

## **ИЗМЕНЕНИЕ ГЕМОДИНАМИКИ У СТУДЕНТОВ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРНОГО РЕГИОНА В ТЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ГОДА**

Чеснокова В.Н., Грибанов А.В.

ФГАОУ ВПО Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова, Архангельск  
Архангельск, Россия (163002, г. Архангельск, Наб. Северной Двины, 17) [kfk@narfu.ru](mailto:kfk@narfu.ru), [taiss43@yandex.ru](mailto:taiss43@yandex.ru)

---

**Изучены компенсаторно-приспособительные реакции церебральной гемодинамики у 70 юношей, проживающих в условиях северного региона, методом реоэнцефалографии. Выявлено напряжение адаптивных механизмов системной гемодинамики в зимний период года. Отмечены негативные изменения в системе мозгового кровообращения в весенне-летний сезон – снижение объемного кровообращения, скоростных показателей и венозного оттока на фоне повышения сосудистого периферического сопротивления.**

---

Ключевые слова: мозговое кровообращение, студенты, системная гемодинамика, сезоны года.

## **CHANGING IN CEREBRAL HEMODYNAMICS OF THE ADOLESCENTS IN THE CONDITIONS OF LIFE IN THE NORTHERN REGION DURING THE ACADEMIC YEAR**

Chesnokova V. N., Griбанov A.V.

Northern (Arctic) Federal University named after M. V. Lomonosov, Arkhangelsk, *Russia*  
Arkhangelsk, *Russia* (163002, Arkhangelsk, avenue of Northern Dvina, 17) [kfk@narfu.ru](mailto:kfk@narfu.ru), [taiss43@yandex.ru](mailto:taiss43@yandex.ru)

**The research issue is compensatory-adaptive reactions of cerebral hemodynamics of 70 adolescents who have been resident in the northern region; the used research method is rheoencephalography. The detected result of the research is the tension of adaptive mechanisms of systemic hemodynamics during the winter months. The marked research finding is negative changing in cerebral circulatory system during the spring-summer season, viz. reducing of volumetric blood flow, circulation time and venous return against the background of increased vascular peripheric resistance.**

Keywords: cerebral circulation, students, systemic hemodynamics, seasons.

### **Введение**

Экстремальность условий внешней среды на Севере определяется не только суровыми климатическими условиями (низкая температура, ветер, высокая влажность), но и необычной светопериодикой. Дискомфортные условия проживания оказывают значительное влияние на скорость морфофункционального созревания организма и, несмотря на жесткость генетической программы индивидуального развития, способны вызвать существенную дестабилизацию функций основных физиологических систем как у детей [8], так и у взрослых [5]. Поэтому контроль состояния здоровья в любом возрасте является необходимым условием при проживании в дискомфортных условиях среды обитания. Особенно это касается студенческой молодежи, особой социальной группы, кадрового потенциала северного региона, на которую оказывают воздействие сочетанные дискомфортные факторы среды Севера – природно-климатические и профессионально обусловленные. Вместе с тем, хроническое перенапряжение жизненно важных систем и, в частности, психической сферы может привести к переутомлению и появлению различных функциональных расстройств, в том числе и в состоянии сосудистой системы головного мозга, что в дальнейшем способно трансформироваться в заболевания сердечно-сосудистой системы [1].

Исходя из этого, целью исследования явилось изучение сезонных изменений церебрального кровообращения у студентов, проживающих в условиях северного региона.

### **Материалы и методы исследования**

В исследовании приняли участие 70 молодых людей (возраст – 19,26±0,18 лет) практически здоровых на момент исследования, родившихся и проживающих в г.

