ЭНЦИКЛОПЕДИЯ
раннего детского
развития

УПРАВЛЯЮЩИЕ ФУНКЦИИ

Размышления о развитии управляющих функций Комментарии к статьям: Кнапп и Мортон, Мунаката и соавт., Руеда и Паз-Алонсо, Бенсон и Саббах, Блэр, Хук и соавт

Филип Дэвид Зелазо, PhD

Институт развития ребенка, Университет Миннесоты, США

января 2013 г.

Введение

Управляющая функция (УФ) у детей в настоящий момент считается ключевым аспектом развития человека. Интерес к развитию УФ значительно вырос за последнее десятилетие, отчасти потому, что было установлено, что индивидуальные различия в УФ, зафиксированные в детстве, определяют целый ряд возрастных показателей, включая готовность к школе, социальное функционирование, успеваемость и даже психическое и

физическое здоровье.[1] Действительно, нарушения УФ являются характерными особенностями многих расстройств, начинающихся в детском возрасте, включая СДВГ, аутизм и расстройство поведения. Однако в то же время в ходе исследований УФ были получены доказательства их значительной пластичности или податливости, и УФ начали становиться основной мишенью мер, направленных на обеспечение здорового развития. В статьях, включенных в данный раздел,[2-7] представлен краткий обзор основных тем последних исследований УФ, определяются вопросы будущих исследований и четко объясняется, почему изучение УФ и их развития так важно как для общего научного понимания поведения человека, так и для направленных усилий улучшить жизнь детей.

Исследования и выводы

Следующие пять вопросов являются главными среди множества проблем, поднимаемых в этих статьях.

1. Как оценить УФ в детстве и на протяжении всей жизни?

Blair[2] подчеркивает необходимость разработки “методов, подходящих для лонгитюдных исследований”, а Knapp and Morton[3] отмечают, что “задания, которые используются для тестирования УФ в одном возрасте, обычно не подходят для тестирования УФ в более позднем возрасте.” Munakata и соавт.[6] также поднимают эту проблему. Важно иметь методы, которые можно использовать для тестирования людей разных возрастов, если мы хотим сравнить УФ у людей с разным уровнем способностей, зависящим от возраста или нет. Такие методы развивают наше понимание структуры УФ и в то же время опираются на него.

Крупным методическим достижением в этой области стало введение нового набора тестов для оценки когнитивных способностей, взятых из исследовательского инструментария Национальных институтов здравоохранения (НИЗ), предназначенного для оценки неврологических и поведенческих функций,[8,9] который включает методы измерения трех ключевых аспектов УФ: когнитивной гибкости, тормозящего контроля и рабочей памяти. Эти методы включают, соответственно, вариант теста сортировки карточек с изменением измерения (Dimensional Change Card Sort),[10] вариант фланговой задачи Эриксенов (Eriksen flanker task), созданной на основе теста нейросетей внимания (Attention Network Task),[11] и задание по сортировке (List Sorting task), созданное на основе испанской и английской

шкалы нейропсихологической оценки (Neuropsychological Assessment Scales).[12] Методы НИЗ для оценки УФ короткие (каждый занимает не более пяти минут) и подходят для использования в повторных испытаниях (с минимальным эффектом тренировки) для участников на протяжении всей их жизни. Результаты валидизации комплекса методов НИЗ (N = 476) не только подтвердили, что данные методики надежны и эффективны, но и позволили добыть уникальную информацию о структуре УФ в различных возрастах (от 3 до 85 лет).[13] В общем, было получено достаточно данных, свидетельствующих о растущей дифференциации между УФ и другими видами когнитивных функций, что также говорит об усилении специализации, что соответствует представлению о нейрокогнитивном развитии как об интерактивной специализации функций.[14]

Однако одна вещь, которой не хватает в комплексе методов НИЗ – это метод оценки “горячих” УФ. Как отмечают Rueda and Paz-Alonso,[4] существует важное различие между более “холодными” когнитивными формами УФ, которые проявляют себя в спокойных ситуациях, и более “горячими”, эмоциональными формами УФ, которые играют ключевую роль в мотивационно важных ситуациях.[15] Первые больше зависят от нейронных сетей, включающих в себя боковые участки префронтальной коры головного мозга (ПФК, например, ростролатеральную зону ПФК), в то время как последние зависят от нейронных сетей, включающих передние (вентральные) и медиальные участки префронтальной коры (например, орбитофронтальную зону, которая участвует в переоценке эмоциональной или мотивационной значимости стимулов).

