

Treinamento auditivo cognitivo em sujeitos após COVID-19: uma análise dos efeitos da intervenção em adultos

Cognitive auditory training in subjects after COVID-19: an analysis of the effects of the intervention in adults

Larine da Silva Soares¹ , Vitor Cantele Malavolta¹ , Milaine Dominici Sanfins^{2,3} , Pricila Sleifer⁴ , Dayane Domeneghini Didoné⁵ , Michele Vargas Garcia⁵ 

RESUMO

Objetivo: analisar a eficácia de um plano de intervenção terapêutica por meio de um programa de treinamento auditivo cognitivo já existente, adaptado para adultos, após um ano de infecção por COVID-19. **Métodos:** participaram do estudo 13 sujeitos, entre 18 e 59 anos de idade, quatro do gênero masculino e nove do gênero feminino. Todos foram submetidos a um questionário, inspeção visual do meato acústico externo, audiometria tonal liminar, logoaudiometria e medidas de imitância acústica, como procedimentos de seleção. Foram realizados, na avaliação e na reavaliação, os seguintes procedimentos: avaliação do processamento auditivo central, avaliação neuropsicológica breve-NEUPSILIN, *Speech, Spatial and Qualities of Hearing Scale* e o Potencial Cognitivo - P300, com estímulo de fala. O treinamento auditivo cognitivo foi realizado em seis sessões consecutivas, em campo aberto, com duração de, aproximadamente, 50 minutos. Em todas as análises foi considerado o nível de significância de 5% ($p \leq 0,05$). **Resultados:** na comparação das variáveis entre os períodos, pré e pós-intervenção, houve diferença estatisticamente significativa no Teste Dicotico de Dígitos ($p = 0,009$), no Teste Padrão de Frequência ($p = 0,020$) e no *Speech, Spatial and Qualities of Hearing Scale* ($p = 0,001$). Houve tendência à significância ($p < 0,10$) no teste *Gap in Noise* e na Atenção Total. **Conclusão:** o treinamento auditivo cognitivo demonstrou ser uma estratégia terapêutica eficaz para o tratamento de adultos com queixas de compreensão de fala e de cognição após infecção por COVID-19.

Palavras-chave: Audição; COVID-19; Testes auditivos; Potenciais evocados auditivos; Treinamento auditivo; Cognição

ABSTRACT

Purpose: To analyze the effectiveness of a therapeutic intervention plan through an existing cognitive auditory training program, adapted for adults, after one year of COVID-19 infection. **Methods:** 13 subjects, between 18 and 59 years old, four males and nine females participated in the study. All underwent anamnesis, visual inspection of the external acoustic meatus, pure tone audiometry, speech audiometry and acoustic immittance measurements as selection procedures. For the research, the following procedures were carried out in the evaluation and reassessment: evaluation of central auditory processing, brief neuropsychological evaluation - NEUPSILIN, *Speech, Spatial and Qualities of Hearing Scale* and the Cognitive Potential - P300 with speech stimulus. Cognitive auditory training was carried out in six consecutive sessions, in an open field, lasting approximately 50 minutes. In all analyses, a significance level of 5% ($p \leq 0.05$) was considered. **Results:** When comparing the variables between the periods, pre and post intervention, there was a statistically significant difference in the Dichotic Digit Test ($p = 0.009$), in the Frequency Pattern Test ($p = 0.020$) and in *Speech, Spatial and Qualities of Hearing Scale* ($p = 0.001$). And a tendency to significance ($p < 0.10$) in the *Gap in Noise* test and Total Attention. **Conclusion:** Cognitive auditory training proved to be an effective therapeutic strategy for the treatment of adults with speech comprehension and cognition complaints after COVID-19 infection.

Keywords: Hearing; COVID-19; Hearing tests; Auditory evoked potentials; Auditory training; Cognition

Trabalho realizado na Universidade Federal de Santa Maria – UFSM – Santa Maria (RS), Brasil.

¹Programa de Pós-graduação em Distúrbios da Comunicação Humana, Universidade Federal de Santa Maria – UFSM – Santa Maria (RS), Brasil.

²Programa de Pós-Graduação em Audiologia, Albert Einstein Instituto Israelita de Ensino e Pesquisa – IIEP – São Paulo (SP), Brasil.

³Departamento de Teleaudiologia e Triagem, Instituto de Fisiologia e Patologia da Audição – Varsóvia, Polônia.

⁴Departamento de Saúde e Comunicação Humana, Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS – Porto Alegre (RS), Brasil.

⁵Programa de Pós-Graduação em Distúrbios da Comunicação Humana, Departamento de Fonoaudiologia, Universidade Federal de Santa Maria – UFSM – Santa Maria (RS), Brasil.

Conflito de interesses: Não.

Contribuição dos autores: LSS realizou este trabalho como tema de seu trabalho de dissertação, participou da coleta, análise e interpretação dos dados, idealização do estudo e redação do artigo; VCM participou da coleta e análise dos dados; PS e DDD participaram da idealização do estudo e redação do artigo; MDS e MVG participaram, na condição de orientadoras, da coleta, interpretação dos dados, idealização do estudo e redação do artigo.

Financiamento: Nada a declarar.

Autor correspondente: Larine da Silva Soares. E-mail: larine.soares@acad.ufsm.br

Recebido: Março 29, 2023; **Aceito:** Maio 11, 2023

INTRODUÇÃO

Em dezembro de 2019, surgiu em Wuhan, na China, um novo tipo de coronavírus, causado pelo agente SARS-CoV-2 e que, rapidamente, se espalhou pelo mundo, ocasionando milhares de mortes e sequelas aos sobreviventes⁽¹⁾

Desde então, essa infecção viral vem se tornando alvo de muitos estudos, os quais buscam entender os efeitos colaterais causados pelo vírus em diversos sistemas. A literatura vem evidenciando os seus impactos negativos no sistema nervoso auditivo central (SNAC), bem como na cognição⁽²⁻⁶⁾.

A pandemia por Covid-19 gerou mudanças sociais que influenciaram o modo como os ouvintes processam a fala, acarretando modificações no processamento da linguagem⁽⁷⁾ e, consequentemente, na cognição.

Uma das formas de tratamento para as alterações encontradas no SNAC é o treinamento auditivo, que propicia a plasticidade e a reorganização das redes neurais⁽⁸⁾.

