

Quantum STEM School

## **Исследовательская работа**

### **ОЦЕНКА КОГНИТИВНОЙ ФУНКЦИИ МОЗГА В РАЗНЫХ ВОЗРАСТНЫХ ГРУППАХ: СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ**

Автор работы: Аманбек Дияр Ермакович, 11 класс  
Руководитель: Каматаева Аягоз Нуржановна  
Quantum STEM School Казахстан

Астана, 2023 г.

## Содержание

<b>1. Аннотация</b>	<b>3</b>
<b>2. Введение</b>	<b>3</b>
<b>3. Литературный обзор</b>	<b>6</b>
<b>4. Методы</b>	<b>12</b>
<b>5. Результаты исследования</b>	<b>15</b>
<b>6. Обсуждение результатов</b>	<b>17</b>
<b>7. Выводы</b>	<b>19</b>
<b>8. Список литературы</b>	<b>21</b>

**Аннотация.** Данное исследование направлено на оценку и сравнение когнитивных функций мозга в разных возрастных группах, а именно между группами А (20-30 лет) и В (45-55 лет), предоставляя глубокое понимание в возрастные динамики различных когнитивных способностей, включая координацию, логическое мышление, восприятие, внимание и память. В ходе исследования 20 участников прошли комплексное тестирование мозговой активности, выполняя ряд нейропсихологических задач, представленных в форме игр для мозга. Когнитивный тест, продолжительностью 30-40 минут, позволил глубоко изучить когнитивную функцию каждого участника наряду с различными аспектами благополучия. Результаты исследования предоставляют убедительные доказательства возрастного ухудшения различных когнитивных функций. Такой спад подчеркивает важность понимания когнитивных изменений на протяжении всей жизни. Несмотря на то что когнитивное ухудшение является естественным аспектом старения, исследование подчеркивает важность изучения стратегий для смягчения этих изменений и укрепления когнитивного здоровья в пожилом возрасте. Данная работа призывает к проведению будущих исследований для более глубокого изучения нейронных механизмов, ответственных за возрастные изменения в когнитивных функциях.

**Ключевые слова:** когнитивные функции, возрастные изменения, нейропсихологические задачи, мозговая активность, стратегии укрепления.

**Введение.** Культурный нарратив вокруг когнитивного старения пропитан как оптимизмом, так и смирением. Фразы вроде "Старую собаку новым трюкам не научишь" отражают чувство неизбежного ухудшения когнитивных функций с возрастом, в то время как более многообещающее "Старость мудрость приносит" предполагает непрерывное улучшение знаний и проницательности. Эти противоречивые сообщения олицетворяют дилеммы, которыми занимались исследователи когнитивного старения на протяжении десятилетий, как это отражено в недавних всесторонних оценках когнитивной функции мозга в разных возрастных группах.

Ключевые вопросы остаются актуальными: могут ли пожилые люди осваивать новую информацию так же эффективно, как молодые люди? Действительно ли глубина знаний увеличивается с возрастом? Насколько важна постоянная когнитивная активность для защиты когнитивных способностей от воздействия старения? Гипотеза, что активное умственное вовлечение может либо сохранять когнитивную функцию, либо противодействовать когнитивному ухудшению, аналогично благоприятным эффектам физических упражнений и сбалансированного питания на здоровье сердца, подвергается тщательному анализу.

Хотя было получено множество результатов, всецелая картина все еще неясна. Появление передовых методик функциональной визуализации предлагает революционную перспективу, позволяя получить беспрецедентный взгляд на процесс когнитивного старения. Это соответствует результатам недавних исследований когнитивной функции мозга, укрепляя важность постоянного исследования сложной динамики когнитивного развития и регрессии в разных возрастных группах. Синтез традиционных поведенческих исследований и передовых технологических инструментов обещает более тонкое и точное понимание когнитивного старения, способствуя разработке эффективных стратегий для продвижения когнитивного долголетия и здоровья на протяжении всей жизни.

Исследования, посвященные возрастным изменениям, делятся на два типа: исследования с «поперечным сечением» и «продольным сечением». Термин "исследования с поперечным сечением" (или просто поперечные исследования) относится к исследовательскому методу, при котором анализируются данные из выборки населения в один конкретный момент времени. Этот тип исследования обычно используется для изучения превалентности определенного свойства, состояния или характеристики в определенной группе.

Поперечные исследования отличаются от долгосрочных исследований (или исследований с продольным сечением), в которых данные собираются от одной и той же группы испытуемых на протяжении длительного времени.

Например, в поперечных исследованиях можно одновременно оценить уровень образования, доход и состояние здоровья у группы людей в определенный момент времени, тогда как в долгосрочных исследованиях эти же параметры можно изучить у одной группы людей, регулярно собирая данные на протяжении нескольких лет или десятилетий.

На протяжении многих лет наблюдается различие между возрастными тенденциями в измерениях когнитивной функции, полученных из поперечных сравнений, которые часто демонстрируют линейное снижение, начиная с раннего взрослого возраста, и общим отсутствием связанных с возрастом снижений до примерно 60 лет в продольных исследованиях. Этот различный паттерн, виденный в первоначальных исследованиях, таких как те, что использовали тест Армии Альфа, имеет ключевое значение для нашего понимания когнитивной функции в разных возрастных группах.

В исследованиях с поперечным сечением отмечается последовательное снижение когнитивных функций примерно с 20 до 60 лет, что аналогично наблюдениям в нашем исследовании, в котором отмечается снижение различных когнитивных функций, включая координацию, рассуждение, восприятие, внимание и память в разных возрастных группах.

