

УДК 612.014.461 (099)

ФУНКЦІОНАЛЬНИЙ СТАН СИСТЕМИ КРОВООБІГУ ЛЮДИНИ ЗА УМОВ ТРАНСАТЛАНТИЧНОГО РЕЙСУ

Моїсеєнко Є. В.

*Інститут фізіології ім. О.О.Богомольця НАН України, Київ,
moiseenko@biph.kiev.ua*

Впервые поступила в редакцию 28.09.2007 г. Рекомендована к печати на заседании ученого совета НИИ медицины транспорта (протокол № 5 от 05.10.2007 г.).

Відомо, що в умовах морських походів людина постійно знаходиться під впливом швидко змінюваних кліматичних та специфічних суднових факторів, які можуть провокувати розвиток патологічних зрушень в організмі [1, 7]. Проблема захворюваності значного прошарку працездатного населення, трудова діяльність якого пов'язана з перебуванням у морських умовах, все більше набуває актуальності в сучасних умовах, оскільки зростає необхідність вивчення і розробок морських ресурсів, розширюються міжнародні морські зв'язки і перевозки, підвищується зацікавленість у вивченні ресурсів приполярних регіонів [8].

В арсеналі профілактичної медицини присутній великий досвід щодо стану захворюваності людей, які працюють у морських умовах [3]. Зокрема встановлено, що серед працівників водного транспорту виявляється збільшена кількість серцево-судинних захворювань, з високим рівнем летальності [3, 4]. Проте, особливості функціонального стану системи кровообігу людини в умовах морських довготривалих трансконтинентальних переходів досі вивчаються фрагментарно [6, 12]. Поглиблення уявлень про механізми адаптаційних та дезадаптаційних перебудов функції системи кровообігу людини у морських умовах сприятиме створенню надійних засад для розробки ефективних технологій профілактики захворюваності та збереження працездатності.

Тому центральним завданням даного дослідження було визначення особливостей перебудов кардіогемодинаміки,

стану скорочувальної та електричної активності серця, змін артеріального тиску при тривалому перебуванні людини у морі та виявлення шляхів реалізації функціональних резервів гемодинаміки при дозованому фізичному навантаженні у ході трансатлантичного рейсу.

Матеріал та методи досліджень

У дослідженнях брали участь 36 фахівців (віком 28 - 60 років), які протягом 115 діб знаходились у суднових умовах трасатлантичного походу за маршрутом: Одеса-Антарктида-Одеса. Обстеження учасників експедиції проводили методами електро - і ехокардіографії у спокою та при виконанні дозованої фізичної роботи на велоергометрі (потужність 25, 50 і 75% від належного максимального споживання кисню - НМСК). Артеріальний тиск реєстрували за методикою Короткова. Апаратурне забезпечення досліджень складалося із: комп'ютерної діагностичної кардіоаналізаторної системи ПТА-1, автоматизованого аналізатору полікардіограм АПКГ4-01, велоергометра фірми Tunturi. Ехокардіографія проводилась у М-режимі, що дозволяло відображати структури серця з розгорткою рухів у часі [10]. Синхронно реєстрували електрокардіограму у другому стандартному відведенні. Вимірювали: кінцевий діастолічний розмір лівого шлуночка (Dd), кінцевий систолічний розмір лівого шлуночка (Ds), тривалість серцевого циклу (інтервал R - R), діаметр порожнини правого шлуночка серця (PVD). Окрім того, автоматично розраховувались: частота скорочень серця (HR), об'єм лівого шлуночка у систолу (VS), об'єм лівого шлуночка у

діастолу (VD), ударний або систолічний об'єм (SV), хвилинний об'єм крові (Q), фракція викиду крові (EF), швидкість циркулярного скорочення міокарду (VCF). Всі обстеження проводились у першій половині дня, у спокою та при фізичній роботі, до експедиції (м. Київ - етап 0), на початку рейсу (10 діб у морі - північна Атлантика - етап I), а також через 40, 70 діб (в Антарктиці - етап II) і 100 діб (північна Атлантика – за 10 діб до кінця експедиції - етап III) рейсу.

