

тойчивости в I экологической группе. Анализ средних величин показателей социальной адаптированности девушек 15-16 лет показал, что во II группе данный показатель ниже нормативной величины, что свидетельствует о низкой социальной адаптации, в I группе данный показатель выше нормы, что говорит о высокой социальной адаптированности студентов. Показатель вегетативной лабильности соответствует нормативным величинам в I группе, во II и IV группах данный показатель выше нормы соответственно, что указывает на вегетативную неустойчивость.

Таблица 5.

Социальная адаптированность и вегетативная лабильность студентов из разных экологических групп.

		I группа	II группа	III группа	IV группа
Девушки 17-18 лет	1	11,86±3,67	10,1±2,38	9,75±3,01	11,47±1,98
	2	9±3,92	7,9±2,47	6,5±3,34	8,95±2,71
Девушки 15-16 лет	1	12,64±3,28	10,89±2,10	-	11,87±1,96
	2	7,35±2,73	9,47±3,25	-	9,0±2,63
Юноши 15-16 лет	1	11,3±2,83	11,9±2,46	-	10,66±1,15
	2	5,8±1,68	5,9±2,28	-	6,0±4,0

Для девушек и юношей из II группы характерны низкие показатели социальной адаптированности и высокой вегетативной лабильности, что свидетельствуют о снижении адаптивных возможностей подросков.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенный анализ выявил достоверное снижение показателей здоровья студентов, проживающих в районах с повышенным уровнем пестицидных нагрузок среды обитания; установлена зависимость распространения определенных нозологий среди студентов от уровня техногенных нагрузок окружающей среды.

Высокие и повышенные уровни антропогенного химического загрязнения окружающей среды при-

водят к психоэмоциональному перенапряжению организма, что способствует неудовлетворительной биологической и социальной адаптации студенческой молодежи.

ЛИТЕРАТУРА

1. Борисенко Н.Ф., Хижняк Н.И. // Гигиена и санитария – 1992. – № 1. – С. 7-9.
2. Василос Л.В., Максимчук А.Г., Воронко Г.Ш. // Гигиена и санитария. – 1992. – № 1. – С. 49-50.
3. Кудявцева Б.М. // Здоровье населения и среда обитания. – 2001. – № 4. – С. 23-26.
4. Кутепов Е.Н., Варфаломеева И.В. // Гиг. и сан. – 1993. – № 1.
5. Кучма В.Р., Степанова М.И. // Здоровье населения и среда обитания. – М.: ООО «Фирма изд-во АСТ», 1998. – 272 с.
6. Онищенко Г. Г. // Гиг. и сан. – 2003. – № 3. – С. 3-5.

РЕЗЮМЕ

Проведено комплексное исследование показателей здоровья, психоэмоциональной и личностной сферы студентов колледжа из районов южного региона России с различной степенью техногенного загрязнения окружающей среды.

Проведенный анализ выявил достоверное снижение показателей здоровья студентов, проживающих в районах с повышенным уровнем пестицидных нагрузок среды обитания; установлена зависимость распространения определенных нозологий среди студентов от уровня техногенных нагрузок окружающей среды.

Высокие и повышенные уровни антропогенного химического загрязнения окружающей среды приводят к психоэмоциональному перенапряжению организма, что способствует низкой биологической и социальной адаптации студенческой молодежи.

RESUME:

The complex survey of parameters of health, psychoemotional aspects of college students from districts of Russian south region, that has a different degree of technogenic pollution of environment has been carried out.

While the analysis the authentic decreases of parameters of health among the students, living in districts under the raising level of the pesticidal loading of surrounding is revealed; the dependence between dissemination of the definite nosologies among the students and the level of technogenic loading of environment is revealed.

High and raise level of anthropogenic chemical contamination of environment lead to psychoemotional supertension of organism, that promotes to low biologic and social adaptation among the study youth.

СОСТОЯНИЕ СИСТЕМЫ МИКРОЦИРКУЛЯЦИИ У ЗДОРОВЫХ ПРИШЛЫХ ЖИТЕЛЕЙ КРАЙНЕГО СЕВЕРА

КОЛБАСИН Л.Н., БУГАНОВ А.А., МАМЕДОВА С.И.

Государственное учреждение «Научно-исследовательский институт медицинских проблем Крайнего Севера РАМН» Ямало-Ненецкий автономный округ, Россия, г. Надым

АННОТАЦИЯ

Впервые на территории Ямальского региона изучены изменения общих параметров микрогемодинамики методом лазерной доплеровской флоуметрии, проведена оценка активных и пассивных факторов регуляции микроциркуляторного русла посредством вейвлет-анализа ЛДФ-грамм у здорового трудоспособного пришлого населения Крайнего Севера в зависимости от возраста, сроков проживания в высоких широтах и уровня адаптации.