Напротив, долгосрочные исследования, даже недавние, в которых участвовали взрослые младше 60 лет, показали более высокие показатели при втором тестировании, что противоречит линейному снижению, наблюдаемому при поперечных сравнениях (Park et al, 2022).<sup>1</sup>

Понимание различий между данными, полученными в поперечных и продольных исследованиях по возрасту, имеет решающее значение для разработки эффективных стратегий смягчения возрастного когнитивного ухудшения. Если когнитивное снижение действительно начинается в раннем возрасте, последствия для вмешательства и предотвращения существенно отличаются от ситуации, когда оно начинается в 60-летнем возрасте или позднее. Это различие не только академически релевантно, но и критически влияет на практические подходы к сохранению когнитивных функций по мере старения.

Поскольку наше исследование подчеркивает необходимость понимания и решения проблемы когнитивного ухудшения, важно учитывать эти противоречивые закономерности в возрастных когнитивных трендах. Более глубокое исследование этих расхождений повысит точность интерпретации и анализа когнитивных функций в разных возрастных группах, обеспечивая прочную основу для стратегий, направленных на поддержание когнитивного здоровья на протяжении всей жизни.

Рассмотрим возможные сценарии, возникающие из-за изменений в физической и культурной среде, приводящих к улучшению когнитивной активности на протяжении исторического времени (аналогично эффекту Флинна). Суть эффекта Флинна заключается в том, что средний IQ населения постепенно повышается на протяжении десятилетий. Это явление было обнаружено во многих странах мира, и хотя причины этого явления до конца не выяснены, существует несколько теорий, которые пытаются объяснить эффект Флинна. Одним из возможных объяснений является то, что современная среда становится всё более сложной и информационно насыщенной, что стимулирует когнитивное развитие людей с самого раннего возраста. Другое объяснение связано с улучшением питания, здравоохранения и образования.

Одним из потенциальных вариантов является ситуация, когда влияние этих средовых сдвигов угасает с возрастом, приводя к поколениям, достигающим высоких уровней когнитивного функционирования, которые остаются в основном стабильными до поздней зрелости. Этот эффект может вызвать значительные искажения в возрастных эффектах в поперечных исследованиях, аналогичные явлениям устаревания.

---

<sup>1</sup> Park, D. C., Polk, T. A., Mikels, J. A., Taylor, S. F., & Marshuetz, C. (2022). Cerebral aging: integration of brain and behavioral models of cognitive function. *Dialogues in clinical neuroscience*.

Наоборот, можно представить сценарий, когда изменения окружающей среды влияют на когнитивное функционирование во всех возрастных группах, что сравнимо с влиянием инфляции на зарплаты. Здесь состояние на момент оценки имеет решающее значение. Продольные сравнения могут потенциально исказить отношение между возрастом и когнитивным функционированием, так же как и нескорректированные данные, собранные в разное время, могут исказить отношение между возрастом и зарплатой из-за эффектов инфляции.

Хотя текущие данные не подтверждают ни аналогии устаревания, ни инфляции в отношении исторических изменений в уровнях когнитивного функционирования, важно признать, что в зависимости от предположений негативные эффекты, связанные с возрастом, могут быть либо преувеличены при сравнениях с поперечным сечением, либо недооценены при продольных сравнениях. Это подчеркивает важность учета этих переменных в исследованиях, оценивающих когнитивную функцию в разных возрастных группах, как это подчеркнуто в недавних исследованиях оценки когнитивной функции мозга в разных возрастных группах. Это подчеркивает значение продолжения и более тонкого изучения многоаспектного влияния на когнитивную функцию на протяжении всей жизни, укрепляя выводы исследования и прокладывая путь для дальнейшего глубокого анализа:

Данная работа нацелена на освещение сложных взаимосвязей между поведенческими наблюдениями относительно когнитивного старения и их нейральных основами, в основном опираясь на структурные и функциональные данные, связанные со стареющим мозгом. Она предлагает краткий обзор когнитивных механизмов, выявленных поведенческими исследованиями как ключевых для понимания возрастного когнитивного ухудшения. Этот обзор сопровождается изучением свежих данных о стареющем мозге, собранных из структурной и функциональной литературы.

**Литературный обзор.** Значительное количество исследований поддерживает предположение, что пожилые люди испытывают больше трудностей в изучении новой информации, проявляют менее эффективные способности к рассуждению, медленнее реагируют на различные когнитивные задачи и более подвержены сбоям от вмешательства по сравнению с их молодыми коллегами. В данном литературном обзоре мы будем глубже рассматривать некоторые из выдающихся результатов в этой области.

Одним из основных наблюдений является очевидное снижение способности усваивать и запоминать новую информацию по мере старения. Пожилым взрослым обычно требуется больше времени и повторений для эффективного освоения новых

навыков или информации. Это часто объясняется изменениями в процессах памяти, где кодирование, хранение и извлечение информации становятся менее эффективными.

Способности к рассуждению, критически важные для решения проблем и принятия решений, также проявляют заметное снижение. Пожилым взрослым может быть сложнее обрабатывать сложную информацию и делать логические выводы эффективно. Этот аспект имеет решающее значение, поскольку эффективные навыки рассуждения жизненно важны для независимой и функциональной жизни.

Кроме того, у пожилых взрослых часто отмечается общее замедление скорости когнитивной обработки. Это замедление наблюдается в различных когнитивных задачах, влияя не только на время обработки информации, но и на эффективность обработки. Медленная скорость обработки может оказывать каскадное воздействие на другие когнитивные области, дополнительно усугубляя проблемы, с которыми сталкиваются пожилые люди.

Подверженность вмешательству, или влияние несвязанной информации или задач на когнитивную производительность, увеличивается у пожилых взрослых. Это увеличение способствует трудностям в концентрации на задачах и фильтрации несвязанной информации, влияя на общую когнитивную производительность.

