ENCICLOPÉDIA
sobre o Desenvolvimento
na Primeira Infância



Funções executivas

Atualização Janeiro 2013

Editor do Tema:
J.Bruce Morton, PhD, University of Western Ontario, Canadá

©2013-2026 ABILIO | FUNÇÕES EXECUTIVAS

Índice

Síntese 5

Função Executiva e Desenvolvimento Emocional 8
M. ROSARIO RUEDA[A], PHD, PEDRO M. PAZ-ALONSO, PHD[B], JANEIRO 2013

Desenvolvimento do Cérebro e Funcionamento Executivo 15
KATIE KNAPP , MSC J. BRUCE MORTON, PHD, JANEIRO 2013

As Funções Executivas na Infância 23
YUKO MUNAKATA, PHD, LAURA MICHAELSON, BA, JANE BARKER, MPA, NICOLAS CHEVALIER, PHD, JANEIRO 2013

Status Socioeconômico e Desenvolvimento das Funções Executivas 30
CAYCE J. HOOK, BA GWENDOLYN M. LAWSON, BA MARTHA J. FARAH, PHD, JANEIRO 2013

As Funções Executivas na Sala de Aula 38
CLANCY BLAIR, PHD, JANEIRO 2013

Papel protetor das Habilidades das Funções Executivas em Ambientes de Alto Risco 45
AMANDA J. WENZEL, BA MEGAN R. GUNNAR, PHD, ABRIL 2013

Controle cognitivo e autorregulação em crianças pequenas: Maneiras de melhorá-los e por que [exibição de slides] 52
ADELE DIAMOND, PHD, FRSC, JANEIRO 2013

©2013-2026 ABILIO | FUNÇÕES EXECUTIVAS

Tema financiado por:



©2013-2026 ABILIO | FUNÇÕES EXECUTIVAS

Síntese

Qual é sua importância?

As funções executivas são as habilidades cognitivas necessárias para controlar e regular nossos pensamentos, emoções e ações. Alguns estudiosos fazem uma distinção entre o *componente* "*frio*" das funções executivas, que envolve estritamente as habilidades cognitivas (por exemplo, a capacidade de fazer cálculos apenas com a mente), e o componente "quente", que reflete a capacidade de regular as emoções (por exemplo, a capacidade de controlar a raiva).

As funções executivas podem ser divididas em três grandes *categorias de competências*:

- Autocontrole: A capacidade de resistir à uma tentação para poder fazer aquilo que é certo. Essa capacidade ajuda as crianças a prestar atenção, agir menos impulsivamente e a manter a concentração numa tarefa.
- Memória de trabalho: A capacidade de manter as informações na mente, onde elas podem ser manipuladas. Essa habilidade é necessária para realizar tarefas cognitivas, tais como estabelecer uma relação entre dois assuntos, fazer cálculos apenas com a mente e estabelecer uma ordem de prioridade entre várias tarefas.
- Flexibilidade cognitiva: A capacidade de usar o pensamento criativo e ajustes flexíveis para se adaptar às mudanças. Essa habilidade auxilia as crianças a utilizar sua imaginação e criatividade para resolver problemas.

As habilidades associadas às funções executivas são extremamente importantes para o desenvolvimento tal como exemplificado pelo fato de que as diferenças iniciais nas funções executivas prognosticam ao longo do tempo resultados significativos no desenvolvimento, incluindo o desempenho escolar, os comportamentos relativos à saúde e o ajustamento social.

O que sabemos?

O desenvolvimento do potencial máximo das funções executivas é um processo que *exige tempo* e isso se explica, em parte, pela lentidão do amadurecimento do córtex pré-frontal. As alterações nas funções executivas são aparentes quando as crianças se tornam capazes de manter em mente os *objetivos* importantes (por exemplo, terminar o dever de casa ao invés de assistir à

televisão). Observam-se melhorias nas funções executivas também quando as crianças desenvolvem a capacidade de analisar seu ambiente para decidir qual o plano de ação apropriado (por exemplo, estudar hoje à noite é essencial para a obtenção de uma boa nota no exame do dia seguinte). Um desenvolvimento deficitário das funções executivas pode explicar por que as crianças, muitas vezes, parecem teimosas quando, por exemplo, se recusam a seguir instruções lógicas, como usar uma touca no inverno. As crianças oriundas de famílias pobres estão particularmente numa situação de risco de terem dificuldades associadas a um nível de funções executivas deficiente.

Considerando o longo processo de amadurecimento das habilidades associadas às funções executivas, as crianças são extremamente sensíveis a *experiências cedo na vida* que possam dificultar ou reforçar suas habilidades. O *estresse*, por exemplo, pode ser tão prejudicial às funções executivas de uma criança pequena a ponto de levar a um diagnóstico errôneo de TDAH. Por outro lado, as experiências reforçadoras, tais como uma relação pais-filho positiva, podem proteger as crianças contra os efeitos negativos de circunstâncias estressantes, como uma vida difícil do ponto de vista econômico e, consequentemente, melhoram o funcionamento executivo. Os filhos de *pais receptivos* que utilizam métodos brandos de disciplina, ao invés de severa, e que incentivam a autonomia de seus filhos também tendem a ter melhores habilidades da função executiva.

Um nível mais elevado de funcionamento executivo está vinculado a diversos aspectos positivos, tais como *competência* nos domínios social, *emocional* e escolar. Na verdade, ele prognostica o êxito nos primeiros anos de escolaridade, mais do que a inteligência, e a aprendizagem precoce de leitura e aritmética. As habilidades das funções executivas permitem que as crianças lidem melhor com seu ambiente em constante mudança, o que pode ser especialmente importante para crianças em desenvolvimento em *ambientes de alto risco*. A eficiência das funções executivas prediz a saúde, a prosperidade econômica e um baixo número de atos criminosos posteriormente na vida. Alguns componentes específicos das funções executivas também são responsáveis pela capacidade das crianças de entender o que as outras pessoas estão pensando. Por exemplo, o conflito de resposta-funcionamento executivo é um elemento claramente preditivo da compreensão de falsas crenças nas crianças, isto é, a noção de que as outras pessoas podem ter uma visão do mundo diferente da nossa, que é uma habilidade necessária para o sucesso das interações sociais.

Se, por um lado, um nível elevado de funcionamento executivo está associado a diversos benefícios, o funcionamento executivo deficiente é uma das características de vários distúrbios tais como TDAH, problemas de comportamento, dificuldades de aprendizagem, autismo e depressão. Além disso, é provável que os problemas associados ao funcionamento executivo nos primeiros anos de vida também continuem ao longo da infância e da adolescência.

O que pode ser feito?

Ajudar as crianças em idade pré-escolar a melhorar suas funções executivas apresenta *vários benefícios*. *Os programas de intervenção* voltados para o treinamento das funções executivas são eficientes para melhorar o êxito escolar das crianças e suas competências sócio-emocionais, e podem levar a mudanças nos circuitos cerebrais. Além disso, uma intervenção precoce pode *atenuar* a rapidez e as dificuldades associadas com distúrbios tais como TDAH e problemas comportamentais. O treinamento do funcionamento executivo não exige altos recursos financeiros e pode ser executado em *salas de aula comuns* com crianças a partir dos 4 ou 5 anos de idade. As modificações nos currículos escolares das crianças pequenas deveriam incluir atividades agradáveis e desafiadoras voltadas para a autorregulação. Yoga, música, aeróbica, dança, meditação, artes marciais, e contar histórias são exemplos de atividades que podem ajudar a melhorar as habilidades de funcionamento executivo fundamentais. Na sala de aula, as crianças devem passar mais tempo em atividades de aprendizagem ativa e em pequenos grupos, e menos tempo em atividades com grupos grandes. As crianças com um nível de funcionamento executivo mais elevado necessitam de um número menor de intervenções negativas dos professores, o que contribui para criar um ambiente livre de estresse que ajuda ainda mais o desenvolvimento das funções executivas. As crianças pequenas também devem ser encorajadas a participar de brincadeiras mais elaboradas, como *jogos de faz-de-conta social*, onde elas aprendem a representar papéis e a se adaptar a uma trama em constante transformação.

Além disso, é essencial entender que as habilidades de funcionamento executivo são adquiridas gradualmente ao longo do tempo e que até mesmo uma criança altamente motivada pode ter dificuldades com instruções, tais como não comer um biscoito antes do jantar, ou manter a concentração durante um período prolongado.

Função Executiva e Desenvolvimento Emocional

M. Rosario Rueda[a], PhD, Pedro M. Paz-Alonso, PhD[b]

Universidad de Granada, Espanhaa, Basque Center on Cognition, Brain and Language, Espanhab

Janeiro 2013

Introdução

O desenvolvimento emocional envolve o aumento da capacidade de sentir, entender e diferenciar emoções cada vez mais complexas, bem como a capacidade de autorregulá-las, para que o indivíduo possa se adaptar ao ambiente social ou atingir metas presentes ou futuras. Muitas vezes, as crianças enfrentam situações em que devem escolher entre opções conflitantes, como terminar a lição de casa antes de brincar ou comer uma guloseima naquele momento, ao invés de esperar para ter uma refeição saudável. Ao tomar tais decisões, elas precisam conciliar o conflito entre escolhas disponíveis que se opõem no contexto de um conjunto específico de expectativas e regras, bem como controlar os impulsos para a gratificação imediata em benefício de uma escolha que é menos imediata e automática. Esse tipo de controle comportamental e cognitivo está relacionado ao conceito das funções executivas. As funções executivas são processos multidimensionais de controle cognitivo que se caracterizam por serem voluntários e exigir um alto esforço. Eles incluem a capacidade de avaliar, organizar e alcançar metas, bem como a capacidade de adaptar o comportamento com flexibilidade ao ser confrontado com novos problemas e situações. As evidências do desenvolvimento cognitivo e da neurociência cognitiva do desenvolvimento têm demonstrado que o desenvolvimento da regulação da emoção é fortemente apoiado por diversas funções executivas essenciais, tais como o controle da atenção, a inibição de comportamentos inadequados, a tomada de decisão e outros processos cognitivos elevados que ocorrem em contextos emocionalmente exigentes.[1,2]

Tópico

Como os seres humanos são predominantemente sociais, entender suas próprias emoções e a dos outros é uma habilidade importante e uma boa parte do cérebro é dedicada a isso.[3] As emoções básicas, como a alegria ou o medo, diferem das emoções chamadas morais (por exemplo, vergonha, culpa, orgulho, etc.), que surgem nas interações sociais, onde existem normas ou um comportamento ideal estabelecidos de forma implícita ou explícita. Compreender e administrar

©2013-2026 ABILIO | FUNÇÕES EXECUTIVAS

as emoções morais exige uma internalização das normas e princípios morais compartilhados pela comunidade. Também é necessário perceber e entender as emoções das outras pessoas (empatia) e fazer atribuições de seus estados mentais (teoria da mente), incluindo a compreensão de suas crenças e atitudes. Dessa forma, o desenvolvimento emocional e social estão estreitamente vinculados entre si. Outro componente importante do desenvolvimento emocional, ou seja, a regulação da emoção, não é menos importante para a socialização. Nas atividades sociais (por exemplo, na escola), muitas vezes é necessário controlar as reações emocionais, tanto positivas (por exemplo, o entusiasmo) como negativas (por exemplo, a frustração), para que o indivíduo possa se adaptar às normas e aos objetivos. Portanto, o desenvolvimento do controle executivo é fundamental para a regulação da emoção.

Problemas

A função executiva, muitas vezes, é considerada uma parte geral da função cognitiva. Isso significa que ela está envolvida na regulação todos os tipos de comportamentos, tais como aqueles que envolvem a linguagem, a memória, o raciocínio, etc. No entanto, alguns autores têm sugerido que o comportamento emocional, social e motivado (por exemplo, decidir-se entre comer um pedaço de bolo ou abraçar um ente querido) pode ser mais difícil de controlar e até mesmo exigir um tipo diferente de mecanismo em comparação com condições emocionalmente neutras (por exemplo, decidir se cinco é um número par ou ímpar). Alguns autores estabeleceram uma distinção entre os aspectos "frios" (puramente cognitivos) e "quentes" (afetivos) da função executiva.[4] Assim, na resolução de problemas volta para uma meta, a função executiva e a regulação da emoção têm uma relação recíproca. No entanto, os requisitos específicos da regulação da emoção dependerão da importância motivacional do problema e de se o próprio problema é “quente” ou “frio”.[1]

Contexto do estudo

A natureza multidimensional da construção da função executiva contrasta com a ausência de um acordo específico sobre um teste padrão de excelência das funções executivas, apesar da natureza altamente estruturada das tarefas tipicamente usadas para examinar as cada uma das diferentes funções. Por isso, utiliza-se uma grande variedade de tarefas de laboratório para medir as diferentes funções executivas, sendo que algumas das tarefas são uma adaptação daquelas utilizadas com adultos. Uma distinção geral entre as tarefas de função executiva “frias” e as “quentes” pode ser feita, dependendo de se a tarefa envolve lidar com informações

emocionalmente relevantes ou não.[5] Dentro dessa classificação geral, as tarefas podem ser divididas também de acordo com a função específica objetivada, por exemplo, memória de trabalho, controle inibitório ou flexibilidade mental. No entanto, considerando o desenvolvimento prolongado da função executiva durante toda a infância, uma grande variedade de tarefas estão disponíveis, sendo elas apropriadas para crianças de uma determinada faixa de idade ou nível de habilidade.[6]

Principais questões para estudo

1. O desenvolvimento emocional é apoiado pelo amadurecimento das habilidades associadas às funções executivas? Como é o desenvolvimento dos principais aspectos do desenvolvimento emocional (por exemplo, a empatia, a teoria da mente, a internalização dos princípios morais, etc.) relacionados ao amadurecimento do córtex pré-frontal?
2. Quais são os fatores que determinam o desenvolvimento das habilidades associadas às funções executivas?
3. As diferenças individuais no desenvolvimento da função executiva e da regulação da emoção são determinadas pelos genes, ou estão vinculadas à experiência?
4. É possível promover o desenvolvimento da função executiva por meio de intervenções educacionais? Caso sim, a função executiva melhorada poderia resultar num melhor desenvolvimento emocional?

Resultados de estudos recentes

As evidências de diversos estudos indicam que o amadurecimento dos aspectos do funcionamento executivo, tais como o controle inibitório e a atenção executiva, está fortemente relacionado com o aumento da compreensão emocional (de si mesmo e dos outros) e à regulação emocional. O desempenho das crianças em idade pré-escolar nas tarefas de laboratório que avaliam o controle inibitório correlaciona-se significativamente com sua capacidade de regular suas emoções.[7,8] Além disso, as crianças com capacidades de controle de atenção superiores tendem a lidar com a raiva utilizando métodos verbais não hostis, ao invés de métodos claramente agressivos.[9] O maior autocontrole (do inglês “effortful control”) também se correlaciona positivamente com a empatia.[10] Demonstrar empatia em relação às outras pessoas exige a interpretação de seus sinais de aflição ou de prazer. De fato, a capacidade do indivíduo de distinguir entre seus próprios e os estados mentais dos outros indivíduos (Teoria da Mente, ToM), que é outro componente cognitivo central da empatia,[11] está fortemente associada às

diferenças individuais de autocontrole e de controle inibitório.[12] No entanto, os estudiosos ainda não chegaram a um acordo se a ToM está diretamente associada a habilidades mais gerais de regulação da emoção durante o desenvolvimento inicial da criança.[13] Além disso, as diferenças individuais no controle executivo estão associadas ao desenvolvimento da consciência, que envolve a interação entre sentir emoções morais e se comportar de forma compatível com as regras e normais sociais.[14] Nesse contexto, o controle internalizado do comportamento é maior em crianças com maiores capacidades de autocontrole.[15] A interpretação comum é que o autocontrole proporciona a flexibilidade de atenção necessária para conectar os princípios morais, os sentimentos e as ações.

