

ЭЛАСТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА АРТЕРИЙ КОНЕЧНОСТЕЙ И ПЕРИФЕРИЧЕСКАЯ ГЕМОДИНАМИКА У БОЛЬНЫХ ИШЕМИЧЕСКОЙ БОЛЕЗНЬЮ СЕРДЦА: СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЖИТЕЛЕЙ РЕСПУБЛИКИ САХА (ЯКУТИЯ) И НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ

Владимир Николаевич МЕЛЬНИКОВ¹, Светлана Юрьевна НОВИЦКАЯ²,
Тамара Григорьевна КОМЛЯГИНА¹, Сергей Георгиевич КРИВОЩЕКОВ¹

¹НИИ физиологии СО РАМН
630117, г. Новосибирск, ул. Тимакова, 4

²Научный центр клинической и экспериментальной медицины СО РАМН
630117, г. Новосибирск, ул. Тимакова, 2

Для выявления возможной зависимости показателей периферического кровообращения от северных условий жизни при сердечно-сосудистой патологии в 1998–2004 гг. обследовались больные ишемической болезнью сердца жители Мирнинского района Республики Саха (Якутия) и Новосибирской области в первые дни пребывания в академической клинике в г. Новосибирске. С помощью методов осцилловоэметрии и венозной окклюзионной плетизмографии изучались показатели упругости и диаметр артерий плеча и бедра и параметры кровотока в мышцах предплечья и голени. У жителей Севера в сравнении с пациентами из Новосибирской области обнаружена более высокая объемная скорость кровотока в мышцах предплечья как в интактном состоянии конечности, так и на максимуме постокклюзионной реактивной гиперемии при меньшем периферическом сопротивлении сосудистого русла и большей упругости стенки плечевой артерии. Высказывается предположение, что эти различия в параметрах кровотока обусловлены различиями в геомагнитной обстановке в сравниваемых территориях. Проживание северян в местности, расположенной около центра Восточно-Сибирской геомагнитной аномалии, с повышенной фоновой напряженностью поля сопровождается формированием резистентности сосудов к вазоконстрикторному действию геомагнитных возмущений, что связано с ситуационным расслаблением сосудов после перелета в более комфортные геофизические условия южной Сибири. Эта гипотеза подтверждена регрессионным анализом, согласно которому у новосибирцев, но не жителей Якутии, существует линейная отрицательная связь между скоростью кровотока и индексом геомагнитной активности Ар, наблюдавшимся за 2 дня до обследования.

Ключевые слова: периферическая гемодинамика, упругость артерий, плетизмография, геомагнитная активность, ишемическая болезнь сердца, Север.

Несмотря на большое количество опубликованных данных о состоянии сердечно-сосудистой системы у человека на Севере, полученных главным образом в экспедиционных условиях [1, 2], сравнительные одномоментные исследования жителей высоких широт и южных территорий мало численны [3]. Эти публикации, имеющие главным образом эпидемиологическую направленность и адаптационный аспект, характеризуют преимущественно системные показатели гемоциркуляции, тогда как глубокие характеристики кровеносных сосудов описаны очень фрагментарно [4]. Целью настоящей работы было сравнение эластических свойств периферических артерий и особенностей регионарной гемодинамики в конечностях у людей, больных ишемической болезнью сердца (ИБС) и проживающих в западных районах Республики Саха (Якутия) и южной части Западной Сибири, в предположении, что у северян показате-

тели должны быть хуже. Это предположение вытекает из данных об отягощенной патологии кардиоваскулярной системы на Севере [1, 5]. Также проверялась гипотеза о том, что возможные различия в гемодинамике обусловлены особенностями геомагнитной ситуации, согласно современным данным, влияющей на кровообращение, в зоне Восточно-Сибирской геомагнитной аномалии – регионе проживания пациентов из Якутии, путем определения сосудистой реактивности на геомагнитные пертурбации у пациентов сравниваемых групп.