Различные механизмы были предложены как основные двигатели за уменьшенной памятью и способностью обработки информации, наблюдаемыми у пожилых взрослых. В целом, эти предложенные механизмы делятся на две основные категории. Первая точка зрения выдвигает глобальный, неопределенный, единый взгляд на механизм.

Например, Salthouse (1991) предполагает, что универсальное снижение скорости обработки информации с возрастом может объяснить возрастные различия во всех когнитивных задачах. Эта теория основана на измерении скорости обработки, определяемой скоростью, с которой как молодые, так и пожилые взрослые могут делать базовые суждения о сходстве/различии при предъявлении двух фигур или строк букв или цифр рядом. Эта элементарная задача выявляет постоянное снижение на протяжении всей жизни и является прогнозирующей большей части, если не всей, возрастной вариации в разнообразном диапазоне когнитивных задач.<sup>2</sup>

В том же духе Baltes and Lindenberger (1997) утверждают превосходство сенсорных функций (зрительной и слуховой остроты) над скоростью обработки при объяснении возрастных различий. Их исследование, проведенное среди взрослых в возрасте от 69 до 105 лет, обнаружило, что эти сенсорные показатели объясняют 49% общей дисперсии по 14 различным задачам. Они утверждают, что это значительное отношение существует,

---

<sup>2</sup> Salthouse, T. A. (1991). *Theoretical perspectives on cognitive aging*. Hillsdale, NJ: L. Jersey: Erlbaum.

потому что сенсорная функция служит грубым общим индикатором ухудшения нейрональной целостности у пожилых людей.<sup>3</sup>

Гипотеза, выдвинутая Baltes and Lindenberger (1994), утверждающая, что единый механизм лежит в основе всех форм ухудшения когнитивных функций с возрастом, известна как гипотеза "общей причины". Эта гипотеза предполагает, что всеобъемлющий единый фактор, такой как скорость обработки или сенсорная функция, является ключевым элементом для различных наблюдаемых ухудшений когнитивных функций в пожилом возрасте.<sup>4</sup>

Альтернативная точка зрения предполагает, что возрастное снижение связано с проблемами с конкретными когнитивными механизмами. Существуют доказательства, указывающие на то, что такие исполнительные функции, как процессы рабочей памяти, ингибиторная функция и способность переключаться между задачами, ухудшаются с возрастом. Эти исполнительные функции имеют первостепенное значение для многих когнитивных задач, включая рассуждение, стратегическое кодирование, извлечение информации из долгосрочной памяти, а также многочисленные повседневные или рабочие задачи, требующие обучения или реакции на новую информацию (Park, 2012).<sup>5</sup>

Первый аспект, который следует рассмотреть, — это рабочая память, которая лучше всего понимается среди исполнительных функций. Дефициты рабочей памяти можно представить как уменьшенную онлайн-емкость или ограниченную способность хранить, обрабатывать и манипулировать информацией. Традиционное понимание предполагает, что рабочая память состоит из центральной исполнительной системы, которая обрабатывает информацию, полученную из двух пассивных подсистем хранения, специфичных для определенной области - вербальной и визуоспациальной (May et al, 1999).<sup>6</sup> Несмотря на разнообразие моделей рабочей памяти, большинство из них соответствуют модели Бэддели (Kane & Engle, 2000).<sup>7</sup>

Модель рабочей памяти Бэддели — это одна из наиболее известных и широко использованных теоретических концепций рабочей памяти. Эта модель была предложена Аланом Бэддели и Грэмом Хитчем в 1974 году и с тех пор неоднократно

---

<sup>3</sup> Baltes, P. B., & Lindenberger, U. (1997). Emergence of a powerful connection between sensory and cognitive functions across the adult life span: a new window to the study of cognitive aging?. *Psychology and aging, 12*(1), 12.

<sup>4</sup> Lindenberger, U., & Baltes, P. B. (1994). Sensory functioning and intelligence in old age: a strong connection. *Psychology and aging, 9*(3), 339.

<sup>5</sup> Park, D. C. (2012). The basic mechanisms accounting for age-related decline in cognitive function. In *Cognitive aging* (pp. 3-21). Psychology Press.

<sup>6</sup> May, C. P., Hasher, L., & Kane, M. J. (1999). The role of interference in memory span. *Memory & cognition, 27*(5), 759-767.

<sup>7</sup> Kane, M. J., & Engle, R. W. (2000). Working-memory capacity, proactive interference, and divided attention: limits on long-term memory retrieval. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 26*(2), 336.



пересматривалась. В основе модели лежит предположение, что рабочая память состоит из нескольких компонентов, каждый из которых выполняет уникальные функции.

Основные компоненты модели Бэддели:

1. Центральный Исполнитель (Central Executive):

- Этот компонент является контролирующим элементом рабочей памяти и отвечает за управление вниманием, планирование и координацию информации из других компонентов рабочей памяти.

2. Фонологический Цикл (Phonological Loop):

- Этот компонент ответственен за хранение и манипуляцию звуковой или фонологической информации.

- Он состоит из двух подкомпонентов: фонологического хранилища (которое хранит информацию) и артикуляционного контроля (который обновляет информацию путем подсказывания или повторения).

3. Визуоспациальный Блокнот (Visuospatial Sketchpad):

- Этот компонент отвечает за хранение и манипуляцию визуальной и пространственной информации.

4. Эпизодический Буфер (добавлен в модель позже, в 2000 году):

- Этот компонент соединяет информацию из различных источников и поддерживает временное хранение интегрированной информации.

- Он взаимодействует как с фонологическим циклом, так и с визуоспациальным блокнотом, а также с долгосрочной памятью.