Existem diferentes métodos de intervenção, como o acusticamente controlado, não controlado, computadorizado, musical⁽⁸⁻¹⁰⁾ e, recentemente⁽¹¹⁾, o treinamento auditivo cognitivo (TAC).

O TAC foi desenvolvido para trabalhar as habilidades auditivas e cognitivas, como a atenção, memória, figura-fundo para sons verbais, ordenação e resolução temporal, fechamento auditivo, funções executivas e praxias motoras⁽¹¹⁾. Tendo em vista as sequelas ocasionadas pelo vírus na via auditiva e nos aspectos cognitivos, o TAC se torna uma das possibilidades de tratamento para os sujeitos, após infecção.

Ainda há escassez de tratamentos terapêuticos em sujeitos após COVID-19, o que justifica a relevância deste estudo. Sendo assim, a hipótese é de que após o treinamento auditivo cognitivo, os sujeitos apresentem melhor desempenho nos exames realizados, bem como melhora dos sintomas auditivos e cognitivos.

Portanto, o objetivo do presente estudo foi analisar a eficácia de um plano de intervenção terapêutica por meio de um programa de treinamento auditivo cognitivo já existente, adaptado para adultos, após um ano de infecção por COVID-19.

MÉTODOS

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Santa Maria – CEP/UFMS, sob o número 56038322.10000.5346. Apresenta delineamento prospectivo, quantitativo e longitudinal. Todos os procedimentos foram realizados em uma clínica-escola de uma universidade pública. Participaram somente os indivíduos que consentiram a participação voluntária e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

Para compor a amostra, foram considerados os seguintes critérios: idade entre 18 e 59 anos; após um ano de COVID-19 comprovada pelo exame RT-PCR; ambos os gêneros; sem zumbido anteriormente à COVID-19; português brasileiro como língua materna; ausência de componente condutivo; alteração em, pelo menos, uma habilidade auditiva; presença de queixas relacionadas às habilidades auditivas, ou cognitivas, ou ambas, após a infecção por COVID-19; limiares auditivos dentro dos padrões da normalidade e/ou perda auditiva sensorineural de grau leve, bilateralmente⁽¹²⁾. Foram excluídos sujeitos que apresentaram alterações de fala, neurológicas e/ou psicológicas evidentes, histórico de trauma craniano ou cerebral e zumbido crônico.

O cálculo amostral, realizado por um profissional especializado e professor de estatística de uma universidade, resultou em uma casuística com $n=18$. Consideraram-se os seguintes parâmetros de cálculo no programa computacional *G*Power*: tamanho de efeito igual a 0.3 em um teste unilateral superior, com nível de significância de 5% e poder do teste de 80%.

Foram avaliados 70 indivíduos oriundos da comunidade, captados por meio de divulgações nas redes sociais e pelo ambulatório de audiologia da instituição. Todos apresentaram o exame RT-PCR para comprovar o diagnóstico de COVID-19. Destes, 32 (45,7%) foram excluídos por não atenderem aos critérios de elegibilidade e 25 (35,7%), por não desejarem participar do TAC, totalizando 81,4% de exclusão.

Sendo assim, a casuística final contou com 13 sujeitos, com idades entre 18 e 59 anos, quatro do gênero masculino e nove do gênero feminino (Quadro 1).

Nenhum sujeito da pesquisa foi diagnosticado com perda auditiva periférica após a COVID-19; todos eles apresentavam perda auditiva sensorineural de grau leve, pré-existente à infecção por SARS-CoV-2.

Os principais medicamentos/suplementação relatados pelos sujeitos no tratamento da infecção foram: vitamina D, zinco, paracetamol, azitromicina, ivermectina, prednisona e dipirona.

A internação foi necessária em apenas dois sujeitos da amostra; para um deles por 30 dias e para o outro, 15 dias. A intubação foi necessária por dez dias, nos dois sujeitos.

Quanto às comorbidades pré-existent, um deles relatou hipertensão arterial e colesterol elevado associados e o outro, somente hipertensão arterial.

Destaca-se que a análise foi realizada intrasujeito e a intervenção assim analisada.

Para estimar o poder da casuística coletada, foram utilizados o tamanho final da amostra e os mesmos parâmetros de efeito e significância anteriores, sendo que o poder amostral foi de 74,7% (o preconizado seria 80% ou mais, para efeitos de evidências e significância). A pesquisa ocorreu de novembro de 2021 a setembro de 2022.

Como procedimentos de seleção da amostra, todos os indivíduos responderam a um questionário com perguntas relacionadas à COVID-19 e realizaram inspeção visual do meato acústico externo, audiometria tonal liminar, logaudiometria e medidas de imitância acústica.

- a) Instrumento de Avaliação Neuropsicológica Breve - NEUPSILIN: é um instrumento de avaliação cognitiva, usado neste estudo para avaliar oito funções neuropsicológicas: orientação temporoespacial, atenção concentrada, percepção visual, habilidades aritméticas, linguagem oral e escrita, memória verbal e visual, praxias e funções executivas⁽¹³⁾. Para as análises desta pesquisa, foi realizada a soma total de todas as habilidades, a fim de se obter a resposta do desenvolvimento cognitivo global (DCG) de cada sujeito e, após, a soma total das habilidades de atenção e memória.
- b) Avaliação do Processamento Auditivo Central: foi realizada dentro de uma cabina acusticamente tratada, com o auxílio de um audiômetro de dois canais, da marca Interacoustics, modelo AD229e e fones auriculares tipo TDH-39P, marca Telephonics. Os testes comportamentais foram aplicados por meio de um computador acoplado ao audiômetro e todos na intensidade de 40 dBNS acima da média tritonal.

Para compor a avaliação, foi utilizado o Teste Dicótico de Dígitos (TDD), etapa de integração binaural⁽¹⁴⁾, *Gap In Noise* (GIN) por orelha⁽¹⁵⁾, Teste de Fala no Ruído (FR) relação +5 dB ipsilateral⁽¹⁴⁾, *Masking Level Difference* (MLD)⁽¹⁶⁾ e o Teste Padrão de Frequência (TPF), versão da Auditec®, de modo binaural⁽¹⁶⁾.