Материал и методы

Обследовались пациенты с ИБС в первые дни пребывания в клинике Научного центра клинической и экспериментальной медицины СО РАМН (г. Новосибирск) до начала курса лечения основного заболевания. Северную группу составляли русские по национальности жители Западно-Якутского

Мельников В.Н. – д.б.н., вед.н.с.; e-mail: mevlanic@yandex.ru

Новицкая С.Ю. – врач-терапевт

Комлягина Т.Г. – н.с.

Кривощекhov С.Г. – д.м.н., проф., зав. лабораторией функциональных резервов организма

промышленного района, в основном, работники компании «АЛРОСА». Группа включала 164 мужчины (средний возраст $53,8 \pm 6,9$ лет, индекс массы тела (ИМТ) $27,9 \pm 4,4$ кг/м²) и 18 женщин ($56,3 \pm 5,8$ лет, ИМТ $32,0 \pm 5,2$ кг/м²). Южная группа состояла из 112 мужчин ($58,6 \pm 8,7$ лет, ИМТ $29,1 \pm 4,5$ кг/м²) и 31 женщины ($64,7 \pm 9,4$ лет, ИМТ $29,8 \pm 5,3$ кг/м²) – жителей Новосибирской области. Исследование кровообращения проводилось в 1998–2004 гг. в лаборатории функциональных резервов организма НИИ физиологии СО РАМН. От пациентов получено информированное согласие на участие в эксперименте, схема исследования одобрена биоэтическим комитетом НИИ физиологии СО РАМН.

У северян ИБС сочеталась с артериальной гипертензией 1-2 степени у 52 % мужчин и 44 % женщин, у новосибирцев этот показатель составлял 57 и 49 %, соответственно. Стенокардия у пациентов с Севера встречалась у 78 % мужчин и 62 % женщин, в южной группе – у 64 % мужчин и 60 % женщин. Диагнозы верифицировались на основании клинико-функциональных методов исследования. Так как предварительный анализ продемонстрировал существенную зависимость периферического кровообращения от характера трудовой деятельности при сравнении рабочих и служащих, для рассмотрения выбрана только наиболее многочисленная группа лиц рабочих профессий. Доли курящих лиц в сравниваемых группах существенно не различались. Критериями исключения были возраст менее 40 лет и работа с виброинструментом в ближайшие 2 года – факторы, влияющие на свойства периферических сосудов [6].

Физиологические показатели. Артериальное давление в сосудах конечностей измеряли прибором «Blood pressure monitor» («Meditech», США), пульс рассчитывали по тахоосциллограмме. С помощью метода осцилловоэметрии определяли эффективный диастолический радиус а. brachialis и артерий бедра (ЭДРА), упругое сопротивление стенок артерий в интактном ($УСА_{инт}$) и релаксированном состоянии ($УСА_p$), во втором случае вызванном внешним противодействием, равным диастолическому, и модуль объемной упругости интактных артерий ($МоУСА_{инт}$) [6, 7]. Параметры $УСА_{инт}$ и $МоУСА_{инт}$ физиологически однотипны, но второй является нормированным, так как рассчитывается на единицу объема исследуемого сосуда. Показатели упругого сопротивления $УСА_{инт}$ и $УСА_p$ в физическом смысле характеризуют дополнительное давление, которое нужно создать, чтобы увеличить объем сосуда на определенную величину ($\Delta \text{дин}/\text{см}^2/\Delta \text{см}^3$).

Параметры периферического кровообращения измеряли с помощью метода венозной окклюзионной плетизмографии на приборе «Periquant-3500» («Gutmann», Германия). В самой широкой части предплечья либо голени закрепляли датчик прибор

ра, а на плече или бедре – манжету для создания окклюзионного давления. Определяли объемную скорость кровотока в интактном состоянии конечности (в покое, $ОСК_{п}$) и на пике постокклюзионной реактивной гиперемии ($ОСК_r$), регионарное сосудистое сопротивление (РСС), венозный резерв (ВР, venous capacity, показатель дополнительного количества крови, которое могут принять вены при окклюзионном блокировании кровотока) и венозный кровоток (ВК, venous flow) в мышцах. $ОСК_r$ в сравнении с $ОСК_{п}$ характеризует чувствительность сосудов к дилатационным метаболитам и регуляторным веществам, образующимся в тканях при остановке кровотока в результате окклюзии.

