

УДК 57.045:574.24

Григор'єв П.Є.

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗВ'ЯЗКУ ВЕГЕТАТИВНОЇ РЕГУЛЯЦІЇ ОРГАНІЗМУ ЛЮДИНИ З ГЕЛІОМЕТЕОФАКТОРАМИ

Ключові слова: вегетативна регуляція, варіабельність серцевого ритму, геліогеофізичні фактори, метеорологічні фактори

В сучасних дослідженнях встановлено існування зв'язків біологічних процесів різних рівнів з геліогеофізичними факторами (ГГФ) і пов'язаними з ними слабкими природними електромагнітними полями [10] й акустичними коливаннями [17], що проникають у житлові будівлі та углиб тіла. Особливості впливу планетарних ГГФ також залежать від географічної широти, особливостей локального ландшафту та місцевих метеорологічних показників.

Вивчення процесів індивідуальної адаптації організму до комплексу фізичних факторів середовища у конкретних ландшафтних та кліматичних умовах все частіше реалізується в роботах російських та вітчизняних дослідників [7, 14]. Проте існуючі дослідження проводились частіше або в екстремальних умовах Півночі, Антарктики, або на людях, які є хронічно хворими. Слід також зазначити, що існуючі медичні класифікації погоди [20, 23] не є універсальними, оскільки залежать від особливостей ландшафту та клімату конкретних місцевостей проживання.

Метою даного дослідження є встановлення зв'язку вегетативної регуляції організму людини до комплексу геліометеофакторів.

Матеріали та методи

Методична частина даного дослідження будувалася виходячи із того, щоб виявити особливості системних зв'язків здорового цілісного організму окремих випробуваних з параметрами довкілля, при цьому оперативно й неінвазійно знімаючи інформативні показники у достатньої кількості випробуваних. Задачам дослідження відповідає застосування метода оцінки варіабельності серцевого ритму (ВСР), що дозволяє на основі аналізу сукупності показників відстежувати вегетативну реактивність організму [5].

Дослідження проводили в два етапи: 1 серія – в кінці лютого – березні 2007 р. протягом 32 діб в м. Сімферополі. Випробувані 17 людей (5 чоловіків, 12 жінок), вік 18-34 років, на момент вимірювань не мали гострих захворювань або загострень хронічних захворювань.

Друга серія вимірювань повторно проводилося у вересні 2007 р. протягом 24 діб з 12 випробуваними (3 чоловіків і 9 жінок), що брали участь в обох серіях.

Стан вегетативної нервової системи (ВНС) оцінювався за показниками ВСР з використанням апаратно-програмного комплексу «Варікард» (ТОВ «Рамена», м. Рязань) у положенні сидячи протягом 5 хвилин. Дослідження ВСР проводилося згідно до стандартів для аналізу ВСР, прийнятим на спільному засіданні Європейської асоціації кардіологів і Північно-Американської асоціації електростимуляції та електрофізіології у 1996 р. Методичний та експертний контроль моніторингів здійснювала к.мед.н. Л.В. Поскотінова – завідувача лабораторії біоритмології Інституту фізіології природних адаптацій Російської Академії Наук.

Аналізувалися 20 різних параметрів ВСР, серед них: ІН – індекс напруги, що характеризує активність механізмів симпатичної регуляції; ТР, мс, – сумарна потужність спектру ВСР в діапазоні 0,003-0,40 Гц, що відображує сумарну активність ВНС і зростання парасимпатичних впливів на серцевий ритм; та інші [див. 5]. Паралельно реєстрували параметри артеріального тиску за методом Короткова. Також фіксувалася повна інформація про фізіологічний і психологічний стан, значимі події у кожного випробуваного, дані менструального циклу у жінок. Випробувані не були інформовані про стан чи прогнози геліогеофізичної обстановки.

Математичну обробку результатів проводили з використанням метода накладених епох [22] (в системі «Матлаб 6.5»), кроскореляційного аналізу (в системі «Статистика 6.0»), урахування однотипності, регулярності і однофазності вегетативних реакцій на кожен фактор. Аналізувалися зв'язки параметрів ВСР із середньодобовими та поточними значеннями кожного із основних геліометеопараметрів – Ар, Кр-індекси геомагнітної активності (ГМА), дані щодо типу і термінів геомагнітних збурювань (ГМЗ), сонячної активності (СА) (Числа Вольфу, потік сонячного радіовипромінювання на довжині хвилі 10,7 см, дані щодо сонячних спалахів, рентгенівські події), повна інформація щодо міжпланетного магнітного поля (ММП), включаючи час будь-яких його змін, швидкість приземного вітру, атмосферний тиск, температура, відносна вологість, інтенсивність і характер хмарності, осадки, ваговий вміст кисню. Розглядалися не тільки значення цих параметрів, але й їхні внутрішньодобові дисперсії (за 3-годинними даними), градієнтами (різниця між середньодобовим значенням та значенням у попередню добу), та їхніми модулями, а також піковими значеннями

перерахованих показників. Використані дані Сімферопольської метеостанції. Геліогеофізичні дані люб'язно надані В.Н. Ішковим, зав. сектором сонячної електродинаміки і прогностичної підтримки космічних експериментів Інституту земного магнетизму і розповсюдження радіохвиль Російської Академії Наук.

Крім індивідуальних метеореакцій, вивчалися особливості геліометеореакцій у представників різних типів ВНС. Тип ВНС у людини визначається співвідношенням симпатичного й парасимпатичного її відділів. Розділення на типи ВНС проводилося на підставі ІН. У нашому дослідженні оцінювався діапазон ейтонії у рамках 50-150 ум. од., згідно з [5]. Отже, нижче даного діапазону реакція оцінювалася як ваготонічна, вище – як симпатикотонічна. У кожного випробуваного оцінювали ІН протягом усього моніторингу. За умови, що в 50% та більше реакція ВНС була в певному діапазоні, вважали відповідним і тип реакції, що домінує (В – ваготонічний, Е – ейтонічний, С – симпатикотонічний). Дану групу склали особи зі стабільними вегетативними типами. У випадках, коли та чи інша вегетативна реакція протягом часу моніторингу не була виявлена як домінуюча (менше 50% всіх випадків), тип реакції вважався нестабільним з проявленням поєднання позначених реакцій (ВЕ, ЕС).

