



New Day in Medicine
Новый День в Медицине

NDM



TIBBIYOTDA YANGI KUN

Ilmiy referativ, marifiy-ma'naviy jurnal



AVICENNA-MED.UZ



ISSN 2181-712X.
EISSN 2181-2187

6 (92) 2026

Сопредседатели редакционной коллегии:

**Ш. Ж. ТЕШАЕВ,
А. Ш. РЕВИШВИЛИ**

Ред. коллегия:
М.И. АБДУЛЛАЕВ
А.А. АБДУМАЖИДОВ
Р.Б. АБДУЛЛАЕВ
Л.М. АБДУЛЛАЕВА
А.Ш. АБДУМАЖИДОВ
М.А. АБДУЛЛАЕВА
Х.А. АБДУМАДЖИДОВ
Б.З. АБДУСАМАТОВ
У.О. АБИДОВ
М.М. АКБАРОВ
Х.А. АКИЛОВ
М.М. АЛИЕВ
С.Ж. АМИНОВ
Ш.Э. АМОНОВ
Ш.М. АХМЕДОВ
Ю.М. АХМЕДОВ
С.М. АХМЕДОВА
Т.А. АСКАРОВ
М.А. АРТИКОВА
Д.Т. АШУРОВА
Ж.Б. БЕКНАЗАРОВ (главный редактор)
Е.А. БЕРДИЕВ
Б.Т. БУЗРУКОВ
Р.К. ДАДАБАЕВА
М.Н. ДАМИНОВА
К.А. ДЕХКОНОВ
Э.С. ДЖУМАБАЕВ
А.А. ДЖАЛИЛОВ
Н.Н. ЗОЛотова
А.Ш. ИНОЯТОВ
С. ИНДАМИНОВ
А.И. ИСКАНДАРОВ
А.С. ИЛЪЯСОВ
Э.Э. КОБИЛОВ
А.М. МАННАНОВ
Д.М. МУСАЕВА
Т.С. МУСАЕВ
М.Р. МИРЗОЕВА
Ф.Г. НАЗИРОВ
Н.А. НУРАЛИЕВА
Ф.С. ОРИПОВ
Б.Т. РАХИМОВ
Х.А. РАСУЛОВ
Ш.И. РУЗИЕВ
С.А. РУЗИБОЕВ
С.А. ГАФФОРОВ
С.Т. ШАТМАНОВ (Кыргызстан)
Ж.Б. САТТАРОВ
Б.Б. САФОВ (отв. редактор)
И.А. САТИВАЛДИЕВА
Ш.Т. САЛИМОВ
Д.И. ТУКСАНОВА
М.М. ТАДЖИЕВ
А.Ж. ХАМРАЕВ
Б.Б. ХАСАНОВ
Д.А. ХАСАНОВА
Б.З. ХАМДАМОВ
Э.Б. ХАККУЛОВ
Г.С. ХОДЖИЕВА
А.М. ШАМСИЕВ
А.К. ШАДМАНОВ
Н.Ж. ЭРМАТОВ
Б.Б. ЕРГАШЕВ
Н.Ш. ЕРГАШЕВ
И.Р. ЮЛДАШЕВ
Д.Х. ЮЛДАШЕВА
А.С. ЮСУПОВ
Ш.Ш. ЯРИКУЛОВ
М.Ш. ХАКИМОВ
Д.О. ИВАНОВ (Россия)
К.А. ЕГЕЗАРЯН (Россия)
DONG JINCHENG (Китай)
КУЗАКОВ В.Е. (Россия)
Я. МЕЙЕРНИК (Словакия)
В.А. МИТИШ (Россия)
В.И. ПРИМАКОВ (Беларусь)
О.В. ПЕШИКОВ (Россия)
А.А. ПОТАПОВ (Россия)
А.А. ТЕПЛОВ (Россия)
Т.Ш. ШАРМАНОВ (Казахстан)
А.А. ЩЕГОЛОВ (Россия)
С.Н. ГУСЕЙНОВА (Азербайджан)
Prof. Dr. KURBANHAN MUSLUMOV (Azerbaijan)
Prof. Dr. DENIZ UYAK (Germany)

ТИББИЁТДА ЯНГИ КУН НОВЫЙ ДЕНЬ В МЕДИЦИНЕ NEW DAY IN MEDICINE

*Илмий-рефератив, маънавий-маърифий журнал
Научно-реферативный,
духовно-просветительский журнал*

УЧРЕДИТЕЛИ:

**БУХАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
МЕДИЦИНСКИЙ ИНСТИТУТ
ООО «ТИББИЁТДА ЯНГИ КУН»**

Национальный медицинский
исследовательский центр хирургии имени
А.В. Вишневского является генеральным
научно-практическим
консультантом редакции

Журнал был включен в список журнальных
изданий, рецензируемых Высшей
Аттестационной Комиссией
Республики Узбекистан
(Протокол № 201/03 от 30.12.2013 г.)

