

PROCESSAMENTO SENSORIAL NO PERÍODO DA INFÂNCIA EM CRIANÇAS NASCIDAS PRÉ-TERMO: REVISÃO SISTEMÁTICA

Sensory processing during childhood in preterm infants: a systematic review

Ana Carolina Cabral de Paula Machado^{a,*}, Suelen Rosa de Oliveira^a, Lívia de Castro Magalhães^b, Débora Marques de Miranda^a, Maria Cândida Ferrarez Bouzada^a

RESUMO

Objetivo: Buscar sistematicamente evidências fundamentadas e de qualidade sobre o processamento sensorial em crianças nascidas pré-termo no período da infância.

Fontes de dados: A busca da literatura disponível sobre o tema foi realizada nas bases de dados eletrônicas Sistema *Online* de Busca e Análise de Literatura Médica (Medline)/PubMed, Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde (Lilacs)/Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), Índice Bibliográfico Español de Ciencias de la Salud (IBECS)/BVS, Scopus e Web of Science. Foram incluídos estudos indexados, originais, quantitativos e disponíveis na íntegra em meio digital, publicados em português, inglês ou espanhol, entre 2005 e 2015, envolvendo crianças entre zero e 9 anos de idade.

Síntese dos dados: A busca identificou 581 artigos, e oito foram incluídos conforme critérios de elegibilidade. Destes, seis estudos (75%) encontraram alta frequência de processamento sensorial alterado em crianças pré-termo. A associação entre processamento sensorial e desfechos de desenvolvimento foi observada em três estudos (37,5%). Verificou-se associação entre processamento sensorial e características neonatais em cinco estudos (62,5%). Os resultados de processamento sensorial frequentemente se associam a idade gestacional, sexo masculino e lesões da substância branca.

Conclusões: Análise da literatura atual sugere que prematuridade tem impacto negativo no processamento sensorial. Idade gestacional, sexo masculino e lesões de substância branca aparecem como fatores de risco para alterações de processamento sensorial em crianças nascidas pré-termo. O prejuízo na capacidade de receber informações sensoriais, de integrar e de adaptar-se a elas parece interferir negativamente no desenvolvimento motor, cognitivo e de linguagem dessas crianças. Destaca-se a viabilidade da identificação das alterações de processamento sensorial nos primeiros anos de vida, favorecendo o encaminhamento precoce para intervenções clínicas.

Palavras-chave: Transtornos sensoriais; Prematuro; Revisão sistemática.

ABSTRACT

Objective: To conduct a systematic search for grounded and quality evidence of sensory processing in preterm infants during childhood.

Data source: The search of the available literature on the theme was held in the following electronic databases: Medical Literature Analysis and Retrieval System Online (Medline)/PubMed, Latin American and Caribbean Literature in Health Sciences (Lilacs)/Virtual Library in Health (BVS), Índice Bibliográfico Español de Ciencias de la Salud (IBECS)/BVS, Scopus, and Web of Science. We included only original indexed studies with a quantitative approach, which were available in full text on digital media, published in Portuguese, English, or Spanish between 2005 and 2015, involving children aged 0–9 years.

Data synthesis: 581 articles were identified and eight were included. Six studies (75%) found high frequency of dysfunction in sensory processing in preterm infants. The association of sensory processing with developmental outcomes was observed in three studies (37.5%). The association of sensory processing with neonatal characteristics was observed in five studies (62.5%), and the sensory processing results are often associated with gestational age, male gender, and white matter lesions.

Conclusions: The current literature suggests that preterm birth affects the sensory processing, negatively. Gestational age, male gender, and white matter lesions appear as risk factors for sensory processing disorders in preterm infants. The impairment in the ability to receive sensory inputs, to integrate and to adapt to them seems to have a negative effect on motor, cognitive, and language development of these children. We highlight the feasibility of identifying sensory processing disorders early in life, favoring early clinical interventions.

Keywords: Sensation disorders; Infant, premature; Review.

*Autor correspondente. E-mail: carolaraxa.acm@gmail.com (A.C.C.P. Machado).

^aFaculdade de Medicina da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Belo Horizonte, MG, Brasil.

^bFaculdade de Educação Física da UFMG, Belo Horizonte, MG, Brasil.

Recebido em 4 de maio de 2016; aprovado em 24 de agosto de 2016; disponível on-line em 27 de janeiro de 2017.

INTRODUÇÃO

O processamento sensorial diz respeito à forma como o sistema nervoso central gerencia as informações recebidas dos órgãos sensoriais, ou seja, os estímulos visual, auditivo, tátil, gustativo, olfativo, proprioceptivo e vestibular. O processo inclui tanto a recepção, modulação, integração, discriminação e organização de estímulos sensoriais como as respostas comportamentais adaptativas a esses estímulos.¹

Transtorno de Processamento Sensorial (TPS) é o termo usado para se referir a dificuldades no processamento e na utilização de informações sensoriais para a regulação de respostas fisiológicas, motoras, afetivas e/ou de atenção que interferem na organização do comportamento e na participação em atividades da vida diária.^{2,3} O TPS pode ser observado em indivíduos sem qualquer condição clínica aparente, mas geralmente ocorre associado a outros diagnósticos como, por exemplo, transtorno do espectro autista, transtorno do déficit de atenção/hiperatividade, transtorno do desenvolvimento da coordenação e síndrome do X frágil.^{4,5} Sua prevalência é estimada em 5 a 16% na população aparentemente normal e em 30 a 80% na população com diagnósticos específicos.⁶

Apesar de a etiologia do TPS ainda ser desconhecida, fatores genéticos, familiares e ambientais têm sido relatados na literatura.^{3,7} Nesse contexto, crianças pré-termo (nascidas antes de 37 semanas de gestação) são consideradas de risco para TPS. Esse risco decorre tanto da interrupção do desenvolvimento neurobiológico intrauterino quanto das experiências sensoriais vivenciadas no ambiente da Unidade de Terapia Intensiva Neonatal (UTIN), que podem alterar o desenvolvimento e o funcionamento dos sistemas sensoriais.⁸ Embora existam evidências de alterações de processamento sensorial em crianças nascidas pré-termo, ainda há relativamente poucos estudos sobre a associação entre processamento sensorial e prematuridade, o que torna difícil formar uma visão geral da prevalência e da persistência dos sintomas de TPS nessa população.