Результати

У таблицях 1 та 2 представлені сумарні дані щодо особливостей вегетативних реакцій на ті геліометеофактори, до яких було встановлено чутливість. Спостерігалися систематичні, однотипні, однофазні зсуви у параметрах ВСР, не обумовлені паралельно існуючими соціально-психологічними або виключно фізіологічними чинниками. В таблиці 2 (для другої серії вимірювань) випробувані відмічені тими ж номерами, які вони мали в таблиці 1. По кожному стовбцю підсумовані частки випробуваних, що реагували на відповідний геліометеофактор; для цих осіб підраховані питомі частки різних за напрямком вегетативних реакцій. Реакції АТ повторювали закономірності, властиві для активізації відповідних відділів ВНС, що оцінювалися за показниками ВСР.

Індивідуальні вегетативні геліометеореакції в першій (основній) серії вимірювань. У першій серії вимірювань зв'язок параметрів ВСР з динамікою ГМА відстежувався у 13 осіб із 17. При цьому спостерігалися ознаки активізації симпатичного відділу вегетативної регуляції в добу початку ГМЗ (5 осіб), за добу до ГМЗ (1 особа), через 1-2 діб після ГМЗ (3 особи), і з нестабільною фазою реакції (1 особа). У 13 випробуваних є залежність параметрів ВСР від швидкості вітру – у 9 осіб активізується симпатична активність у добу

її підвищення чи в інтервалі ± 1 діб; а у 4 осіб – парасимпатична, причому у 3 із них за 1 добу до підвищень швидкості вітру. У 10 осіб із 17 випробуваних вегетативні зміни зв'язані з ГМА і швидкістю вітру, причому у 5 з них реакції симпатичні на обидва фактори, а у 5 – реагують різні відділи вегетативної системи на ці фактори. У 9 випробуваних спостерігали вегетативні зміни, пов'язані зі змінами знаку ММП (незалежно від напрямів змін знаку). Отож, у 6 осіб спостерігали зниження симпатичної активності – у добу чи за добу до зміни знаку ММП (4 особи) і через 2 діб (2 особи). У 3 осіб спостерігали ознаки підвищення симпатичної активності в добу зміни знаку ММП або наступної доби. У 12 осіб відзначені різноспрямовані вегетативні зміни на фактор атмосферного тиску, а у 9 осіб – на температурний фактор.

Таблиця 1. Напрямки і фази геліометеореакцій випробуваних у першій серії вимірювань (лютий-березень 2007 р.)

№	Стать	Тип ВНС	ГМА	Швидкість вітру	Атмосф. тиск	Температура*	Вологість	Хмарність*	Зміни знаку ММП	СА**
1	Ж	BE	$\uparrow S \downarrow TP$	$\downarrow S \uparrow TP \vee (F1)$	$\uparrow S \vee (INST)$	$\downarrow S$			$\uparrow TP \downarrow S$	
2	Ж	EC	$\uparrow S \uparrow TP (L2)$			$\uparrow S \vee VLF \vee (L1)$			$\uparrow TP \vee (L2)$	
3	Ж	C	$\downarrow TP \vee (L1)$		$\uparrow S \vee (INST)$		$\uparrow S \vee (INST)$			
4	Ж	E		$\uparrow TP$		$\uparrow P \vee (F1)$		$\downarrow S$		
5	Ж	E	$\uparrow S \vee (INST)$	$\uparrow S \vee (INST)$	$\downarrow S$	$\uparrow TP$		$\uparrow S \vee HF \vee (F1)$		$\downarrow TP \vee (L1)$
6	Ч	BE	$\uparrow S \downarrow TP$	$\downarrow S \uparrow TP \vee (F1)$	$\uparrow S \vee (F1)$		$\uparrow P \vee (INST)$		$\uparrow P \vee (F1)$	$\uparrow TP$
7	Ч	EC	$\uparrow S \downarrow TP$	$\uparrow S \vee (L1)$		$\uparrow S \vee (F1)$			$\uparrow TP \vee (L1)$	$\downarrow S$
8	Ч	BE	$\uparrow S \vee (L2)$	$\uparrow S \vee (L1)$	$\uparrow TP \vee (F1)$	$\uparrow S \downarrow TP$			$\uparrow TP$	
9	Ч	E	$\uparrow P$	$\uparrow S$	$\uparrow S \vee (INST)$		$\uparrow P \vee (F1)$		$\downarrow S$	
10	Ч	E		$\uparrow S$	$\uparrow S \vee (INST)$	$\uparrow S \vee (F1)$			$\downarrow S$	$\downarrow S$
11	Ж	BE		$\uparrow S \downarrow TP$	$\uparrow P \vee (F1)$				$\uparrow TP \vee (F1)$	
12	Ж	C	$\uparrow P$		$\downarrow S$				$\uparrow S \downarrow TP \vee (L1)$	$\uparrow TP \downarrow S$
13	Ж	E	$\uparrow S \downarrow TP$							
14	Ж	EC	$\uparrow S \vee (F1)$	$\downarrow S$	$\uparrow S \vee (INST)$					
15	Ж	B	$\uparrow P \vee (L2)$	$\downarrow S$	$\uparrow S \vee (INST)$					
16	Ж	C		$\uparrow S \vee (INST)$	$\uparrow S \vee (INST)$	$\uparrow S \vee (INST)$				
17	Ж	C	$\downarrow S$	$\downarrow S \uparrow TP \vee (F1)$		$\uparrow TP \vee (INST)$				
% осіб, що реагували			77% (13/17)	77% (13/17)	65% (12/17)	53% (9/17)	18% (3/17)	12% (2/17)	53% (9/17)	30% (5/17)
Симпатичні реакції			77% (10/13)	69% (9/13)	83% (10/12)	67% (6/9)	67% (2/3)	100% (2/2)	23% (3/9)	60% (3/5)
Парасимпатичні реакції			23% (3/13)	31% (4/13)	17% (2/12)	23% (3/9)	23% (1/3)	0% (0/2)	67% (6/9)	40% (2/5)

Примітки:

* - включені зв'язки, виявлені з вихідними значеннями геліометеофактору, чи з його піковими значеннями, або градієнтом та його абсолютними значеннями, чи внутрішньодобовою дисперсією.

