

ЗДРАВООХРАНЕНИЕ И ПРОФИЛАКТИЧЕСКАЯ МЕДИЦИНА

PUBLIC HEALTH AND PREVENTIVE MEDICINE

DOI: 10.12731/2658-6649-2024-16-5-919

УДК 612.8+615.834



Научная статья

ПРОГНОСТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ВЕРОЯТНОСТИ СНИЖЕНИЯ ЛАТЕНТНОСТЕЙ ВОЛН ЗРИТЕЛЬНЫХ ВЫЗВАННЫХ ПОТЕНЦИАЛОВ НА ВСПЫШКУ ПОД ВЛИЯНИЕМ СПЕЛЕОТЕРАПИИ

В.А. Семилетова, А.А. Присный

Нейрофизиологические методики применяются как средство мониторинга эффективности терапевтических воздействий, в том числе спелеотерапии. Курс спелеотерапии улучшает скорость проведения зрительного сигнала, скорость первичной обработки информации и скорость анализа зрительной информации.

Цель – изучение вероятности снижения латентностей волн зрительных вызванных потенциалов (зВП) на вспышку под влиянием спелеотерапии в зависимости от исходных длительностей волн зВП.

Материалы и методы. В нашем исследовании приняли участие 73 студента 2 курса ВГМУ (18-21 год): 49 студентов экспериментальной группы и 24 студента группы сравнения. Каждого участника информировали о цели исследования, каждый подписал согласие на участие в исследовании. Курс спелеотерапии состоял из 10 сеансов по 60 минут и проводился в стационарной наземной спелеокамере при температуре 18–22 °С. До начала спелеотерапии и на 10-й день спелеотерапии в состоянии покоя зарегистрированы зрительные вызванные потенциалы (зВП) справа и слева на вспышку с помощью нейромиоанализатора НМА-4-01 «Нейромиан». Анализ полученных данных проведен с помощью программ Excel 16 версии и IBM SPSS Statistics 26.

Результаты. В группе сравнения значимых отличий по параметрам зрительных вызванных потенциалов между первой и второй записью зВП на вспышку не выявлено. В результате проведенного исследования среди студентов экспериментальной группы выявлены три кластера испытуемых, отличающиеся по динамике латентностей волн зВП под влиянием спелеоклимата. Установлено, что эта динамика зависит от исходных параметров зВП. Проведенный дискриминантный анализ позволил получить три прогностические модели вероятности снижения латентности волн N2, P1, P2 зВП на вспышку слева под влиянием спелеотерапии в зависимости от исходных длительностей волн зВП. Чувствительность моделей от 84,6-92,9%, специфичность – 93,8-95%.

Заключение. Полученные данные можно использовать для персонализированного подбора алгоритма профилактических мероприятий с использованием спелеотерапии.

Ключевые слова: спелеоклимат; спелеотерапия; зрительный вызванный потенциал; вспышка; латентность; прогностическая модель

Для цитирования. Семилетова В.А., Присный А.А. Прогностические модели вероятности снижения латентностей волн зрительных вызванных потенциалов на вспышку под влиянием спелеотерапии // Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture. 2024. Т. 16, №5. С. 411-425. DOI: 10.12731/2658-6649-2024-16-5-919

Original article

PREDICTIVE MODELS OF THE PROBABILITY OF REDUCING THE LATENCIES OF VISUAL EVOKED POTENTIALS FOR THE FLASH UNDER THE INFLUENCE OF SPELEOTHERAPY

V.A. Semiletova, A.A. Prisny

Neurophysiological techniques are used as a means of monitoring the effectiveness of therapeutic interventions, including speleotherapy. A course of speleotherapy improves the speed of the visual signal, the speed of primary processing of information and the speed of analysis of visual information.

Purpose. To study the probability of reducing the latencies of visual evoked potential (VEP) waves to a flash under the influence of speleotherapy depending on the initial durations of VEP waves.

Materials and methods. 73 2nd year students of VSMU (18-21 years old) took part in our study: 49 students from the experimental group and 24 students from the comparison group. Each participant was informed about the purpose of the study, each signed an agreement to participate in the study. The course of speleotherapy consisted of 10 sessions of 60 minutes each and was carried out in a stationary ground speleochamber at a temperature of 18–22 °C. Before the start of speleotherapy and on the 10th day of speleotherapy at rest, visual evoked potentials to the right and left to the flash were recorded using the neuromy analyzer “Neuromian”. The analysis of the obtained data was carried out using IBM SPSS Statistics 26.

