

# Comprometimento da função executiva em crianças com transtornos respiratórios do sono

Executive function impairment in children with sleep-disordered breathing

Mariana Bezerra Rocha Figueiredo<sup>1</sup>, Márcio Moysés de Oliveira<sup>2</sup>,  
Cristiane Fiqueni Conti<sup>2</sup>, João Eduardo Coin-Carvalho<sup>3</sup>, Lucila  
Bizari Fernandes do Prado<sup>4</sup>, Gilmar Fernandes do Prado<sup>4</sup>,  
Luciane Bizari Coin de Carvalho<sup>5</sup>

1. Psicóloga, Doutora, Neuro-Sono, Departamento de Medicina, Unifesp, São Paulo-SP, Brasil.

2. Médico, Doutor, Universidade Federal do Maranhão - UFMA, São Luis-MA, Brasil.

3. Psicólogo, Doutor, Universidade Paulista - UNIP, São Paulo-SP, Brasil.

4. Médico, Doutor, Neuro-Sono, Departamento de Neurologia e Neurocirurgia, Unifesp, São Paulo-SP, Brasil.

5. Psicóloga, Doutora, Neuro-Sono, Departamento de Neurologia e Neurocirurgia, Unifesp, São Paulo-SP, Brasil.

## Resumo

**Objetivo.** Avaliar a função cognitiva das crianças com sintomas de transtornos respiratórios do sono (TRS) e comparar com um grupo controle (GC). **Método.** Foram avaliadas crianças de 6-10 anos de idade de escolas públicas. Crianças com sintomas de TRS foram selecionados por meio de um questionário de triagem sobre transtornos do sono em crianças. Foram avaliadas as funções cognitivas com WISC-III e com o teste Bender (BG) e comparadas por sexo e idade. **Resultado.** Foram estudadas 16 crianças com sintomas de TRS e 19 crianças sem qualquer distúrbio do sono (GC). Encontramos escores inferiores no subteste Armar Objetos para o grupo com TRS ( $p=0,04$ ) e para o grupo TRS com 6-8 anos de idade ( $p=0,04$ ) em comparação com GC. No BG, houve uma proporção mais elevada de erros no grupo com TRS ( $p=0,02$ ) e para os meninos com TRS ( $0,04$ ) em comparação com GC. **Conclusão.** Crianças com sintomas de TRS mostraram déficits na percepção visual-espacial, organização, planejamento e processos de construção espaciais demonstrando um menor desempenho no conjunto do subteste Armar Objetos do WISC-III e o maior número de erros no teste Bender.

**Unitermos.** Disfunções cognitivas; transtornos respiratórios do sono; crianças; funções executivas; percepção visual-espacial

## Abstract

**Objective.** To evaluate cognitive function in children with symptoms of sleep-disordered breathing (SDB) and to compare with a control group (CG). **Method.** We evaluated children from 6-10 years of age from public elementary schools. Children with SDB symptoms were selected by means of a screening questionnaire about sleep disorders in children. We evaluated cognitive functions with WISC-III and Bender Gestalt test (BG) and compared by age and sex. **Results.** We studied 16 children with symptoms of SDB and 19 children without any sleep disorder (CG). We found lower scores of Object Assembly in SDB group ( $p=0.04$ ) and in 6-8 years of age SDB group ( $p=0.04$ ) compared to CG. In BG, the SDB group showed a higher proportion of errors ( $p=0.02$ ) and for boys with SDB ( $p=0.04$ ) compared to CG. **Conclusion.** Children with SDB symptoms showed dysfunction in visuospatial perception, organization, planning, and spatial construction processes

demonstrated in lower performance of Object Assembly sub-test of Wisc-III and the higher number of errors in BG test.

**Keywords.** Cognitive dysfunctions; sleep-disordered breathing; children; executive function; visuospatial perception

---

Trabalho realizado no setor de Neuro-Sono da Escola Paulista de Medicina, Universidade Federal de São Paulo, São-SP, Brasil.

