

FUNCIONES EJECUTIVAS

El funcionamiento ejecutivo durante la infancia y la niñez

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

University of Colorado at Boulder, EE.UU.

Enero 2013

Introducción

Las funciones ejecutivas se refieren a un conjunto de procesos cognitivos que sustentan la regulación de los pensamientos, emociones y comportamientos. Las funciones ejecutivas nos ayudan a alcanzar metas en nuestra vida diaria, sea que estemos planeando unas vacaciones, controlando nuestra ira o realizando varias tareas a la vez. Se desarrollan dramáticamente durante la infancia y la niñez,^{1,2} y predicen éxitos futuros en estudios, salud e ingresos.³ También admiten entrenamiento bajo ciertas condiciones.⁴ Al mismo tiempo, las funciones ejecutivas son altamente heredables,⁵ lo que quiere decir que las diferencias genéticas entre individuos contribuyen a diferencias entre individuos en funciones ejecutivas. Además, estas diferencias son estables a lo largo del desarrollo.^{6,7} El bajo funcionamiento ejecutivo durante la niñez predice el bajo funcionamiento ejecutivo en décadas más tarde. Se observan deterioros en funciones ejecutivas en niños con antecedentes de baja condición socioeconómica,⁸ y en una variedad de afecciones clínicas, incluyendo trastorno por déficit de atención con hiperactividad,⁹ autismo¹⁰ y depresión.¹¹

Materia

Los límites en el funcionamiento ejecutivo pueden llevar a mostrar los niños como tercos y traviesos, como cuando insisten en que no necesitan un abrigo para salir a jugar en la nieve, o al sacar una galleta a pesar de las advertencias repetidas de que no la podrán tener hasta después del almuerzo. Las funciones ejecutivas son predictivas de repercusiones futuras en la vida. Las diferencias individuales en funciones ejecutivas al inicio del jardín infantil predicen logros académicos futuros, y pueden ser más críticos para el éxito temprano que la familiaridad con los números y las letras.¹²⁻¹⁴ Los comportamientos auto-regulatorios predicen habilidades sociales, relaciones con profesores y pares, compromiso escolar, salud, riqueza y criminalidad en la vida más tarde.^{3,15} Bajo ciertas condiciones, las funciones ejecutivas pueden ser sometidas a entrenamiento. Los programas de preescolar desarrollados para mejorar la disposición escolar cognitiva y de

comportamiento han conducido a mejoras en funciones ejecutivas, como ocurrió con una variedad de intervenciones en la escuela primaria.¹⁶⁻¹⁸ Los aeróbicos, las artes marciales, el yoga, la danza en intervenciones de juegos seleccionados también han sido asociados a mejoras en funciones ejecutivas en los niños.⁴ Las intervenciones de entrenamiento pueden ayudar a reducir o eliminar las deficiencias de funciones ejecutivas observadas en niños con antecedentes de condiciones socioeconómicas bajas,^{19,20} aunque los estudios ecológicos que examinan los efectos de intervención a nivel de la población, vendrán próximamente.

Problemática

Las funciones ejecutivas son complejas, e implican desafíos para medir y supervisar cambios en desarrollo en ellas. Abarcan una variedad de procesos cognitivos de más alto nivel, incluyendo la planeación, toma de decisiones, mantenimiento y manejo de información en memoria de trabajo, supervisión del entorno en busca de información pertinente en cuanto a objetivos, cambio de una tarea a otra, y la inhibición de pensamientos, sensaciones y acciones no deseadas. Además, estos procesos de más alto nivel dependen de procesos cognitivos, perceptuales y motores de más bajo nivel, lo que dificulta la medición de las funciones ejecutivas puramente.^{21,22} Por ejemplo, la habilidad de una persona para resistirse al chocolate cuando está a dieta refleja no sólo su habilidad de inhibir el impulso de comerlo, pero también su hambre y las razones para la dieta. Esta dificultad en la medición de las funciones ejecutivas aisladamente también conduce a dificultades en la medición de cambios en éstas a lo largo del desarrollo. Se están desarrollando procesos al igual que funciones ejecutivas de más bajo nivel, lo que implica desafíos para el diseño de medidas de funciones ejecutivas que se puedan utilizar con personas de una variedad de edades. ¡Por ejemplo, los cambios en inhibición desde la infancia hasta la edad adulta no se pudieron rastrear mediante la medición de cambios en la habilidad de plegarse a una dieta! Como resultado de ello, los investigadores a menudo han utilizado diferentes medidas de funcionamiento ejecutivo con diferentes grupos de edades, por ejemplo, la medición de la inhibición infantil en el contexto del mantenimiento de la atención frente a distractores,²³ y la inhibición de los niños en el contexto de un juego tipo “Simón dice”, en donde los comportamientos de los adultos son habitualmente imitados, pero en cambio, a veces se debería hacer lo contrario.²⁴ La diferencias entre medidas hacen que sea difícil sacar conclusiones firmes acerca de los cambios de desarrollo en el funcionamiento ejecutivo.