Results. As a result of the study, three clusters of subjects were identified, which differ in the dynamics of the latency of the wEP waves under the influence of the speleoclimate. It has been established that this dynamics depends on the initial parameters of the wEP waves. The performed discriminant analysis made it possible to obtain three prognostic models for the probability of a decrease in the latency of the N2, P1, P2 of wEP waves to a flash on the left under the influence of speleotherapy, depending on the initial durations of the wEP waves. The sensitivity of the models is from 84,6-92,9%, the specificity is 93,8-95%.

Conclusion. The obtained data can be used for personalized selection of an algorithm for preventive measures using speleotherapy.

Keywords: speleoclimate; speleotherapy; visual evoked potential; flash; latency; predictive model

For citation. Semiletova V.A., Prisky A.A. Predictive Models of the Probability of Reducing the Latencies of Visual Evoked Potentials for the Flash under the Influence of Speleotherapy. *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*, 2024, vol. 16, no. 5, pp. 411-425. DOI: 10.12731/2658-6649-2024-16-5-919

Нейрофизиологические методики, такие как электроэнцефалография, метод вызванных потенциалов, реография и хронорефлексометрия, в настоящее время все чаще применяются как средство мониторинга эффективности немедикаментозных лечебных воздействий, в том числе отклика на влияния остеопатических и физиотерапевтических процедур, для оценки влияния кинезиотерапевтического, арттерапевтического [7; 15], спелеоклиматического видов терапии [13].

Изменения в центральной и периферической нервной системе по типу «возбуждение-торможение» имеет отклик на разных уровнях организации волновой активности зрительных вызванных потенциалов (ЗВП) на вспышку, особенно в параметрах ранних компонентов вызванной актив-

ности (P1, P2, N2), что отражает влияние на организм факторов внешней и внутренней среды [1; 4; 14].

Источники ранних волн зВП находятся в первичной зрительной коре и в экстрастриарных областях. Уровень симметричности (ассиметричности) параметров волн зВП правого и левого глаз свидетельствует об устойчивости (неустойчивости) физиологического или патологического состояний проводящих путей и анализаторной системы зрительного анализатора [6].

В особенностях волн (соотношении амплитуды и длительности) зВП отражается специфичность параметров стимула (вспышки). В литературе показано, что параметры зВП на вспышку зависят от интенсивности стимула. Даже существуют зоны различий в волновой структуре зВП на стимулы разной интенсивности [2]. Так, при регистрации зВП и получении единичных реализаций вызванных потенциалов, параметры зВП на первую и вторую вспышки совершенно независимы [21].

В свою очередь, спелеотерапия все чаще используется с целью повышения иммунитета и восстановления здоровья после перенесенных острых респираторных заболеваний и стресса [3; 5; 18; 20; 21]. Наземные спелеокамеры открыты в физкультурных диспансерах, детских и взрослых поликлиниках, многих санаториях, на ряде предприятий. Взрослые и дети проходят профилактическое лечение [9; 16; 17; 19]. В Перми и Воронеже активно изучаются механизмы воздействия спелеоклимата на организм взрослого здорового человека [14; 19].

В наших более ранних работах показано, что 10-дневный часовой курс спелеотерапии улучшает скорость проведения зрительного сигнала, скорость первичной обработки информации и скорость анализа зрительной информации. Причем динамика данных изменений затрагивает «аварийную» стадию адаптации к климату сильвинитовой спелеокамеры на третий день спелеотерапии к стадии устойчивой адаптации к концу курса спелеотерапии [11]. Анализ гендерных отличий зрительных вызванных потенциалов на вспышку показал, что слева между юношами и девушками наблюдаются значимые отличия по скорости проведения возбуждения и по скорости обработки зрительного сигнала. А под воздействием спелеоклимата значимые отличия между юношами и девушками нивелируются [10].

Цель исследования – изучение вероятности снижения латентностей волн зВП на вспышку под влиянием спелеотерапии в зависимости от исходных длительностей волн зВП.

Материалы и методы

В исследовании приняли участие 73 добровольца - студента 2 курса Воронежского медицинского госуниверситета (18–21 год): 49 студентов экспериментальной группы и 24 студента группы сравнения.

Студенты экспериментальной группы проходили курс спелеотерапии, который состоял из 10 сеансов по 60 минут и проводился в стационарной сальвтнитовой спелеокамере при температуре 18–22 °С, содержании отрицательных аэроионов 1987–2017 е/см³, содержании положительных аэроионов 834–1074 е/см³, радиационном фоне около 17 мкР/час. Мощность дозы гамма излучений составляла 14–17 мкР/час, что не превышало максимально допустимые дозы радиации для населения от природных источников - 50 мкР/час (из СанПин 2.6.1.2523-09 (НРБ 99/2009)).