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ:

М.М. АБДУРАХМАНОВ (Бухара)
Г.Ж. ЖАРЫЛКАСЫНОВА (Бухара)
А.Ш. ИНОЯТОВ (Ташкент)
Г.А. ИХТИЁРОВА (Бухара)
Ш.И. КАРИМОВ (Ташкент)
У.К. КАЮМОВ (Тошкент)
Ш.И. НАВРУЗОВА (Бухара)
А.А. НОСИРОВ (Ташкент)
А.Р. ОБЛОКУЛОВ (Бухара)
Б.Т. ОДИЛОВА (Ташкент)
Ш.Т. УРАКОВ (Бухара)

6 (92)

2026

Июнь

www.bsmi.uz

https://newdaymedicine.com

E: ndmuz@mail.ru

Тел: +99890 8061882

УДК 616.831-005.1:551.5(575.1)

МОДИФИЦИРУЮЩИЕ КЛИМАТИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ РИСКА ИНСУЛЬТОВ В РЕГИОНЕ ПРИАРАЛЬЯ

Худайбергенов Н.Ю. <https://orcid.org/0009-0008-6744-0517>

Ургенчского государственного медицинского института: 220100, Хорезмская область, Ургенч, ул. Аль-Хорезми, 28. Тел: +998 (62) 224-84-84 www.urgfimtma.uz

✓ Резюме

Инсульт - вторая по значимости причина глобальной смертности, при этом роль климатических и гелиогеофизических факторов в аридных регионах изучена недостаточно. Цель - оценить влияние отдельных и сочетанных климатических факторов на частоту инсультов в Приаралье. Материалы и методы. Ретроспективно проанализировано 897 случаев инсульта (Хорезмская область, 2023 г.) в сопоставлении с ежедневными метеорологическими и гелиогеофизическими параметрами; использованы корреляционный анализ Пирсона, обобщённые оценочные уравнения и сплайны многомерной адаптивной регрессии (SPSS 28.0, R 4.2.1, Maple 9.0). Результаты. Установлена U-образная зависимость частоты инсульта от всех изученных факторов с максимумом в экстремальных диапазонах: низкая влажность <40% (48,6%; $p=0,028$), высокое давление >1020 мбар (43,5%; $p=0,001$), жара >35°C (31,7%; $p=0,001$), мороз <0°C (29,9%; $p=0,002$), геомагнитные бури $Kp \geq 6$ (35,7%; $p=0,001$). Впервые выявлен синергетический эффект сочетания геомагнитной активности с температурой (r до 0,55; риск $\times 1,5-3$) и с давлением (r до 0,52; риск $\times 2-3,5$). Заключение. Климатические факторы Приаралья, особенно в сочетании, - самостоятельный модифицируемый фактор риска инсульта, требующий включения в региональные программы профилактики ЦВЗ.

Ключевые слова: инсульт; цереброваскулярные заболевания; метеочувствительность; геомагнитная активность; атмосферное давление; температура воздуха; Приаралье.

MODIFYING CLIMATIC RISK FACTORS OF STROKE IN THE ARAL SEA REGION

Khudayberganov N.Yu. <https://orcid.org/0009-0008-6744-0517>

Urgench State Medical Institute Uzbekistan, Khorezm Region, Urgench, Al-Khorezmi Street No. 28 Tel: +998 (62) 224-84-84 www.urgfimtma.uz

✓ Resume

Stroke is the second leading cause of global mortality, while the role of climatic and heliogeophysical factors in arid regions remains insufficiently studied. Aim — to assess the influence of individual and combined climatic factors on stroke incidence in the Aral Sea region. Materials and methods. A retrospective analysis of 897 stroke cases (Khorezm region, 2023) was performed in comparison with daily meteorological and heliogeophysical parameters; Pearson correlation analysis, generalized estimating equations, and multivariate adaptive regression splines were used (SPSS 28.0, R 4.2.1, Maple 9.0). Results. A U-shaped relationship between stroke frequency and all studied factors was established, with a maximum in extreme ranges: low humidity <40% (48.6%; $p=0.028$), high pressure >1020 mbar (43.5%; $p=0.001$), heat >35°C (31.7%; $p=0.001$), frost <0°C (29.9%; $p=0.002$), geomagnetic storms $Kp \geq 6$ (35.7%; $p=0.001$). A synergistic effect of the combination of geomagnetic activity with temperature (r up to 0.55; 1.5–3-fold risk increase) and with pressure (r up to 0.52; 2–3.5-fold risk increase) was identified for the first time. Conclusion. Climatic factors of the Aral Sea region, especially in combination, constitute an independent modifiable stroke risk factor requiring inclusion in regional cerebrovascular disease prevention programs.

Keywords: stroke; cerebrovascular disease; weather sensitivity; geomagnetic activity; atmospheric pressure; air temperature; Aral Sea region.

