

DOI: <https://doi.org/10.17816/humeco686884>

EDN: NEJJWY



Влияние артериальной гипертензии на когнитивные функции в среднем возрасте на Европейском Севере России: исследование с применением метода потенциалов, связанных с событием Р300

Е.В. Кривоногова, О.В. Кривоногова, Л.В. Поскотинова

Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики им. акад. Н.П. Лавёрова Уральского отделения Российской академии наук, Архангельск, Россия

АННОТАЦИЯ

Обоснование. Артериальная гипертензия является фактором риска негативных когнитивных последствий. В каком возрасте она начинает влиять на состояние когнитивных функций, неизвестно.

Цель. Изучение влияния повышенного артериального давления на когнитивные функции у людей среднего возраста путём оценки слухового вызванного потенциала, связанного с событием Р300.

Материалы и методы. В исследовании приняли участие люди в возрасте 45–59 лет с артериальной гипертензией ($n=102$) и без артериальной гипертензии ($n=100$), проживающие в Архангельске. Выделены три возрастных периода: 45–49 лет, 50–54 года, 55–59 лет. В каждом возрастном периоде выделено две группы: 1-я группа (контрольная) — лица, не имеющие артериальной гипертензии; 2-я группа — лица с артериальной гипертензией соответствующего возраста. Регистрацию компонентов Р300 и N2 проводили на электроэнцефалографе «Нейрон-Спектр-4/ВПМ» («Нейрософт», Россия), использовали парадигму oddball. Артериальное давление измеряли автоматическим тонометром OMRON Healthcare.

Результаты. В 45–49 лет у людей с артериальной гипертензией и её медианной длительностью 5 лет не наблюдалось различий в латентном времени N2 и Р300 и величине амплитуды Р300 по сравнению с контрольной группой. В 50–54 года у людей с артериальной гипертензией и её медианной длительностью 8 лет отмечалось снижение амплитуды Р300 в теменной (Р4) области справа по сравнению с контрольной группой данного возраста. В 55–59 лет у людей с артериальной гипертензией и её медианной длительностью 9,7 года наблюдалось снижение амплитуды Р300 в теменных (Р3, Р4), центральных (С3, С4), лобных (F3, F4) отделах головного мозга, увеличение латентного времени N2 в теменной (Р3) области слева, передневисочном (F7) отделе слева, лобном (F4) отделе справа.

Заключение. В среднем возрасте у людей с артериальной гипертензией с 50–54 лет отмечалось снижение ресурсов внимания, с 55–59 лет наблюдалось снижение ресурсов внимания и замедление скорости дифференцировки и опознания звукового стимула.

Ключевые слова: слуховые потенциалы, связанные с событиями; артериальная гипертензия; когнитивные функции; средний возраст.

Как цитировать:

Кривоногова Е.В., Кривоногова О.В., Поскотинова Л.В. Влияние артериальной гипертензии на когнитивные функции в среднем возрасте на Европейском Севере России: исследование с применением метода потенциалов, связанных с событием Р300 // Экология человека. 2025. Т. 32, № 7. С. 469–478. DOI: 10.17816/humeco686884 EDN: NEJJWY

DOI: <https://doi.org/10.17816/humeco686884>

EDN: NEJJWY

Impact of Hypertension on Cognitive Function in Middle Age in the European North of Russia: P300 Event-Related Potential Study

Elena V. Krivonogova, Olga V. Krivonogova, Liliya V. Poskotinova

Federal Research Center for Comprehensive Study of the Arctic named after Academician N.P. Laverov of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Arkhangelsk, Russia

ABSTRACT

BACKGROUND: Hypertension is a known risk factor for adverse cognitive outcomes. The age at which it begins to affect cognitive function remains unclear.

AIM: The work aimed to investigate the impact of elevated blood pressure on cognitive function in middle-aged adults by assessing the auditory P300 event-related potential.

METHODS: This study included residents of Arkhangelsk aged 45–59 years with hypertension ($n = 102$) and without hypertension ($n = 100$). Three age periods were defined: 45–49, 50–54, and 55–59 years. Each age period was divided into two groups: group 1 (control)—individuals without hypertension; group 2—individuals with hypertension of the corresponding age. P300 and N2 components were recorded using a Neuron-Spectrum-4/VPM electroencephalography system (Neurosoft, Russia) with an auditory oddball paradigm. Blood pressure was measured with an OMRON Healthcare automatic tonometer.

RESULTS: In the 45–49-year age range, individuals with hypertension of median duration 5 years showed no differences in N2 or P300 latency or in P300 amplitude compared with the control group. In the 50–54-year age range, individuals with hypertension of median duration 8 years showed reduced P300 amplitude in the right parietal (P4) region compared with corresponding controls. In the 55–59-year age range, individuals with hypertension of median duration 9.7 years showed reduced P300 amplitude in parietal (P3, P4), central (C3, C4), and frontal (F3, F4) regions, along with prolonged N2 latency in the left parietal (P3), left anterior temporal (F7), and right frontal (F4) regions.

CONCLUSION: Middle-aged individuals with hypertension demonstrated a decline in attentional resources beginning at 50–54 years, and by 55–59 years this was accompanied by both reduced attentional resources and slowed speed of auditory stimulus discrimination and recognition.

Keywords: event-related auditory potentials; hypertension; cognitive functions; middle age.