К критериям включения в экспериментальную группу отнесены состояние здоровья, отсутствие острого периода инфекционных и обострения хронических заболеваний, отсутствия дефектов верхних дыхательных путей. Проведенное исследование соответствовало этическим стандартам, что подтверждено заседанием Этического комитета ФБГОУ ВО ВГМУ им. Н.Н. Бурденко Минздрава России от 15 ноября 2023 года. протокол №8. Каждого участника информировали о цели исследования, каждый участник подписал согласие на участие в исследовании.

У студентов экспериментальной группы до начала курса спелеотерапии и на 10-й день курса спелеотерапии, в состоянии покоя, справа и слева зарегистрированы зрительные вызванные потенциалы (зВП) на вспышку с помощью нейромиоанализатора НМА-4-01 «Нейромиан».

Студенты группы сравнения не проходили курса спелеотерапии, у них зВП на вспышку зарегистрированы в состоянии покоя дважды, с разницей в 10 дней.

Анализ полученных данных выполнен с помощью программ Excel 16 и IBM SPSS Statistics 26. Нормальность распределения признаков определена с использованием критерия Шапиро – Уилка. Расчет достоверности отличий выполнен с использованием непараметрического критерия Уилкоксона для зависимых переменных. В результатах указаны медианы (Me) и квартили (Q1, Q3). Для кластеризации функций использован двухфакторный кластерный анализ. С целью построения прогностических моделей использован дискриминантный анализ.

Результаты

В группе сравнения значимых отличий по параметрам зрительных вызванных потенциалов между первой и второй записью зВП на вспышку

не выявлено, таблица 1. Двухфакторный кластерный анализ не позволил выявить кластеров в зависимости от исходных параметров волн зВП.

Таблица 1.

**Амплитуды (А) и длительности (Л) волн зВП на вспышку
у студентов группы сравнения ($p < 0,05$)**

	1-я регистрация (Ф1)			2-я регистрация (Ф2)		
	Q1	Me	Q3	Q1	Me	Q3
A-O1-N2	1,43	1,98	2,83	0,62	2,71	3,44
A-O1-N3	1,09	2,95	7,19	1,64	3,26	7,83
A-O1-P1	0,55	1,65	3,73	0,91	2,54	4,38
A-O1-P2	0,79	2,27	4,38	1,45	4,90	7,80
A-O1-P3	2,54	7,21	12,80	1,38	3,53	6,67
A-O2-N2	1,41	1,80	3,68	1,27	4,02	6,20
A-O2-N3	1,40	3,86	7,73	1,66	3,42	5,44
A-O2-P1	0,37	1,68	3,00	0,74	2,85	6,71
A-O2-P2	1,82	3,25	9,86	1,00	2,78	8,54
A-O2-P3	1,03	4,82	7,27	1,20	2,49	5,96
Л-O2-N2	38,90	61,10	65,40	34,90	63,80	102,30
Л-O2-N3	78,80	92,00	132,25	60,50	109,60	160,25
Л-O2-P1	25,10	47,20	51,90	22,50	26,60	65,10
Л-O2-P2	49,60	77,00	106,00	48,20	79,20	136,25
Л-O2-P3	103,00	116,00	147,75	74,00	136,00	180,50
Л-O1-N2	41,20	58,20	66,10	43,80	62,00	86,00
Л-O1-N3	69,30	81,40	106,00	76,00	106,20	154,75
Л-O1-P1	25,30	47,60	51,00	23,50	46,80	60,80
Л-O1-P2	49,40	67,20	93,85	53,00	86,60	118,00
Л-O1-P3	102,75	120,50	148,75	111,25	144,50	170,08

Длительности волн зВП на вспышку экспериментальной группы до и после воздействия спелеоклимата представлены в таблице 2. Медианы волн зВП под действием спелеоклимата имели тенденцию к снижению, однако значимых отличий не было выявлено.

Согласно литературным данным, длительность волн зВП на вспышку отражает скорость проведения информации и является менее динамичным параметром, чем амплитуда волн зВП на вспышку, длительность определяет и доминирование одного из монокулярных каналов [10].

Таблица 2.

**Длительность волн зВП на вспышку до и после проведения
курса спелеоклимата**

	До спелеотерапии Before speleotherapy			После спелеотерапии After speleotherapy		
	Q1	Me	Q3	Q1	Me	Q3
O1-N2	36,000	56,000	63,600	38,400	48,000	70,800
O1-N3	64,800	81,200	108,000	70,000	76,800	124,000
O1-P1	18,400	44,800	50,000	20,400	36,000	51,200
O1-P2	48,800	64,400	94,800	52,000	57,600	89,600
O1-P3	86,800	118,000	148,000	88,800	121,000	156,000
O2-N2	36,800	58,400	66,000	33,600	40,800	64,800
O2-N3	64,800	93,600	129,000	64,400	73,200	102,000
O2-P1	18,000	44,400	51,600	19,600	28,400	47,600
O2-P2	49,200	78,400	112,000	44,800	54,800	90,400
O2-P3	91,600	120,000	147,000	79,200	110,000	127,000

Двухфакторный кластерный анализ позволил выявить три кластера в зависимости от исходных параметров волн зВП у студентов экспериментальной группы.

