



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO – UFPE
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE – CCS
PÓS-GRADUAÇÃO EM NEUROPSIQUIATRIA E CIÊNCIAS DO
COMPORTAMENTO

Diana Marcela Prieto Vega

**Terapia Fonoaudiológica e Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua
em Pacientes com Parkinson**

Recife-PE, 2015

Diana Marcela Prieto Vega

**Terapia Fonoaudiológica e Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua
em Pacientes com Parkinson**

Dissertação apresentado ao Programa de Pós-graduação em Neuropsiquiatria e Ciências do Comportamento da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Neurociências.

Linha de Pesquisa: Métodos eletrofisiológicos em medicina e neurociências.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Maria Lúcia Gurgel da Costa.

Co-orientadora: Prof.^a Dr.^a Kátia Karina Monte Silva.

Recife-PE, 2015

Ficha catalográfica elaborada pela
Bibliotecária: Mônica Uchôa, CRB4-1010

P949t Prieto Vega, Diana Marcela.
Terapia fonoaudiológica e estimulação transcraniana por corrente contínua em pacientes com Parkinson / Diana Marcela Prieto Vega. – Recife: O autor, 2015.
108 f.: il.; tab.; 30 cm.

Orientadora: Maria Lúcia Gurgel da Costa.
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco, CCS. Programa de Pós-Graduação em Neuropsiquiatria e Ciências do Comportamento, 2015.
Inclui referências, apêndices e anexos.

1. Voz. 2. Doença de Parkinson. 3. Disartria. 4. Estimulação elétrica.
I. Costa, Maria Lúcia Gurgel da (Orientadora). II. Título.

612.665 CDD (22.ed.) UFPE (CCS2015-197)

DIANA MARCELA PRIETO VEGA

**ESTIMULAÇÃO TRANSCRANIANA POR CORRENTE CONTINUA EM ÁREA
DE BROCA EM PACIENTES COM PARKINSON**

Dissertação apresentada ao
Programa de Pós-Graduação em
Neuropsiquiatria e Ciências do
Comportamento da Universidade
Federal de Pernambuco, como
requisito parcial para a obtenção do
título de Mestre em Neurociências.

Aprovado em: 14/09/2015.

BANCA EXAMINADORA

Prof^a Dr^a Sandra Lopes de Souza (Presidente)

Universidade Federal de Pernambuco

Prof^a Dr^a Ana Nery Barbosa Araújo

Universidade Federal de Pernambuco

Prof^a Dr^a Ana Cláudia de Carvalho Vieira

Universidade Federal de São Paulo

La creación intelectual
es el más misterioso y solitario
de los oficios humanos

Gabriel García Márquez

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela oportunidade de estar aqui no Brasil, por todas as bênçãos e anjos que coloco em meu caminho.

Agradeço a meu amado esposo Miguel por sua paciência e compreensão, que preferiu sacrificar seu tempo para que eu pudesse cumprir com o meu. Por sua bondade e sacrifício me inspirou a ser melhor pessoa, agora posso dizer que esta tese leva muito dele, obrigada por estar sempre comigo.

Agradeço a meu filhinho Jacobo por ser o motor da minha vida quem enche meu coração de tanta felicidade.

Agradeço a meus pais Pastor e Ana Rosa que me deram a vida, a educação e mesmo na distância sempre acreditaram em meu trabalho e me apoiaram o tempo todo.

Aos meus irmãos Freddy e Enrique, meus sobrinhos Yanny, Mateo e Natalia e minha cunhada Angie, obrigada por estar sempre comigo quando mais preciso deles, e mesmo à distancia sempre torcem por meu sucesso.

À minha orientadora, Malu que desde minha chegada ao Brasil me orientou e me acolheu com tanto carinho, com sua ajuda foi bem mais fácil continuar minha vida aqui. Obrigada pelo apoio, compreensão e paciência, sua disposição para me orientar, me impulsionou a continuar crescendo, sua experiência e educação tem sido minha fonte de motivação e curiosidade.

À minha co-orientadora Kátia, por ter me recebido em seu grupo de pesquisa, por sua sabedoria e paciência, apoio e animo que me ofereceu durante este processo de formação, A seu lado tive a oportunidade de aprender e crescer.

Um agradecimento especial à professora Ana Nery pela ajuda oferecida durante o processo de intervenção, seus conhecimentos na terapia ao paciente com Parkinson foram a luz no caminho e o sucesso deste projeto.

À minha querida colega de pesquisa Adriana Baltar, por sua paciência e sabedoria para me ajudar e orientar, todas as dúvidas e problemas que se apresentaram no caminho foi fácil resolver com seus conselhos, obrigada pelo tempo e pela troca de e-mails que sempre me permitiram conseguir avançar. Pessoas como você fazem desta terra um lindo lar.

Agradeço a Livia e Thamiris pela ajuda para contactar meus pacientes, com certeza o português de vocês é muito melhor que o meu, obrigada pela paciência compreensão e interesse em meu projeto de pesquisa.

À família LANA que me acolheu e ajudou em todo momento, direta ou indiretamente estiveram interessados em meu projeto e respeitaram os momentos de silêncio quando precisava fazer meus áudios, ainda sendo de fora me receberam como se fosse desta família, sendo mais fácil continuar pesquisando e acreditando em meu trabalho.

Aos meus sogros Elena e Álvaro por seu apoio e compreensão neste momento tão importante na minha vida.

À minhas amigas de longa data Claudia, Diana e Paula que sempre torcem e acreditam em mim e comemoram meus sucessos como próprios.

Agradeço a toda minha família e a família de meu querido esposo por seus bons desejos e apoio.

Agradeço a meus queridos amigos Luciana, Juan Felipe, Caro, Fernando, Piña, Natalie e Francisco que são como minha família.

A todos os pacientes que contribuíram para realização desta pesquisa.

Às funcionárias da secretaria do programa de pós-graduação de Neuropsiquiatria e Ciências do Comportamento pela competência no trabalho.

Aos funcionários do Departamento de Fonoaudiologia, pela ajuda e disponibilidade.

Aos colegas da turma de mestrado, as disciplinas, com vocês foi sempre uma aventura de aprendizagem.

Agradeço à FACEPE pela bolsa concedida, permitindo minha dedicação exclusiva a este projeto.

RESUMO

Os principais sintomas da disartria hipocinética na doença de Parkinson (DP) são: redução da intensidade, tom e volume monótono, falhas na qualidade da voz, inadequada coordenação fonorespiratória, dificuldades na precisão articulatória, mudanças na velocidade da voz e dificuldades para iniciar e manter a fala. A estimulação transcraniana por corrente contínua (ETCC), é um método não invasivo e uma alternativa segura para modificações na excitabilidade cortical sendo uma ferramenta alternativa para o manejo de diferentes desordens psiquiátricas e neurológicas, entre elas o Parkinson. O objetivo da presente pesquisa é analisar a eficácia da aplicação da ETCC na área de Broca e aumentar os efeitos terapêuticos do tratamento fonoaudiológico convencional em pacientes com diagnóstico neurológico de doença de Parkinson. Um total de 18 pacientes participaram deste estudo, (idade média de $61,1 \pm 3,6$ anos; 14 homens) com diagnóstico neurológico de doença de Parkinson nos estágios Hoehn & Yarh I, II e III. Para este estudo, a metodologia foi desenvolvida em três fases. Fase 1 (Avaliação): os pacientes foram avaliados em dois momentos, em estado Off e On, e para o processo avaliativo foi utilizado o Protocolo de Avaliação da Disartria de Origem Central em Pacientes com doença de Parkinson. Fase 2 (Intervenção): consistiu em 10 sessões de intervenção, estas eram distribuídas três vezes por semana com um intervalo de 48 horas entre cada uma. Cada sessão durava 60 minutos; os primeiros 20 minutos corresponderam à aplicação da ETCC (real ou falsa) e os próximos 40 minutos à terapia em fonoaudiologia. Ao finalizar cada sessão era feita o registro vocal. Fase 3 (Encerramento terapêutico): correspondeu ao processo de reavaliação sendo feito o mesmo processo da fase 1. Os sujeitos do estudo foram randomizados em dois grupos (experimental e controle). Para usar a ETCC real (grupo experimental), era colocado o eletrodo ânodo sobre a área de Broca e o cátodo na região supraorbital direita, com intensidade de 2mA durante 20 minutos. Para a ETCC falsa (grupo controle) era feito o mesmo posicionamento dos eletrodos mas após 30 segundos o equipamento que gera corrente contínua era automaticamente desligado. Os resultados deste estudo são apresentados no artigo original intitulado: *“Transcranial Direct Current Stimulation in Broca’s Area at Parkinson’s Disease Patients”*. Os resultados de nosso estudo indicaram que houve efeito positivo da ETCC e a terapia fonoaudiológica sob a articulação no grupo experimental. Assim mesmo foi

observado que a terapia melhora os resultados totais do protocolo de avaliação da disartria tanto no grupo experimental quanto no grupo controle. Em conclusão nosso estudo sugere que a terapia fonoaudiológica traz benefícios na comunicação oral dos pacientes com doença de Parkinson nos estágios iniciais. Além disso, foram observados os efeitos positivos da ETCC anódica e o trabalho terapêutico sobre a articulação da fala. Portanto, pode-se considerar a intervenção fonoaudiológica como o método efetivo para tratar a disartria hipocinética, porém ainda assim faltam determinar os efeitos da ETCC sobre as outras áreas de comunicação oral, como também definir parâmetros de estimulação, identificar outras áreas do córtex cerebral a estimular e conhecer os efeitos a longo prazo.

Palavras-chave: Voz. Doença de Parkinson. Disartria. Estimulação elétrica.

ABSTRACT

The main symptoms of hypokinetic dysarthria in Parkinson's disease (PD) are: intensity reduction, monotonous tone and volume, voice quality failures, inadequate phono-respiratory coordination, difficulty in articulatory precision, changes in voice speed and difficulty in starting and maintaining the speech. The Transcranial Direct Current Stimulation (tDCS) is a non-invasive method and a safe alternative for changes in cortical excitability, being an alternative tool for different psychiatric and neurological disorders management, among them Parkinson's disease. The objective of this study is to analyze the effectiveness of tDCS application in Broca's area and increase the therapeutic effects of conventional speech therapy in patients with neurological diagnosis of Parkinson's disease. A total of 18 patients participated in this study (mean age 61.1 ± 3.6 years old; 14 men) with neurological diagnosis of Parkinson's disease in Hoehn & Yahr stages I, II and III. For this study, the methodology was developed in three phases. Phase 1 (Baseline): The patients were evaluated at two moments, in Off and On state, and for the evaluation process was used a Dysarthria Assessment Protocol of Center Origin in Parkinson's disease patients. Phase 2 (Intervention): Consisted of 10 intervention sessions, these were distributed three times a week with a 48 hours interval between each one. Each session lasted 60 minutes; the first 20 minutes corresponded to tDCS application (real or fake) and the next 40 minutes on speech therapy. At the end of each session was made the vocal register. Phase 3 (Post-intervention): Corresponded to review process; is made the same process of phase 1. The subjects were randomized into two groups (experimental and control). To use real tDCS (experimental group), was placed the anode electrode on Broca's area and the cathode on the right supraorbital region with 2 mA intensity for 20 minutes. For false tDCS (control group) was done the same electrodes positioning but after 30 seconds the machine that generates direct current was turned off automatically. The results of this study are presented in the original article entitled: *"Transcranial Direct Current Stimulation in Broca's Area at Parkinson's Disease Patients"*. In conclusion our study suggests that speech therapy is beneficial in the oral communication of Parkinson's patients at early stages. Furthermore, positive effects of anodic tDCS and therapeutic work were observed in speech articulation. The results of our study indicate that there was a positive effect of tDCS and speech therapy on articulation in experimental group. Likewise it was

observed that speech therapy improved overall results of dysarthria protocol both experimental group and control group.

In conclusion our study suggests that speech therapy is beneficial in the oral communication of Parkinson's disease patients at early stages. Furthermore, positive effects of anodic ETCC and therapeutic work were observed on speech articulation.

Therefore, it can be considered the speech therapy as the effective method to treat the hypokinetic dysarthria but still lacking for determining the tDCS effects on other oral communication areas, as well as define the stimulation parameters, identify other areas of brain cortex to stimulate and to know the long-term effects.

Keywords: Voice. Parkinson's disease. Dysarthria. Electrical Stimulation.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BA	Áreas de Brodmman
cm ²	Centímetros quadrados
Cz	Vertex
DP	Doença de Parkinson
DBS	Deep brain stimulation
EEG	Eletroencefalograma
EMTr	Estimulação magnética transcraniana repetitiva
ETCC	Estimulação transcraniana por corrente contínua
Fz	Frontal Meio
F7	Temporal Anterior
GABA	Ácido gama-aminobutírico
Hz	Hertz
LANA	Laboratório de Neurociência Aplicada
mA	Miliampére
NMDA	N-metil D-Aspartato
PVS	Produção da vogal sustentada
SACN	Sequência automática de contagem de números
STN	Subthalamic nucleus
T3	Temporal medial esquerdo
UFPE	Universidade Federal de Pernambuco
UPDRS	Unified Parkinson's Disease Rating Scale

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Circuito cortico-estriato-pálido-talâmico-cortical.....	21
Figura 2. Cenário real da coleta.	44
Figura 3. Medidas antropométricas.....	45
Figura 4. Cenário do posicionamento dos eletrodos.....	46
Figura 5. Desenho do estudo.....	49

SUMARIO

1. APRESENTAÇÃO	17
2. INTRODUÇÃO.....	18
3. REVISÃO DA LITERATURA	20
3.1. Doença de Parkinson	20
3.2. Circuito Gânglio Basal - Área de Broca	23
3.3. Alterações da comunicação oral na doença de Parkinson	25
3.3.1. Falhas nos subsistemas da fala (Disartria Hipocinética)	25
3.3.2. Dificuldades na comunicação oral na doença de Parkinson	26
3.4. Avaliação e terapia fonoaudiológica e tratamento cirúrgico para a doença de Parkinson.....	27
3.4.1. Avaliação das disartrias hipocinéticas	27
3.4.2. Terapia fonoaudiológica para a doença de Parkinson	28
3.4.3. Efeitos do L-Dopa na fala e voz do paciente com Parkinson	30
3.5. Estimulação cerebral não invasiva	32
3.5.1. Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua (ETCC)	32
3.5.1.1. Mecanismos de ação da ETCC.....	33
3.5.1.2. Aspectos técnicos da ETCC.....	34
3.5.1.3. Critérios de segurança da ETCC	35
3.5.1.4. Efeitos da ETCC	35
3.5.1.5. ETCC como ferramenta terapêutica.....	36
4. HIPÓTESE	38
5. OBJETIVO GERAL.....	39
5.1. Objetivos específicos.....	39
6. MÉTODOS	40
6.1. Desenho do estudo.....	40

6.2.	Local e período do estudo	40
6.3.	Aspectos éticos.....	40
6.4.	População/Amostra	40
6.4.1.	Critérios de elegibilidade	41
6.4.1.1.	Critérios de inclusão.....	41
6.4.1.2.	Critérios de exclusão.....	41
6.5.	Delineamento metodológico	41
6.5.1.	Randomização	41
6.5.2.	Divisão dos grupos.....	42
6.5.3.	Número de sessões.....	42
6.5.4.	Tempos de avaliação	42
6.5.5.	Procedimento metodológico	43
6.5.5.1.	Aplicação da ETCC	43
6.5.5.2.	Lugar da estimulação.....	44
6.5.5.3.	Intensidade e tempo da estimulação.....	46
6.5.6.	Aplicação da intervenção fonoaudiológica	46
6.5.7.	Métodos de Avaliação	47
6.5.7.1.	Avaliação acústica	47
6.5.7.2.	Condições do registro	48
6.5.7.3.	Sistema de gravação	48
6.5.7.4.	Protocolos de gravação	48
6.5.7.5.	Análise qualitativa	48
7.	PROCESSAMENTO E ANÁLISE DE DADOS.....	50
8.	RESULTADOS	51
8.1.	Artigo original.....	51
9.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	72
	REFERÊNCIAS	73

APÊNDICE A	81
APÊNDICE B	89
APÊNDICE C	91
APÊNDICE D	97
ANEXO 1	103
ANEXO 2	106
ANEXO 3	108

1. APRESENTAÇÃO

Esta tese faz parte da linha de pesquisa “Métodos Eletrofisiológicos em Medicina e Neurociências”, da área de concentração “Neurociências” do Programa de Pós-graduação em Neuropsiquiatria e Ciências do Comportamento da Universidade Federal de Pernambuco, Nível Mestrado.

Esta linha de pesquisa da área de Neurociências do programa de Pós-graduação esta em conformidade com a linha de “estimulações cerebrais não invasivas” do Laboratório de Neurociência Aplicada (LANA). Os estudos realizados nesta linha de pesquisa têm direcionado a atenção para: (i) entender como as técnicas de estimulação transcraniana interferem no controle motor de sujeitos saudáveis, (ii) verificar as repercussões terapêuticas da aplicação das estimulações transcranianas na recuperação e/ou reabilitação de pacientes neurológicos (iii) associar o uso das estimulações transcranianas com técnicas tradicionais da fisioterapia e fonoaudiologia (iv) avaliar as condições fisiológicas e fisiopatológicas da excitabilidade cortical.

A presente dissertação enquadra-se no terceiro tópico, já que se propôs investigar a eficácia do uso ETCC sobre o córtex motor da fala, a fim de ser uma ferramenta que apoia a intervenção fonoaudiológica em pacientes com doença de Parkinson.

Os dados obtidos deste estudo resultaram e contribuições científicas como: (i) a publicação de um artigo de revisão sistemática intitulado “*Estimulación transcraneal de corriente directa en Parkinson- Revisión Sistemática*”. (ii) Elaboração do artigo original intitulado “*Transcranial Direct Current Stimulation In Broca’s Area at Parkinson’s Disease Patients* “ que será submetido para a revista International Journal of Developmental Neuroscience (qualis B1 para área Medicina II da CAPES). (iii) Elaboração do Protocolo comunicação oral eficiente para pacientes com Parkinson. (iv) Guia em fonoaudiologia para o paciente com doença de Parkinson.

2. INTRODUÇÃO

A doença de Parkinson (DP) é a segunda causa mais comum de desordens neurodegenerativas depois do Alzheimer tendo uma predominância de 1% aos 65 anos com um incremento de 5% aos 85, se expande por todo o mundo e afeta igualmente a homens e mulheres (SHULMAN; DE JAGER; FEANY, 2011).

Ainda são pouco conhecidas as causas que ocasionam a morte celular na substância cinzenta, hipóteses são formuladas de que pode ocorrer por questões de toxicidade ou genéticas, porém cerca de 70% da população apresenta a DP do tipo idiopático. As alternativas de tratamento que se usam atualmente são farmacológicas e cirúrgicas, podendo, assim, atenuar os sintomas motores mais característicos desta doença (SHULMAN; DE JAGER; FEANY, 2011).

O interior do cérebro de um paciente diagnosticado com DP apresenta desordem neurodegenerativa caracterizada pela morte gradativa dos neurônios pigmentados da substância negra. A função destes neurônios é comunicar e transmitir informação ao corpo estriado. A substância negra apresenta duas subdivisões: a reticulada que contém neurônios GABA (ácido gama-aminobutírico) e são inibidores; e a compacta, que contém neurônios dopaminérgicos os quais enviam seus neurotransmissores ao corpo estriado. É neste ponto que ocorre a morte celular, ocasionando a diminuição de dopamina desencadeando o DP (SHULMAN; DE JAGER; FEANY, 2011).

Os sintomas comuns que afetam a doença são: tremor durante períodos de descanso, rigidez do corpo, lentidão dos movimentos, instabilidade na postura, dificuldades ao caminhar e dificuldade para iniciar movimentos voluntários. Podem ocorrer sintomas concomitantes, e isso se deve ao fato de que a diminuição da dopamina pode afetar outros neurotransmissores gerando transtornos como a demência, distúrbios do sono, problemas para deglutir, disfunção sexual, ansiedade e depressão (GOLDMAN; POSTUMA, 2012). A DP se associa também com déficits na fluência semântica e fonética, devido à disfunção no lobo frontal e temporal. A baixa concentração da substância negra nestes lobos se relaciona diretamente com o baixo desempenho das tarefas de tipo semântico e fonético (PEREIRA et al., 2013).

Técnicas não invasivas como a estimulação transcraniana por corrente contínua (ETCC), estão se convertendo em uma ferramenta alternativa para o manejo de diferentes desordens psiquiátricas e neurológicas, entre elas o Parkinson. Estudos sugerem que a ETCC pode ser eficaz para o tratamento de desordens neurológicas (WILLIAMS; IMAMURA; FREGNI, 2009) a partir da modulação da excitação nas regiões corticais estimuladas.

A ETCC é um método não invasivo e uma alternativa segura para modificações na excitabilidade cortical. Consiste no uso de dois eletrodos, o cátodo é responsável por provocar uma diminuição da excitabilidade cortical e o ânodo que incrementa a excitabilidade cortical e cujos efeitos podem durar mais do que o tempo estimulado (DASILVA et al., 2011). Ao inibir ou excitar um conjunto de neurônios gera-se mudanças nas moléculas, particularmente os neurotransmissores e receptores que podem causar mudanças na conduta e respostas assertivas dadas pelo paciente. Estudos observaram os efeitos da ETCC, empregando o eletrodo ânodo na área de Broca, cujos resultados mostraram uma melhoria na fluência verbal em pessoas saudáveis (CATTANEO; PISONI; PAPAGNO, 2011). Outros estudos corroboram que o uso da estimulação anódica no córtex motor primário melhora a memória de trabalho (ZAEHLE et al., 2011), assim como também o desempenho motor em pacientes com DP (KASKI et al., 2014). Outros estudos têm demonstrado que a ETCC é uma ferramenta potencial de reabilitação da disfagia (VASANT et al., 2014), funções cognitivas e nomenclatura verbal em pacientes com dano cerebral (BAKER; RORDEN; FRIDRIKSSON, 2010).

Tomando como base os pressupostos aqui estabelecidos, surge a inquietação se a ETCC tem efeitos positivos na comunicação oral frente a doenças de tipo degenerativo como a Doença de Parkinson e se pode ser usada dentro do contexto da terapia em fonoaudiologia. O presente projeto se propôs a investigar os efeitos da ETCC associada ao tratamento fonoaudiológico tradicional na comunicação oral em pacientes diagnosticados com Parkinson.

3. REVISÃO DA LITERATURA

3.1. Doença de Parkinson

A DP se caracteriza por um distúrbio neurológico, ocasionado pela degeneração de neurônios que contém o neurotransmissor dopamina (SHEN; LIAO; TSENG, 2012).

A dopamina é um mensageiro químico relacionado com as funções motrizes, as emoções e o prazer. Este neurotransmissor é fabricado por um aminoácido produzido pelos alimentos que consumimos conhecido como tirosina. Os neurônios que contém dopamina se encontram em zonas do cérebro tais como o hipotálamo, a substância negra, o córtex cerebral e o sistema límbico (SHEN; LIAO; TSENG, 2012).

A DP ocorre em decorrência da degeneração das células que produz dopamina. A primeira parte que se vê afetada é a camada ventral da pars compacta da substância negra (SNr). Calcula-se que com o passar do tempo, 2,1% dos neurônios da camada ventral morrem a cada década, seguidos por 6,9% da degeneração dos neurônios da camada dorsal (RIVLIN-ETZION et al., 2006).

O corpo estriado esta constituído por um 95% por neurônios espinhosos e por neurônios GABAérgicos de projeção. O estriado (núcleo caudado e putâmen) é a principal entrada das aferências que chegam aos gânglios da base, atividade eferente é por meio de dois sistemas de projeção chamados via direta e via indireta (GERFEN; SURMEIER, 2012).

A via direta é ativada pelos neurônios espinhosos e neuropeptídeo de dinorfina que possuem receptores D1 de dopamina, esses neurônios projetam seus axônios para produzir um efeito inibitório sobre a SNr e o globo pálido interno (GPi), a ação inibitória se projeta sobre o tálamo gerando a estimulação das áreas corticais o que facilita o movimento (GERFEN; SURMEIER, 2012).

A via indireta exerce uma função inibitória do movimento, esta via esta composta por neurônios espinhosos e o neuropeptídeo de encefalina que possuem receptores D2 de dopamina. As projeções que nascem do estriado- globo pálido externo (GPe) e GPe- núcleo subtalâmico (SNT) são inibitórias de tipo gabaérgicas.

De outro lado as projeções do STN aos núcleos de saída (GPi/SNr) são de tipo excitatório glutamatérgica. Quando é ativada a via indireta as projeções do estriado-GPe inibem o GPe reduzindo a atividade do STN, permitindo a ativação dos núcleos de saída (GPi/SNr) o qual gera a inibição do tálamo a fim de impedir o movimento (GERFEN; SURMEIER, 2012) (Figura 1).

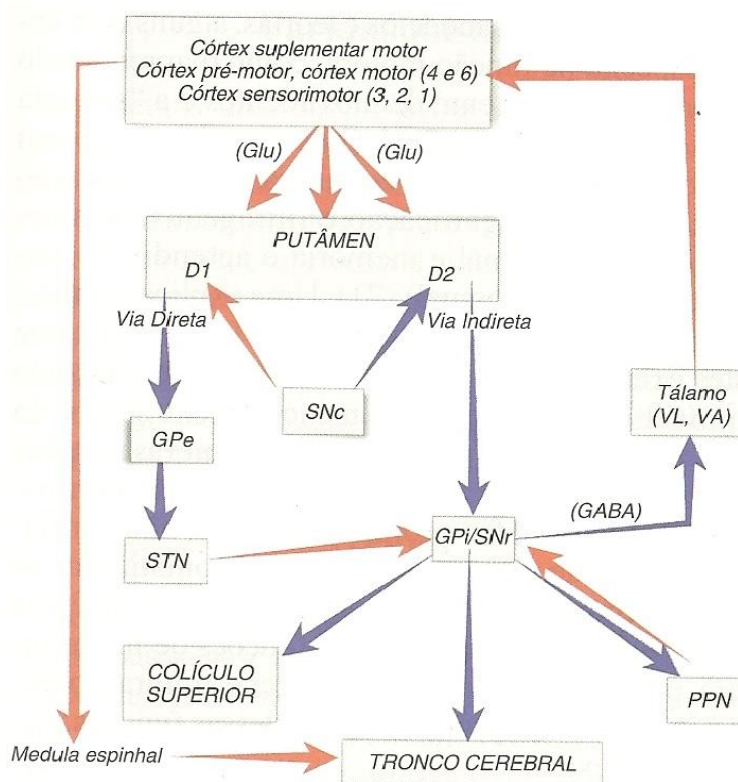


Figura 1. Circuito cortico-estriato-pálido-talâmico-cortical.