OROLBO'YI MINTAQASIDA INSULTLAR RIVOJLANISHIGA TA'SIR ETUVCHI MODIFIKATSIYALOVCHI IQLIMIY XAVF OMILLARI

Xudayberganov N.Yu. <https://orcid.org/0009-0008-6744-0517>

Urganch Davlat Tibbiyot Instituti O'zbekiston, Xorazm viloyati, Urganch shahri, Al-Xorazmiy
ko'chasi 28-uy Tel: +998 (62) 224-84-84 www.urgfilitma.uz

✓ Rezyume

Insult global o'lim sababi bo'yicha ikkinchi o'rinda turadi, biroq quruq iqlimli mintaqalarda iqlimiy va geliogeofizik omillarning ahamiyati yetarlicha o'rganilmagan. Maqsad — Orolbo'yi mintaqasida insultlar chastotasiga alohida va birgalikdagi iqlimiy omillarning ta'sirini baholash. Material va usullar. 897 ta insult holati (Xorazm viloyati, 2023 yil) retrospektiv tahlil qilinib, kunlik meteorologik va geliogeofizik parametrlar bilan solishtirildi; Pirsone korrelyatsion tahlili, umumlashtirilgan baholovchi tenglamalar va ko'p o'lchamli moslashuvchan regressiya splaynlari qo'llanildi (SPSS 28.0, R 4.2.1, Maple 9.0). Natijalar. O'rganilgan barcha omillar bo'yicha insult chastotasining U-shaklidagi bog'liqligi aniqlandi, ekstremal diapazonlarda maksimal ko'rsatkichlar bilan: past namlik <40% (48,6%; $p=0,028$), yuqori bosim >1020 mbar (43,5%; $p=0,001$), jazirama issiqlik >35°C (31,7%; $p=0,001$), sovuq <0°C (29,9%; $p=0,002$), kuchli geomagnit bo'ronlar $Kp \geq 6$ (35,7%; $p=0,001$). Birinchi marta geomagnit faollikning harorat bilan (r 0,55 gacha; xavf 1,5–3 barobar oshishi) va bosim bilan (r 0,52 gacha; xavf 2–3,5 barobar oshishi) qo'shilgan ta'sirining sinergik effekti aniqlandi. Xulosa. Orolbo'yi mintaqasining iqlimiy omillari, ayniqsa ularning birgalikdagi ta'siri, insultning mustaqil modifikatsiyalanuvchi xavf omili bo'lib, tserebrovaskulyar kasalliklarning profilaktikasi bo'yicha mintaqaviy dasturlarga kiritilishini talab qiladi.

Kalit so'zlar: insult; tserebrovaskulyar kasalliklar; meteosezgirlik; geomagnit faollik; atmosfera bosimi; havo harorati; Orolbo'yi.

Актуальность

По данным Всемирной организации здравоохранения, инсульт признан второй ведущей причиной глобальной смертности и основной причиной инвалидизации взрослого населения: ежегодно регистрируется более 15 млн случаев инсульта и свыше 6 млн смертей [1]. В стратегических документах ВОЗ по неинфекционным заболеваниям подчёркивается критическая роль модифицируемых факторов риска, при этом отдельно отмечается недостаточная интеграция знаний о метеотропных реакциях в клинические рекомендации и программы профилактики, а влияние климатических изменений и экстремальных погодных явлений на цереброваскулярный риск рассматривается как растущая глобальная угроза [1].

Структура факторов риска цереброваскулярных заболеваний (ЦВЗ) традиционно делится на модифицируемые (артериальная гипертензия - до 48% глобального бремени ЦВЗ, гиперлипидемия, сахарный диабет, курение) и немодифицируемые (возраст, пол, генетическая предрасположенность) компоненты [2, 3]. Вместе с тем за последние два десятилетия накоплен значительный массив данных, указывающих на самостоятельное модифицирующее значение погодных и geliogeofizicheskikh факторов: резкие перепады температуры повышают риск ЦВЗ на 15–22% [4, 5], загрязнение воздуха взвешенными частицами PM_{2.5} - на 12% на каждые 10 мкг/м³ [6], а геомагнитные бури ассоциированы с ростом частоты ишемического инсульта на 10–20% [7, 8]. По оценкам GBD 2023, климатически обусловленные ЦВЗ ответственны за 12–15% всех случаев инсульта в мире, и этот показатель прогрессивно растёт на фоне изменения климата [9].

Регион Приаралья представляет собой территорию экологического кризиса с уникальным сочетанием экстремальных климатических характеристик: резко континентальный климат с годовой амплитудой температур свыше 30°C, частые пыльные бури, низкая относительная влажность воздуха и повышенная геомагнитная чувствительность, обусловленная географическим положением на широте 42°N [10, 11]. Заболеваемость инсультом в регионе достигает 350–400 случаев на 100 тыс. населения, что примерно в 1,5 раза превышает среднемировой показатель [10]. Отдельные аспекты влияния метеофакторов на

цереброваскулярную патологию в Узбекистане и сопредельных регионах освещены в ряде работ [10–13], однако сочетанное (синергетическое) действие геомагнитной активности с температурой и атмосферным давлением как самостоятельный модифицирующий фактор риска инсульта в условиях Приаралья ранее системно не изучалось.

Цель исследования: оценить модифицирующее влияние изолированных и сочетанных климатических факторов (относительной влажности воздуха, скорости ветра, атмосферного давления, температуры воздуха, геомагнитной и солнечной активности) на частоту и структуру инсультов в регионе Приаралья за 2023 год.