To cite this article:

Krivonogova EV, Krivonogova OV, Poskotinova LV. Impact of Hypertension on Cognitive Function in Middle Age in the European North of Russia: P300 Event-Related Potential Study. *Ekologiya cheloveka (Human Ecology)*. 2025;32(7):469–478. DOI: 10.17816/humeco686884 EDN: NEJJWY

Received: 07.07.2025

Accepted: 30.07.2025

Published online: 12.08.2025

DOI: <https://doi.org/10.17816/humeco686884>

EDN: NEJJWY

动脉高血压对中年人群认知功能的影响：基于P300事件相关电位的研究

Elena V. Krivonogova, Olga V. Krivonogova, Liliya V. Poskotinova

Federal Research Center for Comprehensive Study of the Arctic named after Academician N.P. Laverov of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Arkhangelsk, Russia

摘要

论证。动脉高血压是认知功能受损的重要危险因素。它在何种年龄阶段开始对认知功能产生影响尚不明确。

目的。通过评估听觉事件相关电位P300，探讨中年人群动脉高血压对认知功能的影响。

材料与方法。研究对象为45 – 59岁人群，其中高血压患者（ $n=102$ ），无高血压者（ $n=100$ ），均居住在Arkhangelsk市。按照年龄分为三个阶段：45 – 49岁、50 – 54岁、55 – 59岁。在每个年龄阶段均划分为两组：第1组（对照组）为无动脉高血压者，第2组为相应年龄段的动脉高血压患者。使用«Neuron-Spectrum-4/VPM»（Neurosoft，俄罗斯）脑电图仪，采用oddball范式记录P300与N2成分。血压采用OMRON自动血压计测量。

结果。在45 – 49岁人群中，高血压组患者的中位病程为5年，与对照组相比，在N2与P300潜伏期及P300振幅上未见差异。在50 – 54岁人群中，高血压组患者的中位病程为8年，与同龄对照组相比，其右侧顶叶区（P4）的P300振幅显著降低。在55 – 59岁人群中，高血压组患者的中位病程为9.7年，与对照组相比，在顶叶（P3、P4）、中央区（C3、C4）、额叶（F3、F4）均出现P300振幅下降，并在左侧顶叶区（P3）、左侧额颞区（F7）、右侧额叶区（F4）观察到N2潜伏期延长。

结论。在中年人群中，自50 – 54岁起，动脉高血压患者已出现注意力资源减退；至55 – 59岁，不仅注意力资源减退，还出现声音刺激区分与识别速度减慢的现象。

关键词：听觉事件相关电位；动脉高血压；认知功能；中年期。

引用本文：

Krivonogova EV, Krivonogova OV, Poskotinova LV. 动脉高血压对中年人群认知功能的影响：基于P300事件相关电位的研究. *Ekologiya cheloveka (Human Ecology)*. 2025;32(7):469–478. DOI: 10.17816/humeco686884 EDN: NEJJWY

收到: 07.07.2025

接受: 30.07.2025

发布日期: 12.08.2025

ОБОСНОВАНИЕ

Распространённость артериальной гипертензии (АГ) среди сердечно-сосудистых заболеваний остаётся лидирующей и демонстрирует устойчивую тенденцию к росту [1]. Она является фактором риска негативных когнитивных последствий [2]. Предполагается, что средний возраст является чувствительным периодом, в котором АГ оказывает негативное воздействие на мозг [3]. На Севере АГ возникает у лиц молодого возраста, имеет агрессивное течение и сопровождается ранним поражением органов-мишеней [4]. В настоящее время недостаточно изучено состояние когнитивных функций у пациентов среднего возраста с АГ [5]. Большинство исследований посвящены выявлению связи между АГ в среднем возрасте и состоянием когнитивных функций в пожилом и старческом возрасте [6]. Высокое артериальное давление (АД) в среднем возрасте увеличивает риск снижения когнитивных функций и возникновения деменции в пожилом возрасте [7]. Предполагается, что высокое систолическое АД (САД) среднего возраста является самым сильным предиктором частоты возникновения деменции [7]. Так, исследование АГ среднего возраста и когнитивных способностей показало, что высокое САД в среднем возрасте связано с большим снижением когнитивных способностей в течение 20 лет исследования [7]. САД в среднем возрасте больше 130 мм рт. ст. связано с повышенным риском когнитивных расстройств [8], при САД 160 мм рт. ст. и выше риск деменции возрастает в 4,8 раза [5]. В каком возрасте АГ влияет на состояние когнитивных функций, неизвестно [9], особенно на Севере. Имеются исследования, где показано, что развитие АГ до 55 лет связано с более низкими баллами в тестах на память [3]. В другом исследовании у пациентов с АГ в среднем возрасте 54 года, не получавших антигипертензивную терапию, средний балл в разделе, оценивающего ориентацию, краткой шкалы оценки психического статуса был статистически значимо ниже, чем в группе контроля [5].

Одним из неинвазивных методов, позволяющих объективизировать когнитивные функции, является метод потенциалов, связанных с событием. Этот метод позволяет оценить процессы памяти, скорость опознания и дифференцировки сигнала, принятия решений, концентрацию внимания [10]. Наличие когнитивных расстройств характеризуется удлинением периода латентности Р300 и уменьшением амплитуды Р300 [11].

Цель исследования. Анализ влияния повышенного АД на когнитивные функции у людей среднего возраста на Европейском Севере путём оценки слухового вызванного потенциала, связанного с событием Р300.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В 2024 г. проведено поперечное (одномоментное) исследование, соответствующее положению Хельсинкской

декларации и одобренное этическим комитетом Федерального исследовательского центра комплексного изучения Арктики им. акад. Н.П. Лавёрова Уральского отделения РАН (протокол № 4 от 10.02.2022). В составе группы были участники, ранее вошедшие в случайную популяционную выборку исследования «Узнай своё сердце» (2015–2017 гг.). Критерии исключения: клинически значимые неврологические заболевания (в том числе инсульт), более 14 баллов по шкале депрессии Бека, психические заболевания, снижение клубочковой фильтрации почек менее 60 мл/мин, фибрилляция предсердий, сахарный диабет. В выборку вошли 202 человека 45–59 лет ($n=102$) с АГ и без АГ ($n=100$; контрольная группа). Все они проживали в Архангельске. Исследуемая выборка состояла из 132 (65%) женщин и 70 (35%) мужчин. Были выделены три возрастных периода: 45–49 лет ($n=71$, из них 66% женщин), 50–54 года ($n=67$, из них 72% женщин), 55–59 лет ($n=64$, из них 57% женщин). В каждом возрастном периоде выделено две группы: 1-я группа — контрольная, состоящая из лиц, не имеющих АГ; 2-я группа — лица с АГ соответствующего возраста.