Ключевые слова: адаптация, микроциркуляция, здоровые пришлые жители, лазерная доплеровская флоуметрия, вейвлет-анализ, Крайний Север.

ВВЕДЕНИЕ

Крайний Север сегодня представляет собой промышленный плацдарм Российской Федерации, на территории которого происходит добыча большей части углеводородного сырья страны. Вклад коренного малочисленного населения высоких широт в работу добывающего комплекса невелик, в связи с

чем привлекаются силы пришлого населения. Мигранты оказываются под влиянием экстремальных для них условий обитания, так как нормы реакции их физиологических систем сформировались и генетически закреплены в более мягких условиях климата [1]. Адаптационные изменения у человека под влиянием комплекса факторов Крайнего Севера являются, с физиологической точки зрения, чрезвычайно сложным процессом. Многочисленные литературные данные указывают на важную роль системы кровообращения, которая страдает одной из первых в процессе адаптации [2, 3]. При этом динамика составляющих ее систем макро- и микроциркуляции (МКЦ) характеризуется рядом проявлений, которые не укладываются в общепринятые нормы физиологических показателей, что затрудняет разграничение адаптационных сдвигов и патологических реакций. Целью настоящего исследования явилось изучение состояния системы микроциркуляции в зависимости от уровня адаптации, возраста и длительности северного стажа у здоровых пришлых жителей Крайнего Севера в возрасте 20-59 лет.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Всего в исследовании участвовали 255 здоровых пришлых жителей Крайнего Севера (г. Надым Ямало-Ненецкого автономного округа), из них 191 человек с удовлетворительной адаптацией (УА) (1 группа) и 64 человека с напряжением механизмов адаптации (НМА) (2 группа) по индексу функциональных изменений (ИФИ) Берсеновой А.П. (1991), проживающих на Крайнем Севере более 3 лет. Средний возраст обследованных составил $38,7 \pm 9,5$ лет, северный стаж – $20,9 \pm 6,9$ лет. В каждой группе выделяли подгруппы по возрасту – 20-39 лет и 40-59 лет, а также длительности северного стажа – менее и более 15 лет. Всем участникам проводили лазерную доплеровскую флоуметрию (ЛДФ) на одноканальном аппарате «ЛАКК-02» (НПП «ЛАЗМА», Россия). Лазерный зонд ($\lambda = 0,63$ мкм) фиксировался на коже волярной поверхности дистальной фаланги указательного пальца левой верхней конечности. Проводились оценка общих параметров микроциркуляции (среднее арифметическое значение показателя микроциркуляции (ПМ), среднее квадратичное отклонение ПМ – σ , коэффициент вариации – K_v) в каждой из изучаемых групп, а также вейвлет-анализ полученных ЛДФ-грамм. При этом оценивались максимальные амплитуды нейрогенных, миогенных, эндотелиальных, пульсовых и респираторных осцилляций, нормированные по σ ($((A_{\max(M)} / 3 \times \sigma) \times 100)$, $((A_{\max(N)} / 3 \times \sigma) \times 100)$, $((A_{\max(E)} / 3 \times \sigma) \times 100)$, $((A_{\max(C)} / 3 \times \sigma) \times 100)$ и $((A_{\max(R)} / 3 \times \sigma) \times 100)$ соответственно), нейрогенный, миогенный, эндотелиально зависимый компоненты сосудистого тонуса (НТ, МТ, ЭЗКТ) и показатель шунтирования (ПШ). Статистическая обработка данных осуществлялась с применением программы «Биостат». Определялись средние величины полученных данных (М), их дисперсия ($\pm \sigma$), 95%-ный доверительный интервал. Применялись непараметрические критерии: при определении связей между показателями – коэффициент ранговой корреляции Спирмена, для оценки межгрупповых различий – критерий Манна-Уитни. При наличии корреляционной связи определялись достоверность (р) и сила этой связи (г). Достоверными считали различия при $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Во всей группе здоровых мигрантов в возрасте 20-59 лет ПМ составил $12,45 \pm 5,31$ пф. ед., $\sigma = 1,66 \pm 0,97$ пф. ед., а их соотношение – $12,99 \pm 2,04\%$. Референтные величины нормальных значений ПМ колебались от 4,5 пф. ед. до 18,2 пф. ед. Корреляционный анализ выявил связи средней силы между ИФИ и показателями базальной перфузии: прямую с ПМ ($r = 0,54$, $p = 0,02$), отрицательную с σ ($r = -0,45$, $p = 0,04$) и с K_v ($r = -0,49$, $p = 0,03$), указывающие на увеличение кровенаполнения тканей при ухудшении эффективной МКЦ с ухудшением адаптации.