Архангельске и Архангельской области, обучающихся в высшем учебном заведении (Поморский государственный университет). С помощью медицинского диагностического автоматизированного комбинированного комплекса «Сфера-4» проводили определение гемодинамических показателей. Синхронно с реографией проводилась регистрация ЭКГ во II стандартном отведении. На основании интегральной реограммы по методике М.И. Тищенко были исследованы характеристики центральной гемодинамики. Реоэнцефалограмму регистрировали в фронтомастоидальных отведениях, характеризующих кровотоки в бассейне внутренних сонных артерий. Использовали две пары кольцевых электродов, которые накладывались на симметричные участки правой (Fmd) и левой (Fms) стороны головы с автоматическим определением гемодинамических показателей. Поскольку для автоматизированной обработки реограмм обязательным условием являлась параллельная синхронная запись электрокардиограммы, то на предплечья и правую голень накладывались электроды. Артериальное давление измеряли сфигмоманометром по среднему значению трех измерений после 15-минутного отдыха. Фиксировалось систолическое артериальное давление (АДс) и диастолическое артериальное давление (АДд). Рассчитывалось пульсовое артериальное давление как  $АДп=АДс-АДд$ ; среднединамическое давление (АДср) по формуле Хикема ( $АДср=АДд+АДп/3$ ). Все молодые люди выполняли физическую нагрузку (20 приседаний за 30 секунд) и на основании измерения артериального давления и частоты сердечных сокращений (ЧСС) пальпаторно до и после физической нагрузки рассчитывались индекс хронотропного резерва сердца, как  $ИХР=ЧССн/ЧССп*100$ , %, где ЧССн – частота сердечных сокращений после нагрузки,  $уд^{-1}$ , ЧССп – частота сердечных сокращений в покое,  $уд^{-1}$  и индекс инотропного резерва сердца, как  $ИИР=АДс2/АДс1*100$ , %, где АДс1 – систолическое артериальное давление в покое, мм рт. ст., АДс2 – систолическое артериальное давление после нагрузки, мм рт. ст. Проведено четыре серии исследований на одном и том же контингенте испытуемых – в осенний (октябрь), зимний (декабрь), весенний (апрель) и летний (июнь) периоды года. Все исследования проводились врачом в специализированном кабинете функциональной диагностики.

Полученные нами данные по критерию Shapiro-Wilk не подчинялись закону нормального распределения, поэтому все показатели представлены в виде медианы (Md) и 25 – го; 75 – го перцентилей. Статистическая обработка материала проведена с помощью пакета прикладных программ SPSS 15.0. При статистической обработке материала использовали критерий Уилкоксона для связанных трех и более выборок в случае скошенного распределения. Критический уровень значимости (p) был равен 0,05.

### **Результаты исследования и их обсуждение**

Анализ сезонной динамики реографического индекса (РИ) указывает, что максимальная интенсивность кровенаполнения сосудов головного мозга у молодых людей наблюдалась в зимний период года как с правой ( $P<0,01$ ), так и с левой стороны ( $P<0,05$ ) относительно других сезонов (табл. 1). В динамике от зимы к весне данный показатель снижался (Fmd,  $P<0,001$ ; Fms,  $P<0,05$ ), достигая к лету минимальных сезонных значений (Fmd,  $P<0,001$ ; Fms,  $P<0,05$ ). К осеннему периоду года величины РИ вновь нарастали, причем более активно данный процесс был выражен с правой стороны (Fmd,  $P<0,05$ ). Значения РИ с правой стороны в динамике от лета к осени увеличивались на 14 %, тогда как значения Fms осенью были аналогичны летним значениям. Данная тенденция (значения Fmd выше, чем Fms) была отмечена также и в зимний период, тогда как весной и летом величины Fms выше, чем Fmd.

Увеличение величин амплитудно-частотного показателя (АЧП), характеризующего величину объемного кровотока исследуемой области за единицу времени, в период от октября к декабрю ( $P<0,05$ ) с линейным снижением к лету ( $P<0,05$ ), указывает на повышение резистентности сосудов головного мозга в холодный период года.

Значения восходящей части реографической волны (А), информирующие о периоде полного раскрытия сосудов и о состоянии сосудистого русла (напряжение артерий и их

способность к растяжению), увеличиваются к зиме (Fmd, Fms, P<0,01) и лету (Fmd, Fms, P<0,01), что свидетельствует о повышении сосудистого тонуса в этом регионе в данные сезоны года [6].