Conflito de interesse: não      Recebido em: agosto de 2017      Aceito em: dezembro de 2017

**Endereço para correspondência:** Mariana BR Figueiredo, R. Claudio Rossi 394, CEP 01547-000, São Paulo-SP, Brazil. E-mail: marianabrfigueiredo@gmail.com

---

## INTRODUÇÃO

Os transtornos respiratórios do sono (TRS) são altamente prevalentes na população pediátrica e compreendem um espectro que varia na gravidade do ronco primário à síndrome da apneia obstrutiva do sono – SAOS<sup>1</sup>. Na população pediátrica, o ronco habitual é um achado frequente, até 27%; e 2% a 3% das crianças com ronco primário apresentam SAOS<sup>2</sup>. Crianças com TRS podem apresentar falta de atenção, hiperatividade, impulsividade, irritabilidade, agressividade, déficit de memória, labilidade de humor e comportamento desafiador<sup>3,4</sup>. Apresentam queixas de cansaço, fadiga, sonolência diurna e podem apresentar dificuldades de aprendizagem<sup>5-8</sup>. Os déficits cognitivos podem não ser totalmente reversíveis com o tratamento de TRS<sup>8-10</sup>.

Estudos tentam mostrar qual função cognitiva é afetada pelos TRS<sup>10-13</sup>. Apesar dos avanços na pesquisa neste campo, permanece a incerteza quanto às áreas cognitivas mais afetadas (atenção, memória, raciocínio-

lógico, compreensão oral e escrita), uma vez que não há padronização dos testes cognitivos nas pesquisas.

O objetivo do presente estudo foi comparar as funções cognitivas de crianças com e sem sintomas de TRS.

## **MÉTODO**

### **Amostra**

Este foi um estudo transversal, realizado em São Luis, Maranhão, entre abril de 2015 e fevereiro de 2016; com crianças de 6 a 10 anos. As crianças que apresentavam doenças genéticas ou neurológicas ou outras comorbidades que pudessem afetar a cognição foram excluídas da amostra. O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Unifesp (#1674-09).

### **Procedimentos**

As crianças foram recrutadas nas escolas de Ensino Fundamental e os pais/responsáveis responderam um questionário sobre transtornos do sono (Escala de Distúrbios do Sono em Crianças – EDSC)<sup>14,15</sup>, até chegar a uma amostra de 40 crianças com sintomas de TRS e 40 crianças sem qualquer tipo de problemas de sono para a avaliação da cognição. Calculamos um tamanho de amostra de 40 crianças, com prevalência de 2,6%<sup>5</sup> de TRS em crianças brasileiras.

### *Sintomas de TRS*

Os sintomas de TRS foram avaliados com a EDSC<sup>14</sup>, validado para a língua portuguesa no Brasil<sup>15</sup>. Este questionário contém 26 itens para avaliação de sintomas de transtorno de sono em crianças e adolescentes. Os sintomas de TRS são avaliados com três itens: não respirar bem durante o sono; interromper a respiração por alguns instantes durante o sono e ronco (itens 13, 14 e 15). Este questionário foi respondido pelos pais após assistir a uma reunião com professores ou foi anexado às agendas dos alunos.

### *Avaliação Cognitiva*

A avaliação cognitiva foi realizada pelo pesquisador em um ambiente apropriado. Este pesquisador era cego para o grupo ao qual a criança pertencia. Os testes foram aplicados em duas sessões de uma hora com cada criança.

Teste WISC III: A Escala de Inteligência Wechsler para Crianças, validada para crianças brasileiras<sup>16,17</sup>, consiste em cinco escalas verbais: informação, compreensão, aritmética, semelhanças e vocabulário; e cinco escalas de execução: completar figuras, arranjo de figuras, cubos, armar objetos e código. Os quocientes de inteligência (QI verbal, QI executivo e QI total) são comparados com os de crianças da mesma faixa etária.

