

Вплив переривчастої нормобаричної гіпоксії на вегетативний гомеостаз у дітей із радіоекологічно несприятливих регіонів

Л.М. Лісуха

Інститут фізіології ім. О.О.Богомольця НАН України, Київ; e-mail:lisukha_lyubov@inbox.ru

Досліджено вплив переривчастої нормобаричної гіпоксії (ПНГ) саногенного рівня на дітей, що проживають на радіоактивно забруднених територіях. Обстежених було поділено на три групи: 37 осіб основна (I група – медикаментозне лікування згідно з протоколами і сеанси ПНГ), 35 – порівняння (II – медикаментозне лікування), 30 – контрольна (III – здорові). Встановлено, що у дітей 6-11 років основної групи після комбінованого лікування з сеансами ПНГ (10-12 % кисню в азоті) вірогідно збільшило значення RMSSD на 36% у фоновому записі, а у дітей 12-17 років – на 27% при виконанні кліноортостатичної проби. Доведено, що симпто-вагальний індекс знизився на 23% у дітей 6-11 років відносно групи порівняння. Індекс напруження регуляторних систем знизився у дітей обох груп, що свідчить про зменшення центрального контуру управління серцевим ритмом. Ключові слова: переривчаста нормобарична гіпоксія; варіабельність серцевого ритму; кардіоінтервалографічні гіпоксичні маркери; кліноортостатична проба; діти з радіоактивно забруднених територій.

ВСТУП

При адаптації до переривчастої нормобаричної гіпоксії важлива роль належить серцево-судинній системі [1, 2]. Вегетативна нервова система (ВНС) при цьому забезпечує належний кровообіг регулюванням частоти серцевих скорочень (ЧСС) і пульсового тиску крові за допомогою нейрогуморальних механізмів. Компенсаторно-приспосувальні реакції серцево-судинної системи мають індивідуальну залежність та забезпечують як системну гіпоксичну централізацію кровообігу, так і внутрішньомозковий регіональний розподіл крові до найбільш життєво важливих центрів [3, 4].

Одним з основних методів вивчення механізмів контролю серцево-судинної системи з боку ВНС є аналіз варіабельності серцевого ритму (ВСР) за допомогою кардіоінтервалографії (КИГ) [5–7]. Оцінка ВСР є сучасною методологією для дослідження

© Л.М. Лісуха

регуляторних систем організму. Чим сильніший вплив подразника на організм, тим вищий рівень регуляції бере участь у компенсаторно-приспосувальних механізмах. При цьому більш високі рівні (вегетативні центри кори головного мозку, лімбіко-гіпоталамо-ретикулярний комплекс) гальмують більш низькі (симпатичний і парасимпатичні відділи ВНС) [8–10]. Математичний аналіз ВСР дає можливість широко використовувати його для діагностики, перебігу, віддалених наслідків різних захворювань та ефективності лікування. Статистичний аналіз цього методу – сукупність послідовних часових інтервалів R-R з автоматичним обчислюванням тривалості. Його показники при підвищенні свідчать про зростання вагусної активності, а зниження – симпатичної. Спектральні методи на основі часових і частотних характеристик мінливості серця дають інформацію про активність симпатичного та парасимпатичного відділів ВНС, чутливість барорецепторів

судин, рівень метаболічного забезпечення організму. Аналіз за Баєвським характеризує ступінь адаптації серцево-судинної системи і оцінює адекватність процесів регуляції.

Вегетативне забезпечення діяльності – це підтримання відносного рівня ВНС, яка регулює дію органів і систем в умовах навантаження. Найбільш інформативне і доступне визначення цього показника за кліноортопробою (КОП) – експериментальною реакцією організму при переході із горизонтального в вертикальне положення [11]. При цьому активується симпатичний відділ ВНС. Для забезпечення стійкості гемодинаміки при КОП має значення взаємодія серцевого і судинного факторів [12,13].

Відомо, що в патогенезі неінфекційних захворювань шлунково-кишкового тракту (ШКТ): гастритів, гастродуоденитів, виразкової хвороби шлунка і дванадцятипалої кишки суттєву роль відіграє ВНС. У хворих з вказаною патологією за даними КІГ, переважає вихідна ваготонія. А при проведенні КОП у більшості реєструється гіперсимпатикотонічна реактивність. Діти з перевагою парасимпатичної ланки мають порушення з боку гастродуоденальної зони. Це пояснюється фізіологічними особливостями будови ВНС [9, 14-15]. Дослідження ВСР у дітей, що мешкають на радіоактивно забруднених територіях у віддалений після аварії період і мають патологію ШКТ, практично не вивчено. Захворюваність таких дітей характеризується коморбідністю. Рання корекція відхилень ВНС, що пов'язана із надсегментарними та сегментарними порушеннями вегетативної регуляції, може запобігати розвитку патології.

У доступних нам літературних джерелах ми не знайшли даних щодо впливу ПНГ саногенного рівня на ВСР у дітей з патологією ШКТ, що потерпіли внаслідок Чорнобильської катастрофи. У зв'язку з цим метою нашої роботи було вивчити вплив ПНГ саногенного рівня на ВСР у дітей, що проживають на радіоактивно забруднених територіях.

МЕТОДИКА

Дітей віком від 6 до 17 років, поділено на три групи: I (основна) – 37 осіб, II (порівняння) – 35, III (здорові) – 30. У дітей I та II груп була патологія ШКТ і вони проживали у 2, 3 та 4-й зоні за радіоактивним забрудненням [16] та знаходилися на стаціонарному лікуванні у ДУ «Національному науковому центрі радіаційної медицини НАМН України». Пацієнти I групи отримували комбіноване лікування (тобто медикаментозне згідно з затвердженими протоколами МОЗ України при захворюваннях ШКТ і сеанси ПНГ), а II групи – медикаментозне (згідно з протоколами). Діти III групи на момент обстеження мали середні значення показників фізичного і статевого розвитку, протягом 2 міс не хворіли на гострі захворювання та проживали в «чистих» щодо радіоактивного забруднення регіонах, і не належали до постраждалих внаслідок Чорнобильської аварії. Зважаючи на те, що в кожную групу входили обстежувані віком від 6 до 17 років, ми окремо аналізували показники у пацієнтів молодшого шкільного віку (6 – 11 років) та старшого шкільного віку (12 – 17 років).