Além desses estudos, as linhas de pesquisa atuais estão investigando os fatores, tanto educacionais como constitucionais, que influenciam o desenvolvimento da função executiva. Os estudos de treinamento de diferentes funções executivas em crianças em idade pré-escolar e em idade escolar têm demonstrado benefícios diretos nas habilidades ensinadas, incluindo na atenção executiva,[16,17] no raciocínio fluido,[18,19,20] na memória de trabalho[21, 22,23] e no controle cognitivo.[24]

Lacunas dos estudos

É possível que futuros estudos tenham o potencial de iluminar ainda mais a questão das funções executivas e do desenvolvimento emocional. Embora os estudos transversais possam ser muito informativos, os estudos longitudinais são necessários para excluir os possíveis efeitos originados da discrepância individual entre os grupos etários. Portanto, os estudos longitudinais podem fornecer informações importantes sobre o desenvolvimento cognitivo e emocional típico e atípico.[25] Outra questão importante, mas ainda não resolvida, é até que ponto as intervenções educacionais destinadas a promover a função executiva podem produzir mudanças estáveis na eficiência desse sistema, tanto em nível estrutural como nos níveis funcionais, ao longo do desenvolvimento. Alguns estudos têm demonstrado a existência de benefícios derivados do treinamento da função executiva no nível da função cerebral durante o desenvolvimento[16,17,22,23] que ainda podem ser observados alguns meses mais tarde, sem treinamento adicional.[16] No entanto, serão necessários estudos adicionais para caracterizar ainda mais os benefícios do treinamento ao longo do tempo, e se os benefícios do treinamento da função executiva se transferem para as habilidades de regulação da emoção.

Conclusões

O desenvolvimento emocional envolve uma maior compreensão das emoções do próprio indivíduo e de outros indivíduos, bem como o aumento da capacidade de regular as emoções baseando-se em metas atuais e regras compartilhadas socialmente. Na função hormonal, considera-se que as alterações desempenham um papel fundamental no ajustamento social e na competência escolar.[26, 27] O desenvolvimento adaptável da emoção está vinculado ao bem-estar da criança, enquanto que as dificuldades com a regulação emocional estão relacionadas a perturbações do humor e a problemas comportamentais.[27, 28] O desenvolvimento emocional é formado a partir de uma diversidade de habilidades cognitivas, incluindo a capacidade de regular o comportamento com flexibilidade, de forma voluntária, exigindo esforço (função executiva), dependendo fortemente do amadurecimento dos lobos frontais.[29] A regulação cognitiva e emocional parecem se desenvolver em conjunto, exibindo um forte desenvolvimento durante o período pré-escolar e um curso de desenvolvimento mais demorado durante a infância posterior e adolescência.[30]

Consequências para os pais, serviços e políticas

Um número de evidências cada vez maior sugere que a função executiva pode ser melhorada através de treinamento cognitivo e que essas intervenções têm o potencial de melhorar a eficiência dos sistemas cerebrais, servindo de base para as habilidades de regulação comportamental e emocional nas crianças,[16] assim como nos adultos[23, 31,32] Alguns estudos recentes também demonstram que o desenvolvimento do controle executivo é afetado por fatores ambientais, como a educação proporcionada pelos pais e a escolaridade. A qualidade das interações entre pais e filhos na primeira infância parece estimular o desenvolvimento da função executiva mais tarde. As atitudes dos pais, tais como a afetividade, a receptividade e a disciplina pacífica, que estão relacionadas para garantir o vínculo entre pais e filhos e uma reciprocidade positiva, estão vinculadas às habilidades avançadas da função executiva na criança.[33] Da mesma forma, os currículos escolares que se concentram em ensinar habilidades de regulação têm proporcionado um aumento significativo do desenvolvimento do controle executivo na idade pré-escolar.[24] A plasticidade do sistema neurocognitivo subjacente da regulação cognitiva e emocional poderia estar relacionada ao seu amadurecimento prolongado durante as duas primeiras décadas de vida. É importante ressaltar que a suscetibilidade desse sistema neurocognitivo que pode ser influenciado por uma ampla gama de experiências oferece múltiplas oportunidades de estimular a competência social e emocional das crianças Os dados dos estudos resumidos neste artigo devem encorajar os responsáveis pelo planejamento e estabelecimento de políticas a promover o uso de programas educacionais que incluam em seus currículos a

abordagem direta da competência sócio-emocional.

Referências

1. Zelazo, P. D., & Cunningham, W. A. (2007). *Executive Function: Mechanisms Underlying Emotion Regulation Handbook of emotion regulation* (pp. 135-158). New York, NY: Guilford Press.
2. Tottenham, N., Hare, T. A., & Casey, B. J. (2011). Behavioral assessment of emotion discrimination, emotion regulation, and cognitive control in childhood, adolescence, and adulthood. *Frontiers in Psychology*, 2, 39.
3. Olsson, A., & Ochsner, K. N. (2008). The role of social cognition in emotion. *Trends in Cognitive Sciences*, 12(2), 65-71.
4. Zelazo, P. D., & Müller, U. (2002). Executive function in typical and atypical development. In U. Goswami (Ed.), *Handbook of childhood cognitive development* (pp. 445-469). Oxford: Blackwell.
5. Hongwanishkul, D., Happaney, K. R., Lee, W. S., & Zelazo, P. D. (2005). Assessment of Hot and Cool Executive Function in Young Children: Age-Related Changes and Individual Differences. *Developmental Neuropsychology*, 28(2), 617-644.
6. Carlson, S. M. (2005). Developmentally sensitive measures of executive function in preschool children. *Developmental Neuropsychology*, 28(2), 595-616.
7. Carlson, S. M., & Wang, T. S. (2007). Inhibitory control and emotion regulation in preschool children. *Cognitive Development*, 22(4), 489-510.
8. Simonds, J., Kieras, J. E., Rueda, M., & Rothbart, M. K. (2007). Effortful control, executive attention, and emotional regulation in 7-10-year-old children. *Cognitive Development*, 22(4), 474-488.
9. Eisenberg, N., Fabes, R. A., Nyman, M., Bernzweig, J., & Pinuelas, A. (1994). The relations of emotionality and regulation to children's anger-related reactions. *Child Development*, 65(1), 109-128.
10. Rothbart, M. K., Ahadi, S. A., & Hershey, K. L. (1994). Temperament and social behavior in childhood. *Merrill-Palmer Quarterly*, 40, 21-39.
11. Decety, J., & Jackson, P.L. (2004). The functional architecture of human empathy. *Behavioral and Cognitive Neuroscience Review*, 3, 71-100.
12. Carlson, S. M., Moses, L. J., & Claxton, L. J. (2004). Individual differences in executive functioning and theory of mind: An investigation of inhibitory control and planning ability. *Journal of Experimental Child Psychology*, 87(4), 299-319.
13. Liebermann, D., Giesbrecht, G. F., & Muller, U. (2007). Cognitive and emotional aspects of self-regulation in preschoolers. *Cognitive Development*, 22(4), 511-529.
14. Kochanska, G., & Aksan, N. (2006). Children's conscience and self-regulation. *Journal of Personality*, 74(6), 1587-1617.
15. Kochanska, G., Murray, K. T., & Harlan, E. T. (2000). Effortful control in early childhood: Continuity and change, antecedents, and implications for social development. *Developmental Psychology*, 36(2), 220-232.
16. Rueda, M. R., Checa, P., & Combita, L. M. (2011). Enhanced efficiency of the executive attention network after training in preschool children: Immediate and after two months effects. [doi: 10.1016/j.dcn.2011.09.004]. *Developmental Cognitive Neuroscience*.
17. Rueda, M. R., Rothbart, M. K., McCandliss, B. D., Saccomanno, L., & Posner, M. I. (2005). Training, maturation, and genetic influences on the development of executive attention. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, 102(41), 14931-14936.
18. Jaeggi, S. M., Buschkuehl, M., Jonides, J., & Shah, P. (2011). Short- and long-term benefits of cognitive training. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(25), 10081-10086.

19. Mackey, A. P., Hill, S. S., Stone, S. I., & Bunge, S. A. (2011). Differential effects of reasoning and speed training in children. *Developmental Science*, 14(3), 582-590.

20. Nutley, S. B., Soderqvist, S., Bryde, S., Thorell, L. B., Humphreys, K., & Klingberg, T. (2011). Gains in fluid intelligence after training non-verbal reasoning in 4-year-old children: a controlled, randomized study. *Developmental Science*, 14(3), 591-601.

21. Dahlin, E., Nyberg, L., Bäckman, L., & Neely, A. S. (2008). Plasticity of executive functioning in young and older adults: immediate training gains, transfer, and long-term maintenance. *Psychology and Aging*, 23, 720–730.

22. Jolles, D. D., Grol, M. J., Van Buchem, M. A., Rombouts, S. A. R. B., & Crone, E. A. (2010). Practice effects in the brain: Changes in cerebral activation after working memory practice depend on task demands. *NeuroImage*, 52, 658-668.

23. Olesen, P. J., Westerberg, H., & Klingberg, T. (2004). Increased prefrontal and parietal activity after training of working memory. *Nature Neuroscience*, 7(1), 75-79.

24. Diamond, A., Barnett, W. S., Thomas, J., & Munro, S. (2007). Preschool Program Improves Cognitive Control. *Science*, 318(5855), 1387-1388.

25. Reichenberg, A., Caspi, A., Harrington, H., Houts, R., Keefe, R. S., Murray, R. M. et al. (2010). Static and dynamic cognitive deficits in childhood preceding adult schizophrenia: a 30-year study. *American Journal of Psychiatry*, 167, 160-169.

26. Blair, C. (2002). School readiness: Integrating cognition and emotion in a neurobiological conceptualization of children's functioning at school entry. *American Psychologist*, 57(2), 111-127.

27. Eisenberg, N., Smith, C. L., & Spinrad, T. L. (2011). Effortful Control: Relations with emotion regulation, adjustment, and socialization in childhood. In K. D. Vohs & R. F. Baumeister (Eds.), *Handbook of Self-Regulation. Research, Theory and Applications* (2nd ed., pp. 263-283). New York: The Guilford Press.

28. Cole, P. M., Martin, S. E., & Dennis, T. A. (2004). Emotion regulation as a scientific construct: Methodological challenges and directions for child developmental research. *Child Development*, 75, 317-333.

29. Welch, M. C. (2001). The prefrontal cortex and the development of executive function in childhood. In A. F. Kalverboer & A. Gramsbergen (Eds.), *Handbook of brain and behavior in human development* (pp. 767-790). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic.

30. Carlson, S. M. (2003). Executive function in context: Development, measurement, theory, and experience. *Monographs of the Society for Research in Child Development*, 68(3), 138-151.

31. Tang, Y. Y., Ma, Y., Wang, J., Fan, Y., Feng, S., Lu, Q., et al. (2007). Short-term meditation training improves attention and self-regulation. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, 104(43), 17152-17156.

32. Tang, Y. Y., Lu, Q., Geng, X., Stein, E. A., Yang, Y., & Posner, M. I. (2010). Short-term meditation induces white matter changes in the anterior cingulate. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, 107(35), 15649-15652.

33. Bernier, A., Carlson, S. M., & Whipple, N. (2010). From External Regulation to Self-Regulation: Early Parenting Precursors of Young Children’s Executive Functioning. *Child Development*, 81(1), 326-339.

Desenvolvimento do Cérebro e Funcionamento Executivo

Katie Knapp , MSc J. Bruce Morton, PhD

Western University, Canadá

Janeiro 2013

Introdução

As funções executivas são processos que apoiam muitas atividades diárias, incluindo o planejamento, o raciocínio flexível, a atenção concentrada e a inibição comportamental, e demonstram um desenvolvimento contínuo até o início da idade adulta.[1,2] Uma perspectiva importante para o desenvolvimento dessas habilidades psicológicas é o desenvolvimento estrutural e funcional do cérebro.[3,4,5,6] Uma das regiões cerebrais de desenvolvimento mais lento é o córtex pré-frontal, uma grande extensão do córtex localizada na metade frontal do cérebro. O que é notável a respeito desta região do cérebro é que ela continua a se desenvolver até a terceira década de vida.[7,8] A imagiologia do cérebro[9,10] e alguns estudos envolvendo pacientes com danos cerebrais[11,12,13] sugerem que o córtex pré-frontal é fundamental para o controle da atenção, do raciocínio e do comportamento, em parte devido ao fato de unir os centros de controle da percepção, emocional e motor localizados em outras partes do cérebro. O fato de o córtex pré-frontal ter um desenvolvimento lento[14,15] e, ao mesmo tempo, ser importante para o controle executivo sugere que o desenvolvimento do funcionamento executivo está intimamente relacionado ao amadurecimento do córtex pré-frontal.[16,17,18] Uma implicação disso é que os desafios básicos do dia-a-dia como, por exemplo, não brincar com um brinquedo proibido, serão difíceis, mesmo para as crianças com um desenvolvimento normal.

Assunto

Entender que o córtex pré-frontal é importante para a autorregulação comportamental e que ele se desenvolve gradualmente pode explicar por que, por exemplo, as crianças têm dificuldade de: (a) interromper uma atividade e passar para outra atividade; (b) planejar com antecedência, (c) fazer mais de uma tarefa ao mesmo tempo, (d) concentrar-se por longos períodos de tempo, e (e) renunciar a recompensas imediatas. Os resultados de pesquisas sobre a neurociência cognitiva do desenvolvimento sugerem que esses comportamentos são uma parte normal do crescimento e,

©2013-2026 ABILIO | FUNÇÕES EXECUTIVAS

até certo ponto, sua origem está relacionada à forma de funcionamento do cérebro nessa etapa da vida.