** - включені зв'язки, виявлені з Числами Вольфу, або з потоком сонячного радіовипромінювання на довжині хвилі 10,7 см, або з індексом спалахової активності Сонця, або з рентгенівськими подіями на Сонці.

P – симпатична активність; S – парасимпатична активність;

↑ - підвищення активності; ↓ - зниження активності;

\ (F 1) – фаза вегетативних процесів опереджає (forestalling) геліометеофактор на 1 добу;

\ (L 1) – фаза вегетативних процесів запізнюється (lagging) на 1 добу;

\ (L 2) – вегетативні процеси запізнюються (lagging) на 2 доби;

\ (INST) – фаза вегетативних процесів нестабільна (instable) і може коливатися в межах ± 1 доба відносно до ходу геліометеофактору.

Підкреслюванням виділені вегетативні процеси, що співпадають по фазі (спостерігаються у ту ж саму добу) і геліометеофакторами.

Типи ВНС: E – ейтонія; EC – ейтонія-симпатикотонія; C – симпатикотонія; B – ваготонія; BE – ваготонія-ейтонія.

Таблиця 2. Напрямки і фази геліометеореакцій випробуваних у другій серії вимірювань (вересень 2007 р.)

№	стать	тип ВНС	ГМА	Швидкість вітру	Атмосф. тиск	Температура*	Вологість	Хмарність*	Зміни знаку ММП	СА**
1	Ж	E	$\uparrow S \backslash (INST)$	$\downarrow S \uparrow TP \backslash (F1)$	$\uparrow S \backslash (INST)$	$\uparrow S$			$\uparrow P$	
5	Ж	E	$\uparrow S \backslash (INST)$	$\uparrow S$	$\uparrow S$	$\uparrow TP \backslash (INST)$		$\uparrow TP \backslash (F1)$		
6	Ч	EC	$\uparrow S \downarrow TP$	$\uparrow TP \backslash (INST)$	$\uparrow S \backslash (INST)$				$\uparrow P \backslash (F1)$	
7	Ч	C	$\uparrow S$						$\uparrow S \backslash (L1)$	
8	Ч	C	$\uparrow S \backslash (INST)$	$\uparrow S \uparrow TP \backslash (L1)$	$\uparrow TP$			$\uparrow P$	$\uparrow S \backslash (L1)$	
11	Ж	EC	$\uparrow S$	$\uparrow S \backslash (INST)$	$\uparrow TP \backslash (INST)$		$\uparrow S$		$\uparrow TP \backslash (F1)$	
12	Ж	C	$\uparrow S$		$\uparrow P$			$\downarrow P$	$\uparrow TP$	
13	Ж	C	$\uparrow S \uparrow TP$						$\uparrow S$	
14	Ж	EC	$\uparrow S \backslash (INST)$	$\uparrow S \backslash (F1)$	$\uparrow TP \uparrow P \backslash (F1)$	$\uparrow TP$	$\uparrow TP \backslash (F1)$	$\uparrow P$		
15	Ж	B	$\uparrow S \downarrow TP$	$\uparrow S \downarrow TP$	$\uparrow TP \backslash (INST)$		$\uparrow S \backslash (INST)$	$\uparrow P$ або $\uparrow S$		
16	Ж	C	$\uparrow S \backslash (INST)$	$\uparrow S \backslash (INST)$	$\uparrow S \backslash (INST)$				$\uparrow TP \backslash (L1)$	
17	Ж	C	$\uparrow S \uparrow TP$	$\downarrow S \uparrow TP \backslash (F1)$		$\uparrow TP \backslash (INST)$				
% осіб, що реагували			100% (12/12)	75% (9/12)	75% (9/12)	33% (4/12)	25% (3/12)	42% (5/12)	67% (8/12)	0%
Симпатичні реакції			75% (9/12)	56% (5/9)	44% (4/9)	25% (1/4)	67% (2/3)	50% (2,5/5)	37,5% (3/8)	0%
Симпатичні на фоні $\uparrow TP$			25% (3/12)	11% (1/9)						
Парасимпатичні реакції			0% (0/12)	22% (3/9)	56% (5/9)	75% (3/4)	33% (1/3)	50% (2,5/5)	62,5% (5/8)	0%

Примітки: див. табл. 1

Переважно спостерігалися реакції збільшення симпатичної активності в певні фази істотних змін або коливань тиску і температури – частіше, ніж на абсолютні значення тиску і температури. Не виявлено у жодного випробовуваного взаємозв'язків вегетативної реактивності із зміною вагового змісту кисню в атмосферному повітрі. Вірогідно, у здорових людей розвинені компенсаторно-приспосовні механізми адаптації кардіореспіраторної системи, що дозволяє організму зберігати вегетативний гомеостаз в умовах нестабільного кисневого режиму, викликаного зміною метеоумов і ГГФ. Лише у 5 випробовуваних було виявлено різні вегетативні реакції на чинники СА: в день її підвищення або наступної доби: збільшення симпатичної активності у 3 чоловік і у 2 –

зниження такий. Це може бути пов'язано з тим, що дослідження проводилося в епоху вельми низької СА, коли вплив даного чинника може бути відносно невеликим.