Аналіз ВСР проводили за допомогою автоматизованого комплексу «КАРДІО+» (ТОВ «НВП «МЕТЕКОЛ» Ніжин). Прилад має державну реєстрацію за № 1952-2003 від 17.07.2009 та сертифікат відповідності № UA 1.003.0000031-11 від 05.01.2011. Оцінювали статистичний аналіз ВСР: ЧСС, SDNN – стандартне відхилення (SD) величин від нормальних інтервалів R-R (NN) – один з основних показників, що характеризує стан механізмів регуляції, залежить від впливу на синусовий вузол симпатичного і парасимпатичного відділів ВНС; RMSDD – квадратний корінь із середнього квадратів величин послідовних пар інтервалів NN – показує перевагу впливу парасимпатичного відділу; pNN50 – відсоток послідовних інтервалів NN, різниця між якими перевищує 50 мс, визначає перевагу впливу парасимпатичного відділу.

У разі спектрального аналізу вивчали: TP – загальна потужність спектра; HF – коливання високої частоти – відображають вагусний контроль серцевого ритму; LF – коливання низької частоти – мають барорефлекторну природу, відображають зміни як симпатичної так і парасимпатичної активності; HFn і LFn – потужність коливань високої і низької частоти в нормалізованих одиницях відповідно; VLF – дуже низькі коливання; LF/HF – симпато-вагальний індекс – характеризує співвідношення симпатичних і парасимпатичних впливів на ритм серця. Проводили аналіз за Баєвським: Мо – мода – значення R-R, які найбільш часто зустрічаються; Амо – амплітуда моди – число кардіоінтервалів у відсотках, Х – варіаційний розмах; ІВП – індекс вегетативного напруження, ВПР – вегетативний показник ритму; ПАПР – показник адекватності процесів регуляції; ІН – індекс напруження регуляторних систем, ПАРС – показник активності регуляторних систем. ВСР досліджували в КОП. Запис КІГ проводили в першій половині дня. Спочатку дитина перебувала у горизонтальному положенні 7-10 хв (фоновий запис), а потім дитина повільно приймала вертикальне і стоячи її обстежували (7-10 хв). За результатами КОП вивчали вегетативну реактивність (співвідношення ІН1/ІН2) та вегетативне забезпечення діяльності. Вимірювали артеріальний тиск та пульс до та після лікування.

Для дітей І групи застосовували нормобаричну газову гіпоксичну суміш, що складалася з 12 % кисню і 88 % азоту. ПНГ проводили за допомогою індивідуального апарата гірського повітря типу «Борей» виробництва наукового медико-інженерного центру «НОРТ» НАН України, м. Київ. Для кожного пацієнта підбирали індивідуальні режими проведення ПНГ [17].

Обстеження проведено з дотриманням національних норм біоетики та положень Гельсінської декларації (2013) за письмовою згодою батьків хворих дітей після докладного інформування про цілі, тривалість та процедуру дослідження.

При аналізі отриманих результатів використовували методи статистичної обробки з позиції доказової медицини [18, 19], програми «Microsoft Excel» та програмного забезпечення «SPSS Statistics (Version 17)». Нами застосовано методи параметричної і непараметричної статистики. Розраховували середні значення показників (М), їх стандартну похибку (m). Вірогідність розбіжностей для вибірок з нормальним розподілом оцінювали за критерієм t Стюдента. Для вибірок, що не задовольняють критерій нормальності, нами застосовано непараметричні критерії Вілкоксона і Манна-Уїтні та ранговий кореляційний аналіз Спірмана. Статистично значущими вважалися відмінності результатів при $P < 0,05$, $P < 0,001$.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Показники ВСР після проведеного лікування свідчили про складність адаптаційних реакцій у обстежуваних та мали різноспрямовані значення. Вихідний вегетативний тонус (ВВТ) за показниками КІГ у дітей 6-11 років І групи (комбіноване лікування) характеризувався як ейтонія у 35%, ваготонія у 59%, симпатикотонія у 6% та наближався до групи контролю 40% (ейтонія), 60% (ваготонія). У ІІ групі (медикаментозне лікування) такі характеристики ВВТ були у 20, 53, 7% відповідно, крім того реєструвалася гіперсимпатикотонія у 20%. У дітей 12-17 років ВВТ розподілився так: у І групі – у 55, 30, 10, 5%, у ІІ – у 20, 55, 15, 10%, у ІІІ – у 53, 20, 7, 20% відповідно. Таким чином, у пацієнтів молодшого та старшого шкільного віку зсув ВВТ після сеансів ПНГ був у бік ейтонії і ваготонії, а у дітей, що отримували лише стандартне лікування – ваготонії.

