 13.7 kPa (a 38% increase) due to the training supported by a large effect size of 0.846. In comparison, the CG revealed a smaller gain in tongue strength 4.03 kPa (a 12% increase) which, although was significant within the group, the size effect of the training with IOPI was remarkably large when comparing both groups, Cohen's  $d = 2.128$  (Table 2). The observed trend may reinforce the fact that load in tongue strengthening protocols does matter. This finding is in line with those suggested in previous reports with older adults and stroke patients (Van den Steen et al., 2019; Park et al., 2019).

This outcome resembles that obtained at an experiment with 14 stroke patients with a mean age of  $71 \pm 13.9$  (Steele et al., 2016), who received 24 sessions of tongue training, delivered 3 times weekly over 8 weeks. Those patients reached a mean of 41 kPa at the end of the training while in this study with PD, that value was obtained halfway the therapy and 49.46 kPa at the end (Table 4). The absence of detraining effect of four weeks ( $p=0.582$ ) was similar to that of four weeks ( $p=0.419$ ) found in an earlier study with samples of healthy adults (Oh, 2016) and a same period detraining ( $p=1.00$ ) in chronic radiation-associated dysphagic patients (Van den Steen, 2019).

The increasing variations in tongue strength occurred in CG and EG were somehow related to changes in sEMG measures on suprahyoids musculature. This feature is in accordance to the fact that during the oral phase suprahyoids sEMG variations occur as pressure is exerted by the tongue against the roof of the mouth. Hence suprahyoids sEMG records high levels of activity during lingual–palatal pressure where signals are sufficient to identify such activity in a specific way (Hadley et al., 2015). Current scientific knowledge highlights this to recognize the initiation of swallowing in dysphagic patients (Yüksel et al., 2020). However, this phenomenon must be cautiously considered since unlike most researches, in this study measures were obtained across the evolution of a therapeutic intervention.

When analyzing the increases values in CG from 46.1 to 55.7 in the right suprahyoid and from 56.0 to 64.2 in the left, the steady and proportional ascendant values configured a regular pattern of suprahyoids muscle activity. Comparing initial, mid and final evaluations of this group, the percentage increases in between

evaluations were closely similar in each side of the muscle, being 9.4% and 10.3% in the right suprahyoid. Likewise 7.4% and 6.6% were observed for the left suprahyoid (Figure 2).

In the EG where the obtained values that were statistically significant but with an effect size that doubled that observed in the CG, the pattern of suprahyoids muscle activity across the intervention was quite different. In the first group the increases of normalized values from 51.6 to 95.4 in the right suprahyoid and from 57.5 to 86.5 in the left, were not as steady and regular. In this case, the percentage increases of the muscle activity in between the three evaluations were dissimilar in the right and left suprahyoid. This noteworthy finding shows that in PD subjects while tongue is continuing gaining strength across the intervention, accompanying changes are occurring in the suprahyoids muscles. This phenomenon is supported by a just out study that reported that during tongue strengthening therapy suprahyoid muscles in healthy subjects may compensate for rapid fatigue of the tongue muscle to maintain tongue pressure by changing their activity pattern during tongue pressure generation (Koshi et al., 2020).

The relationship found in this study between tongue strength task and suprahyoids muscle activity goes against the finding of a research (Dos Reis et al., 2017), that did not find evidence of correlation between these variables. This difference might be founded on the profile of the subjects studied, who were healthy and young with a mean age of 24 years in a sample of 37 individuals. Preserved muscular activity in healthy subjects, especially if they are young does account for differences in this present study, considering that PD subjects, besides being old adults, have muscular weakness. Interestingly, significant sEMG values appeared when resistive load was 65% (1RM) and continued so as the intensity of resistance training increased until 90%, with no tongue fatigue sign observed by considering the achieved values in IOPI readings for PD subjects.

Based on the data obtained, it is feasible to assume that the major changes in sEMG values obtained in the EG were induced by the use of IOPI. Likewise in the IOPI measures, no detraining effect of a four week period was observed neither for the right suprahyoid ( $p= 0.486$ ), nor for the left one  $p=0.699$ .

The assessment with the FOIS Scale showed a significant effect of the training in the EG group at the end of the program (Table 5), and a significant difference was

found between EG and EC. In the CG the lack of effect on these aspects can be elucidated seeing that improvements in swallowing disturbance of those PD participants were subtle in a way that fewer subjects went on to a superior level of the FOIS (Heijnen et al., 2012). The analyzed items of SWAL-QOL showed that the swallowing-related dimensions varied significantly in a positive way in the EG after training. These positive findings are in line with those found in a previous study (Chan et al., 2020).

Tongue strength has strongly been associated with dysphagia as measured by FOIS and SWAL-QOL in several populations with neurological conditions (Kim et al., 2017; Pitts et al., 2018; Diniz and Nóbrega, 2018; Chan et al., 2020). The obtained outcomes for PD subjects are aligned with those of a previous scientific report showing that a tongue- training therapy can be beneficial for improving key aspects of swallowing (Yeates et al., 2008). Consequently, the reported data of this study aimed to generate unavailable information involving PD subjects by examining surface electromyographic and tongue strength measures during a tongue strengthening program with the IOPI as a training tool.

The limitations of the present study are related to the fact that the electromyographic analysis of the CG was not possible weekly, unlike in the EG. Additionally, there were no subjects in stage 5 of the disease, which could have prevented from obtaining more comprehensive information of PD.

## **5. CONCLUSION**

The novel concomitant use of sEMG on suprahyoids muscles provided a better understanding of the physiological changes underlying the outcomes of tongue strengthening exercises in patients with PD. Treatment protocol using the IOPI offers good prospects as a rehabilitative tool for tongue strength and a better perceived swallowing function in PD subjects.

## REFERENCES

- Adams, V., Mathisen, B., Baines, S., Lazarus, C., Callister, R., 2013. A Systematic Review and Meta-analysis of Measurements of Tongue and Hand Strength and Endurance Using the Iowa Oral Performance Instrument (IOPI). *Dysphagia* 28, 350-369.
- Berretin-Félix G, Silva NMA, Mituuti CT. Terapia Fonoaudiológica em Deglutição (como eu trato). In: Marchesan IQ, Silva HJ da, Berretin-Félix G. Terapia Fonoaudiológica em Motricidade Orofacial. São Paulo: Pulso Editorial; 2012. p. 147-62
- Cano-de-la-Cuerda, R., Pérez-de-Heredia, M., Miangolarra-Page, J., Muñoz-Hellín, E., Fernández-de-las-Peñas, C., 2010. Is There Muscular Weakness in Parkinson's Disease?. *Am J Phys Med Rehabil* 89, 70-76.
- Chan, H., Ng, M., Kim, H., Kim, D., 2020. Swallowing-related quality of life among oral-feeding Chinese patients with Parkinson's disease – a preliminary study using Chinese SWAL-QOL. *Disabili Rehabil* 24, 1-7.
- Crary, M., Mann, G., Groher, M., 2005. Initial Psychometric Assessment of a Functional Oral Intake Scale for Dysphagia in Stroke Patients. *Arch Phys Med Rehabil* 86, 1516-1520.
- Diniz, J., da Silva, A., Nóbrega, A., 2018. Quality of life and swallowing questionnaire for individuals with Parkinson's disease: development and validation. *Int J Lang Commun Disord* 53, 864-874.
- Dorsey, E., Sherer, T., Okun, M., Bloem, B., 2018. The Emerging Evidence of the Parkinson Pandemic. *Journal of Parkinson's Disease* 8, S3-S8.
- Dos Reis, V., Araújo, T., Furlan, R., Motta, A., 2017. Correlation between tongue pressure and electrical activity of the suprahyoid muscles. *Rev CEFAC* 19, 792-800.
- Fukuoka, T., Ono, T., Hori, K., Wada, Y., Uchiyama, Y., Kasama, S., Yoshikawa, H., Domen, K., 2019. Tongue Pressure Measurement and Videofluoroscopic Study of Swallowing in Patients with Parkinson's Disease. *Dysphagia* 34, 80-88.
- Fukuoka T, Yoshikara N, Kawasaka N, et al. 2010. Relationship between isometric lingual exercise and electromyographic activity of supra- hyoid muscles Isometric lingual exercise can strengthen suprahyoid muscles. *Jibi to Rinsho*. (in. Japanese). 56(Suppl. 2):S207-S214
- Hadley, A., Krival, K., Ridgel, A., Hahn, E., Tyler, D., 2015. Neural Network Pattern Recognition of Lingual–Palatal Pressure for Automated Detection of Swallow. *Dysphagia* 30, 176-187.
- Hara K., Tohara H., Kobayashi K., Yamaguchi K., Yoshimi K., Nakane A., et al., 2018. Age-related declines in the swallowing muscle strength of men and women aged 20-89 years: A cross-sectional study on tongue pressure and jaw-opening force in 980 subjects. *Arch Gerontol Geriatr* 78, 64-70.
- Heijnen, B., Speyer, R., Baijens, L., Bogaardt, H., 2012. Neuromuscular Electrical Stimulation Versus Traditional Therapy in Patients with Parkinson's Disease

- and Oropharyngeal Dysphagia: Effects on Quality of Life. *Dysphagia* 27, 336-345.
- Kalf, J., de Swart, B., Bloem, B., Munneke, M., 2012. Prevalence of oropharyngeal dysphagia in Parkinson's disease: A meta-analysis. *Parkinsonism Relat Disord* 18, 311-315.
- Kılınc, H., Arslan, S., Demir, N., Karaduman, A., 2020. The Effects of Different Exercise Trainings on Suprahyoid Muscle Activation, Tongue Pressure Force and Dysphagia Limit in Healthy Subjects. *Dysphagia* 35, 717-724.
- Kim, H., Choi, J., Yoo, S., Chang, M., Lee, S., Park, J., 2017. Tongue-to-palate resistance training improves tongue strength and oropharyngeal swallowing function in subacute stroke survivors with dysphagia. *J Oral Rehabil* 44, 59-64.
- Koshi, N., Magara, J., Sakai, S., Tsujimura, T., Ono, K., Inoue, M., 2020. Properties of hyoid muscle contraction during tongue lift measurement. *J Oral Rehabil* 47, 332-338.
- Kwon, M., Lee, J., 2019. Oro-Pharyngeal Dysphagia in Parkinson's Disease and Related Movement Disorders. *J Mov Disord* 12, 152-160.
- Logemann, J., 2014. Critical Factors in the Oral Control Needed for Chewing and Swallowing. *J Texture Stud* 45, 173-179.
- McHorney, C., Robbins, J., Lomax, K., Rosenbek, J., Chignell, K., Kramer, A., Earl Bricker, D., 2002. The SWAL-QOL and SWAL-CARE Outcomes Tool for Oropharyngeal Dysphagia in Adults: III. Documentation of reliability and validity. *Dysphagia* 17, 97-114.
- McKenna, V., Zhang, B., Haines, M., Kelchner, L., 2017. A Systematic Review of Isometric Lingual Strength-Training Programs in Adults with and Without Dysphagia. *Am J Speech Lang Pathol* 26, 524-539.
- Melo, A., Monteiro, L., 2013. Swallowing improvement after levodopa treatment in idiopathic Parkinson's disease: Lack of evidence. *Parkinsonism Relat Disord* 19, 279-281.
- Minagi, Y., Ono, T., Hori, K., Fujiwara, S., Tokuda, Y., Murakami, K., Maeda, Y., Sakoda, S., Yokoe, M., Mihara, M., Mochizuki, H., 2018. Relationships between dysphagia and tongue pressure during swallowing in Parkinson's disease patients. *J Oral Rehabil* 45, 459-466.
- Oh, J., 2016. A Pilot Study of the Head Extension Swallowing Exercise: New Method for Strengthening Swallowing-Related Muscle Activity. *Dysphagia* 31, 680-686.
- Park HS, Oh DH, Yoon T, Park JS., 2019. Effect of effortful swallowing training on tongue strength and oropharyngeal swallowing function in stroke patients with dysphagia: a double-blind, randomized controlled trial. *Int J Lang Commun Disord*. 54, 479-484.
- Suttrup, I., Warnecke, T., 2016. Dysphagia in Parkinson's Disease. *Dysphagia*. 31, 24-32
- Pitts LL, Morales S, Stierwalt JAG., 2018. Pressure as a Clinical Indicator of Swallowing Function in Parkinson's Disease. *J Speech Lang Hear Res* 61, 257-265.

