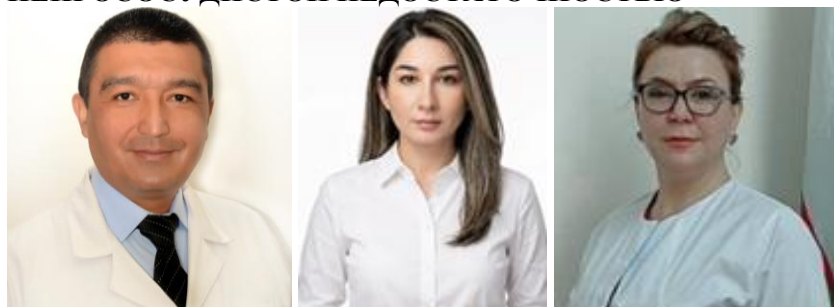


КЛИНИЧЕСКИЕ И НЕЙРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАЛЛЕЛИ У ПОДРОСТКОВ С НЕЙРОСОСУДИСТОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТЬЮ



Ниязов Шухрат Тоштемирович, Рашидова Севарахон Истамовна, Джурабекова Азиза Тахировна
Самаркандский государственный медицинский университет, Республика Узбекистан, г. Самарканд

НЕЙРОВАСКУЛЯР ЕТИШМОВЧИЛИГИ БЎЛГАН ЎСМИРЛАРДА КЛИНИК ВА НЕЙРОФИЗИОЛОГИК ХУСУСИЯТЛАР

Ниязов Шухрат Тоштемирович, Рашидова Севарахон Истамовна, Джурабекова Азиза Тахировна
Самарканд давлат тиббиёт университети, Ўзбекистон Республикаси, Самарканд ш.

CLINICAL AND NEUROPHYSIOLOGICAL CHARACTERISTICS IN ADOLESCENTS WITH NEUROVASCULAR DISORDER

Niyazov Shuhrat Toshtemirovich, Rashidova Sevarakhon Istamovna, Jurabekova Aziza Takhirovna
Samarkand State Medical University, Republic of Uzbekistan, Samarkand

e-mail: info@sammu.uz

Резюме. Ўсмирларда нейроқон-томир етишмовчилиги (НҚТЙ) – бу гемодинамика ва микроциркуляцияни тартибга солишнинг марказий ҳамда периферик механизмлари ўртасидаги динамик ўзаро таъсирнинг кўп босқичли бузилиши бўлиб, у онтогенезнинг муҳим даврида вегетатив асаб тизимининг шаклланиб улгурмаганлиги билан мураккаблашади. Ҳозирги ўсмирлар популяцияси шароитида НҚТЙ билан касалланиш 12–17 ёшдаги шахслар умумий сонининг 25–35 фоизини ташкил этади, невротик ва психосоматик бузилишлари бўлган ўсмирлар орасида эса бу кўрсаткич 60–70 фоизга етади. Тадқиқот мақсади нейроқон-томир патологияси мавжуд ўсмирларда цереброваскуляр реактивликнинг миё баёзэлектрик фаоллиги кўрсаткичлари билан биргаликдаги диагностик ва прогностик аҳамиятини баҳолашдан иборат. Тадқиқот материаллари ва усуллари. Тадқиқот 2024–2025 йиллар давомида Самарканд давлат тиббиёт университети Кўп тармоқли клиникаси негизидаги болалар неврологiasi, неврология ва терапия бўлимларида ўтказилди. Тадқиқотга 16 ёшдан 19 ёшгача бўлган ўсмирлар жалб қилинди. Асосий гуруҳни ХКТ-10 таснифига мувофиқ, клиник жиҳатдан тасдиқланган нейроқон-томир патологиясига эга 47 нафар бемор ташкил этди. Тадқиқот натижалари. Клиник маълумотлар таҳлили шуни кўрсатдики, асосий гуруҳдаги ўсмирларда (n=47) назорат гуруҳига (n=33) нисбатан умумий ва астено-вегетатив белгилар ишончли даражада кўпроқ қайд этилган. Асосий гуруҳ беморларининг 80,9 фоизи (n=38) бош оғригидан шикоят қилган бўлса, назорат гуруҳида сефалгик симптомлар 21,2 фоиз (n=7) ҳолатда учради ($\chi^2=27,4$; $p<0,001$), бу эса 59,7 фоизлик фарқни ташкил этди. Бош айланиши аломати асосий гуруҳ беморларининг 63,8 фоизиди (n=30) ва назорат гуруҳи ҳолатларининг 12,1 фоизиди (n=4) аниқланди ($p<0,001$). Тез толиқиши асосий гуруҳ беморларининг 74,5 фоиз (n=35) ҳолатида, назорат гуруҳида эса 27,3 фоиз (n=9) ҳолатда қайд этилди ($p<0,001$). Диққат жамлашининг пасайиши асосий гуруҳ беморларининг 68,1 фоизиди (n=32) ва назорат гуруҳи ҳолатларининг 18,2 фоизиди (n=6) кузатилди ($p<0,001$). Шу билан бирга, жинсий белгилар бўйича ўзгаришлар таҳлил қилинганда, бош оғриги аломати асосий гуруҳдаги қизларда 84,0 фоизгача (25 нафардан 21 нафариди) бироз кўпроқ учрагани, ўғил болаларда эса бу кўрсаткич 77,3 фоизни (22 нафардан 17 нафариди) ташкил этгани аниқланди, бироқ фарқлар статистик жиҳатдан аҳамиятли бўлмади ($p=0,34$). Хулосалар: Шундай қилиб, нейроқон-томир патологияси бўлган ўсмирларда соғлом тенгдошларига нисбатан ишончли даражада кўпроқ учрайдиган клиник-неврологик белгилар аниқланди: бош оғриги (80,9%), вегетатив дисфункция (70,2%), диққат жамлашининг пасайиши (68,1%) ($p<0,001$). Энг яққол симптоматика гипертензия билан боғлиқ вариантда (II10–II15) кузатилди.