Fundamentação teórica

O TPS é uma alteração do desenvolvimento na primeira infância que vem recebendo crescente atenção na última década.⁹⁻¹⁴ Alterações nas respostas aos estímulos sensoriais foram identificadas pela primeira vez como uma condição clínica pela terapeuta ocupacional norte-americana Anna Jean Ayres, em 1972, ao estudar crianças com dificuldades de aprendizagem.⁴ Associando conhecimentos da neurobiologia à observação detalhada do comportamento de crianças, Ayres teorizou que o comprometimento do processamento sensorial pode resultar em vários problemas funcionais, nomeando essa condição como disfunção de integração sensorial.¹⁵ Atualmente, o quadro clínico descrito por Ayres é denominado de TPS.¹⁶ Essa mudança na

nomenclatura foi proposta por Miller et al.¹⁵ como argumento de que a utilização do termo “integração sensorial”, como adotado por Ayres, muitas vezes remete ao processo celular neurofisiológico, e não a respostas comportamentais aos estímulos sensoriais. Dessa forma, a nova terminologia torna-se mais adequada por fazer a diferenciação entre a condição clínica, que caracteriza indivíduos com respostas comportamentais atípicas à estimulação sensorial, e o processo celular neurofisiológico envolvido.¹⁵

TPS é uma condição heterogênea que inclui vários subtipos.⁵ Miller et al.¹⁵ caracterizam três subtipos clássicos de TPS: transtorno de modulação sensorial, transtorno de discriminação sensorial e transtorno motor de base sensorial. O primeiro consiste na dificuldade para transformar informações sensoriais em comportamentos compatíveis com a intensidade e a natureza da experiência sensorial. Sua sintomatologia inclui hipersensibilidade (respostas mais intensas, mais rápidas ou mais duradouras do que as normalmente observadas), hiporresponsividade (respostas menos intensas ou mais lentas do que o tipicamente observado) e busca sensorial (desejo intenso e insaciável por estímulos sensoriais). Já transtorno de discriminação sensorial se refere à dificuldade em discriminar as qualidades de estímulos sensoriais resultando em capacidade reduzida para detectar semelhanças e diferenças entre estímulos e para diferenciar as qualidades temporais e espaciais do estímulo percebido. Crianças com esse tipo de transtorno percebem os estímulos e regulam suas respostas, mas não podem identificar exatamente a natureza do estímulo ou a localização precisa dele. Por fim, transtorno motor de base sensorial é a dificuldade em estabilizar o corpo (transtorno postural) ou planejar e sequenciar movimentos coordenados (dispraxia) com base em informações sensoriais.¹⁵

Deve-se ressaltar que nenhuma dessas condições consta do Manual Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais (DSM-V) ou na Classificação Estatística Internacional de Doenças e Problemas Relacionados com a Saúde (CID-10), e não existe consenso em como defini-las.¹⁴ Entretanto algumas são abordadas, direta ou indiretamente, em dois manuais de referência para classificação diagnóstica do desenvolvimento: o Manual de Diagnóstico para a Infância e Primeira Infância, do Conselho Interdisciplinar em Transtornos do Desenvolvimento e da Aprendizagem (ICDL), e a Classificação Diagnóstica de Saúde Mental e Transtornos do Desenvolvimento da Infância e Primeira Infância: edição revisada, em inglês, Diagnostic Classification of Mental Health and Developmental Disorders of Infancy and Early Childhood-Revised (DC: 0-3R).^{6,9,15}

As manifestações clínicas dos TPS são variadas e incluem choro e agitação excessivos, dificuldade de autoconsolo, problemas de sono e na aceitação dos alimentos, exacerbação da

angústia de separação dos pais, timidez persistente e exagerada perante estranhos, intolerância a mudanças, falta de interesse e apatia à interação social.^{16,17} Os problemas funcionais comumente associados ao TPS na primeira infância incluem diminuição das habilidades sociais e na participação em brincadeiras; redução da frequência, duração ou complexidade de respostas adaptativas; autoconfiança e/ou autoestima prejudicadas; e habilidades motoras deficientes.¹⁸ Problemas no equilíbrio, na coordenação motora grossa e fina e no planejamento motor, além de atraso na aquisição da linguagem, hipersensibilidade tátil ou dispersão acentuada tornam-se evidentes na idade pré-escolar. Na escola, aparecem os problemas na escrita e na leitura, déficit de atenção e/ou dificuldades emocionais e na interação com os colegas.¹⁹ Os problemas podem persistir até a idade adulta, resultando em dificuldades sociais e emocionais.¹⁸

A detecção dos TPS baseia-se na observação do comportamento da criança e/ou na aplicação de questionários para os pais.²⁰ Embora ainda não sejam validadas no Brasil, há várias ferramentas de avaliação para identificar TPS, tais como: *Infant/Toddler Sensory Profile*,²¹ *Sensory Integration and Praxis Test*,²² *Sensory Profile*,²³ *DeGangi-Berk Test of Sensory Integration*,²⁴ *Observations Based on Sensory Integration Theory*,²⁵ *Test of Sensory Functions in Infants*²⁶ e *Sensory Rating Scale*.²⁷

Transtornos de processamento sensorial e prematuridade

Estudos recentes revelam que crianças nascidas prematuramente apresentam respostas diferenciadas a estímulos sensoriais e podem exibir alterações no processamento sensorial.²⁸⁻³⁰ Essas diferenças podem ser explicadas por dois fatores, que parecem interagir: o efeito acumulativo de complicações médicas associadas ao nascimento prematuro (leucoencefalomalacia periventricular, hemorragia intraventricular grave, sepse, baixo crescimento, displasia broncopulmonar e uso de esteroides pós-natais) e as experiências sensoriais no ambiente da UTIN nos estágios iniciais do desenvolvimento.^{30,31}