Таблица 1  
Показатели церебральной гемодинамики у юношей в динамике сезонов года, Md (25-й; 75-й перцентиль)

Сезоны Показ-ли	Отвед ения	Осень	Зима	Весна	Лето
РИ, Ом	Fmd	•0,73(0,58;0,81)	0,73(0,58;0,81)•°	0,70(0,61;0,81)•^	•0,63(0,50;0,79)° ^
РИ, Ом	Fms	•0,69(0,54;0,92) *	0,77(0,65;0,94)*• °	0,73(0,61;0,89)•^	•0,69(0,54;0,82)° ^
АЧП, 1/с	Fmd	0,61(0,47-0,86)*	0,77(0,56-0,93)*°	0,69(0,59-0,86)	0,60(0,49-0,75)°
АЧА, 1/с	Fms	0,62(0,52-0,81)*	0,77(0,55-0,93)*°	0,70(0,59-0,80)	0,62(0,53-0,78)°
А, с	Fmd	0,09(0,08-0,14)*•	0,10(0,08-0,26)*	0,09(0,08-0,22)	0,14(0,08-0,24)•
А, с	Fms	0,09(0,08-0,11)*•	0,10(0,09-0,23)*	0,11(0,09-0,25)	0,10(0,09-0,29)•
А <sub>1</sub> , с	Fmd	0,05(0,05-0,05)*	0,05(0,05-0,05)*•°	0,05(0,05-0,05)•	0,05(0,05-0,05)°
А <sub>1</sub> , с	Fms	0,05(0,04-0,05)*	0,05(0,05-0,05)*•°	0,05(0,04-0,05)•	0,05(0,05-0,05)°
А <sub>2</sub> , с	Fmd	0,04(0,03-0,10)*•	0,05(0,04-0,21)*	0,05(0,04-0,18)	0,10(0,04-0,19)•
А <sub>2</sub> , с	Fms	0,04(0,04-0,06)*•	0,05(0,04-0,18)*	0,06(0,04-0,21)	0,05(0,04-0,25)•
ДИК, %	Fmd	62,50(54,20-77,80)°	61,80(48,10-77,00)•	76,50(62,80-85,70)•°	70,90(53,50-81,00)
ДИК, %	Fms	67,95(59,70-80,50)	69,95(58,88-77,25)	76,45(61,55-83,83)	70,80(54,95-77,95)
ДИА, %	Fmd	58,30(49,80-71,20)°	56,50(45,30-70,20)•	69,20(58,70-79,30)•°	62,20(47,10-75,20)
ДИА, %	Fms	63,60(56,95-75,85)	66,90(57,63-72,73)	71,90(58,88-79,00)	64,25(50,70-72,93)
Vs, мл	Fmd	0,90(0,70-1,38)*	1,25(0,90-1,90)*•°	0,90(0,70-1,38)•	0,85(0,73-1,20)°
Vs, мл	Fms	0,85(0,70-1,20)	1,20(0,90-1,65)•°	0,80(0,80-1,35)•	0,80(0,70-1,08)°
Vm, мл	Fmd	57,50(44,75-86,75)*	77,00(58,50-14,75)*•°	59,00(47,75-83,50)•	57,50(44,00-85,00)°
Vm, мл	Fms	54,00(47,00-82,75)	75,50(53,25-98,75)•°	55,00(47,00-75,75)•	55,00(46,25-69,50)°
В, сек	Fmd	0,75(0,65-0,83)*	0,68(0,63-0,79)*	0,80(0,67-0,87)^	0,71(0,61-0,83)^
В, сек	Fms	0,77(0,70-0,84)*•	0,72(0,63-0,88)*	0,78(0,66-0,92)^	0,73(0,60-0,78)•^

Примечание: \* – достоверность осенью и зимой; • – между зимой и весной; ° – между зимой и летом; ° – осенью и весной; ^ – между весной и летом; • – между осенью и летом.

Время восходящей части волны подразделяют на две составляющие – время быстрого ( $A_1$ , с) и медленного ( $A_2$ , с) кровенаполнения. Можно отметить, что в осенний период увеличение времени восходящей волны наблюдается преимущественно за счет вклада  $A_1$  (быстрой компоненты) ( $P < 0,05$ ), что указывает на большую зависимость мозгового кровоснабжения от сердечной деятельности. В зимний сезон их влияние равнозначно (что является нормой), а к весенне-летнему периоду увеличивается доля  $A_2$  (медленной компоненты) ( $P < 0,05$ ), что указывает на повышение периферического сосудистого сопротивления и снижение эластичности стенок сосудов. Вместе с тем, зимой ( $P < 0,05$ ) и летом ( $P < 0,001$ ) отмечено снижение упруго-эластических свойств, более выраженное с правой стороны, в артериях крупного (A/C), среднего и мелкого калибра ( $A_2/C$ ) относительно осени.