Problemas

Compreender exatamente como o desenvolvimento do córtex pré-frontal contribui para o progresso das funções executivas constitui um grande desafio. Em primeiro lugar, as funções executivas são difíceis de definir e medir, em parte porque os conceitos fundamentais, tais como a inibição e flexibilidade cognitiva, na verdade, são usados mais para descrever do que para explicar o comportamento. Em segundo lugar, não está claro se os processos envolvidos na regulação de um tipo de comportamento, tais como a linguagem, são os mesmos que os processos envolvidos na regulação de outros tipos de comportamento, tais como as emoções. Em terceiro lugar, as tarefas apropriadas para testar o funcionamento executivo em uma determinada idade, normalmente, não serão adequadas para testar o funcionamento executivo em crianças mais velhas. Isso torna difícil a comparação do funcionamento executivo entre crianças com idades diferentes. Em última análise, porém, os neurocientistas do desenvolvimento cognitivo estão interessados em associar as mudanças do funcionamento executivo relacionadas à idade às alterações no desenvolvimento na função cerebral. Para isso, é necessário não só definir e medir adequadamente o funcionamento executivo, mas, ao mesmo tempo, obter uma avaliação direta da função cerebral. Um método possível é a ressonância magnética funcional (ou fMRI), um meio seguro e relativamente não-invasivo de examinar as mudanças da atividade cerebral que ocorrem quando as pessoas executam determinadas tarefas. Embora seja um meio viável e seguro para o uso até mesmo em recém-nascidos,[19,20] a fMRI requer que os participantes permaneçam completamente imóveis por um período de, no mínimo, 5 a 10 minutos, enquanto as imagens são obtidas. Quaisquer movimentos bruscos de 5 a 10 mm podem levar à perda da nitidez da imagem, tornando-a praticamente impossível de ser interpretada. Para complicar ainda mais as coisas, se as crianças executarem as tarefas prescritas de forma diferente daquela usada pelas crianças mais velhas, torna-se impossível saber se as diferenças dos padrões da atividade cerebral relacionadas à idade estão vinculadas apenas às diferenças da idade dos participantes ou também às diferentes formas de realização das tarefas das crianças mais velhas e mais jovens. De forma mais simples, instruir crianças de 7 anos de idade a realizar uma tarefa da mesma forma realizada por crianças de 4 anos, em princípio, poderia fazer com que se torne impossível diferenciar os padrões da atividade cerebral das crianças de 7 anos do padrão da atividade cerebral observado nas crianças de 4 anos. Para

atenuar esses problemas, os pesquisadores estão desenvolvendo novos protocolos de imagem que podem ser administrados de forma rápida e não exigem que as crianças executem tarefas. Nesses processos denominados ‘em estado de repouso’, as crianças simplesmente ficam imóveis por apenas cinco minutos com os olhos abertos.[21] As imagens resultantes são usadas para analisar as mudanças relacionadas à idade em padrões "intrínsecos" da conectividade cortical, que poderão, então, ser associadas a medições do funcionamento executivo coletadas fora do aparelho de ressonância magnética.

Contexto do estudo

Os resultados dos estudos de fMRI sobre o desenvolvimento do funcionamento executivo criam um retrato fascinante e complexo. Alguns estudos, por exemplo, indicam que as crianças mais jovens exibem um nível menor de atividade do córtex pré-frontal (CPF) no contexto das tarefas de funções executivas do que os participantes mais velhos. Estas descobertas são consistentes com a percepção de que, à medida que a funcionalidade da região cerebral se desenvolve, verifica-se uma atividade mais forte e um melhoramento do funcionamento executivo.[22,23] Outras descobertas sugerem um quadro um pouco mais complicado, na medida que algumas regiões do CPF exibem uma atividade crescente com o aumento da idade, enquanto que outras mostram uma diminuição da atividade com o aumento da idade.[24,25,26] Uma interpretação desse padrão é que, no início da vida, o funcionamento executivo está associado a uma atividade CPF fraca, mas difusa, enquanto que, no desenvolvimento posterior, o funcionamento executivo está associado a uma atividade CPF forte, mas concentrada.[26] Assim, no centro de uma região em desenvolvimento, a atividade aumenta com a idade, enquanto que, na área circundante, a atividade diminui com o aumento da idade. Outra interpretação é que algumas regiões dentro do CPF se tornam mais eficientes com a idade. Assim, no início do desenvolvimento, essas regiões precisam trabalhar muito arduamente para suportar um determinado nível de desempenho do funcionamento executivo. No entanto, no desenvolvimento posterior, quando essas regiões funcionam de forma mais eficiente, elas podem apoiar um nível de desempenho de funcionamento executivo semelhante com um menor gasto de energia. É evidente que o esclarecimento desse quadro complexo exigirá um número maior de estudos.

Um resultado consistente dos estudos de fMRI sobre o desempenho do funcionamento executivo é que muitas outras regiões fora do CPF estão associadas ao desenvolvimento do desempenho das funções executivas, incluindo o córtex cingulado, o córtex insular e o córtex motor.[27,28] Uma interpretação dessa evidência é que as tarefas de desempenho do funcionamento executivo são

muito complexas e envolvem muitos subprocessos diferentes, como lembrar-se de instruções, [27,29,30] responder a alguns estímulos e ignorar outros,[22] planejar e executar respostas motoras[26] e avaliar o feedback do desempenho. É possível, então, que as funções do funcionamento executivo estejam associadas à atividade em várias regiões do cérebro, porque as próprias tarefas envolvem muitos subprocessos diferentes, cada uma delas associada à atividade de uma diferente região do cérebro. Se isto for verdade, então o desafio para avançarmos é identificar quais subprocessos estão sujeitos a mudanças relacionadas à idade, e vincular essas alterações à função de regiões específicas do cérebro. A segunda interpretação é que o CPF não funciona de forma independente, mas faz parte de uma rede mais ampla, funcionalmente homogênea. Desse ponto de vista, independentemente de o participante seguir instruções, planejar uma resposta ou avaliar um feedback, se observará uma atividade intensa ao longo de toda a rede. Se isso for verdade, então o desafio para avançar é identificar como a organização da rede ampliada muda com o desenvolvimento. As possibilidades incluem alterações nas regiões que constituem a rede ampliada, assim como alterações no número e na intensidade das conexões entre as regiões que a constituem.

Principais questões para estudo

- Quais são os processos constituintes subjacentes do desempenho das tarefas do funcionamento executivo?
- Os diferentes funcionamentos executivos são exclusivamente vinculados a diferentes regiões do cérebro?
- Como as mudanças na função cerebral contribuem para alterar o funcionamento executivo?

Resultados de estudos recentes

Os estudiosos começaram recentemente a examinar as mudanças do desenvolvimento em redes cerebrais consideradas importantes para o funcionamento executivo, examinando as mudanças nas conexões entre o CPF e as outras regiões comumente associadas ao funcionamento executivo, como o córtex parietal, córtex cingulado e córtex insular.[28] Como essas redes podem ser observadas e medidas, mesmo quando os participantes estão em repouso, muitos estudos recentes têm utilizado a denominada fMRI do estado em repouso para investigar a organização

de redes de controle cognitivo em diferentes idades.[31,32] Os resultados iniciais sugerem uma reorganização ampla da rede durante o desenvolvimento, com a formação de novas conexões de longo alcance e eliminação de conexões pré-existentes de curto alcance ao longo do crescimento das crianças.[33] Outras evidências recentes levaram à análise desses resultados iniciais e sugerem que a reorganização das redes de funcionamento executivo durante o desenvolvimento pode ser menos marcante do que se imaginava inicialmente.[34] No entanto, apesar desses passos em falso iniciais, o estudo da organização da rede durante o desenvolvimento continua a atrair a atenção, na medida que os pesquisadores reconhecem cada vez mais que as regiões cerebrais trabalham em conjunto para concretizar um nível elevado de pensamentos e ações.

Lacunas dos estudos

Talvez a lacuna mais significativa das pesquisas sobre pesquisa de fMRI sobre o desenvolvimento do funcionamento executivo sejam as evidências obtidas pelos estudos longitudinais. Ao contrário dos estudos transversais, nos quais um grupo de crianças mais jovens é comparado com um grupo de crianças mais velhas, os estudos longitudinais comparam o mesmo grupo de crianças em idades diferentes. Não é necessário dizer que estudos longitudinais são muito caros, exigem um longo tempo de realização e podem apresentar muitos riscos, motivos que justificam a existência, atualmente, de tão poucas evidências longitudinais. Ainda assim, o método longitudinal proporciona muitas vantagens importantes em relação ao formato transversal. Em primeiro lugar, sempre que se comparam dois grupos de crianças de idades diferentes, potencialmente, podem surgir muitos fatores diferenciais além da idade, incluindo diferenças de inteligência, temperamento/personalidade e status socioeconômico, para citar apenas algumas. Considerando que todos esses fatores estão relacionados ao funcionamento executivo, as inferências relativas à importância da idade para explicar as diferenças nos padrões de ativação cerebral dos grupos se tornam tênues. Em segundo lugar, uma meta importante do desenvolvimento da neurociência cognitiva é identificar padrões iniciais da organização psicológica e neural que prognosticam estados futuros, tanto positivos (por exemplo, intelectual e bem-estar social) como negativos (por exemplo, a psicopatologia). A identificação desses padrões é mais fácil quando o mesmo grupo de crianças é acompanhado continuamente ao longo do tempo até que se observe em algumas delas o resultado de interesse (por exemplo, talentos, vícios, comportamentos sexuais de risco, etc.). Só então, podemos rever os dados anteriores e observar qual a medição cerebral ou comportamental coletada que prognostica os resultados futuros.

Conclusões

O cérebro necessita das duas primeiras décadas de vida para se desenvolver a níveis adultos. Durante esse tempo, as diferentes regiões do cérebro se desenvolvem em ritmos diferentes. Juntamente com essas mudanças localizadas, as conexões entre as regiões cerebrais também se desenvolvem gradualmente ao longo da infância e da adolescência. Em conjunto com esses desenvolvimentos na estrutura e na função cerebral se verificam progressos na capacidade de realizar tarefas de funcionamento executivo. As crianças apresentam melhorias graduais em sua capacidade de planejar com antecedência, de alternar entre tarefas e de inibir uma resposta quando instruídas a fazê-lo. O estudo das redes cerebrais e de seu desenvolvimento pode oferecer um caminho útil para quantificar a relação entre o desenvolvimento do cérebro e o amadurecimento do funcionamento executivo. Os córtices frontal e parietal precisam se comunicar a fim de realizar eficazmente as tarefas do funcionamento executivo. A comunicação eficaz entre essas regiões não está totalmente desenvolvida até o final da adolescência, e isso pode explicar por que as habilidades do funcionamento executivo não amadurecem até o final da segunda década de vida.

Consequências para os pais, serviços e políticas

Precisamos ter em mente o fato de que os cérebros das crianças estão em constante evolução. Todas as medições feitas, tanto da espessura da massa cinzenta, do volume da massa branca, da densidade sináptica ou de qualquer outra característica anatômica do cérebro, sofrerão alterações constantes observadas até o início da idade adulta. Essas alterações irão, obviamente, influenciar o funcionamento cognitivo de uma criança e isso será especialmente verdadeiro no que se refere ao funcionamento executivo, dada a complexidade dos processos envolvidos. Considerando a importância do funcionamento executivo no desempenho escolar e no bem-estar social, a identificação precoce dos problemas relacionados à autorregulação cognitiva e comportamental é claramente importante. Ao mesmo tempo, todas as crianças mais jovens terão dificuldade em planejar com antecedência, resistir às tentações, ajustar suas emoções e persistir na realização de uma tarefa, pois é assim que o cérebro funciona nessa idade.

Referências

1. Best JR, Miller PH, Jones LL. Executive functions after age 5: Changes and correlates. *Dev Rev*. 2009;29(3):180-200.
2. Luna B, Garver KR, Urban TA, Lazar, NA, Sweeney JA.Maturation of cognitive processes from late childhood to adulthood. *Child Dev*. 2004;75(5):1357-1372.

3. Shaw P, Kabani, NJ, Lerch JP, et al. Neurodevelopmental trajectories of the human cerebral cortex. *J Neurosci*. 2008;28(14):3586-3594.

4. Huttenlocher PR, de Courten C, Garey LJ, Van der Loos H. Synaptogenesis in human visual cortex – evidence for synapse elimination during normal development. *Neurosci Lett*. 1982;33(3):247-252.

5. Giedd JN, Blumenthal J, Jeffries NO, et al. Brain development during childhood and adolescence: A longitudinal MRI study. *Nat Neurosci*. 1999;2(10):861-863.

6. Sowell ER, Peterson BS, Thompson PM, Welcome SE, Henkenius AL, Toga AW. Mapping cortical change across the human life span. *Nat Neurosci*. 2003;6(3):309-315.

7. Gogtay N, Giedd JN, Lusk L, et al. Dynamic mapping of human cortical development during childhood through early adulthood. *P Natl Acad Sci USA*. 2004;101(21):8174-8179.

8. Huttenlocher PR. Dendritic and synaptic development in human cerebral cortex: Time course and critical periods. *Dev Neuropsychol*. 1999;16(3):347-349.

9. Lie C, Specht K, Marshall JC, Fink GR. Using fMRI to decompose the neural processes underlying the Wisconsin Card Sorting Test. *Neuroimage*. 2006;30(3):1038-1049.

10. Aarts E, Roelofs A, van Turennout M. Attentional control of task and response in lateral and medial frontal cortex: Brain activity and reaction time distributions. *Neuropsychologia*. 2009;47(10):2089-2099.

11. Perrett E. The left frontal lobe of man and the suppression of habitual responses in verbal categorical behaviour. *Neuropsychologia*. 1974;12(3):323-330.

12. Aron AR, Fletcher PC, Bullmore ET, Sahakian BJ, Robbins TW. Stop-signal inhibition disrupted by damage to right inferior frontal gyrus in humans. *Nat Neurosci*. 2003;6(2):115-116.

13. Milner B. Effects of different brain lesions on card sorting: The role of the frontal lobes. *Arch Neurol*. 1963;9(1):90-100.

14. Huttenlocher PR. Synaptic density in human frontal cortex – developmental changes and effects of aging. *Brain Res*. 1979;163(2):195-205.

15. Sowell ER, Thompson PM, Tessner KD, Toga AW. Mapping continued brain growth and gray matter density reduction in dorsal frontal cortex: Inverse relationships during postadolescent brain maturation. *J Neurosci*. 2001;21(22):8819-8829.

16. Bunge SA, Zelazo PD. A brain-based account of the development of rule use in childhood. *Curr Dir Psychol Sci*. 2006;15(3):118-121.

17. Dempster FN. The rise and fall of the inhibitory mechanism: Toward a unified theory of cognitive development and aging. *Dev Rev*. 1992;12(2):45-75.

18. Diamond A. Normal development of prefrontal cortex from birth to young adulthood: Cognitive functions, anatomy, and biochemistry. In: Stuss DT, Knight RT, eds. *Principles of Frontal Lobe Function*. Oxford: Oxford University Press; 1992:466-503.

19. Smyser CD, Inder TE, Shimony JS, et al. Longitudinal analysis of neural network development in preterm infants. *Cereb Cortex*. 2010;20(12):2852-2862.

20. Davidson MC, Thomas KM, Casey BJ. Imaging the developing brain with fMRI. *Ment Retard Dev D R*. 2003;9(3):161-167.

21. Kelly AMC, Di Martino A, Uddin LQ, et al. Development of anterior cingulate functional connectivity from late childhood to early adulthood. *Cereb Cortex*. 2009;19(3):640-657.