Модель Бэддели служит основой для многих современных исследований в области памяти и когнитивной психологии и используется для объяснения различных аспектов обработки информации в рабочей памяти.

Hasher и Zacks (1998) подчеркивают значимую роль ингибирования в возрастных когнитивных ухудшениях. Они утверждают, что у старших взрослых характерно снижение эффективности подавления нерелевантной информации. Этот недостаток ингибирования наполняет рабочую память "мысленным мусором", создавая иллюзию сниженной емкости (Hasher, L., & Zacks, 1988). Старшие взрослые заметно недостаточны в операции удаления в рабочей памяти, при которой нерелевантная информация эффективно удаляется, когда она больше не нужна. Множество доказательств подтверждает проблемы, с которыми сталкиваются пожилые люди, подавляя нерелевантную информацию в рабочей памяти (Darowski, 2009).<sup>8</sup>

---

<sup>8</sup> Darowski, E. S., Helder, E., Zacks, R. T., Hasher, L., & Hambrick, D. Z. (2008). Age-related differences in cognition: the role of distraction control. *Neuropsychology*, 22(5), 638.

Кроме того, доказательства показывают, что старшим взрослым трудно гибко использовать умственные ресурсы и/или переключаться между различными задачами. Повседневные примеры включают торговлю акциями в течение дня и управление самолетом. Обе эти роли требуют постоянного переключения внимания между различными индикаторами и корректировки поведения соответственно (например, торговля акцией или корректировка высоты). Пожилые взрослые, по сравнению с молодыми, проявляют заметные трудности в операциях переключения (Hasher, 2007).<sup>9</sup> Эта трудность приводит к тому, что пожилые люди тратят больше времени на переключение между задачами, метафорически перезагружая умственное программное обеспечение, по сравнению с обработкой повторяющихся испытаний в одной и той же задаче.

Этот исчерпывающий анализ работы памяти, особенно с акцентом на связывание и дедифференциацию, выдвигает интригующие выводы и предложения. Исследование Johnson и др. (2002) предоставляет существенное понимание нарушенной префронтальной/гиппокампальной цепи у пожилых взрослых, отражая уменьшающуюся способность связывать объект с информацией о признаках в задаче рабочей памяти. Это ключевое открытие представляет фундаментальное понимание взаимосвязи рабочей памяти с функцией долгосрочной памяти, подчеркивая дефицит в источнике и операциях связывания преимущественно в долгосрочной памяти.<sup>10</sup>

По мере развития повествования в область долгосрочной памяти, оно раскрывает сложный узор этапов кодирования и извлечения. Молодые взрослые демонстрируют различные модели активации с явной левой фронтальной активацией при кодировании и правой фронтальной активацией при извлечении. Этот дихотомический образец активации заложен в основу для дальнейшего исследования функционального расхождения у молодых взрослых, где дорсальные регионы приоритетно обрабатывают более низкий уровень обработки, а вентральные регионы сосредотачиваются на более развернутой, семантической обработке.

Теория о старении раскрывает более сложную картину, подчеркивая различные модели набора как на этапе кодирования, так и на этапе извлечения, отображая сниженную активацию в критических регионах, таких как левый префронтальный кортекс и медиотемпоральные структуры. Это снижение активации отражает более обширные темы возрастного снижения когнитивных способностей, демонстрируя полное и тонкое изображение операций памяти стареющего мозга.

---

<sup>9</sup> Hasher, L., & Zacks, R. T. (1988). Working memory, comprehension, and aging: A review and a new view. *Psychology of learning and motivation*, 22, 193-225.

<sup>10</sup> Johnson, M. K., Reeder, J. A., Raye, C. L., & Mitchell, K. J. (2002). Second thoughts versus second looks: An age-related deficit in reflectively refreshing just-activated information. *Psychological Science*, 13(1), 64-67.

Результаты исследования Madden и соавторов вносят свой вклад в развивающуюся нарративу, представляя уникальную перспективу на модели вербовки долгосрочной памяти у пожилых людей. Отсутствие деактивации с возрастом в их результаты намекает на появление более распределенных нейронных сетей, подчеркивая потенциал для уникальных стратегий вербовки в возрастающей популяции. Тонкая взаимосвязь между моделями активации и временем реакции дополнительно подчеркивает сложность функциональной динамики мозга пожилых людей (Madden, 1999).<sup>11</sup>

Тем не менее, территория старения и функции памяти не лишена споров и разнообразных точек зрения. Cabeza (2001) представляет двойственную точку зрения на распределенные процессы у пожилых людей, предполагая потенциальные пути здоровых компенсаторных механизмов или снижение эффективности мозга (дедифференциация), которое сходит на патологию. Исследование динамики двусторонней вербовки и асимметрии полушарий у пожилых людей предлагает дополнительную глубину понимания альтераций возраст-связанной когнитивной функции, предоставляя многоаспектную перспективу на общие темы функции памяти и старения.<sup>12</sup>

В свете этих многообещающих открытий происходит критический сдвиг в восприятии и понимании стареющего мозга. Эта новая перспектива, признающая устойчивую пластичность мозга и его потенциал для реорганизации и роста даже в поздние годы, наполняет область когнитивного старения обновленным оптимизмом и расширенным горизонтом возможностей. Открытие того, что стареющий мозг не просто на пути неизбежного у снижения активности, но и динамично реагирует на свою среду, и может даже проявлять нейрональный рост и улучшенную организацию в ответ на стимулирующие впечатления, как показано Kempermann и соавторами (1998), представляет собой убедительный сдвиг парадигмы. Это подчеркивает важную роль обогащенной среды и разнообразных, сложных впечатлений в потенциальном смягчении возраст-связанного когнитивного у decline и улучшения функции мозга.<sup>13</sup>

Углубляясь в сложное устройство стареющего мозга, нейроизображение выходит на первый план как мощный инструмент, раскрывающий разнообразные и сложные модели активации, характерные для старения. Эти догадки, извлеченные из исследований по нейроизображению, служат маяком, направляя дальнейшее изучение нейральных механизмов, лежащих в основе возраст-связанных когнитивных изменений, и закладывая

---

<sup>11</sup> Madden, D. J., Turkington, T. G., Provenzale, J. M., Denny, L. L., Hawk, T. C., Gottlob, L. R., & Coleman, R. E. (1999). Adult age differences in the functional neuroanatomy of verbal recognition memory. *Human brain mapping*, 7(2), 115-135.