- c) *Speech, Spatial and Qualities of Hearing Scale* (SSQ): foi utilizada a versão reduzida, composta por 12 questões - que abordam três domínios: audição para fala, audição espacial e qualidades auditivas -, para mensurar as queixas auditivas dos sujeitos e quantificar as incapacidades de escuta do cotidiano. Os sujeitos foram orientados a pontuar de 0 – significando que não eram capazes de executar uma determinada tarefa - a 10, quando eram perfeitamente capazes. Ainda, foram orientados sobre a opção denominada “não aplicável”, no caso da pergunta não representar uma situação cotidiana⁽¹⁷⁾.
- d) Potencial cognitivo - P300, com estímulo de fala: o exame foi realizado no equipamento Smart EP da marca Intelligent Hearing Systems. Os sujeitos foram acomodados em uma poltrona e, após, foi realizada a higienização da pele com pasta abrasiva da marca NUPREP. Os eletrodos de referência foram colocados nos lóbulos da orelha direita e esquerda, o eletrodo terra colocado na frente, na posição Fpz e o eletrodo ativo em Cz.

Foram utilizados 300 estímulos verbais (sílabas /ba/ e /di/), divididos em 240 estímulos frequentes /ba/ e 60 estímulos raros /di/, (80% frequentes e 20% raros), sendo um estímulo por segundo, aplicados na intensidade de 80 dB SPL. A tarefa dos indivíduos foi prestar atenção nos estímulos raros e realizar a sua contagem. O protocolo utilizado contou com impedância igual ou menor que 3 KΩ, com número máximo de artefatos aceitos de 10% do total de estímulos, filtro passa-banda 1-30 HZ, janela de 510 ms, polaridade do estímulo alternada, velocidade 1.1/sec. Para a análise e marcação das ondas, foram utilizados os valores de estudo anterior, realizado em 2016⁽¹⁸⁾. No presente estudo, caso o P300 subdividisse-se em dois potenciais, ou seja, P3a e P3b, foi considerado para análise do pré e pós-intervenção o valor do P3b⁽¹⁹⁾.

- e) Protocolo de treinamento auditivo cognitivo: os sujeitos, após um ano de infecção por COVID-19 comprovada, que apresentaram sintomatologia ou alteração nos exames supracitados, receberam o treinamento auditivo cognitivo já existente, de 2021⁽¹¹⁾, que possui tarefas de estimulação auditiva e cognitiva. Uma vez que o presente estudo foi desenvolvido em adultos e o protocolo inicial foi desenvolvido para o público idoso, houve a necessidade de realizar adequações ao referido protocolo já existente⁽¹¹⁾ (Quadro 2).

Quadro 1. Descrição da casuística final

Casuística	13 sujeitos
Média de Idade	35 anos
Média de Escolaridade	14 anos
Gênero:	
Feminino	9
Masculino	4
Audição Periférica:	
Limiares auditivos dentro dos padrões de normalidade	9
Perda auditiva sensorineural de grau leve pré-existente à COVID-19	4
Zumbido após COVID-19	0
Tontura após COVID-19	0
Queixa de compreensão de fala após COVID-19	10
Queixa de memória após COVID-19	11
Queixa de atenção após COVID-19	7
Medicação após COVID-19:	
Sim	9
Não	4
Tempo de medicação:	
Até 15 dias	7
Mais que 15 dias	2
Internação:	
Sim	2
Não	11
Intubação:	
Sim	2
Não	11
Comorbidades associadas pré-COVID-19:	
Sim	2
Não	11

Quadro 2. Adaptações realizadas no protocolo de treinamento auditivo cognitivo

Material e instrução da tarefa	Habilidades estimuladas	Adaptações
Sessão 1 – acréscimo de uma atividade		
<p>● Estratégia fonêmica/reconhecimento de fonemas:</p> <p>Esta etapa é constituída de quatro fases:</p> <p>1 - “Vou apresentar dois sons /p/ e /v/, me diga qual a diferença entre eles? Qual é o fino e qual é o grosso?”</p> <p>2 - “Em seguida, você vai ouvir uma sequência de três sons, após ouvi-los, repita a sequência em ordem e escreva as letras correspondentes a essa sequência. Exemplo: FFG - VVP”.</p> <p>3 - “Vou apresentar mais dois sons /b/ e /f/, me diga qual a diferença entre eles? Qual é o fino e qual é o grosso?”</p> <p>4 - “Novamente, você vai ouvir uma sequência de três sons, porém, agora serão inseridos os dois novos sons. Após ouvi-los repita a sequência em ordem e escreva as letras correspondentes a essa sequência. Exemplo: BPF ou VFP”.</p>	Ordenação temporal	Sem modificações ⁽¹¹⁾ - Atividade acrescentada
Sessão 3 – mudança em uma atividade		
<p>● Identificação do nome de músicas, por meio da melodia – Utilizar 10 melodias de músicas conhecidas pela população adulta:</p> <p>“Escute algumas melodias e, a partir da melodia, identifique a música.”</p>	Atenção e memória	Com modificações ⁽¹¹⁾ - Versão anterior: Dez melodias de músicas conhecidas pela população idosa: “Escute algumas melodias e, a partir da melodia, identifique a música.” - Adaptação: Identificação do nome de músicas, por meio da melodia – Utilizar 10 melodias de músicas conhecidas pela população adulta: “Escute algumas melodias e, a partir da melodia, identifique a música.”
Sessão 5 - mudança de uma tarefa e acréscimo de duas		
<p>● Colocar o áudio com duas músicas unidas, desconhecidas pela população adulta, reproduzidas simultaneamente e a letra de uma delas:</p> <p>“Escute duas músicas concomitantes e preste atenção em apenas uma. Junto, terá a letra da mesma em mãos contendo palavras que não fazem parte. Preste atenção, identifique-as e circule-as”</p>	Habilidade auditiva de figura-fundo para sons verbais e atenção	Com modificações ⁽¹¹⁾ - Versão anterior: Áudio de duas músicas desconhecidas pela população idosa, reproduzidas simultaneamente e a letra de uma delas: “Escute duas músicas simultaneamente, preste atenção em apenas uma, a que você tem a letra em mãos e deverá cantar.” - Adaptação: Colocar o áudio com duas músicas unidas, desconhecidas pela população adulta, reproduzidas simultaneamente e a letra de uma delas: “Escute duas músicas concomitantes e preste atenção em apenas uma. Junto terá a letra da mesma em mãos contendo palavras que não fazem parte. Preste atenção, identifique-as e circule-as”
<p>● Atividade de memória com ruído junto: Em uma prancheta, o avaliador apresentará as seguintes letras: A, G, V, R e S. Todos os pacientes receberão a prancheta na mesma ordem.</p> <p>- Cada letra apresentará um modelo de tarefa a seguir e você terá um minuto para realizar cada uma:</p> <p>Letra A: Diga-me o nome de cinco animais que iniciem com a letra correspondente;</p> <p>Letra G: Diga-me o nome de cinco objetos que fazem parte da cozinha;</p> <p>Letra V: Diga-me o nome de cinco cores;</p> <p>Letra R: Diga-me o nome de cinco países;</p> <p>Letra S: Diga-me o nome de cinco profissões.</p>	Memória	Sem modificações ⁽¹¹⁾ - Atividade acrescentada
<p>● Caça-palavras com ruído competitivo de pessoas em um restaurante - volume de 40%:</p> <p>“Aqui está um caça-palavras contendo palavras relacionadas à sessão (atenção, atividade, audição, cognição, cores, estratégia, fala, fonoaudiologia, incômodo, memória, música, ordem, palavras, ruído, sessão, som, tarefa, terapia, zumbido). Você deve se concentrar bem e encontrar as palavras que se lembrar”.</p>	Atenção e memória	Sem modificações ⁽¹¹⁾ - Atividade acrescentada