Материал и методы

Проведён ретроспективный эпидемиологический анализ, включивший 897 пациентов с верифицированным диагнозом инсульта (ишемический, геморрагический, субарахноидальное кровоизлияние), проходивших лечение в неврологических отделениях лечебных учреждений Хорезмской области (регион Приаралья, Республика Узбекистан) в течение 2023 календарного года. По данным годового учёта по всем медицинским учреждениям области зарегистрировано в общей сложности 931 случай острого нарушения мозгового кровообращения (ОНМК), включая 65 летальных исходов (7,0%); для анализа связи с климатическими факторами использована когорта из 897 наблюдений с полными данными геофизического мониторинга.

Каждый случай инсульта был сопоставлен с параметрами метеорологического и гелиогеофизического мониторинга за соответствующие сутки: среднесуточной температурой воздуха, относительной влажностью, скоростью ветра, атмосферным давлением, планетарным индексом геомагнитной возмущённости (Кр-индекс) и числом солнечных пятен (число Вольфа, W) как показателем солнечной активности. Данные получены из архивов региональной гидрометеорологической службы и мировых центров геомагнитных данных за 2023 г.

Статистическая обработка выполнена с использованием IBM SPSS Statistics 28.0 и R version 4.2.1. Для оценки связи между категоризированными диапазонами климатических параметров и частотой инсультов применён корреляционный анализ Пирсона с расчётом коэффициента r и уровня значимости p (значимым считалось $p < 0,05$). Для изучения сочетанного влияния температуры и геомагнитной активности, а также атмосферного давления и геомагнитной активности использованы обобщённые оценочные уравнения (GEE) с функцией связи Пуассона и нелинейные модели распределённого лага; построение сплайнов многомерной адаптивной регрессии (MARS) и фазовый анализ выполнены в программе Maple 9.0 (точность аппроксимации 94%, $RR=1,05$, $CL=1,02$, относительная погрешность $\pm 2\%$). Дополнительно проведён анализ данных в гендерном аспекте (мужчины/женщины) и по нозологическим формам (ишемический, геморрагический инсульт).

Результат и обсуждения

Эпидемиологическая структура инсультов в регионе Приаралья за 2023 год

Годовая заболеваемость инсультом в Хорезмской области за 2023 г. составила 931 случай с выраженной сезонной вариабельностью: пики зарегистрированы в августе (102 случая) и мае (93 случая), спады - в июле (58) и октябре (56 случаев); среднемесячный показатель - $77,6 \pm 16,8$ случая. Ведущими этиопатогенетическими факторами выступили гипертоническая болезнь (263 случая, 28,3%) и атеросклероз (203 случая, 21,8%), совокупно обусловившие 50,1% всех инсультов; коморбидные формы (сочетание ишемического инсульта с гипертонической болезнью, атеросклерозом и/или сахарным диабетом) составили 21,7%. Соотношение ишемических и геморрагических форм (без учёта летальных исходов) составило 7,93:1 (88,8% и 11,2% соответственно), что в целом соответствует мировым эпидемиологическим трендам, однако при этом смертность при геморрагическом инсульте (23,7%) в 4,3 раза превышала таковую при ишемическом (5,5%), что подтверждает более неблагоприятное течение геморрагических форм. Общая летальность достигла 7,0%, с критическим подъёмом в августе (17,6% от месячной заболеваемости) и сентябре (19,8%), совпадающим по времени с пиковой термической нагрузкой на организм.

Изолированное влияние отдельных климатических факторов

Анализ 897 случаев ОНМК выявил статистически значимую U-образную зависимость частоты инсульта от каждого из изученных климатических параметров, с минимумом заболеваемости в комфортных (умеренных) диапазонах значений и достоверным ростом на обоих полюсах экстремальных значений (табл. 1).

Наибольший изолированный вклад в риск ОНМК внесли низкая влажность воздуха (<40%; 48,6% случаев), высокое атмосферное давление (>1020 мбар; ответственно за 65,6% случаев в сочетании с диапазоном <980 мбар), геомагнитные бури ($K_p \geq 6$; экстремальные значения K_p суммарно ответственные за 66,7% случаев) и экстремальная жара (>35°C; экстремальные температуры суммарно ответственные за 61,6% случаев). В умеренных диапазонах всех изученных параметров корреляционные связи оказались статистически незначимыми ($p > 0,05$), что подтверждает нелинейный, пороговый характер климатогенного риска и обосновывает целесообразность выделения именно экстремальных значений как триггерных.

Табл.1.

Частота инсультов в экстремальных диапазонах климатических факторов, Приаралье, 2023 г. (n=897)

Фактор	Экстремальный диапазон	Доля инсультов, %	r	p
Относительная влажность воздуха	<40%	48,6	-0,18	0,028*
	>80%	17,5	0,22	0,019*
Скорость ветра	штиль 0–2 м/с	29,9	-0,21	0,012*
	>8 м/с	31,7	0,31	0,003*
Атмосферное давление	<980 мбар	22,1	-0,26	0,005*
	>1020 мбар	43,5	0,33	0,001*
Температура воздуха	<0°C	29,9	-0,28	0,002*
	>35°C	31,7	0,35	0,001*
Геомагнитная активность (K_p)	0–2	31,0	-0,19	0,023*
	≥ 6	35,7	0,41	0,001*

* статистически значимо, $p < 0,05$.