О повышении периферического сосудистого сопротивления и снижении эластичности сосудистой стенки весной относительно осени и зимы, больше выраженное с правой стороны, свидетельствуют высокие показатели дикротического (ДИК) ( $P < 0,01$ ) и диастолического (ДИА) ( $P < 0,01$ ) индексов. Для апреля характерно также нарастание величин  $V$  ( $P < 0,05$ ), тогда как зимой данный показатель имеет минимальные значения ( $P < 0,05$ ). Высокий тонус сосудов весной способствовал снижению систолического ( $V_s$ ) ( $P < 0,05$ ) и минутного ( $V_m$ ) ( $P < 0,05$ ) объемов кровообращения, максимальные значения которых наблюдаются в зимний период ( $P < 0,05$ ). К летнему сезону процесс снижения показателей  $V_s$  и  $V_m$  продолжался и достиг минимальных сезонных величин как с  $F_{md}$  ( $P < 0,05$ ), так и с  $F_{ms}$  ( $P < 0,05$ ). Кроме того, данные изменения сопровождалось низкими сезонными величинами значений скоростных показателей – средней скорости быстрого кровенаполнения ( $V_{max}$ ) относительно зимы ( $P < 0,05$ ) и весны ( $P < 0,01$ ) и средней скорости медленного кровенаполнения ( $V_{min}$ ) относительно осени ( $P < 0,01$ ) и зимы ( $P < 0,05$ ) (рис. 1). Несмотря на снижение скоростных показателей мозгового кровотока, летом наблюдалось снижение  $V$  ( $P < 0,05$ ), свидетельствующее об улучшении процессов кровообращения в венах, возможно, связанное с положительной динамикой показателя ДИА (уменьшение напряжения сократительных элементов вен и венул), тогда как весной его величины были максимальны относительно осени ( $P < 0,001$ ), зимы ( $P < 0,001$ ) и лета ( $P < 0,01$ ).

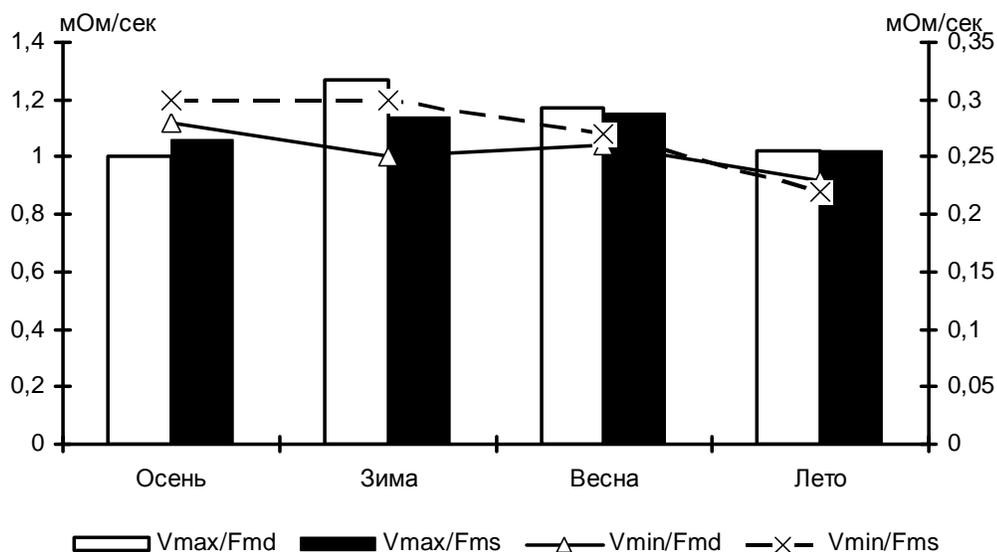


Рис. 1. Скоростные показатели кровенаполнения сосудов головного мозга у юношей в динамике сезонов года