Оценка уровня базальной перфузии в зависимости от возраста (табл. 1) показала его снижение как при УА, так и при НМА. Корреляционный анализ выявил у здоровых респондентов связи между возрастом и показателями МКЦ: с ПМ ($r = 0,52$, $p = 0,03$),

с σ ($r = -0,48$, $p = 0,04$), с K_v ($r = -0,45$, $p = 0,04$), указывающие на ухудшение перфузии тканей с увеличением

Таблица 1.

Функциональная характеристика базальных показателей МЦР здоровых пришлых жителей ЯНАО в возрасте 20-59 лет в зависимости от возраста и уровня адаптации.

Функциональные показатели	Группы обследованных			
	УА (n=191)		НМА (n=64)	
	20-39 лет (n=111)	40-59 лет (n=80)	20-39 лет (n=13)	40-59 лет (n=51)
ПМ (пф. ед.)	$11,75 \pm 3,65$	$13,28 \pm 3,97^*$	$13,01 \pm 3,67$	$15,47 \pm 5,41^{**}$
σ (пф. ед.)	$1,88 \pm 0,42$	$1,64 \pm 0,31^{**}$	$1,62 \pm 0,34$	$1,41 \pm 0,23^{**}$
K_v (%)	$15,92 \pm 5,07$	$12,71 \pm 3,91^{***}$	$12,51 \pm 3,42$	$9,12 \pm 2,71^{***}$

Примечание: различия достоверны между группами «20-39 лет» и «40-59 лет» при: $^* - p < 0,05$; $^{**} - p < 0,01$; $^{***} - p < 0,001$; различия между группами с УА и НМА достоверны при: $^* - p < 0,01$; $^{**} - p < 0,001$; $^{***} - p < 0,0001$.

возраста при повышении их кровенаполнения. Так, в 40-59 лет в группе с УА отмечалось снижение σ на 12,76% ($p < 0,01$) и K_v на 20,16% ($p < 0,001$) при увеличенном на 11,52% ($p < 0,05$) ПМ. Снижение общей перфузии среди лиц старшей возрастной группы с НМА было еще выраженной: K_v снижался на 27,09% ($p < 0,05$), в то время как ПМ увеличивался на 15,9% ($p < 0,05$), а σ не изменялось. Сравнительный анализ общих перфузионных показателей системы МКЦ в зависимости от возраста и уровня адаптации показал, что только среди лиц 40-59 лет при снижении адаптации происходило увеличение кровенаполнения периферических тканей, о чем свидетельствовало увеличение ПМ на 14,15% ($p < 0,01$), в то время как его модуляция снижалась на 14,02% ($p < 0,001$), способствуя снижению K_v на 28,24% ($p < 0,0001$).

Изучение функциональных показателей МКЦ с учетом длительности проживания здоровых пришлых жителей в высоких широтах также выявило наличие изменений (табл. 2).

Таблица 2.

Функциональная характеристика базальных показателей МЦР здоровых пришлых жителей ЯНАО в возрасте 20-59 лет в зависимости от длительности северного стажа и уровня адаптации.

Функциональные показатели	Группы обследованных			
	УА (n=191)		НМА (n=64)	
	менее 15 лет (n=35)	более 15 лет (n=156)	менее 15 лет (n=14)	более 15 лет (n=50)
ПМ (пф. ед.)	$11,76 \pm 3,62$	$12,98 \pm 3,74^*$	$13,21 \pm 3,92$	$15,36 \pm 5,21^{**}$
σ (пф. ед.)	$1,89 \pm 0,45$	$1,74 \pm 0,36^*$	$1,67 \pm 0,32^*$	$1,28 \pm 0,26^{***}$
K_v (%)	$16,01 \pm 5,45$	$13,62 \pm 4,71^{**}$	$12,58 \pm 3,95^{**}$	$9,05 \pm 2,83^{***}$

Примечание: различия достоверны между группами «менее 15 лет» и «более 15 лет» при: $^* - p < 0,05$; $^{**} - p < 0,01$; $^{***} - p < 0,001$; различия между группами с УА и НМА достоверны при: $^* - p < 0,05$; $^{**} - p < 0,01$; $^{***} - p < 0,0001$.