- Pitts LL, Kanadet RM, Hamilton VK, Crimmins SK, Cherney LR., 2019. Lingual Pressure Dysfunction Contributes to Reduced Swallowing-Related Quality of Life in Parkinson's Disease. *J Speech Lang Hear Res* 62, 2671-2679.
- Robbins J, Kays SA, Gangnon RE, Hind JA, Hewitt AL., 2007. The effects of lingual exercise in stroke patients with dysphagia. *Arch Phys Med Rehabil* 88, 150-158.
- Seniam. Seniam.org. Available at <http://www.seniam.org>. Accessed 12 jun. 2018
- Smaoui S, Langridge A, Steele CM., 2020. The Effect of Lingual Resistance Training Interventions on Adult Swallow Function: A Systematic Review. *Dysphagia* 35, 745-761.
- Sommerich CM, Joines SM, Hermans V, Moon SD., 2000. Use of surface electromyography to estimate neck muscle activity. *J Electromyogr Kinesiol* 10, 377-398.
- Steele CM, Bailey GL, Polacco RE, Hori SF, Molfenter SM, Oshalla M, Yeates EM., 2013. Outcomes of tongue-pressure strength and accuracy training for dysphagia following acquired brain injury. *Int J Speech Lang Pathol* 15, 492–502.
- Steele CM, Bayley MT, Peladeau-Pigeon M, Nagy A, Namasivayam AM, Stokely SL, Wolkin T., 2016. A Randomized Trial Comparing Two Tongue-Pressure Resistance Training Protocols for Post-Stroke Dysphagia. *Dysphagia* 31, 452-61.
- Van den Steen L, Vanderwegen J, Guns C, Elen R, De Bodt M, Van Nuffelen G., 2019. Tongue-Strengthening Exercises in Healthy Older Adults: Does Exercise Load Matter? A Randomized Controlled Trial. *Dysphagia* 34, 315-324.
- Yeates EM, Molfenter SM, Steele CM., 2008. Improvements in tongue strength and pressure-generation precision following a tongue pressure training protocol in older individuals with dysphagia: three case reports. *Clin Interv Aging* 3, 735-747.
- Yüksel A, Kulan CA, Akçiçek F., 2020. The investigation of asymptomatic swallowing disorder through surface electromyography in the geriatric population. *Aging Clin Exp Res* 32, 1567-1576.



## 6 DISCUSSÃO GERAL

Os estudos que descrevem a pressão de língua em sujeitos com DP são escassos, principalmente se for considerada a importância de esse órgão nas múltiplas funções orofaciais humanas e a alta prevalência que a DP tem entre as doenças neurológicas que afetam a população global de idosos (CACABELOS, 2017; FUKUOKA *et al.*, 2019).

Os resultados obtidos neste estudo permitiram, não só verificar as hipóteses de pesquisa sobre os efeitos de um programa de treinamento muscular na pressão de língua, mas também apresentar dados sobre variáveis relacionadas que permitiram caracterizar os pacientes com DP com base em propriedades estatísticas robustas. Essa robustez foi garantida principalmente pelo número de participantes da pesquisa (60 sujeitos) e uma distribuição estatística normal dos valores coletados, o que permitiu a realização de testes paramétricos. O pequeno número de indivíduos das amostras é uma das principais limitações relatadas em estudos anteriores (PITTS *et al.*, 2019).

Este estudo foi concebido partindo do pressuposto de que o comprometimento muscular amplamente estudado em pessoas com DP (DORSEY *et al.*, 2018) envolve também os músculos orofaciais e, especificamente, a língua. O papel que este órgão desempenha na propulsão do bolo alimentar durante a deglutição, tem gerado interesse na aferição da pressão que o mesmo é capaz de exercer (SANTANDER *et al.*, 2013). Neste estudo, o grupo de participantes apresentou pressão isométrica lingual máxima de 33,43 kPa, que é inferior aos 53,28 kPa ( $p = 0,000$ ) que indivíduos saudáveis da mesma faixa etária apresentaram, segundo a literatura (YOUMANS; YOUMANS; STIERWALT, 2009). Esse fato indica que a pressão da língua na DP é 59% menor. A magnitude da significância na diferença resultou em um tamanho de efeito muito grande, Cohen's  $d = 2,185$ . Assim, a presente investigação estabelece de forma confiável que indivíduos com DP apresentam pressão lingual menor do que indivíduos saudáveis. Este achado contribui para as evidências preliminares obtidas em estudos anteriores sobre a pressão da língua em DP que tinham menor número de participantes e mostraram valores de 51,6 kPa em 19 sujeitos (SOLOMON *et al.*, 1995); 48,1 kPa em 16 sujeitos (SOLOMON; ROBIN; LUSCHEI, 2000); 44,3 kPa em 10 sujeitos (O'DAY *et al.*, 2005) e 45,9 kPa em 28 sujeitos (PITTS *et al.*, 2018). Todos esses estudos

encontraram valores de pressão lingual superiores aos encontrados na presente pesquisa. Isso pode ter ocorrido devido às características desses indivíduos em relação à idade, sexo, gravidade e duração da doença. É o caso da pesquisa de Solomon *et al.* (1995), cujos participantes tinham idade média de 64,4 anos e uma gravidade de 2,1 segundo a escala de Hoehn & Yard, uma vez que incluíram indivíduos apenas nos estágios 1 a 3. No mesmo sentido, o estudo de O'Day *et al.* (2005) não incluiu mulheres.

A resistência lingual obtida neste estudo foi de 6,9 segundos, a qual acabou sendo significativamente menor que os 48 segundos em sujeitos saudáveis com faixa etária similar (CROWS; SHIP, 1996) e que os 37 segundos relatados em um estudo posterior com dados referenciais em indivíduos saudáveis de diferentes faixas etárias (YOUMANS, 2009). Em outras palavras, uma pessoa com DP apresenta aproximadamente 30% de resistência na língua de uma pessoa saudável. Os valores de resistência lingual em DP relatados pelos poucos estudos disponíveis mostram 23 segundos em 19 sujeitos (SOLOMON *et al.*, 1995) e 21 segundos em 16 sujeitos (SOLOMON; ROBIN; LUSCHEI, 2000). A disparidade nos resultados pode ter ocorrido devido às diferenças nas análises estatísticas dos dados desses estudos e, assim como para a análise de pressão, sofrendo influência da idade, sexo, entre outros. Apesar disso, os resultados deste estudo estão em consonância com os resultados encontrados na literatura, no sentido de que se estabelece com propriedade que a resistência lingual na DP é menor do que a observada na população normal.

O efeito da variável sexo teve um comportamento ligeiramente diferente, mas não significativo, entre as medidas obtidas para pressão e resistência lingual. Conforme relatado em estudos com sujeitos normais (CROW; SHIP, 1996; CLARK; SOLOMON, 2012), não há diferenças significativas na pressão e resistência lingual entre homens e mulheres, pelo menos, na faixa etária alvo deste estudo. Isso permite ampliar a reflexão no sentido de que além da DP afetar mais homens do que mulheres, um recente estudo indicou que mulheres e homens apresentam diferenças em seus sinais motores e não motores durante a evolução da doença (CERRI; MUS; BLANDINI, 2019). Os sintomas motores surgem mais tarde em mulheres, sendo o tremor um primeiro sintoma comum associado a quedas recorrentes e síndromes de dor graves com características específicas, como rigidez

reduzida e dificuldade de equilíbrio. Os homens com DP apresentam primeiro problemas posturais mais graves e piores habilidades cognitivas gerais que as mulheres, além do congelamento da marcha, que é a complicação motora mais incapacitante, mas que aparece em fases posteriores da doença (GEORGIEV; HAMBERG; HARIZ, 2017).

Apesar de todas essas diferenças fisiopatológicas entre homens e mulheres com DP, este estudo não encontrou diferenças significativas na pressão da língua. Os homens apresentaram uma variação entre 16 e 48 kPa., enquanto as mulheres apresentaram uma diferença entre 19 e 48 kPa. Em relação à resistência, a variação nos homens foi de 3 a 21 segundos, enquanto nas mulheres os valores oscilaram entre 3 e 10 segundos. Esta última variável também não apresentou diferenças significativas na análise por sexo em um estudo precursor em sujeitos com DP (SOLOMON; ROBIN; LUSCHEI, 2000). Hormônios sexuais, como estrogênios, que podem ser responsáveis pelas diferenças masculinas e femininas na DP em relação aos sinais patológicos na musculatura esquelética e funções corporais (CERRI; MUS; BLANDINI, 2019). Entretanto, estes processos parecem não se aplicar às capacidades de pressão e resistência de um órgão hidrostático como a língua nesta população estudada.

Conforme a pessoa envelhece, a pressão da língua também diminui (CROW; SHIP, 1996). No indivíduo que envelhece de modo saudável, as diminuições subclínicas em pressão da língua parecem não ter efeitos adversos nas funções orais, no entanto, a diminuição natural que pode não representar problemas clínicos, poderia potencializar a disfunção oral resultante de um processo patológico. No caso dos sujeitos com DP desta pesquisa, houve um efeito significativo da idade na pressão da língua ( $F = 9,18$ ;  $p = 0,005$ ), com associação de moderada a forte ( $r = -0,379$ ;  $\eta^2 = 0,69$ ). Em contraste, nenhuma diferença significativa foi observada para a resistência ( $F = 0,61$ ;  $p = 0,44$ ), embora tenha se observado uma leve associação com a idade ( $r = 0,013$ ;  $\eta^2 = 0,27$ ).

Esses achados são similares ao padrão de diminuição gradual em indivíduos saudáveis relatado por Vanderwegen *et al.* (2013), que encontraram um coeficiente de correlação significativo entre a pressão isométrica máxima da língua e a idade. Além disso, nenhum efeito significativo foi encontrado da idade sobre a resistência. No presente estudo com sujeitos com DP, idade mostrou efeito sobre a pressão da

língua e uma influência discreta sobre a resistência. Essa última informação é interessante, principalmente porque a resistência, pode ser afetada pela fadiga muscular em PD (HAYES, 2019). Assim, as evidências coletadas na presente pesquisa com DP não seguem o mesmo perfil que o encontrado no estudo de Vanderwegen et al. (2013), pelo menos para a língua. O escasso número de estudos disponíveis sobre pressão e resistência da língua em DP não informa sobre a análise em relação à idade.

O que se observou de modo evidente e significativo foi a associação entre o tempo de evolução da doença e a pressão de língua ( $r = -0,25$ ;  $\eta^2 = 0,45$ ) e em menor grau com a resistência ( $r = 0,11$ ;  $\eta^2 = 0,48$ ), o que pode ser entendido pela comprometimento progressiva vivenciada por sujeitos com DP em decorrência da doença (CERRI; MUS; BLANDINI, 2019).