Калим сўзлар: нейроқон-томир етишмовчилик, ўсмирлар, цереброваскуляр реактивлик, миё баёзэлектрик фаоллиги, когнитив чақирилган P300/N200 потенциаллар.

Abstract. Neurovascular insufficiency (NSI) in adolescents is a multi-level disorder of dynamic interaction between central and peripheral mechanisms of hemodynamic regulation and microcirculation, complicated by the incomplete formation of the autonomic nervous system during the critical period of ontogenesis. In the conditions of the modern adolescent population, the incidence of NCD fluctuates within 25–35% of the total population of individuals aged 12–17, and among adolescents with neurotic and psychosomatic disorders, this figure reaches 60–70%. The aim of the study is to evaluate the diagnostic and prognostic significance of cerebrovascular reactivity in combination with brain bioelectrical activity indicators in adolescents with neurovascular pathology. Research materials and methods. The study was conducted at the Multidisciplinary Clinic of Samarkand State Medical University in the departments of pediatric neurology, neurology, and therapeutic departments during the period of 2024–2025. The study included adolescents aged 16 to 19. The

main group consisted of 47 patients with clinically verified neurovascular pathology in accordance with the ICD-10 classification. Research result. Analysis of clinical data showed that general cerebral and astheno-vegetative manifestations were significantly more frequently recorded in adolescents of the main group ($n=47$) compared to the control group ($n=33$). Complaints of headache were reported by 80.9% of patients in the main group ($n=38$), while cephalic symptoms occurred in 21.2% ($n=7$) of the control group ($\chi^2=27.4$; $p<0.001$), representing a difference of 59.7%. Dizziness symptoms were identified in 63.8% ($n=30$) of patients in the main group and in 12.1% ($n=4$) of cases in the control group ($p<0.001$). Increased fatigue was recorded in the main group of patients in 74.5% ($n=35$) of cases, compared to 27.3% ($n=9$) in the control group, respectively ($p<0.001$). A decreased level of attention concentration was found in 68.1% ($n=32$) of patients in the main group and 18.2% ($n=6$) of cases in the control group ($p<0.001$). Conclusions: thus, in adolescents with neurovascular pathology, significantly more frequent clinical and neurological manifestations were identified compared to healthy peers: headache (80.9%), autonomic dysfunction (70.2%), and decreased attention (68.1%) ($p<0.001$). Thus, in adolescents with neurovascular pathology, significantly more frequent clinical and neurological manifestations were identified compared to healthy peers: headache (80.9%), autonomic dysfunction (70.2%), and decreased attention (68.1%). The most pronounced symptoms were observed in the hypertensive-associated variant (I10–I15).

Keywords: neurovascular insufficiency, adolescents, cerebrovascular reactivity, bioelectrical activity of the brain, cognitive evoked potentials P300/N200.

Введение. В последние годы проблема ранней диагностики нейрососудистой недостаточности у подростков приобретает всё большую значимость в связи с ростом частоты функциональных сосудистых нарушений и гипертензивно-ассоциированных состояний в пубертатном возрасте [3, 7]. В отличие от взрослых форм цереброваскулярной патологии, где ведущими механизмами являются атеросклеротическое поражение и хроническая ишемия, у подростков преобладают регуляторно-гемодинамические нарушения, сопровождающиеся изменениями цереброваскулярной реактивности и нестабильностью автономной регуляции [5, 8, 10]. Однако инструментальная верификация функциональной нейрососудистой недостаточности остаётся сложной задачей, поскольку стандартные методы нейровизуализации не всегда отражают ранние нарушения мозговой регуляции. В международных исследованиях всё больше внимания уделяется анализу биоэлектрической активности мозга как индикатору функциональной церебральной дисфункции. Показано, что при сосудистых и гипертензивных состояниях у подростков регистрируются изменения фоновой ЭЭГ-активности, удлинение латентности когнитивных вызванных потенциалов P300 и N200, отражающих замедление процессов сенсорной обработки и внимания [4, 8, 12]. Установлено, что латентность P300 коррелирует с показателями когнитивной эффективности и может рассматриваться как ранний нейрофизиологический маркер сосудистой уязвимости [1, 3, 6, 9, 11]. Во многих исследованиях подчёркивается значение нейрофизиологических методов в диагностике церебральной дисфункции у подростков с сосудистыми нарушениями, при этом отмечено, что при гипертензивных состояниях и вегетативной дисфункции выявляются диффузные изменения биоэлектрической активности и снижение когнитивных потенциалов, что отражает функциональную недостаточность корково-подкорковых взаимодействий [2, 7, 9]. Вместе с тем системный анализ взаимосвязи цереброваску-

лярной реактивности и параметров ЭЭГ у подростков практически не представлено. В отечественных исследованиях акцент делается на раннем выявлении эндотелиальной дисфункции и сосудистых факторов риска, однако нейрофизиологический компонент остаётся недостаточно интегрированным в диагностический алгоритм [5, 13]. Между тем сочетанное изучение цереброваскулярной реактивности и биоэлектрической активности мозга позволяет оценить не только состояние сосудистых резервов, но и функциональные последствия гемодинамических нарушений на уровне когнитивной обработки информации. Таким образом, комплексное исследование цереброваскулярной реактивности и показателей ЭЭГ с анализом когнитивных компонентов P300 и N200 у подростков с нейрососудистой патологией представляется актуальным направлением, способствующим ранней диагностике функциональной церебральной недостаточности, уточнению патогенетических механизмов и формированию прогностически значимых критериев течения заболевания.