Для более полного анализа сезонных изменений в системе кровообращения было проведено исследование системной гемодинамики. Изменение показателей у юношей при переходе из одного сезона в другой можно проследить относительно осеннего периода,

где функциональное состояние сердечно-сосудистой системы находится в более стабильном состоянии относительно других периодов года [10]. При адаптации к зимнему сезону года наблюдается снижение ЧСС ( $P < 0,05$ ), причем данная тенденция сохраняется и в другие периоды года относительно осени (табл. 2). Урежение ЧСС дает возможность сохранять хронотропный резерв сердца, что расширяет диапазон ответных реакций сердечно-сосудистой системы, а также способствует снижению энергетических трат сердцем [2]. Аналогично изменяются значения АДс, достигая минимальных значений в летний период относительно осенне-зимнего времени года ( $P < 0,01$ ). АДд увеличивается к зимнему периоду на 24 % ( $P < 0,001$ ), вновь снижаясь к весенне-летнему периоду ( $P < 0,001$ ). Показатели АДп имеют волновую динамику, снижаясь к зиме на 12 % ( $P < 0,01$ ), информируя о снижении резистентности сосудов, вновь повышаются к весне ( $P < 0,001$ ) и снижаются к лету ( $P < 0,01$ ). Значения АДср имеют обратную тенденцию – наблюдается рост показателей к периоду «полярных сумерек» ( $P < 0,001$ ) и снижение – к весенне-летнему сезону ( $P < 0,01$ ;  $P < 0,001$ ). Поддержание определенного уровня артериального давления способствует обеспечению достаточного кровотока, и увеличение АДд и АДср к зиме свидетельствует об усилении функции кровообращения и напряжении адаптационных механизмов [3]. На возрастание противодействия кровотоку в транспортно-демпферном звене в зимний сезон указывает рост значений периферического сопротивления сосудов (ПСС). Имея максимальные значения в период осенне-зимнего времени года, показатель ПСС начинает снижаться к весеннему сезону и к лету достигает своего минимума ( $P < 0,05$ ). Увеличение сосудистого тонуса в зимний сезон может вызываться длительным урежением ЧСС, что, возможно, связано с повышением активности симпатической нервной системы [11]. Вместе с тем, к периоду «биологической тьмы» на фоне высоких значений минутного объема крови (МОК) происходит увеличение до максимальных сезонных значений показателей ударного объема крови (УОК) и ударного индекса (УИ) ( $P < 0,05$ ;  $P < 0,05$ ), тогда как в весенний период наблюдается снижение этих показателей до минимальных ( $P < 0,05$ ). Увеличение данных значений в зимний период на фоне возрастания АДср, возможно, свидетельствует о развитии начальной стадии гипоксии, что характерно для жителей Севера [7].

Аналогично происходит изменение насосной функции сердца – индекс минутной работы сердца (ИМРС) и сердечный индекс (СИ) увеличиваются к зиме до максимальных сезонных величин ( $P < 0,01$ ), тогда как летом зарегистрированы минимальные значения ( $P < 0,01$ ). Показатели мощности левого желудочка (МЛЖ) и индекса ударной работы сердца (ИУРС) увеличиваются к периоду «полярных сумерек» на 16 % и 20 % ( $P < 0,001$ ;  $P < 0,001$ ), вновь снижаясь к весне ( $P < 0,05$ ;  $P < 0,01$ ) и лету ( $P < 0,01$ ;  $P < 0,01$ ). К зимнему сезону повышаются показатели контрактильности миокарда – объемной скорости изгнания (ОСИ) и периода изгнания (ПИ) ( $P < 0,05$ ), которые к весне снижаются до минимальных ( $P < 0,05$ ). По-видимому, увеличение данных показателей зимой является компенсаторной реакцией, направленной на уменьшение степени гипоксии в условиях Севера [12]. Все эти изменения свидетельствуют о функционировании сердечной мышцы с повышенной интенсивностью в период «биологической тьмы» (зимой), так как происходит нарастание вклада как сосудистого, так и сердечного факторов в обеспечение деятельности сердечно-сосудистой системы, что может привести к истощению ее функциональных резервов [2]. Понижение всех вышеперечисленных показателей системной гемодинамики и повышение ЧСС к весеннему сезону косвенно свидетельствуют о развитии утомления у молодых людей. Это подтверждается ростом показателя ИХР, значения которого, имея тенденцию к снижению зимой, в весенний период года повышаются ( $P < 0,05$ ).