Os estímulos ambientais do feto e da criança após o nascimento, incluindo a experiência de som, voz, toque, movimento, cheiro e visão, são de importância fundamental para o desenvolvimento adequado dos sistemas sensoriais. Embora nem todas essas experiências tenham papel relevante no estabelecimento dos padrões iniciais de conectividade dos sistemas sensoriais, elas contribuem para o aperfeiçoamento e a manutenção de conexões apropriadas no cérebro em desenvolvimento.³²

De acordo com Lickliter,³³ as capacidades sensoriais do feto e o contexto de desenvolvimento no útero limitam e regulam de forma eficaz a quantidade, o tipo e o tempo de estimulação sensorial disponível durante o período pré-natal. Esse padrão de estimulação sensorial é profundamente alterado pelo nascimento

pré-termo, com alterações significativas nos padrões normais de estimulação tátil, vestibular, proprioceptiva, olfativa, auditiva e visual.³³ Por exemplo, o recém-nascido pré-termo, na UTIN, recebe quantidades menores de estimulação tátil-vestibular decorrentes do movimento materno, mas há aumento substancial na quantidade de outros tipos de estimulação não presentes no ambiente intrauterino (luzes brilhantes, níveis sonoros elevados, manipulação excessiva e frequentes intervenções dolorosas). Tal realidade pode ter efeitos duradouros sobre o cérebro em desenvolvimento e interferir na maturação natural dos sistemas sensoriais.³¹

Diante desse cenário, o objetivo desta revisão foi buscar evidências fundamentadas e de qualidade concernentes ao processamento sensorial em crianças nascidas pré-termo, com síntese sistemática do conhecimento acerca do tema disponível na literatura publicada entre 2005 e 2015.

MÉTODO

Foi realizada revisão sistemática da literatura seguindo o protocolo adaptado dos princípios estabelecidos pela Cochrane Library.³⁴ Definiram-se critérios de inclusão para a seleção dos estudos, bases de dados da pesquisa, público-alvo, limite temporal, descritores e termos livres, síntese e interpretação dos resultados.

Foram incluídos na revisão somente estudos indexados, originais, quantitativos e disponíveis na íntegra em meio digital, publicados em português, inglês ou espanhol entre agosto de 2005 e agosto de 2015, envolvendo crianças entre zero e 9 anos de idade. O limite temporal estabelecido justifica-se pelo objetivo de revisar a literatura mais recente sobre o tema, e a escolha da faixa etária deve-se ao interesse particular em investigar como o nascimento pré-termo pode afetar o processamento sensorial no período da infância.

Primeiramente, foi realizada busca eletrônica nas bases de dados Sistema *Online* de Busca e Análise de Literatura Médica (Medline)/PubMed, Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde (Lilacs)/Biblioteca Virtual em Saúde (BVS) e Índice Bibliográfico Español de Ciencias de la Salud (IBECS)/BVS, conduzida por estratégia fundamentada na combinação de dois conjuntos de palavras-chave usando os operadores booleanos AND e OR. Foram escolhidos os descritores *sensation disorders* e *infant, premature* (mediante consulta aos Descritores em Ciências da Saúde — DeCS), os termos livres *prematurity*, *sensory processing disorders*, *sensory functions in infants*, *sensory profile of infants* e seus correspondentes em português e espanhol. Optou-se pelo emprego de descritores e termos livres na construção da estratégia para garantir uma busca mais abrangente, reduzindo o risco de estudos relevantes não serem localizados.

A leitura dos resumos localizados conduziu a seleção das publicações para confirmar se atendiam ao tema e aos critérios de inclusão estabelecidos. Para complementar a busca eletrônica, a pesquisa de citações deu-se por intermédio das listas de referência dos artigos selecionados e seus respectivos índices de citação nas bases Scopus e Web of Science. Todo o processo de busca foi feito pela primeira e segunda autoras. As duas revisoras fizeram a leitura e a seleção dos artigos de maneira independente, e, em seguida, as informações foram cruzadas, e os artigos em concordância selecionados. A recuperação em meio digital da versão na íntegra dos artigos selecionados foi realizada mediante o Portal Capes.

A leitura na íntegra dos artigos selecionados permitiu que os pontos relevantes de cada um fossem extraídos e sintetizados em tabelas para assegurar que as mesmas informações fossem obtidas de todas as publicações. Essa etapa foi desenvolvida pela primeira e segunda autoras, e os resultados obtidos foram posteriormente discutidos e analisados em conjunto com os demais autores.

RESULTADOS

Pela combinação dos descritores e termos livres citados anteriormente, foram achados 581 artigos na busca eletrônica. Com a aplicação dos critérios de inclusão estabelecidos, foram selecionados seis artigos. A grande diferença entre o número de publicações localizadas e o número de publicações selecionadas deve-se ao fato de que a maioria dos trabalhos encontrados consistia em artigos que abordavam populações diferentes do público-alvo estabelecido para esta investigação. Foram excluídos estudos envolvendo indivíduos com transtorno do espectro autista, transtorno do déficit de atenção/hiperatividade e

crianças nascidas a termo, assim como sobre comprometimento neurossensorial (cegueira e surdez), retinopatia da prematuridade, asma e efeitos de drogas, estudos realizados com animais, revisões de literatura e publicações anteriores ao limite temporal delimitado. A pesquisa de citações permitiu a seleção de mais dois artigos.

As oito publicações selecionadas foram incluídas na pesquisa.³⁵⁻⁴² As características gerais de cada uma, como autor, ano de publicação, país de realização e desenho do estudo, estão apresentadas no Tabela 1. Os pontos relevantes referentes à caracterização das amostras, à idade, aos objetivos e aos instrumentos de avaliação estão sintetizados no Tabela 2, e os resultados principais dos artigos revisados estão descritos no Tabela 3.

Todos os estudos incluídos na presente revisão foram publicados nos últimos cinco anos e apenas um foi realizado no Brasil (12,5%).³⁷ Os demais foram elaborados em países estrangeiros, com maior frequência (37,7%)^{36,38,41} nos Estados Unidos da América. Cinco estudos (62,5%)^{36,37,40-42} são transversais e três (37,5%)^{35,38,39} prospectivos.