ПАРС характеризує адаптацію організму до навколишнього середовища. На основі індивідуального розподілу після комбінованого лікування у дітей від 6 до 11 років основної групи норму реєстрували у 35% (1-2 бали), помірне напруження 10% (3-4

бали), виражене – у 10% (5-6 балів), різко виражене – у 35% (7-8 балів). У групі порівняння 47, 13, 33, 7% відповідно, а у групі контролю 67, 10, 17, 6%. У дітей 12-17 років – 70, 15, 10, 5%, у групі порівняння – 50, 20, 15, 15% відповідно, а у групі контролю – 90 (норма), 5 (помірне), 5% (різко виражене). При різко вираженому напруженні ПАРС виникає незадовільна адаптація організму до навколишнього середовища та поступове виснаження адаптаційних резервів. У нашому дослідженні для більшості дітей 6-11 років характерною була надлишкова активність регуляторних систем. Це може бути зумовлено як анатомо-фізіологічними особливостями, так і підвищенням активації симпато-адреналової та гіпофізарно-наднирниковозалозної систем. Отже, у обстежуваних дітей, що проживають на радіоактивно забруднених територіях, після проведеного лікування з сеансами ПНГ адаптаційні реакції (до навколишнього середовища не сягали контрольних значень, що може бути пов'язано з хронічним перебігом захворювання ШКТ, супутньою патологією, психо-емоційним навантаженням, процесом навчання та дією несприятливих екологічних факторів).

Після комбінованого лікування, значущі зміни та позитивний вплив було встановлено на показники ВСР. Результати дослідження показали, що у дітей у 6-11 років у спокої вірогідно збільшилися значення SDNN з $123,59 \pm 29,19$ до $215,59 \pm 33,07$, RMSSD з $55,29 \pm 5,16$ до $85,76 \pm 11,35$, проте першого не сягали ($231,27 \pm 43,98$), а другого були вищими ($78,07 \pm 5,37$) від контролю. Індивідуальні значення ЧСС нормалізувалися у більшості обстежуваних, а pNN50% мали тенденцію до підвищення. Це може свідчити про зменшення напруженості симпатичної ланки ВНС та підвищення активності парасимпатичної. При ортостатичному навантаженні ($P < 0,05$) знизився RMSSD з $31,18 \pm 6,59$ до $20,29 \pm 1,31$ та наблизився до групи контролю ($21,93 \pm 1,36$). Тенденцію до підвищення реєстрували SDNN та pNN50%. Це дає під-

ставу стверджувати про зниження тону парасимпатичної ланки і активацію симпатичної. У дітей 12-17 років основної групи у фоновому записі ($P < 0,05$) зменшився SDNN з $116,60 \pm 23,42$ до $66,35 \pm 5,95$ та наблизився до значення III групи ($62,67 \pm 7,77$). RMSSD мав тенденцію до підвищення з $55,00 \pm 7,23$ до $70,10 \pm 9,83$ і був на 9% вищим від контролю. На фоні комбінованого лікування pNN50% ($38,75 \pm 6,47$) був ($P < 0,05$) знижений на 17% відносно групи порівняння ($46,63 \pm 5,59$) і наблизився до контрольної ($41,13 \pm 5,77$). При ортостатичному навантаженні статистично збільшився RMSSD з $14,05 \pm 1,80$ до $19,15 \pm 1,87$ ($P < 0,05$) та наблизився до значень III групи ($21,40 \pm 1,83$). Показники SDNN та pNN50% мали тенденцію до підвищення або зниження, проте не набували статистичної значущості відносно групи порівняння. Таким чином, у дітей старшого шкільного віку реєстрували активацію обох ланок ВНС і зменшення напруженості кардіореспіраторної системи.

RMSSD вважається гіпоксичним маркером (нормобаричної гіпоксичної гіпоксії) і досліджений у дорослих [20-22]. Його динаміка відображає ступінь активності процесів авторегуляції, що забезпечують підтримку адекватного парціального тиску кисню у тканинах. У літературі ми не знайшли даних щодо вивчення КІГ гіпоксичних маркерів у дітей, що проживають на радіоактивно забруднених територіях. У нашому дослідженні зростання цього показника після впливу ПНГ у дітей обох вікових груп (фоновий запис), може свідчити про зменшення вагусного контролю міокарда, зниження навантаження на кардіореспіраторну систему та ефективність проведеної нормобаричної гіпоксії саногенного рівня. Діти молодшого віку були більш чутливими і у них були кращими пристосувальні реакції серцево-судинної системи до сеансів ПНГ.

Як показав аналіз показників спектральної потужності (фоновий запис), результати дослідження яких наведено у табл. 1 і 2,

Таблиця 1. Зміна вихідних показників варіабельності серцевого ритму у дітей від 6 до 11 років залежно від проведеного лікування із сеансами переривчастої нормобаричної гіпоксії (M±m)

Показник	Основна група (n=17)			Група порівняння (n=15)	
	Контрольна група (n=15)	До лікування	Після комбінованого лікування з сеансами ПНГ	До лікування	Після лікування
Аналіз спектральної потужності					
Загальна потужність спектра, мс²	9323,80±2229,79	6172,12±1673,66	8812,18±2006,69**	5521,87±1717,19	8755,60±2427,40
Коливання високої частоти, мс²	291,47±51,69	402,94±98,21	374,53±61,04	321,33±50,87	248,40±31,40
низької частоти , мс²	382,93±33,78	533,94±49,63*	375,94±54,91**,***	552,80±49,21*	538,13±53,24
високої частоти в нормалізованих одиницях, %	41,07±5,9	35,00±4,85	43,53±5,96	39,07±5,72	31,13±4,33
низької частоти в нормалізованих одиницях, %	56,87±5,73	64,18±4,8	55,71±6,01	59,27±5,59	66,80±4,21
Дуже низькі коливання, мс²	8779,20±2246,40	3118,47±1442,67	6116,18±2072,63**	4098,33±1289,43	6530,93±1993,67
Симпато-вагальний індекс, мс	2,22±0,40	2,77±0,42	1,74±0,34	2,35±0,20	2,57±0,31
Аналіз за Басєвським					
Мода, с	0,92±0,08	0,78 ±0,07	0,82±0,06	0,87±0,07	0,77±0,07
Амплітуда моди, %	32,06±1,94	37,40±3,36	33,89±1,97	29,27±3,13	33,98±3,92
Варіаційний розмах,с	0,80±0,10	0,52±0,09*	0,84±0,15	0,52±0,09*	0,84±0,14
Індекс вегетативного напруження, %/с²	51,97±8,33	92,72±14,21*	66,82±10,00	110,39±14,84*	104,75±30,74
Вегетативний показник ритму, с⁻¹	1,88±0,28	3,55±0,53*	2,53±0,37	3,04±0,51*	3,40±0,86
Показник адекватності процесів регуляції, %/с	38,16±3,48	54,88±2,90*	42,27±2,36**	66,91±9,70*	51,10±8,90
Індекс напруження регуляторних систем, %/с²	32,44±5,94	70,87±11,61*	36,89±6,47**,***	85,20±11,52*	79,01±28,88