Данные о длительности АГ, приёме препаратов собраны путём опроса участников. САД и диастолическое АД (ДАД) регистрировали на плечевой артерии с помощью автоматического тонометра (OMRON Healthcare). Измерения САД и ДАД проводили трижды с 2-минутными интервалами. Индекс массы тела (ИМТ) рассчитывали как вес в килограммах, делённый на рост в квадрате в метрах. Для скрининга депрессии использовали шкалу Бека.

Слуховой вызванный потенциал Р300 регистрировали с помощью «Нейрон-Спектр-4/ВПМ» («Нейрософт», Россия) с закрытыми глазами. Для записи Р300 использовали парадигму oddball, в которой два типа слуховых стимулов предъявлялись в случайном порядке, при этом целевой стимул встречался редко, с вероятностью 20–30% общего количества стимулов [12]. Вызванный потенциал Р300 оценивали по 16 каналам ЭЭГ (Fp1, Fp2, F3, F4, C3, C4, P3, P4, O1, O2, F7, F8, T3, T4, T5, T6) с референтными электродами на мочках ушей (A1–A2) и с заземляющим электродом на лбу (FPz). Электроды на поверхности головы располагали согласно международной схеме «10–20». Сопротивление электродов поддерживали на уровне менее 10 кОм. Частота квантования сигнала электроэнцефалографа (ЭЭГ) составляла 500 Гц, в полосе регистрации — 0,5–35,0 Гц. Звуковые тоны поступали через колонки. Условия стимуляции: бинауральная, длительность стимула — 50 мс, интенсивность стимула была установлена на уровне 80 дБ, интервал между стимулами составлял 1 с, частота тона — 2000 Гц (целевой стимул) и 1000 Гц (частый стимул). Участникам предлагалось задание на различение двух тонов. Они должны были реагировать нажатием кнопки на редко встречающийся стимул (целевой стимул) и игнорировать часто встречающиеся стимулы. Число усреднений составляло от 15 до 25 для редких стимулов. Для устранения глазодвигательных

артефактов регистрировали электроокулограмму. Дополнительно артефакты выявляли путём визуального анализа записи. Кроме того, из усреднения вызванных потенциалов исключали сигналы, амплитуда которых превышала 100 мкВ.

Оценивали амплитудно-временные параметры ответа на значимые стимулы: амплитуду от пика до пика N2–P300 и латентное время N2 и P300. Учитывая выраженность слухового вызванного потенциала P300 в лобно-центрально-теменной и височной областях мозга [11, 12], анализ компонента P300 проводили в следующих отделах: лобных (F3, F4), центральных (C3, C4), теменных (P3, P4) и височных (F7, F8, T3, T4).

Статистическую обработку проводили с помощью программы Statistica 10 (StatSoft, США). Количественные показатели описаны медианой (Me), 25-м и 75-м перцентилями (25; 75). Результаты были обработаны с применением метода дисперсионного анализа (ANOVA) с использованием повторных измерений. Для коррекции отклонений от сферичности использовали поправку Гринхауса–Гейсера (в результатах указаны скорректированный уровень значимости и исходное число степеней свободы). Оценивали влияние факторов «группа» ($n=2$; 1-я и 2-я группы), «возраст» ($n=3$; 45–49, 50–54, 55–59 лет), «локализация отведения» ($n=10$; F3, F4, C3, C4, P3, P4, F7, F8, T3, T4) и взаимодействие факторов. ИМТ и пол рассматривали как ковариаты. Апостериорные сравнения проводили с использованием теста Дункана для определения статистической значимости различий между группами в месте расположения каждого электрода. При анализе межгрупповых различий (1-я и 2-я группы) показателей САД, ДАД,

возраста, ИМТ в каждой возрастной группе применяли *U*-критерий Манна–Уитни при уровне значимости $p < 0,05$. Корреляционный анализ проводили по критерию Спирмена (*r*Spearman). Уровни статистической значимости принимали при $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Провели сравнительный анализ АД (табл. 1). САД и ДАД во 2-й группе статистически значимо было выше по сравнению с контрольной группой во всех возрастных периодах. Выявлено значимое взаимодействие между факторами «группа», «возраст» и «локализация отведения» в латентном времени N2 ($F=1,89$, $df=18$, $p=0,026$). Дальнейший анализ показал, что латентное время N2 в возрастном периоде 55–59 лет удлинено в теменной области слева (P3, $p=0,019$), передневисочном слева (F7, $p=0,001$), лобном справа (F4, $p=0,049$) по сравнению с контрольной группой этого же возраста (рис. 1). В группах 45–49 и 50–54 лет значимых изменений латентного времени N2 по сравнению с контрольной группой не выявлено (табл. 2). Не выявлено значимого взаимодействия между факторами «группа», «возраст» и «локализация отведения» в латентном времени P300 ($F=1,56$, $df=18$, $p=0,105$), а также между факторами «возраст» и «локализация отведения» ($F=1,12$, $df=18$, $p=0,343$) и между факторами «группа» и «локализация отведения» ($F=0,53$, $df=9$, $p=0,761$). Таким образом, различий в латентном времени P300 между группами с АГ и контрольной группой не выявлено во всех исследуемых возрастных периодах. Анализ дисперсии (ANOVA) выявил значимое влияние фактора «группа»

Таблица 1. Показатели артериального давления, индекса массы тела, возраста у людей среднего возраста Европейского Севера России

Table 1. Blood pressure, body mass index, and age in middle-aged adults living in the European North of Russia

