

DOI: <https://doi.org/10.17816/gc623418>

Нейропластичность и коррекционное воздействие при дислексии

С.В. Дорофеева*

Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», Москва, Российская Федерация

АННОТАЦИЯ

Растущий объём литературы указывает на то, что время является чрезвычайно важным фактором для процессов нейропластичности и для молекулярных механизмов, необходимых для обучения и памяти [1, 2]. Особый интерес применительно к задачам коррекционного обучения представляет вопрос о выявлении временных параметров необходимой и достаточной первичной стимуляции, временных рамок, важных для перевода в долговременную память, и подходящих периодов повторной стимуляции. Процессы трансляции информации, полученной при кратковременной стимуляции, в долговременную память регулируются множеством механистически различных процессов, которые запускаются синаптической активацией [1] и зависят от синтеза белков и гликопротеинов [3] и от процессов миелинизации.

В настоящем исследовании обсуждаются перспективы использования результатов нейронауки, касающихся тайминга механизмов нейропластичности, в программах коррекционного воздействия, в частности, развития навыков и когнитивных функций, важных для чтения, у людей с дислексией. На основании доступных данных мы выбрали временные периоды для тренировок и перерывов в программе коррекционного воздействия для 10-летнего ребёнка с дислексией, вызванной несколькими дефицитами.

В течение 21-дневной коррекционной программы мы использовали 12 тренировочных циклов в день (каждый цикл мы начинали с началом каждого часа, с 8 или 9 утра каждый день). Каждый цикл состоял из короткого специализированного обучения (3–5–7 минут в зависимости от способности ребенка), до 15 минут компьютерной игры или игровой сессии после тренировки и около 40 минут перерыва. Короткие тренировочные занятия были необходимы из-за быстрой утомляемости участвовавшего ребенка и были выбраны на основании данных о том, что даже стимуляция продолжительностью в несколько минут может приводить к высоким уровням фосфорилирования CERB [4]. Игровые занятия были необходимы для поддержки мотивации ребёнка во время длительной и интенсивной коррекционной программы, а активности во время этих занятий задействовали в том числе навыки, которым было необходимо обучить. Продолжительность перерывов была выбрана на основании данных о времени, необходимом для процессов первичной консолидации памяти и синтеза белка, необходимого для долговременной синаптической пластичности. Мы постарались исключить во время перерывов важную новую информацию или эмоциональные триггеры, чтобы первый этап консолидации памяти мог реализоваться без излишней интерференции. Во время специализированных тренировочных сессий мы использовали задания нескольких типов: нацеленные на развитие навыков фонологической обработки, обработки зрительной информации, языковой обработки или мультимодальной обработки (например, зрительно-моторной, аудиовизуальной обработки или чтения). Каждое занятие включало только один вид упражнений. Лингвистические аспекты этой программы и используемые упражнения были описаны в нашей более ранней работе [5].

В результате 21-дневного курса коррекционного воздействия был достигнут значительный прогресс, которого ранее не удавалось достичь за 3 года обучения, а также при проведении курсов коррекционных программ с логопедом в обычном временном режиме: с 1–3 занятиями в неделю длительностью 40–120 минут каждое занятие. После данного интенсивного курса мы продолжили поддерживающие тренировки с учётом временных периодов, важных для нейропластичности, в течение одного года. После этого данный ребёнок достиг нормативного уровня чтения, а достигнутый эффект сохранялся в течение всего периода школьного обучения. Насколько нам известно, это первый опыт такой интенсивной коррекционной программы при дислексии, основанной на данных о времени процессов, важных для нейропластичности.

Мы полагаем, что интенсивные коррекционные программы с подбором времени тренировочных сессий и перерывов на основе соответствующих данных о механизмах консолидации памяти могут приводить к усиленному закреплению следов нейронной памяти. Необходимы дальнейшие исследования, чтобы уточнить оптимальные временные рамки тренировок и найти оптимальное сочетание лингвистических и нейрофизиологических аспектов, необходимых для наиболее эффективного воздействия.

Ключевые слова: дислексия; нейропластичность; коррекция дислексии; временные рамки воздействия.

Рукопись получена: 15.05.2023

Рукопись одобрена: 26.11.2023

Опубликована online: 20.01.2024

Как цитировать:

Дорофеева С.В. Нейропластичность и коррекционное воздействие при дислексии // Гены и клетки. 2023. Т. 18, № 4. С. 706–709.
DOI: <https://doi.org/10.17816/gc623418>

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Park P., Volianskis A., Sanderson T.M., et al. NMDA receptor-dependent long-term potentiation comprises a family of temporally overlapping forms of synaptic plasticity that are induced by different patterns of stimulation // *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*. 2013. Vol. 369, N 1633. P. 20130131. doi: 10.1098/rstb.2013.0131
2. Park A., Jacob A.D., Walters B.J., et al. A time-dependent role for the transcription factor CREB in neuronal allocation to an engram underlying a fear memory revealed using a novel in vivo optogenetic tool to modulate CREB function // *Neuropsychopharmacology*. 2020. Vol. 45, N 6. P. 916–924. doi: 10.1038/s41386-019-0588-0
3. Tiunova A.A., Anokhin K.V., Rose S.P. Two critical periods of protein and glycoprotein synthesis in memory consolidation for visual categorization learning in chicks // *Learning & Memory*. 1998. Vol. 4, N 5. P. 401–410. doi: 10.1101/lm.4.5.401
4. Fields R.D., Eshete F., Stevens B., Itoh K. Action potential-dependent regulation of gene expression: Temporal specificity in Ca⁺⁺, CREB, and MAP kinase signaling // *The Journal of Neuroscience*. 1997. Vol. 17, N 19. P. 7252–7266. doi: 10.1523/JNEUROSCI.17-19-07252.1997
5. Дорофеева С.В. Лингвистические аспекты коррекции дислексии и дисграфии: Опыт успешного применения комплексного подхода // *Вопросы психолингвистики*. 2017. Т. 3 № 33. С. 184–201.

КОНТАКТНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

* С.В. Дорофеева; адрес: Российская Федерация, 101000, Москва, ул. Мясницкая, д. 20; e-mail: sdorofeeva@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.17816/gc623418>

Neuroplasticity and the developmental dyslexia intervention

S.V. Dorofeeva*

National Research University "Higher School of economics", Moscow, Russian Federation

ABSTRACT

A growing body of literature suggests that timing plays a critical role in neuroplasticity processes and the molecular mechanisms necessary for learning and memory [1, 2]. Of particular significance to remedial education is identifying the time parameters for primary stimulation that are necessary and sufficient, the time frame relevant for transitioning to long-term memory, and the appropriate periods for restimulation. The translation of short-term stimulation into long-term memory is regulated by diverse processes that are mechanistically distinct and activated by synaptic activity [1], while also relying on protein and glycoprotein synthesis [3] and myelination processes.

The current research explores the potential benefits of incorporating neuroscience research on the timing of neuroplasticity mechanisms in designing intervention programs for individuals with developmental dyslexia, specifically focusing on enhancing cognitive functions and skills crucial for reading. Based on available evidence, we have determined optimal training and break time periods for a 10-year-old child with developmental dyslexia resulting from multiple deficits.

During the 21-day intervention program, 12 training sessions were conducted each day, commencing at 8 or 9 am and held hourly thereafter. Each session comprised a brief, targeted training exercise ranging from 3 to 7 minutes, depending on the child's aptitude, followed by a playing session or computer game lasting up to 15 minutes. A 40-minute break followed each session. Brief training sessions were required due to the swift exhaustion of the subject child. The sessions were selected based on the evidence that brief stimulation can still result in a high level of CERB phosphorylation, even if it lasts only a few minutes [4]. Playing sessions were necessary for supporting the child's motivation throughout the lengthy and intensive intervention program, and the activities performed during these sessions were pertinent to developing specific skills. The duration of the breaks was determined by evidence indicating the time required for primary memory consolidation processes and protein synthesis necessary for long-lasting synaptic plasticity. We have made an effort to eliminate any potential sources of emotional engagement or significant new information during breaks, allowing the initial stage of memory consolidation to occur without any unnecessary disruption. During the training sessions, various tasks were used to target specific types of processing such as phonological, visual, speech, and multimodal processing (e.g., visual-motor, audio-visual, or reading). Each session exclusively focused on one type of exercise. In our prior study [5], we discussed the linguistic aspects of the program and the exercises employed.

Significant progress was achieved as a result of the 21-day intervention, surpassing the progress achieved in three years of schooling and during traditional remediation programs with speech therapists that lasted 1–3 sessions per week for 40–120 minutes. Following the intensive intervention, supportive training was continued for one year while considering the crucial timing for neuroplasticity. Afterward, the child reached a normative level of reading, and the effect was maintained throughout their entire period of school education. Based on the timing of neuroplasticity processes, this is the first intensive intervention program experience for dyslexia that we are aware of.

Intensive remediation programs, based on relevant findings regarding the mechanisms of memory consolidation, may enhance neural memory trace reinforcement. However, further research is necessary to optimize the timing and length of sessions and identify the most effective combination of linguistic and neurophysiological aspects for intervention.

Keywords: developmental dyslexia; neuroplasticity; dyslexia intervention; time frame of training.

To cite this article:

Dorofeeva SV. Neuroplasticity and the developmental dyslexia intervention. *Genes & Cells*. 2023;18(4):706–709. DOI: <https://doi.org/10.17816/gc623418>

Received: 15.05.2023

Accepted: 26.11.2023

Published online: 20.01.2024

REFERENCES

1. Park P, Volianskis A, Sanderson TM, et al. NMDA receptor-dependent long-term potentiation comprises a family of temporally overlapping forms of synaptic plasticity that are induced by different patterns of stimulation. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*. 2013;369(1633):20130131. doi: 10.1098/rstb.2013.0131
2. Park A, Jacob AD, Walters BJ, et al. A time-dependent role for the transcription factor CREB in neuronal allocation to an engram underlying a fear memory revealed using a novel in vivo optogenetic tool to modulate CREB function. *Neuropsychopharmacology*. 2020;45(6):916–924. doi: 10.1038/s41386-019-0588-0
3. Tiunova AA, Anokhin KV, Rose SP. Two critical periods of protein and glycoprotein synthesis in memory consolidation for visual categorization learning in chicks. *Learning & Memory*. 1998;4(5):401–410. doi: 10.1101/lm.4.5.401
4. Fields RD, Eshete F, Stevens B, Itoh K. Action potential-dependent regulation of gene expression: Temporal specificity in Ca²⁺, CREB, and MAP kinase signaling. *The Journal of Neuroscience*. 1997;17(19):7252–7266. doi: 10.1523/jneurosci.17-19-07252.1997
5. Dorofeeva SV. Lingvisticheskie aspekty korrektsii disleksii i disgrafii: Opyt uspehnogo primeneniya kompleksnogo podhoda. *Voprosy psiholingvistiki*. 2017;3(33):184–201. (In Russ).

AUTHOR'S CONTACT INFO

* S.V. Dorofeeva; address: 20 Myasnitskaya street, 101000 Moscow, Russian Federation; e-mail: sdorofeeva@gmail.com