Примітка: тут і в табл. 2 – 4

*P<0,05 – різниця показників у групах відносно контролю за критерієм Манна-Уїтні;

**P<0,05 – різниця показників до та після лікування за критерієм Вілкоксона;

*** P<0,05 – різниця показників після лікування відносно групи порівняння за критерієм Манна - Уїтні.

застосування комбінованого методу сприяло також підвищенню адаптаційних реакцій та збалансуванню роботи обох відділів ВНС. Різниця між показниками дітей молодшого та старшого шкільного віку зумовлена як анатомо-фізіологічними особливостями і адаптаційними реакціями, котрі відбуваються на фоні відносно незакінченого морфогенезу у

процесі розвитку, так і активацією підкіркових нервових центрів, гіпофіза, гіпоталамуса, що беруть участь у формуванні нового гормонального стану. Отже, у дітей 6-11 років вірогідне підвищення ТР, коливань LF та тенденція до зменшення індексу LF/HF може свідчити про активацію парасимпатичного відділу ВНС. При цьому нормалізацію веге-

Таблиця 2. Зміна вихідних показників варіабельності серцевого ритму у дітей від 12 до 17 років залежно від проведеного лікування із сеансами переривчастої нормобаричної гіпксії (M±m)

Показник	Контрольна група (n=15)	Основна група (n=20)		Група порівняння (n=20)	
		До лікування	Після комбінованого лікування з сеансами ПНГ	До лікування	Після лікування
Аналіз спектральної потужності					
Загальна потужність спектра, мс ²	1796,87±434,43	3676,00±1282,62*	2795,00±730,14	5891,42±1252,73*	4488,32±1024,04
Коливання високої частоти, мс ²	430,47±49,12	451,15±103,53	361,20±61,32**	375,32±65,43	352,11 ±47,32
низької частоти, мс ²	430,20±66,39	393,85±38,58	401,95±63,95	534,84±65,37	512,95±78,51
високої частоти в нормалізованих одиницях, %	50,87±5,28	45,75±4,82	48,35±5,85***	40,26±5,36	41,26±6,00
низької частоти в нормалізованих одиницях, %	57,87±10,83	49,40±4,94	57,40±5,00	58,74±5,36	56,21±5,86
Дуже низькі коливання, мс ²	954,27±401,29	3110,90±1390,45*	2014,80±732,23**	4978,79±1259,25*	3643,05±1014,41
Симпато-вагальний індекс, мс	1,44±0,38	1,44±0,3	1,75±0,34	2,19±0,3	2,09±0,36
Аналіз за Басвським					
Мода, с	0,89±0,05	0,71 ±0,06*	0,88±0,05**	0,72±0,06*	0,96±0,05**
Амплітуда моди, %	38,95±4,50	43,82±3,04	42,61±4,02	39,31±4,25	34,42±3,71
Варіаційний розмах,с	0,50±0,10	0,38±0,06	0,54±0,09	0,74±0,13	0,65±0,12
Індекс вегетативного напруження, %/с ²	173,66±57,25	155,24±25,32	118,39±22,11	109,65±18,10	90,09±19,69
Вегетативний показник ритму,с ⁻¹	4,06±0,76	3,99±0,49	3,70±0,61	3,24±0,59	2,93±0,50
Показник адекватності процесів регуляції, %/с	46,10±5,39	56,04±5,01	50,75±4,70	50,35±7,19	39,14±5,28
Індекс напруження регуляторних систем, %/с ²	100,73±30,17	130,43±38,0	55,64±10,17**	70,20±16,09	57,23±14,32

тативного балансу спостерігали у переважної більшості обстежуваних. У дітей 12-17 років статистично значущі зміни коливань HF і HFn, зниження VLF, тенденція до зниження TP та збільшення LF/HF дає підставу стверджувати про активацію симпатичного відділу ВНС. Показник VLF є чутливим індикатором управління метаболічними процесами та свідчить про енергодефіцитний стан організму. Він пов'язаний з психоемоційним напруженням і станом кори головного мозку, відображає ерготропний вплив і ступінь

активації вищих вегетативних центрів. Його вірогідне збільшення у дітей молодшого віку говорить про перехід з менш ефективного рівня регуляції – гуморально-метаболічного на більш ефективний – вегетативний. У дітей старшого віку його вірогідне зниження відносно вихідного рівня може свідчити про зменшення впливу надсегментарних відділів.