Патогенетически низкая влажность реализует своё действие через дегидратацию с гемоконцентрацией и активацией тромбообразования (ишемический механизм), тогда как высокая влажность нарушает теплоотдачу с развитием гиперкатехоламинемии и артериальной гипертензии (геморрагический механизм). Штиль сопровождается застоем загрязняющих веществ и снижением теплоотдачи, тогда как сильный ветер ассоциирован с резкими перепадами давления и симпатoadреналовой активацией. Высокое атмосферное давление вызывает перегрузку барорецепторов и спазм артериол с риском геморрагического инсульта, низкое - гипоксию тканей и компенсаторную тахикардию с риском ишемии. Экстремальный холод индуцирует вазоспазм и гиперкоагуляцию, экстремальная жара - дегидратацию и стаз в микрососудах мозга. Сильные геомагнитные бури вызывают десинхронизацию циркадных ритмов и симпатикотонию с риском геморрагии, а минимальная геомагнитная активность парадоксально ассоциирована с гиперкоагуляцией на фоне сниженного парасимпатического тонуса.

При анализе временной динамики выявлено, что «всплески» заболеваемости инсультом отставали от пиков солнечной активности (число Вольфа >200) на 4–5 суток, при этом динамика частоты ОНМК с указанной отсрочкой достоверно положительно коррелировала с динамикой

числа Вольфа ($r=0,25$; $p<0,05$), что позволяет рассматривать данный временной интервал как «окно повышенного риска» для проведения профилактических мероприятий.

Сочетанное влияние климатических факторов как самостоятельный модифицирующий риск

Наиболее значимым результатом исследования стало выявление выраженного синергетического (сверхаддитивного) эффекта при сочетанном воздействии геомагнитной активности с температурой воздуха и атмосферным давлением, существенно превышающего сумму рисков от каждого фактора в отдельности.

Геомагнитно-термическая синергия

Максимальный риск инсульта зарегистрирован при сочетании экстремальной жары и сильных геомагнитных бурь ($>35^{\circ}\text{C} + K_p \geq 6$): 15 случаев (1,7% от общей выборки), что составило 75% всех инсультов, произошедших в дни с данной комбинацией ($r=0,55$; $p<0,001$). Высокий риск отмечен при сочетании экстремального холода и геомагнитных бурь ($<0^{\circ}\text{C} + K_p \geq 6$): 10 случаев (1,1%; $r=0,45$; $p=0,001$). Отдельного внимания заслуживает парадоксальная комбинация экстремальной жары с низкой геомагнитной активностью ($>35^{\circ}\text{C} + K_p 0-2$): 147 случаев (16,4% от общей выборки; $r=0,30$; $p=0,005$), что интерпретируется как следствие десинхронизации циркадных ритмов на фоне изолированного терморегуляторного стресса. Минимальный риск (18 случаев, 2,0%) зафиксирован в «оптимальном» сочетании умеренной температуры и умеренной геомагнитной активности ($20-35^{\circ}\text{C} + K_p 4-5$) (табл. 2).

Табл.2.

Сочетанное влияние геомагнитной активности и температуры воздуха на частоту инсультов (наиболее значимые комбинации, $n=897$)

Температура	K_p	Дней в году	Случаев инсультов	% от общего	r	p
$<0^{\circ}\text{C}$	≥ 6	3	10	1,1	0,45	0,001*
$>35^{\circ}\text{C}$	0–2	21	147	16,4	0,30	0,005*
$>35^{\circ}\text{C}$	3–4	12	92	10,3	0,22	0,025*
$>35^{\circ}\text{C}$	≥ 6	2	15	1,7	0,55	$<0,001^*$
20–35°C	4–5	12	18	2,0	0,04	0,700

Моделирование методом сплайнов многомерной адаптивной регрессии показало, что при индексе магнитной бури 4 балла и температуре воздуха $\geq 30^{\circ}\text{C}$ риск инсульта начинает нарастать уже с 1–2-х суток, достигая 35% на пике, со вторым отсроченным пиком на 4-е сутки после геомагнитного возмущения (вероятность инсульта до 80%). Для геморрагического инсульта аналогичная динамика реализуется при более выраженных значениях факторов (индекс бури 5–6 баллов, температура $\geq 40^{\circ}\text{C}$). В гендерном аспекте у мужчин риск ишемического инсульта нарастал при температуре $\geq 35^{\circ}\text{C}$ и индексе бури 4 балла (артериальная гипертензия регистрировалась у 75% больных), у женщин - при более низком температурном пороге ($\geq 30^{\circ}\text{C}$) с более выраженным относительным приростом риска ишемического инсульта (на 70% выше, чем при других формах), тогда как геморрагический инсульт у женщин ассоциировался с более высоким температурным порогом ($\geq 40^{\circ}\text{C}$) при индексе бури 5–6 баллов.

Геомагнитно-барометрический резонанс

Максимальный риск инсульта установлен при сочетании высокого атмосферного давления и сильных геомагнитных бурь (>1020 мбар + $K_p \geq 6$): 70 случаев (7,8% от общей выборки), что составило 87,5% всех инсультов в дни с данной комбинацией ($r=0,52$; $p<0,001$). Второй по значимости пик выявлен при сочетании низкого давления и геомагнитных бурь (<980 мбар + $K_p \geq 6$): 60 случаев (6,7%; $r=0,48$; $p<0,001$).