Показатель	Возраст, лет	1-я группа	2-я группа	p , критерий Манна–Уитни
Систолическое артериальное давление, мм рт. ст.	45–49	120 (109; 127)	135 (121; 149)	0,001
	50–54	115 (105; 123)	132 (117; 140)	0,001
	55–59	116 (110; 127)	129 (123; 142)	0,001
Диастолическое артериальное давление, мм рт. ст.	45–49	77 (70; 82)	80 (74; 84)	0,001
	50–54	79 (71; 84)	84 (80; 98)	0,001
	55–59	79 (74; 82)	88 (79; 93)	0,001
Индекс массы тела, кг/м ²	45–49	24,4 (22,6; 27,1)	28,2 (23,2; 30,5)	0,014
	50–54	24,3 (23,1; 25,9)	28,4 (25,5; 33,1)	0,001
	55–59	24,7 (23,4; 27,5)	28,6 (26,2; 30,5)	0,004
Возраст, лет	45–49	47,5 (46; 48)	47 (46; 49)	0,703
	50–54	52 (51; 54)	52 (51; 53)	0,516
	55–59	58 (56; 58)	57 (56; 58)	0,911
Продолжительность артериальной гипертензии, лет	45–49	–	5 (2; 10)	–
	50–54	–	8 (4; 10)	–
	55–59	–	9,7 (5; 10)	–

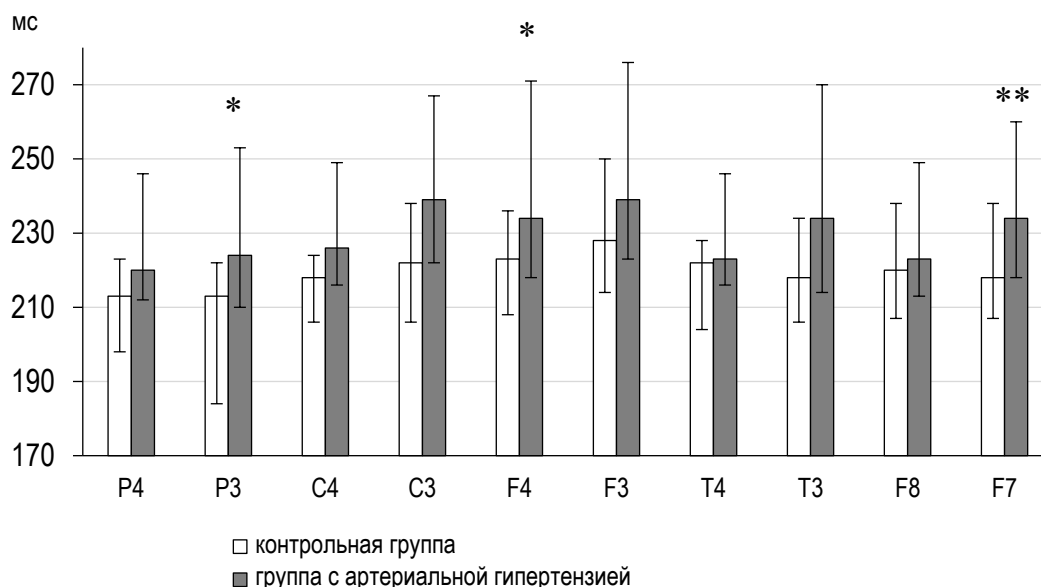


Рис. 1. Латентное время N2 слуховых вызванных потенциалов, связанных с событием P300, у людей 55–59 лет: Me (25; 75); * $p < 0,05$, ** $p < 0,001$ в сравнении с контрольной 1-й группой (тест Дункана).

Fig. 1. N2 latency of auditory P300 event-related potentials in individuals aged 55–59 years: Me (25; 75); * $p < 0.05$, ** $p < 0.001$ compared with control group 1 (Duncan's test).

($F=6,50$, $df=1$, $p=0,012$), взаимодействие между факторами «группа» и «локализация отведения» в отношении амплитуды P300 ($F=2,48$, $df=9$, $p=0,043$), взаимодействие между факторами «возраст» и «локализация отведения» на уровне тенденции ($F=1,86$, $df=18$, $p=0,06$). Дальнейший анализ показал, что в возрасте 45–49 лет не выявлено различий по амплитуде P300 у людей с АГ по сравнению с контрольной группой. Различия выявлены в возрасте 50–54 лет в теменной области справа (P4, $p=0,019$) в виде снижения амплитуды P300 (рис. 2). В возрасте 55–59 лет статистически значимо более низкая амплитуда в теменных (P4, $p=0,001$; P3, $p=0,003$), центральных (C4, $p=0,001$; C3, $p=0,001$), лобных (F4, $p=0,001$; F3, $p=0,001$) отделах головного мозга у людей с АГ по сравнению с контрольной группой соответствующего возраста (см. рис. 2). Выявлена отрицательная корреляционная связь САД и ДАД с амплитудой P300 в теменных P4 ($r=-0,19$, $p=0,006$, $r=-0,18$, $p=0,011$) и P3 ($r=-0,20$, $p=0,004$, $r=-0,15$, $p=0,035$) областях головного мозга, положительная корреляционная связь САД с латентным временем N2 в теменном отделе справа P4 ($r=0,14$, $p=0,047$) и на уровне тенденции положительная корреляционная связь ДАД с латентным временем N2 в теменном P4 ($r=0,13$, $p=0,067$) отделе справа.

ОБСУЖДЕНИЕ

Настоящее исследование направлено на изучение связи АГ с когнитивными функциями путём оценки слухового вызванного потенциала, связанного с событием P300, у людей среднего возраста Европейского Севера. При когнитивных расстройствах наблюдаются характерные изменения компонента P300 вызванных потенциалов,

связанных с событием: увеличение латентного периода P300 и снижение амплитуды [11]. В литературе имеются исследования, в которых показано увеличение латентности P300 и снижение его амплитуды у пациентов с АГ, где длительность АГ $6,3 \pm 1,5$ года и средний возраст — $47,9 \pm 6,4$ года [13]. В другом исследовании, где использовали метод потенциалов, связанных с событием P300, исследования проводили в возрастной группе 18–65 лет и получили в группе с АГ удлинение латентности P300 в центральных и лобных отделах [14]. В данных исследованиях стратификацию по возрастным периодам пациентов с АГ не проводили.