22. Adleman NE, Menon V, Blasey CM, et al. A developmental fMRI study of the Stroop color-word task. *Neuroimage*. 2002;16(1):61-75.

23. Luna B, Thulborn KR, Munoz DP, et al. Maturation of widely distributed brain function subserves cognitive development. *Neuroimage*. 2001;13(5):786-793.

24. Morton JB, Bosma R, Ansari D. Age-related changes in brain activation associated with dimensional shifts of attention: An fMRI study. *Neuroimage*, 2009;46(1):249-256.

25. Bunge SA, Dudukovic NM, Thomason ME, Vaidya CJ, Gabrieli JDE. Immature frontal lobe contributions to cognitive control in children: Evidence from fMRI. *Neuron*. 2002;33(2):301-311.

26. Casey BJ, Trainor RJ, Orendi JL, et al. A developmental functional MRI study of prefrontal activation during performance of a go-no-go task. *J Cognitive Neurosci*. 1997;9(6):835-847.

27. Braver TS, Cohen JD, Nystrom LE, Jonides J, Smith EE, Noll DC. A parametric study of prefrontal cortex involvement in human working memory. *Neuroimage*. 1997;5(1):49-62.

28. Cole MW, Schneider W. The cognitive control network: Integrated cortical regions with dissociable functions. *Neuroimage* . 2007;37(1):343-360.

29. Bunge SA, Wright SB. Neurodevelopmental changes in working memory and cognitive control. *Curr Opin Neurobiol*. 2007;17(2):243-250.

30. Kwon H, Reiss AL, Menon V. Neural basis of protracted developmental changes in visuo-spatial working memory. *P Natl Acad Sci USA*. 2002;99(20):13336-13341.

31. Biswal B, Yetkin FZ, Haughton VM, Hyde JS. Functional connectivity in the motor cortex of resting human brain using echo-planar MRI. *Magn Reson Med*. 1995;34(4):537-541.

32. Vogel AC, Power JD, Petersen SE, Schlagger BL. Development of the brain's functional network architecture. *Neuropsychol Rev*. 2010;20(4):362-375.

33. Fair DA, Dosenbach NUF, Church JA, et al. Development of distinct control networks through segregation and integration. *P Natl Acad Sci USA*. 2007;104(33):13507-13512.

34. Power JD, Barnes KA, Snyder AZ, Schlaggar BL, Petersen SE. Spurious but systematic correlations in functional connectivity MRI networks arise from subject motion. *NeuroImage*. 2012;59(3):2142-2154.

As Funções Executivas na Infância

Yuko Munakata, PhD, Laura Michaelson, BA, Jane Barker, MPA, Nicolas Chevalier, PhD

University of Colorado at Boulder, EUA

Janeiro 2013

Introdução

As funções executivas são um conjunto de processos cognitivos que dão suporte à regulação dos pensamentos, emoções e comportamentos. Elas nos ajudam a atingir metas em nossa vida diária, seja planejando as férias, controlando a raiva ou realizando várias tarefas ao mesmo tempo. Elas se desenvolvem intensamente durante a infância,[1,2] e são um indicador do desempenho futuro na escola, e em termos de saúde e renda.[3] Sob algumas condições, elas podem também ser ensinadas.[4] Ao mesmo tempo, as funções executivas dependem muito da hereditariedade,[5] isto é, as diferenças genéticas entre os indivíduos contribuem para a existência de diferenças entre suas funções executivas. Além disso, essas diferenças permanecem estáveis durante o desenvolvimento:[6,7] o baixo nível de funções executivas na infância é um indicador de um baixo nível de funções executivas décadas mais tarde. Observam-se deficiências nas funções executivas em crianças oriundas de famílias de baixo status socioeconômico,[8] e em casos de vários distúrbios clínicos como, por exemplo, TDAH (transtorno de déficit de atenção com hiperatividade),[9] autismo[10] e depressão.[11]

Tópico

Os limites das funções executivas podem fazer com que a criança exiba um comportamento rebelde ou malicioso como, por exemplo, quando ela insiste em dizer que não precisa colocar um casaco para brincar do lado de fora, ou pega um biscoito apesar de estar ciente de que não pode comer biscoitos antes do jantar. As funções executivas são um *indicador* do desempenho posterior na vida. As diferenças individuais nas funções executivas da criança ao começar o jardim de infância prognosticam o desempenho escolar posterior e podem ser mais críticas para o êxito inicial do que o conhecimento de números e letras.[12-14] Os comportamentos autorreguladores prognosticam as habilidades sociais, os relacionamentos com os professores e colegas, o empenho escolar, a saúde, a prosperidade e a criminalidade mais tarde na vida do indivíduo.[3,15] Sob algumas condições, *é possível treinar o indivíduo* para melhorar o desempenho

de suas funções executivas. Os programas pré-escolares desenvolvidos para melhorar a prontidão cognitiva e comportamental escolar e diversos tipos de intervenções na escola fundamental têm ajudado a melhorar as funções executivas.[16-18] A melhoria da função executiva em crianças tem sido associada também com exercícios aeróbicos, artes marciais, ioga, dança e intervenções usando jogos específicos para determinadas metas.[4] As intervenções de treinamento podem ajudar a reduzir ou eliminar os déficits de função executiva observados em crianças oriundas de famílias de baixo status socioeconômico,[19,20] embora os resultados dos estudos ecológicos que examinam os efeitos de intervenções sobre a população ainda não tenham sido publicados.

Problemas

As funções executivas são complexas e criam desafios para a avaliação e o acompanhamento das mudanças que ocorrem em seu desenvolvimento. Elas abrangem uma variedade de processos cognitivos de nível superior, incluindo o planejamento, a tomada de decisão, a manutenção e a manipulação de informações na memória de trabalho, a observação do ambiente com vistas à obtenção de informações relevantes para metas específicas, a passagem de uma tarefa a outra, e a inibição de pensamentos, ações e sentimentos não desejados. Além disso, esses processos de nível superior dependem de processos cognitivos perceptivos e motores de nível inferior o que torna difícil fazer uma avaliação específica das funções executivas.[21,22] Por exemplo, a capacidade que um indivíduo tem de resistir à tentação de comer um chocolate quando está fazendo um regime reflete não somente a capacidade de inibir o impulso de comer, mas também sua fome e as razões que o levaram a fazer o regime. Essa dificuldade em avaliar especificamente as funções executivas leva também a uma dificuldade de avaliar as mudanças que nela ocorrem durante seu desenvolvimento. O desenvolvimento dos processos de nível inferior juntamente com o desenvolvimento das funções executivas cria um desafio para a elaboração de avaliações da função executiva que possam ser usadas com indivíduos de diversas faixas etárias. Por exemplo, não seria possível acompanhar as mudanças na inibição da infância à idade adulta avaliando as mudanças na capacidade de manter um regime dietético! Por isso, frequentemente, os pesquisadores têm usado diversos tipos de avaliação da função executiva com indivíduos de diferentes faixas etárias avaliando, por exemplo, a inibição na primeira infância no contexto de manter a atenção diante de elementos de distração,[23] e a inibição infantil no contexto de um jogo do tipo Macaco Mandou, onde, normalmente, os comportamentos de um adulto são imitados, mas onde, às vezes, deve se fazer o oposto.[24] As diferenças entre as avaliações dificultam a

obtenção de conclusões firmes sobre as mudanças do desenvolvimento das funções executivas.

Contexto da pesquisa

O estudo das funções executivas e de seu desenvolvimento está avançando rapidamente. A utilização de métodos da neurociência, incluindo modelos funcionais de neuroimagem, eletroencefalografia e computacionais está proporcionando critérios sobre as mudanças cerebrais que dão suporte ao desenvolvimento da funções executivas.[2,25-27] Para lidar com a questão da dificuldade de avaliar uma tarefa de forma isolada, os pesquisadores desenvolveram um conjunto de tarefas que compartilham as exigências de desempenho das funções executivas, mas que diferem sob outros aspectos. Por exemplo, um conjunto de tarefas de inibição pode incluir uma tarefa que exija que a criança concentre seu olhar sobre um objeto e iniba a vontade de olhar para outro objeto que a distraia, e outra tarefa que exija que a criança identifique a cor de uma palavra mostrada em uma tela (por exemplo, a palavra "verde" impressa na cor azul), mas se abstenha de ler a própria palavra. É possível utilizar técnicas estatísticas para extrair o que há de comum no desempenho dessas tarefas e, assim, oferecer uma avaliação mais absoluta das funções executivas.[5] Para lidar com a dificuldade na comparação das funções executivas entre diferentes faixas etárias, os pesquisadores desenvolveram avaliações que podem ser ligeiramente alteradas para manipular as exigências das funções executivas e manter inalterados, ao mesmo tempo, todos os outros aspectos da tarefa. Por exemplo, em uma tarefa onde se solicita que a criança iniba a vontade de olhar para um objeto que a distraia, o número de elementos de distração pode ser aumentado com a idade. Essas medidas acrescentam elementos específicos a uma grande amplitude de faixas etárias o que permite que os pesquisadores observem mudanças quantitativas no desempenho a fim de acompanhar o desenvolvimento das funções executivas.[1]

Principais questões para estudo

- Quais os desenvolvimentos observados nas funções executivas durante a infância?
- O que impulsiona esses desenvolvimentos?
- Por que as funções executivas servem de indicadores do funcionamento e da inteligência em geral no futuro?

Resultados de estudos recentes

Os processos que compõem as funções executivas parecem se tornar mais especializados ao longo do desenvolvimento: na primeira infância, as crianças usam os mesmos processos cognitivos em todas as situações que exigem controle, enquanto que, a partir da infância média, esses processos, progressivamente, especializam-se em componentes como a supressão de uma ação habitual ou alternância entre tarefas múltiplas.[21,28,29] As funções executivas se tornam também mais autodirigidas (de forma que as crianças dependem cada vez menos de outras pessoas), e passam de controle reativo (onde as crianças se ajustam aos eventos conforme ocorrem) a controle proativo (onde as crianças podem prever e se prepara para eventos que estão para ocorrer).[2] Por exemplo, as crianças mais jovens podem estar propensas a estudar para uma prova da escola somente em cima da hora e quando os pais exigem, enquanto que as crianças mais velhas podem começar a estudar com mais antecedência, a fim de se preparar para possíveis problemas. As alterações no desempenho das funções executivas são impulsionadas, em parte, por uma crescente capacidade de ter consciência dos objetivos apropriados (por exemplo, continuar estudando apesar da tentação de jogar videogames), mas também pela capacidade crescente das crianças de controlar seu ambiente para determinar quais são os comportamentos apropriados (por exemplo, é importante estudar hoje para a prova de amanhã).[30,31] Essas melhorias são acompanhadas por uma atividade que se torna mais intensa com a idade em uma rede neural amplamente distribuída que abrange o córtex pré-frontal, o córtex parietal e os gânglios basais, com maior conectividade entre essas regiões e variações nos padrões de ativação em todo o desenvolvimento.[25,27]

Lacunas dos estudos

Até o momento, temos uma compreensão limitada sobre as interações entre genes e ambiente nas funções executivas: como as experiências ambientais influenciam a expressão dos genes que influenciam as funções executivas, e como as variáveis genéticas influenciam as características ambientais que podem influenciar as funções executivas.[5] Além disso, os estudos têm enfatizado, primariamente, as mudanças quantitativas na eficiência dos processos subjacentes às funções executivas, assumindo que todas as crianças utilizam os mesmos processos ou estratégias e que as aplicam de forma mais bem sucedida à medida que a criança envelhece. No entanto, as estratégias podem se alterar com a idade e entre crianças da mesma idade, dando origem, potencialmente, a diferentes vias de desenvolvimento das funções executivas. O grau de variação da estratégia permanece, em grande parte, inexplorado.[32,33] Serão então necessários mais

estudos para entender integralmente quais as alterações cerebrais que servem de suporte às mudanças nas funções executivas, particularmente durante a primeira infância, e como essas alterações cerebrais levam a mudanças nas funções executivas.[2]

Conclusões

Embora as funções executivas sejam complexas e difíceis de avaliar, progressos significativos têm sido feitos na compreensão desses processos cognitivos fundamentais de nível superior durante a infância –como eles mudam durante o desenvolvimento, como influenciam o comportamento, quais os aspectos do desempenho mais tarde na vida que eles prognosticam e que tipo de experiências pode influenciar o desenvolvimento. Este trabalho destacou o papel essencial das funções executivas no desenvolvimento das crianças. Ainda restam muitas perguntas a serem respondidas por meio de mais estudos comportamentais e neurocientíficos. Por exemplo, como crianças diferentes diferem no desenvolvimento de suas funções executivas e as consequências dessas variações, por que as funções executivas prognosticam o desempenho mais tarde na vida e como a genética, as influências ambientais e as resultantes alterações cerebrais levam às melhorias radicais da função executiva observadas durante a infância. Uma melhor compreensão do desenvolvimento das funções executivas será crucial para o aperfeiçoamento dos programas de treinamento, estratégias de intervenção e ferramentas de diagnóstico precoce elaborados para maximizar o potencial das crianças para um desempenho escolar satisfatório no futuro.

Consequências para os pais, serviços e políticas

Quando as crianças fazem coisas que não deveriam ou quando parecem não estar ouvindo, elas não estão, necessariamente, sendo rebeldes ou maliciosas. Mesmo nas crianças altamente motivadas a se comportar de forma adequada, os limites de suas funções executivas podem prejudicar sua capacidade de fazê-lo. Quando não resolvidos, os déficits nas funções executivas podem prognosticar um desempenho escolar mais baixo e podem ajudar a explicar as disparidades persistentes no desempenho escolar entre alunos de altos e baixos status socioeconômicos. No entanto, os responsáveis pela elaboração de políticas que contam com recursos limitados podem achar difícil escolher entre as intervenções disponíveis que visam melhorar as funções executivas. Os dados para comparação da eficácia de diferentes intervenções são limitados, as intervenções podem ter um impacto diferente em crianças de idades diferentes e com trajetórias de desenvolvimento diferentes e poucos programas passaram

da fase de estudos de demonstração a intervenções no sistema como um todo. As melhorias das ferramentas de diagnóstico precoce e dos esforços para determinar os impactos duradouros das intervenções na infância ajudarão a esclarecer qual o momento mais apropriado e qual a melhor administração das intervenções.