Індекс LF/HF є також гіпоксичним маркером і мав різноспрямовані значення у дітей різних вікових груп. У фоновому записі у дітей 6-11 років тенденція до його

Таблиця 3. Зміна показників варіабельності серцевого ритму у дітей від 6 до 11 років після виконання кліноортостатичної проби залежно від проведеного лікування із сеансами переривчастої нормобаричної гіпоксії (M±m)

Показник	Контрольна група (n=15)	Основна група (n=17)		Група порівняння (n=15)	
		До лікування	Після комбінованого лікування з сеансами ПНГ	До лікування	Після лікування
Аналіз спектральної потужності					
Загальна потужність спектра, мс ²	2557,47±208,12	3360,82±1193,41	2689,59±241,26	5773,93±2053,61	5506,93±1943,20
Коливання					
високої частоти, мс ²	291,73±16,38	225,59±20,91*	276,64±21,53 ^{*,***}	216,13±17,77*	237,33±29,30
низької частоти, мс ²	597,33±40,23	599,71±46,94	933,24±113,60 ^{***}	693,40±48,82	653,67±62,00
високої частоти в нормалізованих одиницях, %	35,00±1,48	25,82±1,43*	33,29±2,51 ^{*,***}	23,53±1,50*	26,13±1,51
низької частоти в нормалізованих одиницях, %	65,20±1,43	73,35±1,42*	68,35±1,84 ^{**}	75,40±1,49*	74,67±2,00
Дуже низькі коливання, мс ²	1675,33±237,87	2488,76±1211,75	1619,06±308,97	4654,93±1833,94	3559,53±1717,33
Симпато-вагальний індекс, мс	1,97±0,13	2,98±0,21*	2,23±0,17 ^{*,***}	3,35±0,25*	2,91±0,23
Аналіз за Басєвським					
Мода, с	0,59±0,02	0,59±0,03	1,08±0,53 ^{***}	0,56±0,01	0,54±0,02
Амплітуда моди, %	42,73±2,99	45,64±3,39	47,09±2,41	41,10±6,37	46,71±3,58
Варіаційний розмах,сек	0,27±0,03	0,36±0,07	0,25±0,02	0,44±0,09	0,30±0,06
Індекс вегетативного напруження, %/с ²	188,39±26,38	193,95±24,87	217,62±26,41	143,72±21,86	272,91±94,83
Вегетативний показник ритму, с ⁻¹	6,91±0,68	7,15±0,80	8,02±0,70	5,79±0,63	7,82±1,24
Показник адекватності процесів регуляції, %/с	67,57±8,80	85,68±9,59	88,29±6,13	72,02±5,86	86,35±9,10
Індекс напруження регуляторних систем, %/с ²	171,66±25,64	177,6±24,7	202,1±27,0	128,9±19,6	195,3±43,2

зменшення дає підставу стверджувати про активацію парасимпатичного відділу у відповідь на нормобаричну гіпоксію, а у дітей 12-17 років (тенденція до підвищення) - про активацію симпатичного, хоча її ступінь був низький. При виконанні активної КОП у дітей молодшого віку ресстрували вірогідне зниження цього показника відносно вихідного рівня і групи порівняння та наближення до контролю. Це свідчить про короткострокові пристосувальні реакції, переважно з боку серцево-судинної системи. У дітей старшого

шкільного віку LF/HF індекс мав тенденцію до підвищення відносно вихідного рівня та групи порівняння. Враховуючи, що цей маркер відображає перехідні процеси у циклі деоксигенація-реоксигенація – деоксигенація («гіпоксія-відновлення-гіпоксія»), то його динаміка у дітей молодшого віку говорить про кращі пристосувальні реакції з залученням обох відділів ВНС у відповідь на нормобаричну гіпоксію саногенного рівня. LF/HF мав кореляційний зв'язок зі зменшенням парасимпатичної ланки ВНС та активацією

Таблиця 4. Зміна показників варіабельності серцевого ритму у дітей від 12 до 17 років після виконання кліноортостатичної проби залежно від проведеного лікування із сеансами переривчастої нормобаричної гіпоксії (M±m)

Показник	Контрольна група (n=15)	Основна група (n=17)		Група порівняння (n=15)	
		До лікування	Після комбінованого лікування з сеансами ПНГ	До лікування	Після лікування
Аналіз спектральної потужності					
Загальна потужність спектра, мс ²	3475,67±300,50	4925,05±487,78*	3805,55±452,82	5552,7±1650,5*	3226,79±299,97
Коливання високої частоти, мс ²	227,93±15,60	163,15±8,61*	236,15±13,69**	168,89±10,71*	205,21±18,81**
низької частоти ,мс ²	775,07±52,78	616,10±41,20*	932,95±96,40**	691,63±67,57	854,57±123,20
високої частоти в нормалізованих одиницях, %	22,80±1,34	21,25±1,23	19,60±1,16	21,26±1,30	22,11±1,91
низької частоти в нормалізованих одиницях, %	75,80±1,31	78,20±1,35	79,40±1,16	76,16±1,86	76,58±1,95
Дуже низькі коливання, мс ²	2673,60±321,12	3289,30±537,16	2652,25±500,95	3424,37±1286,76	2190,05±338,61
Симпато-вагальний індекс, мс	3,48±0,21	3,85±0,24	4,35±0,36	3,72±0,34	4,13±0,49
Аналіз за Басєвським					
Мода, с	0,58±0,03	0,54±0,02	0,61±0,03	0,56±0,02	0,56±0,02
Амплітуда моди, %	42,95±3,21	51,59±3,30	48,30±2,76	46,61±3,13	44,55±2,01
Варіаційний розмах,с	0,26±0,01	0,25±0,03	0,26±0,04	0,32±0,06	0,24±0,02
Індекс вегетативного напруження, %/с ²	185,12±14,56	283,16±41,15	229,42±23,45	238,31±33,54	217,10±30,44
Вегетативний показник ритму, с ⁻¹	6,10±0,55	10,12±1,31*	7,94±0,69	9,40±1,24*	8,48±0,86
Показник адекватності процесів регуляції, %/с	74,78±7,89	98,87±7,36*	73,99±4,80**	99,60±6,32*	81,90±5,90**
Індекс напруження регуляторних систем, %/с ²	177,12±14,09	280,27±45,54	133,78±12,08***	208,44±40,63	203,03±34,92

симпатичної (сильний негативний зв'язок HF (R=-0,850) і позитивний з LF (R=0,619) у дітей 6-11 років; у дітей 12-17 років – HF (R=-0,716) і LF (R=0,951) відповідно).