Quadro 2. Continuação...

Material e instrução da tarefa	Habilidades estimuladas	Adaptações
Sessão 6 – acréscimo de uma atividade e mudança de três		
<p>● Tarefa de memória com ruído competitivo de pessoas em um restaurante - volume de 20%:</p> <p>“Escreva uma frase com as palavras solicitadas (menina, cadeira, gato, remédio e ontem) e entregue o papel. Ao final da sessão, você deverá enunciar a frase, sem lembrete da terapeuta.”</p> <p>“Agora vou ler uma lista de 14 palavras e você deverá reconhecê-las dentre outras 40 palavras.”</p>	Memória e atenção	<p>Sem modificações⁽¹¹⁾</p> <p>- Atividade acrescentada</p>
<p>● Atividade de resolução temporal:</p> <p>“Agora você vai ouvir uma sequência de dez apitos, que irão variar entre um, dois, três e quatro apitos.”</p> <p>Memorize o seguinte o código:</p> <p>4 apitos: MARGARIDA;</p> <p>3 apitos: PORTA;</p> <p>2 apitos: ELEFANTE;</p> <p>1 apito: COPO.</p> <p>O aplicador deverá mostrar em uma prancheta quatro alternativas com uma sequência de imagens e perguntar ao paciente qual delas é a correta.</p> <p>“Após ouvir a sequência de apitos, irei lhe mostrar uma sequência de imagens e quero que me diga qual das opções é a correta.”</p>	Resolução temporal e memória	<p>Com modificações⁽¹¹⁾</p> <p>- Versão anterior: Gap In Noise Faixa 1, 2, 3 e 4: “Ouça um chiado e, nesse chiado, haverá alguns intervalos de silêncio; você deverá identificar e responder cada vez que perceber o silêncio.”</p> <p>Eles poderão ter um, dois, três ou nenhum intervalo.”</p> <p>- Adaptação: Atividade de resolução temporal: “Agora você vai ouvir uma sequência de dez apitos, que irão variar entre um, dois, três e quatro apitos”</p> <p>Memorize o seguinte o código:</p> <p>4 apitos: MARGARIDA;</p> <p>3 apitos: PORTA;</p> <p>2 apitos: ELEFANTE;</p> <p>1 apito: COPO.</p> <p>O aplicador deverá mostrar em uma prancheta quatro alternativas com uma sequência de imagens e perguntar ao paciente qual delas é a correta.</p> <p>“Após ouvir a sequência de apitos, irei lhe mostrar uma sequência de imagens e quero que me diga qual das opções é a correta.”</p>
<p>● Áudio do Teste Padrão de Duração Musiek, associado a uma música instrumental, volume de 40%:</p> <p>“Agora você vai ouvir três sons, alguns são curtos e outros longos. Após ouvir os três sons, você tem que nomeá-los como curto e longo. Ignore a melodia de fundo. Ex.: curto-longo-curto.”</p>	Ordenação Temporal	<p>Com modificações⁽¹¹⁾</p> <p>- Versão anterior: Áudio Teste Padrão de Duração (quatro sons): “Ouça quatro sons, alguns são curtos e outros longos. Após ouvir os quatro sons, deverá nomear como curto e longo. Ex.:curto-curto-longo-curto”</p> <p>- Adaptação: Áudio do Teste Padrão de Duração Musiek, associado a uma música instrumental, volume de 40%: “Agora você vai ouvir três sons, alguns são curtos e outros longos. Após ouvir os três sons, você tem que nomeá-los como curto e longo. Ignore a melodia de fundo. Ex.: curto-longo-curto.”</p>
<p>● Áudio do Teste Padrão de Frequência Musiek associado a uma música instrumental:</p> <p>“Agora você vai ouvir três sons, alguns são grossos e outros finos. Após ouvir os 3 sons, você tem que nomeá-los como grosso e fino. Ignore a melodia de fundo. Ex.: fino-fino-grosso”</p>	Ordenação Temporal	<p>Com modificações⁽¹¹⁾</p> <p>- Versão anterior: Áudio do Teste Padrão de Frequência (quatro sons): “Ouça quatro sons, alguns são grossos e outros finos. Após ouvir os quatro sons, deverá nomear como grosso e fino. Ex.: fino-fino-grosso-fino”</p> <p>- Adaptação: Áudio do Teste Padrão de Frequência Musiek associado a uma música instrumental: “Agora você vai ouvir três sons, alguns são grossos e outros finos. Após ouvir os três sons, você tem que nomeá-los como grosso e fino. Ignore a melodia de fundo. Ex.: fino-fino-grosso”</p>

Todos os sujeitos que aceitaram participar da intervenção compareceram uma vez por semana, com seis sessões consecutivas de aproximadamente 50 minutos, realizadas em campo aberto, com caixas de som acopladas ao computador. Além disso, foram orientados de que, caso tivessem alguma falta, seriam desligados.

Após intervenção, esperou-se um tempo de dois meses para reavaliar os sujeitos, com avaliação do processamento auditivo central, SSQ, NEUPSILIN e P300.