Em relação ao nível de severidade, os sujeitos nos estágios leves da Escala Hoehn & Yard apresentaram níveis de pressão lingual superiores aos situados nos níveis severos e moderado, sendo 44,50 kPa para Nível 1; 38,07 kPa para o Nível 2; 32,54 kPa para o nível 3 e 28,54 kPa para o Nível 4. Assim como nas análises anteriores, a resistência lingual não apresentou grandes variações entre os quatro estágios, com média de 6,75 segundos dentro da faixa de 5,50 a 7,73 segundos. Estudos anteriores nesta área não fornecem informações sobre o desempenho motor lingual em cada estágio de severidade, mas realizaram uma análise global das amostras, o que impossibilita uma discussão mais esclarecedora (SOLOMON, 1995; SOLOMON; ROBIN; LUSCHEI, 2000); O'DAY *et al.*, 2005; PITTS *et al.*, 2018).

Evidências científicas sobre o uso do IOPI como instrumento de fortalecimento da língua por meio de exercícios de pressão isométrica foram relatadas apenas em estudos que incluíram pacientes com AVC (ROBBINS *et al.*, 2007; YEATES; MOLFENTER; STEELE, 2008; PARK *et al.*, 2015; STEELE *et al.*, 2016; MOON *et al.*, 2018) e pacientes com traumatismo cranioencefálico (STEELE *et al.*, 2013). Em todos esses estudos, um aumento na pressão da língua foi obtido após um programa de treinamento, a maioria baseado em um protocolo de exercícios elaborado por Robbins *et al.* (2007). As amostras eram pequenas e apenas duas foram randomizadas (PARK *et al.*, 2015; MOON *et al.*, 2018).

A presente investigação permitiu testar a hipótese de evidenciar mudanças na pressão lingual de sujeitos com DP por meio de um programa de treinamento de

pressão lingual com o IOPI e testar se essas mudanças diferiam daquelas obtidas com a terapia tradicional. Essa linha de pesquisa foi pioneira ao incluir pacientes com doença neurológica degenerativa e coletar evidências de uma amostra maior de indivíduos do que estudos anteriores que mediram apenas a pressão da língua nessa população clínica. Este fato concorda com outros estudos científicos (ADAMS *et al.*, 2013; MCKENNA *et al.*, 2017; SMAOUI; LANGRIDGE; STEELE, 2019) que estabelecem a carência de estudos sobre terapias de treinamento de pressão de língua na DP, semelhantes a esta pesquisa.

No presente estudo, os sujeitos com DP que realizaram um protocolo de exercícios de pressão de língua com IOPI apresentaram melhora significativa de 13,7 kPa (aumento de 38%) devido ao treinamento, suportado por um grande tamanho de efeito de 0,846. Em comparação, o GC revelou um ganho menor na pressão da língua, 4,03 kPa (um aumento de 12%), que embora fosse significativo dentro do grupo, o efeito do tamanho do treinamento com IOPI foi notavelmente grande quando comparados os dois grupos,  $d'$ Cohen = 2,128.

Esses resultados corroboram os obtidos em um estudo com 10 pacientes que possuíam AVC (ROBBINS *et al.*, 2007). Os autores referiram que a amostra apresentou um aumento médio de 16,2 kPa, iniciando em 35,6 kPa e terminando em 51,8 kPa ao final da oitava semana de treinamento, um aumento porcentual de 45% sobre a medida basal. No entanto, nesse grupo o maior aumento foi obtido durante as primeiras quatro semanas (66%), enquanto o restante (34%) foi obtido entre a quarta e a oitava semanas. Esse perfil de ganho foi diferente na presente pesquisa com sujeitos com DP, pois nela o ganho de melhora nas primeiras quatro semanas foi de 45% e os 55% restantes foram obtidos na segunda metade do treinamento.

Informação adicional foi proporcionada por um estudo posterior ao de Robbins *et al.* (2007), com um protocolo também de oito semanas de treino, aplicado em três sujeitos com AVC, que apresentaram melhoras na pressão lingual (YEATES; MOLFENTER; STEELE, 2008). Ressalta-se que os pacientes mais graves apresentaram maiores ganhos de pressão de língua após a quarta semana de treinamento, pois aqueles com gravidade leve experimentaram o maior ganho de pressão de língua durante as primeiras quatro semanas. Em outro estudo envolvendo pacientes com AVC (STEELE *et al.*, 2016), os mesmos foram distribuídos em dois grupos de sete sujeitos cada e utilizaram um protocolo diferente

de treino. Um grupo teve um protocolo baseado em terapia tradicional fazendo exercícios de deglutições de saliva com esforço e líquido tipo néctar, enquanto o outro grupo fez um treino de exercícios linguais isométricos. O ganho de 19 kPa e 20 kPa nos respectivos grupos não mostrou diferença significativa, mas acrescentou a evidência que o treino baseado em exercícios linguais isométricos pode melhorar a pressão na língua em sujeitos com AVC. Em estudo semelhante, com 30 sujeitos com AVC (KIM *et al.*, 2017), constatou-se que o grupo de 15 pacientes que utilizaram o protocolo de exercícios de pressão de língua durante quatro semanas apresentou maior diferença na pressão lingual de 9,2 kPa, enquanto o grupo com protocolo de exercícios tradicionais melhorou apenas 2,8 kPa.

Comparado com o relatado na literatura científica quando se utiliza um protocolo de exercício tradicional e outro com o uso de IOPI, em pacientes com AVC, neste estudo com DP houve de fato uma diferença importante e estatisticamente significativa, entre o uso de diferentes protocolos terapêuticos. O grupo de treinamento físico IOPI teve um aumento (14 kPa) três vezes maior do que o grupo de exercício tradicional (4kPa).

Um fato interessante nesta pesquisa é que a pressão da língua de sujeitos com DP sofreu aumento nos dois grupos, embora a do GE tenha sido maior e não tenha mostrado sinais de perda após o término do treinamento. Em relação a esta última característica, a ausência de efeito de destreino de quatro semanas ( $p = 0,582$ ) foi semelhante aos estudos anteriores com amostras de adultos saudáveis (OH, 2016) e pacientes disfágicos associados à radiação crônica (VAN DEN STEEN, 2019).

O fato de exercícios de pressão com o IOPI melhorarem a pressão de língua traz uma reflexão, pois o treinamento com pressão na DP tem sido clinicamente indicado como influenciador da performance muscular nesses pacientes afetando sinais próprios como discinesias (OLIVEIRA DE CAVALHO *et al.*, 2018), embora as evidências científicas tragam, sobretudo, exercícios aeróbios, equilíbrio e flexibilidade (CHERUP *et al.*, 2019).

Nesta pesquisa, os sujeitos com DP no GE mostraram ganho crescente de pressão ao longo das oito semanas de treinamento ( $F = 12,29$ ;  $p = 0,000$ ), o que também foi observado em um estudo de caso recente com DP envolvendo o treinamento da língua com efeito positivo na pressão da língua e na deglutição

(JENKS; PITTS, 2019). Além de pouca diferença observada por Unemoto *et al.* (2011) na pressão máxima de língua, com o aumento do grau de severidade da DP em 30 sujeitos nos níveis 2 e 4, nesta pesquisa constatou-se também que após o treinamento com IOPI, os sujeitos nos estágios 1 e 2 foram maiores, estatisticamente, que os dos estágios 3 e 4.

Uma explicação viável poderia ser encontrada na composição estrutural da língua, que segundo a literatura pertence a uma classe de órgãos conhecida como hidrostática. Órgãos estes em que a contração muscular gera e fornece o suporte esquelético para o movimento e a pressão. Além disso, um estudo anatômico propôs que a mioarquitetura da língua (com arranjos intrincados de fibras musculares) forma a base estrutural para deformação hidrostática e ações motoras que são diferentes daquelas em músculos estriados esqueléticos, como nos membros do resto do corpo (GILBERT; NAPADOW; GAIGE, 2007). Isso poderia fornecer uma melhor compreensão de motivo pelo qual os indivíduos com DP do presente estudo reagiram de forma positiva ao programa de fortalecimento da língua. O fato de que até mesmo o GC experimentou uma leve melhora na pressão da língua apoia a noção de que, apesar da progressão patológica degenerativa da fraqueza corporal no DP, o funcionamento da língua se assemelha, embora de maneira menos eficaz, ao funcionamento do sujeito normal. Em indivíduos saudáveis (STAL *et al.*, 2003), a constituição muscular da língua apresenta predominantemente fibras do tipo II em sua porção anterior (71%), permitindo maior geração de pressão e velocidade dos movimentos embora sejam passíveis de fadiga. Já a porção médio-posterior da língua apresenta o percentual das fibras tipo I ultrapassando 66% e caracteriza-se por gerar movimentos lentos, mas com maior resistência à fadiga.

Devido à inexistência de dados na literatura sobre os protocolos de pressão de carga utilizados para pressão de língua em pacientes com DP, entendeu-se que o incremento semanal de 5% proposto nesta pesquisa foi adequado para monitorar a tolerância e a viabilidade do treinamento. A maioria dos experimentos com AVC propõe uma carga de pressão de 80% 1RM (MCKENNA *et al.*, 2017). Na presente pesquisa, considerou-se temerária essa proposição inicial, considerando a natureza neurológica dos sujeitos com DP. Além disso, a magnitude do efeito do treinamento com o IOPI foi maior e, embora a pressão alvo dos exercícios fosse aumentada 5%

1 RM semanalmente, os pacientes não demonstraram queixas de cansaço ou fadiga mesmo quando a carga atingiu 90% da máxima pressão isométrica ao final do tratamento.

Nessa mesma linha de raciocínio, um estudo da pressão da língua com adultos idosos saudáveis (VAN DEN STEEN *et al.*, 2019) não encontrou sinais indicativos de uso excessivo, como diminuição função ou dor relatada pelos participantes, ao contrário do sugerido pelas diretrizes gerais sobre treinamento de pressão. Após um treinamento de oito semanas, os sujeitos que treinaram a 100% 1RM aumentaram 64% a pressão da língua e aqueles com 80% 1RM e 60% 1 RM de carga aumentaram a pressão da língua em 60% e 54%, respectivamente.

Para este achado na presente pesquisa, dois elementos poderiam ser considerados. O primeiro foi apresentado por Solomon (2006) que estabeleceu que em sujeitos com DP a recuperação muscular da língua precisa seis segundos em um esquema de exercícios de pressão isométrica, além da dificuldade para alcançar a pressão igual ao 70% 1RM da pressão máxima somente é evidenciada após uma série de 60 exercícios continuados. O protocolo utilizado na presente pesquisa, pelo GE, incluiu 120 segundos entre cada exercício de língua pressionando o bulbo contra o palato. Esta quantidade de tempo poderia ter evitado o cansaço que, ao mesmo tempo, permitia que os sujeitos completassem o protocolo. Um segundo elemento (KOSHI *et al.*, 2020) que contribuiu para a compreensão do que foi encontrado nesta pesquisa foi que quando uma elevação repetitiva de língua é exercida por tempo prolongado, ou com carga crescente, as fibras tipo II da porção anterior da língua, de contração rápidas, podem requerer a contribuição das fibras do tipo I da região médio-posterior da língua que são mais resistentes à fadiga, podendo recrutar até a participação dos músculos supra-hióides. Isso pode ter ocorrido no GC, uma vez que o protocolo com exercícios tradicionais com menos demanda de pressão não exigia tal acomodação motora, podendo levar a um pequeno incremento de 4 kPa ao final do treinamento.