<sup>12</sup> Cabeza, R. (2001). 10 Functional Neuroimaging of Cognitive Aging. *Handbook of functional neuroimaging of cognition*, 331.

<sup>13</sup> Kempermann, G., Kuhn, H. G., & Gage, F. H. (1998). Experience-induced neurogenesis in the senescent dentate gyrus. *Journal of Neuroscience*, 18(9), 3206-3212.

основу для инновационных стратегий для улучшения когнитивной функции у пожилых людей. Исследование дедифференциации в контексте старения, рассматриваемое через призму нейровизуализации, служит свидетельством сложности и адаптивности стареющего мозга. Этот термин, хотя и описательно применяемый к результатам изображения, манит исследователей углубиться в понимание многочисленных способов, которыми проявляются изменения в нейрональной пластичности, и как эти сдвиги в нейрональной динамике способствуют эволюции когнитивного ландшафта при старении.

Эта развивающаяся область исследований, хотя и находится в зародышевой стадии, обещает раскрыть многоаспектные измерения когнитивного старения и внутреннюю способность стареющего мозга к адаптации, росту и реорганизации. По мере того как снимается вуаль над нейрональной и когнитивной сложностью стареющего мозга, открывается спектр возможностей для разработки целенаправленных вмешательств, использования силы стимулирующей среды и опыта для улучшения когнитивной функции и содействия оптимальному когнитивному старению. Сближение выводов из исследований по нейровизуализации, исследований по нейрональной пластичности и исследований воздействия обогащенной среды прокладывает путь к целостному, интегративному подходу к пониманию и поддержке когнитивной функции при старении, преодолевая традиционные границы и содействуя всестороннему и тонкому изучению когнитивного старения в контексте пластичности и адаптивности мозга.

Пожилые люди, как правило, сталкиваются с проблемами при изучении новой информации, рассуждении, реагировании на когнитивные задачи и сопротивлении вмешательству несвязанной информации. Эти проблемы подчеркивают важность понимания базовых механизмов и изучения потенциальных вмешательств для смягчения когнитивного у decline и улучшения когнитивной функции у пожилых людей. Понимание этих аспектов необходимо для разработки стратегий поддержки когнитивного здоровья и качества жизни по мере старения индивидов.

**Методы.** Расширяя методологический подход для этого исследования, тест на когнитивные функции онлайн от CogniFit разработан с высшей точностью и вниманием к деталям, обеспечивая всестороннюю оценку различных когнитивных областей за разумный срок от 30 до 40 минут. Хорошо скоординированный процесс начинается с того, что опросили участников на отсутствие физических и психологических болезней. Данные, полученные на этом предварительном этапе, предоставляют критический контекстуальный фон, который жизненно важен для трактовки результатов последующих когнитивных задач.

Углубляясь в индивидуальные задачи, Тест на Таппинг или Скоростной Тест REST-HECOOR, выступает первым этапом в этом сложном процессе. Участникам необходимо быстро кликать в заданной области экрана в течение 10 секунд. Эта задача основана на задаче Fingertip Tapping из NEPSY, проверенном методе для оценки моторной скорости и координации, которые являются неотъемлемыми компонентами когнитивной функции. Тщательный анализ исполнения участниками этой задачи, такой как количество успешных кликов за отведенное время, дает представление о их психомоторной скорости и координации, создавая базу для дальнейших оценок.



Рис 1. Тест на Таппинг или Скоростной Тест REST-HECOOR

Затем участники приступают к тесту на психомоторную бдительность или тесту разрешения REST-SPER. В этой задаче индивиды должны быстро и точно реагировать на появление кругов на их экране, избегая реакции на гексагоны. Этот тест черпает вдохновение из традиционных парадигм, таких как задача Go/No Go, известная оценкой контроля импульсов и внимательных факультетов. Дизайн задачи обеспечивает тщательную оценку способности участников различать стимулы и реагировать соответственно, отражая их контроль внимания и когнитивное подавление. Время реакции и точность служат основными метриками, предлагая всесторонний взгляд на когнитивную ловкость и точность участников.

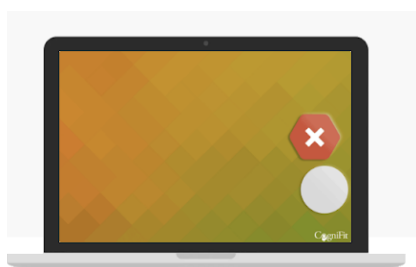


Рис 2. Тест на психомоторную бдительность REST-SPER

Тест на согласованность числа и размера или тест на обработку REST-INH является еще одним значительным включением в этот методологический арсенал. Участникам в этой задаче представлены два разных круга, каждый из которых содержит число, и они должны выбрать либо больший круг, либо более высокое число, в зависимости от инструкции. Эта задача создана на основе классического теста Струпа, надежного

инструмента для оценки когнитивной гибкости и скорости обработки. Метрики выполнения в этой задаче, включая точность ответов и затраченное время на каждый, позволяют провести глубокую оценку когнитивных способностей обработки участников и их способности адаптироваться к меняющимся инструкциям.