Teste de Gestal Visual-Motor Bender (BG): consiste em nove imagens geométricas de crescente grau de dificuldade<sup>18</sup>. A criança é convidada a reproduzir tantos desenhos quanto possível. O objetivo deste teste é avaliar a maturação perceptivo-motora de crianças de 6 a 10 anos. No presente estudo, a versão modificada do teste BG foi aplicada na forma individual<sup>19</sup>. As pontuações variam de 0 a 2 para cada imagem, com exceção da figura 6, que varia de 0 a 3 pontos. Assim, a pontuação máxima possível é de 21 pontos. Posteriormente, fez-se o somatório da quantidade de erros que a criança cometeu.

### **Análise estatística**

Utilizou-se o teste Qui-quadrado e o teste de Mann-Whitney para comparar crianças com TRS e crianças sem qualquer transtorno de sono (grupo controle - GC), por idade e sexo. Considerou-se valor  $p < 0,5$ .

## **RESULTADOS**

Das 80 crianças incluídas, 35 completaram a avaliação cognitiva: 16 no grupo TRS e 19 no GC (Tabela 1).

O grupo TRS apresentou menor pontuação para o subteste de armar objetos ( $8,3 \pm 4,7$ ) em relação ao GC ( $11,6 \pm 4,5$ ;  $p = 0,04$ ; Figura 1); e uma maior proporção de erros no teste BG ( $12,2 \pm 6,2$ ) em comparação com GC ( $7,0 \pm 5,45$ ;  $p = 0,02$ ; Figura 2). As demais variáveis não

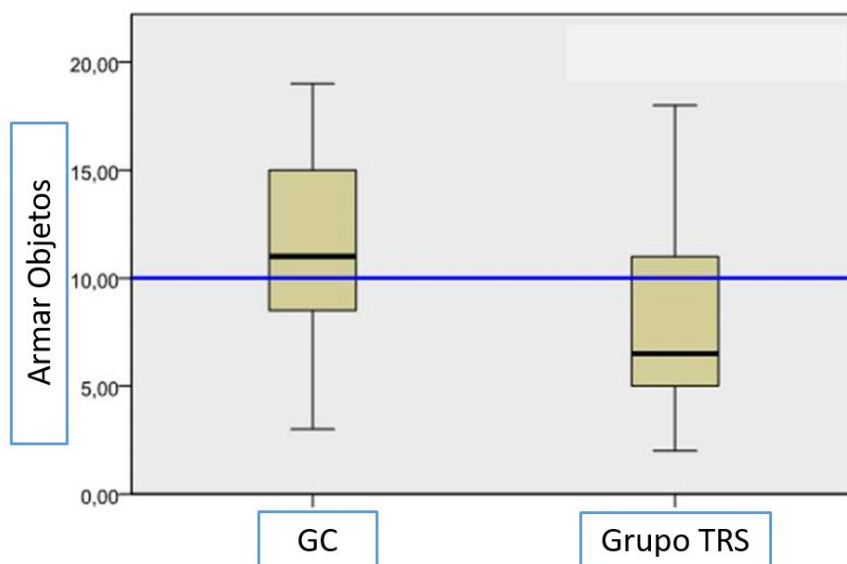
foram diferentes comparando o grupo TRS e o GC (Tabela 2).

Tabela 1. Características demográficas dos grupos

	TRS Grupo	Grupo Controle	
<b>Total</b>	N=16	N=19	35
<b>Gênero</b>	♂=11	♂=09	20
	♀=05	♀=10	15
			<b>Valor de p</b>
<b>Idade (anos)</b>	8,0±1,3	8,4±1,5	0,32
<b>Gênero</b>	♂=11	♂= 09	
	♀=05	♀=10	
<b>Grupo 6-8 (anos)</b>	7,1±0,6	7,1±0,8	0,97
<b>Gênero</b>	♂=08	♂=04	
	♀=02	♀=05	
<b>Grupo 9-10 (anos)</b>	9,5±0,54	9.7±0,48	0,47
<b>Gênero</b>	♂=03	♂=05	
	♀=03	♀=05	