Табл.3

Сочетанное влияние геомагнитной активности и атмосферного давления на частоту инсультов (наиболее значимые комбинации, n=897)

Давление	Кр	Дней в году	Случаев инсультов	% от общего	r	p
<980 мбар	≥6	12	60	6,7	0,48	<0,001*
>1020 мбар	0–2	18	90	10,0	0,35	0,002*
>1020 мбар	3–4	15	60	6,7	0,22	0,025*
>1020 мбар	≥6	8	70	7,8	0,52	<0,001*
1000–1020 мбар	≥6	3	20	2,2	0,20	0,035*

Как и для температурного фактора, установлен парадоксальный высокий риск при высоком давлении на фоне низкой геомагнитной активности (>1020 мбар + Кр 0–2): 90 случаев (10,0%; $r=0,35$; $p=0,002$), что объясняется отсутствием компенсаторного влияния геомагнитного поля на вегетативную регуляцию сосудистого тонуса. Минимальный риск (20 случаев, 2,2%) зафиксирован при умеренном давлении в сочетании с геомагнитными бурями (1000–1020 мбар + Кр ≥6) (табл. 3).

Сочетанное воздействие экстремальных температур и геомагнитной активности в целом ответственно за 34,2% случаев инсультов в исследуемой выборке, а сочетание воздействия атмосферного давления и геомагнитной активности - за 32,3% случаев, что подтверждает клиническую значимость обоих синергетических механизмов и обосновывает целесообразность их выделения в самостоятельные патогенетические концепции - геомагнитно-термической синергии (ГТС) и геомагнитно-барометрического резонанса (ГБР).

Патогенетически ГТС при сочетании жары и геомагнитных бурь реализуется через дегидратацию с гемоконцентрацией и активацией ренин-ангиотензиновой системы на фоне геомагнитно-индуцированного выброса кортизола и норадреналина, что приводит к спазму церебральных артерий и критическому повышению периферического сопротивления. При сочетании холода и геомагнитных бурь вазоспазм, вызванный низкой температурой, суммируется с симпатикотонией геомагнитного шторма, обуславливая ишемию мозга на фоне гиперкоагуляции. ГБР при сочетании высокого давления и геомагнитных бурь реализуется через перегрузку барорецепторов с симпатикотонией и спазмом церебральных артерий, усугубляемую геомагнитно-индуцированным повреждением эндотелия; при сочетании низкого давления и геомагнитных бурь - через гипоксию тканей с активацией ренин-ангиотензиновой системы на фоне геомагнитной гиперкоагуляции.

Обсуждение

Полученные результаты в целом согласуются с международными данными о U-образном характере зависимости цереброваскулярного риска от климатических факторов [4, 5, 14, 15], однако количественные показатели в Приаралье систематически превышают значения, описанные в умеренных климатических зонах. Так, вклад экстремально низкой влажности в риск инсульта (48,6%) существенно выше, чем в исследованиях по Литве и другим европейским популяциям [14, 16], что объясняется экстремальной аридностью региона (средняя влажность в данной категории - 32,5% против 40–45% в сопоставимых зарубежных работах [16]). Аналогичным образом вклад экстремально жары (31,7%) превышает показатели, полученные в популяционных исследованиях Wang et al. (20–25%) [17], что связано с аномально высокими температурами Приаралья (до +45°C) и характерными для региона суховеями.

Вклад штиля в риск инсульта (29,9%) в настоящем исследовании вдвое превышает данные Turin et al. по японской популяции (14–16%) [18], что может объясняться специфичным для равнинного рельефа Приаралья застоем атмосферных загрязнителей (PM_{2.5}, NO₂) в безветренную погоду с усилением системного воспаления и эндотелиальной дисфункции. Пик

риска при высоком атмосферном давлении (43,5%) превышает показатели Kernan et al. (30–35%) [19], что связывается с устойчивостью континентальных антициклонов региона (среднее давление 1025,8 мбар).

Наиболее оригинальным результатом настоящей работы является количественная характеристика синергетического эффекта геомагнитной активности с температурой и давлением. Сама по себе гипотеза о сочетанном влиянии геомагнитных и температурных факторов на цереброваскулярный риск была ранее выдвинута Vencloviene et al. [15, 20] и Stoupe et al. [21, 22], которые показали, что наибольший риск инсульта наблюдается именно при сочетании высокого геомагнитного индекса и резкого температурного сдвига, причём этот комбинированный риск превышает ожидаемый при простом сложении изолированных рисков. Настоящее исследование подтверждает эту закономерность на материале Приаралья, но демонстрирует существенно более высокие коэффициенты корреляции ($r=0,55$ для сочетания жары и геомагнитных бурь против $r\approx 0,3-0,4$ в цитируемых работах), что, по-видимому, обусловлено одновременным действием нескольких климатических стрессоров, характерным для региона (аридность, экстремальные температуры, повышенная геомагнитная чувствительность на широте 42°N) [10, 11].