Quanto ao tempo de reavaliação, não há um consenso na literatura⁽²⁰⁻²²⁾. Para este trabalho, o tempo escolhido foi de dois meses, com base no exposto em estudos que relataram haver presença de novos neurônios após seis a oito semanas, a partir do momento em que um adulto realizasse uma nova habilidade, ou seja, é necessário um determinado tempo para que ocorra a neuroplasticidade⁽²³⁻²⁵⁾.

Os sujeitos foram avaliados, treinados e reavaliados por diferentes pesquisadores.

Primeiramente, os dados foram analisados quanto a sua normalidade, utilizando o Teste de Shapiro-Wilk. Diante dos achados, testes não paramétricos foram selecionados. Para calcular a diferença entre os lados direito e esquerdo, foi utilizado o Teste t ou Wilcoxon. Como nenhuma variável apresentou diferença significativa quanto aos lados ($p(W,T) > 0,05$), foi obtida a medida média dos lados.

Para a comparação dos indivíduos de forma pareada pré e pós-intervenção, as variáveis foram testadas segundo o teste paramétrico ou não paramétrico correspondente (t ou Wilcoxon). Para todas as análises, foi considerado o nível de significância de 5% ($p \leq 0,05$). Os dados foram analisados no *software* R e apresentados em forma de figuras.

RESULTADOS

As Figuras 1 e 2 mostram a comparação dos indivíduos de forma pareada. Na comparação das variáveis entre os períodos, pré e pós-intervenção, foi significativa a diferença do TDD ($p = 0,009$), TPF ($p = 0,020$) e SSQ ($p = 0,001$). As variáveis GIN e Atenção Total (AT) não foram significativas, mas apresentaram tendência à significância ($p < 0,10$).

DISCUSSÃO

O presente estudo buscou atender as demandas relacionadas às queixas auditivas e cognitivas de sujeitos adultos comprovadamente acometidos pela COVID-19, por meio de uma proposta de intervenção terapêutica utilizando um protocolo de treinamento auditivo cognitivo já existente⁽¹¹⁾.

Esse modelo de intervenção terapêutica⁽¹¹⁾ foi desenvolvido e aplicado com o objetivo de se ter uma reabilitação integralizada (cognição + habilidades auditivas). Segundo os idealizadores do método⁽¹¹⁾, a reabilitação por meio do treinamento auditivo cognitivo possibilita a reorganização neuronal, em virtude da neuroplasticidade, reduzindo nos pacientes as queixas relacionadas às habilidades auditivas e cognitivas. Estudos evidenciam que a combinação de tarefas auditivas e cognitivas, quando inserida no treinamento auditivo, proporciona uma intervenção mais eficiente^(22,26).

Em relação à amostra aqui estudada, mesmo diante da heterogeneidade dos dados (Quadro 1) frente às comorbidades presentes no pré-COVID-19, internação hospitalar, medicações e intubação, ficou claro, nos achados apresentados, que a intervenção terapêutica foi positiva para quase todos os sujeitos da pesquisa. Os dois sujeitos que necessitaram de internação com intubação não tiveram o mesmo benefício que os demais (Figura 1), o que pode ser justificado, pois os casos mais graves de COVID-19, que necessitam de internação e intubação, podem vir a apresentar maiores sequelas após a infecção^(27,28), fazendo com que somente a intervenção por meio do TAC não seja suficiente. Outra hipótese levantada é de que o SNAC desses sujeitos necessita de maior tempo para gerar neuroplasticidade, considerando o exposto em um estudo⁽²²⁾, no qual os autores relatam um tempo hábil de dois a seis meses para analisar os efeitos do treinamento.

Ao observar o item faixa etária, observou-se uma média de adultos de meia idade; os sujeitos com maior idade foram os que apresentaram menores diferenças no pré e pós-treinamento auditivo (Figuras 1 e 2). Isso pode acontecer devido ao processo gradual de envelhecimento, em que há desaceleração do processamento da informação, ou seja, o cérebro de adultos mais velhos fica mais lento e necessita de um período maior para que ocorra a reorganização neuronal de forma eficiente^(25,26).

A necessidade de tratamento nessa população é evidente e os achados pré-intervenção concordam com os de outro estudo⁽⁶⁾, que encontrou, em sua amostra de 161 sujeitos, 81% deles com queixas auditivas e 43% com comprometimento de memória. A Figura 1 demonstra os benefícios em relação às habilidades auditivas avaliadas e também em relação à autopercepção dos sujeitos, benefício que foi significativo nas habilidades de figura-fundo para sons verbais, ordenação temporal e autopercepção. Estudos relatam a importância das habilidades supracitadas na percepção de fala e ainda evidenciam melhora após treinamento auditivo^(9,10), achados que concordam com o presente estudo.

Em relação ao questionário de autoavaliação, sabe-se que já vem sendo relatado como um dos procedimentos mais importantes no processo de reabilitação, sendo o único capaz de mensurar as queixas autorreferidas pelos sujeitos em seu cotidiano⁽¹⁷⁾. No presente estudo, o uso do questionário foi de suma importância, visto que os sujeitos relataram melhora significativa após intervenção.

No estudo já citado anteriormente⁽⁶⁾, os autores concluíram que a degradação nos escores dos testes de fala em pacientes após COVID-19 pode ocorrer devido ao transtorno do processamento auditivo central, comprometimento da memória ou alterações no estado cognitivo em geral e, por isso, a escolha e relevância da abordagem auditivo-cognitiva. Na Figura 2 observa-se a melhora em relação ao desempenho cognitivo global, atenção, memória e no potencial cognitivo - P300, porém, sem significância estatística. Este dado mostra que o protocolo de treinamento pode ser modificado e aprimorado, visando à inclusão de mais tarefas cognitivas dentro do programa de intervenção.

Em um estudo, o potencial cognitivo - P300, que é um potencial auditivo cognitivo, apresentou considerável mudança, tanto em latência, quanto em amplitude, demonstrando o efeito da neuroplasticidade após a intervenção⁽²⁹⁾. Ao analisarem a efetividade do treinamento auditivo por meio do P300, os autores observaram redução da latência e aumento da amplitude do P300 após a intervenção, resultados condizentes com os achados do atual estudo. Esse potencial tem sido descrito como o melhor indicador de função auditiva, sendo altamente dependente de habilidades cognitivas, incluindo atenção e memória⁽³⁰⁾.