Vias direta e indireta. D1-D2: receptores de dopamina; Glu: Glutamato; GPe: Globo pálido externo; GPi: Globo pálido interno; SNr: Substância negra; SNc: Sistema nervoso central; STN: Núcleo subtalâmico; PPN: Núcleo pedúnculo-pontino; VL: Núcleo ventrolateral do tálamo; VA: Núcleo ventral anterior do tálamo. Flechas azuis-vias inibitórias; flechas vermelhas-vias excitatórias. Fonte: (MENESES; ARRUDA, 2003).

Na doença de Parkinson ocorre a hiperatividade excitatória das projeções do STN gerando a hiperatividade inibitória do GPi/SNr sobre os núcleos talâmicos (ventrolateral e ventro medial posterior) junto a outros núcleos do tronco cerebral, por tanto ocorre a diminuição da ativação do tálamo-cortical desencadeando a sintomatologia própria da doença como é a bradicinesia e a rigidez (RIVLIN-ETZION et al., 2006).

Considera-se que quando a perda chega a 60% de morte neuronal (LONG-SMITH; SULLIVAN; NOLAN, 2009), começam a aparecer os sintomas cardinais da doença que são:

- Bradicinesia: lentidão dos movimentos;
- Rigidez muscular: resistência dos membros a movimentos passivos quando está relaxado;
- Instabilidade postural: caracterizada pela falta de equilíbrio;
- Tremor em repouso: caracterizada pelo tremor para frente ou para trás quando um membro se encontra relaxado (MICHELY et al., 2015).

A manifestação da sintomatologia ocorre de maneira assimétrica, isto é, começa afetando, em geral, um lado do corpo e, ao avançar os sintomas, afetam o lado oposto. Os sinais mais precoces que aparecem na doença são a bradicinesia, tremor em repouso e a rigidez, afetando as extremidades e, um ou dois anos depois, surge a instabilidade postural. Outros sinais típicos da DP são caminhar arrastado, postura curvada, dificuldade na coordenação da motricidade fina, problemas para escrever. Os sintomas secundários que acompanham esta doença são: distúrbios cognitivos, como a demência, distúrbios afetivos, como a depressão e a ansiedade (GOLDMAN; POSTUMA, 2012).

A escala de Hoehn e Yahr, criada na década de 60, é empregada para descrever a gravidade da doença a partir de cinco estágios. No estágio I, surgem as manifestações principais de forma unilateral, as quais incluem a bradicinesia, tremor e rigidez. Já no estágio II, surgem as dificuldades no nível bilateral acompanhadas por possíveis problemas na fala, dificuldades na postura e em caminhar. Até o estágio III se observam distúrbios do equilíbrio somado às dificuldades já marcadas da doença: nesta etapa o paciente segue sendo independente. Para o estágio IV e V, o paciente perde sua independência, sendo incapaz de levantar-se da própria cama e requer ajudas especiais como cadeira de rodas (GOETZ et al., 2004). A escala mais utilizada atualmente que mede as dificuldades da doença é a *The Unified Parkinson's Disease Rating Scale* (UPDRS) (GOETZ et al., 2008). Estudos concluíram que o percurso da doença nem sempre é linear, em estágios iniciais o grau de severidade é variável. Em pacientes com instabilidade postural e dificuldades em caminhar, evidencia-se uma deterioração maior (POST et al., 2007).

O Parkinson afeta tanto a homens como a mulheres em igual proporção. Nenhuma raça ou região específica está descartada desta doença. Aproximadamente 6,3 milhões de pessoas no mundo inteiro sofrem da DP. A idade normal de surgimento dos primeiros sintomas é por volta dos 60 anos, mas calcula-se que pode ser dado o diagnóstico uma década antes (GILLIES et al., 2014). Apesar das múltiplas investigações ainda não se encontrou uma maneira de prevenir ou curar esta doença, no entanto, pode-se controlar sua sintomatologia com uso de medicamentos, terapias convencionais e/ou complementares ou tratamentos cirúrgicos como a estimulação cerebral profunda.

O fármaco mais usado para tratar a doença de Parkinson é o Levodopa, que é o precursor da dopamina. Seus efeitos reduzem a bradicinesia e a rigidez, porém tem efeitos colaterais que afetam ao paciente no nível orgânico e mental. Com os esforços por desenvolver a cura contra esta doença ainda falta mais pesquisa, sendo de interesse hoje em dia entender e conhecer o interior do cérebro do paciente com Parkinson, para decifrar porque ocorre a morte neuronal e como é o comportamento dos circuitos neuronais que estão ligados aos processos motores superiores, como por exemplo, o processo motor da fala.

3.2. Circuito Gânglio Basal - Área de Broca

Os gânglios da base estão fortemente vinculados com áreas corticais principalmente ao lobo frontal por meio de vias paralelas anatomicamente grandes e funcionalmente segregadas em canais. Esses canais contêm uma organização topográfica que é mantida desde os gânglios da base passando pelo tálamo e chegando ao córtex (RIVLIN-ETZION et al., 2006). Os vários canais se projetam para diferentes regiões frontais assim como para a região parietal e temporal, eles se projetam e recebem informação não só do córtex motor, mas também, de outras regiões do cérebro como as áreas pré-motoras e pré-frontais entre elas a área de Broca (GARRETT; CRUTCHER; CRUTCHER, 1990).

Há evidência anatômica e funcional da existência de um circuito que se projeta desde os gânglios da base passando pelo tálamo ao córtex cerebral chegando à área de Broca, as evidências científicas estão baseadas em pesquisas feitas com

macacos onde estabeleceram que áreas frontais do cérebro, incluindo a região pré-motora ventral F5 recebem projeções dos gânglios da base, essa área F5 nos estudos com animais, tem sido controversa por ser uma região homóloga a área de Broca principalmente a área de Brodmann 44 (MIDDLETON; STRICK, 2002).

As áreas de Brodmann 44 e 45 constituem a região de Broca, essa distinção anatômica e citoarquitetônica dessas áreas sugere que se associam com um canal distinto do circuito gânglios da base tálamo-cortical (ULLMAN, 2006). A área de Broca está fortemente ligada com a geração e percepção da fala. Estudos têm informado, por exemplo, que a porção anterior da área de Brodmann 45 está mais especializada na recuperação do conhecimento lexical e semântico (AMUNTS et al., 2004). Do mesmo modo a região posterior 44 parece estar envolvida na aprendizagem inicial de novas associações viso-motoras (TONI et al., 2001), além de estar fortemente implicada na sintaxe, fonologia, memória de trabalho, imaginário motor, controle motor e outras funções motoras. A área Brodmann 6 é considerada classicamente como a principal área motora da fala, participando também na aprendizagem das sequências motoras implícitas e explícitas (HANAKAWA et al., 2002). A parte mais lateral da área 6 também é responsável pelo controle motor dos movimentos bucais e laríngeos (BINKOFSKI; BUCCINO, 2004).

A distinção anatômica também parece estar presente dentro dos gânglios da base, havendo a possibilidade que exista uma especialização funcional no circuito gânglios da base tálamo-cortical que passa pela área 45 e 44, assim as porções desse circuito interferirão no processamento temporal, a memória de trabalho, o imaginário motor, o conhecimento lexical e assim por diante (ULLMAN, 2006). Mas essas funções não só podem estar ligadas aos gânglios da base e área de Broca como também podem estar conectadas a outras estruturas do cérebro como, por exemplo, o córtex parietal inferior, o córtex temporal superior, e outras regiões como a área motora suplementar (ULLMAN, 2006). Ainda é objeto de estudo a distinção anatômica que surge dos gânglios da base até a área motora da fala, mas as características da fala nos pacientes permitem entender as dificuldades que traz consigo esta doença na produção da fala inteligível dos pacientes.

3.3. Alterações da comunicação oral na doença de Parkinson

A função principal do sistema transmissor eferente da fala é conduzir padrões de impulso nervoso, organizados por centros superiores da fala, através dos neurônios motores superiores e inferiores para os mecanismos dos subprocessos da fala com o propósito de gerar eventos da fala. Neste processo participa o córtex motor, tálamo, cerebelo e gânglios da base, fazendo um trabalho em conjunto e sincronizado. Quando há lesões no córtex motor pode resultar em hipo ou hipertonicidade do mecanismo articulatorio, enquanto que lesões nos gânglios da base causam rigidez, tremores, movimentos atetósicos ou coreiformes do mecanismo articulatorio (WALSH; SMITH, 2012).

Ao se apresentar distúrbios nos gânglios da base, próprios do Parkinson, o processo para regular a informação das áreas motoras corticais se vê afetada, ocasionando déficit da fala e voz (DUFFY, 2005). A disartria hipocinética é própria desta doença e suas características gerais são: redução da intensidade, tom e volume monótono, falhas na qualidade da voz, inadequada coordenação fonorespiratória, dificuldades na precisão articulatoria, mudanças na velocidade da voz e dificuldades para iniciar e manter a fala (SKODDA; RINSCHKE; SCHLEGEL, 2009).

3.3.1. Falhas nos subsistemas da fala (Disartria Hipocinética)

Paciente com PD, geralmente apresenta redução da capacidade vital, pouca capacidade da caixa torácica, padrões irregulares da respiração, redução na força dos músculos da respiração e falhas na coordenação fonorespiratória (REILLY; SPENCER, 2013). Além de existir a redução na adução das pregas vocais, falhas na glote, assimetria e tremor na fase laríngea (DUFFY, 2005); apresenta um incremento na variação da frequência fundamental durante o tempo máximo de fonação, devido à dificuldade para manter os músculos da laringe em uma posição fixa para a prolongação das vogais (LARSON et al., 2008). A redução da intensidade da voz esta diretamente relacionada com a diminuição da pressão respiratória para impulsionar o ar por meio da laringe, além da diminuição no fechamento das pregas vocais, gerando deficiência nos eventos aerodinâmicos que produzem voz com intensidade acusticamente errada (HAMMER; BARLOW, 2010). Os pacientes com

PD geralmente não são conscientes da percepção auditiva da intensidade da sua própria voz (LARSON et al., 2008). Eles percebem como se estivessem gritando ou fazendo muito esforço físico, quando lhes pedem que tentem falar com uma intensidade maior, e em alguns casos acreditam que estão falando muito forte e decidem diminuir a intensidade, prejudicando ainda mais a potência e a clareza da voz (HAMMER; BARLOW, 2010).

Os pacientes também apresentam dificuldades na força, precisão e resistência articulatória, além dos tremores orofaciais (DUFFY, 2005). Os pacientes com PD começam substituindo fonemas anteriores, o mais típico, é o fonema bilabial /b/ pelo fonema /p/ no início da palavra, este tipo de erro pode gerar confusões linguísticas (HAMMER; BARLOW, 2010). Essa sequência de eventos ocorre antes de qualquer sinal acústica audível e geralmente não são perceptíveis pelos pacientes e seus ouvintes (LARSON et al., 2008).

Devido à rigidez muscular a abertura e o fechamento do véu palatino são afetadas; além de apresentar-se o tom e o volume da voz monótona, com dificuldades para iniciar a fala, observam-se silêncios inapropriados, há variações na velocidade do discurso, repetição constante de sílabas e um incremento inapropriado na frequência e duração (DUFFY, 2005).

3.3.2. Dificuldades na comunicação oral na doença de Parkinson

A comunicação é o processo mediante o qual se transmitem sentimentos, opiniões, ou qualquer outro tipo de informação por meio da fala. Em um paciente com Parkinson, as habilidades de comunicação são restritas devido às marcadas dificuldades de fala. Com o tempo a comunicação verbal é afetada e sua participação limitada, proporcionado ao paciente o papel apenas como ouvinte (BAYLOR et al., 2011). Na comunicação não verbal, a rigidez muscular facial traz consigo a dificuldade de expressar emoções (PELL; MONETTA, 2008), além da falha em manter um contato visual com seus pares linguísticos, o que deteriora consideravelmente o desempenho de uma boa comunicação. Ao evoluírem os sintomas, os pacientes se mostram dependentes de seus parentes para satisfazer suas necessidades comunicativas (MILLER et al., 2006), ocasionando frustração no paciente e seus familiares.

A doença se caracteriza pela falha do neurotransmissor dopamina, como explicado anteriormente, que causa não só os sintomas motores típicos, como também afeta as funções executivas, as quais permitem planejar e executar uma função, antecipar e estabelecer metas, seguir horários, desenvolver um pensamento abstrato e resolver operações mentais, entre outras. Também se veem afetadas as funções de linguagem, tais como compreender instruções complexas e localizar um contexto comunicativo (PIOVEZAN et al., 2007).

3.4. Avaliação e terapia fonoaudiológica e tratamento cirúrgico para a doença de Parkinson

3.4.1. Avaliação das disartrias hipocinéticas

A avaliação clínica é importante para conhecer as características acústicas e a inteligibilidade da comunicação oral dos pacientes, permitindo estabelecer um diagnóstico fonoaudiológico que orienta o tratamento terapêutico.

A avaliação constitui numa investigação sobre os principais parâmetros empregados pelo indivíduo em sua comunicação habitual. Dentro do quadro da disartria hipocinética os parâmetros de avaliação clínica são: postura das estruturas fonoarticulatórias; coordenação das estruturas da fala: mobilidade e flexibilidade oromuscular para a articulação dos sons; respiração: controle, aumento da capacidade respiratória e tipo respiratório coordenação da respiração com a articulação (PALERMO et al., 2009), prosódia e ressonância, além da análise acústica da voz.

A literatura oferece vários protocolos de avaliação para a disartria em geral, que são ajustados às necessidades dos pacientes, ficando livre a escolha por parte do terapeuta o protocolo de avaliação que melhor se ajuste segundo o quadro clínico dos pacientes. Na busca da literatura foi encontrado um protocolo adaptado à língua portuguesa, é uma bateria de avaliação das disartrias especificamente para a doença de Parkinson (Anexo 1). Esta bateria foi baseada na análise proposta pelo grupo de estudo em neurofonética no Instituto Max-Planck Psiquiátrico na Alemanha no período de 1984- 1988. As primeiras versões ao português foram feitas por médicos neurologista e otorrinolaringologista. A versão atual encontra-se publicada

no artigo intitulado *Adaptação para a língua portuguesa e aplicação do protocolo de avaliação das disartrias de origem central em pacientes com doença de Parkinson* (FRACASSII et al., 2011). Este protocolo oferece uma avaliação criteriosa sobre os componentes da fala junto com análise acústica da voz. Sua aplicabilidade é fácil e rápida sendo de interesse investigativo fazer uso desta bateria já que permite determinar o grau de severidade da disartria nos pacientes.

3.4.2. Terapia fonoaudiológica para a doença de Parkinson

O fonoaudiólogo é o especialista idôneo para o processo de reabilitação nas alterações da fala, voz e deglutição dos pacientes com Parkinson. O objetivo principal da intervenção é melhorar os parâmetros vocais, favorecer uma fala inteligível que permita uma comunicação eficiente nos diferentes contextos sociais e manter a funcionalidade do processo de alimentação o melhor possível (FERRADA et al., 2013).

Existem técnicas terapêuticas para tratar a disartria hipocinética esta, por exemplo, o método Lee Silverman utilizado para o tratamento da fala. É considerado o mais eficiente e conhecido para a reabilitação, utilizado por décadas, o método se caracteriza por ser um treinamento respiratório e fonatório intensivo, enfocando-se na intensidade vocal, conta com 16 sessões durante um mês, aplicadas quatro vezes por semana. Durante esse período são oferecidos exercícios para automatizar o uso da voz em forte intensidade a partir do aprendizado motor do estímulo e da motivação (JANSSENS et al., 2014).

Estudos que utilizaram o método Lee Silverman demonstraram os efeitos duradouros a longo prazo, aumentando significativamente a intensidade, qualidade da voz e a respiração. Os efeitos positivos também se apresentam na expressão facial, na inteligibilidade da fala (DUMERA et al., 2014), além de reverter a ativação cerebral anormal durante o tempo máximo de fonação da vocal sustentada, incremento da intensidade e melhoras na comunicação funcional (MAHLER; RAMIG; FOX, 2015). No entanto, este método requer de profissionais especializados e certificados, o qual a demanda é muita e os profissionais são poucos, o que dificulta o uso dessa técnica nos pacientes com Parkinson. A literatura também mostra o método *Manipulação do monitoramento auditivo* que consiste na modificação da escuta da própria voz do paciente promovendo mudanças na intensidade,

articulação, velocidade, frequência e ressonância. No estudo feito por Boechat e colaboradores (2009) houve modificação nos aspectos da comunicação oral dos pacientes ao ser usado esse método em 29 pacientes com DP.

Existe também um tratamento cirúrgico para tratar os sintomas motores da DP, é a estimulação cerebral profunda (*DBS, Deep Brain Stimulation*), caracterizada por ser um método invasivo onde é colocado no interior do cérebro um neuroestimulador que produz corrente elétrica nas áreas que controlam o movimento. O tratamento mais comum para a DP é a DBS dos núcleos subtalâmicos (*STN, Subthalamic Nucleus*), há evidencia científica onde se reporta que a estimulação STN afeta as redes do córtex fronto-temporal associada com a fluência verbal, indicando assim que este tipo de estimulação pode modular redes corticais que se estendem além do circuito gânglio-tálamo-cortical (SKODDA et al., 2014).

Todavia os efeitos da STN-DBS sobre a fala são ainda incertos. Embora o tratamento seja seguro e bem tolerado, melhora consideravelmente a deficiência motora, trazendo maior precisão e estabilidade dos órgãos fonoarticuladores, junto com o aumento do tempo máximo de fonação de vogais e diminuição das pausas na repetição das frases, contribuindo na produção da fala mais eficiente, sendo ainda objeto de estudo determinar os efeitos deste tipo de estimulação em um número maior de pacientes que se encontram com diagnósticos severos de disartria (SKODDA et al., 2014). Contrariamente há estudos onde observaram diminuição da inteligibilidade da fala, com melhoras em alguns componentes da fala como o aumento da intensidade da voz (TSUBOI et al., 2015). Contudo para o procedimento cirúrgico, nem todos os pacientes são candidatos idôneos, como critérios de inclusão estão a idade, o estágio e o tempo em que foi diagnosticada a DP, entre outros.

A terapia em fonoaudiologia consiste de exercícios oromiofuncional e cervicais, coordenação das estruturas de articulação fonação, respiração, ressonância e prosódia. Para isso são usadas técnicas posturais e manobras facilitadoras para dirigir o trabalho terapêutico, e tem se observado que a terapia traz benefícios em longo prazo no desempenho da comunicação oral dos pacientes com DP (PALERMO et al., 2009). A literatura faz referência a algumas melhorias na intensidade vocal e correlato porcentual da frequência (pitch), incremento na intensidade vocal e da frequência fundamental, sendo ainda objeto de estudo os

ganhos terapêuticos em amostras maiores (RICHARDSON; SUSSMAN; STATHOPOULOS, 2014).

A terapia é moldada segundo a faixa etária, sexo, características psicológicas, fatores cognitivos, educação, cultura profissão, saúde em geral e disponibilidade de tempo visando adaptar cada terapia a cada indivíduo. Tendo em conta esta abordagem, os procedimentos fonoaudiológicos feitos durante a presente pesquisa encontram-se descritos no Protocolo da comunicação oral eficiente para pacientes com Parkinson, produto criado do trabalho terapêutico da presente investigação (Apêndice C).

Independente da técnica ou método, a terapia fonoaudiológica não só participa no processo de reposicionamento da comunicação oral, também participa na construção de identidade do sujeito em relação à comunidade em que ele esta inserido. A comunicação por tanto, apodera o indivíduo permitindo lhe interagir, ser entendido, opinar e assim participar ativamente dentro de seu entorno familiar e social.

Para tentar ser um apoio fora da consulta habitual e com o objetivo de chegar a outros cenários onde os pacientes se desenvolvem, também foi criado o guia de acompanhamento terapêutico em casa, onde são oferecidas orientações com exercícios fonoaudiológicos que possibilitam o aumento ou manutenção das habilidades da comunicação oral (Apêndice D).

Em suma, o objetivo principal do trabalho terapêutico é o reposicionamento social do sujeito por meio da linguagem funcional, possibilitando a intervenção adequada dos distúrbios da comunicação e deglutição do paciente com doença de Parkinson melhorando sua qualidade de vida (PALERMO et al., 2009).

3.4.3. Efeitos do L-Dopa na fala e voz do paciente com Parkinson

A redução da liberação de dopamina produz uma diminuição na excitabilidade das vias inibitórias, gerando a dificuldade no controle e início do movimento. O uso de medicamentos como o L-Dopa é absorvido pelo intestino delgado por meio do sistema de transporte de aminoácidos aromáticos, pode atravessar a barreira hematoencefálica livremente, e transformar-se em dopamina dentro do cérebro, sendo um tratamento farmacológico amplamente aceito para tratar a DP. A maioria

dos pacientes tolera o medicamento no início da doença, gerando poucos efeitos colaterais e produzindo uma melhoria notória no nível motor. Porém o tratamento gera modificações pós-sinápticas nos receptores glutamatérgicos, (NMDA-AMPA) provocando disparos de potencial de ação (BLANDINI; ARMENTERO, 2012).

Na fala e voz, o tratamento com L-Dopa tem mostrado incrementos na inteligibilidade e uma melhoria geral na fala (GOBERMAN; COELHO; ROBB, 2002). Pacientes avaliados quando estavam sem drogas antiparkinsonianas (estado Off) e com efeitos do medicamento (estado On) não apresentaram diferenças significativas gerais na qualidade e produção vocal, mas foram identificadas melhoras nos parâmetros acústicos da voz como por exemplo, nos tempos máximos de fonação das vogais (GOBERMAN; BLOMGREN, 2008). Em outros estudos têm se documentado que, em estado On, há maior rapidez articulatória, embora com diminuição na intensidade da voz (HO; BRADSHAW; LASENK, 2008). Outros estudos mostraram poucas diferenças significativas na precisão articulatória antes e após da ingestão do medicamento (LETTER et al., 2006). No estudo feito por Steep (STEEP, 2014) não encontraram diferenças significativas na frequência fundamental dos pacientes com Parkinson no estado Off e On. Os efeitos do percurso da medicação nos parâmetros de entonação, fonação, articulação, e a velocidade da fala, melhoraram significativamente no estado On (SKODDA; WISSER; SCHLEGEL, 2010).

Hoje em dia estão sendo pesquisados os padrões acústicos da voz como biomarcadores que poderiam ser usados para determinar o progresso da doença (STEEP, 2014), assim mesmo, como um possível sintoma não motor que ajudaria a detectar a DP antes de aparecer os sintomas dos estágios (SKODDA; GRÖNHEIT; SCHLEGEL, 2012).

Ainda não é conclusivo determinar os efeitos do medicamento na fala e voz na DP, segundo a revisão da literatura, sendo que depende do estágio da doença, o tempo de vida que leva o medicamento no organismo, a idade, o sexo e o número de participantes em cada pesquisa.

Embora o medicamento seja o mais usado para tratar o Parkinson junto com o trabalho terapêutico e a estimulação cerebral profunda, hoje em dia são objeto de estudo, novas ferramentas terapêuticas com métodos não invasivos como a estimulação cerebral não invasiva que tentam atingir diretamente ou indiretamente

as áreas do cérebro afetadas pela doença e que poderiam ser mais uma alternativa para o tratamento da DP.

3.5. Estimulação cerebral não invasiva

A capacidade de estimular o sistema nervoso através de dispositivos externos por meio de estimulação magnética ou elétrica tem sido usada no tratamento de doenças como epilepsia, dor crônica, Mal de Parkinson, enxaqueca, depressão e distonia (STAGG; NITSCHKE, 2011).

Atualmente, a estimulação cerebral não invasiva ganhou grande valor científico dentro das investigações no campo da neurologia, devido a seus grandes avanços como ferramenta alternativa terapêutica para muitas desordens neurológicas. A estimulação cerebral não invasiva consiste no uso de tecnologia eletro-eletrônica com o fim de recuperar funções neuronais que se apresentam em lesões traumáticas, desordens neurológicas, entre outros, aplicando-se o uso de modulação e codificação da atividade cerebral. Seus esforços enfocam em restaurar as capacidades do sistema nervoso central e periférico dos pacientes, com o objetivo de melhorar a qualidade de vida (BRUNONI et al., 2013). Os avanços da ciência têm permitido que hoje em dia as técnicas de estimulação elétrica se desenvolvam de maneira não dolorosa e segura. O avanço em pesquisa clínica permitiu o desenvolvimento de técnicas de estimulação com protocolos experimentais bem estabelecidos, como é a estimulação transcraniana por corrente contínua, que na última década passou a receber grande foco de atenção em pesquisa clínica devido a sua função modulatória na excitabilidade do córtex cerebral de maneira focal (HUMMEL; COHEN, 2006).

3.5.1. Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua (ETCC)

A ETCC é uma técnica que vem sendo utilizada e investigada como um método seguro e não invasivo que tem a capacidade de alterar as mudanças de excitabilidade cortical (FREGNI; PASCUAL-LEONE, 2007). Durante o momento de aplicação da ETCC há efeitos neuromodulatórios, havendo modulação do potencial de repouso da membrana neuronal induzindo alterações da excitabilidade cortical

(BRUNONI et al., 2013). Essa excitabilidade cortical é iniciada a partir da permeabilidade seletiva da membrana neuronal que permite a troca de íons, conseguindo, assim, a geração e condução de sinais bioelétrica. Essa propriedade de excitabilidade que contém a membrana permite que haja transmissão de sinais elétricos a outros neurônios constituindo o meio de comunicação do sistema nervoso. A troca de íons se faz por meio dos canais iônicos, que são proteínas incrustadas na membrana, cuja função principal é deixar passar íons a partir de estímulos elétricos, químicos ou mecânicos (GADSBY, 2010). A ETCC não deflagra diretamente potenciais de ação, mas altera o ambiente da rede neuronal, diminuindo ou aumentando a susceptibilidade de disparo do neurônio ou sua resposta diante de impulsos sinápticos eferentes. Uma vez finalizada a aplicação da ETCC os efeitos são especificamente neuroplásticos (BRUNONI et al., 2013).

3.5.1.1. Mecanismos de ação da ETCC

A ETCC funciona com o uso de dois eletrodos, um deles é o ânodo, que, ao ser colocado sobre o córtex cerebral, incrementa a atividade espontânea dos neurônios. O contrario acontece ao empregar a corrente do cátodo que reduz a excitabilidade neural (KUO; PAULUS; NITSCHKE, 2008).

Estudos em animais têm demonstrado que a estimulação catódica produz hiperpolarização neural (KUO; PAULUS; NITSCHKE, 2008). A hiperpolarização depende do tipo de canal iônico ativado, onde predominará o fluxo de (Cl⁻) de fora para dentro, ou de (K⁺), de dentro para fora da célula, provocando uma hiperpolarização, o que faz com que seja mais difícil a participação de potenciais de ação, sendo conhecido como potenciais inibitórios pós-sinápticos (PIPS) (GADSBY, 2010).