Sobre esta arquitetura muscular da língua durante uma pressão maior contra o palato, Palmer *et al.* (2008) relataram que dos músculos supra-hióides, o milo-hióideo e o ventre anterior do digástrico são, em conjunto aos músculos intrínsecos da língua, os maiores responsáveis na geração da pressão na língua. Isso foi corroborado por um estudo utilizando EMGs (FUKUOKA *et al.*, 2010) que examinou



a atividade muscular dos músculos supra-hióides durante diferentes exercícios, e encontrou que o movimento de pressão máxima da língua gerou a maior atividade muscular em todos eles. Esse estudo estabeleceu que a geração de pressão na língua pode levar, não apenas ao fortalecimento dos músculos intrínsecos da língua, mas também ao fortalecimento dos músculos supra-hióides.

Neste estudo, a contribuição acima mencionada dos músculos supra-hióides que poderia ter ajudado o GE a obter maior pressão da língua é, de alguma forma, validada pelas diferenças observadas nas medições eletromiográficas entre os grupos ao final do programa de treinamento. Os resultados mostraram modificações estatisticamente significativas nas variáveis eletromiográficas ( $F(3) = 5,351$ ;  $p = 0,02$ ), com tamanho de efeito  $d'$ Cohen = 6,33 grande. A avaliação da atividade elétrica dos músculos supra-hióides ajudou a visualizar que mudanças subjacentes estavam ocorrendo, como as da reorganização da ação muscular proposta por Koshi *et al.* (2020). De fato, o pequeno ganho de pressão da língua no GC foi correlacionado com aumentos sutis e regulares não superiores a 10,3% nos supra-hióides direitos e esquerdos ao longo do programa de treinamento. Embora com um padrão diferente, a atividade elétrica dos músculos supra-hióides no GE exibiu maiores mudanças (até 49%) ao longo do treinamento. Ao contrário da regularidade de ganho no GC, no GE houve uma mudança de padrão, por volta da quarta semana de treinamento, quando a regularidade do aumento da atividade elétrica dos supra-hióides direito e esquerdo modificou e o supra-hióide direito desenvolveu uma amplitude maior, atingindo 95,4 RMS contra 86,5 RMS do esquerdo, embora seus valores iniciais fossem 51,6 e 57,5 respectivamente. Esse comportamento foi estatisticamente significativo e ocorreu quando a carga de pressão dos exercícios IOPI foi fixada em 60% da pressão máxima inicial.

A resistência da língua pode ter um papel menos fisiológico na função oral normal (deglutição e mastigação) do que pressão da língua em pessoas saudáveis, conforme estabelecido por um dos primeiros estudos nesta área (CROW; SHIP, 1996). Os autores observaram naquela época, 48 segundos como sendo a média da resistência da língua para pessoas entre 60 e 85 anos de idade. Além disso, a resistência não parece mudar com a idade e nenhuma diferença de sexo na resistência foi demonstrada.

Neste estudo com DP, ambos os grupos tiveram mudanças na resistência, o

GE passou de uma média de 7,73 (95% CI: 6.29-9.17) para 17,00 segundos (95% CI: 14.83-19.16), enquanto o GC apresentou pequenas mudanças de 6,06 (95% CI: 5.36-6.77) para 9,06 segundos (95% CI: 8.27-9.85). Esta diferença foi estatisticamente significativa para o efeito do treinamento com IOPI ( $p = 0.000$ ) com uma grande magnitude do tamanho de efeito ( $d = 1.78$ ). Esses achados são únicos, uma vez que não há outra pesquisa que já tenha investigado as variações na resistência da língua no DP após um programa de exercícios de pressão, como foi reportado em três revisões sistemáticas da literatura (ADAMS *et al.*, 2013; MCKENNA *et al.*, 2017; SMAOUI; LANGRIDGE; STEELE, 2019).

Em relação ao nível de severidade, só o GE apresentou diferença significativa entre os sujeitos nos estágios da Escala Hoehn & Yard, uma vez que os pacientes do Nível 1 desenvolveram uma resistência lingual mais longa que aqueles no Nível 4. Além disso, os sujeitos que tiveram uma duração mais longa da doença mostraram menor aumento na resistência da língua, o que está de acordo com a afirmação de que a fraqueza e a dificuldade de manter a pressão estão relacionadas com o tempo que o paciente teve a condição clínica (UMEMOTO; FURUYA, 2020).

Em sujeitos com DP, a pressão da língua tem sido associada às queixas e alterações na deglutição. Estas podem influenciar os resultados encontrados na escala FOIS (AYRES *et al.*, 2017; PITTS; MORALES; STIERWALT, 2018) e no SWAL-QOL (ROBBINS *et al.*, 2007; JENKS; PITTS, 2019; DINIZ; DA SILVA; NÓBREGA, 2018; CHAN *et al.*, 2020). Os resultados obtidos nesta pesquisa mostraram que prévio ao treinamento lingual, os sujeitos com DP tinham uma ingestão oral entre os níveis 5 a 7 da escala FOIS. Após a oitava semana, o GE apresentou diferença estatisticamente significativa ( $p = 0,005$ ) em relação ao GC. Assim, o uso do IOPI teve um efeito em fazer com que os 36,7% iniciais no estágio 5 diminuíssem para 6,7% enquanto os 50% no estágio 6 passassem a 73,3%, da mesma forma que os 13,3% no estágio 7 subiram para 20%. No GC, apenas dois sujeitos mudaram de condição ao subir do estágio 5 para o estágio 6. Evoluções semelhantes foram encontradas em estudos com AVC e DP. Aoki *et al.* (2015) descobriram que pacientes com AVC grave evoluíram do nível 2 para 5 na escala FOIS após seis semanas de treinamento de pressão da língua e Pitts *et al.* (2018) relataram uma variação do nível 5 para o nível 7 da FOIS em 28 pacientes com DP.

Em relação à percepção das dificuldades relacionadas à deglutição que

afetam a qualidade de vida dos pacientes com DP, esta pesquisa encontrou todas as dimensões do SWAL-QOL com escores diminuídos. Estes valores foram, em média, 15% mais baixos do que aqueles apresentados por um estudo semelhante com DP (CARNEIRO *et al.*, 2014), que mostrou que a duração da alimentação teve a pontuação mais baixa, seguida por frequência de sintomas, comunicação, fadiga, medo de se alimentar, sono e seleção de alimentos. As pontuações da maioria dos domínios foram menores em estágios posteriores da doença. A diferença pode ser explicada pelo fato de que os autores encontraram uma amostra concentrada em 50% nos estágios de gravidade 3 e 4, enquanto na presente pesquisa 68% dos sujeitos se encontravam em tais estágios. Adicionalmente, em um estudo com 24 sujeitos com DP (PITTS *et al.*, 2019) os autores descobriram que os escores mais baixos em deglutição foram encontrados como um fardo, medo de se alimentar, frequência de sintomas alimentares, duração da alimentação e desejo de se alimentar, concluindo que os escores gerais do SWAL-QOL ( $p = 0,043$ ) diminuíram na presença de disfunção da pressão lingual.

Nesta pesquisa, no início as dimensões de duração da alimentação e frequência de sintomas alimentares obtiveram as pontuações mais baixas, enquanto as atividades sociais e saúde mental obtiveram as maiores. Após a 8ª semana de treinamento de pressão lingual, o GE apresentou diferença estatisticamente significativa no SWAL-QOL em relação ao GC ( $F = 14,694$ ,  $p = 0,000$ ;  $\eta^2 = 0,340$ ;  $\beta = 0,998$ ). No GE, oito dimensões apresentaram diferenças estatisticamente significativas. As dimensões que, apesar de mostrar mudanças positivas, não alcançaram significância estatísticas foram comunicação, medo de se alimentar e fadiga. No GC, só a dimensão duração da alimentação evoluiu positiva e significativamente.

Pode-se então presumir que na presença de fraqueza lingual, um protocolo de pressão da língua como o usado pelo GE pode representar mudanças clinicamente relevantes nos comportamentos alimentares que influenciam a qualidade de vida associada à deglutição em sujeitos com DP.

É interessante salientar que vários participantes relataram a percepção de que sentiam um melhor funcionamento da musculatura oral e uma melhora em outras funções como a fala que foi observada inclusive por parentes próximos. Isso traz à tona os conceitos clínicos de pressão de língua em relação à fala,

mencionados nos primeiros estudos de Robbins (1995). Portanto, esse aspecto provavelmente deveria ser controlado e considerado em pesquisas futuras com DP.

## **7. CONCLUSÃO GERAL**

Nesta pesquisa, envolvendo sujeitos com DP em diferentes níveis de severidade, de ambos os sexos, com idade entre 52 a 87 anos, os valores de pressão e resistência lingual estavam diminuídos em comparação aos níveis apresentados por sujeitos saudáveis da literatura e apresentaram influência significativa desses valores sobre a qualidade de vida relacionada à deglutição. O treinamento de pressão lingual com o IOPI mostrou maior ganho na pressão lingual que aqueles sujeitos que receberam apenas a terapia convencional. As medições com EMGs auxiliaram as análises e compreensão das mudanças na pressão lingual e as variações da atividade elétrica dos músculos supra-hióides. O protocolo experimental, além de produzir um aumento significativamente estatístico na pressão de língua, apresentou efeitos positivos na qualidade de vida relacionada à deglutição. A possibilidade de potencializar a pressão lingual em sujeitos com DP abre uma nova dimensão de estudo sobre as contribuições que esses ganhos trazem para as atividades funcionais em que a língua está envolvida.

## REFERÊNCIAS

ADAMS, V. A. *et al.* Systematic Review and Meta-analysis of Measurements of Tongue and Hand Strength and Endurance Using the Iowa Oral Performance Instrument (IOPI). **Dysphagia** v.28, p.350–369, 2013.

AOKI, Y. *et al.* The effect of tongue pressure strengthening exercise for dysphagic Patients. **Jpn J Compr Rehabil Sci.** vol 6, p.129-136, 2015.

ARSIAN S. Effect of Submental surface electrical stimulation on swallowing kinematic in healthy adults: An error-based learning paradigm. **Am J Speech Language Pathol.** v.1, p.10, 2018.

AYRES A. *et al.* Benefit from the Chin-Down Maneuver in the Swallowing Performance and Self-Perception of Parkinson's Disease Patients. **Parkinsons Dis.** v.7460343, 2017.

BAIJENS, L. *et al.* Swallowing in Parkinson Patients versus Healthy Controls: Reliability of Measurements in Videofluoroscopy. **Gastroenterol Res Pract.** v. 2011, p. 1-9, 2011.

BAKKE, M. Orofacial function and oral health in patients with Parkinson's disease. **Eur J Oral Sci.** v.119, p.27-32, 2011.

BARTUZI P, TOKARSKI T, ROMAN-LIU D. The effect of the fatty tissue on EMG signal in young women. **Acta Bioeng Biomech.** v.12, p.87–92, 2010.

BERRETIN-FELIX, G.; SILVA, M.M.A.; MITUUTI, C.T. Terapia fonoaudiológica em deglutição. In: Marchesan, I.Q., Silca, H.J., Berretin-Felix, G. **Terapia Fonoaudiológica em motricidade orofacial.** Sao José dos Campos: Pulso, 2012. p. 147-162.

BRADLEY, W. *et al.* **Neurología clínica: diagnóstico y tratamiento.** Madrid: Elsevier, 24-35, 2006.

CACABELOS, R. Parkinson's Disease: From Pathogenesis to Pharmacogenomics. **Int J Mol Sci.** v.18, n.3, p.555, 2017.