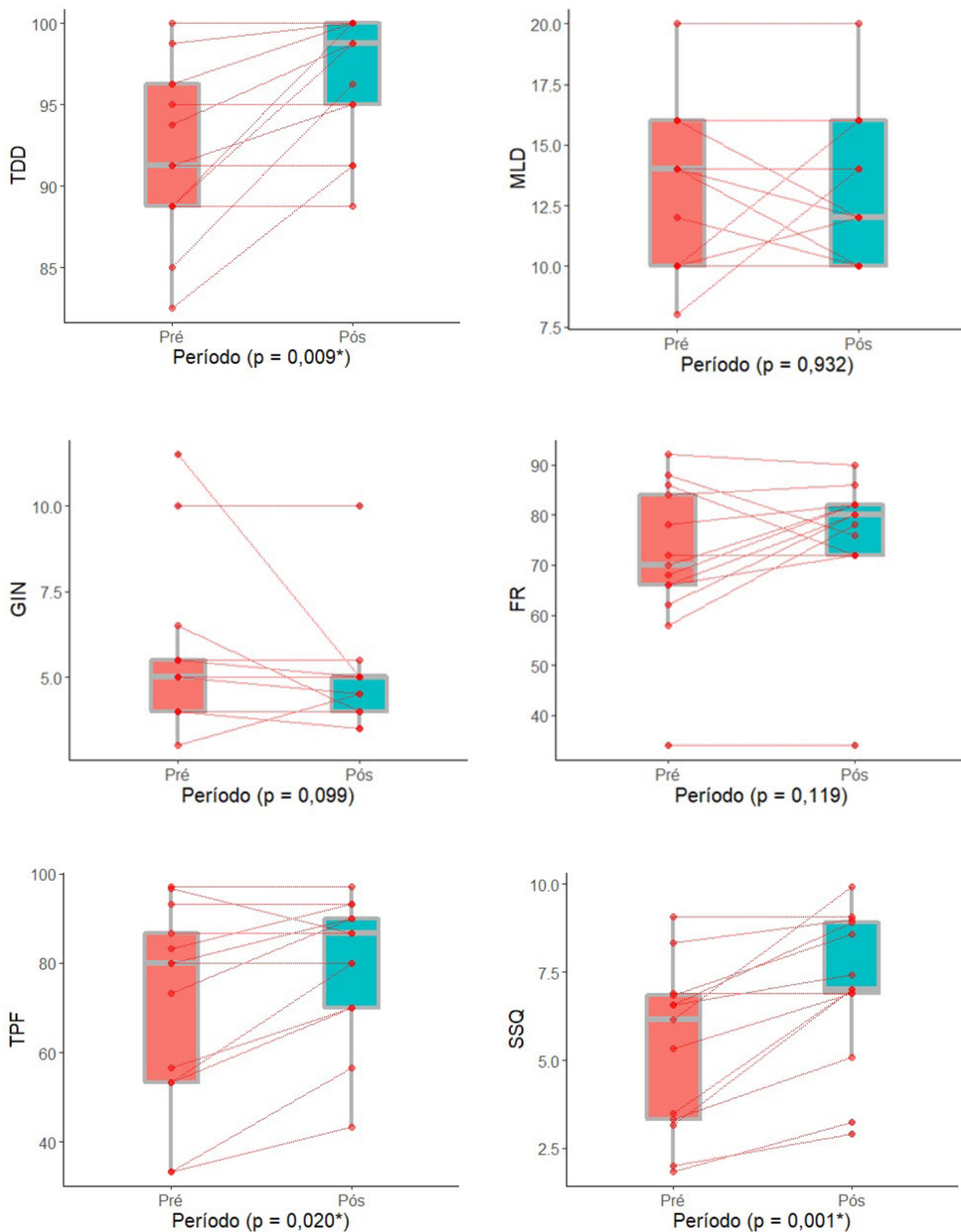


Figura 1. Comparação dos indivíduos pré e pós-treinamento auditivo cognitivo em relação às habilidades auditivas e autoavaliação
Legenda: TDD = Teste Dicótico de Dígitos; MLD = *Masking Level Difference*; GIN= *Gap In Noise*; FR = Fala no ruído; TPF = Teste Padrão de Frequência; SSQ = *Speech, Spatial and Qualities of Hearing* *teste t ou Wilcoxon