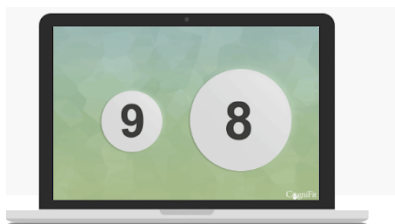


Рис 3. Тест на согласованность числа и размера REST-INH

Тест на оценку памяти и внимания, тест на последовательность цифр или тест на последовательность WOM-ASM также включен в исследование. Участникам предлагается запомнить и точно воспроизвести все более длинные последовательности чисел, задача основана на WAIS-III. Эта задача является надежной оценкой рабочей емкости памяти и контроля внимания, причем длина самой длинной точно воспроизведенной последовательности служит основной метрикой для оценки.

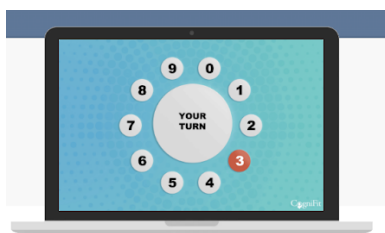


Рис 4. Тест на оценку памяти и внимания WOM-ASM

Тест на визуальную память или тест на распознавание WOM-REST формирует еще один критический компонент когнитивной оценки. Участникам необходимо запомнить и распознать последовательности объектов, при этом тест черпает вдохновение из известных задач, таких как поиск символов (WAIS), тест на сортировку карт Висконсина и тест на прогрессивные матрицы Рейвена. Точность в распознавании последовательностей и затраченное время на это обеспечивают существенные данные для оценки визуальной памяти и возможностей распознавания.

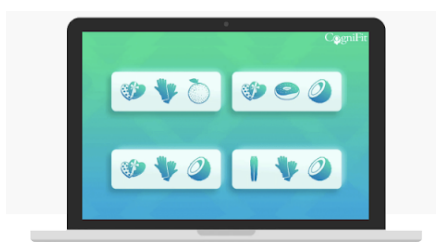


Рис 5. Тест на визуальную память или тест на распознавание WOM-REST

При оценке координации глаз и руки Тест на Координацию Глаза и Руки или Тест на Координацию НЕCOOR играет ключевую роль. Участникам необходимо отслеживать мяч с непредсказуемой траекторией, задача вдохновлена Тестом на Следование Пути и Венской Системой Тестирования. Способность успешно отслеживать мяч, в сочетании с затраченным временем, предоставляет данные относительно способностей участников к координации и когнитивному контролю.



Рис 6. Тест на Координацию Глаза и Руки НЕCOOR

Наконец, Тест на Рабочую Память или Тест на Концентрацию VISMEM-PLAN ставит перед участниками задачу запомнить и воспроизвести последовательность подсвеченных кругов. Эта задача ссылается на широко используемый тест на запоминание блоков Corsi, оценивая рабочую память, контроль внимания и когнитивную гибкость. Точность и длина последовательности служат ключевыми метриками для оценки.



Рис 6. Тест на Рабочую Память или Тест на Концентрацию VISMEM-PLAN

После успешного выполнения этих разнообразных задач, собранные данные, охватывающие различные аспекты, такие как время реакции, точность и специфические метрики, связанные с задачей, проходят тщательную компиляцию и обработку. Этот этап обеспечивает формирование полного когнитивного профиля для каждого участника. Дизайн отчета позволяет проводить сравнительный анализ данных, позволяя индивидам тщательно понять свою когнитивную функцию по сравнению с аналогичной демографической группой сверстников.

**Результаты исследования.** Эксперимент, в который была вовлечена группа из 20 участников, был спланирован с целью выявления когнитивных различий, связанных с возрастом, фактором, присущим человеческому жизненному циклу. Участники были

разделены на две группы: Группа А и Группа В, каждая из которых состояла из 10 человек. Группа А включала в себя людей в возрасте от 20 до 30 лет, а Группа В - людей в возрасте от 45 до 55 лет. Это целенаправленное разделение направлено на обеспечение четкого возрастного различия, исключая потенциальные когнитивные спады, связанные с более продвинутым старением за пределами выбранного возрастного диапазона.

Обширный тест когнитивной функции, проведенный группами, включал в себя исчерпывающие оценки различных когнитивных областей, таких как координация, логическое мышление, восприятие, внимание и память. Тест, ориентированный на максимально возможный балл в 800, был тщательно разработан для обеспечения справедливой, всеобъемлющей оценки когнитивных функций на испытание. Механизм оценки, откалиброванный с точностью, обеспечивал осязаемое и количественное понимание когнитивных способностей и потенциальных различий участвующих групп.

При изучении эмпирических данных результаты проявляют заметные различия в когнитивных способностях двух различных групп. В сфере координации Группа А набрала впечатляющий средний балл 738. В контрасте с этим средний балл Группы В по координации составил 507, что подчеркивает значительный спад в способностях координации с продвижением возраста. Этот спад может быть потенциально связан с возрастными изменениями в нейромускулярной координации и проприоцепции, подтверждая устоявшиеся научные взгляды на старение и координацию.

Углубляясь в когнитивные сферы, сфера логического мышления представила схожие тенденции. Молодая Группа А продемонстрировала устойчивый средний балл 857, резко затмив средний балл Группы В в 557. Это заметное различие сигнализирует о заметном спаде в способностях к логическому мышлению в старшей возрастной группе, возможно, отражая снижение скорости обработки информации и когнитивной гибкости, обычно связанные со старением. Такие результаты подчеркивают необходимость решения проблем снижения когнитивных способностей в области логического мышления и внедрения стратегий для усиления когнитивной устойчивости в этих областях.