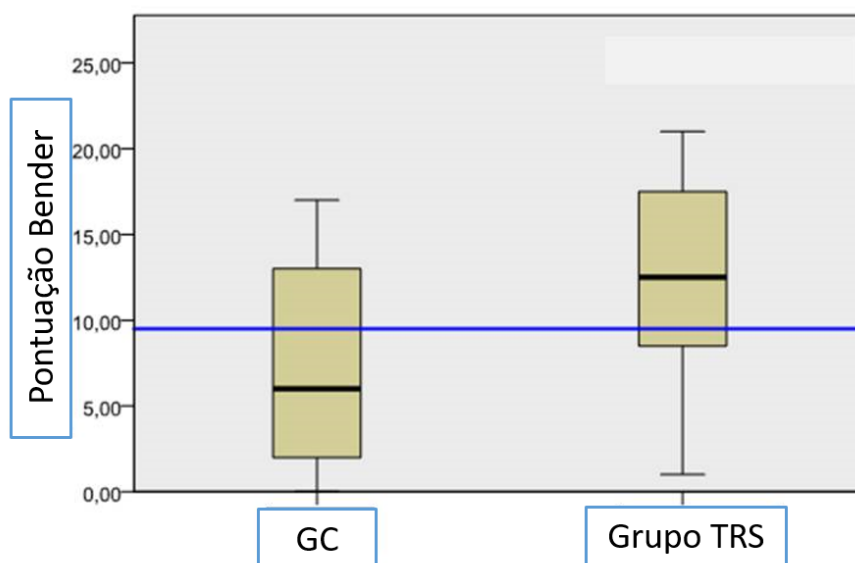
TRS = transtornos respiratórios do sono; Média ± Desvio Padrão.

Figura 1. Distribuição da pontuação de armar objetos para todas as crianças.



GC = grupo controle; TRS = transtornos respiratórios do sono.

Figura 2. Distribuição da pontuação do Bender Gestalt para todas as crianças.



GC = grupo controle; TRS = transtornos respiratórios do sono.

Tabela 2. Pontuações de cognição para todas as crianças.

		Grupo Controle (n=19)	Grupo TRS (n=16)	valor de p
<b>WISC III</b>	QI Verbal	104,0±13,0	104,0±20,9	0,85
	QI Executivo	109,7±16,0	100,2±26,9	0,30
	QI Total	107,3±13,3	102,0±24,2	0,52
	Vocabulário	10,3±3,4	10,8±3,8	0,80
	Informação	11,2±3,0	10,4±3,9	0,65
	Semelhança	12,0±4,2	11,3±4,3	0,80
	Compreensão	11,5±3,4	10,8±3,2	0,48
	Aritmética	7,9±4,2	8,3±3,3	0,93
	Cubos	11,3±4,3	10,0±4,7	0,36
	Código	11,4±3,4	10,5±4,4	0,73
	Armar Objetos	11,6±4,5	8,3±4,7	0,04
<b>BG</b>	Completar figuras	12,0±3,0	10,4±3,8	0,20
	Arranjo de figuras	10,7±3,2	9,0±3,3	0,15
		7,0±5,4	12,2±6,2	0,02

TRS=transtorno respiratório de sono; BG=Teste Bender Gestalt; QI=Coeficiente de inteligência; Média±Desvio Padrão.

As crianças com TRS de 6-8 anos de idade apresentaram menor pontuação no subteste de armar objetos (9,2±5,1) em relação ao GC (13,8±4,1; p=0,04).

Não houve diferença entre as crianças mais velhas (9-10 anos) e comparando 6-8 anos e 9-10 anos de idade com crianças com TRS (Tabela 3).

Tabela 3. Pontuação de cognição para crianças por idade.

