



ARTIGO DE REVISÃO

Processamento auditivo central e desnutrição infantil: revisão sistemática
Central auditory processing and child undernutrition: a systematic review

Laura Fabiana Burkhard^{1,*}, Inaê Costa Rechia², Kamila Castro Grokoski³, Letícia Pacheco Ribas¹, Márcia Salgado Machado¹

¹Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre (UFCSPA), Rio Grande do Sul, Brasil.

²Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil.

³Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil.

INFORMAÇÕES GERAIS

Recebido em: novembro de 2017
Aceito em: fevereiro de 2018

Palavras-Chave:

Desenvolvimento infantil
Desnutrição
Audição
Perda auditiva
Transtornos da percepção auditiva
Doenças auditivas centrais

Keywords:

Child development
Malnutrition
Hearing
Hearing loss
Auditory perceptual disorders
Central auditory diseases

RESUMO

O objetivo deste estudo é analisar as prováveis inter-relações entre a desnutrição e as alterações do processamento auditivo central. Trata-se de uma revisão sistemática de literatura, na qual foram encontrados 2543 estudos. Três trabalhos atenderam a todos os critérios e foram selecionados. Os resultados encontrados na avaliação comportamental do processamento auditivo central em sujeitos desnutridos ou com histórico de desnutrição demonstraram alterações na escuta competitiva, habilidade de sequencialização sonora verbal e não verbal, fechamento auditivo e figura fundo. Além disso, na avaliação do processamento por meio de medidas eletrofisiológicas, foram identificadas latências aumentadas nos componentes P1, N1 e P300. Existem prováveis evidências de alteração no processamento auditivo central em crianças com histórico de desnutrição. No entanto, tais inter-relações ainda precisam ser aprofundadas e esclarecidas em outros estudos. Em decorrência da complexidade deste assunto, destaca-se a importância da atuação e pesquisa transdisciplinar nas interfaces da Fonoaudiologia e da Nutrição.

ABSTRACT

The aim of this study is to analyze the possible interrelationships between malnutrition and auditory processing disorders. It is a systematic review of the literature. The search found 2543 studies. The three that met all the study criteria were selected. The results in behavioral auditory processing evaluation in undernourished subjects or subjects with malnutrition history have shown changes in the competitive listening, verbal sound sequencing skills and non-verbal, auditory closure and figure background. Moreover, the evaluation processing through electrophysiological measurements were latencies identified in increased P1, N1 and P300. There is possible evidence of change in auditory processing in children with malnutrition history. However, these interrelationships have yet to be deepened and clarified in other studies. Due to the complexity of this subject, the importance of transdisciplinary research and performance in the speech-language and nutritional interfaces is highlighted.

CC BY-NC-SA 4.0 2018 RCSFMIT

Introdução

O Processamento Auditivo Central (PAC) refere-se ao conjunto de processos realizados pelo sistema auditivo, os quais são responsáveis pela interpretação, localização, discriminação auditiva, reconhecimento de padrões

e aspectos temporais da audição.¹⁻⁴ Esses processos não são imediatos, visto que o som deve ser recebido, transformado, organizado, codificado e recodificado para a eficiente interpretação pelo Sistema Nervoso Auditivo Central (SNAC).⁵⁻⁷

As alterações no PAC estão relacionadas a origens genéticas, otites de repetição, lesões cerebrais, traumatismo craniano, presença de distúrbios neurológicos, atraso maturacional das vias auditivas do SNAC ou envelhecimento do Sistema Nervoso Central (SNC).⁸ Em

*** Correspondência:**

Rua Professor Annes Dias, 295
Porto Alegre – RS – CEP: 90020-090
e-mail: fonolaura@outlook.com

doi: 10.21876/rcsfmit.v8i2.756

decorrência das alterações no PAC, os sujeitos podem apresentar dificuldades acadêmicas, distração, agitação, solicitações recorrentes de repetição e fadiga atencional em aulas expositivas.⁸

Alterações no desenvolvimento do SNC e do SNAC estão relacionadas à genética, ao grau de estimulação ambiental e à alimentação inadequada.^{9,10} Essa alimentação, quando insuficiente em proteínas e calorias, é definida como desnutrição.¹¹ Quando presente nos dois primeiros anos de vida, ocasiona alterações principalmente no cerebelo, hipotálamo e hipocampo,¹²⁻¹⁴ sendo a gravidade das alterações proporcional à intensidade e à duração da deficiência nutricional.^{15,16} Cabe salientar que a desnutrição, apesar da tendência de redução nas últimas décadas, ainda acomete 6% dos sujeitos menores de cinco anos, dos quais a grande parcela é pertencente a famílias com baixo nível socioeconômico.¹⁷