Аналіз показників ВСР за Баєвським (табл.1) у дітей молодшого шкільного віку після комбінованого лікування свідчив про зменшення активації симпатичного відділу. Вірогідне зменшення ІН і ПАПР дає підставу стверджувати про зменшення центрального контуру управління серцевим ритмом. У дітей старшого віку реєстрували тенденцію до активації симпатичного відділу та зменшення

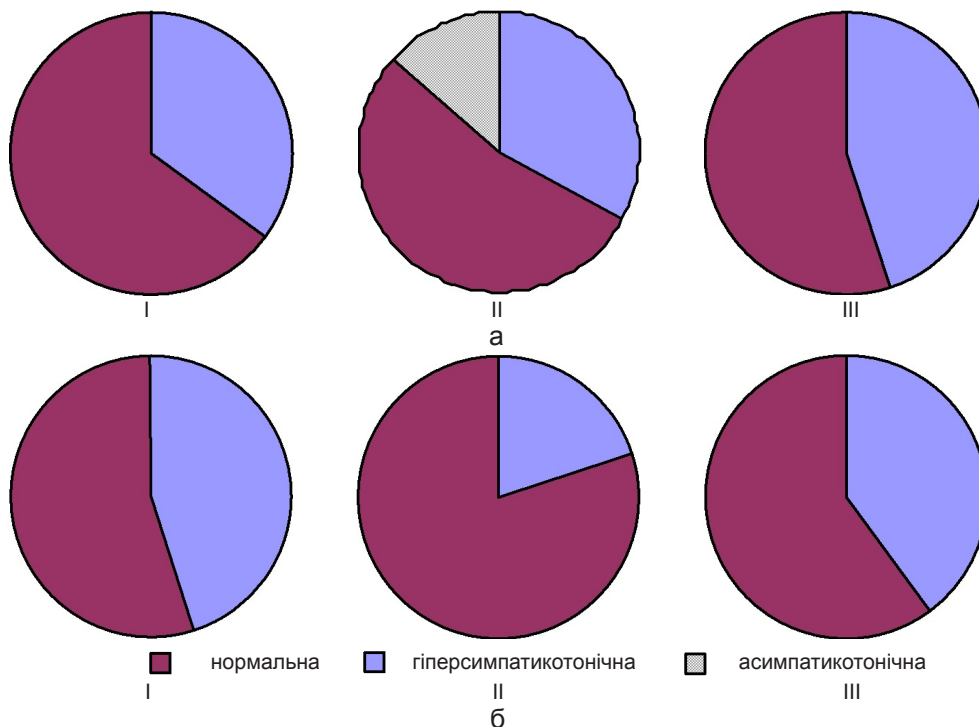
парасимпатичного. На фоні комбінованого лікування вірогідно знизився ІН (див. табл.2). При виконанні активної КОП (табл. 3, 4) після комбінованого методу лікування у дітей 6-11 років статистично значуще збільшився відносно групи порівняння Мо, що відображає гуморальний канал регуляції серцевим ритмом. Інші показники мали тенденцію до підвищення, що говорить про активацію парасимпатичного відділу у положенні стоячи. У дітей 12-17 років вірогідне зниження ПАПР і ІН дає підставу стверджувати про зменшення центрального контуру управління

серцевим ритмом і зсув у бік симпатичної ланки ВНС. Таким чином, можна вважати, що у дітей молодшого віку з патологією ШКТ, які постійно проживають на радіоактивно забруднених територіях, пристосувальні реакції серцево-судинної системи були кращими порівняно з дітьми старшого віку у відповідь на нормобаричну гіпоксію саногенного рівня. ІН (фоновий запис) у обстежуваних I групи мав кореляційний зв'язок зі зменшенням впливу парасимпатичної нервової системи за показниками RMSSD ($R=-0,822$) та pNN50% ($R=-0,722$) у дітей 6-11 років. Те саме реєстрували і у дітей 12-17 років ($R=-0,684$, $R=-0,539$ відповідно). При зменшенні ІН відмічався перерозподіл у бік автономного контуру управління серцевим ритмом у дітей обох вікових категорій (у молодшого шкільного віку – $R=0,449$ і у старшого – $R=0,517$).

Індикатором реакції серцево-судинної системи на сеанси ПНГ є коефіцієнт співвідношення ІН при ортостатичному навантаженні

до спокою, тобто вегетативна реактивність. На фоні проведеного комбінованого лікування вегетативна реактивність у дітей обох вікових категорій наблизилася до контролю (рисунок). Гіперсимпатикотонічний варіант вегетативної реактивності відображає ступінь захисних механізмів при будь-яких патологічних впливах, а асимпатикотонічний свідчить про виснаження симпатичної ланки. Отримані результати дають підставу стверджувати, що у переважній більшості дітей з патологією ШКТ, після сеансів ПНГ, було достатнє залучення симпатичної ланки і нормалізація вегетативної реактивності.

Вегетативне забезпечення діяльності є важливим показником узгоджуваності регуляторних систем організму та здатності на тривалу підтримку вегетативної реактивності на певному рівні. Так, у дітей 6-11 років на фоні комбінованого лікування нормальний варіант реєстрували у 53%, недостатнє забезпечення у 6%, надмірне – 41%. У групі порів-



Зміна вегетативної реактивності (%) у дітей 6-11(а) та 12-17 років (б) у I (основної групи – комбіноване лікування з сеансами переривчастої нормобаричної гіпоксії), II (порівняння – медикаментозне лікування) груп після лікування та III – контрольної

няння на фоні медикаментозного лікування ці значення були у 47, 6, 47% відповідно, а у групі контролю у 67 (нормальне), у 33 % (надмірне). У дітей старшого шкільного віку розподіл значень вегетативного забезпечення діяльності – у 50, 25, 25% відповідно, у групі порівняння – 50, 10, 40%, а у групі контролю значення були як у дітей 6-11 років. Таким чином, для дітей молодшого шкільного віку на фоні комбінованого лікування було характерним надмірне включення симпатoadреналової системи, а у дітей старшого віку відмічали певну рівновагу між ланками ВНС.