Em sentido contrário trabalha a estimulação anódica, já que incrementa os potenciais da membrana despolarizando o neurônio (STAGG; NITSCHKE, 2011). Gerando a entrada de cálcio (Ca⁺) no neurônio pré-sináptico, ali se produz a dissolução da vesícula pré-sináptica e a saída do neurotransmissor à fissura sináptica. O neurotransmissor pode ser reabsorvido de várias maneiras, uma pode ser pelo neurônio pré-sináptico, ou ser degradado por enzimas da fissura sináptica. Ser captados pelas células da glia ou unir-se ao seu receptor correspondente na célula pós-sináptica. O canal iônico dependente de ligante da célula pós-sináptica se

abre e o fluxo de sódio (Na^+) entra rapidamente na célula, devido ao potencial de equilíbrio desta, permitindo despolarizar a membrana adjacente e gerar um potencial graduado que se difunde como corrente eletro-eletrônica ao longo da célula perdendo intensidade com a distância (GADSBY, 2010).

3.5.1.2. Aspectos técnicos da ETCC

O equipamento que gera corrente contínua é formado por dois eletrodos (ânodo e cátodo), um amperímetro que é o medidor de intensidade da corrente elétrica, o potenciômetro que controla a tensão entre os eletrodos permitindo manipular a intensidade da corrente aplicada por baterias.

Para a estimulação real a intensidade da corrente é elevada gradativamente (rampa de subida) a taxa de aproximadamente $100 \mu\text{A/s}$ até atingir a intensidade desejada, o qual permanece constante até o final da sessão, onde é diminuída gradativamente (rampa de descida). Para a estimulação falsa (sham) também é usada uma rampa de subida até atingir a intensidade desejada, mas em seguida a corrente é gradativamente reduzida, e o aparelho é desligado, gerando efeitos iniciais de formigamento leve na área onde estão os eletrodos que são percebidos pelo voluntário, não havendo portanto nenhuma estimulação (DASILVA et al., 2011).

Para o posicionamento dos eletrodos é usado geralmente o sistema 10x20 da classificação internacional de Eletroencefalograma (EEG), com o fim de estabelecer a área do córtex a ser estimulada. Os eletrodos mais utilizados são com dimensões de 25 ou 35 cm^2 . A intensidade máxima de corrente utilizada é geralmente 2 miliampére (mA) permitindo que as redes neuronais mais centrais possam ser estimuladas existindo uma relação diretamente proporcional, entre maior seja a corrente maior é a profundidade da estimulação (NITSCHKE et al., 2007).

A estimulação é geralmente administrada em um curto período de tempo. Estudos feitos com humanos, 13 minutos da ETCC pode gerar hiperexcitabilidade em relação ao estado pré-ETCC.(BRUNONI et al., 2013). Outros estudos informam que após 10 minutos de ETCC com 1.5 mA há excitabilidade cortical até 60 minutos após da estimulação (VASANT et al., 2014).

3.5.1.3. *Crítérios de segurança da ETCC*

A ETCC é utilizada nas últimas décadas e nos diversos estudos clínicos nenhum reportou algum efeito adverso grave. Porquanto a dose da estimulação aplicada em cada sessão, tamanho e posicionamento dos eletrodos junto com a duração da intensidade são fundamentais para manter os parâmetros de segurança desta técnica (DASILVA et al., 2011).

Os estudos feitos com animais reportam que as densidades inferiores a 25 mA/cm² não induz lesões cerebrais, sendo aplicadas varias horas (STAGG; NITSCHKE, 2011). No uso atual da ETCC são utilizados como valor da carga 1 mA para eletrodos para 35 cm², valores que estão abaixo de valores potenciais que poderiam causar efeitos deletérios ao sistema nervoso central.

O uso da técnica da ETCC não gera efeitos nocivos ao cérebro, por meio de eletroencefalografia foram feitas medições da temperatura cutânea e ressonância magnética, concluindo que não há efeitos que gerem algum tipo de lesão. Embora os efeitos colaterais mais comuns registrados estejam relacionados com coceira, formigamento, cefaleia, queimação e desconforto (POREISZ et al., 2007).

3.5.1.4. *Efeitos da ETCC*

As sinapses GABAérgicas e glutamatérgicas são fundamentais na indução de neuroplasticidade relacionada à ETCC, neurotransmissores como acetilcolina e serotonina, também exercem papel modulatório. Os efeitos de longa duração também estão relacionados com a síntese protéica e as alterações dos níveis de cálcio e AMP-cíclico (STAGG; NITSCHKE, 2011).

Os efeitos da ETCC não estão unicamente relacionados com as alterações no potencial da membrana, estudos sugerem que há alteração na conformação das proteínas transmembrana que seria induzido pela exposição ao campo elétrico. Há aumento da produção de proteínas, aumento do nível intracelular de cálcio e exposição gênica precoce durante e após da ETCC. Existem também efeitos extraneuronais gerados no sistema nervoso central, como por exemplo, vasodilatação e elevação na temperatura, dentro dos limites fisiológicos (NITSCHKE et al., 2005).

A corrente elétrica gerada pela ETCC não só gera mudanças ao nível neuronal, provoca também efeitos nas áreas corticais adjacentes e distantes da região alvo estimulada, adicionalmente atinge estruturas cerebrais profundas devido ao campo elétrico criado pela estimulação (CAVALEIRO; LOMAREV; HALLETT, 2006). Estudos em neuromodulação indicam que aproximadamente 50 % da corrente elétrica atinge o cérebro após sofrer dispersão ao atravessar a pele, a calota craniana e o espaço do liquor cefalorraquidiano (ADEYEMO et al., 2012).

3.5.1.5. *ETCC como ferramenta terapêutica*

A ETCC tem sido empregada para estudar as diferentes desordens neuropsiquiátricas, como as condições neurológicas geradas por golpes (FREGNI et al., 2005), a epilepsia (FREGNI et al., 2006a) a depressão crônica (FREGNI et al., 2006b) e o vício em drogas (FREGNI et al., 2008). Tem-se demonstrado que ao empregar a estimulação é possível gerar mudanças nos processos cognitivos (WASSERMANN; GRAFMAN, 2005). Em pessoas saudáveis, tem-se observado que empregar a estimulação no córtex cerebral pré-frontal, traz benefícios que melhoram a fluência verbal (CATTANEO; PISONI; PAPAGNO, 2011).

Tem se demonstrado que a ETCC anódica sobre o córtex pré-frontal e o córtex motor melhora a marcha e a bradicinesia nos pacientes com Parkinson (BENNINGER et al., 2010). A ETCC anódica sobre o córtex prefrontal dorsolateral esquerdo em pacientes com Parkinson há uma melhora significativa na memória de trabalho (BOGGIO et al., 2006). Investigações com ETCC têm mostrado melhoras na linguagem em afásicos após acidente vascular cerebral (WILLIAMS; IMAMURA; FREGNI, 2009). Outro estudo informou que após da ETCC sobre o córtex motor faríngeo incrementou a atividade de várias regiões corticais envolvendo o planejamento, iniciação e execução da deglutição em sujeitos saudáveis (SUNTRUP et al., 2013).

No estudo feito por Vasant e colaboradores (2014) concluem que com 10 minutos de ETCC anódica após um acidente cérebro vascular há um potencial terapêutico que contribui para o tratamento da disfagia. Frente aos distúrbios da fala apresentados pela DP, estudos avaliaram a fonação vogal e diadococinesias usando a estimulação magnética transcraniana repetitiva (EMTr) em estado On, sobre a área motora da mão ou boca, onde não houve diferenças significativas em nenhuma

das condições avaliadas (HARTELIUS et al., 2010). Outro estudo concluiu que não houve diferença significativa na frequência fundamental e intensidade da voz dos pacientes com Parkinson, usando EMTr sobre o córtex prefrontal dorso lateral (DIAS et al., 2006). Contudo ainda não há estudos científicos que concluam se as técnicas de estimulação cerebral não invasiva possam ter um efeito terapêutico sobre a fala dos pacientes com Parkinson.

4. HIPÓTESE

- A ETCC anódica sobre a área de Broca é eficaz em aumentar os efeitos da terapia fonoaudiológica convencional na comunicação oral dos pacientes com disartria hipocinética.

5. OBJETIVO GERAL

- Analisar a eficácia da aplicação da ETCC sobre a área de Broca aumentando os efeitos terapêuticos do tratamento fonoaudiológico convencional em pacientes com diagnóstico neurológico de doença de Parkinson.

5.1. Objetivos específicos

- Investigar os efeitos da ETCC sobre as subáreas da comunicação oral: respiração, fonação, ressonância, articulação e prosódia em pacientes com diagnóstico neurológico de doença de Parkinson.
- Descrever os efeitos da ETCC quando finalizar o tratamento sobre a sintomatologia da disartria em pacientes com diagnóstico neurológico de doença de Parkinson.

6. MÉTODOS

O presente estudo teve as seguintes características metodológicas:

6.1. Desenho do estudo

O presente estudo foi um ensaio clínico controlado, randomizado e duplo cego.

6.2. Local e período do estudo

O estudo foi desenvolvido no Laboratório de Neurociência Aplicada (LANA) do Departamento de Fisioterapia da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), no período de março de 2013 a Junho de 2015.

6.3. Aspectos éticos

Os procedimentos experimentais do estudo foram elaborados seguindo as diretrizes da resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde e conduzidos de acordo com a declaração de Helsinki (1964). O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo seres humanos do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal de Pernambuco identificado com o número CAAE 17103113.1.0000.5208 (Anexo 2).

6.4. População/Amostra

A amostra foi por conveniência, com um número de 18 pacientes sendo recrutados no programa Pro-Parkinson do Hospital das Clínicas na Universidade Federal de Pernambuco.

6.4.1. Critérios de elegibilidade

6.4.1.1. *Critérios de inclusão*

- Pacientes com diagnóstico prévio e confirmado pelo neurologista, com o DP nos estágios I, II e III segundo a escala de Hohen e Yahr.
- Medicados com drogas antiparkinsonianas.
- Idade mínima de 45 anos.
- Ambos os sexos.

6.4.1.2. *Critérios de exclusão*

- Doença de Parkinson junto com outras patologias associadas.
- Presença de episódios de convulsão.
- Pacientes nos estágios IV e V segundo a escala de Hohen e Yahr.
- Uso de aparelhos metálicos.

6.5. Delineamento metodológico

6.5.1. Randomização

Era distribuída de forma aleatória, uma ficha que estava marcada com as letras A (Grupo Experimental) ou B (Grupo Controle), cada letra determinava qual procedimento era feito em cada paciente, permitindo distribuir aleatoriamente os pacientes aos respectivos grupos. Este processo foi guiado por um pesquisador não envolvido diretamente nas coletas que escolheu e atribuiu por sorteio o grupo que correspondeu a cada pessoa. Desta maneira, a pesquisadora que realizou a aplicação do protocolo de avaliação da disartria e a terapia fonoaudiológica assim como o paciente não souberam que procedimentos eram realizados em cada grupo, permitindo assim, manter o estudo do tipo 'duplo cego'. Aos pacientes selecionados e que aceitaram participar do projeto, era entregue o termo de consentimento livre e esclarecido (Apêndice B), antes de iniciar com a coleta de dados.

6.5.2. Divisão dos grupos

Os pacientes foram distribuídos em dois grupos, 9 pacientes para o grupo experimental que receberam estimulação real e terapia em fonoaudiologia e 9 para o grupo controle que receberam estimulação falsa e terapia em fonoaudiologia (Figura 5).

6.5.3. Número de sessões

O estudo contava com 10 sessões de intervenção que eram distribuídas três vezes por semana com um intervalo de 48 horas entre cada, com duração de 60 minutos, os primeiros 20 minutos corresponderam à aplicação da ETCC real ou falsa, quando finalizavam a estimulação os sujeitos respondiam os questionários de efeitos adversos da aplicação da ETCC (BRUNONI et al., 2011) (Anexo 3), o questionário era feito por um pesquisador externo. Os próximos 40 minutos correspondiam à terapia em fonoaudiologia.

6.5.4. Tempos de avaliação

Avaliação: os pacientes que participaram do projeto foram avaliados em dois momentos. Inicialmente era solicitado ao paciente que suspende-se o uso de drogas antiparkinsonianas por pelo menos 12 horas (Estado OFF), nesse estado era feita a primeira avaliação no horário da manhã, ao finalizar a avaliação o paciente tomava o medicamento e 1 hora após da ingestão da droga antiparkinsoniana (estado ON) era feita a segunda avaliação. Estudos indicam que 1 hora após a ingestão da droga há um incremento dos níveis de dopamina no cérebro (GOBERMAN; COELHO; ROBB, 2002). Para avaliação no estado On e o estado OFF foi utilizado o protocolo de avaliação das disartrias de origem central em paciente com Parkinson (Anexo 1).

Reavaliação: os pacientes que finalizaram todo o processo de intervenção terapêutica eram avaliados novamente (em estado Off e On) seguindo a mesmo procedimento da avaliação.

Avaliação acústica: ao finalizar cada sessão de intervenção terapêutica era feita o registro vocal para posterior análise vocal.

Encerramento/Reavaliação: ao finalizar as sessões terapêuticas era entregue a cada paciente um *Guia em fonoaudiologia para o paciente com doença de Parkinson* (Apêndice D), como apoio a todos que participaram nesta pesquisa. O guia conta com uma descrição curta da doença e as dificuldades mais relevantes na fala, como também recomendações gerais para que os pacientes possam continuar com tarefas simples em casa. Este guia foi desenvolvido com o objetivo principal de ser um apoio terapêutico em outros cenários fora da consulta. O guia esta composta pelos seguintes tipos de exercícios:

- Respiração:
 - Fortalecimento da respiração, tempo máximo de fonação.
- Fonação:
 - Qualidade vocal, intensidade vocal.
- Articulação:
 - Fortalecimento dos órgãos fonoarticuladores.
 - Fortalecimento da expressão facial.
 - Mobilidade labial.
 - Fortalecimento lingual.
- Ressonância e Prosódia.

Cada exercício era acompanhado de uma explicação curta e uma fotografia que ilustra o processo a ser feito, junto com o número de repetições (Figura 5)

6.5.5. Procedimento metodológico

6.5.5.1. Aplicação da ETCC

O paciente era sentado em uma cadeira de maneira confortável. A estimulação era feita através de um estimulador de corrente constante, com o uso de eletrodos de superfície que têm as seguintes dimensões: 7 cm X 5 cm = 35 cm². Os eletrodos de silicone eram envoltos por esponjas molhadas com soro fisiológico e posicionados no escalpo dos pacientes com auxílio de faixas elásticas (Figura 2).



Figura 2. Cenário real da coleta.

Paciente recebendo estimulação transcraniana por corrente contínua na área de Broca.

6.5.5.2. *Lugar da estimulação*

O eletrodo ânodo era colocado sobre a área de Broca e o eletrodo cátodo, na região supraorbital direita, este mesmo procedimento tem dado bons resultados em estudos prévios (VRIES et al., 2009). A escolha desta área é baseada em estudos anteriores os quais indicam a importância da região de Broca para a articulação dos sons da fala (HILLIS et al., 2004). A área de Broca é situada nas áreas de Brodmann 44/45, para sua localização foi utilizado o sistema 10-20 EEG (Figura 3). Foram tomadas como base as seguintes medidas antropométricas para colocar os eletrodos:

Seguindo pela linha sagital era tomada a distância total (DT) que corresponde a medida da distância entre o nasion e a inion. Com o 50% da medida da DT era marcado o vértice Cz. Continuando pela linha sagital e tendo como ponto de referência o nasion era marcado o 30% da DT para cima que corresponde a ponto Fz. Seguidamente era feita a medição da distância entre os tragos (DET), com o 50% da medida da DET era marcado o ponto que convergia com o vértice Cz. Seguindo pela linha temporal esquerda era marcado o 10% da DET, que era tomado desde o trago para cima e que correspondia ao ponto T3. Para terminar era tomada a distancia lateral (DL) esquerda, para isso era medida a distância entre o ponto FPZ até o ponto OZ. O ponto FPZ era obtido marcando o 10% da DT desde o ponto naso

para cima (FPZ) e o ponto OZ com o 10% da DT desde o inion para cima. Era tomado o 20% desde o polo frontal para o lado esquerdo da DL para referenciar o ponto F7. Finalmente com os pontos FZ-CZ e F7-T3 plenamente diferenciados era feito um x imaginário, a interseção dos 4 pontos era marcado para referenciar a posição do eletrodo ânodo que era colocado embaixo desse ponto. Esta localização também tem sido utilizada em estudos prévios de ETCC (MONTI et al., 2008) (Figura 4).

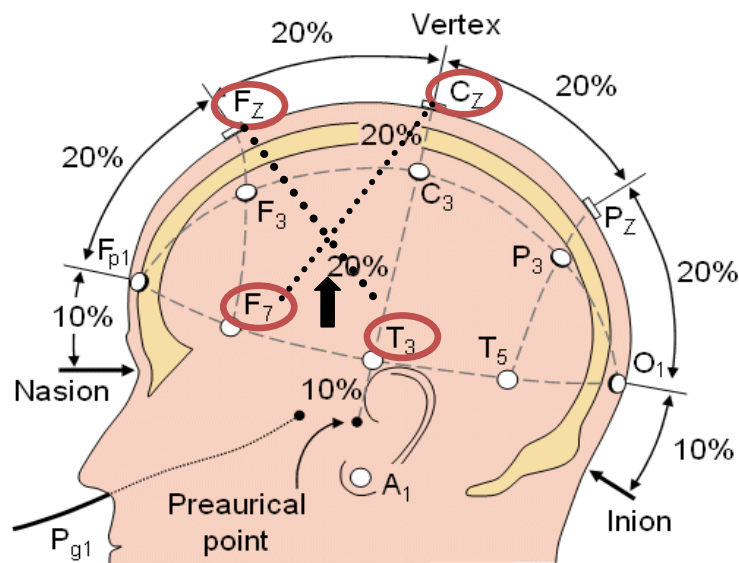


Figura 3. Medidas antropométricas.

Localização dos 4 pontos de referência Fz- T3, Cz-F7. Marcação do X imaginário com esses quatro pontos, a flecha indica área de Broca.

Fonte: <http://bit.ly/1JRsbXi>



Figura 4. Cenário do posicionamento dos eletrodos.

Figura A: representa a posição do eletrodo anodo na área de Broca. Figura B: representa a posição do eletrodo cátodo na região supraorbital direita durante a ETCC.

6.5.5.3. *Intensidade e tempo da estimulação*

Para a estimulação real (Grupo Experimental) a intensidade da estimulação era de 2 mA com um tempo de duração de 20 minutos. A densidade da corrente segue os parâmetros de $0,057\text{mA}/\text{cm}^2$, mantendo os padrões de segurança (POREISZ et al., 2007).

Na estimulação falsa (Grupo Controle), os eletrodos eram colocados na mesma posição anteriormente descrita. Uma vez que o aparelho estava ligado, era programado para desligar a estimulação automaticamente após de um tempo de 30 segundos (NITSCHKE; PAULUS, 2000).

6.5.6. *Aplicação da intervenção fonoaudiológica*

Quando finalizava a ETCC (Real ou Falsa) o paciente iniciava logo a terapia em fonoaudiologia, para isso foi usado o Protocolo Comunicação Oral Eficiente para Pacientes com Parkinson (Apêndice C).

O protocolo foi criado pela Dra Ana Nery Barbosa de Araujo, professora da área de voz do curso de fonoaudiologia da UFPE. O protocolo conta com 10

sessões de intervenção terapêutica com exercícios orientados para a comunicação oral: fonação, articulação, ressonância, respiração e prosódia, em cada sessão é especificado o objetivo a trabalhar o tempo e a técnica a seguir, cada atividade esta colocada de menor a maior complexidade com o objetivo de aumentar o grau de exigência para o paciente. O protocolo foi orientado com os tópicos da bateria de avaliação utilizada.

6.5.7. Métodos de Avaliação

Para o processo avaliativo da comunicação oral, foi utilizado o Protocolo de Avaliação da Disartria de Origem Central em Pacientes com Doença de Parkinson (Anexo 1). Este protocolo está composto por cinco áreas:

- **Respiração:** Avalia a frequência respiratória, número de ciclos respiratórios durante um minuto, número de palavras por expiração observadas durante a fala espontânea e a contagem numérico regressiva.
- **Fonação:** Avalia a qualidade vocal, ataque vocal, intensidade, altura vocal e variação da qualidade vocal.
- **Ressonância:** Avalia movimento velar, faríngeo, emissão nasal e tipo de nasalidade.
- **Articulação:** Avalia movimento labial, lingual, mandibular, conversa espontânea, leitura de monossílabos, pontos e modos de articulação.
- **Prosódia:** Avalia entonação e velocidade da fala.

Este protocolo permite quantificar a disartria, em cada uma das cinco áreas contendo uma escala de 0 a 6, sendo 0 a ausência do distúrbio e 6 um distúrbio grave. A somatória total de todas as áreas permite classificar a disartria em leve (1-10 pontos), moderada (11-20 pontos) e grave (21-30 pontos). O tempo estimado da aplicação deste protocolo foi de aproximadamente 40 minutos. As respostas de cada paciente foram filmadas para posterior análise. Os pacientes que apresentavam disartria eram convidados a participar do projeto e seguir na seguinte fase.

6.5.7.1. Avaliação acústica

A avaliação acústica, era feita uma vez finalizava a terapia e durava aproximadamente 10 minutos, era usado o seguinte procedimento:

6.5.7.2. *Condições do registro*

A captação da voz era feita diretamente no computador, com o ruído ambiental ao redor dos 50 dB em circunstâncias passíveis de reprodutibilidade. Foi usado o Headset Loop Way Pro 3000 que conta com um microfone com padrão polar unidirecional, com resposta de frequência de 20-25.000 Hz, com redução de ruído, além de uma placa de som externa tipo USB que permite a performance e inteligibilidade da entrada de microfone e da saída de alto-falante com redução de ruído melhorando a qualidade de som. O paciente ficava sentado em uma cadeira confortável e o microfone era posicionado em um ângulo de 45 a 90 graus da boca com uma distância que está ao redor dos 5 a 10 cm para evitar interferências no sinal (BITTANTE, 2004).

6.5.7.3. *Sistema de gravação*

Para a análise de voz era usado o software VoxMetria especificamente para as análises de voz e qualidade vocal. O tutorial do software oferece uma sequência para o registro vocal, mas indica também analisar as necessidades e o perfil da clínica neste caso da pesquisa, para escolher o registro mais conveniente. Portanto para o presente estudo o registro vocal seguiu as recomendações da literatura (BEHLAU et al., 2004).

6.5.7.4. *Protocolos de gravação*

Para análise da voz foi feita uma sequência automática de contagem de números (SACN) (1 até 10), (BEHLAU et al., 2004) e para a análise da qualidade vocal era feito a produção da vogal sustentada (PVS) /e/.

6.5.7.5. *Análise qualitativa*

Os valores extraídos para a análise foram dos índices de perturbação a curto-prazo (Jitter e Shimmer). Além disso, foi levado em conta o cálculo dos parâmetros da média da frequência fundamental e a média da intensidade, essenciais na análise acústica da voz referente à sonorização da emissão estudada.

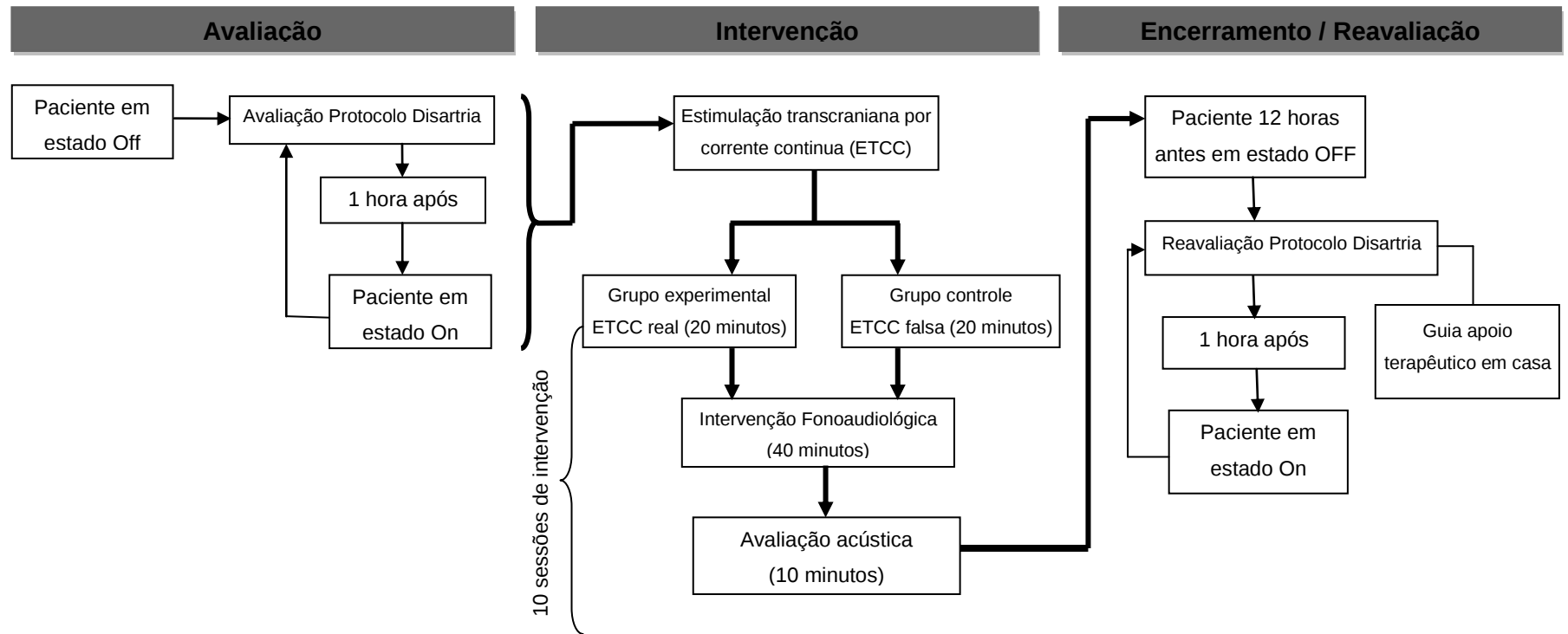


Figura 5. Desenho do estudo.

7. PROCESSAMENTO E ANÁLISE DE DADOS

Foi realizada análise descritiva com medidas de tendência central e medidas de variabilidade para as variáveis contínuas, e medidas de frequência para as variáveis categóricas. Inicialmente foi utilizado o teste de Shapiro-Wilk para verificar a normalidade de todas as variáveis. Foi usado o teste de Friedman para as variáveis de avaliação do protocolo (respiração, fonação, ressonância, articulação, prosódia, total), no estado ON e OFF. Os post hoc de Mann Whitney e Wilcoxon foram usados para verificar as diferenças intergrupos (controle e experimental) e intragrupos (avaliação e reavaliação) respectivamente.