A literatura aponta algumas hipóteses de inter-relações entre a desnutrição e as alterações nas habilidades do PAC. No entanto, este fato ainda não está esclarecido. Há poucos relatos na literatura que descrevem os resultados encontrados nos testes de PAC em crianças com diagnóstico de desnutrição e com estado nutricional adequado. Nesse contexto, assume-se a necessidade de estudar essas populações para detalhar suas dificuldades no PAC e auxiliar o planejamento da reabilitação auditiva.

Portanto, o objetivo deste estudo é analisar as inter-relações entre a desnutrição e as alterações do PAC por meio de uma revisão sistemática da literatura.

Métodos

Trata-se de uma revisão sistemática conduzida conforme a metodologia *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA), referente ao tema “processamento auditivo central na desnutri-

ção infantil”, que foi realizada com base nas seguintes questões norteadoras: a) A desnutrição infantil provoca alterações no processamento auditivo central?; b) Quais as alterações encontradas nos testes de processamento nesta população?; c) Há correlação entre o grau de desnutrição e alterações no processamento auditivo central?

A busca de artigos foi realizada por meio da exploração de bancos de dados das seguintes bases: Cochrane, Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde (LILACS), *Scientific Electronic Library Online* (SciELO) e PubMed. Além disso, foi realizada a busca por assunto por meio do Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). Para realização da busca nas bases de dados foi selecionado o dicionário estruturado trilingue DeCS (Descritores em Ciências da Saúde), criado pela BIREME, a fim de padronizar a linguagem na indexação de artigos, pesquisa e recuperação de assuntos da literatura científica. A estratégia de busca foi realizada com os seguintes descritores consultados da seguinte forma: “*Child Development*” OR “*Malnutrition*” AND “*Hearing*” OR “*Auditory Diseases, Central*” OR “*Hearing Loss*” OR “*Auditory Perceptual Disorders*”. A busca foi feita utilizando os termos citados como DeCS e palavras-chave.

Neste trabalho, foram incluídos os artigos que preencheram os seguintes critérios:

- Artigos escritos em Português, Inglês, Espanhol, Alemão ou Francês;
- Artigos publicados em revistas indexadas com nível de evidência 1a, 1b, 2a, 2b, 3a e 3b, de acordo com os critérios propostos pela *American Speech-Language Association* (ASHA), conforme **Tabela 1**;
- Descrição detalhada da amostra do estudo;
- Estudos realizados em crianças e/ou adolescentes;
- Descrição dos procedimentos de avaliação e interpretação dos resultados obtidos em testes de PAC comportamentais e/ou eletrofisiológicos.

Tabela 1. Níveis de evidência acordo com os critérios propostos pela *American Speech-Language Association* (ASHA).

Níveis de evidência	Tipos de estudo
1a	Revisão sistemática ou meta-análise de alta qualidade de ensaios randomizados controlados
1b	Ensaio controlado randomizado de alta qualidade
2a	Revisão sistemática ou meta-análise de alta qualidade de ensaios controlados não randomizados
2b	Ensaio controlado não randomizado de alta qualidade
3a	Revisão sistemática de estudos de coorte
3b	Estudos de coorte individual ou ensaios controlados randomizados de baixa qualidade
4	Estudos de resultados clínicos
5a	Revisão sistemática de estudo de caso controle
5b	Estudo de caso controle individual
6	Série de casos
7	Opinião de especialistas sem avaliação crítica explícita

Foram excluídos da pesquisa os artigos realizados em indivíduos com perdas auditivas; portadores de patologias físicas ou mentais e síndromes genéticas.