Цель исследования, оценить диагностическую и прогностическую значимость цереброваскулярной реактивности в сочетании с показателями биоэлектрической активности мозга у подростков с нейрососудистой патологией.

Материал и методы исследования. Исследование проведено на базе Многопрофильной клиники Самаркандского государственного медицинского университета в отделениях детской неврологии, неврологии и терапевтических отделениях в период 2024–2025 гг. В исследование включены подростки в возрасте от 16 до 19 лет. Основную группу составили 47 пациентов с клинически верифицированной нейрососудистой патологией в соответствии с классификацией МКБ-10. В структуре основной группы выделены следующие подтипы заболевания, врождённые сосудистые аномалии головного мозга (Q28.0–Q28.3) 27,7% ($n=13$), другие цереброваскулярные заболевания (I67) 23,4% ($n=11$), вторичные нейрососу-

дистые состояния на фоне артериальной гипертензии (I10–I15) 48,9% (n=23). Средний возраст пациентов основной группы составил $17,9 \pm 1,0$ года. По гендерному распределению в основной группе девочки составили 53,2% (n=25), мальчики 46,8% (n=22). Группу контроля составили 33 практически здоровых подростка сопоставимого возраста ($17,6 \pm 0,9$ года), проходивших профилактический медицинский осмотр в поликлиническом отделении МК СамГМУ. Девочки в контрольной группе составили 51,5% (n=17), мальчики 48,5% (n=16). У подростков контрольной группы отсутствовали клинические, инструментальные и нейрофизиологические признаки нейрососудистой патологии. Всем подросткам проводилось комплексное клиничко-неврологическое обследование с оценкой жалоб, анамнеза заболевания и факторов риска. Неврологический статус включал анализ общемозговой и очаговой симптоматики, оценку координационных проб, мышечного тонуса, сухожильных рефлексов и признаков вегетативной дисфункции. Особое внимание уделялось характеристике цефалгического синдрома, наличию головокружения, эпизодов транзиторной слабости, снижению учебной работоспособности и нарушению сна. Когнитивный статус оценивался с использованием стандартизованных шкал, MoCA-adolescent для скрининговой оценки когнитивных функций и Trail Making Test-A (TMT-A) для анализа скорости психомоторной обработки информации и устойчивости внимания. Полученные показатели сопоставлялись с клиническими и нейрофизиологическими параметрами. Электроэнцефалографическое исследование проводилось с использованием цифровой многоканальной ЭЭГ-системы с регистрацией фоновой биоэлектрической активности в состоянии покоя. Анализировались частотно-амплитудные характеристики альфа-, бета-, тета- и дельта-диапазонов, межполушарная асимметрия и признаки диффузных изменений биоэлектрической активности. Когнитивные вызванные потенциалы (КП) регистрировались по парадигме oddball с выделением компонентов N200 и P300. Оценивались латентность (мс) и амплитуда (мкВ) компонентов N200 и P300 как нейрофизиологические маркёры процессов распознавания стимула, избирательного внимания и когнитивной переработки информации. Полученные данные анализировались в сопоставлении с клиническими проявлениями и когнитивными показателями. Статистическая обработка данных проводилась с использованием пакета прикладных программ, на личном компьютере. Количественные показатели представлены в виде $M \pm SD$. Сравнение параметров между основной и контрольной группами выполнялось с применением t-критерия Стьюдента либо критерия Манна–Уитни в зависимости от

распределения данных. Качественные признаки анализировались с использованием χ^2 -критерия. Корреляционный анализ проводился для оценки взаимосвязи между показателями цереброваскулярной реактивности, параметрами ЭЭГ и компонентами P300/N200 с использованием коэффициента Пирсона или Спирмена (r). Верификация диагностической значимости показателей осуществлялась методом ROC-анализа с расчётом площади под кривой (AUC), чувствительности и специфичности. Статистически значимыми считались различия при $p < 0,05$.

Результат исследования. Анализ клинических данных показал, что у подростков основной группы (n=47) достоверно чаще регистрировались общемозговые и астеновегетативные проявления по сравнению с контрольной группой (n=33). Жалобы на головную боль предъявляли 80,9% пациентов основной группы (n=38), в группе контроля цефалгические симптомы встречались в 21,2% (n=7) ($\chi^2=27,4$; $p<0,001$), что составило разницу 59,7%. Симптом головокружения выявлен у 63,8% (n=30) пациентов в основной группе, и в 12,1% (n=4) случаях группы контроля ($p<0,001$). Повышенная утомляемость регистрировалась в основной группе пациентов в 74,5% (n=35) случаях, на против в контрольной группе в 27,3% (n=9) случаях соответственно ($p<0,001$). Уровень сниженной концентрации внимания обнаружено у 68,1% (n=32) пациентов основной группы и у 18,2% (n=6) случаев контрольной группы ($p<0,001$). При этом, характер изменения по гендерным признакам выявил, симптом головной боли несколько чаще встречался у девочек основной группы до 84,0% случаев (21 из 25), тогда как у мальчиков процент составил 77,3% (17 из 22), однако различия статистически не были значимыми ($p=0,34$). Результат контроля по признаку астеновегетативных жалоб в виде утомляемости, нарушения сна, чаще регистрировались у девочек (80,0%) по сравнению с мальчиками (68,2%), показав тем самым тенденцию к гендерной вариативности. Разграничение пациентов по типу заболевания определило наиболее выраженные клинические симптомы у пациентов с гипертензивно-ассоциированным вариантом по МКБ-10 (I10–I15), где головная боль отмечена в 87,0% (20 из 23) случаях, а симптом головокружения выявлен в 73,9% (17 из 23) случаях, что достоверно превышало показатели при типе заболевания по МКБ 10 (Q28.0–Q28.3) в 69,2% и 53,8% соответственно и коду заболевания по (I67) 63,6% и 54,5% соответственно ($p<0,05$). Таким образом, результат анализа показал, что функционально-гемодинамический компонент проявлялся более выраженной клинической картиной. Неврологический осмотр выявил признаки вегетативной дисфункции у 70,2% пациентов основной группы,