Referências

1. Beck DM, Schaefer C, Pang K, Carlson SM. Executive function in preschool children: Test–retest reliability. *J Cogn Dev*. 2011;12(2):169–193.
2. Munakata Y, Snyder H, Chatham C. Developing cognitive control: Three key transitions. *Curr Dir Psychol Sci*. In press.
3. Moffitt TE, Arseneault L, Belsky D, et al. A gradient of childhood self-control predicts health, wealth, and public safety. *P Natl Acad Sci USA*. 2011;108(7):2693–2698.
4. Diamond A, Lee K. Interventions shown to aid executive function development in children 4 to 12 years old. *Science*. 2011;333(6045):959–964.
5. Friedman NP, Miyake A, Young SE, DeFries JC, Corley RP, Hewitt JK. Individual differences in executive functions are almost entirely genetic in origin. *J Exp Psychol Gen*. 2008;137(2):201–225.
6. Casey BJ, Somerville LH, Gotlib IH, et al. Behavioral and neural correlates of delay of gratification 40 years later. *P Natl Acad Sci USA*. 2011;108(36):14998–15003.
7. Friedman NP, Miyake A, Robinson JL, Hewitt JK. Developmental trajectories in toddlers' self-restraint predict individual differences in executive functions 14 years later: A behavioral genetic analysis. *Dev Psycho*. 2011;47(5):1410-1430.
8. Hackman DA, Farah MJ. Socioeconomic status and the developing brain. *Trends Cogn Sci*. 2009;13(2):65–73.
9. Willcutt EG, Doyle AE, Nigg JT, Faraone SV, Pennington BF. Validity of the executive function theory of Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder: A meta-analytic review. *Biol Psychiat*. 2005;57(11):1336–1346.
10. Hughes C, Russell J, Robbins TW. Evidence for executive dysfunction in autism. *Neuropsychologia*. 1994;32(4):477–492.
11. Snyder HR, under review. Executive function is broadly impaired in major depressive disorder: A meta-analysis and review.
12. 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(2):647–663.
13. Heaviside S, Farris E. Public school kindergarten teachers' views on children's readiness for school (NCES No. 93-410). Washington, DC: US Department of Education, Office of Educational Research and Improvement.
14. Rimm-Kaufman SE, Pianta RC, Cox MJ. Teachers' judgments of problems in the transition to kindergarten. *Early Child Res Q*. 2000;15(2):147–166.
15. Eisenberg N, Valiente C, Eggum ND. Self-regulation and school readiness. *Early Educ Dev*. 2010;21(5):681–698.
16. Bierman KL, Nix RL, Greenberg MT, Blair C, Domitrovich CE. Executive functions and school readiness intervention: Impact, moderation, and mediation in the Head Start REDI program. *Dev Psychopathol*. 2008;20(3):821–843.
17. Riggs NR, Greenberg MT, Kusché CA, Pentz MA. The mediational role of neurocognition in the behavioral outcomes of a social-emotional prevention program in elementary school students: Effects of the PATHS Curriculum. *Prev Sci*. 2006;7(1):91–102.
18. Thorell LB, Lindqvist S, Bergman Nutley S, Bohlin G, Klingberg T. Training and transfer effects of executive functions in preschool children. *Dev Sci*. 2009;12(1):106–113.

19. Noble KG, McCandliss BD, Farah MJ. Socioeconomic gradients predict individual differences in neurocognitive abilities. *Dev Sci*. 2007;10(4):464–480.

20. Diamond A, Barnett WS, Thomas J, Munro S. Preschool program improves cognitive control. *Science*. 2007;318(5855):1387–1388.

21. Miyake A, Friedman NP, Emerson MJ, Witzki AH, Howerter A. The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex "frontal lobe" tasks: A latent variable analysis. *Cogn Psychol*. 2000;41(1):49–100.

22. Salthouse TA. Relations between cognitive abilities and measures of executive functioning. *Neuropsychology*. 2005;19(4):532–545.

23. Holmboe K, Pasco Fearon RM, Csibra G, Tucker LA, Johnson MH. Freeze-Frame: A new infant inhibition task and its relation to frontal cortex tasks during infancy and early childhood. *J Exp Child Psychol*. 2008;100(2):89–114.

24. Luria AR. *Higher cortical functions in man*. New York: Basic Books; 1966.

25. Crone EA, Ridderinkhof KR. The developing brain: From theory to neuroimaging and back. *Dev Cogn Neurosci*. 2011;1(2):101–109.

26. Lamm C, Zelazo PD, Lewis MD. Neural correlates of cognitive control in childhood and adolescence: Disentangling the contributions of age and executive function. *Neuropsychologia*. 2006;44(11):2139–2148.

27. Morton JB, Bosma R, Ansari D. Age-related changes in brain activation associated with dimensional shifts of attention: An fMRI study. *Neuroimage*. 2009;46(1):249–256.

28. Huizinga M, Dolan CV, van der Molen MW. Age-related change in executive function: Developmental trends and a latent variable analysis. *Neuropsychologia*. 2006;44(11):2017–2036.

29. Wiebe SA, Espy KA, Charak D. Using confirmatory factor analysis to understand executive control in preschool children: I. Latent structure. *Dev Psychol*. 2008;44(2):575–587.

30. Chevalier N, Blaye A. Setting goals to switch between tasks: Effect of cue transparency on children's cognitive flexibility. *Dev Psychol*. 2009;45(3):782–797.

31. Munakata Y, Herd SA, Chatham CH, Depue BE, Banich MT, O'Reilly RC. A unified framework for inhibitory control. *Trends Cogn Sci*. 2011.

32. Hanania R. Two types of perseveration in the Dimension Change Card Sort task. *J Exp Child Psychol*. 2010;107(3):325–336.

33. Moriguchi Y, Hiraki K. Longitudinal development of prefrontal function during early childhood. *Dev Cogn Neurosci*. 2011;1(2):153–162.

Status Socioeconômico e Desenvolvimento das Funções Executivas

Cayce J. Hook, BA Gwendolyn M. Lawson, BA Martha J. Farah, PhD

University of Pennsylvania, EUA

Janeiro 2013

Introdução

Alguns estudos recentes sugerem a existência de uma relação entre o status socioeconômico da criança e suas funções executivas.

Considerando que tanto o status socioeconômico quanto as funções executivas estão correlacionados de maneira forte e independente ao desempenho escolar e à situação de saúde, talvez a compreensão de seu inter-relacionamento tenha o potencial de fundamentar intervenções com o objetivo de reduzir as disparidades e promover o desenvolvimento saudável de todas as crianças.

Tópico

O status socioeconômico, uma medida da posição social que, geralmente, inclui a renda, o nível de educação e a profissão, tem sido vinculado a um amplo conjunto de situações de vida, desde a habilidade cognitiva e o êxito escolar até a saúde física e mental.[1-5] Entender as maneiras pelas quais o status socioeconômico na infância influencia as situações de vida é uma questão de importância fundamental para a educação e a saúde pública, particularmente quando as tendências econômicas no mundo inteiro forçam um número cada vez maior de famílias a uma situação de pobreza.[6]

O nível atual de conhecimento sobre o status socioeconômico e o desenvolvimento da criança indica que as crianças oriundas de famílias com um status socioeconômico mais elevado têm funções executivas melhores –a capacidade de dirigir, controlar e regular ativamente seus pensamentos e comportamento– do que as crianças oriundas de famílias com um status socioeconômico baixo. Considerando que está demonstrado que a função executiva é um indicador do êxito escolar futuro[7,8] e que está associada à saúde mental,[9-13] é possível que ela possa, em parte, servir de elemento mediador do vínculo bem estabelecido entre o status

socioeconômico e o êxito escolar.

Problemas

Os estudos sobre esse tópico se defrontam com alguns desafios metodológicos que resultam em parte da ampla e, por vezes, ambígua natureza dos termos “funções executivas” e “status socioeconômico”. O termo “funções executivas” engloba os processos de ordem superior, tais como o controle inibitório, a memória de trabalho e a flexibilidade de atenção que governam o comportamento intencional. Essa grande amplitude de habilidades pode ser operacionalizada através de muitas tarefas válidas, tais como tarefas cognitivas computadorizadas ou relatórios parentais sobre o comportamento das crianças.[14] Da mesma forma, o “status socioeconômico” é um amplo construto que pode ser medido de diversas maneiras.[15] Além disso, como ele não pode ser manipulado experimentalmente, se torna difícil distinguir os efeitos genéticos dos efeitos ambientais, assim como as contribuições individuais das várias condições associadas à pobreza (por exemplo, nível de stress familiar mais elevado, estimulação cognitiva reduzida, má nutrição, grande número de indivíduos vivendo sob um mesmo teto ou condições difíceis).[16,17] A dificuldade de estabelecer uma causalidade na relação entre o status socioeconômico e as funções executivas indica a necessidade de estudos amplos, bem elaborados, e cuidadosamente interpretados.

Contexto da pesquisa

A maioria dos estudos sobre o status socioeconômico e as funções executivas tem examinado o desempenho comportamental nas tarefas de função executiva para o nível de desenvolvimento apropriado, embora alguns estudos recentes[18-20] tenham usado avaliações eletrofisiológicas da função cortical pré-frontal. O desenvolvimento das funções executivas tem sido investigado por meio de estudos transversais e estudos longitudinais de ampla escala, tais como o *Study of Early Childcare* do NICHD (*National Institute of Child Health and Human Development*) e o *Family Life Project*. Diversos estudos de mediação utilizam avaliações de visitas ao ambiente doméstico, como o inventário HOME[21] ou observações sobre as interações entre pais-filhos durante atividades de lazer livres ou estruturadas.[22]

Principais questões para estudo

1. Qual a relação entre o status socioeconômico da criança e o desenvolvimento das funções executivas?

2. Quais os fatores ambientais que servem para mediar a relação entre o status socioeconômico e as funções executivas?

Resultados de estudos recentes

Qual a relação entre o status socioeconômico infantil e o desenvolvimento das funções executivas?

Os estudos indicam que o status socioeconômico influencia os sistemas neurocognitivos de forma não uniforme. Em uma série de estudos recentes,[23-25] crianças de jardim de infância, e alunos dos níveis fundamental e médio de status socioeconômicos diferentes foram submetidos a uma bateria de testes de avaliação dos sistemas cognitivos independentes, incluindo as funções executivas, a memória, a linguagem e a cognição visuoespacial. As habilidades de linguagem e as funções executivas –particularmente nos campos de memória de trabalho e controle cognitivo– foram alguns dos aspectos mais afetados.

As disparidades de status socioeconômico nas funções executivas foram documentadas em uma ampla faixa de idade, da primeira infância[26] até o início da adolescência.[27] De forma consistente, os estudos indicaram que um status socioeconômico mais elevado está associado a um melhor desempenho das funções executivas em diferentes avaliações do status socioeconômico (como a relação entre desempenho e necessidades ou a educação materna) e em diferentes avaliações das funções executivas (como memória de trabalho e controle inibitório).[28-32]

As funções executivas são suportadas por uma região do cérebro chamada de córtex pré-frontal, que passa por um longo período de desenvolvimento pós-natal, [33] e, portanto, pode ser especialmente suscetível às influências da experiência da infância.

Os pesquisadores usaram potenciais relacionados a eventos (em inglês, ERPs), que medem a atividade do cérebro através de eletrodos colocados no couro cabeludo para estudar as diferenças socioeconômicas no processamento neural no córtex pré-frontal. Dois estudos ERP[18,20] compararam avaliações neurais de atenção seletiva em grupos socioeconômicos. Nos dois casos, não houve diferenças no desempenho da tarefa, mas evidências do processamento neural

indicaram que as crianças com baixo status socioeconômico prestavam mais atenção a estímulos irrelevantes do que seus colegas com status socioeconômico mais elevado.

Quais os fatores ambientais que servem para mediar a relação entre o status socioeconômico e as funções executivas?

Os estudos têm demonstrado que muitos fatores ambientais –como stress, estimulação cognitiva no lar, ambiente e nutrição pré-natal– variam entre os diferentes níveis socioeconômicos.[16,17] Qualquer desses fatores poderia contribuir para causar disparidades socioeconômicas nas funções executivas. Alguns estudos recentes tentaram isolar os fatores ambientais que servem para mediar a relação status socioeconômico-função executiva. Esses fatores mediadores podem fundamentar as intervenções voltadas para as disparidades de status socioeconômicos nas funções executivas e o desempenho em outros aspectos cognitivos e comportamentais.

Vários estudos demonstraram que os diferentes aspectos do ambiente familiar inicial influenciam o desenvolvimento do status socioeconômico. Por exemplo, constatou-se que a qualidade das interações entre pais e filhos, especialmente na primeira infância, serve de mediadora para os efeitos do status socioeconômicos sobre as funções executivas aos 36 meses de idade.[22] Além disso, os níveis de stress em bebês (medidos através do cortisol salivar) explicam parcialmente o efeito do cuidado positivo dos pais sobre as funções executivas, sugerindo que o cuidado parental pode afetá-la, moldando as respostas da criança ao stress.[28] Outros estudos indicam que o apoio dos pais à autonomia da criança,[34] o suporte concedido pelos pais através de ajuda e orientação não intrusiva e um ambiente familiar caótico[35,36] são importantes indicadores do desempenho futuro das funções executivas na primeira infância.

Lacunas dos estudos

- A trajetória das disparidades das funções executivas é amplamente desconhecida. Os efeitos do status socioeconômico poderiam crescer ao longo do tempo, por exemplo, caso aumentem durante o desenvolvimento. Inversamente, eles poderiam permanecer constantes ou diminuir, por exemplo, caso sejam contrabalançados pela educação formal.

- Os estudos realizados até hoje sugerem que o desenvolvimento das funções executivas pode ser particularmente suscetível às influências ambientais durante os anos entre a primeira infância e a pré-escola. Porém, seriam necessários estudos mais aprofundados

para determinar o momento exato e a natureza desse possível período sensível.

- É difícil distinguir o papel que a genética e os fatores ambientais têm no desenvolvimento das funções executivas, e a natureza causal da relação entre o status socioeconômico e as funções executivas ainda não foi inteiramente determinada. Uma forma de determinar causalidade nessa relação é estudar os resultados das intervenções que alteram os fatores do ambiente de vida da criança.

- Embora as diferenças nas funções executivas sejam hipoteticamente, no mínimo, parcialmente responsáveis pelas disparidades no desempenho escolar, serão necessários estudos mais aprofundados para determinar até que ponto as intervenções que melhoram as funções executivas levarão a melhorias em outros aspectos da vida da criança.

Conclusões

As evidências sugerem uma associação clara entre o status socioeconômico na infância e o desempenho das funções executivas. Essa associação parece ser mediada por aspectos do ambiente familiar, especialmente os fatores associados com a qualidade do relacionamento entre pais e filhos e sua capacidade de amortecer o stress. As pesquisas nessa área estão em seus estágios iniciais e os estudos atualmente em andamento aprofundarão nossa compreensão sobre a natureza da relação entre o status socioeconômico e as funções executivas e os fatores ambientais que contribuem para elas.

É importante notar que a existência de diferenças relacionadas ao status socioeconômico nas funções executivas e função cerebral não significa de nenhuma maneira que essas diferenças sejam inatas ou imutáveis. O cérebro é um órgão dotado de um alto grau de plasticidade; de fato, um conjunto de estudos recentes demonstra que os correlatos neurais de cognição podem ser alterados pela experiência ambiental.[37] Esperamos que a elucidação dos efeitos do status socioeconômico sobre o desenvolvimento cognitivo permita a aplicação de intervenções que envolvam processos cognitivos e fatores ambientais mais específicos e, em última análise, ajudem a reduzir as disparidades socioeconômicas.