Физиологические измерения проводились в горизонтальном положении пациента после получасовой адаптации к условиям помещения.

В качестве показателя *геомагнитной* активности использовали среднесуточные значения Ар-индекса – характеристики, отражающей индукцию планетного геомагнитного поля, которая вычисляется усреднением данных 13 обсерваторий, расположенных в разных частях Земли, и публикуется на интернет-сайте Национального геофизического центра Департамента торговли США. Значения Ар, характерные для выраженных магнитных бурь, превышающие средние более чем на 3σ и сильно искажающие корреляции с физиологическими параметрами, из анализа исключались.

Статистические методы. Значения физиологических показателей в группах сопоставляли посредством критерия Стьюдента или теста Манна – Уитни в зависимости от типа распределения, который определяли с помощью критерия Колмогорова – Смирнова. Вычисляя частные коэффициенты корреляции Спирмана, оценивали линейные связи между параметрами кровообращения и Ар-индексом при статистическом контроле возраста, так как он существенно влияет на гемодинамические характеристики [8]. Коэффициенты линейной регрессии использовались как характеристики силы пропорциональной зависимости между изучаемыми показателями. Для выявления возможной задержки в реакции гемодинамических параметров на возрастание напряженности геомагнитного поля применяли кросс-корреляционный анализ связей между ними со ступенчатым сдвигом (лагом), равным 0, 1, 2 и 3 дням. Статистически значимыми принимали различия и корреляции, достигающие уровня значимости $p \leq 0,05$; уровень $0,05 < p \leq 0,1$ указывали как свидетельство тенденции в проявлении различия или связи. Числовые данные в работе выражены как среднее \pm стандартное отклонение ($M \pm SD$).

Результаты и обсуждение

Сравнение параметров кровотока в четырех конечностях у северян и жителей юга Сибири, как и вычисление корреляций с геомагнитной активностью, показало, что более информативными по числу различий между группами и выраженности

корреляций являются показатели на верхних конечностях, а среди них – в левой руке, в связи с чем весь дальнейший анализ касается именно этой руки.

Как свидетельствуют результаты, приведенные в таблице 1, у северян выше объемная скорость кровотока в обоих тестируемых состояниях конечности, интактном и постокклюзионном, при тенденции к снижению периферического сопротивления (у женщин). Вместе с более высокими показателями венозного кровотока и венозного резерва эти данные указывают на расслабление и увеличение просвета мелких сосудов – артериол и венул – и высокую их чувствительность к дилататорным агентам, образующимся при ишемии. На фоне этих особенностей резистивного звена сосудистого русла конечности отмечается незначительно увеличенная в обеих половых группах жесткость (упругость) стенки плечевой артерии. Выявленная тенденция к

более высокому диастолическому давлению у женщин может быть следствием повышенной упругости артерий мышечного типа, к каковым относится плечевая артерия. Различия в диастолическом радиусе артерии, как и в упругости релаксированного сосуда, не установлены.

Для объяснения обнаруженных различий выдвигается следующая гипотеза об этиологической или обуславливающей роли специфической северной геомагнитной обстановки в формировании особенностей периферической гемодинамики. Лучшие показатели кровообращения у северян при обследовании в условиях Новосибирска можно рассматривать как проявление реакции организма на переезд из северного региона, расположенного вблизи положительной геомагнитной аномалии с постоянно повышенным фоном геомагнитной активности [9], который негативно сказывается на деятельности сердечно-сосудистой системы, в

Таблица 1

Характеристики эластичности левой плечевой артерии и показатели системного кровообращения и регионарной гемодинамики в мышцах левого предплечья у больных ИБС жителей Республики Саха (Якутии) и Новосибирской области