Таким чином, найбільш біотропними (в порядку убутання) чинниками для реактивності ВНС здорових випробовуваних молодого віку серед ГГФ стали ГМА і зміна знаку ММП, а серед метеоумов – швидкість вітру, чинники атмосферного тиску і температури. Чинники вологості і вагового змісту кисню, актуальні для прогнозування стани осіб з нервово-психічними, серцево-судинними і дихальними захворюваннями, як видно, для молодих людей з розвиненими компенсаторно-присосовними системами мають менше значення.

Окремо, для кожного випробовуваного, були зіставлені дані ВСР з суб'єктивно несприятливими днями, пов'язаними із зовнішніми соціальними чинниками. В середньому, число таких днів за час моніторингу у випробовуваних склало $3,82 \pm 0,61$. Виражені вегетативні реакції в діапазоні ± 1 діб відносно дат несприятливих днів спостерігалися, в середньому, в половині випадків. При цьому, як правило, ці реакції не перетиналися в часі з вегетативними змінами, пов'язаними з геліометеофакторами. У 8 з 12 випробовуваних-жінок не виявлено змін ВСР, пов'язаних з менструальним циклом. У 2 жінок за 1-2 діб до початку циклу, у 1 жінки – в добу початку циклу, у 1 жінки – в останню добу менструальної кровотечі – спостерігалися незначне підвищення ІН і зниження ТР; – при цьому всі вони мали характерне нездужання. У двох з цих 4 жінок ці симптоми співпали за часом з відповідними геліометеофакторами (спостерігався ефект посилення відповідних вегетативних змін), а у 2 жінок не перетиналися з ними у часі.

Зіставлення індивідуальних вегетативних геліометеореакцій першої і другої серій вимірювань. Наявність стійкого зв'язку динаміки вегетативних реакцій у більшості випробовуваних в обох серіях вимірювань, незалежно від сезону, спостерігалася з чинниками ГМА (89%), швидкості вітру (76%), атмосферного тиску (70%), змін знаку ММП (60%), на відміну від чинників СА (15%), температури (43%), вологості (22%), хмарності (27%).

У таблиці 3 представлені звідні дані про наявність і напрям геліометеореакцій серед тих 12 випробовуваних, які брали участь в обох серіях вимірювань, а також середні значення і стандартні відхилення геліогеофізичних і метеорологічних показників.

Таблиця 3. Вегетативні реакції випробовуваних – учасників обох серій вимірювань, і значення відповідних геліогеофізичних і метеорологічних показників.

Геліометео-фактори	% реакцій та їх спрямованості серед учасників обох серій вимірювань						Середні ± стандартні відхилення геліометеофакторів	
	1 серія			2 серія			1 серія	2 серія
	Реаг.*	С**	П**	Реаг.*	С**	П**		
ГМА (Ар-індекс)	83%	80%	20%	100%	100%	0%	8,78 ± 6,15	7,42 ± 5,79 (нТл)
Швидкість вітру	83%	70%	30%	75%	75%	44%	5,85 ± 2,23	3,61 ± 1,13 (м/с)
Атмосферний тиск	75%	78%	22%	75%	44%	56%	746,20 ± 5,00	744,3 ± 3,8 (мм.рт.ст.)
Температура	50%	67%	23%	33%	25%	75%	+4,84 ± 5,00	+17,28 ± 3,51 (°C)
Вологість	8%	0%	100%	25%	67%	33%	72,84 ± 16,67	74,36 ± 9,00 (%)
Хмарність	8%	100%	100%	42%	50%	50%	72,66 ± 31,34	55,21 ± 32,95 (%)
Зміна знаку ММП	50%	17%	83%	67%	37,5%	62,5%	+0,22 ± 0,42	-0,42 ± 0,88
СА (Числа Вольфа)	33%	50%	50%	0%	0%	0%	5,60 ± 5,29	2,13 ± 4,92 (W)

Примітки:

* - *доля випробовуваних з наявністю систематичних вегетативних реакцій на даний фактор.*

** - *серед випробовуваних, що реагували, частки осіб з вегетативними реакціями симпатичного (С) або парасимпатичного (П) типу. Група А – реакції у більшості випробовуваних; група Б – реакції у незначного числа випробовуваних.*

Фактори, на які реагувала велика частина випробовуваних, мають електромагнітно-акустичну природу і певною мірою взаємозалежні: інтенсивність атмосферного інфразвуку зв'язана із швидкістю вітру, магнітною збуреністю, а також з флуктуаціями атмосферного тиску. З факторами ГМА і швидкості вітру переважно пов'язані симпатичні реакції в обох серіях. У деяких випробовуваних змінюється тип реакцій на фактор атмосферного тиску – від зростання симпатичної активності на фоні зниження або відсутності змін загальній вегетативній реактивності (у 1 серії) до зростання симпатичної реакції на фоні збільшення загальної вегетативної реактивності (зростання TP) – в 2 серії вимірювань. Може варіювати тип індивідуальної реакції на зміну знаку ММП – в трьох випадках реакція змінила свою спрямованість і у двох випробовуваних виявилася тільки в другій серії вимірювань. Що стосується СА, то під час 2 серії вимірювань у вересні 2007 р. спостерігалася надзвичайно низька спалахова і

плярноутворювальна діяльність Сонця, отже вплив СА на характеристики середовища був мінімальним. Ймовірно, тому й відображення цього фактору в стані випробовуваних було непримітне. Зменшення реакцій на температурний фактор в 2 серії може бути пов'язано з максимально комфортними показниками у вересні в Сімферополі. Зростання кількості реакцій на фактори хмарності в 2 серії, ймовірно, обумовлено більшою варіативністю при меншому середньому рівні хмарності у вересні 2007 р. Частка метеореакцій на чинник вологості також більше у вересні, чим в лютому-березні. Слід зазначити, що в жодній серії вимірювань не було виявлено вегетативних метеореакцій, пов'язаних з коливаннями вагового змісту кисню в атмосфері.