тогда как в группе контроля отмечены в 24,2% случаях ($p<0,001$). Лёгкая очаговая симптоматика в виде асимметрии сухожильных рефлексов, элементов координаторной нестабильности регистрировалась у 34,0% основной группы и отсутствовали в контрольной здоровой группе ($p=0,002$). Кроме того, диффузные изменения мышечного тонуса и признаки нестабильности вегетативной регуляции чаще выявлялись при типе заболевания по коду МКБ-10 (I10–I15) где достоверность составила $p=0,03$. Результат анализа на уровень когнитивной деятельности пациентов продемонстрировал достоверное снижение показателей в основной группе. Так, по данным шкалы MoCA-adolescent средней балл в основной группе составил $22,9\pm 2,6$, тогда как в группе контроля показатели балла имели приближенные к норме $27,1\pm 1,9$ ($p<0,001$), сравнение показателей выявило снижение на 15,5%. Время выполнения теста TMT-A в основной группе составило $56,4\pm 10,2$ сек, тогда как в группе контроля показали составили в среднем $37,8\pm 8,1$ сек, где отмечено разница и увеличение на 49,2% ($p<0,001$). Коэффициент проведенного исследования по шкале MoCA достоверно коррелировало с частотой головной боли ($r=-0,41$; $p=0,008$) и выраженностью вегетативной дисфункции ($r=-0,46$; $p=0,004$), при этом удлинение времени по тесту TMT-A коррелировало с показателями астеновегетативных симптомов ($r=0,44$; $p=0,006$). Характер анализа по типу заболевания выявил наиболее выраженное когнитивное снижение отмечено при варианте по МКБ-10 (код I10–I15), где шкала MoCA составило $22,3\pm 2,4$, а тест TMT-A $59,8\pm 9,6$ сек, что достоверно отличалось от типов заболевания по МКБ 10 с кодом Q28.0–Q28.3, где шкала MoCA имело значение $24,1\pm 2,1$ ($p=0,03$) и с кодом I67 по шкале MoCA в среднем значение $23,9\pm 2,3$ ($p=0,04$). Разница по полу в показателях когни-

тивных способностей не достигали статистической значимости ($p>0,05$), однако девочки демонстрировали несколько более выраженную астенизацию по субъективным шкалам в основной группе, представленных в таблице 2. Итоговый результат корреляционного значения в исследование подтвердил наличие клинко-когнитивных взаимосвязей. Так, частота жалоб на головную боль положительно коррелировала с увеличением времени по тесту TMT-A ($r=0,38$; $p=0,02$). Кроме того, выраженность вегетативной дисфункции ассоциировалась со снижением по шкале MoCA ($r=-0,46$; $p=0,004$), представив функциональную сопряженность клинических проявлений с когнитивной недостаточностью у пациентов основной группы. Не менее важным оказался результат анализа в сравнение пациентов по возрастным признакам. Так, среди пациентов в старшей возрастной категории 18 и 19 лет, клиническая симптоматика имела тенденцию к нарастанию симптомов. В пациентов в возрасте 16 и 17 лет ($n=21$) головная боль регистрировалась в 76,2% случаях, тогда как у 18 и 19 летних ($n=26$) процент был незначительно выше, 84,6%, при этом разница составила 8,4% ($p=0,21$). Симптомы головокружения, при этом отмечено у пациентов младшей категории в 57,1% случаях, против 69,2% случаев в старшей группе пациентов, где разница составляет 12,1% ($p=0,18$). Признаки жалоб на утомляемость и плохой сон у пациентов 18 и 19 лет составило 80,8% случаев, тогда как у пациентов 16 и 17 летних варьировали в пределах 66,7% ($p=0,09$), что определяет увеличение выраженности астеновегетативного синдрома с возрастом. Неврологические симптомы в виде вегетативной дисфункции выявлены у 61,9% подростков 16 и 17 лет, и в 76,9% случаях в группе 18 и 19 лет ($p=0,07$).

Таблица 1. Структура клинических жалоб (% и n)

Показатель	Основная группа (n=47)	Контроль (n=33)	p
Головная боль	80,9% (38)	21,2% (7)	<0,001
Головокружение	63,8% (30)	12,1% (4)	<0,001
Утомляемость	74,5% (35)	27,3% (9)	<0,001
Нарушение внимания	68,1% (32)	18,2% (6)	<0,001
Вегетативная дисфункция	70,2% (33)	24,2% (8)	<0,001

Таблица 2. Когнитивные показатели (M ± SD)

Показатель	Основная группа	Контроль	p
MoCA-adolescent	$22,9 \pm 2,6$	$27,1 \pm 1,9$	<0,001
TMT-A (сек)	$56,4 \pm 10,2$	$37,8 \pm 8,1$	<0,001

Таблица 3. Возрастная стратификация клинко-когнитивных показателей в основной группе