Показатель	Республика Саха	Новосибирская область	p
Женщины			
Количество испытуемых	18	31	–
Частота сердечных сокращений, уд. × мин ⁻¹	71,4 ± 10,9	70,2 ± 11,8	> 0,1
Артериальное давление диастолическое, мм рт. ст.	81,4 ± 10,1	78,6 ± 9,1	0,079
Артериальное давление систолическое, мм рт. ст.	138,6 ± 16,1	137,1 ± 18,0	> 0,1
ОСК _п , мл × 100 мл ⁻¹ × мин ⁻¹	2,79 ± 1,60	2,32 ± 1,10	0,049
ОСК _р , мл × 100 мл ⁻¹ × мин ⁻¹	12,81 ± 6,70	9,96 ± 4,62	0,003
РСС × 10 ⁶ , дин × см ⁻⁵	3,91 ± 2,45	4,25 ± 2,12	0,051
ЭДРА, мм	2,10 ± 0,33	2,09 ± 0,31	> 0,1
ВК, мл × 100 мл ⁻¹ × мин ⁻¹	41,8 ± 18,5	33,3 ± 14,3	0,065
ВР, мл × 100 мл ⁻¹	2,30 ± 0,88	1,79 ± 0,57	0,004
УСА _р × 10 ⁴ , дин × см ⁻⁵	8,15 ± 2,87	8,28 ± 2,65	> 0,1
УСА _{ин} × 10 ⁴ , дин × см ⁻⁵	11,8 ± 5,4	10,1 ± 4,4	0,072
МоУСА _{ин} × 10 ⁶ , дин × см ⁻²	4,03 ± 1,72	3,57 ± 1,63	0,089
Мужчины			
Количество испытуемых	164	112	–
Частота сердечных сокращений, уд. × мин ⁻¹	71,4 ± 10,8	70,6 ± 11,7	> 0,1
Артериальное давление диастолическое, мм рт. ст.	78,7 ± 9,4	77,6 ± 9,3	> 0,1
Артериальное давление систолическое, мм рт. ст.	134,4 ± 14,8	134,6 ± 18,0	> 0,1
ОСК _п , мл × 100мл ⁻¹ × мин ⁻¹	2,84 ± 1,38	2,58 ± 1,17	0,094
ОСК _р , мл × 100мл ⁻¹ × мин ⁻¹	13,8 ± 6,5	11,2 ± 5,3	0,001
РСС × 10 ⁶ , дин × см ⁻⁵	3,40 ± 1,75	3,66 ± 1,74	> 0,1
ЭДРА, мм	2,16 ± 0,29	2,16 ± 0,30	> 0,1
ВК, мл × 100мл ⁻¹ × мин ⁻¹	43,2 ± 18,1	36,7 ± 14,2	0,091
ВР, мл × 100мл ⁻¹	2,37 ± 0,84	1,97 ± 0,72	0,009
УСА _р × 10 ⁴ , дин × см ⁻⁵	7,51 ± 2,55	7,65 ± 2,55	> 0,1
УСА _{ин} × 10 ⁴ , дин × см ⁻⁵	10,7 ± 5,3	9,5 ± 4,3	0,089
МоУСА _{ин} × 10 ⁶ , дин × см ⁻²	3,87 ± 1,71	3,48 ± 1,53	0,100

регион с более низкой индукцией геомагнитного поля. Так, в центре аномалии, расположенном в районе Восточно-Сибирского плоскогорья между низовьями рек Енисея и Лены, напряженность геомагнитного поля в 1965 г. была 0,62 эрстед, на магнитной широте Новосибирска – 0,55. Разность составляет 10,4 % от среднепланетной напряженности в те годы, равной 0,5 эрстед.

Согласно гипотезе, характеристики кровообращения у северян при тестировании в условиях их постоянного проживания должны быть хуже, чем у жителей юга Сибири, а при перемещении последних в Мирнинский район Якутии должно наблюдаться, по крайней мере, кратковременное ухудшение параметров сердечно-сосудистой системы из-за повышенного фона геомагнитной активности. Данные о напряжении функциональной регуляции сердечной деятельности и вегетативной нервной системы в начальный период пребывания новоселов на Севере получены Ю.А. Николаевым и сотр. у жителей якутского г. Мирного, больных артериальной гипертензией [3, 10].