На початку осені спостерігалися більше адаптивних реакцій, пов'язаних із зростанням загальної вегетативної реактивності (ТР) або симпатичної активності на фоні зростання ТР, чим в лютому-березні. У вересні спостерігалася більша варіативність в напрямках і фазності реакції. Нестабільних по фазі геліометеореакцій у тих самих випробовуваних спостерігалася більше у вересні (32%), ніж у лютому-березні (21%). Більш адаптивні і варіативні показники вегетативних реакцій можуть бути обумовлені комфортнішою погодою у вересні.

Залежність типів вегетативних реакцій від особливостей геліогеофізичної і метеорологічної обстановки. В період лютого-березня (табл. 1) виявлено 10 осіб із стабільними типами: 5 (29%) з ейтонічним; 4 (24%) із симпатикотонічним та 1 (6%) з ваготонічним типами реакції. Нестабільні типи склали відповідно 7 осіб: 4 (24%) з типом «ейтонія-ваготонія» і 3 (17%) – з типом «ейтонія-симпатикотонія».

Найбільшою варіативністю реакцій та їх змінами в різних серіях у тих самих випробовуваних характеризується знак ММП. Виявлені відмінності в геліометеореакціях на фактор ММП у представників стабільних і нестабільних вегетативних типів – у перших спостерігається посилення симпатичної реактивності, у других – парасимпатичні реакції і збільшення загальною варіабельності ритму серця. Переважаючий тип вегетативної реактивності може змінюватися в часі, причому в більшості випадків при збільшенні симпатичної реактивності зростають симпатичні реакції на фактор ММП.

При аналізі вегетативних реакцій у лютому-березні у відповідь на фактор ГМА виявлено, що у осіб з більшим представництвом симпатичних реакцій у фоні (С, СЕ) є вираженою відповідь на підвищення ГМА у вигляді зростання симпатичної активності або

зниження сумарної потужності спектру ВСР (TR). У вересні у випробуваних збільшилась частка симпатичних реакцій у фоні в середньому на 30-40%. Це може бути пов'язано з тим, що хоча ГМА в 1 і 2 серіях і була приблизно на однаковому рівні, але СА була аномально низькою в другій серії. Отже, тип і поширеність вегетативних реакцій на фактор ГМА може залежати від співвідношення ГМА/СА: при більшій величині відношення ГМА/СА спостерігається більше симпатичних реакцій.

Чіткої залежності вегетативної реакції на зміну швидкості вітру від типу вегетативної реактивності не виявлено. Отже, вегетативні реакції на швидкість вітру відрізняються постійністю для всіх типів. Встановлено, що, незважаючи на зростання симпатичних реакцій у вересні у більшості випробуваних (і відповідно, зсуву типа реактивності) і підсилення реакції на ГМА, реакції на зміну швидкості вітру залишилися ідентичними таким у лютому-березні.

Реакції на фактор атмосферного тиску змінили напрямки у 2 серії в 3 випадках із 9 – з симпатичної (в 1 серії) до парасимпатичної (в 2 серії). Вірогідно, це пов'язано з тим, що в 2 серії перепади атмосферного тиску були менш вираженими, ніж в 1 серії, отже їхній вплив був меншим. Отже, реакції на чинник атмосферного тиску відносно пластичні для всіх типів; їх напрям може залежати від величин варіацій і перепадів атмосферного тиску.

Обговорення

На підставі отриманих даних двох серій вимірювань стану ВНС і ССС методом ВСР нами були встановлені індивідуальні патерни вегетативних геліометеореакцій і з'ясовано найбільшу біотропність факторів, з якими пов'язані коливання електромагнітної і акустичної природи у діапазонах наднизьких і ультранизьких частот.

В дослідженнях [18, 30] теж встановлено існування різних типів магнітореактивності у випробуваних і різних типів реакцій на електромагнітні фактори. В роботі [15] вказується, що магнітостабільні індивіди реагують (змінами шкіряних потенціалів) на ГМЗ через 1 добу після його початку, а магніточутливі – за 4 доби до збурення і в добу його початку. Зміни реактивності вегетативної регуляції за параметрами ВСР під впливом магнітних збурювань проводилися у космонавтів [4]. Однак, слід зазначити, що умови космічного польоту слід розглядати як екстремальні, які обумовлюють перенавантаження регуляторних систем організму. Крім того, середовище перебування космонавту кардинально відрізняється від звичного довкілля. Невипадково в даних екстремальних умовах у космонавтів спостерігали однаково

спрямовані зміни – активізацію симпатичних впливів. В нашому дослідженні спектр реакцій на ГМА був достатньо широким, він потребує подальшого вивчення і систематизації. Є думки щодо механізмів впливу магнітної збуреності на серцево-судинну систему [9, 16]. Підсилення активності симпатичного відділу ВНС під час магнітних збурювань показано ще А.Л. Чижевським [29]. У сучасних дослідженнях [1] встановлено нелінійний зв'язок секреції кортикостероїдів наднирковими залозами (складової ланки симпатичної регуляції) з К-індексом ГМА.

Різними авторами зазначається біотропність параметру швидкості вітру. Відомо, що сильний вітер може викликати втому; в залежності від сезону і географічного положення, вітер різних напрямків може спричинити або несприятливі реакції (фен, сірокко), або навпаки, покращувати самопочуття (трамонтана) [11]. Дія цих факторів проявляється і в закритих приміщеннях, що вказує на зв'язок швидкості вітру з інтенсивністю інфразвуку. Дійсно, позитивний зв'язок інтенсивності атмосферного інфразвуку зі швидкістю вітру експериментально підтверджено [17]. Загострення неврозів часто настають в зв'язку із підсиленням швидкості вітру, згідно з даними кримської статистики В.П. Самохвалова [25]. Домінування симпатичних реакцій на фактор швидкості вітру спостерігали і в інших кліматичних умовах (Приморський край) у підлітків [21]. Аналізуючи ідентичність вегетативних реакцій на швидкість вітру в обох серіях досліджень, можна припустити, що реакція на акустичний сигнал більш детермінована у здорових осіб (при цьому припускає індивідуальні особливості) і обумовлена глибинними конституціональними (можливо, генетичними) предикторами, що відповідає літературним даним [11].