	Grupo Controle (n=19)	Grupo TRS (n=16)	valor de p	
6-8 anos	WISC III			
	QI Verbal	98,9±12,3	105,6±19,8	0,38
	QI Executivo	111,7±16,2	107,9±23,8	0,68
	QI Total	105,4±13,9	106,8±21,8	0,87
	Vocabulário	10,0±3,8	10,0±3,8	0,40
	Informação	10,8±3,2	10,8±3,2	0,82
	Semelhança	9,8±3,6	9,8±3,6	0,52
	Compreensão	10,2±3,6	10,2±3,6	0,79
	Aritmética	8,6±3,7	8,6±3,7	0,98
	Cubos	11,7±4,9	11,0±4,9	0,77
	Código	10,9±4,3	12,0±3,9	0,56
	Armar objetos	13,8±4,1	9,2±5,1	0,04
	Completar Figuras	11,5±2,8	11,0±2,6	0,66
	Arranjo de figuras	10,6±3,7	9,5±2,9	0,46
	BG	10,4±5,4	13,6±5,1	0,21
9-10 anos	WISC III			
	QI Verbal	108,7±12,5	101,3±24,4	0,51
	QI Executivo	107,8±16,4	87,3±28,9	0,15
	QI Total	109,0±13,1	94,0±27,9	0,26
	Vocabulário	10,6±3,3	9,7±3,8	0,63
	Informação	11,5±3,0	10,5±4,6	0,65
	Semelhança	14,0±3,8	12,0±4,5	0,38
	Compreensão	12,7±3,0	11,2±4,6	0,49
	Aritmética	7,3±4,8	7,8±4,8	0,83
	Cubos	11,0±3,8	8,3±4,1	0,22
	Código	11,8±2,5	8,0±4,3	0,08
	Armar objetos	9,6±4,1	7,0±3,9	0,23
	Completar figuras	12,5±3,3	9,3±5,4	0,23
	Arranjo de figuras	10,8±2,8	8,1±4,0	0,19
	BG	3,9±3,3	9,8±7,7	0,12

TRS=transtorno respiratório de sono; BG=Teste Bender Gestalt; QI=Coeficiente de inteligência;  
Média±Desvio Padrão.

Os meninos com TRS apresentaram maior proporção de erros no Teste Bender (12,2±6,35) em relação ao GC (6,8±4,6; p=0,04). Não houve diferença entre as meninas e comparando os meninos e meninas com TRS (Tabela 4).



Tabela 4. Pontuação de cognição para crianças por gênero.

		<b>Grupo Controle (n=19)</b>	<b>Grupo TRS (n=16)</b>	<b>valor de p</b>
<b>Meninos</b>	<b>WISC III</b>			
	QI Verbal	104,4±11,3	104,7±23,2	0,97
	QI Executivo	111,8±17,7	103,7±30,6	0,46
	QI Total	108,5±12,9	104,2±27,1	0,64
	Vocabulário	10,9±3,4	11,4±4,2	0,79
	Informação	10,4±2,3	10,1±4,4	0,82
	Semelhança	13,1±4,0	11,0±3,9	0,26
	Compreensão	10,9±3,5	10,9±3,6	0,99
	Aritmética	8,3±4,9	8,2±2,8	0,94
	Cubos	12,2±4,2	10,7±5,3	0,49
	Código	11,3±3,1	11,2±4,7	0,93
	Armar objetos	12,5±4,1	8,8±5,4	0,09
	Completar figuras	11,4±2,4	9,9±4,3	0,33
	Arranjo de figura	11,1±3,5	9,4±3,7	0,29
	<b>BG</b>	6,8±4,6	12,2±6,3	0,04
<b>Meninas</b>	<b>WISC III</b>			
	QI Verbal	103,7±15,0	102,4±17,1	0,98
	QI Executivo	107,8±14,9	92,4±16,4	0,12
	QI Total	106,2±14,1	97,2±17,9	0,36
	Vocabulário	9,8±3,5	9,6±2,6	0,90
	Informação	11,8±3,5	11,2±3,0	0,74
	Semelhança	11,0±4,3	12,0±4,6	0,70
	Compreensão	12,1±3,5	10,6±2,3	0,34
	Aritmética	7,5±3,8	8,6±4,5	0,65
	Cubos	10,5±4,5	8,4±2,8	0,28
	Código	11,4±3,8	9,0±3,7	0,27
	Armar objetos	10,8±4,9	7,4±2,9	0,12
	Completar figuras	12,6±3,5	11,4±2,5	0,46
	Arranjo de figuras	10,4±2,9	8,2±2,7	0,18
	<b>BG</b>	7,1±6,4	12,2±6,7	0,19

TRS=transtorno respiratório de sono; BG=Teste Bender Gestalt; QI=Coeficiente de inteligência; Média±Desvio Padrão.