Протоколи досліджень дотримувались положень Конвенції з біоетики Ради Європи (1997 року) і були затверджені Комітетом з біомедичної етики Інституту фізіології ім. О.О. Богомольця НАН України. Кожен з учасників дослідження підписав згоду на участь у дослідженнях.

Одержані дані підлягали статистичній обробці згідно загальноприйнятих методик.

Результати досліджень та їх обговорення

У процесі відбору кандидатів до участі у трансатлантичній експедиції, окрім клінічного обстеження, було проведено комплексне медико-біологічне дослідження екіпажу з прицільною оцінкою функціональних резервів киснетранспортних систем організму. В результаті до участі у рейсі були допущені особи, що визнані практично здоровими і мали функціональні резерви систем дихання, кровообігу та крові з показниками відповідними віковим нормативам. Функціональний стан системи кровообігу на стартовому етапі характеризувався дещо збільшеною частотою пульсу з превалюванням впливу симпатичного відділу вегетативної регуляції, що, вірогідно, було обумовлено психоемоційними ефектами [6].

У ході рейсу, особливо, на початковому етапі та упродовж переходів у високі південних широтах електрокардіографічні дослідження свідчили про виникнення та зростання кількості випадків порушення електричної активності серця

переважно у вигляді аритмії та екстрасистолії. В означені строки у структурі звернень учасників експедиції за лікарською допомогою превалювала симптоматика зрушень у серцево-судинній системі (ангінальна симптоматика, вегетосудинні реакції, аритмії, екстрасистолії), що потребувало медичної допомоги. Результати моніторингу функціональних показників системи кровообігу учасників рейсу у стані спокою свідчили про стійке зниження рівня систолічного (SP) та пульсового тиску (на 15-17% у порівнянні з даними у вихідному стані) та зрідження частоти серцевих скорочень (на 10-12%) при відсутності ознак зменшення показників діастолічного тиску (DP) на протязі всього рейсу. Тільки наприкінці рейсу проявлялась тенденція до зниження рівня DP та зростання HR (Таблиця). На протязі трансатлантичного рейсу функціональні об'єми серця учасників експедиції в стані спокою не змінювались, не було статистично достовірних змін і з боку показників скорочувальної активності міокарду (фракції вигнання, швидкості циркулярного скорочення міокарду лівого шлуночка серця). Показники SV майже не відрізнялися від контрольних величин, які були зареєстровані до початку рейсу. Проте, незважаючи на стабільність SV, Q був знижений у відповідності до зрідження серцевого ритму. Реакції уповільнення серцевого ритму людини у морських умовах спостерігались численними дослідниками і їх виникнення зазвичай пов'язують з перерозподілом у регуляційному балансі вегетативного гомеостазу [6]. Встановлене зниження пульсового і систолічного тиску при зменшенні Q може регулюватись певними змінами периферійного опору судин та вірогідним перерозподілом кровотоку в організмі, що може негативно впливати на функціональний стан циркуляторної ланки регуляції кисневих режимів організму, особливо, в умовах хитавиці [2]. Виявлені зміни Q, електричної активності серця та збільшений рівень частоти патологічної симптоматики з боку серцево-судинної системи

могли бути наслідком посиленого функціонального напруження у фазі термінової адаптації на початку рейсу та комплексного впливу регіональних надзвичайних факторів у високих південних широтах (метеорологічні, геліогеофізичні, біоритмологічні), що в першу чергу, негативно відбивається на функціональних резервах організму [9]. Тому, з метою визначення зрушень функціональних резервів системи кровообігу людини, у морських умовах проведені дослідження особливостей гемодинамічного забезпечення організму

при виконанні дозованого фізичного навантаження.