Contexto de la investigación

El estudio de las funciones ejecutivas y su desarrollo está avanzando rápidamente. El uso de métodos de la neurociencia, incluyendo neuro-imagen funcional, electroencefalografía y modelos computarizados, están proporcionando ideas generales sobre los cambios cerebrales que sustentan el desarrollo del funcionamiento ejecutivo.^{2,25-27} Teniendo en cuenta la dificultad para aislar la medida del funcionamiento ejecutivo durante las tareas experimentales, los investigadores han desarrollado un conjunto de tareas que exigen el uso del funcionamiento ejecutivo, pero estas tareas difieren entre sí en otros aspectos. Por ejemplo, un conjunto de tareas de inhibición puede incluir una tarea que requiere que los niños enfoquen su atención en algo e inhibir el impulso de mirar a otro objeto que distrae, y otra tarea que requiere que los niños digan el color de una palabra sobre una pantalla (por ejemplo, la palabra “verde” impresa en tinta azul) y se abstengan de leer la palabra en sí. Se puede utilizar técnicas estadísticas para extraer lo que es común en desempeño en todas esas tareas, para proporcionar una medida más pura de las funciones ejecutivas.⁵ Para abordar la dificultad en la comparación del funcionamiento ejecutivo a lo largo de las edades, los investigadores han desarrollado medidas que se pueden cambiar ligeramente para manejar las exigencias de las funciones ejecutivas,

mientras mantienen sin modificar todos los otros aspectos de la tarea. Por ejemplo, en una tarea donde se les exige a los niños que inhiban su impulso de mirar a algo que distrae, el número de elementos distractores puede aumentar con la edad. Dichas medidas proporcionan sensibilidad dentro de una amplia gama de edades, lo que le permite a los investigadores ver cambios cuantitativos en el desempeño para rastrear el desarrollo de las funciones ejecutivas.¹

Preguntas claves de la investigación

- ¿Qué desarrollos se observan en las funciones ejecutivas durante la infancia y la niñez?
- ¿Qué impulsa estos desarrollos?
- ¿Por qué las funciones ejecutivas predicen el funcionamiento futuro y la inteligencia general?

Resultados recientes de investigaciones

Parece que los procesos componentes del funcionamiento ejecutivo llegan a ser más especializados durante el desarrollo: en la primera infancia, los niños usan los mismos procesos cognitivos en todas las situaciones que requieren control, mientras que desde mediados de la niñez en adelante, esos procesos se especializan progresivamente para convertirse en componentes tales como, suprimir una acción habitual, o cambiar entre múltiples tareas.^{21,28,29} El funcionamiento ejecutivo también puede llegar a ser más auto-dirigido (de manera que los niños dependen cada vez menos de otras personas), y cambian de control reactivo (con niños que se ajustan a los eventos mientras vayan ocurriendo) a control proactivo (con niños que se anticipan y se preparan para eventos que se acercan).² Por ejemplo, los niños más jóvenes tienen la tendencia de estudiar para un examen a último minuto y sólo cuando sus padres se lo recuerdan, mientras que los niños de mayor edad pueden empezar a estudiar con anticipación a eventos potenciales. Los cambios en el funcionamiento ejecutivo son impulsados en parte por una habilidad creciente de mantener en mente metas apropiadas (por ejemplo, de seguir estudiando a pesar de la tentación de jugar videojuegos), pero también por habilidad creciente de los niños de supervisar su propio entorno para determinar cuáles comportamientos son apropiados (por ejemplo, estudiar hoy es importante para el examen de mañana).^{30,31} Estas mejoras están acompañadas de actividades más fuertes con la edad en una red neural ampliamente distribuida que abarca la corteza pre-frontal, la corteza parietal y los ganglios basales, con creciente conectividad entre estas regiones y variaciones en patrones de activación a lo largo del desarrollo.^{25,27}