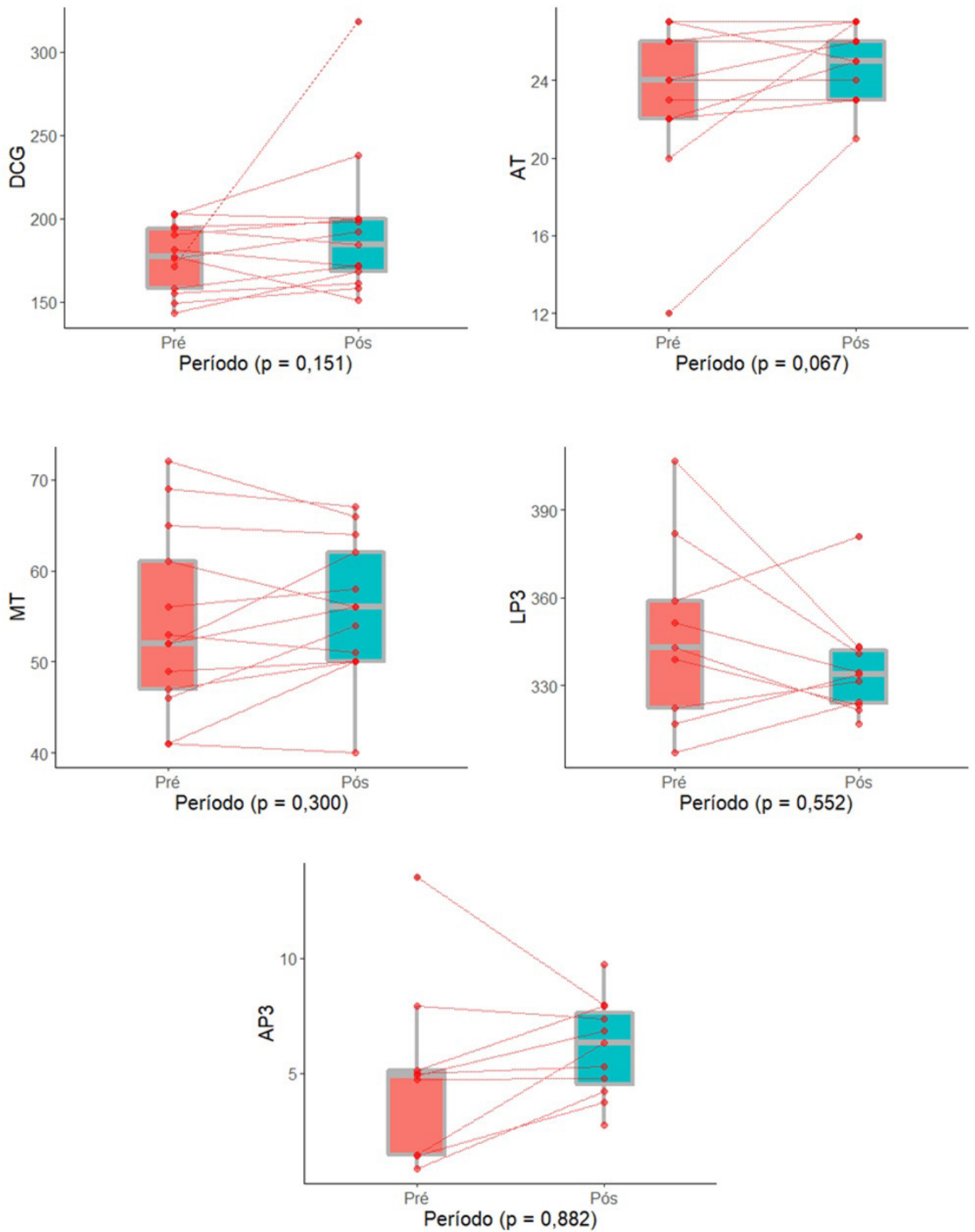


Figura 2. Comparação dos indivíduos pré e pós-treinamento auditivo cognitivo em relação ao desempenho cognitivo global, atenção total, memória total e potencial cognitivo - P300

Legenda: DCG = Desenvolvimento Cognitivo Global; AT = Atenção Total; MT = Memória Total; LP3 = Latência da onda P3; AP3 = Amplitude da onda P3

Posto isso, acredita-se que não houve diferença estatisticamente significativa na latência e amplitude do potencial cognitivo - P300 neste estudo, devido ao “n” amostral e grande variabilidade da amostra.

Vale ressaltar que dois sujeitos que apresentaram P3a e P3b passaram a ter o potencial P300 de modo único, sendo esta mais uma demonstração da neuroplasticidade evidenciada após as seis sessões do TAC. O P3a demonstra uma função neural do processo automático de atenção e percepção ao estímulo sonoro e o P3b, a real discriminação auditiva⁽⁸⁾. Sendo assim, ao desfazer o P3a e P3b, faz-se uma redução de ativação do lobo frontal devido à otimização das respostas neurais na região temporoparietal.

Mesmo com a heterogeneidade dos achados e das queixas no pós-COVID-19, uma certeza é evidente: a intervenção se faz necessária para reduzir os efeitos da síndrome do pós-COVID e para retomar a qualidade de vida dos sujeitos. O presente estudo contribuiu com o tratamento da sintomatologia e melhora das alterações encontradas nesses indivíduos, por meio do treinamento auditivo cognitivo.

Uma das limitações deste estudo, entretanto, foi o “n” amostral e a ausência de um grupo placebo. Por isso, para estudos futuros, sugerem-se intervenções em ensaios clínicos randomizados em uma amostra maior.

CONCLUSÃO

O treinamento auditivo cognitivo demonstrou ser uma estratégia terapêutica eficaz para o tratamento das queixas de compreensão de fala e de cognição após infecção por COVID-19.