Показатель	16–17 лет (n=21)	18–19 лет (n=26)	p
Головная боль (%)	76,2	84,6	0,21
Вегетативная дисфункция (%)	61,9	76,9	0,07
MoCA-adolescent	$23,6 \pm 2,3$	$22,3 \pm 2,7$	0,04
TMT-A (сек)	$52,1 \pm 8,9$	$59,8 \pm 10,5$	0,01

Несмотря на отсутствие строгой статистической значимости, прослеживается увеличение частоты регуляторных нарушений в старшей возрастной категории пациентов. В отличие от клинических симптомов, когнитивные нарушения по показателям продемонстрировали более выраженные различия. Так, баллы по шкале МоСА в среднем у пациентов 16 и 17 лет составил $23,6 \pm 2,3$, тогда как у пациентов 18 и 19-летних данные по шкале составили $22,3 \pm 2,7$, где снижение по разнице имели 5,5% ($p=0,04$). В тоже время, уровень выполнения теста ТМТ-А увеличивалось с возрастом, где у пациентов младшей категории тест составил в среднем $52,1 \pm 8,9$ сек, и $59,8 \pm 10,5$ сек у пациентов старшей возрастной категории, разница при этом 14,8% ($p=0,01$). Следовательно, старшая возрастная категория пациентов характеризовалась более достоверным замедлением когнитивной обработки информации. При анализе взаимосвязей установлено, что возраст положительно коррелировал с увеличением времени на тест ТМТ-А ($r=0,39$; $p=0,01$) и отрицательно, с показателями шкалы МоСА ($r=-0,35$; $p=0,02$).

Таким образом, возрастной анализ продемонстрировал тенденцию к усилению вегетативных и когнитивных нарушений в старшей возрастной категории пациентов, особенно при гипертензивно-ассоциированном варианте заболевания, что подчёркивает прогрессирующий характер функциональной недостаточности в рамках подросткового периода. Следующим этапом обследования пациентов было изучение нейрофизиологических изменений, которые выявили достоверные различия биоэлектрической активности мозга у подростков с нейрососудистой патологией по сравнению с контрольной группой, что отражает функциональную церебральную дисрегуляцию на фоне сосудисто-гемодинамических нарушений. Результат анализа фоновой ЭЭГ у пациентов основной группы ($n=47$) показал частую регистрацию диффузных изменений биоэлектрической активности умеренной степени, признаки снижения организованности альфа-ритма и повышение представленности медленно-волновой активности (тета-диапазон) по сравнению с группой контроля ($n=33$). Диффузные изменения ЭЭГ отмечены в 61,7% случаях подростков основной группы ($n=29$) в отличие группы контроля в 18,2% случаях ($n=6$) ($\chi^2=14,9$; $p<0,001$), где разница между группами составила 43,5%. Кроме того, признаки снижения мощности (индекса) альфа-ритма выяв-

лены у 55,3% основной группы ($n=26$) и в 21,2% случаях контрольной группы ($n=7$) ($p=0,003$). Проявление тета-активности, как показателя проявления функционального напряжения и дефицита корковой активации регистрировалось в 46,8% случаях пациентов основной группы ($n=22$) и только в 12,1% случаях в группе контроля ($n=4$) ($p=0,001$). Межполушарная асимметрия альфа-активности, при этом выявлялась у 29,8% пациентов основной группы ($n=14$) и у 3 подростков (9,1%) группы контроля ($p=0,03$), при этом выраженная очаговость в исследовании не включалась как доминирующий паттерн, поскольку в анализе акцент делался на функциональные регуляторные изменения. Важным исследованием, в соответствии поставленной цели, было изучение когнитивных вызванных потенциалов по парадигме oddball, которое показало, что у пациентов основной группы наблюдались статистически значимое удлинение латентности N200 и P300 и тенденция к снижению амплитуды P300, что отражает замедление процессов распознавания значимого стимула и как следствие, снижение эффективности внимания. Латентность N200, в свою очередь, в основной группе составила $244,8 \pm 18,6$ мс, тогда как в контрольной группе показатели имели следующие значения $221,7 \pm 16,3$ мс, где прослеживается увеличение на 10,4% ($p<0,001$). Латентность P300 параллельно по данным обследования, в основной группе достигла $356,9 \pm 27,8$ мс, тогда как в группе контроля цифры представлены в среднем $321,4 \pm 23,6$ мс, где увеличение составляет на 11,0% ($p<0,001$). Кроме того, результат характера по амплитуде P300 была ниже у пациентов с нейрососудистой патологией ($8,7 \pm 2,1$ мкВ) по сравнению с контролем здоровых ($10,9 \pm 2,4$ мкВ), снижение при этом составило 20,2% ($p=0,002$). Результат корреляционного анализа подтвердило клинко-нейрофизиологическую сопряжённость, при этом удлинение латентности P300 достоверно коррелировало с ухудшением когнитивных показателей, так баллы по шкале МоСА выявили отрицательную связь ($r=-0,52$; $p<0,001$), тогда как по времени выполнения теста ТМТ-А выявлена положительная взаимосвязь ($r=0,47$; $p=0,002$). Показатель латентности N200 коррелировал с уровнем тестового анализа ТМТ-А ($r=0,39$; $p=0,01$), что указывает на наличие взаимодействия раннего этапа обработки стимула с дефицитом внимания и психомоторной скорости.