A estratégia de seleção dos artigos foi realizada no período de maio a julho de 2016, sendo esta mesma busca atualizada antes do momento da submissão do artigo para verificação da inclusão de novos artigos, sendo realizada da seguinte forma:

1) dois pesquisadores independentes selecionaram todos os artigos encontrados com a combinação dos descritores em todas as bases de dados descritas;

2) os mesmos pesquisadores identificaram, por meio da análise dos títulos, os artigos que se tratavam do assunto desta revisão sistemática;

3) todos os resumos dos artigos selecionados foram lidos para identificação dos que atendiam a todos os critérios de seleção;

4) a seleção realizada de maneira independente pelos pesquisadores foi analisada por um terceiro pesquisador para análise dos resultados. As inconsistências observadas nesta etapa foram solucionadas por consenso entre os pesquisadores envolvidos;

5) todos os trabalhos selecionados por meio dos resumos foram lidos na íntegra pelos pesquisadores de maneira independente. A definição de inclusão dos trabalhos analisados foi realizada por consenso entre os pesquisadores envolvidos;

6) foi realizada a busca secundária nas referências dos estudos selecionados;

7) a seleção final dos artigos foi enviada a um juiz, que analisou se os artigos selecionados estavam de acordo com os critérios estabelecidos.

A **Figura 1** apresenta o processo de seleção dos estudos desta revisão sistemática.

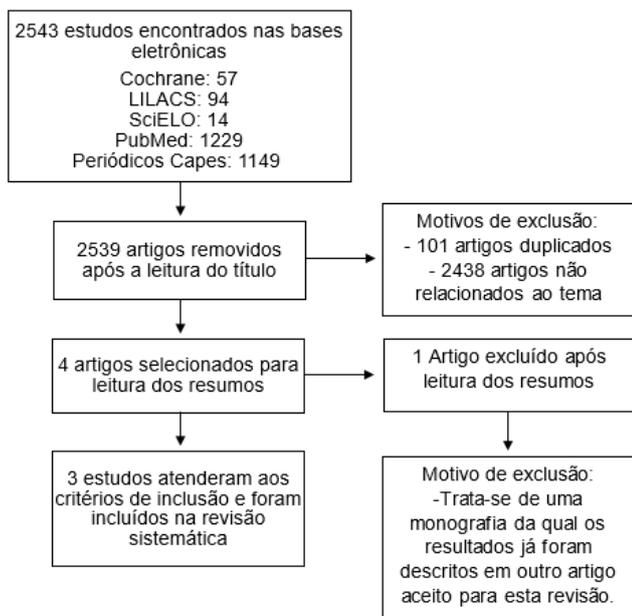


Figura 1. Processo de seleção dos estudos desta revisão sistemática.

Resultados

Os artigos selecionados foram incluídos nesta revisão sistemática. A citação dos mesmos foi feita utilizando as nomeações: Estudo 1,¹⁴ Estudo 2¹⁶ e Estudo 3.¹⁸

Na busca inicial, foram encontrados 2543 artigos, dos quais 101 foram excluídos por estarem duplicados e 2438 foram excluídos por não estarem relacionados ao tema. Desta forma, quatro trabalhos foram selecionados para leitura na íntegra. Após a leitura completa, um trabalho foi excluído por tratar-se de uma tese de doutorado, cujos resultados já estavam descritos em outro artigo aceito para esta revisão. Os três trabalhos aceitos para esta revisão descreveram estudos realizados no Brasil, dois escritos em Português^{14,18} e um em Inglês.¹⁶

As **Tabela 2**, **Tabela 3** e **Tabela 4** apresentam as características e os resultados dos trabalhos sobre a alteração de PAC em sujeitos com diagnóstico e/ou histórico de desnutrição.

Discussão

O desenvolvimento de estudos que avaliam o PAC em sujeitos com diagnóstico ou histórico de desnutrição poderá qualificar o conhecimento nessa área, propiciando o subsídio a propostas para a estimulação e prevenção de prováveis alterações. Dessa forma, a identificação do perfil de alterações encontradas nesses sujeitos permite auxiliar na implementação futura de estratégias de controle nutricional em conjunto com a estimulação auditiva na população infantil. Por isso, esta revisão sistemática analisou as informações descritas na literatura sobre o tema.

Nos três estudos selecionados, foi observado maior número de sujeitos do gênero masculino nos grupos com histórico de desnutrição ou diagnóstico de desnutrição. Alguns autores relataram que sujeitos do sexo masculino apresentam maiores dificuldades escolares.¹⁸ A prevalência de tais dificuldades pode ser justificada pelas alterações no PAC,² que também são mais frequentes nesse sexo.^{3,19} O predomínio de sujeitos do sexo masculino nos grupos com alterações nutricionais evidencia a congregação de mais sujeitos com dificuldades escolares e prováveis alterações de PAC em relação ao grupo com estado nutricional adequado, gerando vieses na análise dos dados.