Таблица 2

Показатели системной гемодинамики у юношей в динамике сезонов года, Md (25-й; 75-й перцентиль)

Сезоны	Осень	Зима	Весна	Лето
Показатели				
ЧСС, уд <sup>-1</sup>	65,05 (58,38-69,05)*	60,45 (57,0-72,08)#	62,65(56,00-68,48)	61,35(56,5-63,90)
АДс, мм рт. ст.	120,00(115,50-123,00)*	120,00(110,00-130,00)'	124,00(116,50-132,00)	116,50(109,00-129,80)
АДд, мм рт. ст.	64,50(60,00-72,00)*	80,00(70,00-80,00)# '	67,50(60,00-72,25)	67,50(60,00-70,00)
АДп, мм рт. ст.	53,5(47,75-60,00)*	40,00(40,00-50,00)# '	56,00(47,75-61,5)	49,5(45,00-58,25)
АДср, мм рт. ст.	82,17(79,83-90,33)*	93,33(83,33-96,67)#'	86,67(79,42-91,42)	83,67(76,83-88,08)
ПСС, дин*с <sup>-1</sup> см <sup>-5</sup>	1995,5(1783,25-2283,75)	2168,5(1812,25-2298,83)'	1534,60(1406,49-1801,53)	1467,04(1322,41-1745,15)
УОК, мл	103,85(90,18-111,58)*	107,5(90,93-131,48)#	94,85(81,88-119,93)	105,8(89,7-125,82)
УИ, мл/мин <sup>2</sup>	55,01(49,81-61,69)*	59,47(47,96-67,49) #	51,12(45,47-63,05)	57,13(47,94-62,40)
МОК, л/мин	6,75(5,26-7,70)	6,49(5,18-9,47)#	5,94(4,58-8,01)^	6,49(5,06-8,23)
СИ, л/мин*м <sup>2</sup>	3,28(2,82-3,91)	3,35(2,81-3,85)	3,27(2,69-3,67)	3,12(2,62-3,67)
МЛЖ, Вт	3,51(2,95-4,11)*	4,06(2,95-4,11)# '	3,52(2,97-4,66)	3,63(3,06-4,42)
ИМРС, кг*м/мин/м <sup>2</sup> )	4,07(3,23-4,81)*	4,39(3,81-5,02)'	3,83(3,25-4,84)	3,74(3,2-4,43)
ИУРС, кг*м/м/м <sup>2</sup> )	64,27(59,85-72,24)*	77,46(62,8-87,94)#'	64,86(56,42-76,96)	67,29(56,1-75,13)
ОСИ, мл/с	315,75(280,53-368,33)*	333,30(291,63-419,50) #	310,85(275,75-378,43)	328,50(298,25-380,9)
ПИ, с	0,32(0,30-0,34)''	0,33(0,29-0,35)#	0,31(0,28-0,33)	0,32(0,30-0,36)
ИХР, %	52,71(37,50-66,67)	43,65(37,50-65,74)#	54,76(47,98-72,05)	50,00(42,02-68,86)
ИИР, %	11,64(8,33-13,17)	8,71(6,01-11,25)	10,53(7,23-16,18)	11,67(5,93-17,69)

Примечание. Достоверность различий: \* между осенью и зимой; # – зимой и весной; ' – зимой и летом; ^ – весной и летом.

К летнему периоду года вновь наблюдается нарастание вклада сердечного компонента в деятельность сердечно-сосудистой системы, значения которого были снижены в весенний период, о чем свидетельствует увеличение МОК ( $P < 0,05$ ) при минимальных сезонных значениях ПСС ( $P < 0,05$ ).