На них указали связи между полярным стажем и показателями МКЦ: с ПМ ($r = 0,49$, $p = 0,02$), с σ ($r = -0,51$, $p = 0,02$), с K_v ($r = -0,50$, $p = 0,04$). Так, среди удовлетворительно адаптированных лиц с северным стажем более 15 лет увеличение ПМ составляло 9,39% ($p < 0,05$) по сравнению с лицами, прожившими на Крайнем Севере менее 15 лет. В то же время снижение σ на 23,35% ($p < 0,001$) у лиц с полярным стажем более 15 лет с НМА способствовало отрицательной динамике K_v на 28,06% ($p < 0,01$), причем регресс данных показателей в этой группе был более выражен по сравнению с лицами с УА. Сопоставляя показатели общей перфузии в одинаковых группах

по северному стажу с различной адаптацией, мы получили, что увеличение ПМ происходило не только среди мигрантов-старожилов. Так, у лиц с северным стажем более 15 лет с НМА в сравнении с респондентами с УА прирост ПМ составил 15,49% ($p < 0,01$), тогда, как σ и K_v снижались на 26,43% ($p < 0,0001$) на 33,55% ($p < 0,0001$) соответственно. Среди лиц, проживших на Крайнем Севере менее 15 лет, снижение K_v на 21,42% ($p < 0,01$) было обусловлено сниженным σ на 11,64% ($p < 0,05$).

При оценке флуктуаций кровотока нами были выявлены изменения механизмов контроля МКЦ в процессе жизни здоровых мигрантов на Крайнем Севере. Так, по данным вейвлет-анализа, получено, что в зависимости от возраста обследованных (табл. 3) среди удовлетворительно адаптированных лиц старше 40 лет более выражено повышались нормированные амплитуды пассивных факторов регуляции

Таблица 3.

Функциональная характеристика показателей МЦР по результатам вейвлет-анализа в зависимости от уровня адаптации и возраста здоровых пришлых жителей в возрасте 20-59 лет на Крайнем Севере.

Функциональные показатели	Группы обследованных			
	УА (n=191)		НМА (n=64)	
	20-39 лет (n=111)	40-59 лет (n=80)	20-39 лет (n=13)	40-59 лет (n=51)
$(A_{\max(E)} / 3 \times \sigma) \times 100 (\%)$	32,23±6,97	45,11±7,84 ^{****}	35,25±6,51*	49,04±8,24 ^{*****}
$(A_{\max(N)} / 3 \times \sigma) \times 100 (\%)$	34,76±6,86	47,19±7,92 ^{****}	37,21±6,22*	52,17±9,41 ^{*****}
$(A_{\max(M)} / 3 \times \sigma) \times 100 (\%)$	26,15±3,84	34,55±6,11 ^{****}	29,16±4,78*	40,24±7,53 ^{*****}
$(A_{\max(R)} / 3 \times \sigma) \times 100 (\%)$	13,06±3,22	19,59±4,12 ^{****}	16,16±2,23*	24,72±3,33 ^{*****}
$(A_{\max(C)} / 3 \times \sigma) \times 100 (\%)$	22,18±4,31	32,24±6,81 ^{****}	28,71±4,95 ^{***}	38,56±7,08 ^{*****}
НТ (ед.)	30,71±4,29	23,75±3,75 ^{*****}	26,51±3,91 ^{***}	19,44±3,16 ^{*****}
МТ (ед.)	36,39±6,14	31,58±4,81 ^{****}	34,15±4,63 ^{**}	28,95±3,94 ^{*****}
ЭКТ (ед.)	31,54±4,50	24,17±3,88 ^{****}	27,12±4,05 ^{***}	21,92±3,81 ^{*****}
ПШ (ед.)	1,17±0,12	1,32±0,19 ^{^^}	1,27±0,14*	1,48±0,21 ^{*****}

Примечание: различия достоверны между группами «20-39 лет» и «40-59 лет» при: ^ – $p < 0,05$; ^^ – $p < 0,01$; ^^ – $p < 0,001$; ^^^ – $p < 0,0001$; различия между группами с УА и НМА достоверны при: * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,001$; **** – $p < 0,0001$.

МКЦ – в большей степени респираторных (на 33,33%, $p < 0,0001$). В то же время все амплитуды активных факторов контроля также увеличивались в старшей возрастной группе лиц с УА, в первую очередь ($(A_{\max(E)} / 3 \times \sigma) \times 100$) на 28,55% ($p < 0,0001$). Это способствовало снижению ЭЗКТ, НТ и МТ на 23,36% ($p < 0,0001$), 22,66% ($p < 0,0001$) и 13,21% ($p < 0,0001$) соответственно. Функция артериоло-венулярных анастомозов (АВА) изменялась в сторону их активизации на 11,36% ($p < 0,001$). Среди здоровых лиц с НМА увеличение возраста также способствовало росту нормированных амплитуд как пассивных факторов, так и активных. Причем первые увеличивались в меньшей степени, чем у лиц с УА, максимально ($(A_{\max(R)} / 3 \times \sigma) \times 100$) на 34,62% ($p < 0,0001$). В отношении активных механизмов контроля МКЦ наблюдалась следующая динамика по мере убывания: ($(A_{\max(N)} / 3 \times \sigma) \times 100$) возрастала на 28,67% ($p < 0,0001$), ($(A_{\max(M)} / 3 \times \sigma) \times 100$) на 27,53% ($p < 0,0001$) и ($(A_{\max(E)} / 3 \times \sigma) \times 100$) на 26,89% ($p < 0,0001$). В результате происходила депрессия НТ, ЭЗКТ и МТ на