Os estudos desta revisão sistemática analisaram sujeitos com a faixa etária entre cinco e doze anos. Os autores referem que a faixa etária considerada adequada para a avaliação do PAC é entre oito e dez anos, mas salientam que os sujeitos mais velhos podem apresentar desempenho superior.²⁰⁻²³ Os três estudos selecionados não descreveram a relação entre a faixa etária e as alterações de PAC encontradas, inviabilizando a análise desse aspecto.

A desnutrição infantil pode provocar rebaixamento das habilidades de PAC. Essa análise foi obtida por diferentes métodos de avaliação do PAC entre os estudos. No entanto, foram aceitos todos os que envolveram testes comportamentais e/ou eletrofisiológicos, por serem essas as medidas já validadas para a referida avaliação.²⁴

Tabela 2. Características da amostra e resultados dos trabalhos sobre a alteração de processamento auditivo central (PAC) relacionada à desnutrição.

	NÍVEL DE EVIDÊNCIA DA AMOSTRA	N DA AMOSTRA	FAIXA ETÁRIA	RESULTADOS
ESTUDO 1 ¹⁴	3b	30 sujeitos	Entre 5 e 10 anos	<p>Maior índice de alterações na habilidade de sequencialização sonora para sons verbais e não verbais em sujeitos desnutridos.</p> <p>Maior severidade no grau do distúrbio do PAC em sujeitos desnutridos.</p> <p>Maior índice de alterações nas habilidades de fechamento e figura fundo em sujeitos desnutridos.</p> <p>Sujeitos desnutridos apresentaram maior frequência de alterações nas habilidades auditivas, sendo as habilidades de ordenação temporal, memória auditiva, atenção seletiva, figura fundo e fechamento, as mais afetadas.</p>
ESTUDO 2 ¹⁶	3b	45 sujeitos	Entre 7 e 10 anos	<p>Ausência de deficiência auditiva.</p> <p>Limiares auditivos rebaixados em seis das oito frequências avaliadas as crianças com histórico de subnutrição nos dois primeiros anos de vida.</p> <p>Alterações no PAC no teste SSW em todas as crianças com histórico de subnutrição.</p> <p>Ausência de alterações no PAC e proporções semelhantes de alterações em crianças sem histórico de subnutrição com ou sem alterações de aprendizagem.</p>
ESTUDO 3 ¹⁸	3b	65 sujeitos	Entre 7 e 12 anos	<p>Sujeitos desnutridos apresentaram mais alterações na avaliação comportamental (audiometria e TDD) e nos PEALL, sugerindo déficit na via auditiva central e alteração no processamento da informação acústica.</p> <p>No PEALL os sujeitos do grupo estudo apresentaram latências estatisticamente maiores para os componentes P1, N1 e P300.</p>

PAC, processamento auditivo central; SSW, *staggered spondaic word*; TDD, teste dicótico de dígitos; PEALL, potenciais evocados auditivos de longa latência; P1, registro dos substratos neurofisiológicos da via auditiva; N1, registro dos substratos neurofisiológicos da via auditiva; P300, registro dos substratos neurofisiológicos da via auditiva.

A utilização de testes comportamentais, apesar de serem subjetivos, possibilitou a identificação de alterações em sujeitos desnutridos nas habilidades de integração binaural, memória sequencial verbal e não verbal no Estudo 1. O Estudo 2, por sua vez, identificou uma ou mais alterações nas habilidades auditivas avaliadas nos sujeitos desnutridos. Em relação aos testes eletrofisiológicos utilizados no Estudo 3, as alterações descritas referem-se ao aumento da latência dos componentes P1, N1 e P300. Esses componentes tratam-se de registros dos substratos neurofisiológicos da via auditiva que complementam a avaliação comportamental do PAC.

A avaliação de PAC foi realizada por meio do teste SSW (*Staggered Spondaic Word*) no Estudo 2. Já no Estudo 1 foram utilizados testes comportamentais e no Estudo 3 foram utilizados, além de testes comportamentais, testes eletrofisiológicos.