Brechas en la investigación

Hasta la fecha, nuestra comprensión de las interacciones genes-entorno en el funcionamiento ejecutivo sigue siendo limitada: sabemos muy poco sobre la manera como las experiencias del entorno influyen en la expresión de los genes que sustentan las funciones ejecutivas, al igual que sobre la manera cómo las variables genéticas influyen en las características del entorno que pueden tener impacto sobre las funciones ejecutivas.⁵ Además, la investigación ha hecho énfasis en los cambios cuantitativos en la eficiencia de los procesos subyacentes del funcionamiento ejecutivo, asumiendo que todos los niños usen los mismos procesos o estrategias que fueron aplicadas con más éxito con la edad. Aún, las estrategias pueden cambiar con la edad y entre niños de la misma edad, dando surgimiento potencialmente a diferentes caminos de desarrollo de funcionamiento ejecutivo. La variabilidad de estrategias está básicamente por explorar.^{32,33} Finalmente, se necesita más trabajo para comprender cabalmente cuáles cambios cerebrales sustentan cambios en el

funcionamiento ejecutivo, en particular durante la primera infancia, y cómo dichos cambios cerebrales conducen a cambios en el funcionamiento ejecutivo.²

Conclusiones

Aunque las funciones ejecutivas son complejas y difíciles de medir, se ha hecho un progreso significativo en la comprensión de estos procesos cognitivos fundamentales de más alto nivel durante la infancia y la niñez – Cómo cambian durante el desarrollo, cómo influyen en el comportamiento, qué aspectos predicen repercusiones de la vida en el futuro, y qué tipo de experiencias pueden tener influencia sobre este curso del desarrollo. Este trabajo ha subrayado el papel esencial de las funciones ejecutivas en el desarrollo de los niños. Muchos interrogantes quedan por abordar mediante más investigaciones en el campo del comportamiento y la neurociencia. Estos interrogantes incluyen la manera como la trayectoria del desarrollo del funcionamiento ejecutivo varía de un niño a otro y las consecuencias de dicha variación, las razones por las cuales las funciones ejecutivas predicen repercusiones de la vida en el futuro, y cómo las influencias genéticas y del entorno y los cambios cerebrales resultantes conducen a las mejoras dramáticas en funciones ejecutivas observadas a lo largo de la infancia y la niñez. Una mejor comprensión del desarrollo de la función ejecutiva será crucial para el mejoramiento de los programas de capacitación, las estrategias de intervención, y las herramientas de diagnóstico temprano diseñadas para maximizar el potencial de los niños hacia logros académicos y éxitos en el futuro.

Implicaciones padres, servicios y política

Cuando los niños hacen cosas que no deberían, o parece que no están escuchando, no significa que necesariamente sean tercos o traviosos. Incluso cuando los niños están altamente motivados para comportarse correctamente, los límites en su funcionamiento ejecutivo pueden restringir su habilidad de hacerlo. Si no se abordan, las deficiencias en las funciones ejecutivas predicen logros académicos disminuidos, y podrían ayudar a explicar las brechas persistentes en cuanto a logros educativos entre estudiantes de alta y baja condiciones socioeconómicas. Los encargados de formular políticas, que disponen de recursos limitados, podrían enfrentar dificultades a la hora de escoger entre intervenciones disponibles con el objetivo de mejorar las funciones ejecutivas. Sin embargo, los datos que comparan la eficacia de diversas intervenciones son limitados, las intervenciones pueden tener impacto sobre niños de diferentes edades y trayectorias de desarrollo de manera distinta, y algunos programas han sido mejorados a partir de estudios de demostración para convertirse en intervenciones para todo un sistema. Las mejoras en las herramientas de diagnóstico temprano y los esfuerzos para determinar el impacto de las intervenciones a largo plazo en la primera infancia y el periodo intermedio de la niñez ayudarán a precisar el tiempo y la administración óptima de las intervenciones.

Referencias

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. Heavyside 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.