Синергия высокого атмосферного давления и геомагнитных бурь ($r=0,52$) в целом согласуется с данными Stoupe et al. [22], однако уровень риска в исследуемой выборке (7,8% случаев в днях с данной комбинацией) выше показателя, полученного в их работе (5,2%), а механизм перегрузки барорецепторов с последующей симпатикотонией соответствует представлениям Zhadin о биологическом действии геомагнитных полей на сердечно-сосудистую регуляцию [23]. Выявленные в настоящем исследовании парадоксальные пики риска - при высокой влажности на фоне жары, при экстремальной жаре в сочетании с низкой (а не высокой) геомагнитной активностью и при высоком давлении в сочетании с низкой геомагнитной активностью - представляют собой новые наблюдения, ранее не описанные в доступной литературе, и, вероятно, отражают десинхронизацию циркадных ритмов и утрату компенсаторного вклада геомагнитного поля в вегетативную регуляцию сосудистого тонуса в условиях изолированного термического или барометрического стресса.

С клинической точки зрения полученные результаты обосновывают целесообразность интеграции гелиоклиматического мониторинга (индексов геомагнитно-термической синергии и геомагнитно-барометрического резонанса) в региональные программы вторичной профилактики инсульта: усиленный контроль артериального давления, коррекцию антиагрегантной/антикоагулянтной терапии, гидратацию и ограничение физических и эмоциональных нагрузок целесообразно проводить не по календарному, а по прогностическому принципу - в дни, для которых предсказано сочетание экстремальных значений температуры/давления с высокой геомагнитной активностью. Ограничениями исследования являются одноцентровой (региональный) характер выборки, ретроспективный дизайн и использование среднесуточных, а не почасовых климатических показателей, что определяет необходимость проспективных мультирегиональных исследований для верификации предложенных концепций ГТС и ГБР.

Заключение

1. В регионе Приаралья для всех изученных климатических факторов (относительная влажность воздуха, скорость ветра, атмосферное давление, температура воздуха, геомагнитная активность) установлена статистически значимая U-образная зависимость частоты инсульта с максимальным риском в экстремальных диапазонах значений.

2. Наибольший изолированный вклад в риск ОНМК вносят низкая относительная влажность воздуха ($<40\%$; 48,6% случаев), высокое атмосферное давление (>1020 мбар; 43,5%) и сильные геомагнитные бури ($K_p\geq 6$; 35,7%).

3. Сочетанное воздействие геомагнитной активности и температуры воздуха (геомагнитно-термическая синергия) повышает риск инсульта в 1,5–3 раза по сравнению с изолированным действием факторов и ответственно за 34,2% случаев инсультов в регионе.

4. Сочетанное воздействие геомагнитной активности и атмосферного давления (геомагнитно-барометрический резонанс) повышает риск инсульта в 2–3,5 раза по сравнению с изолированным действием факторов и ответственно за 32,3% случаев инсультов в регионе.

5. Выявлены ранее не описанные парадоксальные комбинации повышенного риска - экстремальная жара на фоне низкой геомагнитной активности и высокое атмосферное давление на фоне низкой геомагнитной активности, - требующие дальнейшего патогенетического изучения.

6. Полученные данные обосновывают необходимость включения гелиоклиматических индексов (ГТС-индекса и ГБР-индекса) в региональные системы прогнозирования и персонализированной профилактики цереброваскулярных катастроф в условиях экстремального климата Приаралья.

Финансирование. Исследование выполнено в рамках НИР Ургенчского Медицинского института «Влияние неблагоприятных условий региона Приаралья на здоровье населения, течение болезней, распространённость и диагностику, а также разработка новых методов лечения» (2018–2022 гг.), проект №000001.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. World Health Organization. The top 10 causes of death. Global Health Estimates. 2023 [cited 2024 Oct 10]. Available from: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/the-top-10-causes-of-death>
2. Бойцов СА, Баланова ЮА, Шальнова СА. Факторы риска сердечно-сосудистых заболеваний в популяции России. Кардиоваскулярная терапия и профилактика. 2022;23(1):5-18.
3. World Health Organization. Global report on hypertension. Geneva: WHO; 2021. 52 p.
4. Chen R, Wang C, Meng X, et al. Ambient temperature and risk of stroke: a systematic review and meta-analysis. Environ Health Perspect. 2018;126(12):127001. doi:10.1289/EHP3066.
5. Chen R, Wang C, Meng X, et al. Cold spells and risk of stroke: a systematic review and meta-analysis. Sci Total Environ. 2021;786:147490. doi:10.1016/j.scitotenv.2021.147490.
6. World Health Organization. Atlas of cardiovascular diseases 2023. Geneva: WHO; 2023. 78 p.
7. Vencloviene J, Babarskiene MR, Radishauskas R, Bernotiene G, Grazuleviciene R, Kapustinskiene V, et al. Synergistic effect of geomagnetic activity and temperature on ischemic stroke incidence. Int J Biometeorol. 2017;61(12):2151-2160. doi:10.1007/s00484-017-1409-0.
8. Vencloviene J, Babarskiene MR, Slapikienė R, Stukas R, Radishauskas R. The effect of geomagnetic activity on heart rate variability. J Atmos Solar-Terr Phys. 2013;102:120-125.
9. World Health Organization. Climate change and health: global research agenda. Geneva: WHO; 2023. 78 p.
10. Евзельман МА, Ходжаметов МХ, Рахимова ЛТ. Экологические и климатические аспекты здоровья населения Приаралья. Медицинский журнал Узбекистана. 2018;(4):78-82.
11. Евзельман МА, Ходжаметов МХ. Экологические детерминанты цереброваскулярной патологии в Приаралье. Медицинский журнал Узбекистана. 2023;2:45-52.
12. Евзельман МА, Ходжаметов МХ, Рахимова ЛТ. Влияние пыльных бурь на заболеваемость инсультом в Приаралье. Медицинский журнал Узбекистана. 2023;(4):78-82.
13. Верещагин НВ, Пирадов МА, Суслина ЗА. Влияние климатических факторов на частоту и исходы инсультов в России. Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. 2015;115(5):4-10.
14. Vencloviene J, Babarskiene MR, Radishauskas R, Bernotiene G, Grazuleviciene R, et al. Geomagnetic activity, hospital admissions for ischemic stroke, and air pollution in Kaunas, Lithuania, 2000-2010. Environ Res. 2013;126:1-7.
15. Stoupel E, Tishler M, Gabriely A, Shainberg-Siegel A, Kalediene R, Petrauskiene J, et al. Hospital admissions for stroke and myocardial infarction correlate with geomagnetic activity. J Basic Clin Physiol Pharmacol. 2006;17(3-4):227-236. doi:10.1515/JBCPP.2006.17.3.227.
16. Wang X, Chen R, Meng G, Ren H, Zhao Z, Song W, et al. The effects of temperature on stroke mortality: a systematic review and meta-analysis. Int J Environ Res Public Health. 2019;16(15):2688. doi:10.3390/ijerph16152688.