Отже, у дітей, що постійно мешкають на радіоактивно забруднених територіях, на фоні проведеного комбінованого лікування з сеансами ПНГ вірогідні зміни при аналізі статистичних показників ВСР свідчили про зменшення напруженості симпатичної ланки у дітей 6-11 років і активацію обох ланок у дітей 12-17 років. Аналіз спектральної потужності дає підставу стверджувати про зниження парасимпатичної ланки у обох групах. Діти молодшого шкільного віку виявилися більш чутливими до комбінованого лікування і пристосувальні реакції серцево-судинної системи у них були кращими, що підтверджує метод за Баєвським. Таким чином, дітям з захворюванням ШКТ крім патогенетичного лікування (згідно з протоколами), варто застосовувати комбіноване лікування з сеансами ПНГ саногенного рівня для нормалізації вегетативного дисбалансу.

ВИСНОВКИ

1. Після застосування комбінованого лікування з сеансами ПНГ у переважної більшості дітей основної групи зсув вихідного вегетативного тону був у бік ейтонії і ваготонії.

2. У дітей віком від 6 до 11 років після сеансів ПНГ (комбіноване лікування) вірогідно збільшився кардіоінтервалографічний гіпоксичний маркер RMSSD на 36% у фоновому записі і знизився на 35% при виконанні активної КОП. У дітей 12-17 років цей

показник вірогідно збільшився при КОП на 27%.

3. У пацієнтів молодшого шкільного віку після комбінованого лікування вірогідно знизився LF на 30% відносно групи порівняння у спокої. А при виконанні активної КОП збільшилися абсолютні показники – HF 14%, LF на 30% та відносний показник HFn на 21,5% (відносно групи порівняння). При цьому індекс LF/HF знизився на 23%, що свідчить про зниження активації парасимпатичної ланки та вегетативну рівновагу. Він мав кореляційний зв'язок зі зменшенням активації парасимпатичної ланки у дітей обох вікових груп.

4. У дітей 6-11 років статистично значуще зменшився ІН відносно групи порівняння на 53% і наблизився до контрольного значення, що свідчить про зниження центрального контуру управління серцевим ритмом у фоновому записі, а у дітей 12-17 років знизився на 34% при виконанні КОП.

5. Застосування комбінованого методу у дітей з патологією ШКТ, які постійно мешкають на радіоактивно забруднених територіях, виявилось більш ефективним та сприяло нормалізації вегетативного балансу, що підтверджено отриманими показниками ВСР.

Л.М. Лисуха

ВЛИЯНИЕ ПЕРЕРЫВИСТОЙ НОРМОБАРИЧЕСКОЙ ГИПОКСИИ НА ВЕГЕТАТИВНЫЙ ГОМЕОСТАЗ У ДЕТЕЙ С РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКИ НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ РЕГИОНОВ

Исследовано влияние прерывистой нормобарической гипоксии (ПНГ) саногенного уровня на детей, проживающих на радиоактивно загрязненных территориях. Обследованы были разделены на три группы: 37 человек основная (I группа-медикаментозное лечение согласно с протоколами и сеансы ПНГ), 35 - сравнение (II- медикаментозное лечение), 30 - контрольная (III - здоровые). Установлено, что у детей 6-11 лет основной группы после комбинированного лечения с сеансами ПНГ (10-12% кислорода в азоте) достоверно увеличило значение RMSSD на 36% в фоновой записи, а у детей 12-17 лет - на 27% при выполнении клиноортостатической пробы. Доказано, что симпто-вагальный индекс снизился на 23% у детей 6-11

лет относительно группы сравнения. Индекс напряжения регуляторных систем уменьшился у детей обеих групп, что свидетельствует об уменьшении центрального контура управления сердечным ритмом.

Ключевые слова: прерывистая нормобарическая гипоксия; вариабельность сердечного ритма; кардиоинтервалографические гипоксические маркеры; клиноортостатическая проба; дети с радиоактивно загрязненных территорий.

L.M.lisukha

INFLUENCE OF INTERMITTENT NORMOBARIC HYPOXIA ON THE VEGETATIVE HOMEOSTASIS IN CHILDREN FROM RADIOECOLOGICALLY AFFECTED REGIONS

The effect of intermittent normobaric hypoxia (INH) of sano-genic level on children living in radioactively contaminated territories has been investigated. Children divided into three groups: 37 patients were included in the main group (the 1st group – medical therapy according to the protocols and INH sessions), 35 persons – in the comparison group (the 2nd group – medical therapy), 30 persons – in the control group (the 3rd group – healthy persons). A significant increase in RMSSD index by 36% in phone registration was established in children aged 6-11 years of the main group after combined treatment with INH sessions (10-12% oxygen in nitrogen), and by 27% under the use of orthoclinostatic test in children aged 12-17 years. A decrease of the sympathovagal index by 23 % in children aged 6-11 years was demonstrated concerning the group of comparison. The tension index of regulatory systems was decreased in children of both groups, that is indicative of the decrease in the central contour of cardiac rhythm control. Key words: intermittent normobaric hypoxia; heart rate variability; cardiointervalographic hypoxic markers; orthoclinostatic test; children from radioactively contaminated territories.