39% Испытуемых было отнесено к первому кластеру, 39% испытуемых – ко второму и 22% - к третьему. Описательная статистика по кластерам приведена в таблице 3.

Таблица 3.

**Длительность волн зВП на вспышку до и после воздействия спелеоклимата
в соответствии с результатами кластерного анализа**

Кластерный номер cluster number		До спелеотерапии Before speleotherapy			После спелеотерапии After speleotherapy		
		Q1	Me	Q3	Q1	Me	Q3
1	O1-N2	25,200	41,200	62,100	38,400	40,400	73,800
	O1-N3	46,000	70,400	99,100	70,200	75,400	145,000
	O1-P1	9,900	24,200	52,100	19,500	33,400	52,900
	O1-P2	35,800	51,600	90,100	52,000	55,400	102,650
	O1-P3	59,700	110,000	130,000	96,400	125,500	172,000
	O2-N2	35,600	38,400	64,000	37,600	64,000	79,800
	O2-N3	59,100	67,400	124,250	73,600	119,500	189,000
	O2-P1	12,200	24,400	49,800	27,200	40,200	53,900
	O2-P2	47,500	49,800	97,100	51,100	92,200	123,000
	O2-P3	66,800	104,300	143,000	93,750	170,500	216,000

2	O1-N2	35,100	41,200	56,900	48,000	66,000	84,900
	O1-N3	63,600	78,800	85,500	76,600	99,500	139,000
	O1-P1	19,900	32,400	45,200	35,100	45,000	60,900
	O1-P2	48,700	51,600	76,400	57,000	87,000	109,750
	O1-P3	83,500	108,000	146,000	104,500	124,500	160,500
	O2-N2	36,800	54,500	79,000	23,600	33,400	48,300
	O2-N3	66,500	99,500	135,750	54,600	67,000	91,200
	O2-P1	17,700	36,400	49,700	14,400	24,400	39,400
	O2-P2	47,900	82,000	116,500	35,800	51,800	60,800
	O2-P3	106,000	130,000	169,750	63,100	86,200	113,000
3	O1-N2	65,600	76,400	122,000	14,800	32,400	52,800
	O1-N3	81,200	124,000	147,000	51,600	64,400	76,800
	O1-P1	48,000	50,400	92,400	8,400	26,400	36,000
	O1-P2	74,800	106,000	139,000	36,400	51,200	57,600
	O1-P3	107,000	140,000	168,000	69,600	76,400	129,000
	O2-N2	58,400	66,000	78,800	35,200	40,800	47,600
	O2-N3	86,000	94,800	148,000	52,800	72,800	100,000
	O2-P1	48,000	54,000	71,600	13,200	23,600	29,200
	O2-P2	75,600	91,200	118,000	42,800	51,600	57,600
	O2-P3	108,000	134,000	185,000	73,600	111,000	120,000

Таблица 4.

**Значимость отличий длительностей волн зВП на вспышку
до и после воздействия спелеоклимата в соответствии с результатами
кластерного анализа**

Кластерный номер cluster number	1		2		3	
	Z	p	Z	p	Z	p
Ф10-О1-N2 - Ф1-О1-N2	-0,235	0,814	-2,981	0,003	-2,366	0,018
Ф10-О1-N3 - Ф1-О1-N3	-1,070	0,285	-2,667	0,008	-2,366	0,018
Ф10-О1-P1 - Ф1-О1-P1	-0,157	0,875	-1,961	0,05	-2,366	0,018
Ф10-О1-P2 - Ф1-О1-P2	-0,392	0,695	-3,059	0,002	-2,366	0,018
Ф10-О1-P3 - Ф1-О1-P3	-0,978	0,328	-0,824	0,41	-2,197	0,028
Ф10-О2-N2 - Ф1-О2-N2	-2,824	0,005	-2,824	0,005	-2,366	0,018
Ф10-О2-N3 - Ф1-О2-N3	-3,059	0,002	-2,746	0,006	-2,028	0,043
Ф10-О2-P1 - Ф1-О2-P1	-2,179	0,029	-1,804	0,071	-2,371	0,018
Ф10-О2-P2 - Ф1-О2-P2	-3,059	0,002	-2,903	0,004	-2,366	0,018
Ф10-О2-P3 - Ф1-О2-P3	-2,864	0,004	-3,059	0,002	-2,028	0,043

Примечание: Ф1- исходные значения длительностей волн зВП, Ф10 - значения длительностей волн зВП после спелеотерапии.