REFERÊNCIAS

- Menezes CR, Sanches C, Chequer FD. Efetividade e toxicidade da cloroquina e da hidroxicloroquina associada (ou não) à azitromicina para tratamento da COVID-19. O que sabemos até o momento? *Journal of Health & Biological Sciences*. 2020;8(1):1-9. <http://dx.doi.org/10.12662/2317-3076/jhbs.v8i1.3206.p1-9.2020>.
- Hanff TC, Mohareb AM, Giri J, Cohen JB, Chirinos JA. Thrombosis in COVID-19. *Am J Hematol*. 2020;95(12):1578-89. <http://dx.doi.org/10.1002/ajh.25982>. PMID:32857878.
- Negrini F, de Sire A, Andrenelli E, Lazzarini SG, Patrini M, Ceravolo MG. Rehabilitation and COVID-19: the Cochrane Rehabilitation 2020 rapid living systematic review. Update as of July 31st, 2020. *Eur J Phys Rehabil Med*. 2020 Oct;56(5):652-7. <http://dx.doi.org/10.23736/S1973-9087.20.06539-9>. PMID:32869962.
- Jafari Y, Yin M, Lim C, Pople D, Evans S, Stimson J, et al. Effectiveness of infection prevention and control interventions, excluding personal protective equipment, to prevent nosocomial transmission of SARS-CoV-2: a systematic review and call for action. *Infect Prev Pract*. 2022;4(1):100192. <http://dx.doi.org/10.1016/j.infpip.2021.100192> PMID:34870142.
- De Luca P, Scarpa A, Ralli M, Tassone D, Simone M, Campora L, et al. Auditory disturbances and SARS-CoV-2 infection: brain inflammation or cochlear affection? Systematic review and discussion of potential pathogenesis. *Front Neurol*. 2021;12:707207. <http://dx.doi.org/10.3389/fneur.2021.707207>. PMID:34421805.
- Boboshko MY, Garbaruk ES, Vikhnina SM, Golovanova LE, Ogorodnikova EA, Rabchevskaya AV, et al. The new coronavirus infection (COVID-19) and hearing function in adults. *J. Otorhinolaryngol. Hear. Balance Med*. 2022;3(2):5. <http://dx.doi.org/10.3390/ohbm3020005>.
- Kleinman D, Morgan AM, Ostrand R, Wittenberg E. Lasting effects of the COVID-19 pandemic on language processing. *PLoS One*. 2022;17(6):e0269242. <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0269242>. PMID:35704594.
- Alcântara YB, Toledo WWF, Lima KR, Carnaúba ATL, Chagas EFB, Frizzo ACF. Changes in cortical auditory evoked potentials in response to auditory training in elderly hearing aid users: A pilot study. *PLOS Global Public Health*. 2022;2(5):e0000356. <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pgph.0000356>. PMID:36962204.
- Sales CB, Resende LM, Amaral CFS. Reabilitação auditiva em adultos: resultados de um programa de treinamento. *Rev CEFAC*. 2019;21(5):e10318. <http://dx.doi.org/10.1590/1982-0216/201921510318>.
- Magri N, Barba MC. Benefícios do treinamento auditivo para idosos usuários de aparelhos de amplificação sonora individual (AASI): revisão integrativa da literatura. *Distúrb Comun*. 2022;34(2):1-10. <http://dx.doi.org/10.23925/2176-2724.2022v34i2e55068>.
- Moreira HG, Brasil ALM, Malavolta VC, Brückmann M, Garcia MV. Treinamento cognitivo e auditivo acusticamente não controlado para população idosa: um estudo de caso. *Audiol Commun Res*. 2021;26:1-9. <http://dx.doi.org/10.1590/2317-6431-2021-2517>.
- OMS: Organização Mundial de Saúde. Prevention of blindness and deafness. 2020 [citado em 2021 Ago 19]. Disponível em: <http://www.who.int/publications-detail/basic-ear-and-hearing-care-resource>.
- Fonseca RP, Salles JF, Parente MMP. Instrumento de Avaliação Neuropsicológica Breve - NEUPSILIN. São Paulo: Vetor Editora; 2009.
- Pereira LD, Schochat E. Testes auditivos comportamentais para avaliação do processamento auditivo central. Barueri: Pró Fono; 2011.
- Braga BHC, Pereira LD, Dias KZ. Critérios de normalidade dos testes de resolução temporal: random gap detection test e Gaps-in-Noise. *Rev CEFAC*. 2015;17(3):836-46. <http://dx.doi.org/10.1590/1982-021620158114>.
- Sanguebuche TR, Peixe BP, Garcia MV. Testes comportamentais em adultos: valores de referência e comparação entre grupos com e sem transtorno do processamento auditivo central. *Rev CEFAC*. 2020;22(1):e13718.
- Miranda-Gonzalez EC, Almeida K. Incapacidade auditiva medida por meio do questionário Speech, Spatial and Qualities of Hearing Scale (SSQ): estudo piloto da versão reduzida em Português Brasileiro. *Audiol Commun Res*. 2017;22:e1709. <http://dx.doi.org/10.1590/2317-6431-2016-1709>.
- Didoné DD, Oppitz SJ, Folgearini J, Biaggio EP, Garcia MV. Auditory evoked potentials with different speech stimuli: a comparison and standardization of values. *Int Arch Otorhinolaryngol*. 2016;20(2):99-104. <http://dx.doi.org/10.1055/s-0035-1566133>. PMID:27096012.
- Frizzo ACF, Advíncula KP. Potências evocados auditivos de longa latência: conceitos e aplicações clínicas. In: Menezes PL, Andrade KCL, Frizzo ACF, Carnaúba ATL, Lins OG, editores. *Tratado de eletrofisiologia para a audiologia*. Ribeirão Preto: Book Toy; 2018. p. 139-50.
- Filippini R, Brito NFS, Neves-Lobo IF, Schochat E. Manutenção das habilidades auditivas pós treinamento auditivo. *Audiol Commun Res*. 2014;19(2):112-6. <http://dx.doi.org/10.1590/S2317-64312014000200003>.
- Morais AA, Rocha-Muniz CN, Schochat E. Efficacy of auditory training in elderly subjects. *Front Aging Neurosci*. 2015;7(78):78. <http://dx.doi.org/10.3389/fnagi.2015.00078>. PMID:26042031.
- Stropahl M, Besser J, Launer S. Auditory training supports auditory rehabilitation: a state-of-the-art review. *Ear Hear*. 2020;41(4):697-704. <http://dx.doi.org/10.1097/AUD.0000000000000806>. PMID:31613823.

23. Ge S, Yang C, Hsu K, Ming G, Song H. A critical period for enhanced synaptic plasticity in newly generated neurons of the adult brain. *Neuron*. 2007;54(4):559-66. <http://dx.doi.org/10.1016/j.neuron.2007.05.002>. PMID:17521569.
24. Dranovsky A, Picchini A, Moadel T, Sisti A, Yamada A, Kimura S, et al. Experience dictates stem cell fate in the adult hippocampus. *Neuron*. 2011;70(5):908-23. <http://dx.doi.org/10.1016/j.neuron.2011.05.022>. PMID:21658584.
25. Donadon C, Hatzopoulos S, Skarzynski PH, Sanfins MD. Neuroplasticity and the auditory system. In: Hatzopoulos S, Ciorba A, Skarzynski PH, editores. *O Sistema Auditivo Humano – Características Básicas e Atualizações em Diagnóstico e Terapia Audiológica*. London: IntechOpen; 2019. p. 1-14.
26. Teixeira TS, Costa-Ferreira MID. Treinamento auditivo computadorizado em idosos protetizados pelo Sistema Único de Saúde. *Audiol Commun Res*. 2018;23(0):23. <http://dx.doi.org/10.1590/2317-6431-2016-1786>.
27. Liu Y-H, Wang YR, Wang QH, Chen Y, Chen X, Li Y, et al. Post-infection cognitive impairments in a cohort of elderly patients with COVID-19. *Mol Neurodegener*. 2021;16(1):48. <http://dx.doi.org/10.1186/s13024-021-00469-w>. PMID:34281568.
28. Hall PA, Meng G, Hudson A, Sakib MN, Hitchman SC, MacKillop J, et al. Cognitive function following SARS-CoV-2 infection in a population-representative Canadian sample. *Brain Behav Immun Health*. 2022;21:100454. <http://dx.doi.org/10.1016/j.bbih.2022.100454>. PMID:35340304.
29. Medeiros GM, Silva DPC, Pinheiro MMC. Estudo do potencial evocado auditivo P300 antes e após o treinamento auditivo acusticamente controlado. *Research Soc Dev*. 2020;9(10):e449108102. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i10.8102>.
30. Ferrazoli N, Donadon C, Rezende A, Skarzynski PH, Sanfins M. The application of P300-long-latency auditory-evoked potential in Parkinson disease. *Int Arch Otorhinolaryngol*. 2021;26(1):e158-66. <http://dx.doi.org/10.1055/s-0040-1722250>. PMID:35096174.