CARNEIRO, D. *et al.* Quality of life related to swallowing in Parkinson's disease. **Dysphagia.** v. 29, n.5, p.578-82, 2014.

CERRI, S., MUS, L., BLANDINI, F. Parkinson's Disease in Women and Men: What's the Difference? **J Parkinsons Dis.** v.9, n.3, p.501, 2019.

CHAN, H. *et al.* Swallowing-related quality of life among oral-feeding Chinese patients with Parkinson's disease - a preliminary study using Chinese SWAL-QOL. **Disabil Rehabil.** v.24, p.1-7, 2020.

CHERUP N.P. *et al.* Power vs strength training to improve muscular strength, power, balance and functional movement in individuals diagnosed with Parkinson's disease. **Exp Gerontol.** v.128 p.110740, 2019.

CICHERO, J. *et al.* Development of international terminology and definitions for texture-modified foods and thickened fluids used in dysphagia management: the IDDSI framework. **Dysphagia.** v.32, n.2, p.293- 314, 2017.

CLARK, H.M. Specificity of training in the lingual musculature. **J Speech Lang Hear Res.**v.55, n.2, p.657–67, 2012.

CLARK, H.M.; SOLOMON, N.P. Age and sex differences in orofacial strength. **Dysphagia.** v.27, n.1, p.2-9, 2012.

CRARY, M.; MANN, G.; GROHER, M. Initial psychometric assessment of a functional oral intake scale for dysphagia in stroke patients. **Arch Phys Med Rehabil,** v.86, n.8, p.1516–1520, 2005.

CROW, H. C.; SHIP, J. A. Tongue strength and endurance in different aged individuals. **J Gerontol,** v.51, n.5, p.247–250, 1996.

DA SILVA, H.J. **Protocolos de Eletromiografia de Superfície em Fonoaudiologia.** Pró Fono. Barueri. p. 57-66, 2013.

DE LUCA, C.J. Surface electromyography: Detection and recording. **DeSys Incorporated.** v.10, n.2, p.1-10, 2002

DORSEY, E. *et al.* The Emerging Evidence of the Parkinson Pandemic. **J Parkinsons Dis.** v..8, p.S3-S8, 2018.

DOS REIS, V. *et al.* Correlation between tongue pressure and electrical activity of the suprahyoid muscles. **Rev CEFAC.** v.19, n.6, p.792-800, 2017.

DUFFY, J. **Motor speech disorders: substrates, differential diagnosis, and management.** St. Louis, Mo. 24-45. Elsevier Mosby, 2013.

FAHN, S.; SULZER D. Neurodegeneration and Neuroprotection in Parkinson Disease. **NeuroRX**. v.1, n1, p.139-154, 2004.

FERRADA, N. Análisis del cumplimiento de la atención fonoaudiológica de la guía clínica GES, en pacientes con enfermedad de Parkinson en centros de atención primaria de salud de Talca. **Rev. chil. neuro-psiquiatr**. v.51, n.2, 2013.

FOLSTEIN, M.F.; FOLSTEIN, S.E.; MCHUGH, P.R. Mini-mental state. A practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. **J Psychiatr Res**. v.12, n.3, p.189-198, 1975.

FREITAS, A. Relationship between perception of tongue position and measures of tongue force on the teeth. **Jornal CoDAS**. v.28, n.5, 2016.

FUKUOKA T. *et al.* Relationship between isometric lingual exercise and electromyographic activity of suprahyoid muscles—Isometric lingual exercise can strengthen suprahyoid muscles—. **Jibiinkoka**, v.56, p.207-14, 2010.

FUKUOKA, T. *et al.* Tongue Pressure Measurement and Videofluoroscopic Study of Swallowing in Patients with Parkinson's Disease. **Dysphagia**. v.34, p.80-88, 2019.

FURLAN, R.; REZENDE, B.; MOTTA, A. Comparison of the electric activity of the suprahyoid muscles during different lingual exercises. **Audiol Commun Res**. v.20, n.3, p.203-9, 2015.

GBD Parkinson Disease Collaborators. Global, regional, and national burden of Parkinson's disease, 1990-2016: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2016. **Lancet Neurol**, v.17, p.939-53, 2018.

GENARO, K. *et al.* Avaliação miofuncional orofacial – Protocolo MBGR. **Rev. CEFAC**. v.11, n.2, p.237-255, 2009.

GEORGIEV D., HAMBERG K., HARIZ M. Gender differences in Parkinson's disease: A clinical perspective. **Acta Neurol Scand**. v.136, n.6, p.570-584, 2017.

GILBERT R.J.; NAPADOW V.J.; GAIGE T.A. Anatomical basis of lingual hydrostatic deformation. **J Exp Biol**. v.210, n.23, p.4069-82, 2007.

GINGRICH, L. Lingual Propulsive Pressures Across Consistencies Generated by the Anteromedian and Posteromedian Tongue by Healthy Young Adults. **J Speech Lang Hear Res**. v.55, p.960–972, 2012.

GONZÁLEZ, R.; BEVILAQUA, J. Disfagia en el paciente neurológico. **Rev Hosp Clín Univ Chile**. V. 20, p. 252 – 262, 2009.

HAYES M. T. Parkinson's Disease and Parkinsonism. **Am J Med**. v.132, n.7, p.802–807, 2019.

HOEHN M.M.; YAHR M.D. Parkinsonism: Onset, progression and mortality. **Neurology**. v.17, p.427–442, 1967.

HORI, K. et al. Role of tongue pressure production in oropharyngeal swallow biomechanics. **Physiol Rep**. v. 6, e00167, 2013.

ICAZA, M.G.; ALBALA, C.. Minimental State Examination: Análisis estadístico del estudio de demencia en Chile para validar una versión abreviada. Investigaciones en Salud Pública: Documentos Técnicos, publicado por la Organización Panamericana de la Salud, Washington, D.C, 1999.

IOPI Medical LCC. Iowa Oral Performance Instrument: User's manual. 2017.

JANKOVIC, J.; TAN. E.K. Parkinson's disease: etiopathogenesis and treatment. **J Neurol Neurosurg Psychiatry**. v.91, n.8, p.795-808, 2020.

JENKS, J.; PITTS, L.L. Effects of an Intensive Exercise-Based Swallowing Program for Persons With Parkinson's Disease and Complex Medical History: A Single-Case Experiment. **Am J Speech Lang Pathol** v.9, n.28, p.1268-1274, 2019.

KAYS, S.; ROBBINS, J. Effects of sensorimotor exercise on swallowing outcomes relative to age and age-related disease. **Semin Speech Lang**. 2006 v.27, n.4, p.245-59, 2006.

KIM, H.D. *et al.* Tongue-to-palate resistance training improves tongue strength and oropharyngeal swallowing function in subacute stroke survivors with dysphagia. **J Oral Rehabil**. v.44, n.1, p.59-64, 2017.

KOSHI, N. *et al.* Properties of hyoid muscle contraction during tongue lift measurement. **J Oral Rehabil** v.47, p.332-338, 2020.

KRAEMER, W.J. *et al.* Progression models in resistance training for healthy adults. American College of Sports Medicine position stand. **Med Sci Sports Exerc** v. 34, p.364–380, 2002.

LAZARUS C. *et al.* Effects of two types of tongue strengthening exercises in young normals. **Folia Phoniatr Logop**, v.55, p.199-205, 2003.



LENIUS, K. The relationship between lingual-palatal pressures and suprahióide surface electromyographic signals. **J Oral Rehabil**, v.36, n.2, p.118-24, 2009.

LEONARD, R. **Disphagia Assessment and Treatment Planning. A team Approach**. Prural Publishing. 20-28. Inc. San Diego. USA, 2014.

LEVINE, C.; FAHRBACH, K. Diagnosis and Treatment of Parkinson's Disease: A Systematic Review of the Literature. Evidence Report/Technology Assessment: Number 57. AHRQ Publication Number 03-E039. Agency for Healthcare Research and Quality, Rockville, MD, 2003.

LIM, A. A Pilot Study of Respiration and Swallowing Integration in Parkinson's Disease: "On" and "Off" Levodopa. **Dysphagia**; New York Tomo 23, N.º 1. 12-32, 2008.

LOGEMANN, J. **Evaluation and treatment of swallowing disorders**. 24-40. Dallas: Pro-Ed. Inc., 1998.

MCHORNEY C. *et al.* The SWAL-QOL and SWAL-CARE outcomes tool for oropharyngeal dysphagia in adults: III. Documentation of reliability and validity. **Dysphagia**, v. 17, p.7–114, 2002.

MCKENNA, V.S *et al.* A Systematic Review of Isometric Lingual Strength-Training Programs in Adults With and Without Dysphagia. **Am. J. Speech-Language Pathol.** vol. 26, p. 524–539, 2017.

MARCHESAN, I. **Fundamentos de fonoaudiología, aspectos clínicos de la motricidad oral**. Editorial médica Panamericana. 12-21, 2002.

MARJAMA-LYONS, J., W. KOLLER. Parkinson's disease, Update in diagnosis and symptom management. **Geriatrics**, v.56, n.8, p.24 – 35, 2001.

MELO, A.; MONTEIRO, L. Swallowing improvement after levodopa treatment in idiopathic Parkinson's disease: Lack of evidence. **Parkinsonism Relat Disord**, v.19, n.3, p.279-81, 2013.

MINAGI, Y. *et al.* Relationships between dysphagia and tongue pressure during swallowing in Parkinson's disease patients. **J Oral Rehabil**, v.45, n.6, p.459-466, 2018.

MINSAL, MINISTERIO DE SALUD. Guía Clínica Enfermedad de Parkinson. 6-33, 2010.

MINSAL, MINISTERIO DE SALUD. Informe de Evaluación Científica Basada en la Evidencia Disponible Enfermedad de Parkinson. Santiago. p.13-22, 2017.

MOON, J. *et al.* 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** v.41, p.204-210, 2018.

MURRY, T.; CARRAU, T. **Clinical management of swallowing disorders**. 12-27. Plural Publishing, 2006.

MUSTO, F. Standardized surface electromyography allows effective submental muscles assessment. **J Electromyogr Kinesiol**. v.34. p.1–5, 2017.

NAMASIVANYAM-MACDONALD, A.M. Effects of Tongue Strength Training on Mealtime Function in Long-Term Care **Am J Speech Lang Pathol**. v.26, n.4, p.1213-1224, 2017.

NETTER, F.; JONES, H.; DIGLE, R. **Sistema nervioso: ilustraciones sobre fisiopatología, anatomopatología, hallazgos y tratamientos clínicos**. Barcelona: Masson. p.98-116, 1999.

NÓBREGA, A. Levodopa treatment in Parkinson's disease: How does it affect dysphagia management? **Parkinsonism Relat Disord**. v.20, p.340-341, 2014.

O'DAY, C. *et al.* Repeated tongue and hand strength measurements in normal adults and individuals with Parkinson's disease. **Int J Orofacial Myology**. v.31, p.15-25, 2005.

OH, D.H. *et al.* Differences in maximal isometric tongue strength and endurance of healthy young vs. older adults. **J Phys Ther Sci**. v.28, n.3, p. 854-856, 2016.

OH, J.C. A pilot study of head extension swallowing exercise; New method for strengthening swallowing-related muscle activity. **Dysphagia**, v.31, n.5, p.680–686, 2016.

OLIVEIRA DE CARVALHO A. *et al.* Physical Exercise For Parkinson's Disease: Clinical And Experimental **Evidence**. **Clin Pract Epidemiol Ment Health**. v.30, n.14, p.89-98, 2018

PALERMO, S. *et al.* Phonoaudiological assessment and intervention in Parkinson's disease. Clinical-epidemiological analysis of 32 patients. **Rev Bras Neurol**, v.45, n.4, p.17-24, 2009.