O.O. Bogomoletz Institute of Physiology, National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv

REFERENCES

1. Streilkov RB, Chizhov AY. Intermittent normobaric hypoxia: prevention, treatment, rehabilitation. 2 nd ed. Yekaterinburg : «Ural worker»; 2001. [Russian].
2. Berezovskiy VA. Natural and instrumental oroterapia. Zaslavsky AY, ed. Donetsk; 2012. [Ukrainian].
3. Nesterov SV. Effect of acute cerebral circulation experimental hypoxia and vegetative regulation of human heart rate [dissertation]. St. Petersburg: St. Petersburg Medical Institute; 2004. [Russian].
4. Chizhov AY, Bludov AA. Heart rhythmograma - an indicator of the effectiveness of cardiorespiratory training to enhance the body's resistance to adverse factors . Bull People's Friendship University. A series of «Ecology and

- life safety.»1997; 2: 153 – 7. [Russian].
5. Baevskyy RM, Ivanov GG. Heart rate variability: Theoretical aspects and clinical possibilities of application. Moscow: Medicine: 2000. [Russian].
6. Baevsky RM, Ivanov IG, Chireykin LV. Analysis of heart rate variability using differences electrocardiographic systems. Bull Arrhythm. 2001; 24: 66-85. [Russian].
7. Baevsky RM, Kirillov OI, Kletskin SZ. Mathematical analyses of heart rate changes during stress. Moscow: Science: 1984. [Russian].
8. Baevsky RM. Analysis of heart rate variability in space medicine. Hum Phys. 2002; 28 (2): 70-82. [Russian].
9. Cardiointervalography in the assessment of the reactivity and the severity of the condition of sick children: method. recommendations. Moscow. 1985. [Russian].
10. Yabluchanskii NI, Martinenko AV. Heart rate variability for practicing doctor help. For real doctors. Kharkov: 2011. [Ukrainian].
11. Blagin AA, Filatov VN. Orthostatic test as a method of evaluation of stress impact. Func diagnost. 2005; 2: 32 – 5. [Russian].
12. Wayne AM, Voznesenskaya TG, Vorobyova OV. Vegetative disorders. Clinic, diagnosis, treatment. Moscow: OOO «Medical News Agency»; 2003. [Russian].
13. Maidannyk VG. Vegetative dysfunctions of children (pathogenics mechanisms and clinical forms. Ped Obstet and Genec. 2006; 1: 5 – 11. [Ukrainian].
14. Lezhenco GO, Pashcov OY. Vegetative dysfunctions of children. Pathogenesis, diagnostic and therapeutic strategy. Child doc. 2011; 4: 20 – 3.[Ukrainian].
15. Belyaeva LM. Pediatric cardiology and rhrumatology. Moscow: OOO «Medical News Agency»; 2011. p. 280-96. [Russian].
16. Medical and demographic consequences of the Chernobyl disaster in Ukraine. Chornobylinterinform. Kiev; 2004. p. 58–75. [Ukrainian].
17. Berezovskiy Horban YM, Levashov MI, Sutkovsky AD. Technology body resistance increase using hypoxitherapy. Kyiv; 2000. [Ukrainian].
18. Ayvazian SA Mkhitarian VS Applied Statistics and Econometrics basics. Moscow; 1998. [Russian].
19. Leonov VP, Izhevsk PV. Applied Statistics in Medicine. Int J Med Pract. 1998; 4: 7 – 15. [Russian].
20. Bludov AA, Vorontsov VA. Dynamic analyses of heart rate variability during hyperventilation. RAS Hum Physiol. 1998; 6: 66 – 71. [Russian].
21. Bludov AA. Medico-ecological monitoring of functional systems of the body at the resonance hypoxitherapy [dissertation]. Moscow: Russian Medical Academy Postgraduate Education; 1999. [Russian].
22. Nesterov SV. Vegetative regulation of heart rhythm ander conditions of acute experimental hypoxia. Hum Physiol. 2005; I: 82 – 7. [Russian].
23. Ishekov AN. Dynamics of cardiorespiratory system indices during adaptation to normobaric hypoxia in the European North of Russia. Hum Ecol. 2009; 9: 38 – 2. [Russian].
24. Vakulenko DV, Vakulenko LO. The study results of dif-

- ferential impact mechanisms of massage of patients with neurological syndrome degenerative disc disease of the cervical spine with a biorhythms digital analyzer. Clin Informat and Telemed. 2014; 11: 66-71. [Ukrainian].
25. Nekhanevich OB. Cardiovascular system deadaptation symptoms relatively according physical loads symptoms to heart rate variability data. Biol and Med Probl bull. 2014; 1(106): 317-20. [Ukrainian].
 26. Levchenko IL. State suprasegmental vegetative regulation of different sexes patients with progredient types of multiple sclerosis. Int Neurolog J. 2012; 1 (47): 69-7. [Ukrainian].
 27. Task Force of the European Society of Cardiology the North American Society of Pacing Electrophysiology. Heart rate variability: Standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use. Circ. 1996; 93: 1043 – 65.
 28. Mourot L, Bouhaddi M, Perrey S. Decrease in heart rate variability with overtraining: Assessment by the Pioncare plot analyses. Clin Physiol Funct Imag. 2004; 24 (1): 10 – 8.
 29. Andre E, Seps B, Beckers F. Heart rate variability of athletes. Sport Med. 2003;33(12): 889 – 919.
 30. Manis G, Nikolopoulos S, Alexandridi A, Davos C. Assessment of the classification capability of prediction and approximation methods for HRV analysis. Comp Biol and Med. 2007; 37 (5): 642 – 654.
 31. Axelrod FB, Chelmsky GG, Weese-Mayer DE. Pediatric autonomic disorders. Pediatr. 2006;118(1) : 309 – 21.
 32. Kondrashova VG, Kolpachov IYe, Vdovenko VYu, Leonovych OS, Lytvynets OM, Stepanova YeI. Balans of autonomic nervous system in children having signs of endothelial dysfunction, that were born and domiciled in contaminated territories. Prob Radiat Medic and Radiobiol. 2014; 19: 298 – 309. [Ukrainian].

*Матеріал надійшов
до редакції 28.04.2015*