A maioria dos estudos, seis (75%),^{35,36,38-41} investigou crianças nascidas com idade gestacional menor que 34 semanas. O tamanho da amostra das pesquisas variou de 15 a 253 crianças nascidas pré-termo.

Em relação à idade em que o processamento sensorial foi avaliado, seis estudos (75%)^{35,37,38-40,41} investigaram-no nos dois primeiros anos de vida, sendo o *Infant/Toddler Sensory Profile*²¹ empregado como instrumento de avaliação em cinco estudos (50%),^{35,39-42} e o *Test of Sensory Function in Infants*²⁶ em três (37,5%);^{37,38,42} um estudo (12,5%)⁴² envolveu a utilização simultânea dos dois instrumentos. Um trabalho (12,5%)³⁶ optou por avaliar o processamento sensorial no período entre

Tabela 1 Características gerais dos estudos incluídos na revisão sistemática da literatura sobre processamento sensorial em crianças nascidas pré-termo publicada entre 2005 e 2015.

Autor, ano	País	Desenho do estudo
Rahkonen et al., ³⁵ 2015	Finlândia	Prospectivo
Adams et al., ³⁶ 2015	Estados Unidos da América	Transversal
Cabral et al., ³⁷ 2015	Brasil	Transversal
Chorna et al., ³⁸ 2014	Estados Unidos da América	Prospectivo
Eeles et al., ³⁹ 2013	Austrália	Prospectivo
Eeles et al., ⁴⁰ 2013	Austrália	Transversal
Wickremasinghe et al., ⁴¹ 2013	Estados Unidos da América	Transversal
Bart et al., ⁴² 2011	Israel	Transversal

3 e 5 anos de idade por intermédio do *Short Sensory Profile*²³, e outro (12,5%)⁴¹ incluiu a avaliação no período entre 1 e 8 anos, sendo aplicado o *Infant/Toddler Sensory Profile*²¹ nos dois primeiros anos de vida e o *Short Sensory Profile*²³ a partir do terceiro ano de vida.

A comparação de crianças nascidas prematuramente com seus pares nascidos a termo foi realizada em quatro estudos (50%)^{36,37,39,42} cujos resultados confirmam que os dois grupos de crianças são diferentes em relação ao processamento

sensorial e que as crianças pré-termo apresentam maior frequência de alterações no processamento sensorial. Os quatro estudos (50%)^{35,38,40,41} restantes optaram pela comparação com dados normativos estabelecidos pelos instrumentos utilizados e também encontraram alta frequência de alterações no processamento sensorial em crianças pré-termo.

A associação entre processamento sensorial e desfechos de desenvolvimento foi alvo de seis (75%)^{35-38,40,41} estudos e observada em três (37,5%)^{36,38,40}. Seis (75%)^{35,36,38,39,41,42} deles

Tabela 2 Informações relevantes referentes à amostra estudada, aos objetivos, à idade, a avaliações e instrumentos utilizados nos estudos incluídos na revisão sistemática da literatura sobre processamento sensorial em crianças nascidas pré-termo publicada entre 2005 e 2015.

Autor	Amostra	Objetivos	Idade, avaliações e instrumentos
Rahkonen et al. ³⁵	44 pré-termos (IG<28 semanas)	- Investigar o PS e sua associação com fatores de risco neonatal, dados neuroanatômicos e neurodesenvolvimento	- Idade a termo: avaliação neuroanatômica cerebral (RM); - Dois anos de idade corrigida: avaliação do PS (ITSP); avaliação neurológica (Hempel); avaliação do desenvolvimento mental (GMDS); avaliação da cognição e linguagem (BSID).
Adams et al. ³⁶	54 pré-termos (IG<34 semanas) e 73 a termos (IG>37 semanas)	- Comparar o PS de crianças pré-termo e a termo e verificar a associação entre PS e funções executivas e adaptativas em pré-termos	- Entre 3 e 5 anos de idade: avaliação do PS (SSP); avaliação da função executiva (BRIEF-P e desempenho em seis tarefas interativas); avaliação da função adaptativa (Vineland-II).
Cabral et al. ³⁷	15 pré-termos (IG<37 semanas) e 15 a termos (37>IG>42 semanas)	- Comparar e investigar a associação entre PS e desenvolvimento motor de pré-termos e a termos	- Entre 4 e 6 meses de idade corrigida: avaliação do PS (TSFI); avaliação do desenvolvimento motor pela AIMS.
Chorna et al. ³⁸	40 pré-termos (IG<30 semanas)	- Avaliar o desfecho de PS e sua associação com o neurodesenvolvimento	- Idade corrigida de 4–12 meses: avaliação do PS (TSFI); - Dois anos de idade corrigida: avaliação da cognição, motricidade e linguagem (BSID).
Eeles et al. ³⁹	253 pré-termos (IG<32 semanas) e 65 a termos (IG>36 semanas)	- Examinar o PS e suas influências ambientais e biológicas	- Idade a termo: avaliação neuroanatômica cerebral (RM); - Dois anos de idade corrigida: avaliação do PS (ITSP).
Eeles et al. ⁴⁰	241 pré-termos com IG<30 semanas	- Examinar o PS e sua associação com o neurodesenvolvimento	- Aos dois anos de idade corrigida: avaliação do PS (ITSP) e do neurodesenvolvimento (BSID).
Wickremasinghe et al. ⁴¹	107 pré-termos (IG≤32 semanas)	- Verificar o desfecho de PS e sua associação com o neurodesenvolvimento	- Entre 1–8 anos: avaliação do PS (ITSP e SSP); avaliação do neurodesenvolvimento (BSID, WPPSI e WISC).
Bart et al. ⁴²	124 pré-termos (34>IG<36 semanas) e 33 a termos (IG>37 semanas)	- Comparar o PS e participação nas atividades diárias e verificar a associação entre PS e características neonatais em pré-termos	- Um ano de idade cronológica: avaliação do PS (ITSP e TSFI) e da participação nas atividades diárias (questionário próprio).