Consequências

Até agora, as políticas sociais elaboradas para reduzir as disparidades de status socioeconômico têm sido direcionadas para o status socioeconômico em si ou para os resultados gerais de desempenho. Os estudos discutidos neste artigo revelam metas adicionais: os fatores que servem para mediar a relação entre o status socioeconômico e as funções executivas (por exemplo, o ambiente familiar), e as próprias funções executivas.

Um conjunto de estudos recentes[38] indica que as funções executivas em crianças podem melhorar por meio de intervenções. Entre as intervenções bem sucedidas estão softwares de treinamento, jogos, ioga e meditação, participação em atividades esportivas e currículos especializados em sala de aula; as crianças de famílias de baixa renda estão entre aquelas que apresentam melhorias mais significativas.

De que forma as políticas e os serviços podem combater as causas da lacuna entre o status socioeconômico e as funções executivas? Considerando que o ambiente familiar tem efeitos duradouros sobre o desenvolvimento do indivíduo, as políticas que levam em conta os ambientes mais amplos das crianças –ao invés de se concentrar somente nos contextos escolar e de cuidado infantil– podem ajudar. Em particular, os estudos de mediação indicam a necessidade de programas e intervenções que reduzam o stress parental e aumentem o acesso das crianças a atividades e recursos estimulantes do ponto de vista cognitivo.[39]

Referências

1. Adler NE, Boyce T, Chesney MA, Cohen S, Folkman S, Kahn RL, & Syme SL. Socioeconomic status and health: The challenge of the gradient. *American Psychologist.* 1994;49(1):15-24.
2. Gottfried AW, Gottfried AE, Bathurst K, Guerin DW, & Parramore MM. In: Bornstein, MH, Bradley RH, eds. *Socioeconomic Status, Parenting, and Child Development. Monographs in Parenting Series.* Mahwah, NJ, US: Lawrence Erlbaum Associates; 2003; 189-207.
3. Merikangas KR, He JP, Brody D, Fisher PW, Bourdon K, Koretz DS. Prevalence and treatment of mental disorders among US children in the 2001–2004 NHANES. *Pediatrics.* 2010; 125(1):75-81.
4. Shanahan L, Copeland W, Costello EJ, & Angold A. Specificity of putative psychosocial risk factors for psychiatric disorders in children and adolescents. *Journal of Child Psychology and Psychiatry.* 2008;49(1):34-42.
5. Sirin SR. Socioeconomic status and academic achievement: a meta-analytic review of research. *Review of Educational Research.* 2005;75(3):417-453.
6. Fritzell J, Ritakallio V. Societal shifts and changed patterns of poverty. *International Journal of Social Welfare.* 2010;19:S25-S41.
7. Blair C, Diamond A. Biological processes in prevention and intervention: the promotion of self-regulation as a means of preventing school failure. *Development and Psychopathology.* 2008; 20:899-911.
8. Evans GW, Rosenbaum J. Self-regulation and the income-achievement gap. *Early Child Research Quarterly.* 2008; 23(4):504-514.

9. Barch D. The cognitive neuroscience of schizophrenia. *Annual Review of Clinical Psychology*. 2005; 1:321-353.

10. Bush G, Valera EM, & Seidman LJ. Functional neuroimaging of Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder: A review and suggested future directions. *Biological Psychiatry*. 2005; 57:1273-128.

11. Morgan AB, Lilienfeld SO. A meta-analytic review of the relation between antisocial behavior and neuropsychological measures of executive function. *Clinical Psychology Review*. 2000; 20(1):113–136.

12. Rogers RD, Kasai K, Koji M, Fukuda R, Iwanami A, Nakagome K., et al. Executive and prefrontal dysfunction in unipolar depression: a review of neuropsychological and imaging evidence. *Neuroscience Research*. 2004; 50(1):1-11.

13. Williams JM, Watts, FM, Macleod C, & Mathews A. *Cognitive Psychology and Emotional Disorders* (2nd ed.). New York: John Wiley and Sons; 1997.

14. Miyake A, Friedman NP, Emerson MJ, Witzki AH, Howerter A, Wager T. The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex "frontal lobe" tasks: a latent variable analysis. *Cognitive Psychology*. 2000; 41(1):49-100.

15. Hauser RM. Measuring socioeconomic status in studies of child development. Child Development. 1994; 65:1541-1545.

16. Bradley RH, Corwyn RF. Socioeconomic status and child development. *Annual Review of Psychology*. 2002; 53(1):371-399.

17. Evans GW. The environment of childhood poverty. *American Psychologist*. 2004; 59(2):77-92.

18. D'AngiulliA, Weinberg J, Grunau R, Hertzman C, and Grebenkov P. Towards a cognitive science of social inequality: Children's attention-related ERPs and salivary cortisol vary with their socioeconomic status. Proceedings of the 30th Cognitive Science Society Annual Meeting. 211-216

19. Kishiyama, MM, Boyce WT, Jimenez AM, Perry LM, Knight RT. Socioeconomic disparities affect prefrontal function in children. *Journal of Cognitive Neuroscience*. 2008; 21(6):1106-1115.

20. Stevens C, Lauinger B, Neville H. Differences in the neural mechanisms of selective attention in children from different socioeconomic backgrounds: an event-related brain potential study. *Developmental Science*. 2009; 12(4):634-646.

21. Bradley RH, Corwyn RF, McAdoo HP, Coll CG. The home environments of children in the United States. Part 1: variations by age, ethnicity, and poverty status. *Child Development*. 2001; 72(6):1868-1886.

22. Rhoades BL, Greenberg MT, Lanza ST, Blair C. Demographic and familial predictors of early executive function development: contribution of a person-centered perspective. *Journal of Experimental Child Psychology*. 2011; 108(3): 638-662.

23. Farah MJ, Shera DM, Savage JH, et al. Childhood poverty: Specific associations with neurocognitive development. *Brain Research*. 2006; 1110(1): 166-174.

24. Noble KG, Norman MF, Farah MJ. Neurocognitive correlates of socioeconomic status in kindergarten children. *Developmental Science*. 2005; 8(1): 74-87.

25. Noble KG, McCandliss BD, Farah MJ. Socioeconomic gradients predict individual differences in neurocognitive abilities. *Developmental Science*. 2007; 10(4): 464-480.

26. Lipina SJ, Martelli MI, Vuelta B, Colombo JA. Performance on the A-not-B task of Argentinian infants from unsatisfied and satisfied basic needs homes. *International Journal of Psychology*. 2005; 39: 49-60.

27. Sarsour K, Sheridan M, Jutte D, Nuru-Jeter A, Hinsh S, Boyce WT. Family socioeconomic status and child executive functions: The roles of language, home environment, and single parenthood. *Journal of the International Neuropsychological Society*. 2011; 17(1): 120-132.

28. Blair C, Granger DA, Willoughby M et al. Salivary cortisol mediates effects of poverty and parenting on executive functions in early childhood. *Child Development*. 2011; 82(6): 1970-1984.

29. Hughes C, Ensor R. Executive function and theory of mind in 2 year olds: a family affair? *Developmental Neuropsychology* . 2005; 28(2): 645-668.

30. Lipina SJ, Martelli MI, Vuelta BL, Injoque-Ricle I, Colombo JA. Poverty and executive performance in preschool pupils from Buenos Aires city (Republica Argentina). *Interdisciplinaria*. 2004; 21(2): 153-193.

31. Mezzacappa E. Alerting, orienting, and executive attention: Developmental properties and sociodemographic correlates in an epidemiological sample of young, urban children. *Child Development*. 2004; 75(5): 1373-1386.

32. Wiebe SA, Sheffield T, Nelson JM, Clark CAC, Chevalier N, & Espy KA. The structure of executive function in 3-year-olds. *Journal of Experimental Child Psychology*. 2011; 108(3): 436-452.

33. Casey BJ, Giedd JN, Thomas KM. Structural and functional brain development and its relation to cognitive development. *Biological Psychology*. 2000; 54(1-3): 241-257.

34. Bernier A, Carlson SM, Whipple N. From external regulation to self-regulation: Early parenting precursors of young children's executive functioning. *Child Development*. 2010; 81(1): 326-339.

35. Bibok MB, Carpendale JIM, Muller U. Parent scaffolding and the development of executive function. *New Directions in Child and Adolescent Development*. 2009; 123: 17-34.

36. Hughes C, Ensor R. How do families help or hinder the emergence of early executive function? *New Directions in Child and Adolescent Development*. 2009; 123: 35-50.

37. Rosenzweig, MR. Effects of differential experience on the brain and behavior. *Developmental Neuropsychology*. 2003;24(2-3):523-540.

38. Diamond A, Lee K. Interventions shown to aid executive function development in children 4 to 12 years old. *Science*. 2011;333(6045):959 -964.

39. Hackman DA, Farah MJ, Meaney MJ. Socioeconomic status and the brain: mechanistic insights from human and animal research. *Nature Reviews Neuroscience*. 2010; 11: 651-659.

As Funções Executivas na Sala de Aula

Clancy Blair, PhD

NYU Steinhard, EUA

Janeiro 2013

Introdução

As funções executivas são as habilidades cognitivas envolvidas no controle e na coordenação das informações a serviço de ações voltadas para metas específicas.[1,2] Assim, as funções executivas podem ser definidas como um sistema supervisor importante para o planejamento, a capacidade de raciocínio e a integração de pensamento e ação.[3] Em um nível mais refinado, entretanto, as funções executivas, tal como têm sido estudadas nas publicações sobre o desenvolvimento cognitivo, têm sido vinculadas às habilidades específicas de processamento de informações inter-relacionadas que permitem a resolução de informações conflitantes; ou seja, memória de trabalho, definida como o armazenamento e a atualização das informações enquanto o indivíduo desempenha alguma atividade relacionada com elas; o controle inibitório, definido como a inibição da resposta prepotente ou automatizada quando o indivíduo está empenhado na execução de uma tarefa; e a flexibilidade mental, definida como a capacidade de mudar a postura de atenção e cognição entre dimensões ou aspectos distintos, mas relacionados, de uma determinada tarefa.[4,5,6,7]

Tópico

As funções executivas despertam um interesse cada vez maior para os pesquisadores do desenvolvimento infantil como um indicador geral da saúde e do bem-estar da criança e, específico, de autorregulação. O grau de capacidade que as crianças mais jovens demonstram para poder resolver adequadamente informações conflitantes e inibir respostas automáticas quando necessário é visto como um indicador da capacidade de reflexão e da habilidade para direcionar o comportamento utilizando um raciocínio voltado para o futuro. Essas habilidades devem, por sua vez, levar a um comportamento bem regulado e aumentar a adaptação a uma variedade de contextos. Durante as últimas duas décadas, diversos estudos demonstraram a viabilidade de avaliar as funções executivas em crianças mais jovens.[8,9,10] Da mesma forma, no mesmo período, vários estudos demonstraram que as funções executivas estão relacionadas de

modo significativo a muitos aspectos do desenvolvimento infantil, incluindo a competência socio-emocional[11,12] e a prontidão para o trabalho escolar na primeira infância.[13,14,15] Os estudos sobre o desenvolvimento do transtorno de déficit de atenção por hiperatividade (TDAH) e os problemas de comportamento, assim como as pesquisas sobre deficiências de aprendizado,[16] indicaram que as funções executivas podem ser um aspecto central desses distúrbios.[17]

Problemas

Existem várias questões relevantes para o estudo das funções executivas em crianças. Elas estão relacionadas principalmente com a construção da definição e da validade e com a necessidade de avaliações adequadas para uso longitudinal. Mais importante ainda, os estudos anteriores com amostras de adultos submetidos a diversas baterias de testes indicaram a existência de três fatores distintos mas inter-relacionados no desempenho das funções executivas, ou seja: a memória de trabalho, o controle inibidor e a flexibilidade de atenção.[18] Entretanto, um trabalho de avaliação semelhante feito com crianças mais jovens produziu evidência de somente um único fator subjacente associado às funções executivas.[19,20] Essas constatações levantaram questões sobre uma possível diferenciação das funções executivas de um único fator em distintos fatores na adolescência ou no início da vida adulta. Elas levantaram também outras questões sobre os limites inerentes à avaliação das funções executivas em crianças pequenas e a ideia de que tais avaliações podem se tornar mais precisas com a idade. Além disso, essas questões destacaram a necessidade de medidas de avaliação das funções executivas que possam ser usadas longitudinalmente com crianças. A maioria das medidas de avaliação das funções executivas apropriadas para uso com crianças mais jovens tende a diferenciar a habilidade dentro de uma faixa etária limitada com efeitos teto e chão em indivíduos mais velhos e mais jovens.[21] Entretanto, várias medidas de avaliação apropriadas para uso longitudinal foram desenvolvidas recentemente.[22,23]

Principais questões para estudo

Considerando que a evidência indica que as funções executivas são importantes para a prontidão para o trabalho escolar e que elas representam um aspecto central de autorregulação na criança, existem questões fundamentais relacionadas à identificação das influências relevantes no desenvolvimento das funções executivas e em sua maleabilidade. São de interesse particular as questões relacionadas às maneiras como a pobreza afeta o desenvolvimento das funções executivas e a ideia de que os efeitos da pobreza sobre ele poderiam explicar parcialmente as

disparidades no desempenho escolar nos primeiros anos e na prontidão para o trabalho escolar e relacionadas com o status socioeconômico.

Resultados de estudos recentes

Os resultados de alguns estudos recentes proporcionam perspectivas valiosas sobre o desenvolvimento das funções executivas na primeira infância. Várias medidas de avaliação apropriadas para uso longitudinal com crianças a partir dos 30 meses de idade foram desenvolvidas e estão sendo validadas. Entre elas, encontram-se uma versão da tarefa *Dimensional Change Card Sort* (DCCS), apropriada para uso longitudinal,[24] assim como uma avaliação conhecida como *Shape School*.[25] De forma semelhante, desenvolveu-se uma bateria de tarefas inovadora com diferentes tarefas designadas para medir a memória de trabalho, o controle inibitório e a flexibilidade de atenção.

Os estudos longitudinais de análise do desenvolvimento das funções executivas em crianças e de sua relação com múltiplos aspectos do desenvolvimento infantil têm levado a uma maior precisão na definição e avaliação das funções executivas em crianças. Vários estudos, utilizando diversos tipos de medidas, demonstraram associações nível moderado a alto entre a capacidade de função executiva e o desempenho escolar nos primeiros graus do ensino fundamental.[13,14,15,26,27] Mais importante ainda, essas associações foram observadas no controle de inteligência geral ou na verificação de indicadores do desempenho nos primeiros anos de vida, ou em ambos os casos. Na verdade, as avaliações das funções executivas atenuaram substancialmente ou levaram inteiramente em conta a variação dos resultados associados às avaliações da inteligência geral e da habilidade escolar nos primeiros anos de vida.