2. Что мы узнали о УФ, изучая мозг?

Исследования с использованием одного и того же метода оценки УФ на протяжении всей жизни показывают, что их развитие проходит наиболее быстро в дошкольном возрасте, однако ускоряется во время перехода к подростковому возрасту.[9] Оба периода характеризуются относительно быстрыми изменениями не только в поведении, но и в структуре и функций нейронных сетей ПФК, относящихся к УФ, которые описали Knapp and Morton.[3] Несмотря на то, что необходимо провести больше исследований, эти периоды могут являться своего рода сенситивными периодами с повышенной восприимчивостью к влиянию окружающей среды, включая как ожидаемое (нормативное) влияние, так и более специфические для конкретного индивида формы.[16]

В целом, нейрокогнитивное развитие можно рассматривать как динамический процесс адаптации, при котором нейронные системы строятся (у детей) в зависимости от функционального использования. Волокна, которые соединяют зоны нейронных сетей (и сами нейронные сети), миелинизируются в зависимости от функции, а незадействованные синапсы отмирают. Естественно, эти процессы сопровождаются соответствующими изменениями в нейрокогнитивном функционировании. Например, в дополнение к улучшению работы УФ их тренировка в раннем детстве приводит к изменениям в электрической активности мозга, измеряемой на поверхности кожи головы (т. е. амплитуды компонента N2), что отражает возбуждение передней поясной коры и вызвано обнаружением конфликта.[17,18]

Этот пример также иллюстрирует другую важную характеристику УФ: существует динамическое взаимодействие между нисходящими процессами УФ и восходящими влияниями на УФ в частности и на поведение в целом. Относительно быстрые, автоматические и восходящие нейрокогнитивные реакции (например, компонент N2 реакции на конфликт в передней поясной коре) оказывают влияние относительно медленно, а произвольные и нисходящие процессы УФ (например, вызывая возбуждение ПФК, лежащее в основе мышления[19]) и сами УФ, в свою очередь, взаимно влияют на более восходящие влияния (например, сокращение амплитуды N2). В своем лонгитюдном исследовании УФ и стресса/стресоустойчивости[20] Blair обращается к другому аспекту этого динамического взаимодействия.

3. Каковы естественные факторы, влияющие на УФ и их развитие, и как они работают?

Хотя очевидно, что существуют генетические корреляты УФ, а также множество коррелятов, связанных с воздействием внешней среды, некоторые из которых оказывают влияние на УФ, Hook, Lawson and Farah[5] отмечают, что “тяжело выявить ту роль, которую генетические и внешние факторы играют в развитии управляющих функций.” На самом деле, это может быть невозможным, потому что эти факторы взаимодействуют динамически (со временем), чтобы выработать фенотипы УФ. Для изучения этого взаимодействия нужно обратиться к двунаправленным причинным связям между генами, к поведению и аспектам внешней среды. Например, значительный интерес представляет изучение эпигенетических изменений, которые сопровождают естественные и экспериментально вызванные изменения в УФ.

4. Каковы социально-демографические корреляты УФ?

Как Blair,[2] так и Hook и соавт.[5] описывают некоторые из многих социально-демографических коррелятов УФ, которые включают социально-экономический статус – и все источники изменчивости, которые охватывает это понятие – а также, более определенно, особые подходы к воспитанию, социальное функционирование и успеваемость в школе.

Интересно отметить, что те аспекты когнитивных функций, которые наиболее сильно связаны с социально-экономическим статусом, языком и управляющими функциями, предположительно больше всего зависят от адаптации к культурным нормам.

Как отмечают Hook и соавт.[5], современные исследования показывают, что для детей из семей с низким социально-экономическим статусом (СЭС) коррекционное вмешательство в работу УФ вероятнее всего будет полезным. В той степени, в которой коррекционные меры для УФ дают детям из семей с низким СЭС особые возможности, которые они, скорее всего, не имеют в своей повседневной жизни (например, возможность играть в игры, требующие тормозящего контроля, такие как Simon Says (Саймон говорит)), эти дети будут получать то, в чем они на самом деле нуждаются для здорового и оптимального развития УФ. Дети из семей среднего класса имеют больше возможностей столкнуться с задачами, способствующими развитию навыков УФ (а также игровыми, развлекательными, мотивирующими и т. д.), в своем повседневном взаимодействии с родителями, педагогами, старшими братьями и сестрами и другими. Конечно, они также с большой вероятностью могут попасть в безопасную и устойчивую среду, участвовать в беседах, включающих самоанализ и психологическое дистанцирование, получать эмоциональную поддержку от родителей и других людей, и столкнуться с множеством других вещей, которые могут оказать влияние на развитие УФ.