Результаты нашего исследования показали, что в 45–49 лет в группе с АГ с медианной длительностью АГ 5 лет не было выявлено различий по сравнению с контрольной группой. В 50–54 года в группе с АГ и с медианной длительностью АГ 8 лет наблюдалось снижение амплитуды P300. Снижение амплитуды P300 свидетельствует о снижении ресурсов внимания [15]. Изменения амплитуды P300 в данной возрастной группе отмечались в теменном отделе головного мозга справа. По литературным данным [16], теменная область головного мозга, в частности задняя теменная доля, участвует в целенаправленном контроле внимания. В 50–54 года у лиц с АГ не выявлено различий в латентном времени N2 и P300 по сравнению с контрольной группой. В 55–59 лет в группе с АГ с медианной длительностью АГ 9,7 года отмечалось снижение амплитуды P300 и увеличение латентного времени N2, что отражает снижение ресурсов внимания и увеличение времени первичного опознания и дифференцировки звукового сигнала [17] по сравнению с контрольной группой, при этом различий в скорости принятия решения

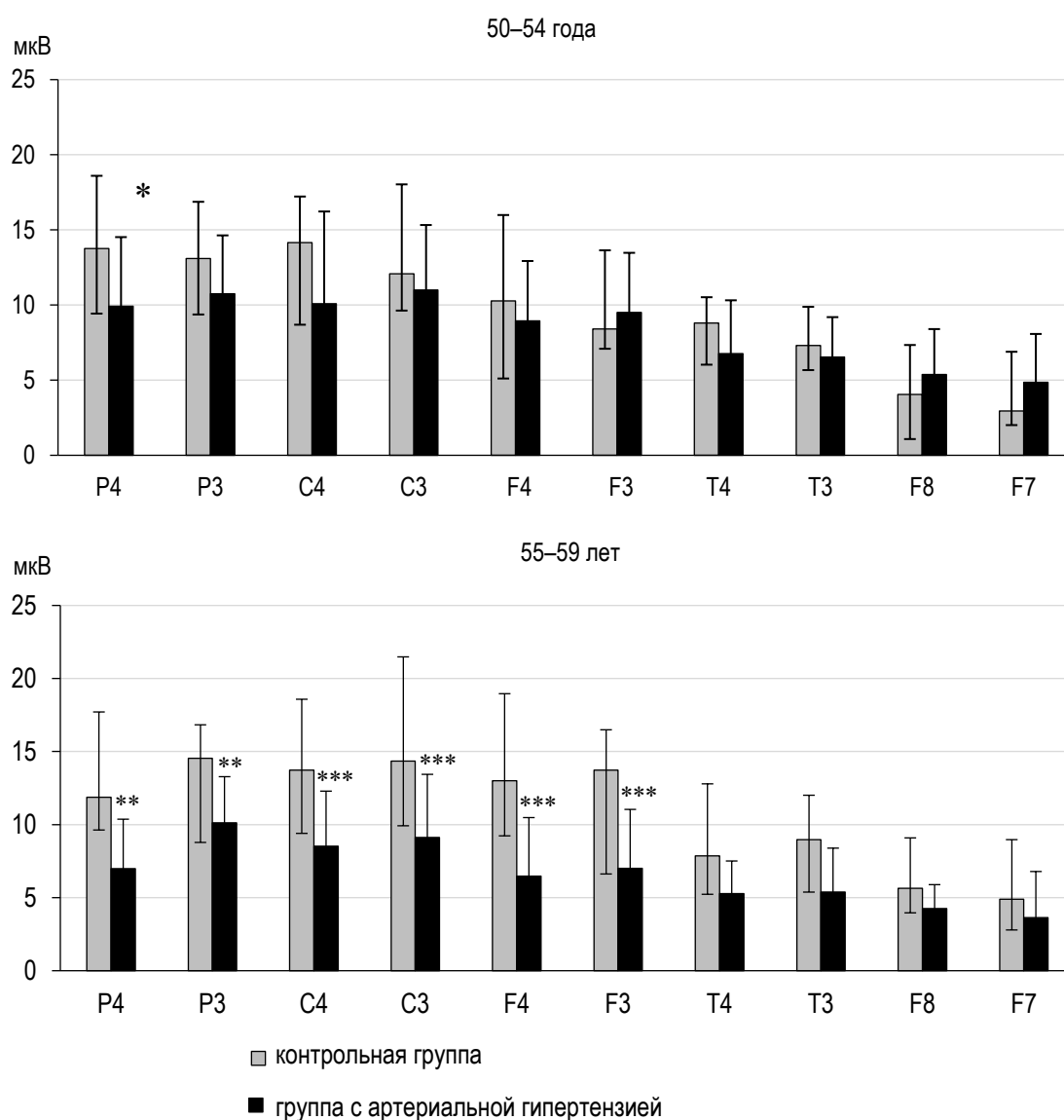


Рис. 2. Амплитуда P300 слуховых вызванных потенциалов, связанных с событием P300, у лиц в возрастных группах 50–54 и 55–59 лет: Me (25; 75); * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$ в сравнении с контрольной 1-й группой (тест Дункана).

Fig. 2. P300 amplitude of auditory P300 event-related potentials in individuals aged 50–54 and 55–59 years: Me (25; 75); * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$ compared with control group 1 (Duncan's test).

не отмечалось. Увеличение латентного времени N2 наблюдается в теменной области слева, передневисочном отделе слева, лобной области справа. В литературе ряд авторов предположили, что изменение латентности N2 P300 свидетельствует о ранних субклинических изменениях когнитивных функций, без явного снижения когнитивных способностей [18]. Снижение амплитуды P300 отмечалось в теменных, центральных, лобных отделах головного мозга. По данным литературы [19], АГ среднего возраста отрицательно влияет на память, исполнительную функцию, но не на внимание, что частично не согласуется с нашими результатами. АГ приводит к диффузным изменениям белого вещества, что может нарушать связи между корой и подкорковыми структурами, а также между различными областями коры, тем самым вызывая расстройства высших мозговых функций [20].