26,66% ($p < 0,001$), 19,21% ($p < 0,001$) и 15,22% ($p < 0,001$). Кроме того, на 14,18% ($p < 0,001$) увеличивалось количество функционирующих АВА. Оценка динамики осцилляций предстателей одной возрастной группы с разными уровнями адаптации выявила, что в младшей возрастной группе с увеличением ИФИ из активных колебаний максимально (на 10,32%, $p < 0,05$) повышалась амплитуда вазомоций. Из пассивных факторов контроля МЦР наибольший прирост имела ($(A_{\max(C)} / 3 \times \sigma) \times 100$), увеличиваясь на 22,74% ($p < 0,001$). Вышеизложенная динамика амплитуд формировала снижение ЭЗКТ, НТ и МТ на 14,01% ($p < 0,001$), 13,67% ($p < 0,001$) и 6,15% ($p < 0,05$). Как следствие, увеличивалось количество функционирующих АВА на 7,84% ($p < 0,05$). У лиц старше 40 лет с ухудшением адаптации отмечалось достоверное угнетение активных факторов, проявлением чего являлось повышение их амплитуд. При этом максимально (на 14,14%, $p < 0,0001$) повышалась амплитуда вазомоций. Также активировалось влияние пассивных механизмов – больше респираторных на 20,75% ($p < 0,0001$). Соответственно снижению амплитуд активных механизмов контроля МКЦ происходила депрессия расчетных компонентов микрососудистого тонуса: максимально – НТ (на 18,14%, $p < 0,001$). Кроме того, на 10,81% ($p < 0,001$) увеличивалось количество АВА.

Длительность проживания на Крайнем Севере также внесла свои коррективы в работу механизмов регуляции МКЦ (табл. 4). Так, у лиц с УА с увеличением северного стажа более 15 лет наблюдалось уве-

Таблица 4.

Функциональная характеристика показателей МЦР здоровых пришлых жителей ЯНАО в возрасте 20-59 лет по результатам вейвлет-анализа в зависимости от уровня адаптации и длительности проживания в высоких широтах.

Функциональные показатели	Группы обследованных			
	УА (n=191)		НМА (n=64)	
	менее 15 лет (n=35)	более 15 лет (n=156)	менее 15 лет (n=14)	более 15 лет (n=50)
$(A_{\max(E)} / 3 \times \sigma) \times 100 (\%)$	33,27±5,84	43,58±7,92 ^{****}	36,28±7,14	46,74±8,19 ^{*****}
$(A_{\max(N)} / 3 \times \sigma) \times 100 (\%)$	34,61±6,24	46,72±8,21 ^{****}	38,47±7,36	51,39±9,22 ^{*****}
$(A_{\max(M)} / 3 \times \sigma) \times 100 (\%)$	25,19±4,09	33,15±6,82 ^{****}	30,99±5,47	39,57±6,89 ^{*****}
$(A_{\max(R)} / 3 \times \sigma) \times 100 (\%)$	13,81±2,91	19,24±4,55 ^{****}	18,45±3,47*	23,62±4,19 ^{*****}
$(A_{\max(C)} / 3 \times \sigma) \times 100 (\%)$	23,31±4,02	31,86±6,21 ^{****}	29,34±4,38*	37,21±6,28 ^{*****}
НТ (ед.)	30,56±4,51	24,31±4,11 ^{^^}	25,97±4,28	20,37±3,92 ^{***}
МТ (ед.)	37,39±6,32	31,92±6,84 ^{^^}	33,56±5,95	28,84±4,57 ^{***}
ЭКТ (ед.)	30,15±5,74	26,17±4,28 ^{^^}	26,29±4,32	22,58±4,07 ^{***}
ПШ (ед.)	1,21±0,22	1,32±0,28*	1,29±0,27	1,41±0,34*

Примечание: различия достоверны между группами «менее 15 лет» и «более 15 лет» при: ^ – $p < 0,05$; ^^ – $p < 0,01$; ^^ – $p < 0,001$; ^^^ – $p < 0,0001$; различия между группами с УА и НМА достоверны при: * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,001$; **** – $p < 0,0001$.