Основанием для выдвижения гипотезы служили следующие факты. Описана связь особенностей сердечно-сосудистой патологии и смертности от нее на Севере со специфической геомагнитной обстановкой [2, 11]. Хотя А.П. Авцын с сотр. [1] и поставили геомагнитное воздействие на третье место в списке ангио- и кардиотропных факторов Севера после атмосферного давления и холода, авторы указывают, что сделали это только

в силу недостаточной изученности данного фактора, а не из-за слабости его эффектов. С помощью кросс-спектрального анализа установлена когерентность и найдены общие гармоники в колебаниях геомагнитной активности, артериального давления и дисперсии сердечного ритма [12]. В северной Норвегии в дни с повышенной индукцией геомагнитного поля ослабляются вагусные влияния на ритм частоты сердечных сокращений [13] пропорционально выраженности геомагнитных пертурбаций [14,15]. Хотя приведенные данные касаются центральной гемодинамики и регуляции сердечной деятельности, они косвенно свидетельствуют о возможной реактивности регионального звена сосудистого русла на геомагнитные возмущения. На это указывают результаты, полученные с помощью таких же методов осцилловографии и плетизмографии, о взаимосвязи интракардиальных сдвигов с изменениями локального кровообращения в конечностях и упруго-эластических свойств артерий у больных с пороками сердца [16].

Проверка выдвинутой гипотезы проводилась путем сравнения чувствительности показателей кровообращения у пациентов обеих групп к повышенной геомагнитной активности. Чувствительность определялась косвенно по углу наклона линии регрессии (регрессионному коэффициенту b) между значениями Ar и каждым из физиологических параметров на основе допущения о линейности связи. Попутно решалась задача определить, какой лаг-период необходим для проявления эффектов геомагнитных возмущений на кровообращение. В **таблице 2** приведены характеристики регрессионных уравнений для трех физиологических показателей, значимо коррелирующих с Ar -индексом. Данные касаются только мужчин, так как у женщин значимые связи не обнаружены, что, вероятно, есть следствие небольшого числа испытуемых в этой половой группе.

Ни один из проанализированных параметров кровообращения у северян не показал существенных корреляций. У мужчин-новосибирцев наибольшее число значимых и выраженных корреляций установлено между физиологическими показателями и Ar -индексом, зафиксированным за 2 дня до обследования, отчего именно это значение индекса использовано для регрессионного анализа. Максимальный коэффициент корреляции, равный 0,28 (**табл. 2**), характеризует связь как слабую, что обусловлено многофакторными влияниями на гемодинамику. На это же указывает и результат однофакторного дисперсионного анализа, согласно которому Ar -индекс, зафиксированный за 2 дня до обследования, объясняет только 7,8 % общей дисперсии OSK_r . У этих больных объемная скорость кровотока в спокойном состоянии конечности и на максимуме реактивной гиперемии уменьшалась, а регионарное сосудистое сопротив-

Таблица 2

Уравнения линейной регрессии и корреляции (R , p , возраст = const) между Ar и показателями кровотока у мужчин в зависимости от места проживания

Республика Саха	Новосибирская область
$OSK_n = 3,06 - 0,010 \times Ar$ $P_2 = 0,172$ $R = -0,11, p_1 = 0,090$ 95 % ДИ: -0,025; 0,004	$OSK_n = 3,04 - 0,025 \times Ar$ $P_2 = 0,014$ $R = -0,24, p_1 = 0,007$ 95 % ДИ: -0,045; -0,005
$OSK_r = 14,4 + 0,011 \times Ar$ $P_2 = 0,790$ $R = 0,02, p_1 = 0,40$ 95 % ДИ: -0,075; 0,095	$OSK_r = 14,1 - 0,136 \times Ar$ $P_2 = 0,004$ $R = -0,28, p_1 = 0,002$ 95 % ДИ: -0,228; -0,044
$PCC = 3,23 + 0,021 \times Ar$ $P_2 = 0,108$ $R = 0,13, p_1 = 0,054$ 95 % ДИ: -0,005; 0,047	$PCC = 3,02 + 0,048 \times Ar$ $P_2 = 0,006$ $R = 0,27, p_1 = 0,003$ 95 % ДИ: 0,014; 0,083

Примечание: указан ДИ для регрессионного коэффициента b ; P_2 – уровень значимости регрессионной модели.