Para as variáveis de análises vocais (Jitter, Shimmer, Frequência e Intensidade), foram usados os post hoc de Mann Whitney e Wilcoxon para verificar as diferenças intergrupos (controle e experimental) e intragrupos (avaliações pós cada uma das 10 sessões de intervenção), respectivamente.

Os dados foram analisados usando o software SPSS (versão 18.0) e o nível de significância escolhido foi de $p < 0.05$.

8. RESULTADOS

Os resultados de nosso estudo indicam que a terapia fonoaudiológica é um método eficaz que traz benefícios na comunicação oral dos pacientes com doença de Parkinson nos estágios iniciais. A ETCC anódica junto com o trabalho terapêutico geram efeitos positivos sobre a articulação. Os resultados de nosso estudo são apresentados detalhadamente em forma de artigo científico original, na seção seguinte, intitulado *Transcranial Direct Current Stimulation In Broca's Area at Parkinson's Disease Patients* será enviado para a revista International Journal of Developmental Neuroscience (qualis B1 para área Medicina II da CAPES).

Produto da busca da literatura foi publicado o artigo de revisão intitulado *Estimulación transcraneal de corriente directa en Parkinson- Revisión Sistemática* (Apêndice A).

8.1. Artigo original

Title: Speech Therapy and Transcranial Direct Current Stimulation (tDCS) in Parkinson's Patients.

Affiliation: Programa de Pós-Graduação em Neuropsiquiatria e Ciências do Comportamento, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Brazil.

Laboratório de Neurociências Aplicadas, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Brazil

Contact information: Diana Marcela Prieto Vega, Programa de Pós-Graduação em Neuropsiquiatria e Ciências do Comportamento, Universidade Federal de Pernambuco. Av. Prof. Moraes Rego, 1235, Cidade Universitária, Recife-PE, Brasil, CEP: 50670-901, phone: +55 (81) 2126-8928, e-mail: dimarapr@gmail.com.

Conflict of Interest: The authors declare that they haven't conflict of interest.

ABSTRACT

Background: Motor speech and voice impairment in Parkinson disease are associated with hypokinetic dysarthria. The principal speech's symptoms in are: reduced vocal intensity, monotonous and reduced pitch, imprecise articulation, decreased speech speed, lower variation of fundamental frequency, breathiness. Noninvasive method of brain stimulation as transcranial direct current stimulation (tDCS) is painless and safety cortical stimulation technique that create electric currents in the brain to change cortical excitability. The objective of this study is to analyze the effectiveness of tDCS application in Broca's area and increase the therapeutic effects of conventional speech therapy in patients with neurological diagnosis of Parkinson's disease. **Methods:** A total of eighteen volunteers with idiopathic PD, (mean age $61,1 \pm 3,6$ years) participated in the study. The study consisted in 10 experimental sessions and two sessions of assessment (baseline and post intervention). Each experimental session was administrated three times per week with an interval of 48 hours, and was divided the first 20 minutes for tDCS and the last 40 minutes for speech therapy. The subjects were divided into two groups randomly distributed in tDCS active or tDCS sham. The anodal electrode was placed over the Broca's area, while the cathodal electrode was placed over the right supraorbital region. **Results:** The results of our study shows a significant difference in the Protocol's total sum for experimental group in ON and OFF state and for control group in OFF state, there also were significant differences in the articulation variable for experimental group in ON state. **Conclusion:** Our study suggests that speech therapy and the tDCS effect are beneficial in the oral communication of Parkinson's disease patients at early stages. Furthermore, it was observed that speech therapy improved overall results of dysarthria protocol.

HIGHLIGHTS

- tDCS is a tool that accompanies speech therapy.
- Anodal tDCS is a therapeutic tool for hypokinetic dysarthria.
- Parkinson's patients are benefited with speech therapy.

KEYWORDS

Parkinson Disease; Dysarthria; Transcranial direct current stimulation; Voice analysis.

1. Introduction

Parkinson's disease (PD) is characterized by a neurological disorder caused for degeneration of neurons containing the neurotransmitter *dopamine*. Low concentration of dopamine in the basal ganglia generates neuromuscular control disorder. The principal motor signs of the disease are bradykinesia, resting tremor and rigidity affecting upper and lower limbs, reduction or loss of movement and postural changes (LONG-SMITH, SULLIVAN, & NOLAN, 2009). The motor alterations also may affect the oral communication. A study have reported bradykinesia on the laryngopharyngeal tractus (LUSCHEI, RAMIG, BAKER, & SMITH, 1999) linked with motors disturbance of lower lip, upper lower, jaw, thyroarytenoid and velar muscle (WALSH & SMITH, 2012). Motor speech and voice impairment in Parkinson disease are associated with hypokinetic dysarthria, characterized by monotonous and reduced pitch and loudness, variable rate, short rushes of speech, imprecise consonants, and a breathy and harsh voice (SAPIRA, 2014).

Among the therapeutic strategies used for dysarthria treatment, is the traditional speech therapy is used to improvement of motors speech symptoms. Based on behavioral treatment, it consists in training for strengthen muscles involved it with respiration, phonation, or articulation coordination. There are also intensive programs as Lee Silverman method that consist in a high effort speech treatment, that have had beneficial effects on vocal loudness (JANSSENS, MALFROID, NYFFELER, BOHLHALTER, & VANBELLINGEN, 2014).

On the other hand the bilateral stimulation of the subthalamic nucleus (STN) seems one of the most effective surgical treatment of PD. This safe and well tolerated treatment greatly improves motor disability of Parkinson's patients. This stimulation also shows beneficial effect on the respiratory, phonatory and articulatory systems. Contributing to speech production, however it is necessary more investigations to know the impact of this surgical procedure on the speech system (SKODDA et al., 2014).

Currently is being used a non-invasive stimulation technique, as transcranial direct current stimulation (tDCS). The tDCS is well tolerated, painless, and not create auditory or somatosensory perceptions beyond of the application initial minute. Moreover allow the design of sham interventions (BRUNONI et al., 2011). The tDCS

produces a polarity-dependent excitability of the cortical stimulated areas, at induced by a potential membrane change, followed by prolonged after-effects due to modulations of NMDA receptor (N-methyl-D-aspartate) (NITSCHKE et al., 2005). Anodal tDCS increases excitability, whereas cathodal tDCS diminishes it (NITSCHKE & PAULUS, 2000). The changes in the cortical excitability generated by tDCS are a promising tool to induce the cortical neuroplasticity.

Currently it has been researched that the tDCS over the motor cortex pharyngeal increment the activity of several cortical regions that involved the planning, initiation and execution of swallowing in healthy subjects (SUNTRUP, TEISMANN, WOLBRINK, WINKELS, & WARNECKE, 2013). New studies (VASANT et al., 2014) have found that anodal tDCS is a therapeutic tool for dysphagia treatment in patients with stroke. Brain stimulation non-invasive for motor function in Parkinson's disease is being investigated, other study found a motor improvement in the PD after a single session (FREGNI et al., 2006). In other study was compared the effects of tDCS anodal in Broca's area, the results showed a verbal fluency improvement in healthy people (CATTANEO, PISONI, & PAPAGNO, 2011).

The Broca's area (Brodmann's area – BA 44/45) is classically related with speech generation, is there where the content is received to be expressed and to organize speech motor sequences. The left inferior frontal gyrus (Broca's region) is very close at mouth, tongue, pharynx and larynx region in the left ventral premotor cortex (BA 6) and both of them show bigger activation during the transmission of motor speech movements (HANAKAWA et al., 2002), (SIMONYAN & HORWITZ, 2011). A study (ULLMAN, 2006) suggests that there is an anatomical and citoarquitetônica distinction of Broca's area that is associated with a different channel in the basal ganglia thalamic-cortical circuit., disorders of basal ganglia such PD would generate lexical processing disorders, imaginary motor, temporal processing, among others.

Therefore the purpose of this study is to analyze the effects of tDCS in Broca's area (oral communication) at Parkinson's disease patients in early stage (I,II,III) during speech therapy.

2. Methods

Subjects:

A total of eighteen volunteers with idiopathic PD who fulfilled the UK Parkinson's Disease Brain Bank Criteria (HUGHES, DANIEL, KILFORD, & LEES, 1992) in a Hoehn and Yahr stage of 1, 2, 3 (mean age $61,1 \pm 3,6$ years, 4 females) participated of study (Table 1). Recruited from *Programa Pro-Parkinson in Hospital das Clinicas* on Universidade Federal de Pernambuco. All subjects gave their written informed consent prior to the experiment, which was approved by local research ethics committee and were performed in accordance with the Helsinki Declaration. All volunteers were right-handed. The patients were excluded if they had other neuropsychiatric diseases, head metal objects or have been treated with deep brain stimulation (Table 1).

Table 1. Sample characteristics.

3. Experimental Design

The experiment was conducted in a double blinded sham controlled randomized clinical trial. The study consisted in 10 experimental sessions and two sessions of assessment (baseline and post intervention), for evaluation was performed the Dysarthria Protocol (FRACASSli et al., 2011) during Off and On state. This protocol allows quantifying the dysarthria and has five areas: breathing, phonation, resonance, articulation and prosody. Each one of the five areas has a range of 0 to 6, with 0 being the absence of disorder and 6 a serious disorder. The all areas sum allows to sort the dysarthria as mild (1-10 points), moderate (11-20 points) and severe (21-30 points).

Each participant was withdrawn from medication for at least 12 hours during the night before the assessment. The first data collection session of protocol took place 30 minutes before of administration of normal morning medication (OFF state). The second data collection session took place 1 hour after of morning medication (ON state). When patients had completed the 10 therapeutic sessions, they were evaluated again (in On and Off state) following the same assessment procedure.

The sessions were administered three times per week with an interval of 48 hours. Each experimental session was divided into the first 20 minutes for tDCS and the last 40 minutes for speech therapy. At the end of each session, a vocal record was performed. The subjects were divided into two groups randomly distributed in active tDCS or sham tDCS. Researchers and patients were blinded with regard to tDCS protocols. A schematic representation of experimental design can be seen in figure 1.

Figure 1. A schematic representation of experimental design.

3.1 Transcranial direct current stimulation (tDCS)

The subjects were seated in a comfortable chair. Stimulation intensity was set at 2 mA; was applied for 20 minutes (NITSCHKE & PAULUS, 2001), before speech therapy, through two saline-soaked sponge electrodes (surface 35 cm²) and delivered by a clinical constant-current stimulator with a maximum output of 10mA. The anodal electrode was placed over the Broca's area, while the cathodal electrode was placed over the right supraorbital region. The Broca's region (BA 44/45) was localized according to 10–20 EEG system (MONTI et al., 2008). In the sham condition, the current was turned off after 30s. When the subjects had finished the real or false stimulation, they answered surveys about adverse effects of tDCS applications (BRUNONI et al., 2011). Volunteers and researchers involved in evaluations were blinded by the tDCS protocol.

3.2 Speech Therapy

Speech therapy was focused in oral communication and were performed exercises in the following areas: phonation, articulation, fluency, resonance, and voice, including aeromechanical components of respiration. All speech therapy sessions were previously planned. Each therapy session lasted 40 minutes.

3.3 Voice Recording

The Headset Loop Way Pro 3000 was used for voice recording, which has a microphone with polar unidirectional standard, 20-25,000 Hz of frequency response and reduced noise, also was used and a USB type external sound card that allows to

separate the microphone input of voice recorder sounds, reducing the noise and improving the sound quality. The microphone was positioned at an angle 45-90 degrees from mouth with a distance between 5-10 cm to avoid signal interference. For record, the patients said a sequence of numbers and sustained the vowel /e/. The software VoxMetria was used to analyze jitter, shimmer, frequency and intensity variables.

4. Data Analysis

For the dysarthria protocol analysis and vocals analysis were normalized intra-individually and were given the baseline ratios.

Descriptive analysis was performed with measures of central tendency and variability measures for continuous variables, and frequency measures for categorical variables. For sample's characterization we used the chi-square test for categorical variables like sex and stage. And the t test for independents samples was used in the age variable. Initially Shapiro-Wilk test was used to verify the normality of all variables. Friedman test was used for measures of protocol dysarthria assessment (respiration, phonation, resonance, articulation, prosody and total sum) in Off and On state. The Mann Whitney and Wilcoxon post hoc were used to verify the differences between groups (control and experimental) and intragroup (assessment and reassessment), respectively. For the vocals variables analysis (Jitter, Shimmer, frequency and intensity) was used the Friedman Test and the Mann Whitney and Wilcoxon post hoc tests to check the differences between groups (control and experimental) and intragroup (after each session evaluations), respectively. The frequency variable analysis was separated by gender, and the results are compared with the references values quoting by literature on man's and woman's voice frequency.

The data were analyzed using the SPSS software (version 18.0). A p value smaller than $<.05$ was considered significant for all statistical analyses.

Table 1. Sample characteristics.

5. Results

The Friedman test revealed significant differences on resonance variable in ON state ($X^2=4.5$; $p=0.034$) and in OFF state ($X^2=4.5$; $p=0.034$), while not significant differences was found with Mann Whitney and Wilcoxon post hoc.

The Friedman test also indicated significant differences on articulation variable in OFF state ($X^2=5.44$; $p=0.020$) and in ON state ($X^2=16.70$; $p=0.003$). The Wilcoxon test revealed a significant difference for the experimental group in ON state ($p=0.024$).

In prosody variable the Friedman test shows a significant difference in state OFF ($X^2=12.72$; $p=0.003$). The Wilcoxon post hoc indicated significant difference on the control group in OFF state medication ($p=0.024$) comparing the baseline and the post intervention sessions.

By contrast, the Friedman test indicated that the total sum variable has not significant difference in ON state ($X^2=11.64$; $p=0.008$), but it has significant difference in OFF state ($X^2=9.00$; $p=0.003$). The Wilcoxon post hoc test shows significant difference in the experimental group ON ($p=0.028$) and OFF ($p=0.033$), and on the control group in OFF state ($p=0.010$). Finally, breath and phonation variables showed not significant differences in ON/OFF state according with Friedman test.

Table 2. Values of mean, standard deviation and P-values of baseline and post-intervention of dysarthria protocol (experimental and control group)

The voice analysis variables showed not significant difference during all sessions for the following variables: men's frequency ($X^2=15.21$; $p=0.085$), women's frequency ($X^2=10.49$; $p=0.312$), Jitter ($X^2=7.07$; $p=0.629$), Shimmer ($X^2=7.89$; $p=0.544$) and Intensity ($X^2=14.99$; $p=0.091$) according to Friedman test (Figure 3).

Figure 2. Flow diagram of the trial.

Figure 3. Vocal analysis results.

6. Discussion

We found that when anodal tDCS is used on Brodmann's areas 44 and 45, appears a significant difference on articulation in experimental group with On state, that could be due to the fact that the posterior inferior frontal gyrus is very close to motor area representation of mouth, tongue and pharynx on cerebral cortex, that proximity facilitates the information transmission of inferior frontal gyrus to a motor area in the final speech production (SIMONYAN & HORWITZ, 2011) and with the alterations of cortical excitability generated by anodal tDCS we believe that maybe that improvement the elaboration and organization of articulatory sequences before the motor speech act.

That we found is supported in recently studies (CATTANEO et al., 2011), where was indicated that healthy subjects with tDCS at Broca's area improvement their task on semantic and verbal fluidity (PEREIRA et al., 2013), concluded that when is stimulated the dorsolateral prefrontal cortex the phonetic functions are increased in Parkinson's patients.

With the data that we obtained, no significant differences were found for the other protocol's variables: respiration, phonation and resonance. We believe that this is due to the fact that the left inferior frontal gyrus is more related with others language processing tasks like, for example, phonological, syntactic, pragmatic and non-linguistic information analysis (DUNCAN, 2001), (PETERSSON, FORKSTAM, & INGVAR, 2004), and no specifically with motor speech aspects.

Others cortical areas more related to motor speech skills are being studied. One study recently studies (DIAS et al., 2006) conclude that with 5 Hz and repetitive transcranial magnetic stimulation (rTMS) on mouth's motor area (M1-mouth) is produced an significant improvement on voice's intensity and fundamental frequency in Parkinson's patients. Voice and speech motor aspects in Parkinson's patients diagnosed with moderate hypokinetic dysarthria were evaluated with rTMS (ELIASOVA et al., 2013) stimulating the primary sensorimotor cortex (SM1) facial area, where had positive effects on vocal quality, intensity and tongue movements. Therefore, we believe that when the motor and/or sensorimotor cortex on mouth or tongue region is stimulated, it might have influenced in respiration, phonation and resonance results.

Our study data indicated a significant difference on Off control group *prosody* compared with the experimental group, that might be by the ceiling effect. In spite of this study had been blind and randomized, a great number of evaluated patients had diagnostics of slight dysarthria, it generated the ceiling effect of some protocol areas influencing the final results.

The patients evaluated (ON and OFF state) were diagnosed with mild dysarthria, when it were made the reassessments (ON and OFF state) the patients remained with mild dysarthria, but with a total sum diminution indicating therefore gain in the oral communication. Besides our data indicated that the protocol's *total sum* had a significant difference for both experimental group in On/Off state and for control group in Off state, consequently it had a positive decrease in patient's dysarthria symptoms. This is due to the fact that the therapeutic accompaniment provides long terms benefits in oral communication performing of Parkinson's disease patients (RICHARDSON, SUSSMAN, & STATHOPOULOS, 2014). The literature refers to some improvements in voice and pitch intensity and increase of fundamental frequency, even so these positive effects are present only in small samples and it is still under study the therapeutic improvements in bigger samples (PINTO et al., 2004).

In relation to the medication's effects on the vocal system, some studies (GOBERMAM & BLOMGREN, 2008) indicated that evaluated patients in Off and On did not present a general significant difference on voice quality and production, but improvements were identified on voice acoustic parameters such as at maximum phonation time of vowels. In On-state there faster articulatory, but with decrease in voice intensity (HO, BRADSHAW, & LASENK, 2008). Other study (LETTER, SANTENS, BODT, BOON, & BORSEL, 2006) presented few significant differences in articulatory precision before and after medication ingestion. Therefore it is still under study to determine the medication's effects on oral communication in Parkinson's disease.

On the other hand was analyzed the patient's fundamental frequency, the data indicated that men's frequency were in the range of 80-150 Hz and woman's frequency were in the range of 150-250 Hz both experimental and control group (Figure 3). Knowing that the human voice after 60 years old begin to appear vocal alterations, like frequency increase in men and decrease in women (SEBASTIAN,

BABU, OOMMEN, & BALLRAJ, 2012). The obtained results here show that the vibration frequencies of vocal folds both sex were within normal voice parameter. Also was observed that the perturbation index Jitter on both experimental and control groups was above the normal value of 0,60 during the therapeutic process, perhaps this is explain with the lack of vibration control of vocal folds developed by the disease itself (SILVA, GAMA, CARDOSO, REIS, & BASSI, 2012)and the characteristics of senile voice. In amplitude index of sound wave Shimmer, both experimental and control group had the index out of the reference value 6% this because the Parkinson's disease brings glottal resistance reduction, causing noise presence in speech, generating breathy voice of low intensity (SANTOS et al., 2010).

The voice intensity in both experimental and control group was above 65 decibels, the literature indicate this value as usual conversation intensity (LEVEY, FLIGOR, GINOCCHI, & KAGIMBI, 2012). The subjects generally had no deficiency in aerodynamic events that voice producer with an acoustically wrong intensity (HAMMER & BARLOW, 2010) along the research route. Therefore, the representing variations of fundamental frequency (Shimmer and Jitter) were the altered parameters, it is indicating a glottal resistance variation and a failure in the vibration control of the vocal folds, characteristics of hypokinetic dysarthria (LARSON, ALTMAN, LIU, & HAIN, 2008) and that also were not influenced either by therapeutic process or by anodal tDCS.

In conclusion our study suggests that speech therapy is beneficial in the oral communication of Parkinson's patients at early stages.

Noting the dysarthria decrease at the therapeutic process final, therefore, it can be considered the speech therapy as the effective method to treat the hypokinetic dysarthria. Furthermore, positive effects of anodic tDCS sobre el area de Broca and therapeutic work were observed in speech articulation.

As adverse stimulation events, the patients manifested tingling sensation and skin redness, while using the real tDCS. On false tDCS the most repeated event was tingling sensation.

Our study limitations are to determine the lasting effects over time and to define which area of cerebral cortex is the best to stimulate, determining the tDCS effects on other oral communication areas. In addition, a more judicious assessment

protocol must be used for objectively assessing the dysarthric aspects without the evaluator free interpretation. To avoid the ceiling effect is suggested to make future studies on moderate or severe dysarthric frames. Finally, more studies with larger samples are needed to determine the stimulation parameters, lasting effects and the cortex area to stimulate.

7. Acknowledgements

The authors thank all the participants for their collaborating in this study.

8. Abbreviations

BA: Brodmann's Area

EEG: Electroencephalography

Hz: Hertz

NMDA: N-methyl-D-Aspartate Receptor

PD: Parkinson's Disease

rTMS: Repetitive Transcranial Magnetic Stimulation

SM1: Primary Sensorimotor Cortex

STN: Subthalamic Nucleus

tDCS: Transcranial Direct Current Stimulation

9. Reference

BRUNONI, A., AMADERA, J., BERBEL, B., VOLZ, M., RIZZERIO, B., & FREGNI, F. (2011). A Systematic review on reporting and assessment of adverse effects associated with transcranial direct current stimulation. *The International Journal of Neuropsychopharmacology*, 14(08), 1133–45.

CATTANEO, Z., PISONI, A., & PAPAGNO, C. (2011). Transcranial direct current stimulation over Broca's region improves phonemic and semantic fluency in healthy individuals. *Neuroscience*, 183, 64–70.

DIAS, E., BARBOSA, E. R., CORACINI, K., MAIA, F., MARCOLIN, M. a, & FREGNI, F. (2006). Effects of repetitive transcranial magnetic stimulation on voice and speech in Parkinson's disease. *Acta Neurologica Scandinavica*, 113(2), 92–9.

DUNCAN, J. (2001). An adaptive coding model of neural function in prefrontal cortex. *Nature Reviews Neuroscience*, 2, 820–829.

ELIASOVA, I., MEKYSKA, J., KOSTALOVA, M., MARECEK, R., SMEKAL, Z., & REKTOROVA, I. (2013). Acoustic evaluation of short-term effects of repetitive transcranial magnetic stimulation on motor aspects of speech in Parkinson's disease. *Journal of Neural Transmission*, 120(4), 597–605.

FRACASSI, A. S., SPADOTTO, A. A., GATTO, A. R., WEBER, S., RIBEIRO, P. W., & SCHELP, A. O. (2011). Adaptação para a língua portuguesa e aplicação de protocolo de avaliação das disartrias de origem central em pacientes com doença de Parkinson. *CEFAC*, 13(6), 1056–1065.

FREGNI, F., BOGGIO, P., SANTOS, M., LIMA, M., VIEIRA, A., RIGONATTI, S., ... PASCUAL-LEONE, A. (2006). Noninvasive cortical stimulation with transcranial direct current stimulation in Parkinson's disease. *Movement Disorders*, 21(10), 1693–702.

GOBERMAM, A., & BLOMGREN, M. (2008). Fundamental frequency change during Offset and Onset of voicing in individuals with Parkinson disease. *Journal Voice*, 22, 178–91.

HAMMER, M., & BARLOW, S. (2010). Laryngeal somatosensory deficits in Parkinson's disease: Implications for speech respiratory and phonatory control. *Experimental Brain Research*, 201(3), 401–9.

HANAKAWA, T., HONDA, M., SAWAMOTO, N., OKADA, T., YONEKURA, Y., Fukuyama, H., & Shibasaki, H. (2002). The role of rostral Brodmann area 6 in mental-operation tasks: an integrative neuroimaging approach. *Cerebral Cortex*, 12(11), 1157–1170.

HO, A., BRADSHAW, J., & LASENK, R. (2008). For better or worse: the effect of levodopa on speech in Parkinson's disease. *Movement Disorders*, 23, 574–80.

HUGHES, A., DANIEL, S., KILFORD, L., & LEES, A. (1992). Accuracy of clinical diagnosis of idiopathic Parkinson's disease: a clinico-pathological study of 100 cases. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, 55(3), 181–184.

JANSSENS, J., MALFROID, K., NYFFELER, T., BOHLHALTER, S., & VANBELLINGEN, T. (2014). Application of LSVT BIG Intervention to Address Gait, Balance, Bed Mobility, and Dexterity in People With Parkinson Disease: A Case Series. *Physical Therapy*, 94(7), 1014–23.

LARSON, C., ALTMAN, K., LIU, H., & HAIN, T. (2008). Interactions between auditory and somatosensory feedback for voice F0 control. *Experimental Brain Research*, 187, 613–621.

LETTER, M. DE, SANTENS, P., BODT, M. DE, BOON, P., & BORSEL, J. (2006). Levadopa-induced alterations in speech rate in advanced Parkinson disease. *Acta Neurologica Belgica*, 106, 19–22.

LEVEY, S., FLIGOR, B., GINOCCHI, C., & KAGIMBI, L. (2012). The effects of noise-induced hearing loss on children and young adults. *Comumunications Science and Disorders*, 39, 76–83.

LONG-SMITH, C., SULLIVAN, A., & NOLAN, Y. (2009). The influence of microglia on the pathogenesis of Parkinson's disease. *Prog Neurobiol.*, 89(3), 277–87.

LUSCHEI, E., RAMIG, L., BAKER, K., & SMITH, M. (1999). Discharge characteristics of laryngeal single motor units during phonation in young and older adults and in persons with Parkinson disease. *Journal of Neurophysiology*, 81(5), 2131–2139.

MONTI, A., COGIAMANIAN, F., MARCEGLIA, S., FERRUCCI, R., MAMELLI, F., MRAKIC-SPOSTA, S., ... Priori, A. (2008). Improved naming after transcranial direct current stimulation in aphasia. *Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry*, 79(4), 451–3.

NITSCHKE, M. a., & PAULUS, W. (2001). Sustained excitability elevations induced by transcranial DC motor cortex stimulation in humans. *Neurology*, 57(10), 1899–901.

NITSCHKE, M., & PAULUS, W. (2000). Excitability changes induced in the human motor cortex by weak transcranial direct current stimulation. *The Journal of Physiology*, 527 Pt 3(3), 633–9.

NITSCHKE, M., SEEGER, A., FROMMANN, K., KLEIN, C., ROCHFORD, C., FRICKE, K., ... TERGAU, F. (2005). Modulating parameters of excitability during and after transcranial direct current stimulation of the human motor cortex. *The Journal of Physiology*, 568(Pt 1), 291–303.