Следует отметить, что у испытуемых 1 кластера под влиянием спелеотерапии происходило увеличение длительностей волн зВП, при этом справа – значимо, табл. 4. У студентов 2 кластера слева длительности волн зВП на вспышку значимо увеличивались, справа – значимо уменьшались. У студентов 3 кластера под влиянием спелеотерапии происходило значимое уменьшение длительностей волн зВП на вспышку. Следовательно, динамика длительностей волн зВП на вспышку под влиянием спелеоклимата зависит от исходных характеристик волн зВП.

Полученные результаты позволили предположить наличие зависимости динамики длительности волн зВП на вспышку под влиянием спелеоклимата от исходных значений длительности волн зВП. Проведенный дискриминантный анализ позволил получить три прогностические модели вероятности снижения латентности волн N2, P1, P2 зВП на вспышку, слева, под влиянием спелеотерапии в зависимости от исходных длительностей волн зВП.

Известно, что компоненты N2 и P2 частично обусловлены чувствительными нейрональными потоками, проходящими через специфические и ассоциативные ядра таламуса и стриарного комплекса. Компоненты N2 и P2 более динамичны, чем более поздние компоненты N3 и P3. Компонент N2 отражает активность 17 поля по Бродману. Полагают, что по данному компоненту зВП мы можем судить о скорости проведения зрительного сигнала [12].

Опираясь на полученные данные кластерного анализа о зависимости параметров волн зВП на вспышку после спелеокурса от исходных параметров волн зВП, мы провели дискриминантный анализ с целью получения моделей прогнозирования изменения параметров волн зВП. В результате дискриминантного анализа было получено три модели.

В результате дискриминантного анализа была получена следующая модель (1):

$$Y_{OIN2} = -1,64 + 0,046 * X_{OIN2} - 0,035 * X_{OIN3} + 0,041 * X_{OIP1} - 0,019 * X_{OIP2} + 0,018 * X_{OIP3} - 0,035 * X_{O2N2} - 0,002 * X_{O2N3} + 0,052 * X_{O2P1} - 0,042 * X_{O2P2} + 0,027 * X_{O2P3} \quad (1)$$

где Y_{OIN2} – дискриминантная функция, характеризующая вероятность снижения латентности волны N2 зВП на вспышку слева под влиянием спелеотерапии в зависимости от исходных длительностей волн зВП. Y – исходные длительности волн зВП слева (O1) и справа (O2). Константа дискриминации, которая делит участников исследования на две группы, определена как значение функции, равноудаленное от центроидов, которые составили в группе с отсутствием 1,226, а при наличии понижения латентности волны N2 зВП на вспышку слева - (-0,886). Соответственно, константа дискри-

минации равна (-0.17). При сравнении средних значений дискриминантной функции в исследуемых группах с помощью коэффициента λ Уилкса, нами установлены статистически значимые различия ($p=0,047$). Чувствительность полученной модели составила 84,6%, специфичность – 94,4%.

Компонент P1, по которому можно судить о проведении информации по быстрым волокнам зрительных путей и о переключении на специфические таламические реле, является главной составляющей и в межполушарном сенсорном взаимодействии, обладая максимальной энтропией и минимальной избыточностью, что говорит о доминирующей роли правого полушария [14].

В результате дискриминантного анализа была получена следующая модель (2):

$$Y_{O1P1} = -1,869 + 0,11 * X_{O1N2} + 0,74 * X_{O1N3} + 0,034 * X_{O1P1} - 0,165 * X_{O1P2} + 0,008 * X_{O1P3} - 0,1 * X_{O2N2} - 0,046 * X_{O2N3} + 0,048 * X_{O2P1} + 0,038 * X_{O2P2} + 0,033 * X_{O2P3} \quad (2)$$

где Y_{O1P1} – дискриминантная функция, характеризующая вероятность снижения латентности волны P1 ЗВП на вспышку слева под влиянием спелеотерапии в зависимости от исходных длительностей волн ЗВП. Y – исходные длительности волн ЗВП слева (O1) и справа (O2). Константа дискриминации, делящая пациентов на две группы, выявлена как значение функции, равноудаленное от центроидов, составивших в группе с отсутствием 1,217, а при наличии понижения латентности волны N2 ЗВП на вспышку слева (-1,065). Константа дискриминации при этом равна (-0,076). Проведенное сравнение средних значений дискриминантной функции в обеих группах с помощью коэффициента λ Уилкса установило статистически значимые различия ($p=0,029$). Чувствительность модели - 92,9%, специфичность – 93,8%. Компонент P2 ЗВП отражает первичную обработку поступившего сигнала и формируется в полях 17–18 зрительной коры, а компонент N3 является результатом активности ассоциативной части коры – полей 18 и 19, также он отражает этап анализа зрительной информации [5].