ление линейно возрастало с увеличением A_p , что указывает на ухудшение гемодинамики при возмущениях геомагнитного поля с задержкой в 2 дня.

Сравнение коэффициентов регрессии для OSK_r графическим методом путем определения трансгрессии доверительных интервалов (табл. 2) подтвердило их значимое различие. Это указывает на достоверность вывода о различии углов наклона линий регрессии и большей чувствительности объемной скорости кровотока на пике реактивной гиперемии к повышенной индукции геомагнитного поля у новосибирцев по сравнению с жителями Якутии. Возможно, так проявляется меньшая реактивность сосудов северян к дилаторным агентам, образующимся в мышцах при окклюзии кровотока.

Аналогичный результат при сравнении жителей Якутии и Новосибирска обнаружен при такой же схеме исследования у больных артериальной гипертензией [17].

Одним из гипотетических механизмов, объясняющих связь между напряженностью геомагнитного поля и показателями периферического кровотока, является возможное уменьшение продукции оксида азота, эндотелиального фактора релаксации сосудов, в реакции, катализируемой NO-синтазой – железосодержащим ферментом, потенциально чувствительным к изменениям напряженности геомагнитного поля [18, 19]. Справедливым может оказаться и предположение, высказанное еще в 1972 г. А.П. Авцыным, о ферромагнитной отзывчивости депозитов гематогенного железа в стенках сосудов [20].

Заключение

Таким образом, у жителей Якутии, больных ИБС, в сравнении с пациентами из Южной Сибири при обследовании в одинаковых условиях клиники в г. Новосибирске обнаружены лучшие показатели периферической гемодинамики при отсутствии связи с напряженностью геомагнитного поля, повышенные значения которой оказывают негативный эффект на регионарное кровообращение у жителей Новосибирской области. Предполагается, что это результат перемещения северян, адаптированных к высокой геомагнитной активности в месте постоянного проживания вблизи планетной магнитной аномалии, в более комфортные геофизические условия.

Результаты косвенно свидетельствуют, что отмечаемые многими исследователями негативные изменения в сердечно-сосудистой системе на Севере, если они затрагивают мелкие сосуды и периферическую гемодинамику (а такие данные отсутствуют), по-видимому, имеют обратимый характер, так как уже через 3–6 дней после перелета в Новосибирск у северян обнаруживаются лучшие показатели регионарного кровообращения, чем у местных жителей. Альтернативное объяснение заключается в том, что гемодинамические характеристики у на-

селения Новосибирской области вообще хуже, чем у приезжих с Севера, при повышенной чувствительности к геомагнитным пертурбациям. Выяснить достоверность обоих объяснений можно было бы исследованием жителей Якутии и юга Западной Сибири сначала в местах их постоянного проживания, а затем в условиях Севера.