PEREIRA, J., JUNQUÉ, C., BARTRÉS-FAZ, D., MARTÍ, M., SALA-LLONCH, R., COMPTA, Y., ... TOLOSA, E. (2013). Modulation of verbal fluency networks by transcranial direct current stimulation (tDCS) in Parkinson's disease. *Brain Stimulation*, 6(1), 16–24.

PETERSSON, K., FORKSTAM, C., & INGVAR, M. (2004). Artificial Cognitive, syntactic violations activate Broca's region. *Science*, 28, 383–407.

PINTO, S., CANAN, O., TRIPOLITI, E., THOBOIS, S., LIMOUSIN-DOWSEY, P., & AUZOU, P. (2004). Treatments for dysarthria in Parkinson's disease. *Lancet Neurology*, 3, 547–556.

RICHARDSON, K., SUSSMAN, J., & STATHOPOULOS, E. (2014). The effect of increased vocal intensity on interarticulator timing in speakers with Parkinson's disease: a preliminary analysis. *J Commun Disord*, 52, 44–64.

SANTOS, L., REIS, L., BASSI, I., GUZELLA, C., CARDOSO, F., REIS, C., & GAMA, A. (2010). Acoustic and hearing-perceptual voice analysis in individuals with idiopathic Parkinson's disease in "on" and "off" stages. *Arquivos de Neuro-Psiquiatria*, 68(5), 706–711.

SAPIRA, S. (2014). Multiple factors are involved in the dysarthria associated with Parkinson's disease: A review with implications for clinical practice and research. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 57(3), 1330–1343.

SEBASTIAN, S., BABU, S., OOMMEN, N., & BALLRAJ, A. (2012). Acoustic measurements of geriatric voice. *J Laryngol Voice*, 2, 81–4.

SILVA, L., GAMA, A., CARDOSO, F., REIS, C., & BASSI, I. (2012). Idiopathic Parkinson's disease: Vocal and quality of life analysis. *Arquivos de Neuro Psiquiatria*, 70(9), 674–679.

SIMONYAN, K., & HORWITZ, B. (2011). Laryngeal motor cortex and control of speech in Humans. *Neuroscientist*, 17(2), 197–208.

SKODDA, S., GRONHEIT, W., SCHELEGEL, U., SUDMEYER, M., Schnitzler, A., & Wojtecki, L. (2014). Effect of subthalamic stimulation on voice and speech in Parkinson's disease: For the better or worse? *Frontiers in Neurology*, 4 JAN(January), 1–9.

SUNTRUP, S., TEISMANN, I., WOLBRINK, A., WINKELS, M., & WARNECKE, T. (2013). Magnetoencephalographic evidence for the modulation of cortical swallowing processing by transcranial direct current stimulation. *Neuroimage*, 83, 346–354.

ULLMAN, M. (2006). Is Broca's area part of a basal ganglia thalamocortical circuit? *Cortex*, 42(4), 480–485.

VASANT, D., MISTRY, S., MICHOU, E., JEFFERSON, S., ROTHWELL, J., & HAMDY, S. (2014). Transcranial direct current stimulation reverses neurophysiological and behavioural effects of focal inhibition of human pharyngeal motor cortex on swallowing. *The Journal of Physiology*, 592(4), 695–709.

WALSH, B., & SMITH, A. (2012). Basic parameters of articulatory movements and acoustics in individuals with Parkinson's disease. *Movement Disorders: Official Journal of the Movement Disorder Society*, 27(7), 843–50.

Table 1. Sample characteristics.

	Experimental Group (n=9)	Control Group (n=9)	p-values
Sex			
Male, n (%)	7 (77.7)	7 (77.7)	0.712 ¹
Age, years (Mean ± SD)	60.8±5.7	61.3±5.8	0.877 ¹
HY			0.810 ¹
Stage 1, n (%)	4 (44.4)	4 (44.4)	
Stage 2, n (%)	2 (22.2)	1 (11.1)	
Stage 3, n (%)	3 (33.3)	4 (44.4)	
Evaluation-Baseline			
Breathing (Mean ± SD)	2.00±1.00	2.22±0.67	0.587 ²
Phonation (Mean ± SD)	1.67±1.73	1.11±1.27	0.450 ²
Resonance (Mean ± SD)	0.67±1.12	0.78±0.83	0.814 ²
Articulation (Mean ± SD)	2.33±2.35	1.89±1.76	0.656 ²
Prosody (Mean ± SD)	1.56±1.13	1.56±1.51	1.000 ²
Total Sum (Mean ± SD)	8.22±6.10	7.22±4.44	0.697 ²

Note: Values are presented as Mean ± Standart Desviation

Abbreviation: HY: Hoehn & Yahr Modifying Staging Scale

¹ Chi-Square test

² Independent sample test

Table 2. Values of mean, standard deviation and p-values of baseline and post-intervention of dysarthria protocol (experimental and control group).

Experimental Group (n=9)						
	Breathing (Mean ± SD)	Phonation (Mean ± SD)	Resonance (Mean ± SD)	Articulation (Mean ± SD)	Prosody (Mean ± SD)	Total Sum (Mean ± SD)
Baseline On	2.00 ± 1.00	1.67 ± 1.73	0.67 ± 1.12	2.33 ± 2.35	1.56 ± 1.13	8.22 ± 6.10
Pos Intervention On	1.89 ± 1.17	1.33 ± 1.87	0.00 ± 0.00	1.33 ± 2.06*	1.00 ± 1.50	5.56 ± 5.68*
Baseline Off	2.11 ± 1.05	1.67 ± 1.73	0.89 ± 1.05	2.33 ± 2.35	2.11 ± 1.83	9.11 ± 5.84
Pos Intervention Off	2.00 ± 1.00	1.44 ± 1.81	0.33 ± 0.71	1.78 ± 1.99	1.22 ± 1.64	6.78 ± 5.89*
Control Group (n=9)						
	Breathing (Mean ± SD)	Phonation (Mean ± SD)	Resonance (Mean ± SD)	Articulation (Mean ± SD)	Prosody (Mean ± SD)	Total Sum (Mean ± SD)
Baseline On	2.22 ± 0.67	1.11 ± 1.27	0.78 ± 0.83	1.89 ± 1.76	1.56 ± 1.51	7.22 ± 4.44
Pos Intervention On	1.44 ± 1.13	1.00 ± 1.00	0.22 ± 0.67	1.44 ± 1.67	1.44 ± 1.67	5.67 ± 4.97
Baseline Off	1.56 ± 1.01	1.00 ± 1.12	0.56 ± 0.53	2.11 ± 1.96	2.44 ± 1.13	8.00 ± 3.54
Pos Intervention Off	1.33 ± 0.87	1.11 ± 1.05	0.22 ± 0.67	1.56 ± 1.81	1.44 ± 1.42*	5.67 ± 4.00*

* It presents significant difference with p-values less than 0.05, compared to baseline.

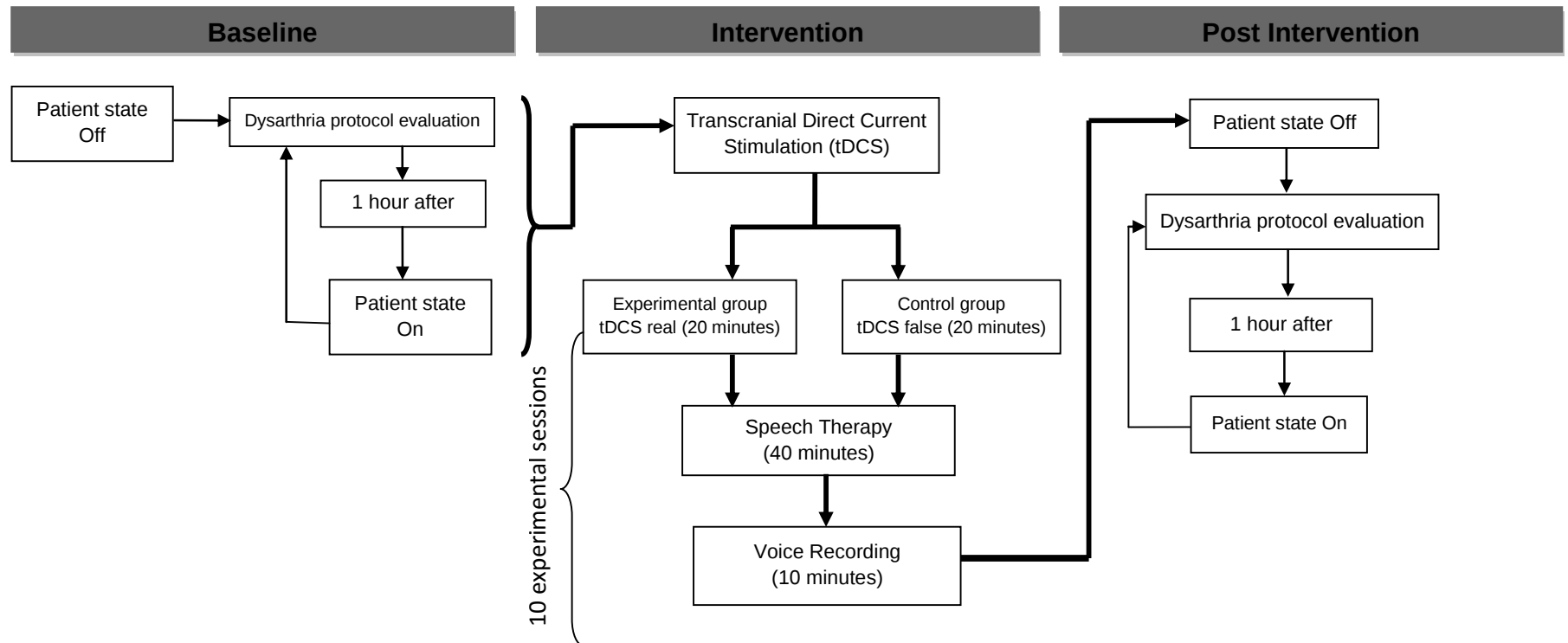


Figure 1. A schematic representation of experimental design.

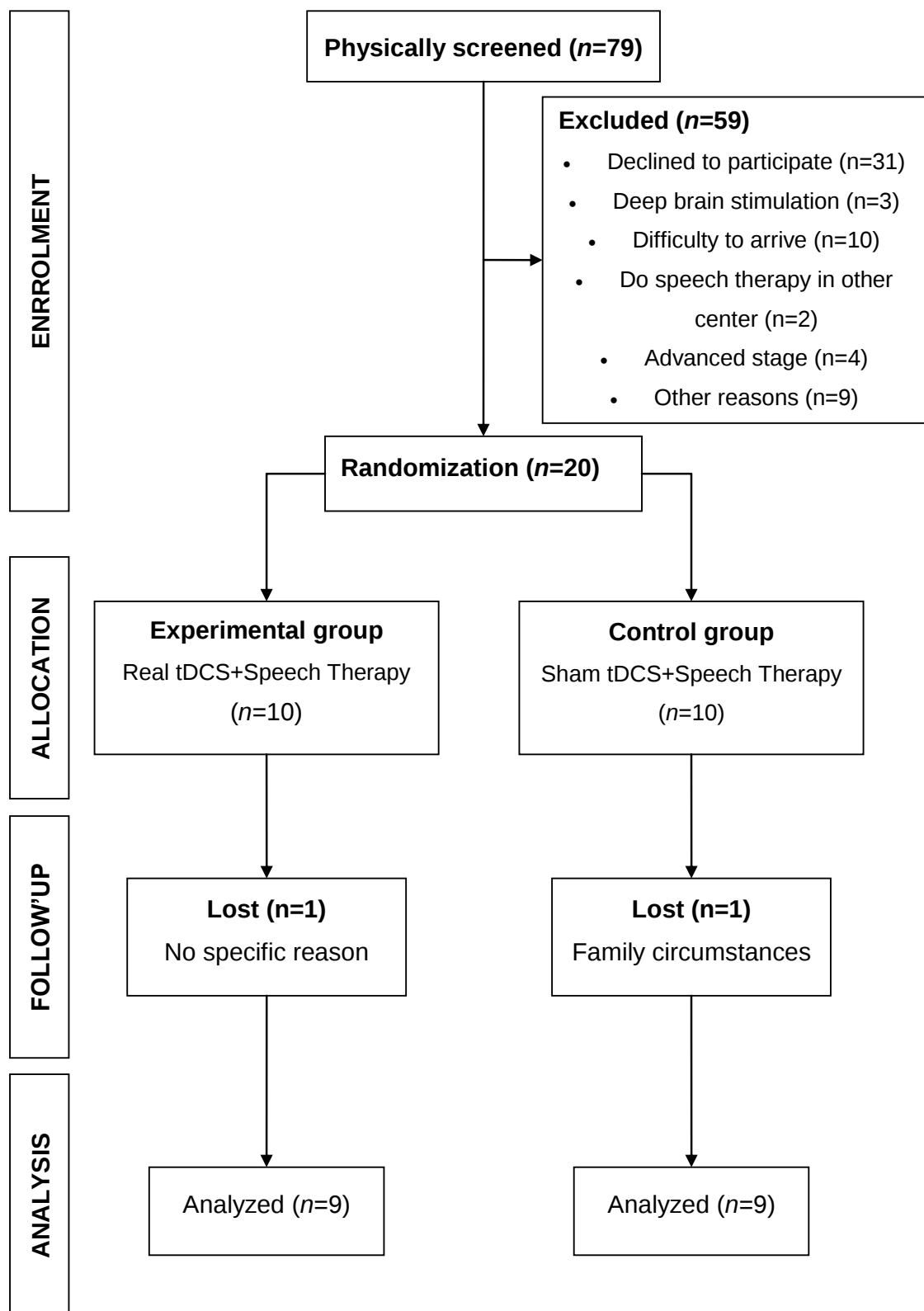


Figure 2. Flow diagram of the trial.

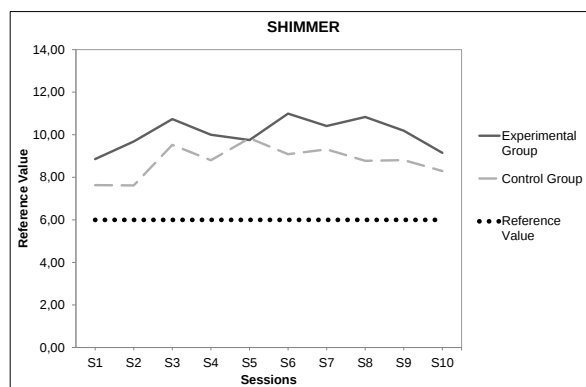
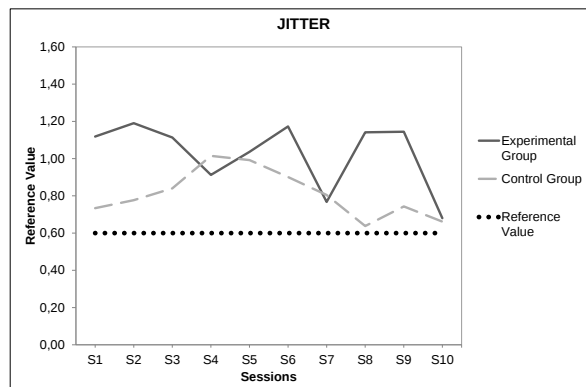
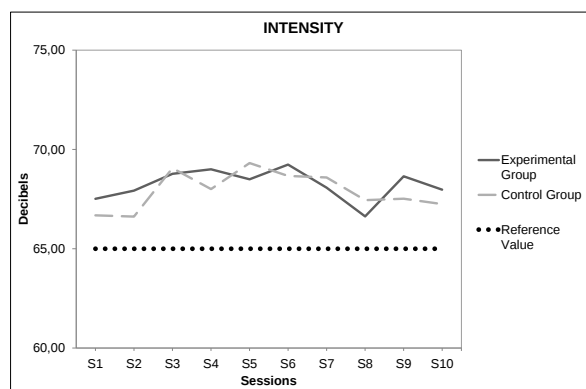
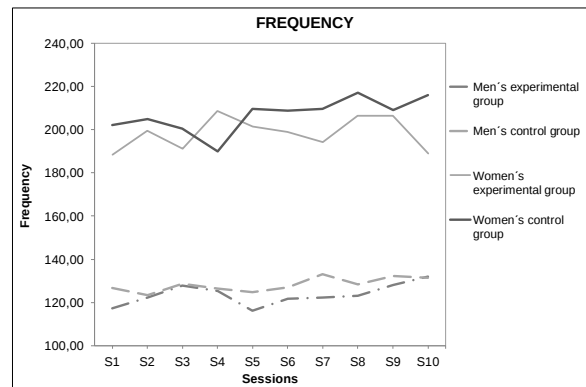


Figure 3. Vocal analysis results.

9. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A ETCC na área de Broca aumenta os efeitos da terapia fonoaudiológica especificamente na subárea de articulação da comunicação oral, além disso foi observado os ganhos na comunicação oral dos pacientes ao finalizar o processo de intervenção.

Como eventos adversos da estimulação, durante o uso da ETCC real os pacientes manifestaram apresentar formigamento e vermelhidão na pele. Na ETCC falsa o evento que mais se repetiu foi formigamento. As limitações de nosso estudo estão em determinar os efeitos duradouros ao longo do tempo, definir qual área do córtex cerebral é a melhor para estimular. Além disso é preciso fazer uso de um protocolo de avaliação mais criterioso, que permita avaliar os aspectos disártricos mais objetivamente sem deixar a livre interpretação do avaliador. Para evitar o efeito teto sugere-se dirigir estudos futuros sobre quadros disártricos moderados ou severos. Finalmente é necessário mais estudos para determinar outros parâmetros de estimulação, efeitos duradouros em longo prazo e trabalhar com outras áreas do córtex para estimular.

REFERÊNCIAS

- ADEYEMO, B. O. et al. Systematic review of parameters of stimulation, clinical trial design characteristics, and motor outcomes in non-invasive brain stimulation in stroke. **Frontiers in psychiatry**, v. 3, n. November, p. 88, jan. 2012.
- AMUNTS, K. et al. Analysis of neural mechanisms underlying verbal fluency in cytoarchitectonically defined stereotaxic space—The roles of Brodmann areas 44 and 45. **NeuroImage**, v. 22, n. 1, p. 42–56, maio 2004.
- BAKER, J.; RORDEN, C.; FRIDRIKSSON, J. Using transcranial direct current stimulation (tDCS) to treat stroke patients with aphasia. **Stroke**, v. 41, n. 6, p. 1229–1236, 2010.
- BAYLOR, C. et al. Participation across communication disorders in adults. **American Journal of Speech-Language Pathology**, v. 20, n. 4, p. 269–287, 2011.
- BEHLAU, M. et al. Avaliação de voz. In: BEHLAU, M. (Ed.). **A Voz. O Livro do Especialista**. Volume I ed. São Paulo: Revinter Ltda, 2004. p. 85–180.
- BENNINGER, D. H. et al. Transcranial direct current stimulation for the treatment of Parkinson's disease. **Journal of neurology, neurosurgery, and psychiatry**, v. 81, n. 10, p. 1105–11, out. 2010.
- BINKOFSKI, F.; BUCCINO, G. Motor functions of the Broca's region. **Brain and Language**, v. 89, n. 2, p. 362–9, maio 2004.
- BITTANTE, I. Avaliação fonoaudiológica da voz: Reflexões sobre conductas, com enfoques a voz profissional. In: **Tratado de Fonoaudiologia**. São Paulo: Roca, 2004. p. 1059.
- BLANDINI, F.; ARMENTERO, M. New pharmacological avenues for the treatment of L-DOPA-induced dyskinesias in Parkinson's disease: targeting glutamate and adenosine receptors. **Expert Opin Investig Drugs**, v. 21, n. 2, p. 153–68, 2012.
- BOECHAT, S. et al. Voz e fala de Parkinsonianos durante situações de amplificação, atraso e mascaramento. **Pró-Fono Revista de Atualização Científica**, v. 21, n. 3, p. 219–224, 2009.

BOGGIO, P. S. et al. Effects of transcranial direct current stimulation on working memory in patients with Parkinson's disease. **Journal of the neurological sciences**, v. 249, n. 1, p. 31–8, 1 nov. 2006.

BRUNONI, A. et al. Clinical Research with Transcranial Direct Current Stimulation (tDCS): Challenges and Future Directions. **Brain stimulation**, v. 5, n. 3, p. 175–195, 2013.

CATTANEO, Z.; PISONI, A.; PAPAGNO, C. Transcranial direct current stimulation over Broca's region improves phonemic and semantic fluency in healthy individuals. **Neuroscience**, v. 183, p. 64–70, 2 jun. 2011.

CAVALEIRO, P.; LOMAREV, M.; HALLETT, M. Modeling the current distribution during transcranial direct current stimulation. **Clin Neurophysiol.**, v. 117, n. 7, p. 1623–9, 2006.

DASILVA, A. et al. Electrode positioning and montage in transcranial direct current stimulation. **Journal of visualized experiments : JoVE**, v. 23, n. 51, p. 1–11, jan. 2011.

DIAS, E. et al. Effects of repetitive transcranial magnetic stimulation on voice and speech in Parkinson's disease. **Acta neurologica Scandinavica**, v. 113, n. 2, p. 92–9, fev. 2006.

DUFFY, J. **Motor speech disorders: Substrates, differential diagnosis, and management**. 2. ed. St. Louis: Elsevier Health Sciences, 2005.

DUMERA, A. et al. Effects of the Lee Silverman voice treatment (LSVT® LOUD) on hypomimia in Parkinson's disease. **Journal of the International Neuropsychological Society**, v. 20, n. 03, p. 302–312, 2014.

FERRADA, N. et al. 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-PSQUIAT**, v. 51, n. 2, p. 110–114, 2013.

FRACASSI, A. S. et al. Adaptação para a língua portuguesa e aplicação de protocolo de avaliação das disartrias de origem central em pacientes com doença de Parkinson. **CEFAC**, v. 13, n. 6, p. 1056–1065, 2011.

FREGNI, F. et al. Transcranial direct current stimulation of the unaffected hemisphere in stroke patients. **Neuroreport**, v. 16, n. 14, p. 1551–1555, 2005.

FREGNI, F. et al. A controlled clinical trial of cathodal DC polarization in patients with refractory epilepsy. **Epilepsia**, v. 47, n. 2, p. 335–42, fev. 2006a.

FREGNI, F. et al. Noninvasive cortical stimulation with transcranial direct current stimulation in Parkinson's disease. **Movement Disorders**, v. 21, n. 10, p. 1693–702, out. 2006b.

FREGNI, F. et al. Cortical stimulation of the prefrontal cortex with transcranial direct current stimulation reduces cue-provoked smoking craving: a randomized, sham-controlled study. **The Journal of Clinical Psychiatry**, v. 69, n. 1, p. 32–40, jan. 2008.

FREGNI, F.; PASCUAL-LEONE, A. Technology insight: noninvasive brain stimulation in neurology-perspectives on the therapeutic potential of rTMS and tDCS. **Nature Clinical Practice Neurology**, v. 3, n. 7, p. 383–393, 2007.

GADSBY, D. Ion channels versus ion pumps: the principal difference, in principle. **Nat Rev Mol Cell Biol**, v. 10, n. 5, p. 344–352, 2010.

GARRETT, E.; CRUTCHER, A.; CRUTCHER, M. Functional architecture of basal ganglia circuits: neural substrates of parallel processing. **Trends in Neurosciences**, v. 13, n. 7, p. 266–271, 1990.

GERFEN, C.; SURMEIER, J. Modulation of striatal projection systems by Dopamine. **Annual Review of Neuroscience**, v. 29, p. 997–1003, 2012.

GILLIES, G. et al. Sex differences in Parkinson's disease. **Front Neuroendocrinol**, v. 35, n. 3, p. 370–84, 2014.

GOBERMAM, A.; BLOMGREN, M. Fundamental frequency change during Offset and Onset of voicing in individuals with Parkinson disease. **Journal Voice**, v. 22, p. 178–91, 2008.

GOBERMAN, A.; COELHO, C.; ROBB, M. Phonatory characteristics of parkinsonian speech before and after morning medication : the ON and OFF states. **Journal of Communication Disorders**, v. 35, n. 3, p. 217–39, 2002.

GOETZ, C. et al. Movement Disorder Society Task Force Report on the Hoehn and Yahr Staging Scale: Status and Recommendations. **Movement Disorders**, v. 19, n. 9, p. 1020–1028, 2004.

GOETZ, C. G. et al. Movement Disorder Society-sponsored revision of the Unified Parkinson's Disease Rating Scale (MDS-UPDRS): scale presentation and clinimetric testing results. **Movement disorders**, v. 23, n. 15, p. 2129–70, 15 nov. 2008.

GOLDMAN, J.; POSTUMA, R. Premotor and non-motor features of Parkinson's disease. **Curr Opin Neurol.**, v. 27, n. 4, p. 434–441, 2012.

HAMMER, M.; BARLOW, S. Laryngeal somatosensory deficits in Parkinson's disease: Implications for speech respiratory and phonatory control. **Experimental Brain Research**, v. 201, n. 3, p. 401–9, mar. 2010.

HANAKAWA, T. et al. The role of rostral Brodmann area 6 in mental-operation tasks: an integrative neuroimaging approach. **Cerebral cortex**, v. 12, n. 11, p. 1157–1170, 2002.

HARTELIUS, L. et al. Short-term effects of repetitive transcranial magnetic stimulation on speech and voice in individuals with Parkinson's disease. **Folia phoniatrica et logopaedica : official organ of the International Association of Logopedics and Phoniatrics (IALP)**, v. 62, n. 3, p. 104–9, jan. 2010.

HILLIS, A. E. et al. Re-examining the brain regions crucial for orchestrating speech articulation. *Brain* : **Journal of Neurology**, v. 127, n. Pt 7, p. 1479–87, jul. 2004.

HO, A.; BRADSHAW, J.; LASENK, R. For better or worse: the effect of levodopa on speech in Parkinson's disease. **Movement Disorders**, v. 23, p. 574–80, 2008.

HUMMEL, F.; COHEN, L. Non-invasive brain stimulation: a new strategy to improve neurorehabilitation after stroke? **Lancet Neurol**, v. 5, n. 8, p. 708–12, 2006.

JANSSENS, J. et al. Application of LSVT BIG Intervention to Address Gait, Balance, Bed Mobility, and Dexterity in People With Parkinson Disease: A Case Series. **Physical therapy**, v. 94, n. 7, p. 1014–23, 2014.

KASKI, D. et al. Combining physical training with transcranial direct current stimulation to improve gait in Parkinson's disease: a pilot randomized controlled study. **Clin Rehabil**, v. 28, n. 11, p. 1115–24, 2014.