В обох серіях експериментів велика частина стійких вегетативних реакцій була пов'язана з факторами ГМА і швидкості вітру. В інших кліматичних зонах, наприклад, в Якутську [20], спостерігаються більш виражені метеореакції на фактор атмосферного тиску, але не вітру. Ймовірно, це пов'язано з тим, що в Якутську коливання швидкості вітру є зазвичай незначними. Проте коливання атмосферного тиску часто вельми виражені. Чутливість до чинника ГМА, вірогідно, більш універсальна для різних кліматичних зон, як впливає з багатьох робіт, зокрема [20, 34].

До змін знаку ММП також чутлива значна частка випробуваних. Слід зазначити, що зі змінами знаку ММП можуть бути пов'язані природні явища, які організму слід передбачати для найкращої адаптації. Так, напередодні змін знаку ММП посилюється електричне

поле атмосфери, спостерігаються зміни в тропосферній циркуляції і властивостях іоносфери, зміни режиму обертання Землі навколо своєї осі та навіть зростання глобальної сейсмічної активності [24]. Надійно встановлено, що квазіперіодичні зміни полярності ММП є одним із датчиків часу для організму в інфрадіяльному діапазоні, що відображується як у параметрах імунної системи [13], так і психофізіологічних показниках [27]. Частота гострих порушень серцевого ритму також корелює зі змінами секторної структури ММП [28]. Зі змінами полярності ММП пов'язане й суттєве зростання загострень психічних захворювань [25].

За літературними даними, параметри атмосферного тиску і температури часто ставали домінуючими метеоелементами, що визначають зміни вегетативній регуляції і кардіореспіраторної системи, особливо в екстремальних кліматичних умовах високогір'я, Сибіру, Арктики і Антарктики [14, 20, 30]. У нашому дослідженні зв'язки показників ВСР з фактором атмосферного тиску були, в основному, нестабільними по фазі, а відносно чинника температури виявилися широкі варіації індивідуальних реакцій. Відсутність чітких біоефектів від дії даних метеоелементів може бути обумовлена, зокрема, їх м'якшою дією на випробовуваних у відносно комфортному середовищі. Цим же можна пояснити вельми рідкісні однозначні і стійкі взаємозв'язки параметрів ВСР з чинниками вологості, опадів, хмарності.

Таким чином, вегетативні процеси більшості випробовуваних постійно пов'язані саме з акустичними і електромагнітними коливаннями в діапазоні приблизно від 0,001 до 100 Гц. Так, стан барорефлекторної активності або активності судинного тонуусу оцінюється за змінами в низькочастотній частині спектру ВСР (LF), яка відповідає 0,04-0,15 Гц. Про активацію підкіркових центрів вегетативної регуляції судять по змінах в полосі 0,015-0,04 Гц.

В існуючих медичних класифікаціях погоди зазвичай розраховується ступінь її несприятливості за сукупністю показників: чим сильніше перепади і збуреність більшої кількості метеопараметрів, тим більше ступінь патогенності [8, 23]. Наше дослідження показує необхідність обліку впливу окремих погодних складових для кожного випробовуваного, на підставі чого визначається індивідуальний патерн геліометеочутливості. Така робота могла би бути виконана для представників професій, пов'язаних з можливою аварійністю і ризиком для життя людей, наприклад, пілотів і диспетчерів. Отож, частота аварійних ситуацій на авіатранспорті (пов'язаних з помилковими діями льотного складу)

зростає в доби зміни полярності ММП [19]. Цей результат узгоджується з даними нашого моніторингу: зі всіх проаналізованих чинників, саме із зміною знаку ММП частіше пов'язано пригнічення симпатичної активності випробовуваних. Слід також врахувати, що на відміну від температури, приземного вітру і атмосферного тиску, фізичні кореляти ММП є більш інтенсивними на польотних висотах, ніж біля поверхні Землі.

Визначити специфіку реактивності ВНС у відповідь на ГГФ, особливо на зміну знаку ММП, відповідно до відомих типів ВНС вельми складно [6]. По-перше, традиційна типологія вегетативних реакцій достатньо спрощена і не може відобразити всіх варіантів реакцій організму в навколишньому середовищі, що динамічно змінюється. По-друге, наші дослідження показали, що тип вихідної вегетативної реакції у здорової людини не є величиною детермінованою і постійною. Метод ВСР в даному ключі представляється вельми перспективним, оскільки величина загальною варіабельності ритму серця є показником ступенів біологічних свобод регуляторної системи індивіда. За П.К. Анохіним, «головна якість біологічної самоорганізуючої системи і полягає в тому, що вона безперервно й активно проводить перебір ступенів свободи безлічі компонентів, щоб включити ті з них, які наближають організм до отримання корисного результату» [2]. Таким чином, у осіб з нестабільними типами вегетативної реактивності збільшується підстроювання біосистеми до мінливого зовнішнього чинника. Особи зі стабільними типами ВНС, ймовірно, таким широким діапазоном підстроювання не володіють, тому частіше видають детерміновану їй, по суті, стресову реакцію на зміну ММП – підвищення симпатичної активності.

Зростання співвідношення ГМА/СА може негативно впливати на психічний стан людини, і є чинником скоєння терактів [12]. Таким чином, цілком очікувано, що в другій серії вимірювань геомагнітна обстановка зумовила більш детерміновану і масову, ніж в першій серії, реакцію більшості випробовуваних, яка була близька до стресової.