Таким образом, у молодых людей, проживающих в условиях северного региона, наблюдается сезонная изменчивость в системе кровоснабжения головного мозга. К зимнему сезону наблюдалось нарастание негативных тенденций в системе мозгового кровоснабжения в виде снижения тонуса и упруго-эластических свойств сосудов. К весенне-летнему периоду происходило повышение периферического сосудистого сопротивления, снижался венозный отток, уменьшались скоростные показатели кровенаполнения сосудов головного мозга, что указывает на снижение эффективности мозгового кровотока. В зимний период года в системной гемодинамике происходит увеличение вклада сердечного и сосудистого компонентов в обеспечение приспособительных реакций сердечно-сосудистой системы, что вызывает напряжение компенсаторно-приспособительных механизмов, способных привести к истощению функциональных ресурсов организма к весеннему периоду года. Возможно, негативные процессы, наблюдающиеся в системной гемодинамике в зимне-весенний сезон, провоцируют снижение эффективности мозгового кровотока в весенне-летний сезон.

### **Список литературы**

1. Грибанов А.В., Преминин И.А., Преминина О.С. Состояние церебральной гемодинамики у мальчиков 11–13 лет, употребляющих летучие вещества // Вестник Поморского университета. – 2005. – № 2. – С. 33-37.
2. Гудков А.Б., Сарычев А.С., Лабутин Н.Ю. Реакция кардиореспираторной системы нефтяников на экспедиционный режим труда // Экология человека. – 2005. – № 8. – С. 43-48.
3. Евдокимов В.Г. Роль температурного фактора в формировании адаптивных изменений у человека на Севере // Биол. аспекты экологии человека: мат. Всерос. конф. с междунар. уч. – 2004. – Т.1. – С. 170-173.
4. Иванов В.Д., Попова О.Н., Небученных А.А. Характеристика показателей деятельности кардиореспираторной системы у военнослужащих учебного центра военно-морского флота России // Экология человека. – 2008. – № 6. – С. 51-55.
5. Копосова Т.С., Чикова С.Н. Психофизиологический статус и адаптивные возможности студентов приполярного региона // Вестник Поморского университета. – 2006. – № 2. – С. 62-69.
6. Кузнецова О.В., Сонькин В.Д. Автономная регуляция респираторно-гемодинамической системы у детей 8-11 лет с разной барорефлекторной чувствительностью // Физиология человека. – 2008. – Т. 34, № 5. – С. 106-115.
7. Малкин В.Б. Острая гипоксия // Экологическая физиология человека. Адаптация человека к различным климато-географическим условиям. - М., 1979. - С.333-405.
8. Сороко С.И. Особенности формирования системной деятельности головного мозга и вегетативных функций у детей в условиях Европейского Севера // Рос. физиол. журнал им. И.М. Сеченова. – 2006. – Т. 92. – № 8. – С. 905-921.
9. Физиология центральной нервной системы: учебное пособие / В.В. Смирнов, В.В. Свешников, В.Н. Яковлев, В.А. Правдивцев. – М.: Издательский центр «Академия», 2007. – 368 с.
10. Чеснокова В.Н., Мосягин И.Г. Сезонные особенности регуляции сердца у юношей призывного возраста в приполярном регионе России // Военно-медицинский журнал. – 2009. – № 2. – С. 40-44.
11. Чугунова А.Н. Влияние управляемого длительного снижения частоты сердцебиений на основные параметры гемодинамики // Физиол. журнал. – 1980. – Т. 26. – № 6. – С. 835-837.

12. Юлдашев Р.Р., Чонкочова А.А., Войтенко Ю.Л., Балыкин М.В. Функциональные изменения в организме при действии повторной нормобарической гипоксии // Адаптация организма к природным и экосоциальным условиям среды: Тез. докл. Ч. 1. – Бишкек, 1998. – С. 170-172.

Рецензенты:

Самодова О.В., д.м.н., доцент, зав. кафедрой инфекционных болезней ГОУ ВПО «Северный государственный медицинский университет», г. Архангельск.

Макеева В.С., д.п.н., профессор, зав. кафедрой «Туризм, рекреация и спорт» ФГОУ ВПО «Государственный университет УНПК», г. Орел.

Шейх-Заде Ю.Р., д.м.н., профессор кафедры нормальной физиологии ГБОУ ВПО КубГМУ Минздравсоцразвития России, г. Краснодар.