Однако также возможно, что дети, которые уже имеют прочную основу для дальнейшего развития УФ, и у которых должным образом развиты рефлексия и самосознание, могут получить максимальную пользу от любого (хотя и всегда ограниченного) вмешательства. В любом случае, как отмечает Blair,[2] важно иметь информацию о пределах пластичности УФ. Также будет полезно знать, в какой степени изменяется пластичность с возрастом (например, во время сенситивного периода), какие переменные влияют на пластичность, меняется ли это влияние с возрастом, а также ответы на многие другие вопросы. В настоящее время нам известно немногим больше, чем просто о существовании

пластичности и периодах относительно быстрого роста, в течение которых воздействие внешней среды играет важную активную роль.

5. Что мы знаем об особенностях методов вмешательства, улучшающих работу УФ?

Diamond and Lee[21] провели всесторонний обзор ряда эффективных методов вмешательства, улучшающих работу УФ. Отчасти основываясь на этом обзоре, я бы предложил выделить следующие характеристики эффективных методов вмешательства:

a. Они, как правило, предусматривают целенаправленное решение проблем в мотивационно значимых ситуациях. Истинная роль мотивации в этих методах остается неясной, но обучение/научение и, вероятно, степень пластичности обычно повышается, когда ребенок заинтересован в чем-то (в цели, например), и возможно существует оптимальный диапазон, в пределах которого уровень интереса и, как правило, мотивация наиболее полезны.
b. Они обычно предусматривают длительное рефлексивное пристальное внимание (т. е. длительную рефлексивную переработку информации) к некоторым задачам. Чтобы решить эти задачи, детей призывают остановиться, подумать о ситуации, в которой они находятся, включая правила и планы действий, выбрать подходящее правило или план действий и следовать ему.
c. Они, как правило, включают адаптивные задачи. Конечно, задачи должны быть адаптивными, чтобы они оставались сложными (т. е. требовали усилий в преодолении), и чтобы можно было чему-то научиться. Кроме того, степень сложности задачи связана с мотивацией, и важно сделать так, чтобы мотивация детей, постоянно сталкивающихся со сложными задачами, оставалась на соответствующем уровне.
d. Они, как правило, включают много повторений и практики. Важность практики для приобретения того или иного навыка хорошо известна, и в настоящее время стало возможным наблюдать за процессами, открытыми Дональдом Хеббом (the Hebbian processes), в соответствии с которыми повторение конкретного поведения укрепляет нейронные проводящие пути, которые лежат в основе такого поведения.[22]

Вывод

За последнее десятилетие был достигнут значительный прогресс в более точном понимании УФ и их развития в детском возрасте. Статьи[2-7] в данном разделе дают

прекрасную возможность ознакомиться с теми знаниями, которые уже были получены, и с тем, что еще предстоит узнать.