O Estudo 2 apontou alterações na integração e/ou separação binaural em todos os sujeitos com histórico de desnutrição. No Estudo 3, foi identificada maior latência dos componentes P1, N1 e P300 nos sujeitos com desnutrição, sugerindo a redução da velocidade do processamento das informações em nível cortical.^{14,19} Já o Estudo 1 identificou resultados inferiores dos sujeitos desnutridos no teste de fala com ruído, nas habilidades de integração binaural, memória sequencial verbal e não verbal. Nos testes de Logaudiometria Pediátrica (*Pediatric Sentence Intelligibility* (PSI)), realizados com mensagem competitiva ipsilateral na relação fala/ruído menor que 0dBNA, os sujeitos desnutridos também apresentaram pior desempenho.

O PSI também foi utilizado em outro estudo,²⁰ no qual os sujeitos com dificuldades escolares tiveram desempenho aquém dos sem as dificuldades, sugerindo atraso na maturação das habilidades do PAC. Essa análise

Tabela 3. Métodos para avaliação auditiva e nutricional dos trabalhos sobre a alteração de processamento auditivo central (PAC) relacionada à desnutrição.

	TESTES PARA AVALIAÇÃO AUDITIVA	PERÍODO PARA A REALIZAÇÃO	MÉTODO PARA AVALIAÇÃO NUTRICIONAL E DIAGNÓSTICO DE DESNUTRIÇÃO	PERÍODO PARA A REALIZAÇÃO
ESTUDO 1¹⁴	Audiometria tonal, Logoaudiometria, Timpanometria (completo), Avaliação do PAC com TDD-SSV, TDD-SSNV e TD-LFS, TM-LP, TM-TFR TD-PSI e TDD. A gravidade do distúrbio do PAC variou entre leve a severo, conforme classificação de autores.	Três sessões	Para a avaliação do estado nutricional de todos os sujeitos foi utilizado o critério escore-Z para as curvas de P/I, E/I e IMC/I.	Uma sessão com duração média de 60 minutos.
ESTUDO 2¹⁶	Audiometria tonal, Timpanometria (apenas as curvas como exclusão) e SSW.	-	O escore-Z para P/I foi utilizado para diagnosticar o status nutricional dos sujeitos do grupo 1. O escore-Z para (IMC/I) foi utilizado para avaliação antropométrica de todos os sujeitos. Para o diagnóstico de desnutrição foi utilizado o escore-Z inferior a -2.	-
ESTUDO 3¹⁸	Audiometria, Logoaudiometria, TDD, Imitanciometria (completo) e PEALL. Os responsáveis pelos sujeitos responderam um formulário estruturado contendo perguntas sobre condições de perfil socioeconômico da família, gestação e parto, intercorrências pós-natais, desenvolvimento da comunicação, exames audiológicos anteriormente realizados e antecedentes hereditários.	Uma sessão, com duração média de 90 minutos.	Os dados sobre a desnutrição como grau, tempo de desnutrição e idade do início da desnutrição foram coletados nos prontuários dos pacientes do grupo estudo no IPREDE.	-

PAC, processamento auditivo central; TDD-SSV, teste dicótico de dígitos - sequencialização sonora verbal; TDD-SSNV, teste dicótico de dígitos - sequencialização sonora não verbal; TD-LFS, teste dicótico - localização da fonte sonora; TM-LP, teste monótico-Logoaudiometria Pediátrica; TM-TFR, teste monótico - teste de fala com ruído; TD-PSI, teste dicótico - *Pediatric Speech Intelligibility*; TDD, teste dicótico de dígitos; P/I, Peso/Idade; E/I, Estatura/Idade; IMC/I, índice de massa corporal/idade; SSW, staggered spondaic word; PEALL, potenciais evocados auditivos de longa latência; IPREDE, instituto de prevenção da desnutrição e da excepcionalidade; -, sem informações.

evidencia que as dificuldades descritas em sujeitos desnutridos, principalmente em escuta competitiva, podem ocasionar dificuldades escolares.

Em relação às amostras populacionais estudadas, no Estudo 1 foram avaliados sujeitos com baixa faixa etária e, em decorrência disso, não foi possível correlacionar o desempenho auditivo com as possíveis alterações do SNC. Nos Estudos 2 e 3, o grau da desnutrição foi avaliado em todos os sujeitos. No entanto, tal achado não foi correlacionado com as alterações de PAC encontradas.