В результате дискриминантного анализа была получена следующая модель (3):

$$Y_{O1P2} = -1,442 + 0,044 * X_{O1N2} - 0,033 * X_{O1N3} + 0,036 * X_{O1P1} - 0,004 * X_{O1P2} + 0,01 * X_{O1P3} - 0,033 * X_{O2N2} - 0,004 * X_{O2N3} + 0,045 * X_{O2P1} - 0,005 * X_{O2P2} + 0,004 * X_{O2P3} \quad (3)$$

где Y_{O1P2} – дискриминантная функция, характеризующая вероятность снижения латентности волны P2 ЗВП на вспышку слева под влиянием спелеотерапии в зависимости от исходных длительностей волн ЗВП. Y – исходные длительности волн ЗВП слева (O1) и справа (O2). Константа дискриминации, делящая участников исследования на две группы, определена как значение

функции, равноудаленное от центроидов, составивших в группе с отсутствием понижения латентности волны N2 зВП на вспышку слева 1,471, а при наличии (-0,809). Константа дискриминации оказалась равна 0,331. При сравнении средних значений дискриминантной функции в обеих группах с помощью коэффициента λ Уилкса, нами установлены статистически значимые различия ($p=0,032$). Чувствительность модели - 90,9%, специфичность – 95%.

Выводы

1. Динамика длительности волн зВП на вспышку под влиянием спелеоклимата зависит от исходных значений длительности волн зВП.

2. Выявлено три кластера в зависимости от исходных параметров зВП. У испытуемых 1 кластера под влиянием спелеотерапии происходило увеличение длительностей волн зВП, справа значимо. У студентов 2 кластера слева длительности волн зВП на вспышку значимо увеличивались, справа – значимо уменьшались. У студентов 3 кластера под влиянием спелеотерапии происходило значимое уменьшение длительностей волн зВП на вспышку.

3. Проведенный дискриминантный анализ позволил получить три прогностические модели вероятности снижения латентности волн N2, P1, P2 зВП на вспышку слева под влиянием спелеотерапии в зависимости от исходных длительностей волн зВП. Чувствительность моделей от 84,6-92,9%, специфичность – 93,8-95%.

4. Полученные данные можно использовать для персонализированного подбора алгоритма профилактических мероприятий с использованием спелеотерапии.

Список литературы

1. Биотехническая система диагностики: верификация результатов регистрации вызванных потенциалов на вспышку света / Жеребцова В.А., Савельев В.В., Коржук Н.Л. [и др.] // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2013. № 9-2. С. 259-268.
2. Бородина У.В. Использование метода вызванных потенциалов для оценки параметров стимула // Ярославский педагог. вестник. 2012. Т. 3, № 4. С. 149-153.
3. Делендик Р.И., Чекан В.Л. Становление и развитие спелеотерапии в мировой практике // Медицинский журнал. 2021. № 4 (78). С. 12-16. <https://doi.org/10.51922/1818-426X.2021.4.12> 20
4. Кошелев Д.И., Галаутдинов М.Ф., Вахмянина А.А. Опыт применения зрительных вызванных потенциалов на вспышку в оценке функций зрительной системы // Вестник Оренбургского государственного университета. 2014. № 12(173). С. 181-187.

5. Леонова Е.П., Буторина А.В., Данько О.А., Балдычева Н.В. Спелеоклиматотерапия в медицине и фитнесе // Научная мысль. 2019. Т. 7. № 1 (31). С. 105-108.
6. Макарова И.И., Игнатова Ю.П., Маркова К.Б. Вызванные потенциалы мозга как биоэлектрический феномен, отражающий функциональное состояние нервной системы // Верхневолжский медицинский журнал. 2016. Т. 15, № 3. С. 29-36.
7. Нейрофизиологические методики в мониторинге эффективности нейрореабилитации у детей / Войтенков В.Б., Скрипченко Н.В., Климкин А.В. [и др.] // Курортная медицина. 2016. № 2. С. 23-26.
8. Объективная оценка применения спелеоклиматических камер из природного сильвинита в профилактике и лечении / Бохан А.Н., Владимирский Е.В., Горбунов Ю.В. [и др.] // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. 2021. Т. 98. № 3-2. С. 51-52. <https://doi.org/10.17116/kurort20219803221>
9. Пономарева А.В., Распертов М.М., Яковлев М.Ю. Инновационные методы междисциплинарного подхода медицинской реабилитации у детей с бронхиальной астмой // Вестник восстановительной медицины. 2021. Т. 20. № 4. С. 50-56. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2021-20-4-50-56>
10. Семилетова В.А. Гендерные отличия параметров зрительных вызванных потенциалов на вспышку под влиянием курса спелеотерапии // Технологии живых систем. 2023. Т. 20, № 1. С. 72-78. <https://doi.org/10.18127/j20700997-202301-08>
11. Семилетова В.А. Изменение параметров зрительных вызванных потенциалов на вспышку под влиянием спелеотерапии // Вестник Волгоградского государственного медицинского университета. 2022. Т. 19, № 3. С. 48-51. <https://doi.org/10.19163/1994-9480-2022-19-3-48-51>
12. Ткаченко П.В., Бобынцев И.И. Анализ взаимодействия элементов зрительно-моторной координации с позиций информационного подхода // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. 2011. Т. 10, № 1. С. 133-138.
13. Файнбург Г.З., Михайловская Л.В. Воздействие калийно-магневых соляных аэродисперсных воздушных сред на организм человека // Безопасность и охрана труда. 2021. № 4(89). С. 65-70. https://doi.org/10.54904/52952_2021_4_65
14. Шульгина Г.И. Анализ нейромедиаторного обеспечения системной организации нейронов головного мозга при обучении: возбуждение, торможение, растормаживание // Успехи физиологических наук. 2008. Т. 39, № 4. С. 14-39.
15. Щербинская Е.С., Синякова О.К., Семушина Е.А. Современные подходы в немедикаментозных методах коррекции состояний организма на примере спелеотерапии в профпатологической практике // Медицина труда и экология человека. 2017. № 2 (10). С. 20 – 23.