- KUO, M.; PAULUS, W.; NITSCHKE, M. Boosting focally-induced brain plasticity by dopamine. **Cerebral Cortex**, v. 18, n. 3, p. 648–651, 2008.
- LARSON, C. et al. Interactions between auditory and somatosensory feedback for voice F0 control. **Experimental Brain Research**, v. 187, p. 613–621, 2008.
- LETTER, M. DE et al. Levodopa-induced alterations in speech rate in advanced Parkinson disease. **Acta Neurologica Belgica**, v. 106, p. 19–22, 2006.
- LONG-SMITH, C.; SULLIVAN, A.; NOLAN, Y. The influence of microglia on the pathogenesis of Parkinson's disease. **Prog Neurobiol.**, v. 89, n. 3, p. 277–87, 2009.
- MAHLER, L.; RAMIG, L.; FOX, C. Evidence-based treatment of voice and speech disorders in Parkinson disease. **Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg**, v. 23, n. 3, p. 209–15, 2015.
- MENESES, M.; ARRUDA, W. Anatomia macroscópica dos núcleos da base e estruturas correlatas. In: **Doença de Parkinson**. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan S.A, 2003. p. 348.
- MICHELY, J. et al. Dopaminergic modulation of motor network dynamics in Parkinson's disease. **Brain**, p. 664–678, 2015.
- MIDDLETON, F.; STRICK, P. Basal-ganglia “projections” to the prefrontal cortex of the primate. **Cerebral Cortex**, v. 12, n. 9, p. 926–35, set. 2002.
- MILLER, N. et al. Life with communication changes in Parkinson's disease. **Age and Ageing**, v. 35, n. 3, p. 235–9, maio 2006.
- NITSCHKE, M. et al. Modulating parameters of excitability during and after transcranial direct current stimulation of the human motor cortex. **The Journal of physiology**, v. 568, n. Pt 1, p. 291–303, 1 out. 2005.
- NITSCHKE, M. et al. Shaping the effects of transcranial direct current stimulation of the human motor cortex. **Journal of Neurophysiology**, v. 97, n. 4, p. 3109–3117, 2007.
- PALERMO, S. et al. Avaliação e intervenção fonoaudiológica na doença de Parkinson . Análise clínica-epidemiológica de 32 pacientes. **Revista Brasileira de Neurologia**, v. 45, n. 4, p. 17–24, 2009.

- PELL, M.; MONETTA, L. How Parkinson's Disease Affects Non-verbal Communication and Language Processing. **Language and Linguistics Compass**, v. 2, n. 5, p. 739–759, 2008.
- PEREIRA, J. et al. Modulation of verbal fluency networks by transcranial direct current stimulation (tDCS) in Parkinson's disease. **Brain Stimulation**, v. 6, n. 1, p. 16–24, jan. 2013.
- PIOVEZAN, M. et al. Cognitive function assessment in idiopathic Parkinson's disease. **Arquivos de Neuropsiquiatria**, v. 65, n. 4, p. 942–946, 2007.
- POREISZ, C. et al. Safety aspects of transcranial direct current stimulation concerning healthy subjects and patients. **Brain Research Bulletin**, v. 72, n. 4-6, p. 208–14, 30 maio 2007.
- POST, B. et al. Prognostic factors for the progression of Parkinson's disease: a systematic review. **Movement Disorder**, v. 22, n. 13, p. 1839–51, 15 out. 2007.
- REILLY, K.; SPENCER, K. Speech serial control in healthy speakers and speakers with hypokinetic or ataxic dysarthria: effects of sequence length and practice. **Front Hum Neurosci**, v. 7, n. 665, 2013.
- RICHARDSON, K.; SUSSMAN, J.; STATHOPOULOS, E. The effect of increased vocal intensity on interarticulator timing in speakers with Parkinson's disease: a preliminary analysis. **J Commun Disord**, v. 52, p. 44–64, 2014.
- RIVLIN-ETZION, M. et al. Basal ganglia oscillations and pathophysiology of movement disorders. **Current Opinion in Neurobiology**, v. 16, n. 6, p. 629–637, 2006.
- SHEN, L.; LIAO, M.; TSENG, Y. Recent advances in imaging of dopaminergic neurons for evaluation of neuropsychiatric disorders. **Journal of Biomedicine and Biotechnology**, v. 2012, p. 1–14, 2012.
- SHULMAN, J.; DE JAGER, P.; FEANY, M. Parkinson's disease: Genetics and Pathogenesis. **Annual Review of Pathology: Mechanisms of Disease**, v. 6, p. 193–222, 2011.
- SKODDA, S. et al. Effect of subthalamic stimulation on voice and speech in Parkinson's disease: For the better or worse? **Frontiers in Neurology**, v. 4 JAN, n. January, p. 1–9, 2014.

SKODDA, S.; GRÖNHEIT, W.; SCHLEGEL, U. Impairment of vowel articulation as a possible marker of disease progression in Parkinson's disease. **PloS one**, v. 7, n. 2, p. e32132, jan. 2012.

SKODDA, S.; RINSCHKE, H.; SCHLEGEL, U. Progression of dysprosody in Parkinson's disease over time - A longitudinal study. **Movement Disorders**, v. 24, n. 5, p. 716–722, 2009.

SKODDA, S.; WISSER, W.; SCHLEGEL, U. Short- and long-term dopaminergic effects on dysarthria in early Parkinson's disease. **J Neural Transm**, v. 117, n. 2, p. 197–205, 2010.

STAGG, C.; NITSCHKE, M. Physiological basis of transcranial direct current stimulation. **Neuroscientist**, v. 17, n. 1, p. 37–53, 2011.

STEEP, C. Relative fundamental frequency during vocal onset and offset in older speakers with and without Parkinson's disease. **J Acoust Soc**, v. 133, n. March 2013, p. 1637–1643, 2014.

SUNTRUP, S. et al. Magnetoencephalographic evidence for the modulation of cortical swallowing processing by transcranial direct current stimulation. **Neuroimage**, v. 83, p. 346–354, 2013.

TONI, I. et al. Learning arbitrary visuomotor associations: temporal dynamic of brain activity. **NeuroImage**, v. 14, n. 5, p. 1048–57, nov. 2001.

TSUBOI, T. et al. Distinct Phenotypes of Speech and Voice Disorders in Parkinson's Disease after Subthalamic Nucleus Deep Brain Stimulation (P1.170). **Neurology**, v. 84, n. 14, 2015.

ULLMAN, M. Is Broca's area part of a basal ganglia thalamocortical circuit? **Cortex**, v. 42, n. 4, p. 480–485, 2006.

VASANT, D. et al. Transcranial direct current stimulation reverses neurophysiological and behavioural effects of focal inhibition of human pharyngeal motor cortex on swallowing. **The Journal of physiology**, v. 592, n. 4, p. 695–709, 15 fev. 2014.

VRIES, M. et al. Electrical stimulation of Broca's area enhances implicit learning of an artificial grammar. **Journal of Cognitive Neuroscience**, v. 22, n. 11, p. 2427–2436, 2009.

WALSH, B.; SMITH, A. Basic parameters of articulatory movements and acoustics in individuals with Parkinson's disease. **Movement disorders: official journal of the Movement Disorder Society**, v. 27, n. 7, p. 843–50, jun. 2012.

WASSERMANN, E.; GRAFMAN, J. Recharging cognition with DC brain polarization. **Trends in Cognitive Sciences**, v. 9, n. 11, p. 503–5, nov. 2005.

WILLIAMS, J.; IMAMURA, M.; FREGNI, F. Updates on the use of non-invasive brain stimulation in physical and rehabilitation medicine. **Journal of rehabilitation medicine**, v. 41, n. 5, p. 305–11, abr. 2009.

ZAEHLE, T. et al. Transcranial direct current stimulation of the prefrontal cortex modulates working memory performance: combined behavioural and electrophysiological evidence. **BMC neuroscience**, v. 12, n. 1, p. 2, 2011.

doi: 10.4181/RNC.2013.21.841.8p

Estimulación Transcraneal de Corriente Directa en Parkinson - Revisión Sistemática

Transcranial Direct Current Stimulation (tDCS) in Parkinson's - Systematic Review

Diana Marcela Prieto Vega¹, María Lúcia Gurgel da Costa²

RESUMEN

Objetivo. Determinar si la estimulación transcraneal por corriente directa (tDCS) puede mejorar habilidades y ser un método seguro que pueda ser utilizado como herramienta para el apoyo terapéutico en pacientes con la enfermedad de Parkinson. **Método.** Fue realizada una búsqueda bibliográfica de estudios publicados en el periodo 2002 al 2012 en las bases de datos Pubmed, Scielo y Bireme, en los idiomas inglés, portugués y español. **Resultado.** Fueron halladas 19 referencias bibliográficas, de estas 5 se encuadraban con los criterios de inclusión, sin embargo solo 3 referencias obtuvieron puntuaciones iguales o mayores a tres, cumpliendo con los criterios de calidad metodológica según los parámetros de la escala de Jadad. Uno de los tres artículos obtuvo la máxima puntuación de calidad metodológica. **Conclusión.** Los resultados de esta revisión sugieren que el uso de la tDCS resulta ser un método seguro que mejora habilidades motoras como la marcha y agilidad de los movimientos en miembros superiores y habilidades cognitivas como la memoria de trabajo. Además, de ser una opción para acompañar procedimientos terapéuticos tradicionales. Sin embargo, se requiere de mayores investigaciones para conocer los alcances terapéuticos.

Palabras Claves. Corteza Motora, Corteza Prefrontal, Enfermedad de Parkinson, Memoria de Trabajo, Terapia por Estimulación Eléctrica.

Citação. Veja DMP, Costa MLG. Estimulação Transcraneal de Corrente Direta em Parkinson - Revisão Sistemática.

ABSTRACT

Introduction. Determine if Transcranial Direct-Current Stimulation (tDCS) can improve skills and be a safe method that it can be used as a tool for therapeutic support in patients with Parkinson's disease. **Method.** A literature search was conducted on studies, published between the years 2002 to 2012 in the databases PubMed, SciELO and Bireme, in English, Portuguese and Spanish languages. **Results.** Nineteen bibliographic references were found, of these, five filled the inclusion criteria, however, only three references had a score equal to or greater than 3, fulfilling the methodological quality criteria according to Jadad scale parameters. One of these three references obtained the highest methodological quality score. **Conclusion.** The results of this review suggest that tDCS use is a safe method that improves motor skills such as gait and agility of upper limbs movements and cognitive abilities such as working memory. Also, it suggests be an option to accompany traditional therapeutic procedures. However, further research is needed to understand the therapeutics scopes.

Keywords. Cortex Motor, Cortex Prefrontal, Parkinson's Disease, Working Memory, Electric Stimulation Therapy.

Citation. Veja DMP, Costa MLG. Transcranial Direct Current Stimulation (tDCS) in Parkinson's - Systematic Review.

Trabajo realizado en el departamento de Fonoaudiología de la Universidade Federal de Pernambuco, Recife-PE, Brasil.

1.Fonoaudióloga, Estudiante de Maestría en Neurociencias del programa de Pos-graduación en Neuropsiquiatría y Ciencias del Comportamiento de la Universidade Federal de Pernambuco, Recife-PE, Brasil.

2.Fonoaudióloga, Doctora en Educación, Profesora Adjunta del Departamento de Fonoaudiología, Universidade Federal de Pernambuco, Recife-PE, Brasil.

Endereço para correspondência:

M Gurgel da Costa
Dpto de Fonoaudiologia, Universidade Federal de Pernambuco
Rua Prof. Artur de Sá, s/n Cidade Universitária
CEP 50670-420, Recife-PE, Brasil.
E-mail: dimarapr@gmail.com

Original

Recebido em: 12/03/13

Aceito em: 02/07/13

Conflito de interesses: não

INTRODUCCIÓN

La Enfermedad de Parkinson (EP) es la segunda causa más común de trastornos neurodegenerativos después del Alzheimer, teniendo una prevalencia del 1% a la edad de 65 años, con un incremento del 5% a la edad de 85. La EP se extiende por todo el mundo y afecta en igual proporción a hombres como a mujeres¹. Hoy en día no se sabe cuáles son las causas que ocasionan la muerte celular en la sustancia gris, se formulan hipótesis que pueden ser de tipo tóxico o genético. El 70% de la población que presenta la EP es del tipo idiopático, los síntomas más comunes son temblor durante periodos de descanso, rigidez del cuerpo, una marcada lentitud de los movimientos, cambios de la postura, dificultades en la marcha y dificultad para iniciar movimientos voluntarios. También puede causar otros síntomas y esto se debe a que la disminución de la dopamina puede afectar otros neurotransmisores generando trastornos como la demencia, disturbios del sueño, problemas para deglutir, disfunción sexual, depresión y anomalías del habla².

Las alternativas de tratamiento que se manejan actualmente son farmacológicas y quirúrgicas logrando atenuar los síntomas más característicos de esta enfermedad. Actualmente existen técnicas no invasivas como la estimulación transcraneal de corriente directa (*Transcranial Direct-Current Stimulation, tDCS*), que se está convirtiendo en una herramienta alternativa de manejo para diferentes trastornos psiquiátricos y neurológicos^{3,4}. Estudios actuales sugieren que la tDCS puede ser eficaz para el tratamiento de trastornos neurológicos⁵ a partir de la modulación de la excitación en las regiones corticales estimuladas. Otros estudios establecen que esta técnica de estimulación cerebral no invasiva puede proveer beneficios a los pacientes con EP generando un incremento de patrones adaptativos de actividad cerebral suprimiendo aquellos que se encuentran alterados y produciendo un equilibrio en las redes neuronales⁶. Partiendo de lo anterior el objetivo de esta revisión sistemática es determinar si la estimulación por corriente directa puede mejorar habilidades y ser un método seguro que pueda ser utilizado como herramienta para el apoyo terapéutico en pacientes con la enfermedad de Parkinson.

MÉTODO

La investigación fue desarrollada por dos investigadores, uno de los cuales buscó los datos de manera independiente y el segundo investigador era el revisor y fue consultado en los casos de dudas para establecer concordancia con las ideas.

Criterios de Inclusión y Exclusión

Se incluyeron artículos que contaran con pacientes previamente diagnosticados con la enfermedad de Parkinson, que fueran estudios completos, aleatorizados, doble ciego, con muestras mínimas de 10 pacientes y que las investigaciones hayan sido realizadas en los últimos 10 años. Se excluyeron artículos con estudios de otras patologías, que hicieran referencia al uso de estimulación magnética transcraneal o estimulación cerebral profunda, investigaciones con animales, revisiones literarias y aquellos artículos que tuvieron una calificación inferior a 3 según la escala de Jadad⁷.

La Muestra

La búsqueda fue realizada entre el periodo de Marzo y Abril del 2012 y para ello no hubo restricción del idioma, las bases de datos consultadas para la presente revisión fueron: Librería Nacional de Medicina de los Estados Unidos de América (*US National Library of Medicine*, Pubmed), Librería Científica Electrónica On-line (*Scientific Electronic Library Online*, Scielo), Biblioteca Regional de Medicina (Bireme), *Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal Nível Superior* (CAPES) y la Biblioteca de Ciencias de la Salud de la Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Los criterios de búsqueda siguieron las recomendaciones de Cochrane Collaboration⁸.

Se eligió la lista de encabezados de temas médicos (*Medical Subject Headings*, MeSH) haciendo uso de los términos: "Parkinson Disease", "Electric Stimulation Therapy" y "Transcranial", sus combinaciones, asociaciones y por separado cada uno. De acuerdo con los criterios de inclusión y exclusión mencionados anteriormente se localizaron 19 referencias bibliográficas, 9 en el portal Bireme, 8 en el portal Pubmed y 2 en el portal Scielo. Durante la apreciación de los estudios, en el portal Bireme fueron descartados cuatro ya que tres de esos estudios hacían parte de revisiones de la literatura y uno se enfo-

caba a otra patología. En el portal Pubmed se descartaron cuatro artículos, uno de los estudios por estar relacionado con la enfermedad de Alzheimer y los otros por ser revisiones de la literatura. En el portal Scielo fueron descartados los dos estudios hallados por hacer parte de una revisión literaria. Con un total de 9 estudios, se encontró que tanto para el portal Bireme como para Pubmed existían 4 estudios en común, por lo tanto fueron analizados 5 artículos en total.

La calidad metodológica de los 5 estudios fue evaluada a través de la escala de Jadad, la cual permite realizar una medición cuantitativa de la validez de un ensayo clínico. De acuerdo a los criterios de calificación, de esta escala, la puntuación cinco 5 considera un ensayo aleatorizado de buena calidad y puntuaciones menores a tres 3 corresponden a ensayos aleatorizados de pobre calidad (Tabla I).

RESULTADOS

Después de la lectura rigurosa y la aplicación de la escala de Jadad en los 5 estudios analizados, fueron descartados dos por tener puntuación inferior a tres^{9,10} (Tabla I). Se hallaron tres artículos de relevancia para la presente revisión sistemática. Los tres artículos fueron de carácter aleatorizado. Dos de ellos fueron descritos como doble ciegos Fregni et al¹¹, y Benninger et al¹² (66%), dos

estudios describen el método de cegamiento adecuadamente Boggio et al¹³ y Fregni et al¹¹ (66%) y solo uno de los artículos describe el método de aleatorización correctamente Benninger et al¹² (33%). Uno de los tres artículos Benninger et al¹² obtuvo una puntuación máxima de cinco (5). De acuerdo a los criterios de la escala Jadad los artículos analizados fueron considerados de buena calidad metodológica para su análisis (Tabla II).

Parámetros Clínicos

En el análisis de los artículos Fregni et al¹¹, Benninger et al¹² y Boggio et al¹³, fueron observados parámetros fijos en común. Los tres evaluaron ambos géneros, manejaron un rango de edad promedio entre los 40 a 80 años, los pacientes estaban previamente diagnosticados con la enfermedad de Parkinson Idiopático, siguiendo las pautas clínicas del Banco de Enfermedades Cerebrales de Parkinson del Reino Unido (UK Parkinson's Disease Brain Bank). Como criterios de exclusión los tres estudios determinaron que ningún paciente presentara algún implante metálico en la cabeza o que padeciera de otras enfermedades neuropsiquiátricas. Los estudios de Boggio et al¹³ y Fregni et al¹¹ establecieron que los pacientes no hayan sido sometidos a estimulación cerebral profunda y que pudieran suspender la medicación por un periodo de 12 horas. Uno de los estudios¹², contempló que el pa-

Tabla I
Puntuaciones obtenidas por los cinco estudios según los criterios de la escala de Jadad

Autores	¿El estudio fue descrito como aleatorizado?	Se describe el método para generar la secuencia de aleatorización y este método es adecuado	¿El estudio se describe como doble ciego?	¿Se describe el método de cegamiento y este método es adecuado?	¿Existió una descripción de las pérdidas y las retiradas?	Total
Grüner et al, 2009 ⁹	1	0	0	0	0	1
Pereira et al, 2012 ¹⁰	1	0	0	0	0	1
Fregni et al, 2006 ¹¹	1	0	1	1	0	3
Benninger et al, 2006 ¹²	1	1	1	1	1	5
Boggio et al, 2006 ¹³	1	0	1	1	0	3

Respuesta acertada (1). Respuesta no acertada (0).

(3)-(5) ensayo controlado aleatorizados de buena calidad. (1)-(2) ensayo aleatorizado de pobre calidad.

ciente no presentara rigidez severa, que contara con una dosis de levodopa ≥ 300 mg y que consiguiera caminar una distancia de 10 metros (Tabla III).

Localización intensidad y tiempo

El estudio de Boggio et al¹³ se enfocó en valorar la memoria de trabajo a través del test tres tareas anteriores (*Three Back Task*), las variables dependientes fueron: respuestas correctas, errores y tiempo de reacción y fueron realizadas estimulaciones reales y falsas. Para la estimulación real se ubicó el electrodo ánodo en la corteza prefrontal dorsolateral izquierda (*Left Dorsolateral Prefrontal Cortex*, LDLPFC) y el electrodo cátodo fue ubicado en la órbita contralateral derecha. Para la estimulación falsa fue aplicado el mismo procedimiento; sin embargo, tan solo tuvo una duración de 30 segundos. También fue evaluada la corteza motora primaria (*Primary Cortex motor*, M1).

En este experimento fue ubicado el electrodo ánodo en la M1 y el cátodo en la órbita contralateral derecha. Se realizaron dos experimentos: experimento 1, con 1 miliamperio (mA) y experimento 2 con 2 mA, cada uno con una duración de 20 minutos, siendo estos aplicados aleatoriamente de forma real y falsa. El análisis de los resultados generales de este estudio permite dar a conocer la tendencia positiva del uso de 2 mA con estimulación anodal en la M1 para las variables dependiente respuesta correctas y errores. También fue concluyente que la estimulación en la LDLPFC presentó un incremento en la variable respuestas correctas del 20% y una disminución del 35% en la variable errores, en relación a la línea base (Tabla IV).

El estudio de Fregni et al¹¹ valoró la función motora antes y después de cada proceso de estimulación a través de tres pruebas, una de ellas fue la Escala unifica-

Tabla II
Puntuaciones de los tres estudios seleccionados

Autores	¿El estudio fue descrito como aleatorizado?	Se describe el método para generar la secuencia de aleatorización y este método es adecuado	¿El estudio se describe como doble ciego?	¿Se describe el método de cegamiento y este método es adecuado?	¿Existió una descripción de las pérdidas y las retiradas?	Total
Fregni et al, 2006 ¹¹	1	0	1	1	0	3
Benninger et al, 2006 ¹²	1	1	1	1	1	5
Boggio et al, 2006 ¹³	1	0	0	1	1	3

Respuesta acertada (1). Respuesta no acertada (0).

(3)-(5) ensayo controlado aleatorizados de buena calidad. (1)-(2) ensayo aleatorizado de pobre calidad.

Tabla III
Parámetros fijos de los tres estudios

	Fregni et al, 2006 ¹¹	Benninger et al, 2012 ¹²	Boggio et al, 2006 ¹³
Nº. Pacientes:	17	21	18
Edad Promedio:	45 a 79	40 a 80	45 a 71
Diagnostico:	EP	EP	EP
Criterios de Exclusión:	OEN ECP RM >12 horas	OEN RS Marcha >10 metros Dosis Levodopa ≥ 300 mg	OEN ECP RM >12 horas

OEN: Otras enfermedades neuropsiquiátricas; ECP: Estimulación cerebral profunda; RS: Rigidez severa;

EP: Enfermedad de Parkinson; RM: Retiro de la medicación.

Tabla IV
Características principales de la estimulación por corriente directa en los tres estudios analizados

	Fregni et al, 2006 ¹¹	Benninger et al, 2012 ¹²	Boggio et al, 2006 ¹³
Área cerebral:	M1 DLPFC	CM CP	M1 LDLPFC
Valoración:	Función motora	Tiempo de ejecución de la marcha y bradicinesia	Memoria de trabajo
Procedimiento:	1A. tDCS (real y falsa): Ánodo: M1 Cátodo supraorbital derecha 1B. tDCS (real y falsa): Ánodo: Supraorbital derecha Cátodo: M1 1C. tDCS (real y falsa): Ánodo: LDLPFC Cátodo: Supraorbital derecha Experimento control para 1A 2. Características de MEP	1. tDCS (real): Ánodo: CM y CP Cátodo: Mastoides 2. tDCS (falsa): Ánodo-Cátodo en la frente Dos electrodos adicionales en mastoides	1. tDCS (real y falsa): Ánodo: LDLPFC Cátodo: OCD 2. tDCS: Ánodo: M1 Cátodo: OCD
Tiempo e intensidad:	Estimulación real: 1 mA por 20 minutos Estimulación falsa: 1 mA por 5 minutos	Estimulación real: 2mA por 20 minutos Estimulación falsa: 1 mA por 1-2 minutos	Estimulación real: 1 mA por 20 minutos 2 mA por 20 minutos Estimulación falsa: 30 segundos
Pruebas:	UPDRS parte III-exploración motora sRT PPT	Tiempo de ejecución de la marcha Tiempo de ejecución de actividades en manos y brazos Inventario de Depresión de Beck (Beck Depression Inventory), Encuesta de Salud (Health Survey) Autoevaluación de la Movilidad (Self-assessment of Mobility)	Tres tareas anteriores (Three-back task).

M1: Corteza motora primaria; LDLPFC: *Left Dorsolateral Prefrontal Cortex*; DLPFC: *Dorsolateral Prefrontal Cortex*; CM: Corteza motora; CP: Corteza premotora; OCD: Orbita contralateral derecha; tDCS: *Transcranial Direct Current Stimulation*; UPDRS: *Unified Parkinson's Disease Rating Scale*; sRT: *Simple Reaction Time*; PPT: *Purdue Pegboard Test*.

da de clasificación de la enfermedad de Parkinson (*Unified Parkinson's Disease Rating Scale*, UPDRS) parte III exploración motora, Tiempo de reacción simple (*Simple Reaction Time*, sRT) y el test de Purdue Pegboard (*Purdue Pegboard Test*, PPT). Fueron realizados dos experimentos para determinar el desempeño motor en la EP, cada experimento contaba con sesiones reales y falsas. El experimento 1 se dividió de la siguiente manera: 1A fue estimulación anodal en la M1, experimento 1B estimulación catodal en la M1 y 1C estimulación anodal en la corteza prefrontal dorsolateral (*Dorsolateral Prefrontal Cortex*, DLPFC), este último fue un experimento control para compararlo con los resultados del experimento 1A. El experimento 2 valoró las características del Potencial Motor Evocado (*Motor Evoked Potential*, MEP) después de la estimulación catodal y anodal en la M1 (Tabla IV). Los resultados generales arrojados por este estudio demuestran una tendencia positiva de la estimulación ano-

dal en la M1 para las variables dependientes UPDRS y sRT, información corroborada tanto por el experimento 1A como por el 1C. Un punto a resaltar es que los parámetros que se evaluaron en la variable UPDRS parte III exploración motora, evidenciaron un resultado positivo en la reducción de la *Rigidez*, dos veces mayor en promedio con relación a los ítems de esta prueba.

En el tercer estudio Benninger et al¹² fueron valorados el tiempo de ejecución de la marcha y la bradicinesia. Las variables dependientes de este estudio fueron: marcha, bradicinesia, UPDRS y sRT, adicionalmente se incluyó el Inventario de Depresión de Beck (*Beck Depression Inventory*), Encuesta de Salud (*Health Survey*) y Autoevaluación de la Movilidad (*Self-assessment of Mobility*), (Tabla IV). El estudio se hizo ubicando el electrodo ánodo en el área motora y premotora, y el electrodo cátodo en la mastoides. Se realizaron ocho sesiones en un periodo de 2 semanas y media, con una intensidad de 2 mA

durante 20 minutos, luego cada área fue valorada individualmente. Para la estimulación falsa el electrodo ánodo y cátodo se ubicaron en la frente a 1 cm. de distancia entre cada uno y se incorporaron dos nuevos electrodos desconectados que se ubicaron en la mastoides con una intensidad de 1 mA durante 1 a 2 minutos que generaron una sensación parecida a la estimulación real. Las dos estimulaciones tanto real como falsa no fueron detectadas por los pacientes por ello este estudio fue considerado con una adecuada metodología de cegamiento (Tabla I). Las conclusiones finales del estudio dan a conocer la tendencia significativa de la estimulación anodal en las variables dependientes de marcha, bradicinesia y UPDRS para los pacientes con y sin medicación. No existieron cambios con relación a la línea base entre los grupos, para cualquier tiempo de post-intervención, en las variables dependientes: Inventario de Depresión de Beck, Encuesta de Salud y Autoevaluación de la Movilidad.