IG: idade gestacional; PS: processamento sensorial; RM: ressonância magnética; ITSP: *Infant/Toddler Sensory Profile*; GMDS: *Griffiths Mental Developmental Scales*; BSID: *Bayley Scales of Infant and Toddler Development*; SSP: *Short Sensory Profile*; BRIEF-P: *Behavior Rating Inventory of Executive Function — Preschool Version*; Vineland-II: *Vineland Adaptive Behavior Scales, Second Edition, Parent/Caregiver Rating Form*; TSFI: *Test of Sensory Function in Infants*; AIMS: *Alberta Infant Motor Scale*; WPPSI: *Wechsler Preschool and Primary Scale of Intelligence*; WISC: *Wechsler Intelligence Scale for Children*.

Tabela 3 Principais resultados dos estudos incluídos na revisão sistemática da literatura sobre processamento sensorial em crianças nascidas pré-termo publicada entre 2005 e 2015.

Autor	Principais resultados
Rahkonen et al. ³⁵	Verificou-se alta frequência de PS alterado. Desfecho de PS foi associado a lesões da substância branca e fechamento cirúrgico do canal arterial persistente. Não foi encontrada associação entre PS e neurodesenvolvimento.
Adams et al. ³⁶	Pré-termos obtiveram pontuação significativamente mais baixa no SSP em comparação às crianças a termo, apresentando maior frequência de processamento sensorial alterado. IG foi associado a PS. Foi encontrada associação entre PS e função executiva em pré-termos. Não foi verificada associação entre PS e função adaptativa nas crianças pré-termo.
Cabral et al. ³⁷	Pré-termos são diferentes dos pares a termo em relação ao PS, principalmente quanto à reatividade à pressão tátil profunda. Não foi encontrada diferença entre os grupos no tocante ao desenvolvimento motor. Não foi constatada associação estatisticamente significativa entre PS e desenvolvimento motor nos grupos.
Chorna et al. ³⁸	Observou-se alta frequência de PS anormal, principalmente em relação à reatividade a estimulação vestibular e à reatividade à pressão tátil profunda. IG, gênero masculino, lesões da substância branca e escolaridade do cuidador foram associados com desfechos de PS. PS foi associado ao desenvolvimento motor e de linguagem.
Eeles et al. ³⁹	Pré-termos apresentaram maior frequência de PS alterado quando comparados a pares a termo. Gênero masculino, lesões de substância branca e tempo de internação foram associados com desfechos de PS.
Eeles et al. ⁴⁰	Foi encontrada associação entre desfechos de PS e desenvolvimento motor, cognitivo e da linguagem.
Wickremasinghe et al. ⁴¹	Observou-se alta frequência de PS alterado, com prevalência similar nas idades de 1–4 anos e 4–8 anos. As áreas mais afetadas foram de processamento auditivo, vestibular e tátil. Não foi observada associação entre PS, características neonatais e neurodesenvolvimento.
Bart et al. ⁴²	Pré-termos são diferentes dos pares a termo em relação ao PS. Foi encontrada diferença significativa entre os grupos na frequência de participação em todas as áreas de atividades, exceto no lazer. Os grupos também foram diferentes no tocante à satisfação dos pais, exceto na área de participação social. Foi encontrada associação entre PS, IG e perímetro cefálico. Dias de internação e nascimentos múltiplos foram preditores da participação nas atividades diárias e satisfação dos pais.

PS: processamento sensorial; SSP: *Short Sensory Profile*; IG: idade gestacional.

analisaram a associação entre o processamento sensorial e características neonatais, a qual não foi observada em apenas um estudo (12,5%).⁴¹ Idade gestacional e gênero masculino parecem ser fatores de risco, estando frequentemente ligados aos resultados de processamento sensorial. A associação com dados neuroanatômicos cerebrais obtidos por ressonância magnética foi investigada em dois estudos (25%),^{35,39} e em ambos foi encontrada associação entre piores resultados de processamento sensorial e lesões da substância branca.

DISCUSSÃO

A análise da literatura revisada sugere que crianças nascidas pré-termo são diferentes de seus pares a termo em relação ao processamento sensorial e apresentam alta frequência de alterações no processamento sensorial no período da infância. Dessa forma, a prematuridade pode ser considerada um fator de risco para

TPS. Essa realidade não surpreende, pois os recém-nascidos pré-termo, além de vulneráveis biologicamente, são privados das sensações naturais do ambiente intrauterino precocemente e precisam de períodos prolongados de internação na UTIN, onde a experiência sensorial está em conflito com as suas necessidades.

A maioria dos estudos investigou o processamento sensorial de crianças pré-termo nascidas com idade gestacional menor que 34 semanas, no entanto é importante atentar para o estudo de Bart et al.,⁴² que investigou o efeito da prematuridade tardia (nascimento entre 34 e 36 semanas de gestação) sobre o processamento sensorial em crianças no primeiro ano de vida. Seus resultados demonstraram que os pré-termos tardios são diferentes de seus pares nascidos a termo no tocante ao processamento sensorial, sugerindo que a prematuridade tardia também pode estar associada a dificuldades de processamento sensorial. Novos estudos com amostras maiores são necessários para investigar essa questão.