Вірогідно, існування сталих вегетативних реакцій на чинники електромагнітно-акустичної природи обумовлено можливістю завчасного прогнозу значущих екологічних змін (від змін погоди до катаклізмів). В дослідженнях В.Н. Чернявського встановлено, що метеозвуки, які здатні відчувати люди, несуть значиму інформацію про стан атмосфери на відстані до 50 км [11]. Атмосферні електромагнітні поля також роблять важливий внесок у вплив змін

погоди на організм людини і [3, 33]. Циклони і антициклони мають притаманні їм випромінювання ЕМП (що можуть розповсюджуватися на відстані декількох сотень кілометрів), в діапазоні від ультранизьких до низьких частот [10, 26, 32], в тому числі в діапазонах мікропульсацій геомагнітного поля типів Pc1 [31], Pc5, Pc6 [10]. Більша частина реакцій на суттєві зміни геліометеофакторів у випробуваних пов'язана з короткочасним зростанням симпатичної активності. З точки зору процесів адаптації це може відображати перехід організму у першу фазу стресу (стадію тривоги) задля кращої адаптації до реальних чи можливих несприятливих змін довкілля.

Висновки

1. За параметрами моніторингу варіабельності серцевого ритму у різні сезони року в м. Сімферополі у здорових випробуваних молодого віку встановлено існування вегетативних реакцій переважно на фактори електромагнітно-акустичної природи: геомагнітну активність, швидкість вітру, міжпланетне магнітне поле, атмосферний тиск.

2. Більша частина реакцій на суттєві коливання геліометеофакторів у більшості випробуваних пов'язана з короткочасним зростанням симпатичної активності, що забезпечує адаптацію до змін довкілля.

3. В різні сезони року можуть спостерігатися певні зсуви як у домінуючому типі вегетативної реакції, так і у типах геліометеореакцій на певні геліометеофактори.

ЛІТЕРАТУРА

1. Агаджанян Н.А., Ораевский В.Н., Макарова И.И., Канониди Х.Д. Медико-биологические эффекты геомагнитных возмущений. – М.: «Тривант», 2001. – 136 с.
2. Анохин П.К. Принципы системной организации функций. – М.: «Наука», 1973. – С. 5-61.
3. Ассман Д.А. Чувствительность человека к погоде. – Л.: Гидрометеоздат, 1966. – 247 с.
4. Баевский Р.М., Бреус Т.К., Никулина Г.А., Петров В.М., Черникова А.Г. Влияние изменений магнитного поля Земли на функциональное состояние человека в условиях космического полета. – М., 1998. – 22 с. (Препр. / ИКИ РАН; Пр-1987).
5. Баевский Р.М., Иванов Г.Г., Чирейкин Л.В., Гаврилушкин А.П., Довгалецкий П.Я., Кукушкин Ю.А., Миронова Т.Ф., Прилуцкий Д.А., Семенов Ю.Н., Федоров В.Ф., Флейшман А.Н., Медведев М.М. Анализ вариабельности сердечного ритма при использовании различных электрографических систем (методические рекомендации) // Вестник аритмологии. – 2001. – № 24. – С. 65-87.

6. Белишева Н.К., С.А. Черноус, А.Н. Виноградов, В.Ф. Григорьев, М.И. Булдаков. Зависимость психо-эмоционального состояния человека в высоких широтах от вариаций геокосмических агентов // Материалы 5-го Межд. научно-практического конгресса «Человек в экстремальных условиях: здоровье, надежность и реабилитация». – СПб., 2006. – С.71-72.
7. Белишева Н.К., Черноус С.А., Виноградов А.Н., Григорьев В.Ф., Булдаков М.И., Федоренко Ю.В., Тоичкин Н.А. Изучение зависимости функционального состояния организма человека от глобальных и локальных вариаций геокосмических агентов в условиях Заполярья // Научное обеспечение развития техносферы Заполярья: база знаний и пакет инновационных предложений (мультимедийный информационный ресурс) / Отв. ред. А.Н.Виноградов. Раздел «РФФИ-Мурманская область. Север-2006». – С. 23-54.
8. Бокша В.Г., Богуцкий Б.В. Медицинская климатология и климатотерапия. - К.: Здоров'я, 1980. - 264 с.
9. Бреус Т.К., Раппопорт С.И. Магнитные бури: медико-биологические и геофизические аспекты. – М.: Советский спорт, 2003. – 192 с.
10. Владимирский Б.М., Темурьянц Н.А. Влияние солнечной активности на биосферу – ноосферу (Гелиобиология от А.Л.Чижевского до наших дней). – М.: Изд-во МНЭПУ, 2000. – 374 с.
11. Волчек О.Д. Геокосмос и человек. – СПб.: Изд-во РГПУ им.А.И.Герцена, 2006. – 332 с.
12. Григорьев П.Е., Владимирский Б.М. Эффекты космической погоды в террористической активности // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2007. – Т. 20 (59), № 1. – С. 28-46.
13. Григорьев П.Е., Мартынюк В.С., Темурьянц Н.А. О связи активности дегидрогеназ с гелиогеофизическими факторами // Геофизические процессы и биосфера. – 2005. – Т.4, №1. – С.71-75.
14. Горго Ю.П., Ильин В.Н., Милиневский Г.П., Шевченко В.Е. Особенности функционирования организма зимовщиков при адаптации к условиям Антарктиды // Мат. Межд. Симпоз. «Гелиогеофизические факторы и здоровье человека». – Новосибирск: ООО «РИЦ», 2005. – С. 54-55.
15. Горго Ю.П., Мірошник Т.Г., Дідик Л.О., Зайченко О.М. Особливості функціонування біологічних об'єктів за дії низькочастотних магнітних полів різного походження // Вісник КНУ. Проблеми регуляції фізіологічних функцій. – 2005. – Т.10. – С. 28-29.
16. Гурфинкель Ю.И., Любимов В.В., Ораевский В.Н., Парфенова Л.М., Юрьев А.С. Влияние геомагнитных возмущений на капиллярный кровоток у больных ишемической болезнью сердца. – М., 1994. – 26 с. (Препр. / : ИЗМИРАН, No.1 (1051).
17. Делюков А.А., Горго Ю.П. Флуктуации атмосферного давления инфранизких частот и метеочувствительность людей разного возраста // Проблемы старения и долголетия. – 2000. – Т.9, №4. – С. 348-357.
18. Деряпа Н.Р., Трофимов А.В. Человек и гелиогеофизическая среда: проблемы магнитореактивности организма // Биофизические и клинические аспекты гелиобиологии. Сборник научных трудов. – Ленинград: Наука, 1989. – С. 8-15.