DISCUSIÓN

De acuerdo a los resultados obtenidos en los estudios analizados en la presente revisión, fue concluyente en primera medida, los efectos positivos de la estimulación anodal. Según los resultados obtenidos, la tDCS anodal en la LDLPFC con una intensidad de 2 mA presentó unos resultados favorables en la memoria de trabajo, medida a través de la prueba "*three back task*"¹³. Además, la estimulación tDCS anodal en la M1 resulta en un incremento significativo de la función motora como lo afirmó el estudio de Fregni et al¹¹. A su vez, la estimulación anodal en la corteza motora y la corteza premotora mejora la bradicinesia en los miembros superiores. También fueron observados los efectos benéficos en el tiempo de la marcha con medicación¹².

Añadido a lo anterior, los estudios analizados, Fregni et al¹¹, Benninger et al¹² y Boggio et al¹³ proponen una posible explicación a los cambios generados por la tDCS a nivel neuronal. En primera instancia, se establece que la estimulación del área LDLPFC con tDCS anodal induce a la despolarización neuronal¹⁴ y por lo tanto genera un incremento de la excitabilidad de esta área¹³. La M1 puede ser un objetivo importante para la estimulación cerebral en pacientes con enfermedad de Parkinson¹¹, porque según los autores dos mecanismos pueden ser propuestos

para explicar como la tDCS puede mejorar los síntomas de la enfermedad. El primero es que al estimular la M1 se produce un incremento en la actividad del núcleo talámico ventropostelateral (VPL) y este efecto produciría un incremento de neurotransmisores. El segundo es que la disfunción cortical de la enfermedad de Parkinson causada por las alteraciones del ganglio basal al realizar la estimulación por corriente continua ayudaría a mejorar esa disfunción y por lo tanto mitigaría los síntomas de la enfermedad. Adicional a lo anterior, los autores consideran que hay un aumento secundario y benéfico de la excitabilidad cortical para compensar la baja actividad del conducto pálido-tálamo-cortical; es decir, que al emplear la tDCS anodal puede incrementar y ser un mecanismo compensatorio y así de esta manera mejorar la función motora. También, en el estudio se evidenciaron pequeñas mejorías a nivel motor con la estimulación anodal en la LDLPFC, según los autores, esto se debe, en primera medida a que el tamaño de los electrodos influyen para generar efectos que se extenderían a otras áreas del cerebro, y en segunda instancia, los cambios generados en la corteza prefrontal podrían generar cambios en diferentes redes neuronales, que generarían también, pequeñas mejorías en el desempeño motor.

También se sugirió que la estimulación anodal podría mejorar ciertos síntomas motores que permitirían reemplazar las medicaciones dopaminérgicas, usando la tDCS y la terapia convencional sin necesidad de la medicación según Benninger et al¹². El punto interesante discutido por los autores en ese estudio, es que la estimulación anodal genera cambios en la excitabilidad cortical, que produce una despolarización de tiempo prolongado lo suficiente como para permitir la generación de potenciales de acción. Entonces la estimulación anodal incrementa la excitabilidad, permitiendo así la actividad neuronal en la corteza motora y prefrontal de los pacientes con Parkinson. Otra conclusión a la que llegan es que la tDCS puede causar un incremento del neurotransmisor dopamina, incrementando las respuestas motoras. Según los autores esto podría deberse a que el receptor NMDA (N-mentil-D-aspartato) puede ser activado por la acción de la tDCS, y de esta acción se cree que depende la dopamina, tal vez por ello la acción de la tDCS requiera de la dopamina y esto explicaría en parte los efectos de

larga duración de la estimulación en los pacientes que se encontraban medicados. Los autores consideran que la tDCS puede acompañar el proceso de rehabilitación terapéutica conduciendo a generar unos beneficios potenciales.

En segunda instancia el análisis de esta revisión también resalta la intensidad de la estimulación utilizada. Los tres estudios emplearon el mismo tiempo de estimulación (20 minutos); sin embargo, en los estudios de Benninger et al¹² y Boggio et al¹³ se emplearon intensidades diferentes. No obstante, el estudio de Boggio et al¹³ empleó 1 mA, haciendo una explicación importante de los pocos efectos de este valor de intensidad. De acuerdo a los autores, con 1 mA no ocurrieron efectos significativos en la población tratada; según ellos esto se podría deber a dos factores: el primero, a la edad de los pacientes, razón por la cual responden menos a las tareas de carácter cognitivo y segundo, es que con una intensidad de 1 mA no se producen cambios significativos en el sistema dopaminérgico, desencadenando así, niveles bajos de dopamina que afectan las estructuras prefrontales y por lo tanto produciendo un déficit en la memoria de trabajo.

El estudio de Fregni et al¹¹ empleó una intensidad de 1 mA y los autores no mencionaron los efectos de esta intensidad, como si lo hace el estudio de Boggio et al¹³. Los estudios añaden dentro de su metodología de investigación, un periodo de descanso de 48 horas entre cada sesión y un intercambio en el orden de las estimulaciones. Además, los resultados de las evaluaciones antes de cada estimulación, nunca presentaron una diferencia significativa que indicará algún cambio, producto de la estimulación anterior. El tiempo similar entre las sesiones si se encuentra descrito por el estudio de Boggio et al¹³.

Otro punto relevante de esos estudios fue los resultados poco significativos de dos aspectos importantes: los efectos de la estimulación catodal¹¹ y la función motora a nivel de la marcha¹². De acuerdo a lo obtenido por los estudios, resultados poco relevantes fueron observados por la estimulación catodal en la M1, llegando a la conclusión que este tipo de estimulación no genera cambios significativos en la función motora. Según los autores, los pacientes con enfermedad de Parkinson presentan un aumento de la excitabilidad cortical con respecto a la línea base, atribuida al descenso del ganglio basal, y por lo tan-

to esta excitabilidad incrementada puede interferir con los efectos inhibitorios de la estimulación catodal^{11,15,16}. En el análisis de la marcha con medicación, no se sugiere una mejoría después de la estimulación dada; sin embargo, los datos obtenidos apuntan a que los pacientes podrían tener unos efectos benéficos cortos. El análisis de los resultados del tiempo de la marcha sin medicación, fue ambiguo y poco significativo para el análisis. Los autores determinaron que los trastornos de la marcha se relacionan con varios mecanismos patofisiológicos, que pueden generar respuestas diversas frente a la tDCS. Según ellos, el núcleo pedúnculo conectado con el circuito cortico-estriato-tálamo-cortical puede ser modulado por la estimulación cortical, el cual puede generar una mejoría en los disturbios de la marcha. Sin embargo; en el estudio de Benninger et al¹² fue evaluado la velocidad de la marcha y no otros parámetros que posiblemente pudieron haber mejorado y que no fueron tomados en cuenta para el análisis.

Dentro de la metodología desarrollada por los estudios¹¹⁻¹³, se cuestionan que el aprendizaje de las actividades dentro de cada test puede haber interferido dentro de sus resultados finales, sin embargo, justifican la metodología con: haber presentado las estimulaciones de manera aleatoria, la existencia de un periodo de descanso fijo y que las actividades a realizar eran diferentes en cada sesión¹³. Otro de los hallazgos finales fue la mejoría en el tiempo de la marcha con estimulación falsa¹², debiéndose a una considerable familiarización de los pacientes con las tareas dadas, siendo esto un punto crítico para tener en cuenta en futuras investigaciones.

Finalmente, los tres estudios¹¹⁻¹³ concluyen que la tDCS puede ser una herramienta eficaz para el tratamiento de la enfermedad de Parkinson, sin embargo, es necesario continuar investigando sobre la durabilidad de los efectos positivos en las tareas cognitivas a través del tiempo¹³. También se hizo énfasis en que investigaciones futuras puedan determinar los efectos de la estimulación con el uso de Levodopa, logrando así determinar cómo es la modificación de la actividad a nivel cortical del área motora. Además, se deberían contemplar otros parámetros como por ejemplo intensidad, duración y número de sesiones de estimulación¹¹. Este último punto también es compartido por el estudio de Benninger et al¹², el cual

establece que la eficacia de la estimulación mejora cuando se realizan sesiones repetitivas, no obstante, aun es desconocido el número necesario de sesiones para producir una respuesta optima. Añadido a lo anterior, este método de estimulación no invasiva, resultó ser efectivo ayudando a enmascarar las percepciones del paciente¹⁷, logrando obtener datos confiables sobre las respuestas obtenidas, asimismo de no generar efectos adversos^{11,18}.

CONCLUSIÓN

Los resultados de esta revisión sistemática de la literatura, sugieren que el uso de la tDCS resulta ser un método no invasivo, seguro y que no causa dolor, mejorando habilidades motoras como la marcha y agilidad de los movimientos en miembros superiores y habilidades cognitivas como la memoria de trabajo en pacientes con Parkinson. Además, de ser una opción para acompañar procedimientos terapéuticos tradicionales. Sin embargo, el número de sesiones, la intensidad, la duración del tiempo de estimulación, la permanencia de la excitabilidad cortical después de la estimulación y la posición exacta de los electrodos sobre la corteza cerebral son parámetros clínicos aun inciertos, que requieren de mayores investigaciones para posicionar la tDCS como herramienta de apoyo terapéutico en el tratamiento de la EP.

REFERENCIAS

- Shulman M.J., De Jager P. Parkinson's disease genetics and pathogenesis. *Annu Rev Pathol-Mech Dis* 2011;6:193-222. <http://dx.doi.org/10.1146/annurev-pathol-011110-130242>
- Parkinson's disease Research Agenda: National Institute of Neurological Disorders and Stroke (NINDS). Estados Unidos de América: National Institute of Neurological Disorders. (última actualización 6/2012; citado en 2/2012). Disponible en: http://www.ninds.nih.gov/about_ninds/plans/nihparkinsons_agenda.htm
- Chae J, Li X, Nahas Z, Kozel F, George M. A review of the new minimally invasive brain stimulation techniques in psychiatry. *Rev Bras Psiquiatr* 2001;23:100-9. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-44462001000200009>
- Boechat-Barros R, Brasil-Neto J. Estimulação Magnética Transcraniana na depressão: resultados obtidos com duas aplicações semanais. *Rev Bras Psiquiatr*

- 2004;26:100-2. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-44462004000200006>
- Boggio P, Fregni F, Rigonatti S, Marcolin M, Araujo M. Estimulação magnética transcraniana na neuropsicologia: novos horizontes em pesquisa sobre o cérebro. *Rev Bras Psiquiatr* 2006;20:44-49. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-44462006000100010>
- Fregni F, Pascual-Leone A. Technology insight: noninvasive brain stimulation in neurology and perspectives on the therapeutic potential of rTMS and tDCS. *Nat Clin Pract Neurol* 2007;3:383-93. <http://dx.doi.org/10.1038/ncpneu0530>
- Sampaio R, Mancini M. Estudos de revisão sistemática: um guia para síntese criteriosa da evidência científica. *Rev Bras Fisioter* 2007;11:83-89. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-35552007000100013>
- Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions The Cochrane Collaboration: Estados Unidos de América. The Cochrane Collaboration. (última actualización: 03/2011; citado en: 4/2012). Disponible en: <http://handbook.cochrane.org/>
- Grüner K, Eggers C, Ameli M, Sarfeld A, Fink G, Nowak D. 1 Hz rTMS preconditioned by tDCS over the primary motor cortex in Parkinson's disease: effects on bradykinesia of arm and hand. *J Neural Transm* 2010;117:207-216. <http://dx.doi.org/10.1007/s00702-009-0356-0>
- Pereira J, Junqué C, Barrés-Faz D, Martí M, Sala-Lluch R, Compta Y, et al. Modulation of verbal fluency networks by transcranial direct current stimulation (tDCS) in Parkinson's disease. *Brain Stimul* 2012;1:16-24.
- Fregni F, Boggio P, Santos M, Lima M, Vieira A, Rigonatti S, et al. Non-invasive cortical stimulation with transcranial direct current stimulation in Parkinson's disease. *Mov Disord* 2006;21:1693-1702. <http://dx.doi.org/10.1002/mds.21012>
- Benninger D, Lomarev M, Lopez G, Wasserman E, Li X, Considine E, et al. Transcranial direct current stimulation for the treatment of Parkinson's disease. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2010;81:1105-1111. <http://dx.doi.org/10.1136/jnnp.2009.202556>
- Boggio P, Ferrucci R, Rigonatti S, Covre P, Nitsche M, Pascual-Leone A, et al. Effects of transcranial direct current stimulation on working memory in patients with Parkinson's disease. *J Neurol Sci* 2006;249:31-38. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jns.2006.05.062>
- Nitsche M, Paulus W. Excitability changes induced in the human motor cortex by weak transcranial direct current stimulation. *J Physiol* 2000;527:633-639. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1469-7793.2000.t01-1-00633.x>
- Purpura DP and McMurtry JG. Intracellular activities and evoked potential changes during polarization of motor cortex. *J Neurophysiol* 1965;28:166-185.
- Nitsche M, Fricke K, Henschke U, Schilitterlau A, Liebetanz D, Lang N, et al. Pharmacological modulation of cortical excitability shifts induced by transcranial direct current stimulation in human. *J Physiol* 2003;553:293-301. <http://dx.doi.org/10.1113/jphysiol.2003.049916>
- Gandiga P, Hummel F, Cohen L. Transcranial DC stimulation (tDCS): a tool for double-blind sham-controlled clinical studies in brain stimulation. *Clin Neurophysiol* 2006;117:845-850. <http://dx.doi.org/10.1016/j.clinph.2005.12.003>
- Rossini P, Barker A, Berardelli A, Caramia M, Caruso G, Cracco RQ, et al. Non-invasive electrical and magnetic stimulation of the brain, spinal cord and roots: basics principles and procedures for routine clinical application. Report of an IFCN committee. *Electroen Clin Neuro* 1994;91:79-92. [http://dx.doi.org/10.1016/0013-4694\(94\)90029-9](http://dx.doi.org/10.1016/0013-4694(94)90029-9)

APÊNDICE B



UNIVERSIDADE
FEDERAL
DE PERNAMBUCO

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

(De acordo com a Resolução 466/12 - CNS)

Você esta sendo convidada (o) a participar da pesquisa intitulada **Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua na área de Broca em pacientes com Parkinson** realizada no Laboratório de Neurociência Aplicada- LANA do Departamento de Fisioterapia da Universidade Federal de Pernambuco, tendo como responsáveis a Diana Marcela Prieto Vega (Pesquisadora) dimarapr@gmail.com, (81) 9515-2852, Prof.ª Dr.ª Maria Lúcia Gurgel da Costa (Orientadora) malu.gurgel@terra.com.br, (81) 9133-1124 e Prof.ª Dr.ª Kátia Karina do Monte Silva Machado (coorientadora), monte.silvakk@gmail.com, (81) 2126-8939.

O propósito deste projeto é comparar os efeitos da estimulação transcraniana por corrente contínua (ETCC) no desempenho da fala em pacientes diagnosticados com Parkinson nos estágios I, II e III durante o tratamento fonoaudiológico tradicional.

Este projeto se encontra dividido em dois grupos: grupo A e B, será feito um sorteio por meio de um juiz para determinar em qual desses grupos você faria parte, não sendo permitida a escolha da técnica terapêutica a qual você será submetido e mantendo em segredo por parte do juiz a aleatoriedade dos grupos tanto para o paciente como para a pesquisadora. Cada processo conta com 12 sessões de tratamento terapêutico, três vezes por semana, na sessão número um (1), será feita uma avaliação do desempenho da fala através de Protocolo de Avaliação da Disartria nos quais serão avaliadas sua respiração, fonação, ressonância, articulação e prosódia, suas respostas serão filmadas, mantendo o sigilo a informação gravada. Da sessão número dois (2) à número onze (11) será dado início ao processo de intervenção terapêutica e na sessão número doze (12) será reavaliada a sua fala, com o mesmo protocolo da sessão número um (1) e se encerrará a sua participação neste projeto.

Durante o processo de intervenção terapêutica você poderá receber nos primeiros 20 minutos, estimulação real ou falsa e depois passará a intervenção terapêutica tradicional. Para o procedimento da estimulação real, será usada uma cadeira confortável, onde você se sinta cômodo(a) e seguro(a). Logo, será dado início à localização dos eletrodos em seu couro cabeludo e na sua testa, sendo, em seguida, submetido a estímulos elétricos com uma intensidade de corrente baixa que não causam dor ou desconforto. Para o procedimento da estimulação falsa você participará do mesmo jeito anteriormente descrito, mas será de forma fictícia, ou seja você não receberá estimulação real. As estratégias de intervenção terapêutica tradicional se basearão de acordo com os critérios avaliados o protocolo de avaliação da disartria e terá uma duração de 40 minutos em cada uma das sessões, esta intervenção será feita em cada um dos grupos a trabalhar independentemente de grupo que você faça parte. Ao finalizar cada sessão de intervenção será feita uma avaliação de sua voz e qualidade vocal, para isso você deve produzir uma vogal sustentada e fazer uma contagem, o tempo estimado para a avaliação é de 5 minutos, durante esse período serão gravadas suas produções orais por meio de um software mantendo o sigilo a informação gravada, sendo usada exclusivamente pela pesquisadora para a análise dos dados.

Estudos prévios sugerem que a aplicabilidade da estimulação não gera efeitos que prejudiquem a saúde dos pacientes, mesmo que sempre se deve ter em conta que a segurança da estimulação depende da corrente, o tamanho dos eletrodos e a duração da estimulação. Para o presente estudo, serão levadas em conta todas as normas de segurança estabelecidas internacionalmente. Este tipo de estimulação pode gerar, ainda que raramente, dores de cabeça que durem entre 30 e 40 minutos, prurido ou vermelhidão na área dos eletrodos depois da estimulação, sensação de formigamento e/ou desconforto. Por precaução se investigara problemas de alergias cutâneas e se inspecionara a pele da área antes de colocar os eletrodos. Também se terá em conta se você apresenta cefaleia transitória antes das sessões para evitar expô-lo à estimulação marcando a sessão ou dando um tempo de espera. Os benefícios estão diretamente relacionados com a participação gratuita nos processos de intervenção terapêutica individual, sendo um apoio a os processos de assessoria e orientação grupal que estão sendo feitos no programa Pro-Parkinson. Além disso, receberam ao finalizar o tratamento terapêutico, uma cartilha



UNIVERSIDADE
FEDERAL
DE PERNAMBUCO

explicativa e de orientação e minimização dos agravos da doença de Parkinson para que façam uso no entorno familiar.

Se depois de consentir em sua participação o Sr (a) desistir de continuar participando, tem o direito e a liberdade de retirar seu consentimento em qualquer fase da pesquisa, seja antes ou depois da coleta dos dados, independente do motivo e sem nenhum prejuízo a sua pessoa. O (a) Sr (a) não terá nenhuma despesa e também não receberá nenhuma remuneração.

Os resultados da pesquisa serão analisados e publicados, mas sua identidade não será divulgada, sendo armazenados no endereço: Hospital das Clínicas/UFPE, Grupo Pro-Parkinson-Fono Rua Prof. Moraes Rego 1º andar s/n, Cidade Universitária Recife/PE, CEP: 50670-901, sob a responsabilidade da coordenadora do programa e a pesquisadora pelo período de 05 (cinco) anos. Você poderá entrar em contato com a pesquisadora em qualquer fase da pesquisa para tirar dúvida nos telefones de acima.

Em caso de dúvidas relacionadas aos aspectos éticos deste estudo você poderá entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa, na Avenida da Engenharia s/n 1º Andar, Sala 4, Cidade Universitária, Recife-PE, CEP:50740-600, Telefone: (81) 2126 8588, e-mail: cepccs@ufpe.br.

Assinatura do Pesquisador Responsável

Consentimento Pós-Informação

Eu, _____
RG/CPF, _____ fui informado sobre o que o pesquisador quer fazer e porque precisa da minha colaboração no estudo: **Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua na área de Broca em pacientes com Parkinson**, e entendi a explicação. Por isso, eu concordo em participar do projeto, sabendo que não vou ganhar nada e que posso sair quando quiser. Este documento é emitido em duas vias que serão ambas assinadas por mim e pelo pesquisador, ficando uma via com cada um de nós.

Assinatura do participante

Data: ____/____/____



Impressão do dedo polegar

Caso não saiba assinar

Assinatura do Pesquisador Responsável

Assinatura testemunha 1

Assinatura testemunha 2

APÊNDICE C



UNIVERSIDADE
FEDERAL
DE PERNAMBUCO

Protocolo Comunicação Oral Eficiente para Pacientes com Parkinson

*Projeto de Pesquisa: Estimulação
Transcraniana por Corrente Contínua
na área de Broca em Pacientes com
Parkinson*

Autor: Prof.^a Dr.^a Ana Ara Nery Barbosa de Araujo
Orientadora: Prof.^a Dr.^a Maria Lucia Gurgel da Costa
Pesquisadora: Flg.^a Diana Marcela Prieto Vega
Mestranda em Neurociências

SESSÃO: 1**DURAÇÃO:** 40 minutos**Objetivo Geral:** Ensinar técnicas para fortalecer a musculatura fonoarticular apoiando o processo comunicativo dos pacientes com Parkinson.

<u>Comunicação Oral</u>	<u>TEMPO</u>	<u>METODOLOGIA</u>
Subárea: Respiração	6 minutos	1. Inspirar /sustentar/expirar – controle musculatura diafragma Explorar intervalos de tempo em segundos, expiração mais lenta que inspiração. Inspiração e expiração nasal 2. Inspirar /sustentar/expirar – controle musculatura diafragma Explorar intervalos de tempo em segundos, expiração mais lenta que inspiração. Expiração em forma de sopro pela boca
Fonação Resistência vocal		
Subárea: Fala	6 minutos	1. Emissão do "u" contínuo. U + ar... 2. Emissão do "u" contínuo. U + ar... dedo ocluindo lábios (não colocar força) 3. Emissão do "u" contínuo. U + ar... mãos ocluindo boca
Fonação Ressonância		
Subárea: Fala	6 minutos	1. Emissão do som humhumhum com face alongada 2. Emissão do som humhumhum com face alongada, deslocando mandíbula em movimento mastigatório. Mãos em concha.
Articulação		
Subárea: Fala	6 minutos	1. Mastigação selvagem 2. Variações de abertura da boca simulando a emissão das vogais
Prosódia		
Subárea: Fala	6 minutos	Cantar o parabéns pra você só na melodia usando o lalala...lololo

4

SESSÃO: 2**DURAÇÃO:** 40 minutos**Objetivo Geral:** Fortalecer o controle motor dos músculos orofaciais e laríngeos para a sincronia deles melhorando a intensidade e qualidade vocal do paciente com Parkinson.

<u>Comunicação Oral</u>	<u>TEMPO</u>	<u>METODOLOGIA</u>
Subárea: Respiração	6 minutos	1. Inspirar /sustentar/expirar – controle musculatura diafragma 2. Explorar intervalos de tempo em segundos, expiração mais lenta que inspiração Expiração em forma de sopro pela boca 3. Respiração fole. Inspira e solta o ar rápido com contração de diafragma (emissão do chi/chi/chi...) lento e depois mais rápido
Fonação Resistência vocal		
Subárea: Fala	6 minutos	1. Emissão do [uuuuuu] linear/ascendente e descendente 2. Emissão do zzzzzzz linear/ ascendente e descendente
Fonação Ressonância		
Subárea: Fala	6 minutos	1. Emissão do som humhumhum associado ao som do māmāmā 2. Emissão do som humhum associado ao som do mommom
Articulação		
Subárea: Fala	6 minutos	1. Mastigação selvagem associada a emissão do humhumhum 2. Emissão exagerada das vogais seguindo a sequência aoeiu
Prosódia		
Subárea: Fala	6 minutos	Cantar o parabéns pra você usando o mommomom... e uau a ua/ eu eueu / ui uiui

5

SESSÃO: 3

DURAÇÃO: 40 minutos

Objetivo Geral: Fortalecer os movimentos dos músculos envolvidos na produção da fala ajudando a fortalecer a comunicação oral do paciente com Parkinson.

<u>Comunicação Oral</u>	<u>TEMPO</u>	<u>METODOLOGIA</u>
Subárea: Respiração	6 minutos	- Inspirar /sustentar/ expirar emitindo /i/; /e/; /a/; /o/; controlar a saída do ar e prolongar a emissão o máximo. - Inspirar /sustentar/ expirar emitindo: chhhh.../ sssss.../ fffff... - Cronometrar tempo e estimular expansão da emissão.
Fonação		
Resistência vocal		
Subárea: Fala	6 minutos	- Sopro no canudo grosso-baixa resistência - Sopro no canudo fino-alta resistência
Fonação		
Ressonância		
Subárea: Fala	6 minutos	- Emissão do som humhum associado aos sons nasais nh; m; n; - Emissão do som humhum associado sequencias silábicas: pon/ton/kon/; bom/don/gon/; fon/son/chon/; von/zon/jon
Articulação		
Subárea: Fala	6 minutos	- Emissão exagerada das vogais na sequência aoeiu - Emissão da sequência au baú cau dau /respiração /fau gau jau lau/respiração / mau nau pau qual/respiração/ rau sal tau vau xau zau
Prosódia		
Subárea: Fala	6 minutos	Usar a voz salmodiada na sequência de fala au baú cau dau/fau gau jau lau/mau nau pau qual/rau sal tau vau/ xau zau

6

SESSÃO: 4

DURAÇÃO: 40 minutos

Objetivo Geral: Orientar o paciente com Parkinson na autopercepção de sua própria fala.