PALMER, P.M. *et al.* Quantitative contributions of the muscles of the tongue, floor-of-mouth, jaw, and velum to tongue-to-palate pressure generation. **J Speech Lang Hear Res**. v.51, n.4, p.828–35, 2008.

PARK, J. Effect of tongue strength training using the Iowa Oral Performance Instrument in stroke patients with dysphagia. **J. Phys. Ther. Sci.** v.27, p.3631–3634, 2015.

PARK, J.S. *et al.* Differences in orofacial muscle strength according to age and sex in East Asian healthy adults. **Am J Phys Med Rehabil** v.94, p.677-686, 2015.

PARK, T. Effects of tongue pressing effortful swallow in older healthy individuals. **A Arch Gerontol Geriatr**. v.66, p.127-133, 2016.

PITTS, L.; MORALES, S.; STIERWALT, J.A.G. Pressure as a Clinical Indicator of Swallowing Function in Parkinson's Disease. **J Speech Lang Hear Res**. v.61, p.257-265, 2018

PITTS, L. *et al.* Lingual Pressure Dysfunction Contributes to Reduced Swallowing-Related Quality of Life in Parkinson's Disease. **J Speech Lang Hear Res** v.62, p.2671-2679, 2019.

RAHAL, A. **Electromiografia de superficie na terapia miofuncional..** 53-59. Pulso Editorial Ltda. Sao José dos Campos-SP, 2014.

REYES, A. *et al.* Surface electromyograph activity of submental muscles during swallowing and expiratory muscle training tasks in Huntington's disease patients. **J Electromyogr Kinesiol..** v.24, p.153–158, 2014.

RIZEK, P. Age Effects on Lingual Pressure Generation as a Risk Factor for Dysphagia. **Canadian Medical Association Journal**. v.16, n.188, 2016.

ROBBINS, J. *et al.* Age Effects on Lingual Pressure Generation as a Risk Factor for Dysphagia. **J Gerontol A Biol Sci Med Sci**. v. 50A, n.5, p.257-262, 1995.

ROBBINS, J. *et al.* The effects of lingual exercise in stroke patients with dysphagia. **Arch Phys Med Rehabil**. v.88, n.2, p.150-8, 2007.

ROBINOVITCH, S.N. A tongue force measurement system for the assessment of oral-phase swallowing disorders. **Arch Phys Med Rehabil** v.72, p.38–42, 1991.

ROUVIERE, H.; DELMAS, A. **Anatomía humana descriptiva, topográfica y funcional**. 11. ed. Masson, 2005. Cap 8, p. 423-448.

Sample Size Calculator GRANMO Version 7.0  
(<https://www.imim.cat/ofertadeserveis/software-public/granmo/>), 2012.

SANTANDER P. et al. Intraoral pressure patterns during swallowing. **Eur Arch Otorhinolaryngol**. vol. 270, n.3, p.1019-25, 2013.

SATO E. *et al.* Detecting signs of dysphagia in patients with Alzheimer's disease with oral feeding in daily life. **Geriatr Gerontol Int**. v. 3, p. 549-55, 2014.

SENADIS. Encuesta nacional de discapacidad. Endisc II. Servicio Nacional de la Discapacidad. 20-32, 2016.

SENIAM. Seniam.org. Disponível em <http://www.seniam.org>. Acesso em: 12 jun. 2018.

SILVA, H. J. **Protocolos de electromiografía de superficie em Fonoaudiología** Barueri, São Paulo, Brasil: Pró-fono, 2013.

SHAKER R., et al. Pressure-flow dynamics of the oral phase of swallowing. **Dysphagia**. v.3, n.2, p.79-84,1988.

SMAOUI, S.; LANGRIDGE, A.; STEELE, C.M. The Effect of Lingual Resistance Training Interventions on Adult Swallow Function: A Systematic Review. **Dysphagia**. v.35, p. 745-761, 2020.

SOLOMON, N.P. *et al.* Tongue strength and endurance in mild to moderate Parkinson's disease. **J Med Speech Lang Pathol**. v.3, n.1, p.15–26, 1995.

SOLOMON, N.P.; ROBIN, D. A.; LUSCHEI, E. S. Strength, endurance, and stability of the tongue and hand in Parkinson Disease. **J Speech Lang Hear Res**, v.43, n.1, p15-19, 2000.

SOLOMON, N.P. What is orofacial fatigue and how does it affect function for swallowing and speech? **Semin Speech Lang**. v.27, n.4, p.268-82, 2006.

STÅL P. *et al.* Fibre composition of human intrinsic tongue muscles. **Cells Tissues Organs**. v.173, n.3, p.147-61, 2003.

STEELE, C. *et al.* Outcomes of tongue-pressure strength and accuracy training for dysphagia following acquired brain injury. **Int J Speech Lang Pathol**, v.15, n.5, p.492–502, 2013.

STEELE, C. *et al.* A randomized trial comparing two tongue-pressure resistance training protocol for post-stroke dysphagia. **Dysphagia**. v.31, n.3, p.452–461, 2016.

STIERWALT, C.; CLARK, H. Measures of tongue function and oral phase dysphagia. Poster session presented at the annual meeting of **the American Speech-Language-Hearing Association**, Atlanta, GA, 2002.

STIERWALT, J.A.; YOUMANS, S.R. Tongue measures in individuals with normal and impaired swallowing. **Am J Speech Lang Pathol**. v.16, p.148-156, 2007.

SURA, L. *et al.* Dysphagia in the elderly: management and nutritional considerations. **Clin Interv Aging**, v.7, p. 287-98, 2012.

SUTTRUP, L.; WARNECKE, T. Dysphagia in Parkinson's Disease. **Dysphagia**. v.31, n.1, p.24-32, 2016.

SUTTON J. Dysphagia in Parkinson's disease is responsive to levodopa. **Parkinsonism Relat Disord** v.19, p. 282-284, 2013.

SUZUKI, H. *et al.* Avaliação clínica e videofluoroscópica de paciente com distúrbios da deglutição: estudo comparativo em dois grupos etários: adultos e idosos. **Arq. Gastroenterologia**, v.43, n3, p.201-205, 2006.

TOLEDO-RODRIGUEZ, L. *et al.* Calidad de vida en pacientes con disfagia neurogénica. **Rev. chil. neuro-psiquiatr**. v. 57, n. 3, p. 201-206, 2019.

UMEMOTO, G. *et al.* Impaired food transportation in Parkinson's disease related to lingual bradykinesia. **Dysphagia**, v. 26, n.3, p. 250-255, 2011.

UMEMOTO G.; FURUYA H. Management of Dysphagia in Patients with Parkinson's Disease and Related Disorders. **Intern Med**. v.59, n.1, p.7-14, 2020.

VANDERWEGEN, J. *et al.* The influence of age, sex, bulb position, visual feedback, and the order of testing on maximum anterior and posterior tongue strength and endurance in healthy belgian adults. **Dysphagia**. v.28, p.159–166, 2013.

VAN DEN STEEN, L. *et al.* Tongue-Strengthening Exercises in Healthy Older Adults: Does Exercise Load Matter? A Randomized Controlled Trial. **Dysphagia**. v. 34, n.3, p.315-324, 2019.

VINOTH K. A simple bedside test to assess the swallowing dysfunction in Parkinson's disease. **Ann Indian Acad Neurol**,v.17, p.62-5, 2014.

WATTS, C.R. Measurement of hyolaryngeal muscle activation using surface electromyography for comparison of two rehabilitative dysphagia exercises. **Arch Phys Med Rehabil**, v.94, n.12, p.2542-8, 2013.

WARNECKE, T. Levodopa responsiveness of dysphagia in advanced Parkinson's disease and reliability testing of the FEES-Levodopa-test **Parkinsonism Relat Disord**, v 28, n.100-106. 2016.

WAXMAN, D. Nutritional aspects and swallowing function of patients with Parkinson's disease. **Nutr Clin Pract** pp. 196-199, 1990.

WHEELER-HEGLAND, K. *et al.* Evidence-based systematic review Oropharyngeal dysphagia behavioral treatments Impact of dysphagia treatment on normal swallow function. **J Rehabil Res Dev**, v.46, n.2, p185–194, 2009.

WIRTH, R. *et al.* Oropharyngeal dysphagia in older persons – from pathophysiology to adequate intervention: A review and summary of an international expert meeting. **Clin Interv Aging**. v.11, n.1, p.189, 2016.

LIU, X.; LE, W. Profiling Non-motor Symptoms in Monogenic Parkinson's Disease. **Front Aging Neurosci**. v.12, p.591183, 2020.

XU, K. Effect of an intraoral appliance on tongue pressure measured by force exerted during swallowing. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**. V.149, n.1. p.55-61, 2015.

YEATES E.M; MOLFENTER, S.M; STEELE C.M. Improvements in tongue strength and pressure-generation precision following a tongue pressure training protocol in older individuals with dysphagia: three case reports. **Clin Interv Aging**. v.3, n.4, p.735, 2008.

YOUMANS S.R.; YOUMANS G.L.; STIERWALT J.A. Differences in tongue strength across age and gender: is there a diminished strength reserve? **Dysphagia**, v.24, n.1, p.57–65, 2009.

YOON, W.L. Chin tuck against resistance (CTAR): new method for enhancing suprahyoid muscle activity using a shaker-type exercise. **Dysphagia**, v.29, n.2, p.243-8, 2014.

YOSHIDA, M. *et al.* Comparison of surface electromyographic (sEMG) activity of suprahióide muscles between the head lift and tongue press exercises as a therapeutic exercise for pharyngeal dysphagia. **Gerontology**, v.24, n.2, p.111-6, 2007.

## APÊNDICES



## APÊNDICE A - CONSENTIMIENTO INFORMADO LIBRE Y ACLARADO

**Título del estudio:** Efectos de un programa de fuerza y resistencia de la lengua mediante el uso de lopi en sujetos con Enfermedad de Parkinson

**Investigador responsable:** Angela Bussanello, Renata Mancopes y Exequiel Plaza T

**Institución/Departamento:** Departamento de Distúrbios da Comunicação Humana

**Teléfono y dirección:** (55) 3220-8659. Avenida Roraima, 1000, prédio 26, 4º andar - sala 1434. CEP 97105-900 - Santa Maria - RS.

**Local de recolección de datos:** Clínica de Fonoaudiología calle Lircay S/n. Talca  
Teléfono: 71-2201632. Universidade de Talca, Chile.

Angela Busanello-Stella, Renata Mancopes, e Exequiel Plaza T., responsable por la investigación “Efectos de un programa de fuerza y resistencia de la lengua mediante el uso de lopi en sujetos con Enfermedad de Parkinson”, le invito a participar como voluntario de este estudio. Esta investigación pretende Determinar los efectos de un programa de ejercicios de fuerza da musculatura lingual en personas con Enfermedad de Parkinson.

Creemos esta es importante porque permitirá generar conocimiento como base para la intervención fonoaudiológica de los sujetos con enfermedad de Parkinson. Para su realización se llevará a cabo lo siguiente: Un programa de entrenamiento que consiste en realizar un plan de ejercicios de fuerza muscular lingual con 60 repeticiones 3 días a la semana en días no consecutivos. Cada sesión durará aproximadamente 60 minutos; la duración total del entrenamiento será de 8 semanas. Esto será hecho usando un instrumento de medición de fuerza lingual llamado IOPI y un registro electromiográfico será hecho en cada sesión de control.