Список литературы

1. Авцын А.П., Жаворонков А.А., Марачев А.Г., Милованов А.П. Патология человека на Севере. Москва, 1985. 416 с.
Avtsyn A.P., Zhavoronkov A.A., Marachev A.G., Milovanov A.P. Human pathology in the North. Moscow, 1985. 416 p.
2. Хаснулин В.И., Хаснулина А.В., Севостьянова Е.В. Кардиометеопатии на Севере. Новосибирск, 2000. 222 с.
Hasnulin V.I., Hasnulina A.V., Sevostyanova E.V. Northern cardiometeopathies. Novosibirsk, 2004. 220 p.
3. Митрофанов И.М., Шургая А.М., Гришин О.В. и др. Оценка комплексного влияния факторов риска и развитие хронической патологии в условиях Севера по данным эпидемиологических обследований центра ВОЗ (СИНДИ) «Новосибирск – Мирный» // Бюл. СО РАМН. 1996. (1). 49–55.
Mitrofanov I.M., Shurgaya A.M., Grishin O.V. et al. Evaluation of complex risk factors and occurrence of chronic pathology in the North on the basis of epidemiological investigations by WHO Center (CINDI) «Novosibirsk – Mirny» // Byul. SO RAMN. 1996. (1). 49–55.
4. Boudreau D.B., Scheer W.D., Mulvad G. et al. Project meeting report: International workshop on cardiovascular disease and diabetes among indigenous peoples in the Circumpolar North // Int. J. Circumpolar Health. 2002. 61. 70–80.
5. Николаев Ю.А., Дарянина С.А., Пальцев А.И. и др. Эпидемиология, патогенез и профилактика артериальной гипертензии у пришлого населения на Севере. Новосибирск, 2005. 200 с.
Nikolaev Yu.A., Darjanina S.A., Pal'tsev A.I. et al. Epidemiology, pathogenesis, and prophylaxis of arterial hypertension in newcoming people of the North. Novosibirsk, 2005. 200 p.
6. Мажбич Б.И. Осцилловонометрия артериальных сосудов конечностей. Новосибирск, 1990. 152 с.
Mazhbich B.I. Oscillovasometry of limb arteries. Novosibirsk, 1990. 152 p.
7. Mazhbich B.I. Noninvasive determination of elastic properties and diameter of human limb arteries // Pflügers Arch. 1983. 396. 254–259.
8. Мажбич Б.И., Комлягина Т.Г. Осцилловонометрическая оценка упругих свойств и диаметра крупных артериальных сосудов конечностей у людей разного возраста // Физиол. человека. 1996. 22. (6). 86–89.

- Mazhbich B.I., Komlyagina T.G.* Oscillovasometric estimation of elastic properties and diameter of major arteries of extremities in subjects of various age groups // *Fiziol. cheloveka*. 1996. 22. (6). 86–89.
9. Кузнецов В.В., Семаков Н.Н., Доровский В.Н., Котляр П.Е. Физика Земли: новый взгляд на некоторые проблемы. Новосибирск, 1989. 128 с.
- Kuznetsov V.V., Semakov N.N., Dorovsky V.N., Kotliar P.E.* Earth's physics: a novel view on some problems. Novosibirsk, 1989. 128 p.
10. Николаев Ю.А. Оценка развития и механизмов прогрессирования артериальной гипертензии у пришлого населения на Севере: Автореф. дис. ... докт. мед. наук. Новосибирск, 2002. 32 с.
- Nikolaev Yu.A.* Evaluation of development and progressing mechanisms of arterial hypertension in new coming inhabitants of the North. Autoreferat of MD dis. Novosibirsk, 2002. 32 p.
11. Смирнова А.В., Наумчева Н.Н. Солнечная активность и заболевания сердечно-сосудистой системы // *Клин. мед.* 2008. (1). 10–17.
- Smirnova A.V., Naumcheva N.N.* Solar activity and pathology of cardiovascular system // *Klin. med.* 2008. (1). 10–17.
12. Delyukov A., Gorgo Y., Cornélissen G. et al. Natural environmental associations in a 50-day human electrocardiogram // *Int. J. Biometeorol.* 2001. 45. (2). 90–99.
13. Otsuka K., Cornélissen G., Weydahl A. et al. Geomagnetic disturbance associated with decrease in heart rate variability in a subarctic area // *Biomed. Pharmacother.* 2001. 55. (1). 51–56.
14. Oinuma S., Kubo Y., Otsuka K. et al. ICEHRV Working Group. Graded response of heart rate variability associated with an alteration of geomagnetic activity in a subarctic area // *Biomed. Pharmacother.* 2002. 56. (2). 284–288.
15. Watanabe Y., Cornélissen G., Halberg F. et al. Associations by signatures and coherences between the human circulation and helio- and geomagnetic activity // *Biomed. Pharmacother.* 2001. 55. (1). 76–83.
16. Ройфман М.Д., Покровская И.В., Зорина И.Г., Комлягина Т.Г. Структурно-функциональное сопряжение в артериальном русле конечностей человека при нарушении насосной функции сердца // *Бюл. СО РАМН.* 1994. (2). 90–93.
- Roifman M.D., Pokrovskaya I.V., Zorina I.G., Komlyagina T.G.* Structural-functional conjunction in the limbs arterial bed in patients with heart pump dysfunctions // *Byul. SO RAMN.* 1994. (2). 90–93.
17. Melnikov V.N., Novitskaya S.Y., Komlyagina T.G., Ondar A.O. Environmental determinants of peripheral circulation in Siberian northern and southern populations – a comparison // *Abs. 14th Int. Congr. on Circumpolar Health.* Yellowknife, 2009. 141.
18. Whissell P.D., Persinger M.A. Developmental effects of perinatal exposure to extremely weak 7 Hz magnetic fields and nitric oxide modulation in the Wistar albino rat // *Int. J. Dev. Neurosci.* 2007. 25. (7). 433–439.
19. Марков Х.М. Оксид азота и ишемическая болезнь сердца // *Вестн. РАМН.* 2009. (2). 40–46.
- Markov Kh.M.* Nitric oxide and coronary heart disease // *Vestn. RAMN.* 2009. (2). 40–46.
20. Авцын А.П. Введение в географическую патологию. М., 1972. 328 с.
- Avtsyn A.P.* Introduction to geographical pathology. M., 1972. 328 p.