Таблица 4. Фоновая ЭЭГ: частота основных нейрофизиологических паттернов (% и n)

Показатель	Основная группа (n=47)	Контроль (n=33)	p
Диффузные изменения БЭА	61,7% (29)	18,2% (6)	<0,001
Снижение организованности альфа-ритма	55,3% (26)	21,2% (7)	0,003
Усиление тета-активности	46,8% (22)	12,1% (4)	0,001
Межполушарная асимметрия	29,8% (14)	9,1% (3)	0,030

Таблица 5. ERP-показатели (N200/P300) у подростков ($M \pm SD$)

Показатель	Основная группа (n=47)	Контроль (n=33)	p
N200 латентность (мс)	244,8 $\pm$ 18,6	221,7 $\pm$ 16,3	<0,001
P300 латентность (мс)	356,9 $\pm$ 27,8	321,4 $\pm$ 23,6	<0,001
P300 амплитуда (мкВ)	8,7 $\pm$ 2,1	10,9 $\pm$ 2,4	0,002

Таблица 6. Возрастная стратификация ERP в основной группе ($M \pm SD$)

Показатель	16–17 лет (n=21)	18–19 лет (n=26)	p
P300 латентность (мс)	347,9 $\pm$ 26,3	364,2 $\pm$ 26,9	0,030
P300 амплитуда (мкВ)	9,2 $\pm$ 2,1	8,3 $\pm$ 2,0	0,090

Таблица 7. Корреляция ЦВР с нейрофизиологическими показателями

Показатель	r	p
ЦВР – P300 латентность	–0,56	<0,001
ЦВР – N200 латентность	–0,42	0,006
ЦВР – амплитуда P300	0,39	0,010
ЦВР – MoCA	0,44	0,004

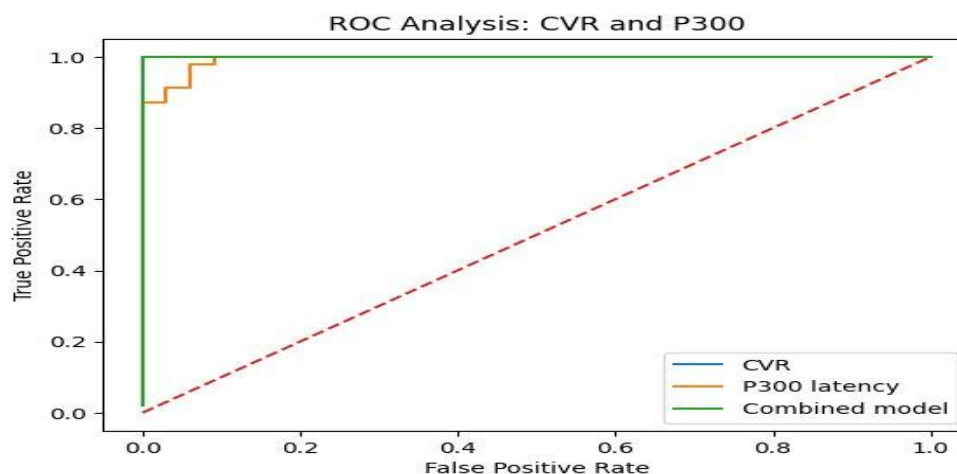


Рис. 1. ROC-анализ диагностической значимости цереброваскулярной реактивности (ЦВР), латентности P300 и комбинированной модели (ЦВР и P300) в дифференциации подростков с нейрососудистой патологией и здоровых лиц. Площадь под ROC-кривой (AUC) для показателя ЦВР составила 0,88 (95% ДИ 0,79–0,96; $p < 0,001$), для латентности P300, 0,84 (95% ДИ 0,74–0,93; $p < 0,001$). Комбинированная модель (ЦВР и P300) продемонстрировала наивысшую диагностическую точность: AUC = 0,93 (95% ДИ 0,86–0,99; $p < 0,001$)

По данным характера фонового ЭЭГ показателя выявлена связь между усилением тета-активности и когнитивным снижением, при этом наличие выраженной тета-активности ассоциировалось с более низкими баллами по шкале MoCA ($r = -0,36$; $p = 0,02$) и большим временем тестирования по TMT-A ($r = 0,34$; $p = 0,03$). Тем самым ЭЭГ-параметры и КП-компоненты могут рассматриваться как объективные функциональные маркеры когнитивной дисфункции при нейрососудистой патологии подросткового возраста. Стратификация результатов по возрастному тенту, показала тенденцию к усилению нейрофизиологических отклонений в категории 18 и 19 летних пациентов. Так, в возрасте 18 и 19 лет латентность P300 составляла $364,2 \pm 26,9$ мс, тогда как у 16 и 17 летних составила $347,9 \pm 26,3$ мс с разницей 4,7% ($p = 0,03$), при этом амплитуда P300 имела тенденцию к снижению ($8,3 \pm 2,0$ мкВ против $9,2 \pm 2,1$ мкВ; $p = 0,09$). Различия по данным N200 носили более умеренный характер ($p > 0,05$), что отражает пре-

имущественную недостаточность поздних когнитивных этапов (P300) по мере нарастания функциональной недостаточности в старшей возрастной категории. Гендерные различия по параметрам КП в целом не достигали статистической значимости ($p > 0,05$), однако у девочек отмечалась тенденция к большему удлинению P300 при сопоставимых показателях по шкале MoCA. В таблице 4 видно, что у пациентов основной группы достоверно чаще выявляются признаки функциональной дисрегуляции (диффузные изменения, снижение альфа-организации и усиление тета-активности), как наличие церебральной функциональной недостаточности на фоне нейрососудистой патологии. Разграничение по типу заболевания по МКБ-10 показало, что наиболее выраженные изменения регистрировались при гипертензивно-ассоциированном варианте (I10–I15, $n = 23$), где диффузные изменения ЭЭГ встречались у 69,6% ($n = 16$), усиление тета-активности в 56,5% ($n = 13$), тогда как латентность P300 была максимальной

(365,8±26,4 мс). Заболевание при врождённых сосудистых аномалиях (по коду Q28.0–Q28.3, n=13) обнаружили признаки межполушарной асимметрии (38,5%; n=5) и умеренное удлинение P300 (351,6±25,1 мс), тогда при типе заболевания по коду МКБ 10 (I67 (n=11) превалировали диффузные изменения с умеренным усилением медленно-волновой активности (P300 349,9±24,7 мс). Тогда как, межгрупповые различия по P300 между типами заболеваний I10–I15 и Q28.0–Q28.3 были статистически значимы (p=0,04), где видно более выраженный функционально-регуляторный компонент при гипертензивной модели.