References

1. Carlson, S. M., & Zelazo, P. D., & Faja, S. (in press). Executive function. In P. D. Zelazo (Ed.), *Oxford handbook of developmental psychology* (Vol. 1: Body and mind). New York: Oxford University Press.
2. Blair C. Executive functions in the classroom. Morton JB, topic ed. In: Tremblay RE, Boivin M, Peters RDeV, eds. *Encyclopedia on Early Childhood Development* [online]. Montreal, Quebec: Centre of Excellence for Early Childhood Development and Strategic Knowledge Cluster on Early Child Development; 2013.
3. Knapp K, Morton B. Brain development and executive functioning. Morton JB, topic ed. In: Tremblay RE, Boivin M, Peters RDeV, eds. *Encyclopedia on Early Childhood Development* [online]. Montreal, Quebec: Centre of Excellence for Early Childhood Development and Strategic Knowledge Cluster on Early Child Development; 2013.
4. Rueda MR, Paz-Alonso PM. Executive function and emotional development. Morton JB, topic ed. In: Tremblay RE, Boivin M, Peters RDeV, eds. *Encyclopedia on Early Childhood Development* [online]. Montreal, Quebec: Centre of Excellence for Early Childhood Development and Strategic Knowledge Cluster on Early Child Development; 2013.
5. Hook CJ, Lawson GM, Farah MJ. Socioeconomic status and the development of executive function. Morton JB, topic ed. In: Tremblay RE, Boivin M, Peters RDeV, eds. *Encyclopedia on Early Childhood Development* [online]. Montreal, Quebec: Centre of Excellence for Early Childhood Development and Strategic Knowledge Cluster on Early Child Development; 2013.
6. Munakata Y, Michaelson L, Barker J, Chevalier N. Executive functioning during infancy and childhood. Morton JB, topic ed. In: Tremblay RE, Boivin M, Peters RDeV, eds. *Encyclopedia on Early Childhood Development* [online]. Montreal, Quebec: Centre of Excellence for Early Childhood Development and Strategic Knowledge Cluster on Early Child Development; 2013.
7. Benson J, Sabbagh MA. The relation between executive functioning and social cognition. Morton JB, topic ed. In: Tremblay RE, Boivin M, Peters RDeV, eds. *Encyclopedia on Early Childhood Development* [online]. Montreal, Quebec: Centre of Excellence for Early Childhood Development and Strategic Knowledge Cluster on Early Child Development; 2013.
8. Zelazo, P. D., Anderson, J. E., Richler, J., Wallner-Allen, K., Beaumont, J. L., & Weintraub, S. (in press). NIH Toolbox Cognition Battery (NIHTB-CB): measuring executive function and attention. In P. D. Zelazo & P. J. Bauer (Eds.), *National Institutes of Health Toolbox Cognition Battery (NIHTB-CB): Validation for children between 3 and 15 years. Monographs of the Society for Research in Child Development*.
9. Zelazo, P. D., & Bauer, P. J. (Eds.) (in press). *National Institutes of Health Toolbox Cognition Battery (NIHTB-CB): Validation for children between 3 and 15 years. Monographs of the Society for Research in Child Development*.
10. Zelazo, P. D. (2006). The Dimensional Change Card Sort: A method of assessing executive function in children. *Nature Protocols*, 1, 297-301.
11. Rueda, M. R., Fan, J., McCandliss, B. D., Halparin, J. D., Gruber, D. B., Lercari, L. P., & Posner, M. I. (2004). Development of attentional networks in childhood. *Neuropsychologia,* 42, 1029-1040.
12. Mungas, D., Reed, B. R., Tomaszewski Farias, S., & DeCarli, C. (2005). Criterion-referenced validity of a neuropsychological test battery: equivalent performance in elderly Hispanics and non-Hispanic Whites. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 11, 620-630.
13. Mungas, D., Widaman, K., Zelazo, P. D., Tulsky, D., Heaton, R., Slotkin, J. et al. (in press). NIH Toolbox Cognition Battery (CB): Factor Structure for 3- to 15-year-olds. In P. D. Zelazo & P. J. Bauer (Eds.), *National Institutes of Health Toolbox—Cognition Battery (NIH Toolbox CB): Validation for children between 3 and 15 years. Monographs of the Society for Research in Child Development.*

14. Johnson, M. H. (2011).Interactive specialization: A domain-general framework for human functional brain development? *Developmental Cognitive Neuroscience*, 1, 7–21.

15. Zelazo, P. D., & Müller, U. (2002). Executive functions in typical and atypical development. In U. Goswami (Ed.), *Handbook of childhood cognitive development* (pp. 445-469). Oxford: Blackwell.

16. Greenough, W. T., Black, J. E., & Wallace, C. S. (1987). Experience and brain development. *Child Development*, 58, 539-559.

17. Espinet, S. D., Anderson, J. E., & Zelazo, P. D. (in press). Reflection training improves executive function in preschool-age children: Behavioral and neural effects. *Developmental Cognitive Neuroscience*.

18. Rueda, M. R., Rothbart, M. K., & Saccamanno, L., & Posner, M. I. (2005) Training, maturation and genetic influences on the development of executive attention. Proceedings of the National Academy of Sciences, 102, 14931-14936.

19. Botvinick, M. M., Braver, T. S., Barch, D. M., Carter, C. S., & Cohen, J. D. (2001). Conflict monitoring and cognitive control. *Psychological Review*, 108, 624-652.

20. Blair, C., & Ursache, A. (2011). A bidirectional theory of executive functions and self-regulation. In R. Baumeister & K. Vohs (Eds.), *Handbook of self-regulation* (2nd ed., pp. 300–320). New York: Guilford.

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

22. Stiles, J. (2008). *The fundamentals of brain development: Integrating nature and nurture*. Cambridge, MA: Harvard University Press.