Обстеження учасників експедиції при виконанні дозованого фізичного навантаження під час рейсу дозволило виявити, що на початкових етапах VD мав тенденцію до зниження, а VS – до підвищення, що відчутно проявлялось у ході експедиції (II етап), особливо, при зростанні потужності фізичного навантаження до 75% від НМСК (табл. 1). На заключному етапі тривалого перебування у морських умовах виконання фізичного наванта-

Таблиця 1

Показники центральної гемодинаміки людини у ході морського рейсу (M ± m)

Показники	Етапи рейсу	У спокою	При фізичному навантаженні, % від НМСК		
			25	50	75
VD, мл	0	161,4 ± 7,3	174,1 ± 6,1	173,5 ± 8,1	177,3 ± 6,4
	I	160,5 ± 5,6	170,5 ± 6,6	170,9 ± 6,3	171,4 ± 9,8
	II	160,2 ± 7,3	171,7 ± 5,6	167,6 ± 6,5	167,7 ± 7,6
	III	158,9 ± 5,1	170,7 ± 9,5	171,8 ± 7,5	184,9 ± 8,1
VS, мл	0	70,8 ± 4,9	62,2 ± 6,6	60,2 ± 4,7	58,9 ± 5,2
	I	70,4 ± 3,2	65,3 ± 4,8	59,3 ± 3,7	55,1 ± 6,2
	II	69,1 ± 5,8	61,8 ± 4,4	57,5 ± 6,5	63,1 ± 5,4
	III	68,1 ± 4,9	61,2 ± 3,7	57,7 ± 6,2	57,2 ± 5,5
SV, мл	0	91,7 ± 6,6	97,9 ± 5,3	102,9 ± 6,3	108,9 ± 5,9
	I	90,1 ± 4,7	105,1 ± 7,6	106,8 ± 7,8	117,2 ± 8,7
	II	91,1 ± 5,5	105,5 ± 4,9	114,9 ± 7,3	105,1 ± 6,8
	III	91,1 ± 4,5	109,8 ± 5,2	115,2 ± 7,3	126,8 ± 6,6*
EF, %	0	57,1 ± 2,1	65,8 ± 3,4	66,7 ± 3,4	68,5 ± 3,5
	I	57,8 ± 3,4	61,4 ± 2,9	63,6 ± 3,5	67,2 ± 3,9
	II	56,8 ± 3,1	62,0 ± 3,2	65,2 ± 3,1	63,1 ± 3,3
	III	57,0 ± 2,4	63,8 ± 3,4	66,5 ± 2,1	68,6 ± 1,6
HR, уд/хв	0	80,1 ± 5,3	108,1 ± 8,2	137,1 ± 7,8	172,1 ± 9,3
	I	75,5 ± 4,2	98,0 ± 6,1	125,2 ± 8,8	146,0 ± 5,1*
	II	70,5 ± 3,4	88,8 ± 5,7*	105,7 ± 7,3*	135,5 ± 5,9*
	III	71,5 ± 4,5	94,6 ± 4,5*	114,0 ± 6,8*	134,8 ± 5,6*
Q, л/хв	0	7,7 ± 0,7	13,2 ± 1,3	16,6 ± 1,5	21,6 ± 1,3
	I	6,7 ± 0,4	10,3 ± 1,2	13,7 ± 1,5	17,0 ± 1,4*
	II	6,4 ± 0,3*	9,3 ± 1,1	12,3 ± 1,3*	15,1 ± 1,3*
	III	6,5 ± 0,3*	10,3 ± 1,4	13,1 ± 1,1*	16,9 ± 1,2*
SP, мм рт.ст.	0	125,7 ± 3,9	155,0 ± 5,2	182,8 ± 7,4	203,3 ± 6,6
	I	118,8 ± 4,3	139,4 ± 4,7	174,4 ± 5,8	193,0 ± 5,3
	II	119,4 ± 3,5	128,9 ± 4,3*	156,7 ± 4,2*	178,6 ± 5,8*
	III	111,3 ± 3,2*	126,9 ± 4,2*	152,5 ± 3,9*	167,0 ± 4,4*
DP, мм рт.ст.	0	81,0 ± 2,3	81,0 ± 3,1	80,0 ± 2,9	80,0 ± 3,1
	I	81,3 ± 2,7	84,3 ± 2,5	87,5 ± 3,1	92,0 ± 3,7*
	II	80,5 ± 3,1	82,5 ± 2,9	82,5 ± 3,3	87,5 ± 3,2
	III	76,9 ± 2,2	77,0 ± 1,9	75,0 ± 2,4*	61,0 ± 3,5*