O Estudo 2 selecionou sujeitos com limiares audiométricos dentro dos padrões de normalidade. No entanto, identificou a presença de curva audiométrica "U" invertida e rebaixamento estatisticamente significativo dos limiares audiométricos em seis das oito frequências tes-

tadas nos sujeitos com histórico de desnutrição, quando comparados aos dos grupos sem histórico de desnutrição.

A presença do rebaixamento nos limiares das frequências extremas (graves e agudas) foi descrita como patognomônica de distúrbios metabólicos.²⁵ O sistema auditivo, principalmente a estria vascular, apresenta atividade metabólica intensa, sendo dependente de glicose e oxigênio. A deficiência destas substâncias pode ser ocasionada por alterações de metabólitos no sangue ou falta de proteínas, minerais e calorias.²⁶

No Estudo 3, a alteração identificada no Potencial Evocado Auditivo de Longa Latência (PEALL) dos sujeitos desnutridos pode ser justificada pelo fato de existir uma correlação significativa entre a maturação do sistema auditivo e a diminuição da latência destes componen-

Tabela 4. Critérios para inclusão e exclusão de sujeitos nos trabalhos sobre a alteração de processamento auditivo central (PAC) relacionada à desnutrição.

	CRITÉRIOS DE INCLUSÃO	CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO
ESTUDO 1¹⁴	GE, 15 sujeitos com diagnóstico de desnutrição GC, 15 sujeitos com estado nutricional adequado.	Critérios de exclusão para ambos os grupos, diagnóstico prévio de perda auditiva, patologias neurológicas, comportamentais ou síndromes genéticas e alterações na avaliação auditiva periférica.
ESTUDO 2¹⁶	G1, história de desnutrição nos dois primeiros anos de vida; G2 e G3, estado nutricional adequado na data da avaliação.	Não frequentar a escola regularmente, presença de síndromes com alterações auditivas, rebaixamento cognitivo, curva timpanométrica tipo A no dia do exame audiológico, perda auditiva condutiva ou mista, levando em consideração frequências de 500 a 4000 Hz e presença de anormalidades neurológicas primárias devido à desnutrição.
ESTUDO 3¹⁸	GE, diagnóstico de desnutrição. GC, sujeitos saudáveis, sem queixas de desnutrição, de audiologia, de linguagem e de PAC;	Critérios de exclusão para ambos os grupos: presença de secreção no conduto auditivo externo, presença de fatores de risco para perda auditiva sendo o <i>Joint Commuttee on Infant Hearing</i> de 2007 e malformação no pavilhão auditivo (agenesia, atresia de conduto).

GE, grupo estudo; GC, grupo controle; G1, grupo 1; G2, grupo 2; G3, grupo 3; PAC, processamento auditivo central.

tes.^{27,28} A desnutrição, neste estudo, pode ter prejudicado a maturação deste sistema. Em decorrência do local de seleção dos sujeitos analisados, foram descritas alterações auditivas em sujeitos com prevalência de desnutrição leve. Essa característica, segundo os autores, dificultou a correlação da desnutrição com as alterações de PAC.

Os autores responsáveis pelo Estudo 2 não obtiveram informações sobre o histórico nutricional dos sujeitos eutróficos, fato que pode ter incluído sujeitos que apresentaram desnutrição nos primeiros anos de vida e, posteriormente, foram nutridos adequadamente. Essa inclusão pode gerar vieses, uma vez que autores²⁹ já relataram que a desnutrição, mesmo após correção nutricional, pode gerar atrasos no desenvolvimento do SNAC. Nesse estudo, as alterações de PAC identificadas nos sujeitos podem ser justificadas pela desnutrição, a qual prejudica as etapas de proliferação e o crescimento neuronal no SNC. As estruturas mais suscetíveis a alterações nessas etapas são o córtex, o hipocampo e o cerebelo,¹² que são responsáveis pela interpretação e transferência de informações entre os hemisférios cerebrais, ocasionando dificuldades nas habilidades auditivas.³⁰

A análise dos trabalhos avaliados sugere que a provável inter-relação entre a desnutrição e o processamento auditivo refere-se às alterações no SNC e no sistema auditivo. Algumas estruturas que compõem o SNC, como o córtex, hipocampo e cerebelo, são acometidas nas etapas de proliferação e crescimento neuronal, prejudicando a interpretação e a transferência hemisférica cerebral.²⁹ Desta forma, estas alterações poderiam induzir alterações no PAC.²⁹