. Su participación constará de participar de la ejecución del programa ya descrito asistiendo a todas las sesiones de entrenamiento mencionadas.

Es posible que sucedan las siguientes molestias o riesgos como: Cansancio de la lengua y sensación de cuerpo extraño en la boca. Los beneficios que esperamos como estudio son:

Contribuir a los sujetos con enfermedad de Parkinson por medio de conocimiento actualizado y validado de alternativas terapéuticas que mejoren su desempeño en la deglución.

Es importante aclarar que, en caso que usted decida no participar, existen otros tipos de tratamientos, o procedimiento alternativo, indicados para su caso.

Durante todo el período de la investigación usted tendrá la posibilidad de consultar cualquiera duda o pedir cualquiera otra aclaración. Para eso, entre en contacto con alguno de los investigadores o el Comité de Ética en Investigación.

En caso de algún problema relacionado con la investigación, usted tendrá derecho a asistencia e información gratuita que será dada por el investigador o su equipo en la Clínica de Fonoaudiología de Universidad de Talca, localizada en calle Lircay S/n. Talca Teléfono: 71-2201632.

Usted tiene garantizada la posibilidad de no aceptar participar o de retirar su permiso en cualquier momento, sin ningún tipo de perjuicio por su decisión.

Las informaciones de esta investigación serán confidenciales y podrán ser divulgadas, sólo en eventos o publicaciones, sin la identificación de los voluntarios, a no ser entre los responsables del estudio, siendo asegurada la confidencialidad sobre su participación. También serán utilizadas imágenes.

Los gastos necesarios para a su participación en la investigación serán asumidos por el investigador. Queda también garantizada indemnización en casos de daños comprobables derivados de la participación en la investigación.

## AUTORIZACIÓN

Yo, \_\_\_\_\_, luego de leer o escuchar la lectura de este documento y haber tenido la oportunidad de conversar con el investigador responsable para aclarar todas mis dudas, estoy suficientemente informado, quedando claro que mi participación es voluntaria y que puedo retirar este consentimiento en cualquier momento sin penalización o pérdida de cualquier beneficio. Estoy conciente también de los objetivos de la investigación, los procedimientos a los cuales seré sometido, los posibles daños o riesgos y de la garantía de confidencialidad. Mediante lo expuesto y de espontánea voluntad, expreso mi acuerdo en participar de este estudio y firmo este término en dos copias, una de las cuales me es entregada.

\_\_\_\_\_  
Firma del Voluntario

\_\_\_\_\_  
Firma de la orientadora responsable por la obtención del TCLE

\_\_\_\_\_  
Firma de la co-orientadora responsable por la obtención del TCLE

\_\_\_\_\_  
Firma del Investigador responsable por la obtención del TCLE

Local, Clínica Fonoaudiología Universidad de Talca

=====

## APÊNDICE B - Anamnese elaborada para o estudo

### Protocolo de Anamnese.

1. DADOS PERSONAIS	
Nome:	
Edade:	Rut:
Data de nascimento:	
Data de enchimento:	Data Avaliação
Enderesso:	Telefone:

2. ANTECEDENTES CLÍNICOS	
Peso:	Altura:
Dor facial:	Possibilidade de acessar o Centro Clínico:
Si:	No: Quantas vezes por semana?
<p>2 . Antecedentes Clínicos Tabaco: ____/diarios Alcohol: frec. ____ Drogas: frec. ____ HTA ____ años de evolución Diabetes Tipo I II ____ años evolución Enf. Cardíaca Enf. Respiratoria ____ TEC Trast. Metabólico Epilepsia Trast. Psiquiátrico ACV Tras. Motor Forma de desplazamiento: independiente ____ dependiente ____ Tras. Sensorial: visión audición gusto olfato tacto equilibrio Ayudas técnicas: audífono lentes ópticos muletas silla de ruedas otra: _____ Tratamiento Odontológico: Si No ¿Cuál? _____</p> <p>Tratamento(s): _____</p> <p>Medicamento(s): Tempo e hora de medicação diaria.</p> <p>_____</p> <p>Médico(s) Tratante(s) u outros profissionais:</p> <p>_____</p> <p>Cirurgías: Si No ¿Quall? _____</p> <p>¿Quando? _____ Médico Tratante: _____</p> <p>Lugar: _____</p> <p>Exámenes TAC RM EEG Videofluoroscopia EMG Otros: _____</p>	
Dados a ser preenchidos pelo pesquisador do prontuário médico:	
Dg. Parkinson Etapa Hoehn Yahr Disfagia (Grau)	
- Score do Exame Mini Mental (MMSE abreviado maior a 13 pontos)	

## APÊNDICE C - Protocolo da avaliação eletromiográfica

(para ser usado em sessões de treinamento com o IOPI)

Adaptado do original de Silva (2013).

Identificación: \_\_\_\_\_

Evaluación Número: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

Aparato: \_\_\_\_\_ Ganancia: \_\_\_\_\_

Actividad eléctrica (EMGs)										
EVALUACIONES	Músculos Supra-hióides									
	Direito					Esquerdo				
	Intervalo (s)	Mínimo ( $\mu V$ )	Máximo ( $\mu V$ )	Promedio ( $\mu V$ )	Desvio Padrão ( $\mu V$ )	Intervalo (s)	Mínimo ( $\mu V$ )	Máximo ( $\mu V$ )	Promedio ( $\mu V$ )	Desvio Padrão ( $\mu V$ )
1 <sup>a</sup> .										
2 <sup>a</sup> .										
3 <sup>a</sup> .										
4 <sup>a</sup> .										

## APÊNDICE D - Posição de eletrodos

### Posicionamento dos eletrodos



## **ANEXOS**

## ANEXO A – Mini Mental Exame (MMSE)

### EVALUACIÓN COGNITIVA (MMSE)

(Folstein, et al., 1975. Modificado por Icaza, MG, Albala C. Mini-mental State Examination (MMSE): el estudio de demencias en Chile, OPS/OMS, 1999)

**Nombre:** \_\_\_\_\_

**Edad:** \_\_\_\_\_ **Fecha:** \_\_\_\_\_

**1. Por favor, dígame la fecha de hoy.** (Sondee el mes, el día del mes, el año y el día de la semana. Anote un punto por cada respuesta correcta.)

Mes \_\_\_\_\_

Día mes \_\_\_\_\_

Año \_\_\_\_\_

Día semana \_\_\_\_\_

Total: \_\_\_\_\_

**2. Ahora le voy a nombrar tres objetos. Después que se los diga, le voy a pedir que repita en voz alta los que recuerde, en cualquier orden. Recuerde los objetos porque se los voy a preguntar más adelante.**

*(Lea los nombres de los objetos lentamente y a ritmo constante, aproximadamente una palabra cada dos segundos. Si para algún objeto, la respuesta no es correcta, repita todos los objetos hasta que el entrevistado se los aprenda (máximo 5 repeticiones). Registre el número de repeticiones que debió leer. Anote un punto por cada objeto recordado en el primer intento.)*

Árbol \_\_\_\_\_

Mesa \_\_\_\_\_

Avión \_\_\_\_\_

Número de repeticiones: \_\_\_\_\_

Total: \_\_\_\_\_

**3. Ahora voy a decirle unos números y quiero que me los repita al revés: 1 3 5 7 9**

*(Al puntaje máximo de 5 se le reduce uno por cada número que no se mencione, o por cada número que se añada, o por cada número que se mencione fuera del orden indicado.)*

Respuesta Paciente:

Respuesta correcta: 97531

Total: \_\_\_\_\_

**4. Le voy a dar un papel. Tómelo con su mano derecha, dóblelo por la mitad con ambas manos y colóquelo sobre sus piernas.** (Entréguele el papel y anote un punto por cada acción realizada correctamente)

Toma papel \_\_\_\_\_



Dobla \_\_\_\_\_

Coloca \_\_\_\_\_

Total: \_\_\_\_\_

**5. Hace un momento le leí una serie de 3 palabras y Ud. repitió las que recordó. Por favor, dígame ahora cuáles recuerda.** (Anote un punto por cada objeto recordado.)

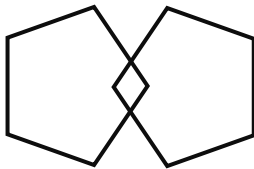
Árbol \_\_\_\_

Mesa \_\_\_\_

Avión \_\_\_\_

Total: \_\_\_\_\_

**6. Por favor copie este dibujo:** Muestre al entrevistado el dibujo con dos pentágonos cuya intersección es un cuadrilátero. El dibujo es correcto si los pentágonos se cruzan y forman un cuadrilátero. Anote un punto si el objeto está dibujado correcto.



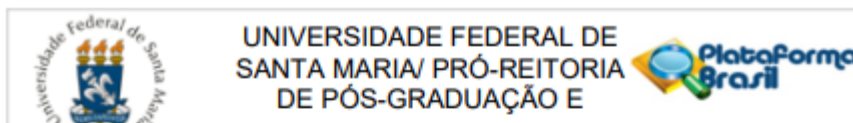
Total: \_\_\_\_\_

**SUME LOS PUNTOS ANOTADOS EN LOS TOTALES DE LAS PREGUNTAS 1 A 6**

**SUMA TOTAL:**

**La puntuación máxima es de 30 puntos y un puntaje menor a 23 puntos sugiere déficit cognitivo.**

## ANEXO B – Parecer Consubstanciado do CEP



### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

#### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** EFEITO DE UM PROGRAMA DE FORÇA E RESISTÊNCIA PARA LÍNGUA COM USO DO IOPI NA DEGLUTIÇÃO DE SUJEITOS COM DOENÇA DE PARKINSON

**Pesquisador:** Angela Ruviano Busanello Stella

**Área Temática:**

**Versão:** 1

**CAAE:** 02233818.2.0000.5346

**Instituição Proponente:** Universidade Federal de Santa Maria/ Pró-Reitoria de Pós-Graduação e

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

#### DADOS DO PARECER

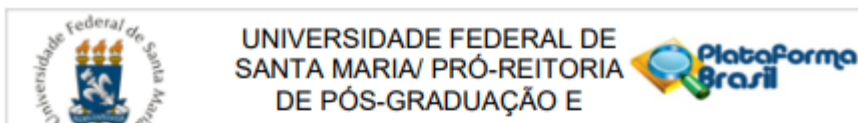
**Número do Parecer:** 3.021.987

#### Apresentação do Projeto:

O projeto em questão vincula-se ao Programa de Pós-graduação em Distúrbios da Comunicação Humana (Programa de Dinter com a Universidade de Talca, no Chile). Os pesquisadores têm como foco o estudo da deglutição na Doença de Parkinson, que é uma patologia progressiva do sistema motor causada pela produção deficiente de dopamina e caracteriza-se pela dificuldade quanto à coordenação, potência, resistência e controle muscular. Dada a natureza neuromotora da doença, a complexa atividade de deglutição é afetada. Serão formados dois grupos, ambos com sujeitos com a Doença de Parkinson, um com aplicação de exercícios para a língua e outro com os mesmos exercícios acrescidos do uso do IOPI (Iowa Oral Performance Instrument). Será mensurada a atividade elétrica por meio do exame de eletromiografia de superfície da musculatura supra-hióide. Espera-se encontrar o aumento da atividade elétrica desta musculatura, aumento da coordenação dos movimentos linguais e supra-hióides naquele grupo que terá a intervenção fonoaudiológica associada ao IOPI, em comparação àquele que teve apenas a aplicação dos exercícios convencionais.

Cabe ressaltar que o projeto apresenta longa revisão bibliográfica, cronograma, orçamento e protocolos de avaliação detalhados.