личение ЛДФ-характеристик активных факторов, максимально – ($(A_{\max(N)} / 3 \times \sigma) \times 100$) – на 25,92% ($p < 0,0001$). Нормированные амплитуды пассивных флуктуаций также возрастали: респираторных на 28,22% ($p < 0,0001$), кардиальных на 26,83% ($p < 0,0001$), указывая на усиление притока крови в МКЦ при уменьшении оттока из нее. Снижение НТ, МТ и ЭЗКТ на 20,45% ($p < 0,001$), 14,62% ($p < 0,001$) и 13,20% ($p < 0,001$) сопровождалось увеличением на 8,33% ($p < 0,05$) функционирующих АВА. Респонден-

ты с НМА с ростом длительности проживания в высоких широтах более 15 лет также имели увеличенные амплитуды дыхательного (на 21,88%, $p < 0,001$) и пульсового (на 21,15%, $p < 0,001$) факторов регуляции. Рост нормированных амплитуд активных осцилляций происходил с увеличением длительности северного стажа. При этом также максимально повышалась $((A_{\max(N)} / 3 \times \sigma) \times 100)$ на 24,55% ($p < 0,001$). Соответственно, значимо угнетался НТ на 21,56% ($p < 0,05$). Сравнение результатов вейвлет-анализа в каждой из групп по длительности северного стажа в зависимости от уровня адаптации организма выявило, что если среди лиц, длительность проживания которых на Крайнем Севере не превышала 15 лет, динамика компонентов регуляции МКЦ в большинстве случаев не прослеживалась, то у мигрантов-старожиллов наблюдалось достоверное изменение этих показателей с увеличением ИФИ. Так, нормированные $A_{\max(M)}^1$, $A_{\max(N)}^1$, $A_{\max(E)}^1$ повышались на 16,22% ($p < 0,0001$), 9,08% ($p < 0,001$), 6,76% ($p < 0,001$), при этом, что $A_{\max(R)}^1$, $A_{\max(C)}^1$ увеличивались еще более – на 18,54% ($p < 0,0001$) и 14,37% ($p < 0,0001$) соответственно. Этим характеризовалась депрессия всех компонентов микрососудистого тонуса. Причем максимально (на 16,2%, $p < 0,001$) угнетался НТ, а минимально (на 9,4%, $p < 0,001$) – МТ. Работа АВА увеличивалась на 6,38% ($p < 0,05$).

ОБСУЖДЕНИЕ

Поскольку периферический кровоток выполняет самые разнообразные функции, направленные на поддержание гомеостаза, то при системном анализе кровообращения и его морфофункциональных преобразований в процессе адаптации к неблагоприятным условиям внешней среды важно иметь представление о периферическом звене сердечно-сосудистой системы. Это стало возможным благодаря методу ЛДФ, имеющему немало преимуществ перед другими методами исследования МКЦ [4].

К сожалению, на сегодняшний день не существует общепринятых норм базальной перфузии. Это может быть связано как с пространственной гетерогенностью анатомического распределения сосудов в дерме различных областей кожи человека [5], так и с временной изменчивостью кровотока, обусловленной адаптационными способностями МКЦ [4]. В большинстве исследований авторы ориентируются на ПМ среди представителей группы контроля. Так, среди здоровых лиц в г. Москве [4] ПМ для волярной поверхности второго пальца кисти равен 15,8 пф.ед. с разбросом значений около 15%, а в г. Тюмени [6] средняя перфузия составляла $19,7 \pm 1,2$ пф.ед. Нами установлены региональные границы ПМ во всей группе здоровых мигрантов ЯНАО в возрасте 20-59 лет – 4,5-18,2 пф.ед.

Переход удовлетворительной адаптации в донозологическое состояние у здоровых респондентов, по нашим данным, сопровождается изменением показателей базальной перфузии: увеличением ПМ при снижении σ и K_v , указывающих на ухудшение микроциркуляции тканей при увеличении кровенаполнения последних. Известно, что повышение значения ПМ характеризует увеличение перфузии [4]. Причем это может быть связано как с ослаблением сосудистого тонуса (увеличением объема крови в артериальном звене русла), так и с явлением зас-

тоя крови в веноулярном звене. Поэтому однозначно объяснить повышение ПМ без дополнительных данных не представляется возможным. Повышение σ может быть обусловлено более интенсивным функционированием механизмов регуляции или возрастанием сердечных и дыхательных ритмов. Увеличение K_v отражает улучшение МКЦ, т.к. оно обусловлено лучшей вазомоторной активностью сосудов микроциркуляторного русла.