Примітка: 0 – обстеження до початку рейсу в умовах м. Київ

* Різниця між 0 етапом обстеження та іншими етапами (P<0.05)

ження потужністю 75% від НМСК супроводжувалось збільшенням VD та відсутністю змін VS, в результаті чого достовірно зростав SV та дещо підвищувались показники EF. HR у період трансатлантичного переходу як у спокою, так і при фізичному навантаженні (25, 50 і 75% від НМСК), була зниженою у порівнянні з контрольними показниками. Динаміка HR при фізичному навантаженні визначала зміни Q, які характеризувались значно меншим збільшенням його величин на етапах рейсу і, навіть, на заключному етапі, коли серцевий викид був підвищеним. Фракція вигнання при потужності фізичного навантаження 75% від НМСК на початкових етапах мала тенденцію до зниження, а на заключному етапі відновлювалась і досягала величин, які були у контролі.

Динаміка перебудов у системі судиннорухової регуляції в організмі людини в умовах моря відбивалась у змінах величин артеріального тиску, які характеризувались зниженими показниками систолічної компоненти навіть при виконанні фізичної роботи, відсутністю зрушень діастолічного рівня аж до закінчення експедиції та меншими, у порівнянні з контролем, величинами пульсового тиску, що мав тенденцію до підвищення лише на заключній фазі рейсу.

Таким чином, дослідження функціонального стану серцево-судинної системи учасників морської експедиції при фізичному навантаженні на етапах трансатлантичного рейсу виявило особливості гемодинамічного забезпечення фізичного навантаження, які на першому та другому етапах при дозованому навантаженні 50 і 75% від НМСК характеризувались зниженням HR, Q, SP зростанням DP, зменшенням рівню пульсового тиску, деяким падінням EF при тенденції до зростання VS та падіння SV. За умов підвищення SP, VS та відсутності приросту EF при фізичному навантаженні можливе припущення про зниження в даних умовах скорочувальної функції міокарду [11]. В результаті при навантаженні Q зростає

за рахунок HR і відсутності динаміки EF, що є ознакою послаблення ефективності серцевої діяльності.

При порівнюванні даних аналізу захворюваності та змін показників функціонального стану серцево-судинної системи людини в умовах тривалого трансатлантичного переходу позначається збіг зростання випадків патології з боку системи кровообігу та зниження її функціональних резервів на початковому та антарктичному етапах адаптації до морських умов. Особливо чітко така тенденція простежувалась при перебуванні в умовах високих південних широт, де на організм людини мали вплив додаткові шкідливі чинники навколишнього середовища, що могло позначатись на якості реалізації пристосувальних механізмів організму при довгостроковій адаптації до умов рейсу.