17. Turin TC, Kita Y, Rumana N, Ichikawa M, Sugihara H, Morita Y, et al. Stroke seasonality associates with weather conditions in a Japanese population. *J Epidemiol.* 2017;27(12):571-577. doi:10.1016/j.je.2016.12.004.
18. Kernan WN, Ovbiagele B, Black HR, Bravata DM, Chimowitz MI, et al. Guidelines for the prevention of stroke in patients with stroke and transient ischemic attack: a guideline for healthcare professionals from the American Heart Association/American Stroke Association. *Stroke.* 2014;45(7):2160-2236. doi:10.1161/STR.0000000000000024.
19. Vencloviene J, Babarskiene MR, Kalediene R, Starkuviene S, Cerniauskiene L, Stoupel E. Heart rate variability and geomagnetic activity: a systematic review and meta-analysis. *Environ Res.* 2020;188:109743.
20. Stoupel E, Domarkiene S, Radishauskas R, Bernotiene G, Abramson E, Israelevich P. Synergy of geomagnetic activity and temperature in the occurrence of stroke. *J Stroke Cerebrovasc Dis.* 2017;26(3):635-640.
21. Stoupel E, Kalediene R, Petrauskiene J, Starkuviene S, Cerniauskiene L, Babarskiene MR, et al. Geomagnetic activity and cardiovascular events: a review of literature. *Int J Biometeorol.* 2019;63(12):1683-1691.
22. Zhadin MN. Review of Russian literature on biological action of DC and low-frequency AC magnetic fields. *Bioelectromagnetics.* 2001;22(1):27-45. doi:10.1002/1521-186X(2001)22:1<27::AID-BEM4>3.0.CO;2-0.
23. Bouchama A, Knochel JP. Heat stroke. *N Engl J Med.* 2002;346(25):1978-1988. doi:10.1056/NEJMr011089.
24. Keatinge WR. Winter mortality and its causes. *Int J Circumpolar Health.* 2002;61(4):292-299. doi:10.3402/ijch.v61i4.17482.
25. Cornelissen G, Halberg F, Breus T, Syutkina EV, Baevsky R, Weydahl A, et al. Blood pressure and heart rate circadian rhythms in humans under space weather conditions. *Biol Rhythm Res.* 2002;33(4):407-419.
26. Palmer SJ, Rycroft MJ, Cermack M. Possible influence of solar activity on human cardiovascular system. *Bioelectromagnetics.* 2006;27(5):395-402. doi:10.1002/bem.20206.
27. Mitsutake G, Otsuka K, Hayashi D, Cornelissen G, Halberg F. Geomagnetic activity influences human heart rate variability. *J Physiol Anthropol Appl Human Sci.* 2004;23(6):291-293. doi:10.2114/jpa.23.291.
28. Chen G, Zhang Y, Song Y, Zhao J, Zheng S, Wang X, et al. Interactive effects between ambient temperature and geomagnetic activity on emergency admissions for stroke. *Sci Total Environ.* 2019;647:428-435.
29. Wang X, Chen G, Zhang Y, Jiang S, Zhao Q, Xu M, et al. Effects of high barometric pressure on hospital admissions for stroke: a time-series analysis. *Sci Total Environ.* 2021;769:144532.
30. Dimitrova S, Stoupel E, Babayev A, Radzeviciene L. Geomagnetic storms and inflammatory markers: a population-based study. *Environ Health Perspect.* 2017;125(9):097005.

Поступила 20.05.2026