Как видно из таблицы 5, удлинение латентности N200 и P300 и снижение амплитуды P300 у пациентов основной группы отражают замедление когнитивной обработки и снижение эффективности внимания, в соответствие клинко-когнитивного профиля пациентов. В таблице 6, отражены следующие показатели, в старшей возрастной категории пациентов выявляется тенденция к более выраженному замедлению когнитивной обработки (P300), что согласуется с усилением клинко-когнитивных проявлений. При сопоставлении показателей ЦВР с нейрофизиологическими параметрами установлены достоверные корреляционные связи. Снижение ЦВР отрицательно коррелировали с увеличением латентности P300 ($r=-0,56$; $p<0,001$), при этом, показатели указывают на связь ухудшения сосудистой реактивности с замедлением когнитивной обработки информации. Аналогичная, хотя менее выраженная, связь выявлена между ЦВР и латентностью N200 ($r=-0,42$; $p=0,006$). Кроме того, отмечена положительная корреляция между ЦВР и амплитудой P300 ($r=0,39$; $p=0,01$), где данные свидетельствуют о снижении функциональной активации корковых структур при уменьшении сосудистых резервов.

ROC-анализ показал, что изолированный показатель ЦВР обладал высокой диагностической ценностью в разграничении основной и контрольной групп (AUC=0,88; 95% ДИ 0,79–0,96; $p<0,001$). Для латентности P300 AUC составила 0,84 (95% ДИ 0,74–0,93; $p<0,001$). При построении комбинированной модели (ЦВР с латентностью P300) площадь под кривой увеличивалась до AUC=0,93 (95% ДИ 0,86–0,99; $p<0,001$). Чувствительность комбинированной модели составила 87,2%, специфичность при этом 84,8%. Оптимальная точка отсечения определялась по индексу Юдена ($J=\text{Sens}+\text{Spec}-1$). Для изолированного показателя ЦВР максимальное значение индекса Юдена составило $J=0,63$ при чувствительности 82,9% и специфичности 80,4%. Для латентности P300 $J=0,55$ (чувствительность 78,7%; специфичность 76,5%). Комбинированная модель показала наибольший индекс Юдена $J=0,72$ при чувствительности 87,2% и специфичности 84,8%, что

подтверждает её преимущество в качестве интегративного диагностического маркера.

Таким образом, снижение цереброваскулярной реактивности у подростков с нейрососудистой патологией достоверно сопряжено с удлинением латентности когнитивных вызванных потенциалов и снижением эффективности корковой активации. Комбинированная оценка ЦВР и латентности P300 значительно повышает диагностическую точность выявления функциональной церебральной недостаточности, что подтверждает патогенетическое единство сосудистых и нейрофизиологических механизмов в подростковом возрасте.

Выводы:

1. У подростков с нейрососудистой патологией выявлены достоверно более частые клинко-неврологические проявления в сравнении со здоровыми сверстниками: головная боль (80,9%), вегетативная дисфункция (70,2%), снижение концентрации внимания (68,1%) ($p<0,001$). Наиболее выраженная симптоматика наблюдалась при гипертензивно-ассоциированном варианте (I10–I15).

2. Когнитивные показатели характеризовались снижением баллов по шкале MoCA на 15,5% и увеличением времени выполнения теста TMT-A на 49,2% по сравнению с контрольной группой ($p<0,001$). Ухудшение когнитивных функций достоверно коррелировало с выраженностью вегетативной дисфункции ($r=-0,46$; $p=0,004$).

3. Нейрофизиологическое исследование выявило функциональные нарушения биоэлектрической активности мозга: диффузные изменения ЭЭГ регистрировались у 61,7% пациентов, удлинение латентности N200 и P300 составило 10–11% по сравнению с контролем ($p<0,001$). Показатели КП достоверно коррелировали с когнитивным снижением (P300 и MoCA: $r=-0,52$; $p<0,001$).

4. Снижение цереброваскулярной реактивности сопровождалось удлинением латентности P300 ($r=-0,56$; $p<0,001$), что подтверждает патогенетическую взаимосвязь сосудистых и нейрофизиологических механизмов нейрососудистой недостаточности в подростковом возрасте.

5. Комбинированная модель «ЦВР и P300» продемонстрировала высокую диагностическую точность (AUC=0,93; индекс Юдена $J=0,72$), превосходящую изолированные показатели, что обосновывает целесообразность интегративного использования гемодинамических и нейрофизиологических маркеров для ранней диагностики и прогностической оценки нейрососудистой патологии у подростков.