В нашем исследовании наблюдались положительные корреляции САД с латентным временем N2 в теменной области справа, ДАД с латентным временем N2 в теменной области справа на уровне тенденции, что свидетельствует о большем влиянии САД на категоризацию звукового стимула. Отмечались отрицательные корреляционные связи САД и ДАД с амплитудой P300 в теменных отделах, что свидетельствует о влиянии на внимание повышения как САД, так и ДАД.

Таким образом, в среднем возрасте с 50–54 лет отмечается снижение ресурсов внимания, с 55–59 лет — снижение ресурсов внимания и удлинение времени первичной дифференцировки сигнала. САД оказывает большее влияние на замедление дифференцировки и опознание стимулов, а на процессы внимания влияют как САД, так и ДАД.

Таблица 2. Латентность и амплитуда слуховых вызванных потенциалов, связанных с событием Р300**Table 2.** Latency and amplitude of auditory P300 event-related potentials

ЭЗГ-канал	Возраст, лет	Латентное время N2, мс		Латентное время Р300, мс		Амплитуда Р300, мкВ	
		1-я группа	2-я группа	1-я группа	2-я группа	1-я группа	2-я группа
Р4	45–49	213 (206; 228)	204 (198; 223)	327 (308; 346)	345 (322; 356)	11,9 (8,7; 15,0)	11,6 (7,8; 14,8)
	50–54	218 (194; 230)	215,5 (192,5; 235,5)	336 (320; 360)	337 (324; 369,5)	13,8 (9,4; 18,6)	9,9 (6,9; 14,5)*
	55–59	213 (198; 223)	220 (212; 238)	332 (312; 351)	351 (334; 376)	11,9 (9,6; 17,7)	6,9 (4,1; 10,4)**
Р3	45–49	214 (202; 228)	212 (198; 228)	329 (308; 346)	345 (328; 356)	12,4 (8,8; 16,8)	11,5 (7,7; 16,4)
	50–54	213 (196; 232)	220 (196; 241,5)	332 (314; 344)	337 (326; 358,5)	13,1 (9,4; 16,8)	10,8 (7,8; 14,6)
	55–59	213 (184; 222)	224 (210; 239)*	334 (313; 364)	351 (328; 372)	14,5 (8,8; 16,8)	10,1 (6,6; 13,3)**
С4	45–49	216 (206; 228)	214 (200; 220)	328,5 (313; 346)	340 (320; 356)	13,5 (8,4; 19,9)	13,7 (9,1; 17,4)
	50–54	218 (207; 230)	218 (202; 230)	335 (324; 361)	345 (325; 361)	14,2 (8,7; 17,2)	10,1 (6,5; 16,2)
	55–59	218 (206; 224)	226 (216; 239)	345 (324; 366)	352 (324; 372)	13,7 (9,4; 18,6)	8,5 (4,7; 12,3)***
С3	45–49	220 (208; 238)	214 (204; 230)	322 (308; 344)	344 (319; 361)	13,1 (9,7; 18,5)	12,9 (9,2; 16,9)
	50–54	218 (210; 236)	226 (206; 244)	332 (318; 356)	347 (324; 361,5)	12,1 (9,6; 18,1)	11,0 (8,1; 15,3)
	55–59	222 (206; 238)	239 (222; 250)	345 (324; 366)	356 (329; 374)	14,4 (9,9; 21,5)	9,1 (5,5; 13,4)***
F4	45–49	217 (206; 234)	218 (210; 239)	327 (310; 345)	336 (319; 356)	11,3 (7,9; 18,5)	11,9 (7,4; 15,2)
	50–54	224 (213; 236)	225 (216; 247)	340 (324; 356)	347,5 (327,5; 373)	10,3 (5,1; 15,9)	8,9 (4,3; 12,9)
	55–59	223 (208; 236)	234 (218; 255)*	340 (322; 366)	352 (329; 372)	13,0 (9,2; 18,9)	6,5 (4,3; 10,5)***
F3	45–49	218 (206; 244)	232 (216; 255)	330 (308; 342)	340 (314; 356)	11,1 (7,7; 15,9)	10,8 (8,8; 14,7)
	50–54	228 (218; 239)	236 (212; 263)	336 (316; 345)	348 (318,5; 368)	8,4 (7,1; 13,6)	9,5 (5,6; 13,4)
	55–59	228 (214; 250)	239 (223; 260)	340 (329; 364)	360 (335; 377)	13,7 (6,6; 16,5)	7,1 (3,7; 11,1)***
Т4	45–49	213 (206; 228)	213 (200; 223)	330,5 (308; 348)	334 (316; 351)	7,9 (4,8; 10,8)	7,6 (5,6; 9,6)
	50–54	218 (207; 228)	220 (203; 234)	338 (314; 350)	342,5 (323,5; 364,5)	8,8 (6,1; 10,5)	6,8 (4,4; 10,3)
	55–59	222 (204; 228)	223 (216; 239)	336 (310; 361)	340 (319; 367)	7,9 (5,2; 12,8)	5,3 (3,5; 7,5)
Т3	45–49	218 (207; 239)	222 (212; 234)	324 (306; 344)	338 (316; 356)	7,9 (6,5; 11,3)	7,6 (5,2; 10,3)
	50–54	223 (207; 234)	223 (202; 236,5)	335 (316; 346)	338 (323; 358)	7,3 (5,7; 9,8)	6,5 (4,2; 9,2)
	55–59	218 (206; 234)	234 (214; 250)	342 (316; 361)	340 (318; 361)	8,9 (5,4; 12,0)	5,4 (3,2; 8,4)
F8	45–49	218 (206; 232)	220(204; 228)	330,5 (312; 345)	335 (312; 361)	5,6 (3,1; 10,4)	4,6 (2,9; 8,5)
	50–54	218 (208; 234)	228 (215,5; 244)	335 (313; 354)	345,5 (319; 370)	4,8 (2,7; 7,6)	5,4 (3,2; 8,4)
	55–59	220 (207; 238)	223 (213; 239)	351 (324; 367)	345 (324; 367)	5,6 (3,9; 9,1)	4,3 (2,5; 5,9)
F7	45–49	218 (202; 244)	228 (218; 250)	313,5 (298; 345)	340 (313; 360)	5,3 (2,6; 7,2)	4,6 (2,9; 6,5)
	50–54	226 (213; 244)	226,5 (207; 250)	340 (324; 361)	348 (313,5; 372)	4,0 (2,6; 7,6)	4,9 (2,3; 8,1)
	55–59	218 (207; 238)	234 (218; 244)***	345 (319; 358)	346 (335; 372)	4,9 (2,8; 8,9)	3,6 (1,9; 6,8)