На заключному етапі експедиції, при поверненні експедиції до помірних широт північної Атлантики, виконання фізичного навантаження максимальної потужності супроводжувалось збільшенням VD, SV при зростанні пульсового та зниженні DP, що могло бути пов'язано зі змінами загального судинного опору, перерозподілу системного кровотоку, зростанням венозного повернення, збільшенням рівня переднавантаження та зниженням рівня післянавантаження серця [5, 13]. Тому при виконанні фізичної роботи зростання Q забезпечувалось як за рахунок тахікардії, так і підвищення VS на фоні збільшення показників EF, що може свідчити про позитивні зрушення з боку скорочувальної функції міокарду та ефективності серцевої діяльності, про поліпшення гемодинамічного забезпечення транспорту кисню в організмі. При цьому знижений рівень HR зберігався, очевидно, як результат можливого посилення ваготонічних впливів на даному етапі морської експедиції [6]. Паралельно на заключному етапі рейсу було виявлено суттєве зменшення випадків патологічних зрушень з боку серцево-судинної системи. Такі зміни могли бути проявом змен-

шення психо-емоційного навантаження та відсутності впливу шкідливих чинників морської Антарктики, а також завершення збалансованих пристосувальних змін в організмі при довгостроковій адаптації до перебування у морських умовах. Отже, у ході трансатлантичного морського походу у людини відстежується певна динаміка зрушень функції системи кровообігу з характерними періодами: - початкової адаптації (перші 10 діб - північна Атлантика), коли проявляються ознаки функціонального напруження, перебудов у системі регуляції судинного тону, зниження функціональних резервів кардіогемодинаміки, що, вірогідно, сприяє збільшенню у цей період кількості випадків патологічної симптоматики з боку серцево-судинної системи серед учасників експедиції; - нестійкої адаптації та дезадаптаційних розладів (30 діб - в морських умовах регіону Антарктики), коли додатково можуть проявлятися ознаки падіння скорочувальної активності та ефективності діяльності серця, що може суттєво погіршити якість кисневого забезпечення організму та призводити до зростання вірогідності виникнення патологічних проявів у системі кровообігу (що було підтверджено записами у журналі звернень за медичною допомогою); - відносно стійкої адаптації (повернення до умов помірних широт північної Атлантики за 10 діб до закінчення експедиції), коли відмічаються ознаки поліпшення гемодинамічного забезпечення фізичного навантаження, зростає ефективність серцевої діяльності, поліпшуються показники скорочувальної функції міокарду.

Висновки

1. В організмі людини у ході трансатлантичного походу відбуваються адаптаційні перебудови функції кровообігу, які умовно можуть поділятися на період початкової адаптації, нестійкої адаптації і дезадаптаційних розладів та відносно стабілізації.
2. Найбільші негативні зрушення функції системи кровообігу людини спостерігались на антарктичному етапі

морської експедиції і характеризувались ознаками зниження скорочувальної активності та падіння ефективності діяльності серця, що може негативно впливати на якість кисневого забезпечення організму та провокувати зростання вірогідності виникнення патологічних проявів.

3. На заключному етапі рейсу (повернення до умов північної Атлантики) число патологічних зрушень з боку серцево-судинної системи учасників експедиції зменшувалось, поліпшувались показники кардіогемодинаміки, зростала ефективність діяльності серця при дозованому фізичному навантаженні
4. Динаміка зрушень функціонального стану системи кровообігу людини у ході трансатлантичного рейсу свідчить про вірогідність додаткового негативного впливу на організм комплексу надзвичайних факторів антарктичного регіону, в результаті чого, саме в умовах морської Антарктики, посилюються дезадаптаційні розлади, що потребує подальшого прицільного вивчення і розробки ефективних профілактичних технологій.