16. Barber D., Malyshev Yu., Oluyadi F.I. et al. Halotherapy for Chronic Respiratory Disorders: From the Cave to the Clinical // *Altern Ther Health Med.* 2020. Aug 20; AT6413.
17. Freidl J., Huber D., Braunschmid H. et al. Winter Exercise and Speleotherapy for Allergy and Asthma: A Randomized Controlled Clinical Trial // *J. Clin Med.* 2020. Oct. 15. Vol. 9 (10). P. 3311. <https://doi.org/10.3390/jcm9103311>
18. He-Ping Xie, Ji-Feng Liu, Ming-Zhong Gao et al. The Research Advancement and Conception of the Deep-underground Medicine // *Sichuan Da Xue Xue Bao Yi Xue Ban.* 2018, Mar. Vol. 49 (2). P. 163-168.
19. Kostrzon M., Sliwka A., Wloch T. et al. Subterranean Pulmonary Rehabilitation in Chronic Obstructive Pulmonary Disease // *Adv Exp Med Biol.* 2019. № 1176. P. 35-46. https://doi.org/10.1007/5584_2019_354
20. Munteanu C. Speleotherapy – scientific relevance in the last five years (2013-2017) – A systematic review // *Balneo research journal.* 2017. Vol. 8. № 4. P. 252-254. <http://dx.doi.org/10.12680/balneo.2017.161>
21. Povazhnaya E.L. Should a doctor take into consideration the influence of climatic factors? Deliberations on the occasion of the publication of a new monograph (the book of essays of arid medicine by Z.R. Zununov, I.H. Nurov, and S.Z. Zununova) // *Vopr Kurortol Fizioter Lech Fiz Kult.* 2018, Apr. 9. Vol. 95 (1). P. 60-63. <https://doi.org/10.17116/kurort201895160-63>

References

1. ZHerebcova V.A., Savel'ev V.V., Korzhuk N.L. [et al.]. *Izvestiya Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Tekhnicheskie nauki*, 2013, no. 9-2, pp. 259-268.
2. Borodina U.V. *Yaroslavskij pedagogicheskij vestnik*, 2012, vol. 3, no. 4, pp. 149-153.
3. Delendik R.I., CHekan V.L. *Medicinskij zhurnal*, 2021, no. 4 (78), pp. 12-16. <https://doi.org/10.51922/1818-426X.2021.4.12.20>
4. Koshelev D.I., Galautdinov M.F., Vahmyanina A.A. *Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2014, no. 12(173), pp. 181-187.
5. Leonova E.P., Butorina A.V., Dan'ko O.A., Baldycheva N.V. *Nauchnaya mysl'*, 2019, vol. 7, no. 1 (31), pp. 105-108.
6. Makarova I.I., Ignatova YU.P., Markova K.B. *Verhnevolzhskij medicinskij zhurnal*, 2016, vol. 15, no. 3, pp. 29-36.
7. Vojtenkov V.B., Skripchenko N.V., Klimkin A.V. [et al.] *Kurortnaya medicina*, 2016, no. 2, pp. 23-26.
8. Bohan A.N., Vladimirovskij E.V., Gorbunov YU.V. [et al.]. *Voprosy kurortologii, fizioterapii i lechebnoj fizicheskoy kul'tury*, 2021, vol. 98, no. 3-2, pp. 51-52. <https://doi.org/10.17116/kurort20219803221>