Em relação às alterações no sistema auditivo, a possível justificativa refere-se às alterações metabólicas

ocasionadas pela desnutrição, principalmente na estria vascular.¹⁶ A estria vascular desempenha atividade metabólica intensa, a qual é dependente de glicose e oxigênio, substâncias que são obtidas por meio de proteínas, minerais e calorías.¹⁶ Outra hipótese desta correlação atribui-se ao prejuízo da maturação do sistema auditivo ocasionada pela ausência ou deficiência das mesmas substâncias nutricionais.¹⁹ Nesta perspectiva, a nutrição adequada dos sujeitos poderia favorecer a maturação deste sistema e, consequentemente, desenvolver a adequação do PAC.¹⁹

Os dados apresentados na literatura pesquisada^{14,16,19} demonstram que as inter-relações entre a desnutrição e o PAC ainda não estão estabelecidas. Percebe-se a necessidade da realização de mais estudos para melhor caracterização das alterações do PAC em sujeitos desnutridos para esclarecimento destas prováveis inter-relações. Sugere-se que novos estudos sejam realizados com atenção para os seguintes aspectos: uso de uma amostra representativa; possibilidade de esgotamento físico/emocional durante as sessões de avaliação; seleção da faixa etária; investigação das dificuldades escolares e do grau de desnutrição; descrição dos históricos nutricionais dos sujeitos; investigação das características socioeconômicas, e; análise dos dados relacionados ao sexo e faixa etária.

O conhecimento sobre esse assunto deve beneficiar os sujeitos com alterações no PAC. Isso pode ser realizado por meio do desenvolvimento e da implementação de estratégias de controle nutricional em conjunto com a estimulação auditiva na população infantil. Para que isso seja possível, tornam-se necessários novos estudos para análise da prevenção e reabilitação visando o desenvolvimento do SNC e SNAC.

Conclusão

As alterações encontradas nos testes de PAC referem-se à detecção do som, à separação e à integração binaural, à memória auditiva, à discriminação auditiva, ao fechamento auditivo, à figura-fundo e à memória sequencial. Na avaliação do PAC por meio de medidas eletrofisiológicas, foram identificadas latências aumentadas nos componentes P1, N1 e P300. Não foi possível correlacionar o grau de desnutrição com as alterações no PAC.

Esta revisão sistemática mostrou que existem prováveis evidências que devem ser esclarecidas em relação às alterações de PAC em crianças com histórico de desnutrição. No entanto, salienta-se a importância de outros estudos para explicar tais evidências. Em decorrência da complexidade deste assunto, destaca-se a importância da atuação e pesquisa transdisciplinar nas interfaces da Fonoaudiologia e da Nutrição.