Os resultados de vários estudos, incluindo uma amostra longitudinal baseada numa população de crianças acompanhadas desde o nascimento em lares predominantemente de baixa renda indicaram que a qualidade dos cuidados dispensados pelos pais às crianças atua como elemento mediador dos efeitos do risco social e demográfico no desenvolvimento das funções executivas das crianças com três anos de idade.[28,29,30] Da mesma forma, os resultados do estudo longitudinal demonstram que a fisiologia do stress, tal como indicado pelos níveis do hormônio cortisol glicocorticoide em crianças, está relacionada às funções executivas e atua parcialmente como elemento mediador dos efeitos dos cuidados dispensados pelos pais e do risco nas funções executivas nos primeiros anos de vida.[29]

A demonstração das relações entre as experiências nos primeiros anos de vida e as funções executivas e entre as funções executivas e os resultados socio-emocionais e escolares deu origem a estudos de intervenção analisando as funções executivas como um alvo potencial dos esforços para promover a competência socio-emocional e escolar em crianças com um risco elevado de insucesso escolar. As constatações desses estudos são, geralmente, positivas, sugerindo ou indicando que as mudanças relacionadas ao programa em funções executivas servem até certo ponto de mediadores para os efeitos do programa em resultados escolares e comportamentais.[30,31,32]

Lacunas dos estudos

Entre as atuais lacunas na literatura, está a necessidade de uma maior precisão na avaliação longitudinal das funções executivas nos primeiros anos de vida, a identificação de indicadores precoces do desenvolvimento das funções executivas que possam ser medidos em bebês e crianças com até três anos e as evidências sobre a maleabilidade ou a capacidade de treinamento do desenvolvimento das funções executivas. Uma maior precisão da avaliação longitudinal das funções executivas levará a uma melhor compreensão do processo de desenvolvimento típico da habilidade das funções executivas e dos determinantes de mudança nas funções executivas. A identificação de indicadores do desempenho nos primeiros anos de vida pode ajudar a proporcionar informações sobre indicadores que possam ser usados para identificar os riscos às funções executivas e as dificuldades de autorregulação na primeira infância. Podemos esperar de forma razoável que os cuidados inovadores dos pais ou que os programas de assistência infantil possam aumentar as funções executivas na primeira infância. Uma lacuna central dos estudos sobre o desenvolvimento das funções executivas está relacionada com a questão de até que ponto elas podem ser modificadas pela experiência.

Conclusões

O número de estudos sobre as funções executivas na primeira infância aumentou exponencialmente na última década. Em geral, as publicações específicas sobre o construto indicam que as funções executivas podem ser medidas de forma confiável e válida na primeira infância e que as avaliações da habilidade das funções executivas estão significativamente relacionadas a múltiplos aspectos do desenvolvimento infantil, incluindo os resultados socio-emocionais e escolares. Dessa forma, os estudos realizados tendem a confirmar que o desenvolvimento das funções executivas é um indicador central das capacidades de prontidão

para o trabalho escolar. Além disso, os estudos sugerem que os déficits das funções executivas iniciais podem ser indicadores sensíveis de risco de dificuldades de aprendizado e, talvez, do risco de desenvolvimento precoce de psicopatologia. Entretanto, serão necessários mais estudos sobre o progresso do desenvolvimento das funções executivas, não somente na primeira infância, mas durante toda a infância e adolescência. Da mesma forma, serão necessários mais estudos relacionados dos aspectos relevantes dos ambientes familiares e escolares das crianças que podem incentivar ou impedir o desenvolvimento das funções executivas. Uma maior compreensão das influências experienciais sobre o desenvolvimento das funções executivas pode ser correlacionada com uma base crescente de estudos sobre a neurobiologia subjacente da cognição executiva.

Consequências para os pais, serviços e políticas

As evidências indicam que as funções executivas são relevantes para diversos aspectos do desenvolvimento saudável na infância. Essas evidências destacam uma necessidade constante de identificação dos aspectos específicos de experiência e abordagens pedagógicas específicas que exercitem as funções executivas. As evidências que associam as habilidades das funções executivas à prontidão para o trabalho escolar e ao desempenho escolar nos primeiros anos de vida sugerem a possibilidade de desenvolver novas abordagens curriculares ou de modificar as abordagens existentes nos programas da primeira infância e dos primeiros graus do ensino fundamental para se concentrar mais explicitamente nas habilidades das funções executivas. As evidências atuais sugerem que os programas da primeira infância voltados para a autorregulação podem ser eficazes na promoção das habilidades das funções executivas em crianças.[32,33] De fato, é possível que diversos tipos de atividades, desde a ioga ao treinamento mental, das artes marciais aos exercícios aeróbicos proporcionem amplos benefícios para as capacidades de mudança do foco de atenção, de controle dos impulsos e de memória de trabalho envolvidas nas funções executivas.

Referências

1. Fuster, J. M. (1997). *The prefrontal cortex. Anatomy, physiology and neuropsychology of the frontal lobe*. NY: Lippincott-Raven Press.
2. Miller, E. K., & Cohen, J. D. (2001). An integrative theory of prefrontal cortex function. *Annual Review of Neuroscience*, 24, 167-202.
3. Shallice, T., & Burgess, P. (1996). The domain of supervisory processes and temporal organization of behaviour. *Philosophical Transactions of the Royal Society B-Biological Sciences*, 351(1346), 1405-1411.

4. Davidson, M. C., Amso, D., Anderson, L. C., & Diamond, A. (2006). Development of cognitive control and executive functions from 4-13 years: Evidence from manipulations of memory, inhibition, and task switching. *Neuropsychologia*, 44, 2037-2078.
5. Diamond, A. (2002). Normal development of prefrontal cortex from birth to young adulthood: Cognitive functions, anatomy, and biochemistry. In D. Stuss & R. Knight (Eds.), *Principles of frontal lobe function* (pp. 466 – 503). New York: Oxford.
6. Garon, N., Bryson, S.E., & Smith, I.M. (2008). Executive function in preschoolers: a review using an integrative framework. *Psychological Bulletin*, 134, 31–60.
7. Zelazo, P. D., & Müeller, U. (2002). Executive function in typical and atypical development. In U. Goswami (Ed.), *Blackwell Handbook of Childhood Cognitive Development* (pp. 445–469). Oxford, UK: Blackwell Publishers.
8. Diamond, A., & Taylor, C. (1996). Development of an aspect of executive control: Development of the abilities to remember what I said and to ‘‘do as I say, not as I do.’’ *Developmental Psychobiology*, 29, 315 – 334.
9. Espy, K. A. (1997). The shape school: Assessing executive function in preschool children. *Developmental Neuropsychology*, 13(4), 495-499.
10. Zelazo, P.D. & Reznick, J.S. (1991). Age related asynchrony of knowledge and action. *Child Development*, 62, 719-735.
11. Carlson, S.M., Mandell, D.J., & Williams, L. (2004). Executive function and theory of mind: stability and prediction from age 2 to 3. *Developmental Psychology*, 40, 1105–1122.
12. Hughes, C. & Ensor, R. (2007). Executive function and theory of mind: Predictive relations from ages 2- to 4-years. *Developmental Psychology*, 43, 1447-1459.
13. Blair, C. & Razza, R. P (2007). Relating effortful control, executive function, and false belief understanding to emerging math and literacy ability in kindergarten. *Child Development*, 78, 647-663.
14. Bull, R., & Scerif, G. (2001). Executive functioning as a predictor of children's mathematics ability: Inhibition, switching, and working memory. *Developmental Neuropsychology*, 19(3), 273-293.
15. Espy, K. A., McDiarmid, M. M., Cwik, M. F., Stalets, M. M., Hamby, A., & Senn, T. E. (2004). The contribution of executive functions to emergent mathematic skills in preschool children. *Developmental Neuropsychology*, 26(1), 465-486.
16. Geary, D. C., Hoard, M., Byrd-Craven, J., Nugent, L. & Numtee, C (2007). Cognitive mechanisms underlying achievement deficits in children with mathematical learning disability. *Child Development*, 78, 1343-1359.
17. Arnsten, A. F., & Li, B. M. (2005). Neurobiology of executive functions: Catecholamine influences on prefrontal cortical functions. *Biological Psychiatry*, 57(11), 1377-1384.
18. Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzki, A. H., Howerter, A., & Wager, T. D. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex "frontal lobe" tasks: A latent variable analysis. *Cognitive Psychology*, 41(1), 49-100.
19. Wiebe, S. A., Espy, K. A., &Charak, D. (2008). Using confirmatory factor analysis to understand executive control in preschool children: I. Latent structure. *Developmental Psychology*, 44, 575-587.
20. Willoughby, M. T., Blair, C. B., Wirth, R. J., Greenberg, M., & the Family Life Project Investigators (2010). The measurement of executive function at age 3 years: Psychometric properties and criterion validity of a new battery of tasks. *Psychological Assessment*, 22, 306–317.
21. Carlson, S. A. (2005). Developmentally sensitive measures of executive function in preschool children. *Developmental Neuropsychology*, 28(2), 595-616.
22. Davidson, M. C., Amso, D., Anderson, L. C., & Diamond, A. (2006). Development of cognitive control and executive functions from 4-13 years: Evidence from manipulations of memory, inhibition, and task switching. *Neuropsychologia*, 44, 2037-2078.

23. Willoughby, M. T., Wirth, R. J., & Blair, C. B. (2011). Contributions of modern measurement theory to measuring executive function in early childhood: An empirical demonstration. *Journal of Experimental Child Psychology,* 108, 414-435.

24. Zelazo, P. D. (2006). The dimensional change card sort (DCCS): A method of assessing executive function in children. *Nature Protocols*, 1(1), 297-301.

25. Espy, K.A., Bull, R.B., Martin, J. & Stroup, W. (2006). Measuring the development of executive control with the Shape School. *Psychological Assessment*, 18, 373-381.

26. McClelland, M. M., Cameron, C. E.., Connor, C. M., Farris, C. L., Jewkes, A., M., & Morrison, F. J. (2007). Links between behavioral regulation and preschoolers' literacy, vocaculary and math skills. *Developmental Psychology*, 43, 947-959.

27. Welsh, J. A., Nix, R. L., Blair, C., Bierman, K. L., & Nelson, K. E. (2010). The development of cognitive skills and gains in academic school readiness for children from low-income families. *Journal of Educational Psychology*, 102(1), 43-53.

28. Bernier, A., Carlson, S.M., & Whipple, N. (2010). From external regulation to self-regulation: early parenting precursors of young children's executive functioning. *Child Development*, 81, 326–339.

29. Blair, C., Granger, D. Willoughby, M., Mills-Koonce, R., Cox, M., Greenberg, M.T., Kivlighan, K., Fortunato, C. & the FLP Investigators (2011). Salivary cortisol mediates effects of poverty and parenting on executive functions in early childhood. *Child Development*, 82, 1970-1984.

30. Hammond, S. I., Müller, U., Carpendale, J. I. M., Bibok, M. B., & Liebermann-Finestone, D. P. (2011). The effects of parental scaffolding on preschoolers' executive function. *Developmental Psychology*. Advance online publication. doi: 10.1037/a002551.

31. Bierman, K.B., Nix, R.L., Greenberg, M.T., Domitrovich, C., & Blair, C. (2008). Executive functions and school readiness intervention: Impact, moderation, and mediation in the Head Start – REDI program. *Development and Psychopathology*, 20, 821-843.

32. Diamond, A., Barnett, W. S., Thomas, J., & Munro, S. (2007). Preschool program improves cognitive control. *Science* 318(5855), 1387-1388.

33. Raver, C. C., Jones, S. M., Li-Grining, C. P., Zhai, F., Bub, K., & Pressler, E. (2011). CSRP's impact on low-income preschoolers' pre-academic skills: Self-regulation as a mediating mechanism. *Child Development.*82, 362-378.

Papel protetor das Habilidades das Funções Executivas em Ambientes de Alto Risco

Amanda J. Wenzel, BA Megan R. Gunnar, PhD

University of Minnesota, EUA

Abril 2013

Introdução

Recentemente, o campo de resiliência começou a focar o papel protetor das funções executivas no sucesso escolar de crianças que enfrentam adversidades. A função executiva, também denominada controle cognitivo, descreve as habilidades que visam controlar o comportamento, o pensamento e as emoções.[1] Essas habilidades podem ser observadas na capacidade de reter informações na memória de trabalho, manter ou alternar a atenção, inibir respostas automáticas para executar uma ação para a qual foram recebidas instruções ou com um objetivo específico, ou postergar gratificação.

As habilidades da FE se desenvolvem rapidamente no período pré-escolar[2] e são consideradas como sendo uma base para a aptidão cognitiva e comportamental na escola.[3] Na sala de aula, as habilidades das funções executivas podem se manifestar como a capacidade de prestar atenção, de seguir instruções, esperar a vez, e lembrar-se das regras. Essas habilidades têm demonstrado ser especialmente importantes para as crianças expostas ao stress nos primeiros anos de vida, e pesquisas recentes sugerem que as habilidades das funções executivas são mais preditivas da resiliência na escola e da interação entre pares do que o nível de inteligência.[4,5,6,7]

Embora estas habilidades sirvam de proteção para crianças em situação de alto risco, o desenvolvimento das habilidades das funções executivas pode ser prejudicado pela exposição ao trauma e ao stress crônico.[8] Crianças oriundas de distintos contextos adversos (por exemplo, famílias sem-teto/com alta mobilidade, pobreza, institucionalismo precoce, maus-tratos, etc.) tendem a ter déficits da função executiva.[6,7,9,10,11] Em conjunto, estes resultados sugerem a necessidade de reduzir a exposição ao stress crônico e de buscar desenvolver habilidades das funções executivas através da intervenção e de esforços de prevenção com as crianças.

Assunto

Jovens em situação de alto risco com habilidades das funções executivas mais desenvolvidas demostram melhores prontidão e desempenho cognitivo e comportamental na escola.[3,12] Aparentemente, essas habilidades permitem que as crianças lidem melhor com seu ambiente em constante mudança,[9,13] o que pode ser especialmente importante para crianças em desenvolvimento em ambientes caóticos.

No entanto, pesquisas recentes têm demostrado que as crianças expostas a altos níveis de adversidade podem estar menos preparadas para obter sucesso na escola, em parte devido aos déficits nas habilidades da função executiva.[6,7,9,10,11] Esses déficits podem minar as habilidades das crianças para conseguir ser bem sucedidas em termos acadêmicos e desenvolver relacionamentos positivos com os pares e professores.[12,14,15] Isso pode ter implicações de longo prazo para o sucesso escolar, visto que a diferença de desempenho tende a persistir e até mesmo ampliar-se ao longo dos anos de vida escolar.[16,17]

Considerando as evidências de que as habilidades das funções executivas podem ser modificadas através de intervenções, e que crianças que haviam demonstrado um desempenho inicial deficiente alcançaram melhores resultados,[18] os esforços recentes para melhorar a transição para a vida escolar de crianças em situação de alto risco têm se focado em construir habilidades das funções executivas antes do jardim de infância.[4,19]. Além disso, as pesquisas sugerem que as habilidades das funções executivas podem ser influenciadas por intervenções ao longo dos anos escolares.[18]

Problemas

Estudar o papel protetor da função executiva apresenta vários desafios. Em primeiro lugar, há poucos meios capazes de captar plenamente as habilidades das funções executivas das crianças que apresentam atraso no desenvolvimento dessas habilidades. Visto que a exposição ao stress crônico nos primeiros anos de vida tem sido associada ao comprometimento das habilidades da função executiva em algumas crianças,[8] é fundamental ser capaz de medir uma vasta gama de funcionamentos para capturar integralmente a variação dessas habilidades.