CENTRAL AND REGIONAL HAEMODYNAMICS AND ARTERIAL STIFFNESS IN PATIENTS WITH ISCHEMIC HEART DISEASE: A COMPARATIVE STUDY OF REPUBLIC SAKHA (YAKUTIYA) AND NOVOSIBIRSK REGION INHABITANTS

**Vladimir Nickolayevich MELNIKOV¹, Svetlana Yurievna NOVITSKAYA²,
Tamara Grigorievna KOMLYAGINA¹, Sergey Georgievich KRIVOSCHEKOV¹**

¹*Institute of Physiology SB RAMS
630117, Novosibirsk, Timakov st., 4*

²*Scientific Center of Clinical and Experimental Medicine SB RAMS
630117, Novosibirsk, Timakov st., 2*

Patients with ischemic heart disease – residents of Sakha Republic (Yakutiya, Mirny district) and Novosibirsk district have been examined on first days of their stay in academic clinic in Novosibirsk to reveal possible dependence between peripheral circulation parameters and northern living conditions at cardio-vascular pathology in 1998–2004. The flexibility indices and diameter of upper arm and femoral arteries, and blood flow parameters in forearm and cnemis muscles have been investigated with methods of oscillovasometry and venous occlusive plethysmography. Higher volumetric blood flow value in forearm muscles at intact condition of extremity as well as at maximum of post-occlusive reactive hyperaemia under the lesser peripheral resistance of bloodstream and larger flexibility of brachial artery wall have been revealed in northern inhabitants in comparison with Novosibirsk district population. It has been suggested that these differences in blood circulation are associated with geomagnetic environment of compared territories. The northerners inhabitation in area located near the center of Eastern Siberian geomagnetic anomaly with increased background field intensity is accompanied by forming vascular resistance to vasoconstrictive effect of geomagnetic disturbance which related to situational vessel relaxation after the flight to more comfortable geophysical environment of southern Siberia. This hypothesis has been proved by regression analysis as per which linear negative association between blood velocity and Ap index of geomagnetic activity exists not for Yakutiya population but for Novosibirsk district residents observed in 2 days before examination.

Key words: regional haemodynamics, arterial wall stiffness, plethysmography, geomagnetic activity, ischemic heart disease, North.

Melnikov V.N. – doctor of biological sciences, leading researcher; e-mail: mevlanic@yandex.ru

Novitskaya S.Yu. – physician

Komlyagina T.G. – researcher

Krivoschekov S.G. – doctor of medical sciences, professor, head of laboratory of functional reserves of organism