O processamento sensorial foi avaliado nos dois primeiros anos de vida em seis estudos revisados,^{35,37-40,42} permitindo constatar que sinais de TPS podem ser identificados precocemente. A identificação precoce de TPS é entendida como fundamental, pois as crianças podem se beneficiar de intervenções clínicas que visam melhorar suas capacidades sensoriais e reduzir o impacto negativo das dificuldades de processamento sensorial no desenvolvimento.^{2,43-45}

No que concerne aos instrumentos de avaliação, o *Infant/Toddler Sensory Profile* (ITSP)²¹ foi o mais utilizado na investigação do processamento sensorial nesse período, seguido pelo *Test of Sensory Function in Infants* (TSFI).²⁶ As duas ferramentas são tidas na literatura como de excelente validade e confiabilidade. O TSFI limita-se à avaliação de crianças entre quatro e 18 meses de idade e o ITSP desde o nascimento até os 36 meses, porém os dois diferem entre si em relação à natureza da avaliação. O ITSP é um questionário para pais, e o TSFI, um instrumento observacional. Portanto, torna-se difícil comparar os resultados das duas avaliações.⁴⁶

Seis estudos revisados^{35-38,40,41} investigaram a associação entre processamento sensorial e desfechos de desenvolvimento, e foi observado que não existe consenso na literatura sobre essa questão. Eeles et al.⁴⁰ demonstraram associação entre processamento sensorial alterado e piores resultados nos domínios motor, cognitivo e de linguagem em crianças aos 2 anos de idade que nasceram pré-termo. Em pesquisa similar, mas com crianças avaliadas na idade pré-escolar, Adams et al.³⁶ verificaram associação entre processamento sensorial e função executiva em crianças nascidas pré-termo que apresentaram alta frequência de processamento sensorial alterado. Os achados são concordantes com os resultados de DeGangi et al.,^{47,48} que exibiram evidências consistentes de associação entre o TPS, identificado durante o primeiro e segundo anos de vida, e déficits nos desenvolvimentos motor, cognitivo e de linguagem na idade pré-escolar.

As manifestações dos TPS, segundo White et al.⁴⁹, prejudicam a adaptação da criança às demandas ambientais, limitando sua participação em brincadeiras, atividades escolares e/ou sociais. Considerando que a participação da criança em atividades cotidianas é fundamental para sua percepção e interação com o ambiente,⁵⁰ acredita-se que essas limitações podem afetar negativamente o desenvolvimento das funções motoras, cognitivas, emocionais e de linguagem em crianças com TPS.

Por fim, os resultados desta revisão sugerem que as dificuldades de processamento sensorial em crianças nascidas pré-termo têm por origem a combinação de riscos biológicos e neonatais próprios da prematuridade. Idade gestacional, sexo masculino e presença de lesões de substância branca foram os principais fatores associados ao desfecho de processamento sensorial nos estudos revisados.

Chorna et al.³⁸ demonstraram que crianças pré-termo nascidas com 23 semanas de idade gestacional apresentam maior probabilidade para processamento sensorial alterado do que aquelas nascidas com 33 semanas. Esse dado sugere que o risco encontrado para TPS em crianças nascidas pré-termo aumenta à medida que o grau de imaturidade neurobiológica ao nascimento também aumenta.

Rahkonen et al.³⁵ constataram que o padrão atípico de “busca sensorial”, identificado pelo ITSP, foi mais frequente em crianças pré-termo que, ao exame de ressonância magnética (RM), apresentaram perda de substância branca periventricular, dilatação ventricular, anormalidades císticas na substância branca e/ou dilatação do espaço subaracnoide. Esse resultado é consoante com o estudo de Owen et al.,⁵¹ que analisou o impacto de anormalidades estruturais da substância branca sobre o processamento sensorial com o uso de RM por tensores de difusão, conhecida como *diffusion tensor imaging* (DTI). Foi encontrada diferença significativa entre crianças com TPS e crianças com desenvolvimento típico, com aquelas com TPS contendo mais frequência de anormalidades estruturais da substância branca. Essas observações mostram que a estrutura da substância branca pode servir como substrato biológico para TPS.

A associação encontrada entre piores resultados de processamento sensorial e sexo masculino nos artigos revisados pode ser mais uma desvantagem relacionada ao fenômeno conhecido como “desvantagem do gênero masculino”.⁵² Estudos sobre mortalidade neonatal revelam que o gênero masculino demonstra menor velocidade de amadurecimento global, principalmente do pulmão. A imaturidade pulmonar aumenta a incidência de problemas respiratórios em recém-nascidos do gênero masculino, elevando o risco de morbimortalidade neonatal nessa população.^{53,54}

Os resultados da presente revisão devem ser interpretados com cautela. Observou-se que a maioria dos estudos revisados descreveu com eficiência as populações estudadas, incluindo delimitação do contexto de pesquisa (locais e datas relevantes), apresentação dos critérios de elegibilidade, fontes e métodos de seleção dos participantes e descrição de suas características clínicas, demográficas e sociais. No entanto nenhum estudo relatou como foi determinado o tamanho amostral, dado fundamental para garantir a consistência dos resultados analisados. Além disso, a avaliação do processamento sensorial foi realizada apenas por meio de questionários para pais em 62,5% dos estudos revisados.^{35,36,39-41} Apesar de as informações obtidas fornecerem descrição importante do processamento sensorial da criança durante as atividades de vida diária, as respostas podem variar de acordo com a capacidade de leitura e interpretação dos itens do questionário por parte dos pais, diminuindo o grau de evidência dos resultados.

Outro fato que merece atenção foi que apenas 50% dos estudos^{36,37,39,42} reportaram comparação de crianças nascidas prematuramente com pares a termo. Os demais^{35,38,40,41} optaram pela comparação com dados normativos estabelecidos pelos instrumentos de avaliação utilizados, o que pode ser problemático quando os participantes diferem dos dados normativos, como, por exemplo, em relação à condição socioeconômica.

Uma possível limitação desta revisão foi a não inclusão da literatura cinzenta, termo usado para se referir a qualquer fonte de informação que não é indexada em bases de dados de publicação, tais como resumos de conferência ou relatórios governamentais.⁵⁵ A razão para isso foi, principalmente, que esse tipo de publicação não é revisado por pares, processo importante que contribui para a qualidade dos estudos. Além disso, foram revisados neste trabalho apenas os estudos publicados em inglês, espanhol e português.

CONCLUSÕES

Embora poucos estudos tenham investigado o processamento sensorial de crianças nascidas pré-termo atualmente, a presente revisão sugere que a prematuridade tem impacto negativo no processamento sensorial de crianças no período da infância. Idade gestacional, gênero masculino e lesões de substância branca aparecem como fatores de risco para TPS em crianças

nascidas pré-termo. O prejuízo na capacidade de receber informações sensoriais e de integrar e adaptar-se a elas parece interferir de maneira negativa nos desenvolvimentos motor, cognitivo e de linguagem dessa população, mas não existe consenso na literatura sobre essa questão.