Referências

- Delecrode CR, Cardoso ACV, Frizzo ACF, Guida HL. Testes tonais de padrão de frequência e duração no Brasil: revisão de literatura. *Rev CEFAC*. 2014;16(1):283-93.
- Mariosi T. Desordem no processamento auditivo central: como trabalhar pedagogicamente o aluno [Trabalho de Conclusão de Curso]. Itapeva (São Paulo): Faculdade de Ciências Sociais e Agrárias de Itapeva; 2014.
- Fridlin SL, Pereira LD, Perez AP. Relação entre dados coletados na anamnese e distúrbio do processamento auditivo. *Rev CEFAC*. 2014;16(2):405-12.
- Machado CSS, Valle HLBS, Paula KM, Lima SS. Caracterização do processamento auditivo das crianças com distúrbio de leitura e escrita de 8 a 12 anos em tratamento no Centro Clínico de Fonoaudiologia da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. *Rev CEFAC*. 2011;13(3):504-12.
- Buriti AKL, Rosa MRD. Percepção auditiva em escolares com dislexia: uma revisão sistemática. *Rev Psicopedag*. 2014;31(94):82-8.
- Verdun NM, Zwetsch IC, Costa-Ferreira MID. Caracterização dos tipos de erros cometidos na avaliação do processamento auditivo por meio do Staggered Spondaic Word test. *Rev CEFAC*. 2015;17(6):1848-54.
- Torquato RJ. A alteração do processamento auditivo e a relação com a dificuldade de aprendizagem da escrita [Monografia]. Curitiba (Paraná): Universidade Tuiuti do Paraná; 2012.
- Pereira LD, Schochat E. Processamento auditivo central: manual de avaliação. São Paulo: Lovise; 1997.
- Morgane PJ, Austin LFR, Bronzino J, Tonkiss J, Diaz-Cintra L, Kemper T, *et al*. Prenatal malnutrition and development of the brain. *Neurosci Biobehav Rev*. 1993;17(1):91-128.
- Morgane JP, Mokler DJ, Galler JR. Effect of prenatal protein malnutrition on the hippocampal formation. *Neurosci Biobehav Rev*. 2002;26(4):471-83.
- Couto CFL, Moreira JS, Hoher JA. Terapia nutricional enteral em politraumatizados sob ventilação mecânica e oferta energética. *Rev Nutr*. 2012;26(6):695-705.
- Porto JA, Oliveira AG, Largura A, Adam TS, Nunes ML. Efeitos da epilepsia e da desnutrição no sistema nervoso central em desenvolvimento: aspectos clínicos e evidências experimentais. *J Epilepsy Clin Neurophysiol*. 2010;16(1):26-31.
- Silva VC, Almeida SS. Desnutrição proteica no início da vida prejudica memória social em ratos adultos. *Rev Nutr*. 2006;19(2):195-201.
- Caldas PA, Giacheti CM, Capellini SA. Habilidade auditiva em criança desnutrida. *Audiol Commun Res*. 2014;19(3):272-9.
- Olusanya BO. Is undernutrition a risk factor for sensorineural hearing loss in early infancy? *Br J Nutr*. 2010;103(9):1296-301.
- Zuanetti PA, Laus MF, Anastasio ART, Almeida SS, Fukuda MTH. Audiometric thresholds and auditory processing in children with early malnutrition: a retrospective cohort study. *São Paulo Med J*. 2014;132(5):266-72.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008-2009 - POF. Rio de Janeiro: IBGE; 2010.
- Almeida RP, Matas CG. Potenciais evocados auditivos de longa latência em crianças desnutridas. *CoDAS*. 2013;25(5):407-12.
- Santos LHC, Pimentel RF, Rosa LGD, Muzzolon SRB, Antoniuk SA, Bruck I. Triagem cognitiva e comportamental de crianças com dificuldades de aprendizagem escolar: um estudo preliminar. *Rev Paul Pediatr*. 2012;30(1):93-9.
- Neves IF, Schochat E. Maturação do processamento auditivo em crianças com e sem dificuldades escolares. *Pró-Fono*. 2005;17(3):311-20.
- Chermak GD, Musiek FE. Managing central auditory processing disorders in children and youth. *Am J Audiol*. 1992;1(3):61-6.
- Almeida CC. Processamento auditivo e fonológico em crianças: influência da faixa etária e da alfabetização [Dissertação]. São Paulo/SP: Universidade Federal de São Paulo. Escola Paulista de Medicina; 2000.
- Costa LP, Pereira LD, Santos MFC. Auditory fusion test in scholars. *Pró-Fono*. 2004;16(2):187-96.
- Madruga CC. Processamento auditivo: avaliação comportamental e eletrofisiológica de crianças e adolescentes com TDAH pré e pós treinamento auditivo [Dissertação]. Campinas/SP: Universidade Estadual de Campina; 2014.
- Bittar RSM, Sanchez TG, Santoro PP, Medeiros IRT. O metabolismo da glicose e o ouvido interno. *Arq Otorrinolaringol*. 1998;2(1):4-8.
- Bittar RSM, Bottino MA, Zerati FE, Moraes CLO, Cunha AU, Bento RF. Prevalência das alterações metabólicas em pacientes portadores de queixas vestibulares. *Rev Bras Otorrinolaringol*. 2003;69(1):64-8.
- Martin LJ, Barajas JJ, Fernandez R. Auditory P300 developmental in childhood. *Scand Audiol*. 1989;30:105-9.
- Stenklev NC, Laukli E. Cortical cognitive potentials in elderly persons. *J Am Acad Audiol*. 2004;15:401-13.
- Caldas PA. Caracterização das habilidades do processamento auditivo em crianças com desnutrição [Dissertação]. Marília/SP: Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Filosofia e Ciências de Marília; 2014.
- Penido AB, Rezende GHS, Abreu RV, Oliveira ACP, Guidine PAM, Pereira GS, *et al*. Malnutrition during central nervous system growth and development impairs permanently the subcortical auditory pathway. *Nutr Neurosci*. 2012;15(1):31-6.