Примечание. * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$ в сравнении с 1-й группой (тест Дункана).

У исследования есть некоторые ограничения: поперечное исследование, небольшая выборка.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В среднем возрасте 45–49 лет у лиц с АГ не наблюдалось изменений когнитивных функций при медианной длительности АГ 5 лет по данным метода потенциалов, связанных с событием. У людей 50–54 лет с АГ и медианной длительностью АГ 8 лет отмечалось снижение

ресурсов внимания, изменения фиксировались в теменной области справа. В 55–59 лет с медианной длительностью АГ 9,7 года наблюдалось снижение ресурсов внимания и скорости дифференцировки звукового сигнала в теменных, височных, лобных областях, передневисочном отделе слева. С учётом этих данных необходимо уделять повышенное внимание профилактике когнитивных нарушений у пациентов с АГ в возрасте 50 лет и старше.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Вклад авторов. Е.В. Кривоногова — концепция и дизайн исследования, получение, анализ и интерпретация данных, написание текста статьи; О.В. Кривоногова — концепция и дизайн исследования, получение, анализ и интерпретация данных, написание текста статьи; Л.В. Поскотинова — организация и сбор материала, прочтение и одобрение финальной версии статьи. Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведения исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией).

Этическая экспертиза. Проведение исследования одобрено локальным этическим комитетом Федерального исследовательского центра комплексного изучения Арктики им. акад. Н.П. Лавёрова Уральского отделения РАН (протокол № 4 от 10.02.2022).

Согласие на публикацию. Все участники исследования добровольно подписали форму информированного согласия до включения в исследование.

Источники финансирования. Исследование выполнено по программе фундаментальных научно-исследовательских разработок Федерального исследовательского центра комплексного изучения Арктики им. акад. Н.П. Лавёрова Уральского отделения РАН (№ 125022002730-2).

Раскрытие интересов. Авторы заявляют об отсутствии отношений, деятельности и интересов за последние три года, связанных с третьими лицами (коммерческими и некоммерческими), интересы которых могут быть затронуты содержанием статьи.

Оригинальность. При создании настоящей работы авторы не использовали ранее опубликованные сведения (текст, иллюстрации, данные).

Доступ к данным. Редакционная политика в отношении совместного использования данных к настоящей работе не применима, новые данные не собирали и не создавали.

Генеративный искусственный интеллект. При создании настоящей статьи технологии генеративного искусственного интеллекта не использовали.

Рассмотрение и рецензирование. Настоящая работа подана в журнал в инициативном порядке и рассмотрена по обычной процедуре.

В рецензировании участвовали два внешних рецензента, член редакционной коллегии и научный редактор издания.

Благодарность. Авторы выражают благодарность А.В. Кудрявцеву за помощь в организации сбора первичного материала.

ADDITIONAL INFORMATION

Author contributions: E.V. Krivonogova, O.V. Krivonogova: conceptualization, methodology, investigation, data curation, formal analysis, writing—original draft; L.V. Poskotinova: resources, investigation, writing—review & editing. All the authors confirm that their authorship meets the ICMJE criteria (all authors made substantial contributions to the conceptualization, investigation, and manuscript preparation, and reviewed and approved the final version prior to publication).

Ethics approval: The study was approved by the Local Ethics Committee of the N. Laverov Federal Center for Integrated Arctic Research of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences (protocol No. 4, February 10, 2022).

Consent for publication: All participants provided written informed consent prior to inclusion in the study.

Funding sources: The study was conducted under the Program of Fundamental Research of the N. Laverov Federal Center for Integrated Arctic Research of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences (No. 125022002730-2).

Disclosure of interests: The authors have no relationships, activities, or interests for the last three years related to for-profit or not-for-profit third parties whose interests may be affected by the content of the article.

Statement of originality: No previously published material (text, images, or data) was used in this work.

Data availability statement: The editorial policy regarding data sharing does not apply to this work, as no new data was collected or created.

Generative AI: No generative artificial intelligence technologies were used to prepare this article.

Provenance and peer-review: This paper was submitted unsolicited and reviewed following the standard procedure. The peer review process involved two external reviewers, a member of the editorial board, and the in-house scientific editor.