## DISCUSSÃO

As crianças com sintomas de TRS mostraram um menor desempenho do sub-teste de Armar Objetos do Wisc-III e maior número de erros no teste de BG. Os resultados mostraram que crianças com sintomas de TRS apresentavam disfunção no desempenho executivo da percepção visuoespacial, organização, planejamento e processos de construção espacial, principalmente em crianças e meninos mais jovens.

A função executiva teve a maior perda em relação às funções verbais<sup>8,13,20</sup>. Há autores que concluíram o contrário, que as habilidades verbais são as mais afetadas levando a dificuldades comportamentais e de aprendizagem<sup>21</sup>. As diferenças de idade mostraram que as crianças mais jovens parecem ser mais susceptíveis à lesão e à recuperação dos TRS<sup>20</sup> e o controle inibitório é uma característica central do desenvolvimento da função executiva, sendo essencial para aquisição de habilidades acadêmicas na primeira infância<sup>22</sup>.

O mau desempenho dos meninos em testes cognitivos pode ser causado pela dessaturação de oxigênio e microdespertares dos TRS e as meninas podem ter uma proteção contra essas possíveis lesões cerebrais<sup>20</sup>. A hipóxia intermitente está associada ao estresse oxidativo e causou déficits de aprendizagem espacial em camundongos com déficit de apolipoproteína E (ApoE). A ApoE tem sido implicada em distúrbios neurodegenerativos e uma de suas funções é a proteção contra a perda de neurônios induzida pelo estresse oxidativo<sup>23</sup>.

Crianças com transtorno de déficit de atenção e hiperatividade (TDAH) apresentaram o mesmo comprometimento de função executiva do que crianças com TRS. A função executiva depende do funcionamento do lobo frontal e envolve uma organização de nível superior, execução de pensamentos e comportamentos complexos<sup>24</sup>. Está associada aos processos de atenção<sup>25,26</sup> e à privação do sono<sup>27,28</sup>.

Apesar das limitações de nosso estudo, com a amostra pequena e o uso de um questionário de triagem para os sintomas de TRS, os testes para avaliar a cognição mostraram que os TRS afetam a capacidade visuoespacial que é necessária para reconhecer configurações, antecipar relacionamentos e para o pensamento dedutivo. Sabe-se que as crianças com TRS apresentam dificuldades comportamentais e de aprendizagem<sup>4-7,29</sup> e apresentam associação com morbidade neurocomportamental<sup>30</sup>, mas precisamos estudar a extensão desse comprometimento funcional executivo e se é reversível, levando à melhor prevenção e tratamento do TRS<sup>31,32</sup>.

## **CONCLUSÃO**

As crianças com sintomas de TRS apresentaram disfunção na percepção visuoespacial, organização, planejamento e processos de construção espacial demonstrados em menor desempenho do subteste armar objetos do Wisc-III e maior número de erros no teste BG.

## **AGRADECIMENTO**

Esta pesquisa foi apoiada pela FAPESP (Fundação de Amparo em Pesquisa do Estado de São Paulo), #2010/06188-3.