**Endereço:** Av. Roraima, 1000 - prédio da Reitoria - 2º andar  
**Bairro:** Camobi **CEP:** 97.105-970  
**UF:** RS **Município:** SANTA MARIA  
**Telefone:** (55)3220-9362 **E-mail:** cep.ufsm@gmail.com



UNIVERSIDADE FEDERAL DE  
SANTA MARIA/ PRÓ-REITORIA  
DE PÓS-GRADUAÇÃO E

Continuação do Parecer: 3.021.987

**Objetivo da Pesquisa:**

Objetivo primário: analisar os efeitos de um programa de intervenção de força e resistência para língua sobre a deglutição de sujeitos com DP.

Objetivo secundário:

- Caracterizar a deglutição, a força e a resistência lingual, bem como atividade elétrica da musculatura supra-hióide de sujeitos com DP, antes e após um programa de intervenção.
- Comparar a deglutição, a força e a resistência lingual, bem como atividade elétrica da musculatura supra-hióide de sujeitos com DP antes e após um programa de intervenção.
- Comparar a deglutição, a força e a resistência lingual, bem como atividade elétrica da musculatura supra-hióide, entre os diferentes grupos de intervenção.
- Analisar força, resistência lingual e atividade elétrica da musculatura supra-hióide durante a intervenção fonoaudiológica.
- Comparar força, resistência lingual e atividade elétrica da musculatura supra-hióide ao longo das sessões terapêuticas.

**Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

Quanto aos riscos, estes são descritos de forma suficiente no Formulário de Informações básicas do projeto e no TCLE, porém o mesmo não ocorre no corpo do projeto. A mesma situação é visualizada em relação aos benefícios.

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

-----

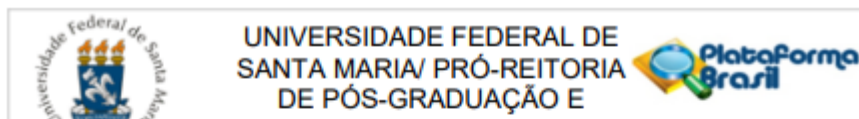
**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

Todos os termos são apresentados de modo suficiente.

**Recomendações:**

Veja no site do CEP - <http://w3.ufsm.br/nucleodecomites/index.php/cep> - na aba "orientações gerais", modelos e orientações para apresentação dos documentos. ACOMPANHE AS ORIENTAÇÕES DISPONÍVEIS, EVITE PENDÊNCIAS E AGILIZE A TRAMITAÇÃO DO SEU PROJETO.

Endereço: Av. Roraima, 1000 - prédio da Reitoria - 2º andar  
 Bairro: Camobi CEP: 97.105-970  
 UF: RS Município: SANTA MARIA  
 Telefone: (55)3220-9362 E-mail: cep.ufsm@gmail.com



Continuação do Parecer: 3.021.987

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

Inserir os riscos e benefícios no corpo do projeto.

**Considerações Finais a critério do CEP:**

**Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:**

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BASICAS_DO_P ROJETO_1244352.pdf	04/11/2018 15:24:41		Aceito
Outros	TALCA.pdf	04/11/2018 15:20:59	Angela Ruviano Busanello Stella	Aceito
Outros	Confidencialidade.pdf	04/11/2018 15:19:51	Angela Ruviano Busanello Stella	Aceito
Outros	GAP.pdf	04/11/2018 15:17:07	Angela Ruviano Busanello Stella	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.pdf	04/11/2018 15:14:49	Angela Ruviano Busanello Stella	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	projeto.doc	30/10/2018 23:32:56	Angela Ruviano Busanello Stella	Aceito
Folha de Rosto	folharostoassinada.pdf	30/10/2018 23:32:36	Angela Ruviano Busanello Stella	Aceito

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

SANTA MARIA, 14 de Novembro de 2018

Assinado por:  
**CLAUDEMIR DE QUADROS**  
(Coordenador(a))

Endereço: Av. Roraima, 1000 - prédio da Reitoria - 2º andar  
 Bairro: Camobi CEP: 97.105-970  
 UF: RS Município: SANTA MARIA  
 Telefone: (55)3220-9362 E-mail: cep.ufsm@gmail.com

## ANEXO C – Termo Autorização Institucional



FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

### AUTORIZAÇÃO INSTITUCIONAL

Eu Prof. Carlos Padilla E., abaixo assinado, responsável pela Clínica da Fonoaudiología da Faculdade de Ciências da Saúde da Universidad de Talca, autorizo a realização do estudo “Efeitos de um programa de força e resistência da língua mediante o uso do lopi e eletromiografia na deglutição de pacientes com doença de Parkinson”, a ser conduzido pelo pesquisador Exequiel Plaza Taucare.

Fui informado, pelo responsável do estudo, sobre as características e objetivos da pesquisa, bem como das atividades que serão realizadas na instituição a qual represento.

Esta instituição está ciente de suas responsabilidades como instituição co-participante do presente projeto de pesquisa e de seu compromisso no resguardo da segurança e bem-estar dos sujeitos de pesquisa nela recrutados, dispondo de infraestrutura necessária para a garantia de tal segurança e bem-estar.

Talca, Chile, 12 de Setembro 2018.

  
UNIVERSIDAD DE TALCA  
DECANO  
FAC. DE CIENCIAS DE LA SALUD

Prof. Carlos Padilla Espinoza  
Decano  
Faculdade de Ciências da Saúde  
Universidade de Talca  
CHILE

## ANEXO D – Normas Journal Parkinsonism & Related Disorders

### NORMAS DE PUBLICAÇÃO



## PARKINSONISM & RELATED DISORDERS

Official Journal of the [International Association of Parkinsonism and Related Disorders](#)

*Parkinsonism & Related Disorders* is a companion journal to *Clinical Parkinsonism & Related Disorders*

### GUIDE FOR AUTHORS

---

#### *Types of Paper*

**Review Articles** of specialized topics within the scope of the journal. The maximum length allowed will be 4,000 words, not including the abstract (max. 250 words) or the references.

**Point of View Articles** on challenged conventional ideas or hypotheses and which could invite further discussion or debate through correspondence or articles in the journal. The manuscript should not exceed 2000 words with 2 figures and 30 references.

**Full-length Articles** reporting original results of research within the field of Parkinsonism and Related Disorders. The maximum length allowed will be 3,000 words, not including the abstract (mx. 250 words) or the references (maximum 30). There should be no more than 4 illustrations tables/figures. Authors may include additional illustrations as esupp files, which will only appear in the online version of an accepted manuscript.

**Short Communications** reporting on research that has progressed to the stage where preliminary publication is appropriate. The maximum length allowed will be 2,000 words not including abstract (max.250 words) or the references (maximum 12). There should not be more than 2 illustrations (figure/table).

**Correspondence** will be considered for publication: If they describe interesting observations. The maximum length allowed will be 750 words, 5 references and 1 illustration. A 50-word abstract is required in the submission box for the benefit of potential reviewers. Please do not include the abstract in the manuscript file. Section headings are not be used in the text.

#### *Essential title page information*

- **Title.** Concise and informative. Titles are often used in information-retrieval systems. Avoid abbreviations and formulae where possible.
- **Author names and affiliations.** Please clearly indicate the given name(s) and family name(s) of each author and check that all names are accurately spelled. You can add your name between parentheses in your own script behind the English transliteration. Present the authors' affiliation addresses (where the actual work was done) below the names. Indicate all affiliations with a lower-case superscript letter immediately after the author's name and in front of the appropriate address. Provide the full postal address of each affiliation, including the country name and, if available, the e-mail address of each author.
- **Corresponding author.** Clearly indicate who will handle correspondence at all stages of refereeing and publication, also post-publication. This responsibility includes answering any future queries about Methodology and Materials. **Ensure that the e-mail address is given and that contact details are kept up to date by the corresponding author.**

#### *Abstract*

A structured abstract, by means of appropriate headings (Introduction, Methods, Results, Conclusion), should provide the context or background for the research and should state its purpose, basic procedures (selection of study subjects or laboratory animals, observational and analytical methods), main findings (giving specific effect sizes and their statistical significance, if possible), and principal conclusions. It should emphasize new and important aspects of the study or observations. The abstract should not exceed 250 words. Structured abstracts are not required for Reviews or Points of View.

## ANEXO E - Normas Journal of Electromyography and Kinesiology

### NORMAS DE PUBLICAÇÃO



### Journal of Electromyography and Kinesiology

#### 1. Guide for authors

##### Aims and scope

The *Journal of Electromyography and Kinesiology* aims to provide a single, authoritative forum for the publication of original research and clinical studies on muscle contraction and human motion through combined or separate mechanical and electrical detection techniques. Some of the key topics covered include: control of movement; muscle and nerve properties; electrical stimulation; sports and exercise; rehabilitation; muscle fatigue; joint biomechanics; motion analysis; measures of human performance; neuromuscular diseases; physiological

##### **Open Access**

This journal offers authors two choices to publish their research;  
 1. *Open Access*.

- Articles are freely available to both subscribers and the wider public with permitted reuse.
- An Open Access publication fee is payable by authors or their research funder

##### 2. *Subscription*

- All articles published Open Access will be immediately and permanently free for everyone to read and download. Permitted reuse is defined by your choice of one of the following Creative Commons user licenses:

To provide Open Access, this journal has a publication fee which needs to be met by the authors or their research funders for each article published Open Access. Your publication choice will have no effect on the peer review process or acceptance of submitted articles. The Open Access publication fee for this journal is **\$3000 USD**, excluding taxes.

##### **PUBLICATION CONDITION**

A manuscript submitted to this journal can only be published if it (or a similar version) has not been published and will not be simultaneously submitted or published elsewhere. A violation of this condition is considered as fraud, and will be answered by appropriate sanctions against all authors. Two manuscripts are considered similar

if their subjects concern the same hypothesis, question or goal, addressed with the same scientific methodology.

## **PREPARATION OF SCRIPTS**

All publications will be in English. Authors whose 'first' language is not English should arrange for their manuscripts to be written in idiomatic English before submission. Please also ensure that your manuscript has been thoroughly checked for errors **prior** to submission.

You should have your contribution typed in double-line spacing, on one side only of A4 paper. Do not underline anything and leave wide margins. Please also add line numbers to your submitted manuscript (e.g. 5, 10, 15 etc.) and number every page.

EMG data should be collected and presented according to the 'Standards for Reporting EMG Data' printed at the back of each issue of this journal.

All authors should sign a cover note to acknowledge that they have read, and approve of, the content of the manuscript as submitted.

## **SUBMISSIONS**

### **For the Americas, Europe, Africa and the Middle East:**

Professor M. Solomonow, Professor & Director, Bioengineering Division & Musculoskeletal Disorders Research Laboratory, University of Colorado Health Sciences Center, Mailstop 8343, PO Box 6511, Aurora, CO., 80045, USA; Tel.: (303) 724-0383, Fax: (303) 724-0394

### **Arrangement of papers**

JEK now accepts original articles within a word limit of 5,000 words (including title page, abstract, text, references & figure legends). Reviews and special articles (keynote lectures or a Special issue articles) are exempted from this limit. You should arrange your contribution in the following order:

1. Title page including the article title, author(s), affiliation(s), keywords and one author identified for correspondence
2. A 200 word abstract outlining the purpose, scope and conclusions of the paper
3. The text, suitably divided under headings
4. Acknowledgements (if any)
5. References
6. Tables (each on separate sheet)
7. Captions to illustrations (grouped on a separate sheet or sheets)
8. Illustrations, each on a separate sheet containing no text.