Destaca-se a viabilidade da identificação de dificuldades de processamento sensorial nos primeiros anos de vida, favorecendo o encaminhamento precoce para intervenção. É evidente a carência de estudos nacionais e/ou publicados em periódicos nacionais sobre o tema. Além disso, reforça-se a necessidade da realização de estudos longitudinais para investigar a prevalência, a persistência e potenciais sequelas das alterações de processamento sensorial em crianças nascidas pré-termo em médio e longo prazos.

Financiamento

Este artigo faz parte da pesquisa *Espectroscopia no infravermelho próximo na predição do neurodesenvolvimento de prematuros aos 4 e 8 meses de idade corrigida*, que recebeu apoio financeiro da Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG), sob o número do projeto 21.550.

Conflito de interesses

Os autores declaram não haver conflito de interesses.

REFERÊNCIAS

- Lai CY, Chung JC, Chan CC, Li-Tsang CW. Sensory processing measure-HK Chinese version: psychometric properties and pattern of response across environments. *Res Dev Disabil*. 2011;32:2636-43.
- Robles RP, Ballabriga CJ, Diéguez ED, Silva PC. Validating regulatory sensory processing disorders using the sensory profile and child behavior checklist (CBCL 11/2-5). *J Child Fam Stud*. 2012;21:906-16.
- Miller LJ, Nielsen DM, Schoen SA, Brett-Green BA. Perspectives on sensory processing disorder: a call for translational research. *Front Integr Neurosci*. 2009;3:1-12.
- Armstrong DC, Redman-Bentley D, Wardell M. Differences in function among children with sensory processing disorders, physical disabilities, and typical development. *Pediatr PhysTher*. 2013;25:315-21.
- Keuler MM, Schmidt NL, Van Hulle CA, Lemery-Chalfant K, Goldsmith HH. Sensory over-responsivity: prenatal risk factors and temperamental contributions. *J Dev Behav Pediatr*. 2011;32:533-41.
- Miller LJ, Nielsen DM, Schoen SA. Attention deficit hyperactivity disorder and sensory modulation disorder: a comparison of behavior and physiology. *Res Dev Disabil*. 2012;33:804-18.
- Ghanizadeh A. Sensory processing problems in children with ADHD, a systematic review. *Psychiatry Investig*. 2011;8:89-94.
- Mitchell AW, Moore EM, Roberts EJ, Hachtel KW, Brown MS. Sensory processing disorder in children ages birth-3 years born prematurely: a systematic review. *Am J Occup Ther*. 2015;69:1-11.
- Jaegermann N, Klein PS. Enhancing mothers' interactions with toddlers who have sensory-processing disorders. *Infant Ment Health J*. 2010;31:291-311.
- Cosbey J, Johnston SS, Dunn ML. Sensory processing disorders and social participation. *Am J Occup Ther*. 2010;64:462-73.
- Schaaf RC, Benevides T, Blanche EI, Brett-Green BA, Burke JP, Cohn ES, et al. Parasympathetic functions in children with sensory processing disorder. *Front Integr Neurosci*. 2010;4:1-11.
- Bar-Shalita T, Vatine J, Seltzer Z, Parush S. Psychophysical correlates in children with sensory modulation disorder (SMD). *Physiol Behav*. 2009;98:631-9.
- May-Benson TA, Koomar JA, Teasdale A. Incidence of pre-, peri-, and post-natal birth and developmental problems of children with sensory processing disorder and children with autism spectrum disorder. *Front Integr Neurosci*. 2009;3:31.