## REREFÊNCIAS

- 1.Sheldon SH, Ferber R, Kryger MH. Principles and Practice of Pediatric Sleep Medicine. Philadelphia: Saunders Company; 2005.
- 2.Ivanenko A, Gururaj BR. Classification and epidemiology of sleep disorders. Child Adolesc Psychiatr Clin N Am 2009;18:839-48. <http://dx.doi.org/10.1016/j.chc.2009.04.005>
- 3.Baldassari CM, Mitchell RB, Schubert C, Rudnick EF. Pediatric obstructive sleep apnea and quality of life: a meta-analysis. Otolaryngol Head Neck Surg 2008;138:265-73. <http://dx.doi.org/10.1016/j.otohns.2007.11.003>
- 4.Medeiros M, Carvalho LBC, Silva TA, Prado LB, Prado GF. Sleep disorders are associated with impulsivity in school children aged 8 to 10 years. Arq Neuropsiquiatr 2005;63:761-5. <http://dx.doi.org/10.1590/S0004-282X2005000500008>
- 5.Carvalho LBC, Prado LBF, Silva L, Almeida MM, Silva TA, Vieira CMAM, et al. Cognitive dysfunction in children with sleep disorders. Arq Neuropsiquiatr 2004;62:212-6. <http://dx.doi.org/10.1590/S0004-282X2004000200004>
- 6.Carvalho LBC, Prado LF, Silva L, Almeida MM, Silva TA, Lora MI, et al. Cognitive dysfunction in children with sleep-disordered breathing. J Child Neurol 2005;20:400-4. <http://dx.doi.org/10.1177/08830738050200050101>
- 7.Carvalho LBC, Prado LBF, Ferreira VR, Figueiredo MBR, Jung A, Morais JF, et al. Symptoms of sleep disorders and objective academic performance. Sleep Med 2013;14:872-6. <http://dx.doi.org/10.1016/j.sleep.2013.05.011>
- 8.Kohler MJ, Lushington K, van den Heuvel CJ, Martin J, Pamula Y, Kennedy D. Adenotonsillectomy and neurocognitive deficits in children with Sleep Disordered Breathing. PLoS One 2009;4:e7343. <http://dx.doi.org/10.2147/NSS.S6934>
- 9.Chervin RD, Ruzicka DL, Giordani BJ, Weatherly RA, Dillon JE, Hodges EK, et al. Sleep-disordered breathing, behavior and cognition in children before and after adenotonsillectomy. Pediatrics 2006;117:e769-78. <http://dx.doi.org/10.1542/peds.2005-1837>
- 10.Marcus CL, Moore RH, Rosen CL, Giordani B, Garetz SL, Taylor HG, et al. A randomized trial of adenotonsillectomy for childhood sleep apnea. N Engl J Med. 2013;368:2366-76. <http://dx.doi.org/10.1056/NEJMoa1215881>
- 11.Esteller E, Barceló M, Segarra F, Estivill E, Girabent-Farrés M. Neurocognitive and behavioral disturbances after adenotonsillectomy in obstructive sleep apnea syndrome. An Pediatr (Barc) 2014; 80:214-20. <http://dx.doi.org/10.1016/j.anpedi.2013.06.037>
- 12.Ezzat WF, Fawaz S, Abdelrazek Y. To what degree does adenotonsillectomy affect neurocognitive performance in children with obstructive sleep apnea hypopnea syndrome due to adenotonsillar enlargement? ORL J Otorhinolaryngol Relat Spec 2012;72:215-9. <http://dx.doi.org/10.1159/000315549>
- 13.Giordani B, Hodges EK, Guire KE, Ruzicka DL, Dillon JE, Weatherly RA, et al. Changes in neuropsychological and