9. Ponomareva A.V., Raspertov M.M., YAKovlev M.YU. *Vestnik vosstanovitel'noj mediciny*, 2021, vol. 20, no. 4, pp. 50-56. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2021-20-4-50-56>
10. Semiletova V.A. *Tekhnologii zhivyyh system*, 2023, vol. 20, no. 1, pp. 72-78. <https://doi.org/10.18127/j20700997-202301-08>
11. Semiletova V.A. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo medicinskogo universiteta*, 2022, vol. 19, no. 3, pp. 48-51. <https://doi.org/10.19163/1994-9480-2022-19-3-48-51>
12. Tkachenko P.V., Bobyncey I.I. *Sistemnyy analiz i upravlenie v biomedicinskih sistemah*, 2011, vol. 10, no. 1, pp. 133-138.
13. Fajnburg G.Z., Mihajlovskaya L.V. *Bezopasnost' i ohrana truda*, 2021, no. 4(89), pp. 65-70. https://doi.org/10.54904/52952_2021_4_65
14. SHul'gina G.I. *Uspekhi fiziologicheskikh nauk*, 2008, vol. 39, no. 4, pp. 14-39.
15. SHCHerbinskaya E.S., Sinyakova O.K., Semushina E.A. *Medicina truda i ekologiya cheloveka*, 2017, no. 2 (10), pp. 20-23.
16. Barber D., Malyshev Yu., Oluyadi F.I. et al. Halotherapy for Chronic Respiratory Disorders: From the Cave to the Clinical. *Altern Ther Health Med*, 2020, Aug 20; AT6413.
17. Freidl J., Huber D., Braunschmid H. et al. Winter Exercise and Speleotherapy for Allergy and Asthma: A Randomized Controlled Clinical Trial. *J. Clin Med*, 2020, Oct. 15, vol. 9 (10), p. 3311. <https://doi.org/10.3390/jcm9103311>
18. He-Ping Xie, Ji-Feng Liu, Ming-Zhong Gao et al. The Research Advancement and Conception of the Deep-underground Medicine. *Sichuan Da Xue Xue Bao Yi Xue Ban*, 2018, Mar. vol. 49 (2), pp. 163-168.
19. Kostrzon M., Sliwka A., Wloch T. et al. Subterranean Pulmonary Rehabilitation in Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *Adv Exp Med Biol*, 2019, № 1176, pp. 35-46. https://doi.org/10.1007/5584_2019_354
20. Munteanu C. Speleotherapy – scientific relevance in the last five years (2013-2017) – A systematic review. *Balneo research journal*, 2017, vol. 8, no. 4, pp. 252-254. <http://dx.doi.org/10.12680/balneo.2017.161>
21. Povazhnaya E.L. Should a doctor take into consideration the influence of climatic factors? Deliberations on the occasion of the publication of a new monograph (the book of essays of arid medicine by Z.R. Zununov, I.H. Nurov, and S.Z. Zununova). *Vopr Kurortol Fizioter Lech Fiz Kult*, 2018, Apr. 9, vol. 95(1), pp. 60-63. <https://doi.org/10.17116/kurort201895160-63>

ДАННЫЕ ОБ АВТОРАХ

Семилетова Вера Алексеевна, к.б.н., доцент, доцент кафедры нормальной физиологии

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный медицинский университет имени Н.Н. Бурденко» Министерства здравоохранения Российской Федерации
ул. Студенческая, 10, г. Воронеж, 394036, Российская федерация
vera2307@mail.ru*

Присный Андрей Андреевич, д.б.н., директор института фармации, химии и биологии, профессор кафедры биологии
*Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный национальный исследовательский университет» (НИУ «БелГУ»)
ул. Победы, 85, г. Белгород, 308015, Российская федерация
prisnyy@bsu.edu.ru*

DATA ABOUT THE AUTHORS

Vera A. Semiletova, Ph.D., Associate Professor, Associate Professor of the Department of Normal Physiology
*N.N. Burdenko Voronezh State Medical University
10, Studencheskaya Str., Voronezh, 394036, Russian Federation
vera2307@mail.ru
SPIN-code: 8330-0064
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7802-6436>
ResearcherID: ABK-1526-2022
Scopus Author ID: 57045896600*

Andrey A. Prisny, Doctor of Biological Sciences, Director of the Institute of Pharmacy, Chemistry and Biology, Professor of the Department of Biology
*Belgorod National Research University
85, Pobedy Str., Belgorod, 308015, Russian Federation
prisnyy@bsu.edu.ru
SPIN-code: 2523-4576
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5229-8337>
ResearcherID: M-9243-2017
Scopus Author ID: 56358999400*

Поступила 01.02.2024

После рецензирования 12.03.2024

Принята 02.04.2024

Received 01.02.2024

Revised 12.03.2024

Accepted 02.04.2024