19. Зенченко Т.А., Мерзлый А.М., Бекетов В.В., Орехов М.А. Связь динамики авиационных событий с гелиофизическими факторами // Геополитика и экогеодинамика регионов. – 2007. – Т.3, №1. – С. 30-36.
20. Кардиометеопатии на Севере / Хаснулин В.И., Шургая А.М., Хаснулина А.В., Севостьянова Е.В. – Новосибирск: СО РАМН, 2000. – 221 с.
21. Максимов А.Л., Пегова Е.В. Особенности взаимосвязи функциональных показателей и факторов среды при оценке здоровья у подростков Приморского края и Магаданской области // Экология человека. – 2006. – №9. – С.13-18.
22. Мустель Э.Р. Метод наложения эпох // Бюлл. Науч. Информ. Астроном. Совета АН СССР. - 1968. - № 10. - С.8.
23. Никберг И.И., Ревуцкий Е.Л., Сакали Л.И. Гелиометеотропные реакции человека. – К.: Здоровье. – 1986. – 144 с.
24. Одинцов В.И., Конрадов В.И. Роль секторной структуры ММП в геомагнитных, физико-химических и биофизических процессах // Геофизические процессы и биосфера. – 2005. – Т. 4, № 1/2. – С. 5-18.
25. Самохвалов В.П. Эволюционная психиатрия. – Симферополь: ИМИС – НПФ «Движение» Лтд., 1993. – 286 с.
26. Степанюк И.А. Электромагнитные поля при аэро- и гидрофизических процессах. – СПб.: Изд-во РГГМУ, 2002. – 214 с.
27. Рудаков Я.Я., Мансуров С.М., Мансурова Л.Г. и др. Значение секторной структуры межпланетного магнитного поля в синхронизации психофизиологической регуляции человека // Электромагнитные поля в биосфере. Т.1: Электромагнитные поля в атмосфере Земли и их биологическое значение. – М.: Наука, 1984. – С.150-159.
28. Рождественская Е.Д., Пыльская О.П., Лямова Г.В. Гелиобиологические исследования в кардиологии как метод изучения закономерностей распределения сердечно-сосудистых катастроф в их связи с гелиогеофизическими факторами // Проблемы космической биологии. – Т. 65. – Л.: Наука, 1989. – С. 15-23.
29. Чижевский А.Л. Земное эхо солнечных бурь. – М.: Мысль, 1976. – 366 с.
30. Шеповальников В.Н., Сороко С.И. Метеочувствительность человека / отв. ред. В.Я. Яковлев; АН Республики Кыргызстан, Ин-т физиологии и экспериментальной патологии высокогорья. – Бишкек: Илим, 1992. – 247 с.
31. Щепетнов Р.В., Троицкая В.А., Довбня Б.В. Электромагнитное излучение с центральной частотой 2 Гц во время мощного циклона // Докл. АН СССР. – 1982. – Т. 290, № 3. – С. 582-585.
32. Bortels H. Das Gefrieren unterkühlten Wassers in Beziehungen zu interdiurnen Luftdruckänderungen und zur Solaraktivität // Archiv für Meteorologie, Geophysik und Bioklimatologie. – 1956. – V. 7. – S. 269.
33. Reiter R. Effects of Atmospheric and Extra-terrestrial Electromagnetic and Corpuscular Radiations on Living Organisms // Proc. of 6th International Biometeorol. Congress. – Biometeorology. – 1972. – V. 5. – P. 217.
34. Zenchenko T.A., Tsagareishvili E.V., Rogoza A.N., Oschepkova E.V., Breus T.K. Effects of geomagnetic and meteorological activity in cardiological patients // Proceedings of an Intern. Sci. Workshop. – M., 2005. – p.132.

П.Е. Григорьев

ИССЛЕДОВАНИЯ СВЯЗИ ВЕГЕТАТИВНОЙ РЕГУЛЯЦИИ ОРГАНИЗМА ЧЕЛОВЕКА С ГЕЛИОМЕТЕОФАКТОРАМИ

Ключевые слова: вегетативная регуляция, вариабельность сердечного ритма, гелиогеофизические факторы, метеорологические факторы

Установлены устойчивые связи вегетативных реакций по параметрам вариабельности сердечного ритма и артериального давления с гелиометеофакторами в условиях г. Симферополя. Показана наибольшая биотропность факторов электромагнитно-акустической природы: геомагнитной активности, межпланетного магнитного поля, скорости ветра, атмосферного давления. Установлены специфические особенности гелиометеореакций у представителей стабильных и нестабильных типов вегетативной нервной системы. Методику исследования можно использовать для установления индивидуального паттерна гелиометеореакций человека.

P.Ye. Grigoryev

RELATIONS OF A VEGETATIVE REGULATION OF HUMAN ORGANISM WITH HELIOMETEOFACTORS

Key words: autonomic nervous regulation, heart rate variability, arterial pressure, heliogeophysical factors, meteorological factors

The stable vegetative reactions by the parameters of heart rate variability and blood pressure (in Simferopol, Ukraine) on the weather and cosmic factors were found. The most biologically effective are factors of electromagnetic and acoustic nature such as geomagnetic activity, interplanetary magnetic field, wind velocity, atmospheric pressure. The specific features of vegetative reactions at individuals with stable and unstable vegetative types were found. Using the procedures of investigation it is possible to determine the individual pattern of vegetative reactions on the heliogeophysical and meteorological factors.