<u>Comunicação Oral</u>	<u>TEMPO</u>	<u>METODOLOGIA</u>
Subárea: Respiração	6 minutos	- Inspirar e expirar soprando bexiga/ soprando bolas de isopor (manter o fluxo de saída do ar contínuo) - Inspirar /sustentar/ expirar emitindo: jiiij.../ zzzzz.../ vvvvv... - Cronometrar tempo, estimular expansão da emissão
Fonação		
Resistência vocal		
Subárea: Fala	6 minutos	- Sopro no canudo fino (alta resistência) com variações na amplitude da face - Sopro no canudo grosso na água
Fonação		
Ressonância		
Subárea: Fala	6 minutos	Emissão do som humhum associado a sequencias de sons nasais: äubäucäudäu; fäugäujäuläu; mäunäupäukäo; räusäutäuväu; xäuzäu
Articulação		
Subárea: Fala	6 minutos	- Emissão da sequência: ar bar car dar/far gar jar lar/ mar nar par quar/rarsartar var/xarzar - Emissão da sequência: ou bou cou dou/ fou gou jou lou/ mou nou pou quou/rou sou tou vou/ xou zou - Emissão de sequência de palavras bem articuladas
Prosódia		
Subárea: Fala	6 minutos	- Usar voz salmodiada na sequencia äubäucäudäu/ fäugäujäuläu;/mäunäupäukäo; /räusäutäuväu;/xäuzäu - Usar a voz salmodiada em sequência de palavras. Janeiro fevereiro março/ abril maio junho; julho agosto setembro/ outubro novembro dezembro

7

SESSÃO: 5**DURAÇÃO:** 40 minutos**Objetivo Geral:** Melhorar o padrão vibratório das pregas vocais durante a fonação aumentando a qualidade vocal do paciente com Parkinson.

<u>Comunicação Oral</u>	<u>TEMPO</u>	<u>METODOLOGIA</u>
Subárea: Respiração	6 minutos	1. Inspirar /sustentar/expirar emitindo: jiji.../ zzzzz.../ vvvvv... • Com emissão ascendente e controle de musculatura do diafragma 2. Inspirar e coordenar a expiração com emissão de números intercalando com pausas para inspiração. 1,2,3,4,5,6/pausa inspira/7,8,9,10,11,12/pausa inspira/
Fonação Resistência vocal		
Subárea: Fala	6 minutos	1. Vibração de lábios e língua 2. Sopros no canudo fino (alta resistência) com variações na amplitude da face
Fonação Ressonância		
Subárea: Fala	6 minutos	Emissão do humhum associado a palavras com sons nasais: mola; minha; meu; não; pão;mão; cão
Articulação		
Subárea: Fala	6 minutos	1. Emissão da sequência: as bascas das/faz gasjaslas/ mas nas pasquas/ rassastvas/ xaszas 2. Emissão da sequência: os bos cos dos/ fos gos joslos/mos nos posquos/rossostos vos/xoszos 3. Emissão de notícias/manchetes de jornal com fala bem articulada
Prosódia		
Subárea: Fala	6 minutos	Dizer palavras e frases variando a voz, falar segundo a intenção da palavra e da frase

8

SESSÃO: 6**Duração:** 40 minutos**Objetivo Geral:** Fortalecer a aprendizagem motor do trato vocal em o paciente com Parkinson.

<u>Comunicação Oral</u>	<u>TEMPO</u>	<u>METODOLOGIA</u>
Subárea: Respiração	6 minutos	1. Inspirar /sustentar/expirar emitindo: jiji.../ zzzzz.../ vvvvv... • Com emissão ascendente e descendente controle de musculatura do diafragma 2. Inspirar/sustentar/expirar coordenando emissões de sequencias de vogais (au, baú cau...)/palavras (dias da semana; meses do ano)
Fonação Resistência vocal		
Subárea: Fala	6 minutos	Sopros no canudo fino (alta resistência) com variações na amplitude da face
Fonação Ressonância		
Subárea: Fala	6 minutos	1. Emissão do humhum reproduzindo uma melodia musical 2. Exemplo parabéns pra você ou uma musica representativa pra o paciente
Articulação		
Subárea: Fala	6 minutos	1. Emissão da sequência:pra tracra/bradragra/frasrachra/ vrazajra 2. Emissão da sequência:pro trocro/brodrogro/ frosrochro/vrozrojro 3. Emissão de poesia curta com fala bem articuladas
Prosódia		
Subárea: Fala	6 minutos	Explorar a emissão de frases variadas Afirmativas/exclamativas/interrogativas

9

SESSÃO: 7**Duração:** 40 minutos**Objetivo Geral:** Apoiar e fortalecer a sincronia dos músculos do aparelho fonador.

<u>Comunicação Oral</u>	<u>TEMPO</u>	<u>METODOLOGIA</u>
Subárea: Respiração	6 minutos	1. Inspiração alternada 2. Inspirar e coordenar a expiração com emissão de sequência de palavras e frases (ditados populares) onde haja o aumento progressivo da coordenação pneumofônica
Fonação Resistência vocal		
Subárea: Fala	6 minutos	1. Vibração de lábios e língua 2. Uso do Lax Vox
Fonação Ressonância		
Subárea: Fala	6 minutos	1. Emissão do som humhum associado aos sons nasais nh; m; n; 2. Emissão do som humhum associado sequências silábicas: pon/ton/kon/; bom/don/gon/; fon/son/chon/; von/zon/Jon
Articulação		
Subárea: Fala	6 minutos	1. Emissão de trava língua variados simples 2. Emissão de poesias curtas livro: Ou isso ou Aquilo de Cecília Meireles
Prosódia		
Subárea: Fala	6 minutos	Contar ou recontar pequenas histórias (Esopo)

10

SESSÃO: 8**Duração:** 40 minutos**Objetivo Geral:** Fortalecer a aprendizagem motor para um ótimo uso do aparelho fonador no paciente com Parkinson.

<u>Comunicação Oral</u>	<u>TEMPO</u>	<u>METODOLOGIA</u>
Subárea: Respiração	6 minutos	1. Inspiração alternada/fole 2. Inspirar/sustentar/expirar coordenando emissões de sequencias de palavras/frases/poesias
Fonação Resistência vocal		
Subárea: Fala	6 minutos	1. Emissão do "u" contínuo. U + ar... mãos ocluindo boca 2. Uso do Lax Vox
Fonação Ressonância		
Subárea: Fala	6 minutos	Emissão do som humhum associado a sequências de sons nasais: äubäucäudäu/fäugäujäuläu/mäunäupäukäo/; räusäutäuväu/xäuzäu
Articulação		
Subárea: Fala	6 minutos	1. Emissão de sequências: plakla/plakla/ ploclo/ploclo/ plekle/plekle...(seguidamente) 2. Emissão de propagandas curtas com fala bem articulada 3. Cantar música escolhida pelo participante com articulação exagerada
Prosódia		
Subárea: Fala	6 minutos	Explorar a emissão e frases variadas com expressão de espanto/ medo/ raiva/ alegria/ tristeza/

11

SESSÃO: 9

Duração: 40 minutos

Objetivo Geral: Fortalecer a sincronia do aparelho fonador para melhorar ou fortalecer as qualidades vocais no paciente com Parkinson.

<u>Comunicação Oral</u>	<u>TEMPO</u>	<u>METODOLOGIA</u>
Subárea: Respiração	6 minutos	1. Inspirar e realizar emissões de fricativos sonoros em escala ascendente e descendente e variando na escala. /f/; /v/; /z/; 2. Inspira e realiza emissões em voz cantada. "lálálá..."
Fonação Resistência vocal		
Subárea: Fala	6 minutos	Uso do Lax Vox
Fonação Ressonância		
Subárea: Fala	6 minutos	1. Emissão do humhum associado a palavras com sons nasais: mola; minha; meu;não;pão;mão; cão;/ lãO chão não... 2. Emissão do humhumhum associado aos ditados populares
Articulação		
Subárea: Fala	6 minutos	1. Emissão da sequências: pra tracra/bradragra/frasrachra/ vrazrajra 2. Leitura de histórias 3. Notícias de jornal ou revista (primeiro fazer a leitura silenciosa para se familiarizar com o texto)
Prosódia		
Subárea: Fala	6 minutos	Emissão de propagandas curtas com fala bem articulada, porém explorando as variações de entonação/prosódia que reforcem a intenção da mensagem

12

SESSÃO: 10

Duração: 40 minutos

Objetivo Geral: Eliminar compensações negativas e buscar o equilíbrio muscular e fonatório melhorando a qualidade vocal.

<u>Comunicação Oral</u>	<u>TEMPO</u>	<u>METODOLOGIA</u>
Subárea: Respiração	6 minutos	1. Inspiração alternada 2. Inspirar/sustentar/expirar coordenando emissões de sequenciasde vogais/palavras
Fonação Resistência vocal		
Subárea: Fala	6 minutos	1. Sopro no canudo fino (alta resistência) com variações na amplitude da face 2. Uso do Lax Vox
Fonação Ressonância		
Subárea: Fala	6 minutos	Emissão do humhum reproduzindo uma melodia musical escolhida pelo participante
Articulação		
Subárea: Fala	6 minutos	1. Treino de conversa espontânea com fala bem articulada 2. Gravação áudio do paciente com a temática de auto-avaliação da voz
Prosódia		
Subárea: Fala	6 minutos	1. Leitura de poesias com interpretação/ leitura de uma narrativa/prosa com diálogos 2. Contar uma história que lembra de sua infância

13

APÊNDICE D

Exercícios para realizar em casa

Guia em fonoaudiologia para o paciente com Doença de Parkinson



PRÓLOGO

Esta guia terapêutica surge com a finalidade de oferecer exercícios fonoaudiológicos dinâmicos, práticos e fáceis para que o paciente com Parkinson possa realizar em casa ou em qualquer ambiente.

A seguinte guia esta composta com técnicas terapêuticas simples que abarcam as subáreas da produção da fala como: respiração, fonação, articulação, prosódia e ressonância. Cada exercício explica a técnica a seguir por meio de fotos e/ ou textos curtos. Sempre se sugere que o paciente esteja em um lugar confortável preferivelmente em companhia de um familiar e siga as técnicas como uma rotina de exercícios diária, segundo o tempo e a disposição que tenha o paciente para trabalhar as técnicas ajudarão a melhorar a qualidade comunicativa e linguística, além de melhorar outros aspectos não comunicativos como a deglutição, fortalecimento vocal e participação social já que o paciente possa se sentir com maior segurança para comunicar-se com outras pessoas. Esta guia não substitui de jeito nenhum o trabalho terapêutico no consultório, é um acompanhamento ao tratamento fonoaudiológico que o paciente segue.

GENERALIDADES DA DOENÇA

A doença de Parkinson traz consigo alterações nas áreas motoras corticais ocasionando dificuldade na fala e voz, prejudicando a comunicação. A disartria hipocinética é própria desta doença e suas características gerais são: redução da intensidade, tom e volume monótono, falhas na qualidade da voz, inadequada coordenação fonorespiratória, dificuldades na precisão articulatória, mudanças na velocidade da voz e dificuldades para iniciar e manter uma conversa.

Falhas nos subsistemas da fala

Respiração: Observa-se redução da capacidade vital, pouca capacidade da caixa torácica, padrões irregulares da respiração, redução na força dos músculos da respiração, falhas na coordenação fonorespiratória.

Fonação: Há redução na adução das pregas vocais, falhas na glote, assimetria e tremor na fase laríngea;

Articulação: Dificuldades na força, precisão e resistência articulatória, somados a eles se evidencia tremores orofaciais;

Velofaringeo: Devido à rigidez muscular se vê afetada a abertura e fechamento da véu palatino;

Prosódia: O tom e o volume da voz são monótonos, há dificuldades para iniciar a fala, observa-se silêncios inapropriados, há variações na velocidade do discurso, repetição constante de sílabas e um incremento inapropriado na frequência e duração.

OBJETIVO

Oferecer uma guia de apoio terapêutico ao paciente com Parkinson para fortalecer as habilidades da fala e a comunicação em espaços fora da consulta médica, onde ele possa ser autônomo e autoadministrar os exercícios com ajuda de um familiar.

Articulação: exercícios para o fortalecimento dos órgãos articuladores

1 Boca Aberta e Fechada



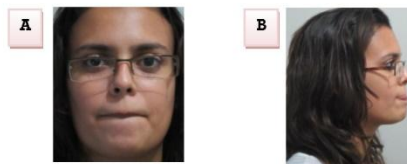
Abrir ao máximo possível a boca e depois fechá-la sem causar dor ou desconforto. Faça 10 vezes

2 Beijos- Sorriso



Colocar os lábios em posição de beijo e depois dar um sorriso. Faça 10 vezes

3. Lábios



O lábio de cima morde o lábio de baixo e vice-versa. Faça 10 vezes

4. Bico



Colocar a ponta da língua no interior da bochecha direita e manter por uns segundos, depois passa para o lado esquerdo. Faça 10 vezes.

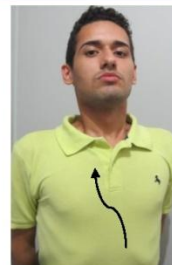
Respiração: exercícios para fortalecimento da respiração

Sopro



Tente inflar um balão ate o maximo que puder. Para isso lembre-se de inspirar o suficiente ar pelo nariz e aspirar na direção do balão, como se apresenta na foto.
Faça este exercício varias vezes, sem gerar desconforto.

Respiração e Fala



A Tomar ar pelo nariz divagar.



B Expulsa o ar dizendo a letra S.

4

Articulação: exercícios para o fortalecimento da expressão facial

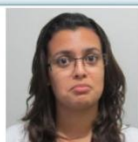
Expressões Faciais

Frente a um espelho tente fazer as seguintes expressões faciais. Faça por cada uma 10 repetições.

Feliz



Triste



Surpresa



Pensativo



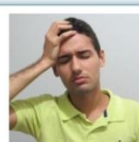
Raiva



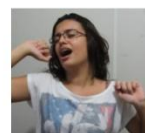
Medo



Doença



Preguiça



Vergonha



Duvida

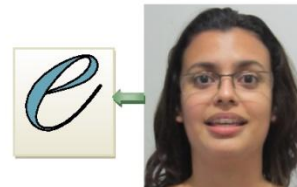
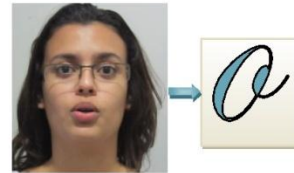
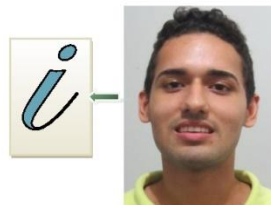
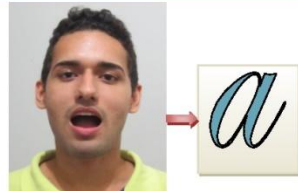


5

Articulação: exercícios para a mobilidade labial

Articulação Vogal

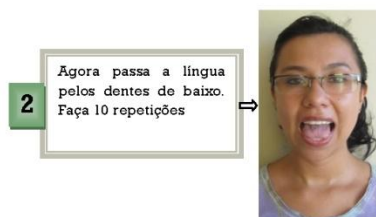
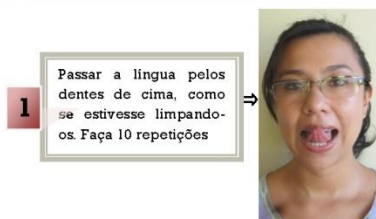
Enfrente a um espelho fazer a gesticulação das vogais, mas não produzir nenhum som. Fazer 10 repetições em cada uma



6

Articulação: exercícios para o fortalecimento lingual

Exercícios Linguais



Obs: Cada exercício deve ser feito enfrente a um espelho e/ou com ajuda de um familiar. Se sente desconforto tente fazer só um dos exercícios propostos em diferentes momentos do dia e mude de atividade cada vez que puder.

Exercícios para ressonância e prosódia

Ditados Populares

Repita os seguintes ditados populares frente ao espelho exagerando os movimentos da boca e rosto. Faça esta atividade todo os dias cada vez que puder e tente repetir durante o dia.

Só percebemos o valor da água depois que a fonte seca.

Nunca foi um bom amigo quem por pouco quebrou a amizade.

Os ignorantes, que acham que sabem tudo, privam-se de um dos maiores prazeres da vida: aprender.

Uma grama de exemplos vale mais que uma tonelada de conselhos.

Muitas vezes se diz melhor calando do que falando em demasia.

Quem não sabe se controlar é tão sem defesa como uma cidade sem muralhas.

Quem toma cuidado com o que diz está protegendo a sua própria vida, mas quem fala demais destrói a si mesmo.

Séries automáticas

Para este exercício deve-se estar sentado em uma cadeira confortável, tomar o ar suficiente para dizer os números até 10. A cada três ou quatro números parar e tomar ar de novo e continuar com a série. Cada vez que você pratica vai conseguir melhorar sua resistência respiratória e fonadora.

**Um, dois, três
Quatro, cinco, seis
Sete, oito, nove, dez.**

Esta atividade também pode ser feita com os dias da semana ou meses do ano.

8

Ressonância

Frente ao espelho diga repetidamente as seguintes palavras. Embora não tenha nenhum significado, ajudam ao processo de fortalecimento do aparato ressonador. Repita varias vezes lembrando fazer bom uso da respiração. Se estiver sendo cansativo para você, dê uma pausa e repita após que você esteja mais confortável.

**Ding-Dong
Ding-Dong
Ding-Dong**

Prosódia

Procure sempre uma posição cômoda onde se sinta confortável e repita varias vezes o seguinte grupo de letras seguidamente. Cada vez que finaliza a serie, tome ar e continue.

**T, L, T,
L, T, L,
T, L, T.**

9

Recomendações Gerais

A doença de Parkinson é uma doença progressiva e degenerativa afeita em igual proporção tanto a homens como a mulheres. Ainda não se sabe quais são as causas que geram esta doença, mas se conhece vários métodos terapêuticos e farmacológicos que ajudam a diminuir a sintomatologia e melhorar as condições do paciente com Parkinson.

A partir do ponto de vista terapêutico é importante que você participe de atividades físicas diárias como, por exemplo, praticar um esporte, caminhar, nadar, andar em bicicleta, passear, entre outras, lhe ajudarão a melhorar o equilíbrio, a força e a mobilidade. Igualmente deve incorporar períodos de descanso durante o dia quando os considere necessário, lhe ajudarão a diminuir os níveis de estresse e recuperará novas energias para fazer novas atividades. A alimentação deve ser dentro dos horários segundo suas necessidades, se é necessário faça ajustes aos pratos, talheres e alimentos para garantir uma boa alimentação além de gerar independência e melhorar sua qualidade de vida.

A família também deve participar em seu processo terapêutico fazendo os ajustes ao redor de você, segundo as necessidades físicas, de mobilidade e comunicativas que esteja apresentando, isso garanta que encontre em sua família um entorno de apoio e confiança, ajudando-lhe a viver feliz e confiante.

Os exercícios propostos nesta guia trabalham algumas tarefas para fortalecer a fala e a comunicação, tente sempre incorporar essas atividades junto com outras rotinas diárias e faça delas o melhor uso, lhe ajudarão a melhorar sua comunicação e pelo tanto sua vida social.

Não esqueça seguir as sugestões e recomendações de seu médico e cumprir com as tarefas propostas pelo grupo terapêutico interdisciplinar lhe ajudarão a controlar e saber como reagir em cada etapa de sua vida.

Esta guia é individual e cada exercício proposto será trabalhado antes pelo grupo de pesquisa do presente projeto junto com o paciente, pelo tanto não dever ser utilizada de forma geral para todos os pacientes com Parkinson. Um fonoaudiólogo experiente na área determinará seu uso segundo as características dos pacientes.

Realização



Autor:

Diana Marcela Prieto Vega

Mestranda em Neurociências e Ciências do Comportamento

Projeto de Pesquisa

Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua na área de Broca em pacientes com Parkinson

Fotografias

Imagens autorizadas pelos voluntários.

Fotografias realizadas pelo autor.

Ano

2013

ANEXO 1

Avaliação das Disartrias 1063

PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO DA DISARTRIA			
Nome: _____ RG: _____			
Idade: _____ Profissão: _____			
Fumante: () Não () Sim Tempo _____ Escolaridade: _____			
HDNeurológica: _____ Imagem: _____			
Data da Internação: _____ Data Avaliação: _____			
I – RESPIRAÇÃO			
- Velocidade: _____ Ciclos/minuto (nl – 12 a 20 c/min).			
- Tempo máximo (nl - 10 a 20 segundos) de fonação - observação da manutenção tonal:			
/a/ _____ s /i/ _____ s /s/ _____ s /z/ _____ s			
OBS: _____			
- Relação s/z : _____ (nl - 0,7 a 1,3)			
- Palavras por expiração - contagem espontânea de números (40 a 1): _____			
Respiração: Análise indica comprometimento de grau: 0—1—2—3—4—5—6 (grau 0 ausência; 6 grave)			
II – FONAÇÃO			
- Qualidade Vocal:			
Normal ()			
Pastosa ()			
Trêmula ()			
Rouca ()			
Áspera ()			
Soprosa ()			
- Ataque Vocal:			
Isocrônico ()			
Brusco ()			
Aspirado ()			
- Intensidade Vocal (int):			
Adequada ()			
Alta ()			
Baixa ()			
- Altura Vocal:			
Adequada ()			
Grave ()			
Aguda ()			
- Variação da qualidade vocal:			
Estável ()			
Instável ()			
Voz: Análise indica comprometimento de grau: 0—1—2—3—4—5—6 (grau 0 ausência; 6 grave)			

III – RESSONÂNCIA- *Movimento velar - /a/ e /â/ alternadamente:*

Adequada ()

Mínima ()

Ausente ()

- *Movimentação parede faríngea – ka ka:*

Adequada ()

Mínima ()

Ausente ()

- *Emissão nasal (espelho):*

Mamão x papai / pau x mau

Vovó viu a uva.

Papai pediu pipoca.

A fita de filó é verde.

Amanhã mamãe amassará mamão.

Normal () Hipernasalidade: leve () grave () Hiponasalidade: leve () grave ()

Ressonância: Análise indica comprometimento de grau:

0—1—2—3—4—5—6

(grau 0 ausência; 6 grave)

IV - ARTICULAÇÃO- *Movimentos Lábio (i/u e pa) – espontâneos e forçados:*

Normal ()

Alterado ()

- *Língua (ka/ta – velocidade crescente):*

Normal ()

Alterado ()

- *Mandíbula - abertura:*

Normal ()

Alterado ()

- *Desenho para paciente descrever/ conversa espontânea:*

Respiração _____

Articulação _____

Ressonância _____

- *Leitura de monossílabos e de frases (nº: ____):***Plosivas:**

Banco Tucano

Dedo Panela

Porco Gato

Batata Tomate

Normal () Alterado ()

Plosivos e nasais, na emissão de palavras e fora:

P T K Cama Balão

B D G Pão Caminhão

m/ n/ nh Mão

Normal () Alterado ()

Ligações consonantais e Fricativas:

Janela Vaso Gilete

Vaca Faca Lanche

Sapo Farinha Chave

Chapéu Fogão Gema

Normal () Alterado ()

Vogais isoladas e vogais nas palavras:

A E I O U

Meia Pia

Bóia Baú

Normal () Alterado ()

Líquidas:

Lápis Milho
 Lua Olho
 Bolo Ilha
 Normal () Alterado ()

Encontros Consonantais

Prato Blusa
 Flores Fralda
 Normal () Alterado ()

Diadococinesia (repetição espontânea – velocidade crescente*):

Pataka*
 Badaga
 Fasacha
 Normal () Alterado ()

- Precisão articulatória

0---1---2---3---4---5---6

(grau 0 – ininteligível; 6 - inteligível)

Articulação: Análise indica comprometimento de grau:

0---1---2---3---4---5---6
 (grau 0 ausência; 6 grave)

V - PROSÓDIA

- Entonação (repetição sem indução de entonação é permitida):

1- Afirmação:

É proibido fumar aqui.

Normal () Alterado ()

2- Interrogação:

Você gostaria de comprar bolo ou sorvete?

Normal () Alterado ()

3- Exclamação:

Maria chegou!

Normal () Alterado ()

- Velocidade:

Normal () Alterado ()

- Pausas na fala

0---1---2---3---4---5---6

(grau 0 – sem pausas; 6 muitas pausas)

Prosódia: Análise indica comprometimento de grau:

0---1---2---3---4---5---6
 (grau 0 ausência; 6 grave)

DISARTRIA

() LEVE (1 a 10 pontos)
 () MODERADA (11 a 20 pontos)
 () GRAVE (21 a 30 pontos)

ANEXO 2

Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Serres Humanos		UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE / UFPE-	
--	--	---	--

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua na área de Broca em pacientes com Parkinson

Pesquisador: DIANA MARCELA PRIETO VEGA

Área Temática:

Versão: 3

CAAE: 17103113.1.0000.5208

Instituição Proponente: CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 610.667

Data da Relatoria: 16/04/2014

Apresentação do Projeto:

O pesquisador apresenta a EMENDA e solicita alteração na amostra, em gráficos/figuras, na idade dos participantes, nos membros da pesquisa, nos procedimentos de avaliação e no instrumento de coleta de dados.

Objetivo da Pesquisa:

O objetivo da EMENDA é fazer modificações: na amostra, em gráficos e figuras, na idades dos participantes, nos membros, procedimentos e instrumentos de coleta de dados. Dessa forma parece-nos a modificação total do protocolo de pesquisa.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Não se aplica;

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Não se aplica;

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Foram apresentados e estão adequados os termos.

Recomendações:

S/recomendação.

Endereço: Av. da Engenharia s/nº - 1º andar, sala 4, Prédio do CCS		
Bairro: Cidade Universitária		CEP: 50.740-600
UF: PE	Município: RECIFE	
Telefone: (81)2126-8588	Fax: (81)2126-8588	E-mail: cepccs@ufpe.br

Continuação do Parecer: 610.667

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Aprovado.

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Considerações Finais a critério do CEP:

O parecer do colegiado, referente a EMENDA da pesquisa, foi acatada e devidamente aprovada para efetuar as modificações indicadas e iniciar a coleta de dados.

RECIFE, 09 de Abril de 2014

Assinador por:
GERALDO BOSCO LINDOSO COUTO
(Coordenador)

Endereço: Av. da Engenharia s/nº - 1º andar, sala 4, Prédio do CCS
Bairro: Cidade Universitária CEP: 50.740-600
UF: PE Município: RECIFE
Telefone: (81)2126-8588 Fax: (81)2126-8588 E-mail: cepccs@ufpe.br

Página 02 de 02

ANEXO 3

Questionário sobre efeitos adversos da aplicação da ETCC:

PACIENTE: _____ Data: ____/____/____ Sessão: _____

Você experimentou alguns dos sintomas seguintes?	Pontue com valores de 1 a 4 no espaço abaixo: (1, ausente; 2, leve; 3, moderado; 4, severo)	Se presente, está relacionado a ETCC? (1, nenhum; 2, remoto; 3, possível; 4, provável; 5, definitivo)	Nota
Dor de cabeça			
Dor no pescoço			
Dor no couro cabeludo			
Prurido			
Formigamento			
Sensação de queimação			
Vermelhidão na pele			
Sonolência			
Dificuldade de concentração			
Mudança repentina de humor			
Outros (especificar)			

Fonte: BRUNONI et al., 2011