Література

1. Алейникова Л.И. Итоги изучения адаптации моряков и рыбаков к экстремальным воздействиям в условиях длительных рейсов // Адаптация человека к экстремальным условиям окружающей среды. - Одесса, 1980.- С. 62.
2. Бекетов А. И., Свистов В.В., Скоромный Н.А. Кровообращение при укачивании. // В сб. матер. 4 школы-семинара Физиология кровообращения, Кровообращение и окружающая среда, Труды Крымск. Мед.ин-та., Симферополь, 1983. - т.98.- С. 78 - 85.
3. Бычихин Н.П., Орлов Г.А., Попов В.А. и др. Некоторые вопросы изучения состояния здоровья моряков Северного флота // Здравоохр. Рос.Фе-

- дер.-1983.-№ 7.- С.- 7-10.
4. Вережникова А.В., Кравченко А.Г. Чернобров П.Н. и др. Особенности заболеваемости с временной утратой трудоспособности плавсостава торгового флота Черноморского морского пароходства//Социальная гигиена, организация здравоохранения и история медицины. Вып. 9., Киев, 1978.- С. 107-110.
 5. Гайтон А. Физиология кровообращения, минутный объем сердца и его регуляция.// Пер. с англ. Н.П. Косицкой. Москва: Медицина, 1969.- 472 с.
 6. Ильин В. Н, Моисеенко Е. В., Бахмутов В. Г., Милиневский Г. П. Корреляция между геомагнитной активностью и сердечным ритмом человека в районе Антарктики.// Бюл. Укр. Антаркт. центру. Вип. 1, Київ, 1997. - С. 255-258.
 7. Матюхин В. А., Кривошечников С. Г, Демин Д. В. Физиология перемещений человека и вахтовый труд. - Новосибирск: Наука, 1976. - 195 с.
 8. Мацевич Л. М. Охрана здоровья моряков.- М.: Транспорт, 1986. – 200 с.
 9. Моисеенко Є.В. Адаптаційні перебудови кардіогемодинамічної ланки регуляції кисневих режимів організму людини в умовах Антарктики. Труды крымского государственного медицинского университета им. С.И.Георгиевского «Проблемы, достижения и перспективы развития медико-биологических наук и практического здравоохранения». Симфер.издат центр КГМУ, 2006. – Т. 142, ч.3. - С.109-114.
 10. Мухарлямов Н.М., Беленков Ю.Н. Ультразвуковая диагностика в кардиологии.- Москва: Медицина, 1981.- 157 с.
 11. Рашмер Р.Ф, Динамика сердечно-сосудистой системы//Пер. с англ.- Москва: Медицина, 1981. – 600 с.
 12. Чернов А. С., Щербиков А. В., Горбунов Г. А.- Центральная гемодинами-

ка в условиях адаптации к климату высоких широт//В матер. междуна-родн. конф.: Гіпоксія: деструктивна та конструктивна дія, Киев 10-12 июня, 1998. - С. 212.

13. Фолков Б., Нил Э. Кровообращение// (Пер.Н.М.Верич), М.: Медицина, 1978.- 462 с.

Резюме

ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ СИСТЕМЫ КРОВООБРАЩЕНИЯ ЧЕЛОВЕКА В УСЛОВИЯХ ТРАНСАТЛАНТИЧЕСКОГО РЕЙСА

Моисеенко Е.В.

В ходе трансатлантической морской экспедиции проведен мониторинг показателей функционального состояния кровообращения человека. Показана фазность адаптационных перестроек центральной гемодинамики человека на этапах рейса. Выявлено усиление напряженности функции кровообращения и дезадаптационных расстройств в сердечно-сосудистой системе человека в условиях морской Антарктики. Выдвигается предположение о дополнительном дезадаптационном влиянии комплекса антарктических факторов.

Summary

DYNAMIC DISEASE THE BLOOD CIRCULATION IN THE BODY OF HUMAN IN CONDITIONS OF THE ANTARCTIC EXPEDITION

Moiseyenko E.V.

During transatlantic sea expedition monitoring parameters of a functional condition of blood circulation of the person is lead. Phasal nature of adaptable reorganizations central haemodynamics the person at stages of flight is shown. Strengthening intensity of function of blood circulation and desadaptation frustration in cardiovascular system of the person in conditions of sea Antarctic is revealed. The assumption about additional desadaptation influence of a complex of the Antarctic factors is put forward.