Оценка уровня базальной тканевой перфузии в зависимости от возраста показала ее снижение как при УА, так и при НМА. На данный факт указывают и другие исследования, выявившие отрицательную связь между возрастом и показателями МКЦ [4]. Сопоставляя показатели общей тканевой перфузии в группах с различной адаптацией в зависимости от возраста, мы получили, что при ухудшении адаптации увеличение ПМ происходит в каждом из возрастных диапазонов, указывая на напряжение работы регионального русла, причем в старших возрастных группах данная динамика более значима. Известно, что в процессе старения происходит сужение физиологических пределов регуляции периферического кровотока, при этом оптимальное функционирование отдельных звеньев микроциркуляторного русла наблюдается в возрасте 35-40 лет [4, 7]. Увеличение кровенаполнения тканей при ухудшении адаптации отражает, по нашему мнению, течение адаптивного процесса на Крайнем Севере, характеризуя работу компенсаторных механизмов МКЦ.

Ухудшение общей перфузии тканей происходит и с увеличением длительности северного стажа. При этом рост ИФИ среди лиц с северным стажем более 15 лет способствует кровенаполнению периферических тканей, о чем свидетельствует увеличение ПМ при снижении σ и K_v . Мы связываем данные изменения с перераспределением влияния механизмов регуляции МКЦ в процессе адаптации организма человека к условиям высоких широт.

Известно [4], что величина сосудистого тонуса обусловлена результирующим влиянием как минимум трех факторов – трансмурального внутрисосудистого давления, упругоэластичными свойствами структур сосудистой стенки и степенью сокращения их гладкой мускулатуры. При этом если первый отчасти придается сосудистому ложу извне, а второй обусловлен морфогенетически, то третий наиболее изменчив и подвержен регулирующим воздействиям. Изучение факторов регуляции периферического кровотока в процессе старения посредством вейвлет-анализа показало снижение активности миогенной, нейрогенной и эндотелиальной систем организма у респондентов старше 40 лет как с УА, так и с НМА при усилении роли пассивных факторов. При этом увеличивалось число функционирующих АВА, больше при НМА. Ряд авторов [7] наблюдали возрастное увеличение амплитуды пульсовой и уменьшение амплитуды дыхательных волн, отражающее, по их мнению, изменения функционирования артериального и веноулярного звеньев МКЦ в процессе старения. Возрастание амплитуд пассивных ритмов может являться следствием проявления функционирования активных механизмов контроля этого компонента [4, 8] вследствие снижения эластичности сосудистой стенки и симпатической составляющей нейрогенной активности. Это приводит к возраста-

нию сердечного ритма в МКЦ в результате увеличения притока артериальной крови, привносящей пульсовую волну. Ряд исследователей [9, 10] отмечает, что снижение амплитуды медленных и повышение амплитуды быстрых волн флуксуций может указывать как на увеличение притока крови в систему микроциркуляции, так и на замедление оттока из нее. Увеличение функционирующих АВА [9] может отражать начальный этап формирования АГ, причем именно открытие нефункционирующих капилляров приводит к уменьшению сопротивления в сосудистом русле и давления на капиллярную стенку, вследствие чего увеличивается объемная скорость кровотока. Однако при длительном воздействии высокого сердечного выброса на капиллярную сеть происходит уменьшение просвета сосудов вплоть до полного их закрытия за счет сокращения прекапиллярных сфинктеров, демпфирующих давление на стенки капилляров. В последующем происходит процесс редификации капилляров и мелких артериол (вначале функциональный, затем структурный). Оценка осцилляций представителей одного возраста с разными уровнями адаптации выявила и в младшей, и в старшей возрастных группах с увеличением ИФИ депрессию всех компонентов микрососудистого тонуса, рост количества функционирующих АВА, более выраженные у лиц старше 40 лет. С учетом вышеуказанного мнения [9] можно объяснить увеличение распространенности АГ с увеличением возраста.

Как показало наше исследование, длительность проживания на Крайнем Севере вносит свои коррективы в работу механизмов регуляции МКЦ. Так, у лиц с УА с увеличением северного стажа более 15 лет наблюдается повышение амплитуд активных колебаний. Преимущественное снижение ИТ сопровождается увеличением функционирующих АВА. Если среди лиц, длительность проживания которых на Крайнем Севере не превышает 15 лет, динамика компонентов регуляции сосудистого русла не прослеживалась, то у мигрантов-старожилов, северный стаж которых был более 15 лет, наблюдалась достоверная депрессия всех компонентов микрососудистого тонуса с ростом ИФИ. Мы оцениваем данные изменения как адаптивные, в то же время эндотелиальная дисфункция может способствовать формированию патологии сосудистого русла, в частности АГ [8]. Это делает актуальным продолжение исследований физиологии микроциркуляторного русла в процессе адаптации организма человека в высоких широтах.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, состояние микроциркуляторного русла здоровых пришлых жителей Крайнего Севера в возрасте 20-59 лет характеризуется ухудшением общих показателей базальной перфузии с увеличением возраста (старше 40 лет) и длительности проживания в высоких широтах (более 15 лет), а также увеличением кровенаполнения микроциркуля-