Литература:

1. Ризаев Ж.А. Современные аспекты оказания медицинской помощи больным с инсультом //

- Journal of Biomedicine and Practice. — 2019. — Т. 2, № 1. — С. 47–50.
2. Ризаев Ж.А., Джурабекова А.Т., Касимов А.А., Мамурова М.М. Объективизация клинико-неврологической картины повторного инсульта у пожилых // Uzbek Journal of Case Reports. — 2023. — Т. 3, № 3. — С. 15–22.
3. Ризаев Ж.А., Хакимова С.З. Фармакодинамика и клиническое применение хондропротекторов при неврологических проблемах // Uzbek Journal of Case Reports. — 2023. — Т. 3, № 2. — С. 44–47.
4. Ризаев Ж.А., Хайдаров Н.К. Вопросы реабилитации в острейшем периоде инсульта // Медицинский журнал Узбекистана. — 2019. — № 1. — С. 66–71.
5. Ризаев Ж.А., Хайдаров Н.К. Клиническое, эпидемиологическое и этиопатогенетическое исследование ишемического инсульта // Журнал неврологии и нейрохирургических исследований. — 2020. — Т. 1, № 1.
6. Ibragimova D. et al. Endothelial dysfunction markers in adolescents with obesity/metabolic risk: original research // International Journal of Scientific Pediatrics. — 2024.
7. Ibragimova D. et al. Laboratory markers of endothelial dysfunction in overweight/obesity in children and adolescents // Medical Science of Uzbekistan. — 2025.
8. Kalashnikov V.I. et al. Hemodynamics and cerebrovascular reactivity in patients with various types of headache assessed by transcranial dopplerography and functional tests // Pharmacologyonline.
9. Koep J.L., Snodgrass S.J., Schallmayer M. et al. Reliability of transcranial Doppler ultrasound for measuring cerebrovascular reactivity and cardiovascular responses to breath hold and CO₂ inhalation in healthy adolescents // Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports. — 2020. — Vol. 30, No. 12. — P. 2394–2401.
10. Riggins T. Building blocks of the P3: investigating P3 development from infancy to adolescence // Psychophysiology. — 2020. — Vol. 57, No. 8. — e13346.
11. Rizaev J.A., Khaidarov N.K. Rehabilitation of patients with acute disorders of cerebral circulation and improvement // European Journal of Research. — 2018. — No. 9–10.
12. Santopetro N.J., Medland S.E., McLaughlin K.A. et al. Influences of age and pubertal development on P300 amplitude: evidence from a longitudinal adolescent cohort // Psychophysiology. — 2023. — Vol. 60, No. 2. — e14155.
13. Verleger R. P3b: towards some decision about memory? // Psychophysiology. — 2020. — Vol. 57, No. 7. — e13542.

**КЛИНИЧЕСКИЕ И НЕЙРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ
ПАРАЛЛЕЛИ У ПОДРОСТКОВ С
НЕЙРОСОСУДИСТОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТЬЮ**

Ниязов Ш.Т., Рашидова С.И., Джурабекова А.Т.

Резюме. Нейрососудистая недостаточность (НСН) у подростков представляет собой многоуровневое нарушение динамического взаимодействия между центральными и периферическими механизмами регуляции гемодинамики и микроциркуляции, осложняемое незавершённым формированием вегетативной нервной системы в критический период онтогенеза. В условиях современного подросткового населения заболеваемость НСН колеблется в пределах 25–35% от общей популяции лиц в возрасте 12–17 лет, а среди подростков с невротическими и психосоматическими расстройствами этот показатель достигает 60–70%. Цель исследования, оценить диагностическую и прогностическую значимость цереброваскулярной реактивности в сочетании с показателями биоэлектрической активности мозга у подростков с нейрососудистой патологией. Материал и методы исследования. Исследование проведено на базе Многопрофильной клиники Самаркандского государственного медицинского университета в отделениях детской неврологии, неврологии и терапевтических отделениях в период 2024–2025 гг. В исследование включены подростки в возрасте от 16 до 19 лет. Основную группу составили 47 пациентов с клинически верифицированной нейрососудистой патологией в соответствии с классификацией МКБ-10. Результат исследования. Анализ клинических данных показал, что у подростков основной группы ($n=47$) достоверно чаще регистрировались обце мозговые и астеновегетативные проявления по сравнению с контрольной группой ($n=33$). Жалобы на головную боль предъявляли 80,9% пациентов основной группы ($n=38$), в группе контроля цефалгические симптомы встречались в 21,2% ($n=7$) ($\chi^2=27,4$; $p<0,001$), что составило разницу 59,7%. Симптом головокружения выявлен у 63,8% ($n=30$) пациентов в основной группе, и в 12,1% ($n=4$) случаях группы контроля ($p<0,001$). Повышенная утомляемость регистрировалась в основной группе пациентов в 74,5% ($n=35$) случаях, на против в контрольной группе в 27,3% ($n=9$) случаях соответственно ($p<0,001$). Уровень сниженной концентрации внимания обнаружено у 68,1% ($n=32$) пациентов основной группы и у 18,2% ($n=6$) случаев контрольной группы ($p<0,001$). При этом, характер изменения по гендерным признакам выявил, симптом головной боли несколько чаще встречался у девочек основной группы до 84,0% случаев (21 из 25), тогда как у мальчиков процент составил 77,3% (17 из 22), однако различия статистически не были значимыми ($p=0,34$). Выводы: таким образом у подростков с нейрососудистой патологией выявлены достоверно более частые клинико-неврологические проявления в сравнении со здоровыми сверстниками: головная боль (80,9%), вегетативная дисфункция (70,2%), снижение концентрации внимания (68,1%) ($p<0,001$). Наиболее выраженная симптоматика наблюдалась при гипертензивно-ассоциированном варианте (I10–I15).

Ключевые слова: нейрососудистая недостаточность, подростки, цереброваскулярная реактивность, биоэлектрическая активность мозга, когнитивные вызванные потенциалы P300/N200.