As atuais intervenções para melhorar as habilidades das funções executivas empregam diversos métodos, incluindo treinamento, currículo da sala de aula, ou atividade física.[18] Embora esses programas sugiram que as habilidades das funções executivas sejam flexíveis, eles também demostram um sucesso diversificado na melhoria das habilidades.[20,21,22,23,24] Os programas que

utilizam treinamento de base computacional dão esperanças de melhorar as habilidades das funções executivas, no entanto, as melhorias são específicas do domínio treinado (por exemplo, memória de trabalho) e não parecem se expandir para outras áreas mais gerais da função executiva.[18]

Outros programas destinados a aumentar as habilidades das funções executivas integram atividades da função executiva ao cotidiano das crianças, tais como o programa pré-escolar Tools of the Mind.[25] Com esse programa, as crianças são incentivadas a utilizar a fala privada ou lembretes visuais (por exemplo, um desenho de uma orelha, para lembrá-los que elas precisam ouvir ou prestar atenção) para desenvolver habilidades de controle inibitório. Os resultados iniciais sugeriram que as crianças dessas salas de aula desenvolvem melhor as habilidades da função executiva.[26] No entanto, estudos recentes não conseguiram replicar essas constatações,[27] sugerindo possíveis desafios com o programa ou com a fidelidade de implementação.

Principais Questões de Pesquisa

Estudos de desenvolvimento concebidos para entender o papel protetor da função executiva, muitas vezes, abordam as seguintes questões:

Qual é o mecanismo através do qual a função executiva prepara as crianças para o sucesso escolar?

O que ajuda a promover as habilidades das funções executivas em crianças mais jovens que apresentam defasagens?

O que ajuda a proteger essas habilidades do stress crônico?

Resultados Recentes de Pesquisas

As pesquisas, de forma consistente, indicam que as crianças com habilidades das funções executivas mais desenvolvidas antes de entrarem para o jardim de infância apresentam um melhor desempenho escolar.[6,7] Para o desempenho acadêmico, essas habilidades podem servir de trampolim para o sucesso relacionado à linguagem e à matemática.[12] De fato, em uma amostra de crianças de famílias de baixa renda, os pesquisadores descobriram que as habilidades das funções executivas anteriores ao jardim de infância são prognosticadoras de maior crescimento das habilidades matemáticas e de alfabetização em todo o jardim de infância.[12] Uma transição bem sucedida para a escola pode ser particularmente crítica para as crianças que tenham

enfrentado altos níveis de adversidade, e que podem estar em risco de apresentar um desempenho escolar mais baixo.

Além de fornecer uma base cognitiva para o aprendizado, as habilidades das funções executivas também podem dar suporte ao sucesso acadêmico através da promoção do comportamento adequado na sala de aula.[3] Muitos professores do jardim de infância relatam que é mais importante que as crianças saibam se controlar na sala de aula, seguir instruções e não provocar tumultos do que conhecer o alfabeto ou saber contar até 20.[3] Isso sugere que os professores podem achar que as crianças com melhores habilidades das funções executivas são mais fáceis de ser ensinadas do que as crianças mais distraídas e mais propensas a tumultuar.[3]

Além disso, as habilidades das funções executivas podem promover o desenvolvimento de relacionamentos positivos com o professor e seus pares.[28] Os estudos sugerem que há uma sobreposição entre o desenvolvimento da função executiva e a Teoria da Mente (em inglês, ToM), que é a capacidade de identificar que os desejos e conhecimentos dos outros são diferentes dos nossos. Essas habilidades estão associadas a níveis mais baixos de agressão, melhor habilidades de resolução de problemas e habilidades sociais positivas.[29,30] Além disso, a capacidade de adiar a gratificação pode estar vinculada à capacidade das crianças para regular a frustração e o stress.[31,32]

Lacunas da Pesquisa

Atualmente, há poucas pesquisas sobre a eficácia das intervenções para aumentar as habilidades das funções executivas em crianças em situações de alto risco. Ao desenvolver intervenções para essas crianças, pode ser fundamental considerar que as crianças oriundas de contextos adversos variados podem, de forma consistente, apresentar deficiências na função executiva.[6,7,9,10,11] No entanto, é importante lembrar que as necessidades de intervenção e as respostas das crianças com diferentes experiências podem variar. Para as crianças que, atualmente, estão sujeitas ao stress crônico (por exemplo, de famílias sem-teto/com alta mobilidade), não está claro se é viável se concentrar nas habilidades da função executiva antes de reduzir o stress e desenvolver habilidades de enfrentamento. É necessário haver mais pesquisas para saber qual é a melhor forma de adaptar as intervenções para considerar as necessidades das crianças com diferentes experiências.

Conclusões

Consistentemente, há estudos que sugerem que a exposição ao trauma ou ao stress crônico nos primeiros anos de vida pode prejudicar o desenvolvimento das habilidades da função executiva.[6,7,9,10,11] Essas habilidades parecem fornecer a base para a preparação para a vida escolar através da cognição e do comportamento.[3,12] As crianças com melhores habilidades das funções executivas podem ser mais fáceis de ser ensinadas.[3] De fato, em uma amostra com crianças em situação de alto risco, as crianças com melhores habilidades das funções executivas no início do jardim de infância demostraram melhores resultados em relação à alfabetização e números do que as crianças com habilidades iniciais mais deficientes.[12] Considerando que há evidências de que a defasagem de desempenho persiste e pode até mesmo se ampliar ao longo dos anos escolares,[16,17] é fundamental que as crianças em situação de alto risco comecem sua vida escolar com o maior índice de sucesso possível.

Por esta razão, tem sido dada uma atenção crescente às intervenções que promovam a função executiva. Embora haja evidências de que a função executiva é flexível,[18,33] há poucas intervenções que tenham tentado promover as habilidades em crianças que apresentam níveis de stress tóxico. Os esforços para elaborar intervenções que promovam a função executiva nessas crianças podem precisar abordar a exposição aos níveis de stress existente e, simultaneamente, trabalhar para reduzi-lo para obter o máximo benefício.

Implicações para os Pais, Serviços e Plano de Ação

As pesquisas realizadas até hoje mostram a importância das habilidades das funções executivas para o sucesso escolar, especialmente para crianças que vivem em ambientes de alto risco. Os programas destinados a estimular a função executiva têm apresentado êxito em múltiplos níveis, incluindo o currículo escolar, treinamento baseado em computador, e até mesmo atividades físicas, como artes marciais.[18,33,34] Como no treinamento baseado em computador, os pais podem ser capazes de promover essas habilidades com jogos que exijam mudanças na conversação/direção, habilidades de atenção e memória. Além disso, o tratamento sensível das crianças pode promover essas habilidades, protegendo-as em algum grau do caos por qual elas estão passando.[35]

As habilidades das funções executivas também foram focadas com sucesso através do currículo escolar na pré-escola[26] e do programa escolar Head Start.[4,34] Evidências experimentais sugerem que os programas para a primeira infância, como o Head Start, podem conseguir construir com sucesso habilidades das funções executivas, fornecendo mais suporte de auto-regulação na sala

de aula (por exemplo, implementando regras e rotinas claras, redirecionando ou recompensando o comportamento das crianças).[34] A atenção crescente às habilidades das funções executivas nos programas da primeira infância pode reduzir a defasagem de desempenho aparente antes do início da vida escolar e que persiste ao longo dos anos escolares.

Referências

1. Best JR, 1. Miyake A, Friedman NP, Emerson MJ, Witzki AH, Howerter A, Wager T. The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex "frontal lobe" tasks: A latent variable analysis. *Cognitive Psychol.* 2000;41:49-100.
2. Zelazo PD, Anderson JE, Richler J, Wallner-Allen K, Beaumont JL, Weintraub S. NIH toolbox cognitive function battery (CFB): Measuring executive function and attention. *Monogr Soc Res Child.* In press.
3. Blair C. School readiness: Integrating cognition and emotion in a neurobiological conceptualization of children's functioning at school entry. *Am Psychol.* 2002;57:111-127.
4. Bierman KL, Nix RL, Greenberg MT, Blair C, Domitrovich CE. Executive functions and school readiness intervention: Impact, moderation, and mediation in the Head Start REDI program. *Developmental Psychopathol.* 2008;20:821-843.
5. Bierman KL, Domitrovich CE, Nix RL, et al. (2008). Promoting academic and social-emotional school readiness: The Head Start REDI program. *Child Dev*. 2008;79:1802-1817.
6. Masten AS, Herbers JE, Desjardins CD, et al. Executive function skills and school success in young children experiencing homelessness. *Educational Res*. 2012;41:375-384.
7. Obradovic J. Effortful control and adaptive functioning of homeless children: Variable-focused and person-focused analyses. *J App Dev Psychol*. 2010;31:109-117.
8. Pechtel P, Pizzagalli DA. Effects of early life stress on cognitive and affective function: An integrated review of human literature. *Psychopharmacology(Berl)*. 2011;214:55-70.
9. DePrince AP, Weinzierl KM, Combs MD. Executive function performance and trauma exposure in a community sample of children. *Child Abuse Neglect.* 2009;33:353-361.
10. Loman MM, Johnson AE, Westerlund A, et al. The effect of early deprivation on executive attention in middle childhood.*J Child Psychol Psyc.*2012;54:37-45.
11. Pears KC, Fisher PA, Bruce J, Kim HK, Yoerger K. Early elementary school adjustment of maltreated children in foster care: The role of inhibitory control and caregiver involvement. *Child Dev.* 2010;81:1550-1564.
12. Welsh JA, Nix RL, Blair C, Bierman KL, Nelson, KE. The development of cognitive skills and gains in academic school readiness for children from low-income families. *J Educ Psychol.* 2010;102:43-53.
13. Willcutt, EG, Brodsky K, Chhabildas N, et al. The neuropsychology of ADHD: Validity of the executive function hypothesis. In: Gozal D, Molfese DL, eds. *Attention deficit hyperactivity disorder: From genes to patients*. 3rd ed. Totowa, NJ: Humana Press;205:185-213.
14. Liew, J. Effortful control, executive functions, and education: Bringing self-regulatory and social-emotional competences to the table. *Child Dev Perspect.* 2011;6:105-111.
15. McClelland MM, Cameron CE, Connor CM, Farris CL, Jewkes AM, Morrison FJ. Links between behavioral regulation and preschoolers' literacy, vocabulary, and math skills. *Dev Psychol*. 2007;43:947–959.
16. Cutuli JJ, Desjardins CD, Herbers JE, et al. Academic achievement trajectories of homeless and highly mobile students: Resilience in the context of chronic and acute risk.*Child Dev*. In press.

17. Herbers JE, Cutuli JJ, Supkoff LM, et al. Early reading skills and academic achievement trajectories of students facing poverty, homelessness, and high residential mobility. *Educational Res*. 2012;41:366-365.

18. Diamond A, Lee K. Intervention shown to aid executive function development in children 4-12 years old. *Science*. 2011;333:959-964.

19. Blair C, Razza RP. Relating effortful control, executive function, and false belief understanding to emerging math and literacy ability in kindergarten. *Child Dev*. 2007;78:647-663.

20. Holmes J, Gathercole SE, Dunning DL. Adaptive training leads to sustained enhancement of poor working memory in children. *Developmental Sci*. 2009;12:F9-F15.

21. Holmes J, Gathercole SE, Place M, Dunning DL, Hilton KA, Elliott JG. *Appl Cognitive Psych*. 2010;24:827-836.

22. Klingberg T, Fernell E, Olesen P, et al. Computerized training of working memory in children with ADHD- a randomized, controlled trial. *J Am Acad Child Adolesc Psychiatry.* 2005;44:177-186.

23. Bergman-Nutley S, Söderqvist S, Bryde S, Thorell LB, Humphreys K, Klingberg T. Gains in fluid intelligence after training non-verbal reasoning in 4-year-old children: a controlled randomized study. *Dev Sci.* 2011;14:591-601.

24. Thorell LB, Lindqvist S, Bergman-Nutley S, Bohlin G, Klingberg T. Training and transfer effects of executive functions in preschool children. *Dev Sci.* 2009;12:106-113.

25. Bodrova E, Leong DJ. *Tools of the Mind: The Vygotskian approach to early childhood education*. ed. 2. New York: Merrill/Prentice Hall; 2007.

26. Diamond A, Barnett WS, Thomas J, Munro S. Preschool program improves cognitive control. *Science*. 2007;318:1387-1388.

27. Wilson SJ, Farran DC. Experimental evaluation of the Tools of the Mind preschool curriculum. Paper presented at the Society for Research on Educational Effectiveness; March 2012; Washington, DC.

28. Riggs NR, Jahromi LB, Razza RP, Dillworth-Bart JE, Mueller U. J *Appl Dev Psychol.* 2006;27:300-309.

29. Capage L, Watson AC. Individual differences in theory of mind, aggressive behavior, and social skills in young children. *Early Educ Dev.* 2001;12:613–628.

30. Jenkins JM, Astington JW. Theory of mind and social behavior: Causal model tested in a longitudinal study. *Merrill Palmer Quart*. 2000;46:203-220.

31. Mischel W, Shoda Y, Rodriguez ML. Delay of gratification in children. *Science*. 1989;244:933-938.

32. Sethi A, Mischel W, Aber JL, Shoda Y, Rodriguez, ML. The role of strategic attention deployment in development of self-regulation: Predicting preschoolers' delay of gratification from mother – toddler interactions. *Dev Psychol.* 2000;36:767–777.

33. Zelazo PD, Carlson SM. Hot and cool executive function in childhood and adolescence: Development and plasticity. *Child Dev Perspect.* 2012;6:354-360.

34. Raver CC, Jones SM, Li-Grining C, Zhai F, Bub K, Pressler E. CSRPs impact on low-income preschoolers' preacademic skills: Self-regulation as a mediating mechanism. *Child Dev.* 2011;82:362-378.

35. Lewis-Morrarty E, Dozier M, Bernard K, Terraciano SM, Moore SV. Cognitive flexibility and theory of mind outcomes among foster children: Preschool follow-up results of a randomized clinical trial. *J Adolescent Health*. 2012;51:S17-S22.

Controle cognitivo e autorregulação em crianças pequenas: Maneiras de melhorá-los e por que [exibição de slides]

Adele Diamond, PhD, FRSC

Professor de Neurociência Cognitiva do Desenvolvimento, titular da Cátedra de Pesquisa do Canadá, Tier 1 da University of British Columbia (UBC), Canadá

Janeiro 2013

Apresentada na conferência internacional *School Readiness and School Success: from Research to Policy and Practice*. 12-13 de novembro de 2009, Quebec, Província de Quebec, Canadá

Faça o download da versão PDF desta apresentação de slides