Анализ оценок восприятия дальше подтверждает эти образцы. Группа А вышла с средним баллом 759, тогда как Группа В имела средний балл 439. Этот существенный разрыв в оценках подчеркивает спад способностей восприятия с возрастом, дальше подтвержденный потенциальными изменениями в сенсорных органах и сниженной эффективности в нейрональной обработке информации. Такие спады в восприятии подчеркивают необходимость инновационных стратегий для улучшения здоровья сенсорных и восприятий у стареющего населения.



В критической области внимания, необходимой для выполнения задач, требующих концентрированного внимания, молодая Группа А снова превзошла, набрав устойчивый балл 924 против 571 у Группы В. Этот значительный разрыв в оценках подчеркивает снижение внимательности с возрастом, возможно, связанное с возрастными изменениями в сетях внимания мозга. Эти результаты подчеркивают критичность усиления устойчивости внимания в стареющем населении, смягчая потенциальный когнитивный спад в этой области.

Оценка памяти дальше усилила наблюдаемые образцы. Группа А, с средним баллом 775, значительно обогнала Группу В, которая имела средний балл 491, освещая выраженный спад в функциях памяти. Этот спад может быть потенциально связан с возрастными изменениями как в рабочей, так и в долгосрочной памяти, предоставляя убедительное внимание на многоаспектные воздействия старения на память.

Подытоживая данные, важно подчеркнуть, что все участвующие лица находились в оптимальном здоровье, без каких-либо заболеваний или повреждений мозга. Этот существенный критерий исключения подтверждает предположение, что наблюдаемые различия в когнитивной работоспособности интринсически связаны с естественными возрастными изменениями функций мозга, независимо от внешних патологических факторов.

**Обсуждение результатов.** Исследование представляет подробное рассмотрение двух возрастных групп: молодых взрослых (20-30 лет) и взрослых среднего возраста (45-55 лет), предоставляя взгляд на переходы в когнитивных функциях, таких как координация, логическое мышление, восприятие, внимание и память. Заметное снижение этих когнитивных функций с возрастом, как это показано в результате исследования, имеет значительное значение, требуя многоаспектного обсуждения.

Примечательное снижение баллов по координации между двумя группами подчеркивает вредное воздействие старения на нейромускулярную координацию и проприоцепцию. Это согласуется с существующей литературой, которая поддерживает идею о том, что возрастные изменения в нервной и мышечной системах способствуют уменьшению координационных способностей. Последствия этого снижения многочисленны, влияя на способность индивидов выполнять повседневные задачи, требующие точной моторной координации. Этот убыток в координации может потенциально повлиять на автономию индивидов, приводя к увеличенной зависимости от других в активностях повседневной жизни. Кроме того, это может привести к увеличенному риску падений и связанных с ними осложнений, подчеркивая необходимость внедрения интервенций, направленных на усиление координации в

пожилом населении. Стратегии, такие как целенаправленные физические упражнения и тренировка равновесия, могут быть полезны для укрепления координации и смягчения связанных с ней рисков.

Проникая в аспект логического мышления, результаты исследования отражают существующий консенсус в исследованиях когнитивного старения. Значительная разница в баллах по логическому мышлению между молодой и старшей группами является примером возрастного уменьшения способности к решению проблем и критическому мышлению. Это снижение имеет серьезные последствия для пожилых взрослых, возможно, влияя на их способность к эффективному принятию решений, решению проблем и выполнению повседневных обязанностей и задач. Заметное снижение способностей к логическому мышлению подчеркивает необходимость интервенций, сосредоточенных на когнитивном улучшении и стимуляции для старшей возрастной группы. Программы когнитивного тренинга, приоритизирующие задачи, связанные с решением проблем, логическим анализом и критическим мышлением, могут служить эффективными инструментами для укрепления способностей к логическому мышлению среди пожилых взрослых. Кроме того, участие в интеллектуально стимулирующих активностях, таких как головоломки, чтение и изучение новых навыков, может дополнительно способствовать поддержанию и улучшению когнитивных функций.

В области восприятия более низкие баллы в старшей возрастной группе сигнализируют о возможных изменениях в сенсорных органах и механизмах нейрональной обработки с возрастом. Это снижение не просто численное изменение, но представляет собой потенциальные проблемы в эффективной обработке и интерпретации сенсорной информации. Снижение перцептивных способностей может привести к трудностям в ориентировании в различных средах, вызывая потенциальные риски и проблемы, особенно в незнакомых или сложных условиях. Программы по улучшению сенсорных способностей, а также активности, направленные на улучшение перцептивных навыков, можно интегрировать в стратегии когнитивного улучшения для пожилых взрослых, способствуя улучшению взаимодействия с окружающей средой и снижению потенциальных рисков, связанных с снижением восприятия.

Баллы по вниманию в исследовании добавляют еще один слой к сложной картине когнитивного старения. Значительное снижение баллов в старшей возрастной группе означает снижение внимательности, которая играет основополагающую роль в различных когнитивных задачах. Это снижение может повлиять на способность сосредотачиваться на задачах, эффективно обрабатывать информацию и эффективно управлять несколькими задачами одновременно. Учитывая центральность внимания в когнитивной обработке, это

снижение может проникнуть в различные сферы жизни, влияя на профессиональную деятельность, социальные взаимодействия и общее качество жизни. Целенаправленный когнитивный тренинг, сосредоточенный на улучшении внимательности, а также медитация и активности, сосредоточенные на внимании, могут служить эффективными стратегиями для поддержки функций внимания у пожилых взрослых.