торного русла с ухудшением адаптационных возможностей организма. Это связано с перераспределением влияния активных (миогенного, нейрогенного, эндотелиального) и пассивных (респираторных, пульсовых) факторов контроля состояния микроциркуляторного русла с угнетением первых и активацией последних, что характеризуется снижением нейрогенного, миогенного и эндотелиально зависимого компонентов микрососудистого тонуса и увеличением количества функционирующих АВА.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агаджанян Н.А., Торшин В.И. Экология человека. – М.: КРУК, 1994. – 256 с.
2. Буганов А.А., Федорова Ю.А. Адаптация кардиореспираторной системы к экстремальным условиям Крайнего Севера. – М.: Изд-во ООО «Вертикаль АНК», 2004. – 112 с.
3. Саламатина Л.В., Леханова Е.Н. Здоровье человека с позиции адаптации к Крайнему Северу // В кн.: Здоровье населения Ямало-Ненецкого автономного округа: состояние и перспективы / Под ред. Буганова А.А. – Надым – Омск, 2006. – С. 96 – 144.
4. Крупаткин А.И., Сидоров В.В. Методические аспекты диагностики состояния микроциркуляции крови. // В кн. Лазерная доплеровская флоуметрия микроциркуляции крови / Под ред. Крупаткина А.И., Сидорова В.В.: Руководство для врачей. – М.: ОАО Издательство «Медицина», 2005. – 256 с.: ил.
5. Braverman I.M., Keh A. And Goldminz D. Correlation of laser Doppler Wave patterns with underlying microvascular anatomy // J. Invest. Dermatol. – 1990. – Vol. 95. – P. 283.
6. Стрельцова Н.Н., Васильев А.П., Сенаторов Ю.Н. и др. Микроциркуляторная картина и клинко-функциональный статус у больных стенокардией // – Web document. – 2005. – URL: <http://cardio.medi.ru/6630108a.htm>.
7. Тихонова И.В., Танканга А.В., Косякова Н.И. и др. Изменение параметров периферического кровотока у человека в процессе старения // Тез. международной конференции «Гемореология в макро- и микроциркуляции». – Ярославль, М., 2005. – С. 185.
8. Folkow B. Pathophysiology of hypertension: differences between young and elderly // J. Hypertens. – 1993. – Vol. 11. – Suppl. 4. – S. 21-24.
9. Маколкин В.И., Подзолков В.И., Бранько В.В. и др. Микроциркуляция в кардиологии. – М., 2004. – 131 с.
10. Schmid-Schonbein H., Zied S., Rutten W., Heidtmann H. Active and passive modulation of cutaneous red cell flux as measured by Laser Doppler Flowmetry // VASA. – 1992. – Vol. 34, Suppl. – P. 38-47.

РЕЗЮМЕ

Впервые на Крайнем Севере в клинко-физиологическом исследовании изучено состояние микроциркуляции методом лазерной доплеровской флоуметрии, проведена оценка факторов регуляции микроциркуляторного русла посредством вейвлет-анализа ЛДФ-грамм у здорового пришлого населения в возрасте 20-59 лет в зависимости от возраста, сроков проживания в высоких широтах и уровня адаптации. Показано ухудшение общих показателей базальной перфузии с увеличением возраста старше 40 лет и длительности проживания в высоких широтах более 15 лет, а также увеличение кровенаполнения микроциркуляторного русла с ухудшением адаптационных возможностей организма. Выявлено перераспределение влияния активных и пассивных факторов контроля состояния микроциркуляторного русла с угнетением первых и активацией последних, способствующее снижению всех компонентов микрососудистого тонуса и увеличению количества функционирующих шунтов.

SUMMARY

or the first time on Far North in clinic-physiological study the condition of microcirculation by laser Doppler flowmetry method is researched, also the evaluation factors of microcirculations channels control was organized by means of wavelet analysis of LDF-gram by the adult newly arrived people of the age of 20-59 depending of age, periods of residence in high latitude and level of adaptation. Deterioration of the total factors of basal perfusion with increasing of the age over 40 is shown, as well as duration of residence in high latitude more than 15 years, and also the increasing of blood-filling of microcirculation channels with the deterioration of adaptive possibilities of the organism. The redistribution of the influence of active and passive factors of the supervision of microcirculation channels condition is revealed with the oppression of firsts and the activation of the lasts, promoting reduction of all components of microvascular tone and increasing of dynamic shunt amount.