- behavioral functioning in children with and without obstructive sleep apnea following Tonsillectomy. *J Int Neuropsychol Soc* 2012;18:212-22. <http://dx.doi.org/10.1017/S1355617711001743>
14. Bruni O, Ottaviano S, Guidetti V, Romoli M, Innocenzi M. The Sleep Disturbance Scale for Children (SDSC). Construction and validation of an instrument to evaluate sleep disturbances in childhood and adolescence. *J Sleep Res* 1996;5:251-61. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2869.1996.00251.x>
15. Ferreira VR, Carvalho LBC, Ruotolo F, Moraes JF, Prado LBF, Prado GF. Sleep Disturbance Scale for Children: Translation, cultural adaptation and Validation. *Sleep Med* 2009;10:457-63. <http://dx.doi.org/10.1016/j.sleep.2008.03.018>
16. Wechsler D. *WISC-III - Escala de Inteligência Wechsler para crianças*. 3ª Ed. São Paulo: Casa do Psicólogo Ed; 2002.
17. Figueiredo VLM, Pinheiro S, Nascimento E. Intelligence Test WISC - III adaptation to Brazilian population. *Psicol Esc Educ* 1998;2:101-7. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-85571998000200004>
18. Bender L. *Test Gestaltico Visomotor (B-G): Uso y aplicaciones clínicas*. Buenos Aires: Paidós; 1995.
19. Sisto FF, Noronha APP, Santos AAA. *Teste Gestaltico Vismotor de Bender: Sistema de Pontuação Gradual (B-SPG)*. São Paulo: Vetor; 2006.
20. Halbower AC, Degaonkar M, Barker PB, Earley CJ, Marcus CL, Smith PL, et al. Childhood obstructive sleep apnea associated with neuropsychological deficits and neuronal brain injury. *PLoS Med* 2006;3:e301. <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pmed.0030301>
21. Honaker SM, Gozal D, Bennett J, Capdevila OS, Spruyt K. Sleep-Disordered Breathing and Verbal Skills in School-Aged Community Children. *Dev Neuropsychol* 2009;34:588-600. <http://dx.doi.org/10.1080/87565640903133582>
22. Blair C, Razza RP. Relating Effortful Control, Executive Function, and False Belief Understanding to Emerging Math and Literacy Ability in Kindergarten. *Child Dev* 2007;78:647-63. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1467-8624.2007.01019.x>
23. Kheirandish L, Row BW, Li RC, Brittian KR, Gozal D. Apolipoprotein E-deficient mice exhibit increased vulnerability to intermittent hypoxia-induced spatial learning deficits. *Sleep* 2005;28:1412-7. <http://dx.doi.org/10.1093/sleep/28.11.1412>
24. Alvarez JA, Emory E. Executive Function and the Frontal Lobes: A Meta-Analytic Review. *Neuropsychol Rev* 2006;16:17-42. <http://dx.doi.org/10.1007/s11065-006-9002-x>
25. Zambrano-Sánchez E, Martínez-Cortés JA, Rió-Carlos Y, Martínez-Wbaldo MC, Poblano A. Executive dysfunction screening and intellectual coefficient measurement in children with attention deficit hyperactivity disorder. *Arq Neuropsiquiatr* 2010;68:545-9. <http://dx.doi.org/10.1590/S0004-282X2010000400013>
26. Chervin RAK, Dillon J, Panahi P, Pituch K, Dahl R, Guilleminault C. Inattention, hyperactivity, and symptoms of sleep-disordered

- breathing. Pediatrics 2002;109:449-56. <http://dx.doi.org/10.1542/peds.109.3.449>
27. Anderson B, Storfer-Isser A, Taylor HG, Rosen CL, Redline S. Associations of executive function with sleepiness and sleep duration in adolescents. Pediatrics 2009;123:701-7. <http://dx.doi.org/10.1542/peds.2008-1182>
28. Jones K, Harrison Y. Frontal lobe function, sleep loss and fragmented sleep. Sleep Med Rev 2001;5:463-75. <http://dx.doi.org/10.1053/smr.2001.0203>
29. Ikeda FH, Horta PA, Bruscatto WL, Dolci JE. Intellectual and school performance evaluation of children submitted to tonsillectomy and adenotonsillectomy before and after surgery. Braz J Otorhinolaryngol 2012;78:17-23. <http://dx.doi.org/10.1590/S1808-86942012000400005>
30. Beebe DW. Neurobehavioral morbidity associated with disordered breathing during sleep in children: a comprehensive review. Sleep 2006;29:1115-34. <http://dx.doi.org/10.1093/sleep/29.9.1115>
31. Gozal D, O'Brien LM. Snoring and obstructive sleep apnoea in children: Why should we treat? Paed Resp Rev 2004;5(Suppl A):S371-6. [http://dx.doi.org/10.1016/S1526-0542\(04\)90066-8](http://dx.doi.org/10.1016/S1526-0542(04)90066-8)
32. Lewin DS, Rosen RC, England SJ, Dahl RE. Preliminary evidence of behavioral and cognitive sequelae of obstructive sleep apnea in children. Sleep Med 2002;3:5-13. [http://dx.doi.org/10.1016/S1389-9457\(01\)00070-3](http://dx.doi.org/10.1016/S1389-9457(01)00070-3)