Исследуя область памяти, заметное снижение баллов по памяти для старшей группы подчеркивает уязвимость функций памяти к процессам старения. Память является многоаспектной когнитивной областью, влияющей на различные аспекты когнитивной обработки и повседневного функционирования. Снижение функций памяти может привести к трудностям в воспроизведении информации, обучении новым навыкам и удержании новой информации, влияя на различные сферы жизни, включая профессиональные, социальные и личные области. Программы когнитивного тренинга с акцентом на улучшение памяти, а также стратегии для эффективного кодирования, извлечения и сохранения информации, могут предоставить значительную поддержку пожилым взрослым, улучшая функции памяти и смягчая связанные с ней проблемы.

Подводя итог обсуждению, возрастное снижение различных когнитивных функций, представленных в результате исследования, подчеркивает необходимость всесторонних и адаптированных интервенций для поддержки когнитивного здоровья в пожилом населении. Значение результатов выходит за рамки академической сферы, предоставляя практические знания для разработки эффективных стратегий когнитивного улучшения и поддержки в реальных условиях. Крайне важно признать индивидуальность когнитивного старения, требующую персонализированных и адаптивных стратегий интервенции. Использование мультидисциплинарного подхода, охватывающего физические, когнитивные и психосоциальные измерения, может способствовать более целостным и эффективным программам интервенции.

**Выводы.** исследование подчеркивает ощутимое ухудшение когнитивных способностей в более старшей демографической группе. Это наблюдение подчеркивает неотложную необходимость стратегически структурированных интервенций. Практические следствия этих выводов выходят за пределы академической сферы, охватывая критические области общественного здравоохранения и социального благосостояния. Возможность различить конкретные области когнитивного ухудшения и понять их нюансы обеспечивает структурированный путь для создания целенаправленных и эффективных программ и политик по улучшению когнитивных функций. Они необходимы для обеспечения и продвижения когнитивного благополучия нашего стареющего населения.

Исследование закладывает основу для дальнейшего изучения в области когнитивного старения, предоставляя платформу для последующих исследований, сосредоточенных на различных группах участников и разработке и оценке стратегий интервенции. Акцент на раннюю интервенцию, непрерывную когнитивную стимуляцию и всеобъемлющую когнитивную поддержку может сыграть значительную роль в улучшении когнитивного здоровья и качества жизни для пожилых взрослых. Развивающаяся область исследований когнитивного старения обещает инновационные и эффективные стратегии для поддержки когнитивных функций, способствуя обогащенной, выполненной и независимой жизни для людей на протяжении всего процесса старения. Продолжение исследовательских усилий в этой области является первостепенным, способствуя развивающемуся пониманию когнитивного старения и разработке практических, основанных на фактах и влиятельных интервенций для улучшения когнитивного здоровья и благополучия на протяжении всей жизни.

Кроме того, исследование вносит существенный вклад в закладывание твердой основы для будущих исследований в области когнитивного старения. Оно предлагает ценную точку отсчета для более глубокого погружения в многоаспектные измерения когнитивного старения, стимулируя дальнейшие исследования эффективности различных интервенционных стратегий, изучение генетического и экологического воздействия и сложного взаимодействия между различными когнитивными областями в контексте старения.

## Список литературы

- Baltes, P. B., & Lindenberger, U. (1997). Emergence of a powerful connection between sensory and cognitive functions across the adult life span: a new window to the study of cognitive aging?. *Psychology and aging*, 12(1), 12.
- Cabeza, R. (2001). 10 Functional Neuroimaging of Cognitive Aging. *Handbook of functional neuroimaging of cognition*, 331.
- Darowski, E. S., Helder, E., Zacks, R. T., Hasher, L., & Hambrick, D. Z. (2008). Age-related differences in cognition: the role of distraction control. *Neuropsychology*, 22(5), 638.
- Hasher, L., & Zacks, R. T. (1988). Working memory, comprehension, and aging: A review and a new view. *Psychology of learning and motivation*, 22, 193-225.
- Hasher, L., Lustig, C., & Zacks, R. T. (2007). Inhibitory mechanisms and the control of attention. *Variation in working memory*, 19, 227-249.
- Johnson, M. K., Reeder, J. A., Raye, C. L., & Mitchell, K. J. (2002). Second thoughts versus second looks: An age-related deficit in reflectively refreshing just-activated information. *Psychological Science*, 13(1), 64-67.
- Kane, M. J., & Engle, R. W. (2000). Working-memory capacity, proactive interference, and divided attention: limits on long-term memory retrieval. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 26(2), 336.
- Kempermann, G., Kuhn, H. G., & Gage, F. H. (1998). Experience-induced neurogenesis in the senescent dentate gyrus. *Journal of Neuroscience*, 18(9), 3206-3212.
- Lindenberger, U., & Baltes, P. B. (1994). Sensory functioning and intelligence in old age: a strong connection. *Psychology and aging*, 9(3), 339.
- Madden, D. J., Turkington, T. G., Provenzale, J. M., Denny, L. L., Hawk, T. C., Gottlob, L. R., & Coleman, R. E. (1999). Adult age differences in the functional neuroanatomy of verbal recognition memory. *Human brain mapping*, 7(2), 115-135.
- May, C. P., Hasher, L., & Kane, M. J. (1999). The role of interference in memory span. *Memory & cognition*, 27(5), 759-767.
- Park, D. C. (2012). The basic mechanisms accounting for age-related decline in cognitive function. In *Cognitive aging* (pp. 3-21). Psychology Press.
- Park, D. C., Polk, T. A., Mikels, J. A., Taylor, S. F., & Marshuetz, C. (2022). Cerebral aging: integration of brain and behavioral models of cognitive function. *Dialogues in clinical neuroscience*.
- Salthouse, T. A. (1991). *Theoretical perspectives on cognitive aging*. Hillsdale, NJ: L. Jersey: Erlbaum.