Acknowledgments: The authors express their gratitude to A.V. Kudryavtsev for assistance in organizing the collection of primary material.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. Isaykina OYu, Vekhova KA, Drobotov GS, et al. Association of cognitive impairment and arterial hypertension. *Neurology, Neuropsychiatry, Psychosomatics*. 2023;15(6):4–9. doi: 10.14412/2074-2711-2023-6-4-9 EDN: ZUTFIP
2. Zúñiga Salazar G, Zúñiga D, Balasubramanian S, et al. The relation between arterial hypertension and cognitive impairment: a literature review. *Cureus*. 2024;16(1):e52782. doi: 10.7759/cureus.52782
3. de Menezes ST, Giatti L, Brant LCC, et al. Hypertension, prehypertension, and hypertension control: association with decline in cognitive performance in the ELSA-Brasil cohort. *Hypertension*. 2021;77(2):672–681. doi: 10.1161/hypertensionaha.120.16080
4. Khasnulin VI, Sevostyanova EV. Influence of pathologic meteosensitivity on development of arterial hypertension in the North. *University Proceedings. Volga Region. Medical Sciences*. 2013;1(1):92–101. EDN: PZZQCL
5. Ostroumova TM, Zakharov VV. Cognitive impairment in middle-aged patients with arterial hypertension. *Effective Pharmacotherapy*. 2020;16(23):6–12. doi: 10.33978/2307-3586-2020-16-23-6-12. EDN: CNXZIT
6. Ostroumova TM, Parfenov VA, Ostroumova OD. Hypertension and cognitive impairment: the standpoint of evidence-based medicine. *Neurology, Neuropsychiatry, Psychosomatics*. 2017;9(4):70–76. doi: 10.14412/2074-2711-2017-4-70-76 EDN: ZXLDJ
7. Cheon EJ. Hypertension and cognitive dysfunction: a narrative review. *J Yeungnam Med Sci*. 2023;40(3):225–232. doi: 10.12701/jyms.2022.00605
8. Ou YN, Tan CC, Shen XN, et al. Blood pressure and risks of cognitive impairment and dementia: a systematic review and meta-analysis of 209 prospective studies. *Hypertension*. 2020;76(1):217–225. doi: 10.1161/hypertensionaha.120.14993
9. Ostroumova TM, Ostroumova OD. Cognitive impairments in patients with arterial hypertension: focus on middle-aged patients. *The Journal of General Medicine*. 2021;2(2):65–71. doi: 10.24412/2071-5315-2021-1232 EDN: JDBWBS
10. Waliszewska-Prośół M, Bladowska J, Budrewicz S, et al. The evaluation of Hashimoto's thyroiditis with event-related potentials and magnetic resonance spectroscopy and its relation to cognitive function. *Sci Rep*. 2021;11(1):2480. doi: 10.1038/s41598-021-82281-6
11. Gnezditskiy VV, Korepina OS, Chatskaya AV, Klochkova OI. Memory, cognition and the endogenous evoked potentials of the brain: the estimation of the disturbance of cognitive functions and capacity of working memory without the psychological testing. *Progress in Physiological Science*. 2017;48(1):3–23. EDN: YKVECX
12. Gnezditskiy VV., Korepina OS. Atlas of evoked brain potentials (a practical guide based on the analysis of specific clinical observations). Ivanovo: PresSto; 2011. 528 p. (In Russ.) EDN: QMBPWX

13. Zueva IB, Krivonosov DS, Buch AV. Assessment of cognitive functions using cognitive evoked potential in patients with arterial hypertension. *International Heart and Vascular Disease Journal*. 2017;5(13):10–16. EDN: YQEDLT
14. Gogisetti Y, Pathania M, Mittal S, et al. Assessment of cognition in hypertensives and normotensives: a comparative P300 study. *Cureus*. 2022;14(8):e28397. doi: 10.7759/cureus.28397
15. Polich J, Herbst KL. P300 as a clinical assay: rationale, evaluation, and findings. *Int J Psychophysiol*. 2000;38(1):3–19. doi: 10.1016/s0167-8760(00)00127-6
16. Shomstein S, Yantis S. Parietal cortex mediates voluntary control of spatial and nonspatial auditory attention. *J Neurosci*. 2006;26(2):435–439. doi: 10.1523/JNEUROSCI.4408-05.2006
17. Dzhos YuS, Kalinina LP. Cognitive event-related potentials in neurophysiology research (review). *Journal of Medical and Biological Research*. 2018;6(3):223–235. doi: 10.17238/issn2542-1298.2018.6.3.223 EDN: XZ0GBV
18. Cicconetti P, Ciotti V, Tafaro L, et al. Event related brain potentials in elderly patients with recently diagnosed isolated systolic hypertension. *Clin Neurophysiol*. 2007;118(4):824–832. doi: 10.1016/j.clinph.2006.11.001
19. Joyce OC, McHugh C, Mockler D, et al. Midlife hypertension is a risk factor for some, but not all, domains of cognitive decline in later life: a systematic review and meta-analysis. *J Hypertens*. 2024;42(2):205–223. doi: 10.1097/HJH.0000000000003614
20. Zaharov VV, Vahnina NV. Cognitive disorders in arterial hypertension. *Nervous Diseases*. 2013;(3):16–21. (In Russ.) EDN: RHTULZ

ОБ АВТОРАХ

* **Кривоногова Елена Вячеславовна**, канд. биол. наук;
адрес: Россия, 163020, Архангельск, Никольский пр-кт, д. 20;
ORCID: 0000-0002-2323-5246;
eLibrary SPIN: 9022-9696;
e-mail: elena200280@mail.ru

Кривоногова Ольга Вячеславовна, канд. биол. наук;
ORCID: 0000-0002-7267-8836;
eLibrary SPIN: 1086-3008;
e-mail: ja.olga1@gmail.com

Поскотинова Лилия Владимировна, д-р биол. наук,
канд. мед. наук, доцент;
ORCID: 0000-0002-7537-0837;
eLibrary SPIN: 3148-6180;
e-mail: liliya200572@mail.ru

AUTHORS' INFO

* **Elena V. Krivonogova**, Cand. Sci. (Biology);
address: 20 Nikolsky ave, Arkhangelsk, Russia, 163020;
ORCID: 0000-0002-2323-5246;
eLibrary SPIN: 9022-9696;
e-mail: elena200280@mail.ru

Olga V. Krivonogova, Cand. Sci. (Biology);
ORCID: 0000-0002-7267-8836;
eLibrary SPIN: 1086-3008;
e-mail: ja.olga1@gmail.com

Liliya V. Poskotinova, Dr. Sci. (Biology), MD, Cand. Sci. (Medicine),
Associate Professor;
ORCID: 0000-0002-7537-0837;
eLibrary SPIN: 3148-6180;
e-mail: liliya200572@mail.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author