14. Dar R, Kahn DT, Carmeli R. The relationship between sensory processing, childhood rituals and obsessive e compulsive symptoms. *J Behav Ther Exp Psychiatry*. 2012;43:679-84.
15. Miller LJ, Anzalone ME, Lane SJ, Cermak SA, Osten ET. Concept evolution in sensory integration: a proposed nosology for diagnosis. *Am J Occup Ther*. 2007;61:135-40.
16. Postert C, Averbek-Holocher M, Achtergarde S, Müller JM, Furniss T. Regulatory disorders in early childhood: correlates in child behavior, parent-child relationship, and parental mental health. *Infant Ment Health J*. 2012;33:173-86.
17. DeGangi GA, DiPietro JA, Greenspan SI, Porges SW. Psychophysiological characteristics of the regulatory disordered infant. *Infant Behav Dev*. 1991;14:37-50.
18. Ahn RR, Miller LJ, Milberger S, McIntosh DN. Prevalence of parents' perceptions of sensory processing disorders among kindergarten children. *Am J Occup Ther*. 2004;58:287-93.
19. Habib ES, Magalhães LC. Development of a questionnaire to detect atypical behavior in infants. *Rev Bras Fisioter*. 2007;11:177-83.
20. Gomez CR, Baird S, Jung LA. Regulatory disorder identification, diagnosis, and intervention planning: untapped resources for facilitating development. *Infants Young Child*. 2004;17:327-39.
21. Dunn W. *Infant/Toddler Sensory Profile. User's Manual*. San Antonio: The Psychological Corporation; 2002.
22. Ayres AJ. *Sensory integration and praxis tests*. Los Angeles: Western Psychological Services; 1989.
23. Dunn W. *Sensory profile: user's manual*. San Antonio: The Psychological Corporation; 1999.
24. Berk R, DeGangi GA. *DeGangi-Berk test of sensory integration*. 5th ed. Los Angeles: Western Psychological Services; 2000.
25. Blanche E. *Observations based on sensory integration theory*. Torrance: Pediatric Therapy Network; 2002.
26. DeGangi GA, Greenspan SI. *Test of sensory functions in infants*. 2nd ed. Los Angeles: Western Psychological Services; 1993.
27. Provost B, Oetter P. The sensory rating scale for infants and young children: development and reliability. *Phys Occup Ther Pediatr*. 1994;13:15-35.
28. Goyen TA, Lui K, Hummell J. Sensorimotor skills associated with motor dysfunction in children born extremely preterm. *Early Hum Dev*. 2011;87:489-93.
29. Walker SM, Franck LS, Fitzgerald M, Myles J, Stocks J, Marlow N. Long-term impact of neonatal intensive care and surgery on somatosensory perception in children born extremely preterm. *Pain*. 2009;141:79-87.
30. Nevalainen P, Pihko E, Metsäranta M, Andersson S, Autti T, Lauronen L. Does very premature birth affect the functioning of the somatosensory cortex? A magnetoencephalography study. *Int J Psychophysiol*. 2008;68:85-93.
31. Als H, Duffy FH, McAnulty GB, Rivkin MJ, Vajapeyam S, Mulkern RV, et al. Early experience alters brain function and structure. *Pediatrics*. 2004;113:846-57.
32. Grubb MS, Thompson ID. The influence of early experience on the development of sensory systems. *Curr Opin Neurobiol*. 2004;14:503-12.
33. Lickliter R. The integrated development of sensory organization. *Clin Perinatol*. 2011;38:591-603.
34. Higgins JP, Green S. *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions Version 5.1.0* [homepage on the Internet]. March 2011 [cited October 2015]. The Cochrane Collaboration, 2011. Available from: <http://handbook.cochrane.org/>
35. Rahkonen P, Lano A, Pesonen A, Heinonen K, Raikkonen K, Vanhatalo S, et al. Atypical sensory processing is common in extremely low gestational age children. *Acta Paediatr*. 2015;104:522-8.
36. Adams JN, Feldman HM, Huffman LC, Loe IM. Sensory processing in preterm preschoolers and its association with executive function. *Early Hum Dev*. 2015;91:227-33.
37. Cabral TI, Silva LG, Tudella E, Martinez CM. Motor development and sensory processing: a comparative study between preterm and term infants. *Res Dev Disabil*. 2015;36:102-7.
38. Chorna O, Solomon JE, Slaughter JC, Stark AR, Maitre NL. Abnormal sensory reactivity in preterm infants during the first year correlates with adverse neurodevelopmental outcomes at 2 years of age. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed*. 2014;99:F475-9.
39. Eeles AL, Anderson PJ, Brown NC, Lee KJ, Boyd RN, Spittle AJ, et al. Sensory profiles of children born <30 weeks' gestation at 2 years of age and their environmental and biological predictors. *Early Hum Dev*. 2013;89:727-32.
40. Eeles AL, Anderson PJ, Brown NC, Lee KJ, Boyd RN, Spittle AJ, et al. Sensory profiles obtained from parental reports correlate with independent assessments of development in very preterm children at 2 years of age. *Early Hum Dev*. 2013;89:1075-80.
41. Wickremasinghe AC, Rogers EE, Johnson BC, Shen A, Barkovich AJ, Marco EJ. Children born prematurely have atypical sensory profiles. *J Perinatol*. 2013;33:631-5.
42. Bart O, Shayevits S, Gabis LV, Morag I. Prediction of participation and sensory modulation of late preterm infants at 12 months: a prospective study. *Res Dev Disabil*. 2011;32:2732-8.
43. Barton EE, Reichow B, Schnitz A, Smith IC, Sherlock D. A systematic review of sensory-based treatments for children with disabilities. *Res Dev Disabil*. 2015;37:64-80.
44. Zimmer M, Desch L, Rosen LD, Bailey ML, Becker D, Culbert TP, et al. Sensory integration therapies for children with developmental and behavioral disorders. *Pediatrics*. 2012;129:1186-9.
45. May-Benson TA, Koomar JA. Systematic review of the research evidence examining the effectiveness of interventions using a sensory integrative approach for children. *Am J Occup Ther*. 2010;64:403-14.
46. Eeles AL, Spittle AJ, Anderson PJ, Brown N, Lee KJ, Boyd RN, et al. Assessments of sensory processing in infants: a systematic review. *Dev Med Child Neurol*. 2013;55:314-26.
47. DeGangi GA, Breinbauer C, Roosevelt JD, Porges S, Greenspan S. Prediction of childhood problems at three years in children experiencing disorders of regulation during infancy. *Infant Ment Health J*. 2000;21:156-75.

48. DeGangi GA, Porges SW, Sickel R, Greenspan SI. Four-year follow-up of a sample of regulatory disordered infants. *Infant Ment Health J.* 1993;14:330-43.
49. White BP, Mulligan S, Merrill K, Wright J. An examination of the relationships between motor and process skills and scores on the sensory profile. *Am J Occup Ther.* 2007;61:154-60.
50. Spitzer S, Roley SS. Sensory integration revisited: a philosophy of practice. In: Roley SS, Blanche EI, Schaaf RC, editors. *Understanding the nature of sensory integration with diverse populations.* San Antonio: Therapy Skill Builders; 2001. p. 3-27.
51. Owen JP, Marco EJ, Desai S, Fourie E, Harris J, Hill SS, et al. Abnormal white matter microstructure in children with sensory processing disorders. *Neuroimage Clin.* 2013;2:844-53.
52. Bacak SJ, Baptiste-Roberts K, Amon E, Ireland B, Leet T. Risk factors for neonatal mortality among extremely-low-birth-weight infants. *Am J Obstet Gynecol.* 2005;192:862-7.
53. Araújo BF, Bozzetti MC, Tanaka AC. Early neonatal mortality in Caxias do Sul: a cohort study. *J Pediatr (Rio J).* 2000;76:200-6.
54. Duarte JL, Mendonça GA. Factors associated with neonatal mortality among very low birthweight newborns in four maternity hospitals in the city of Rio de Janeiro, Brazil. *Cad Saude Publica.* 2005;21:181-91.
55. Denison HJ, Dodds RM, Ntani G, Cooper R, Cooper C, Sayer AA, et al. How to get started with a systematic review in epidemiology: an introductory guide for early career researchers. *Arch Public Health.* 2013;71:1-8.