

МАКСИМОВ А. Л., ХАРИН А. В.

## Морфофункциональные особенности состояния капиллярного кровотока у аборигенов и европеоидов Магаданской области

*Научно-исследовательский центр «Арктика» Дальневосточного отделения РАН,  
685000, пр. К. Маркса д. 24, г. Магадан, Россия  
e-mail: arktika@online.magadan.su*

### Реферат

Представлены результаты сравнительного анализа морфофункциональных показателей сосудов микроциркуляторного русла кожной складки ногтевого ложа в ответ на локальную холодовую пробу у аборигенов и уроженцев Северо-Востока России из числа европеоидов.

Установлено, что в ответ на локальное холодовое воздействие у европеоидов наблюдается тенденция к интенсификации кровотока в артериальном звене капилляров и снижение его в венозном, чего не отмечается у аборигенов. Для аборигенов характерна достоверно меньшая длина капилляров, что, вероятно, обеспечивает у них меньшие теплопотери с поверхности кожи и способствует сохранению температурного гомеостаза. Все это указывает, что у аборигенов сформировался более совершенный механизм адаптации и поддержания оптимального обеспечения кровотока в конечностях при воздействии холода, чем у европеоидов, родившихся и достаточно длительно проживающих на Севере.

**Ключевые слова:** Северо-Восток России, аборигены, европеоиды, капилляроскопия, микроциркуляция.

### Введение

К настоящему времени имеются значительные успехи в разработке высокотехнологичной медицинской аппаратуры и методик, позволяющих проводить у человека прижизненное неинвазивное исследование микроциркуляции крови с записью в память компьютера морфофункциональных показателей структуры капилляров и кровотока в реальном режиме текущего времени [5, 7, 8]. При этом в большинстве случаев объектом исследования служит кожа ногтевого ложа, которая легко доступна для неинвазивной диагностики и проведения функциональных проб. В коже присутствуют практически все механизмы регуляции микроциркуляции (гуморальные, местные, нейрогенные, развиты механизмы самоорганизации), и могут воспроизводиться большинство патологических процессов [16].

Поскольку система микроциркуляции крови является чувствительным звеном сосудистой системы по отношению к изменениям кровообращения, а также имеет высокую реактивность в ответ на изменения гомеостаза и внешние воздействия, то состояние морфологии капилляров и микроциркуляции крови может являться информативным показателем не только состояния системной и региональной гемодинамики, но и функционального состояния всего организма [8].

Визуализация микроангиоархитектоники и кровенаполнения капилляров становится ведущей в оценке достаточности функционирования гемодинамической системы, при этом объектом наблюдения при капилляроскопии являются капилляры кожной складки (кутикулы) ногтевого ложа. Следует отметить, что методику, позволяющую прижизненно увидеть капиллярную сеть у человека, предложил С. Ломбард

еще в 1911 г., введя просветление эпидермиса ногтевого ложа с помощью нанесения на исследуемый участок капли прозрачного масла с определенным значением преломления отраженного светового потока [3]. Методика не претерпела существенного изменения в процессе визуализации объекта исследования, однако в настоящее время капилляроскопия приобрела качественно новое значение.

Разработки в этой области привели к модификации стандартных капилляроскопов, что дало возможность получать более широкую информацию не только об анатомо-морфологической структуре капилляров, но и характеристиках движения крови и эритроцитов в артериальных и венозных участках в зоне ногтевого ложа. Выбор этой локализации объясняется свойственным данной области расположением капиллярных петель параллельно поверхности кожи, что дает возможность визуализации капилляров на всем их протяжении [1].

Современные возможности видеокамер и программного обеспечения компьютера позволили широко применять метод в объективизации не только патологических процессов, связанных с воздействием ряда вредных производственных факторов, но и оценивать особенности перестроек микроциркуляции при адаптации человека к экстремальным природно-климатическим условиям. С помощью компьютерного капилляроскопа возможно рассчитать морфометрические характеристики капилляров, плотность расположения функционирующих капилляров, определить гемодинамические параметры крови (скорость движения эритроцитов в артериальном и венозном участках), агрегатное состояние крови, а также сопоставить данные выборки в разных ракурсах для наблюдения микроциркуляции

в динамике, что значительно упрощает восприятие капиллярных картин, позволяет изучать и анализировать полученные изображения, что невозможно при любой другой неинвазивной методике [12, 13].

Отметим, что до настоящего времени данный метод еще не получил широкого развития при оценке адаптации и состояния здоровья у практически здоровых лиц, что связано, прежде всего, с отсутствием нормативных показателей микроциркуляции, характерных для организма человека при воздействии на него различных факторов окружающей природной среды. В доступной нам литературе имеются единичные работы об особенностях перестройки микроциркуляции в норме у жителей Крайнего Севера под воздействием экстремальных природно-климатических факторов [6, 10]. Поэтому изучение индивидуально-типологических особенностей показателей микроциркуляции весьма актуально, так как позволит разработать нормативные показатели для количественной оценки состояния капиллярного кровотока, определить характеристики его изменений в зависимости от возраста и условий окружающей среды.

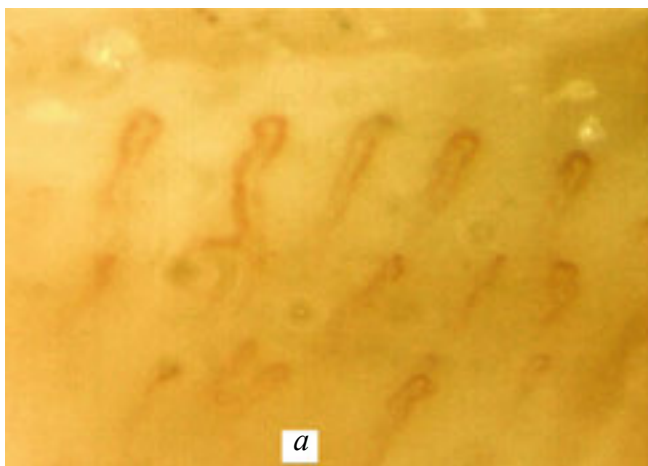
В связи с этим, **целью** исследования было выявление особенностей морфофункционального состояния капиллярного русла и характеристик микроциркуляции крови (скорости движения эритроцитов) у юношей-аборигенов и укорененных европеоидов — постоянных жителей Северо-Востока России.

#### Материал и методы исследования

В наших исследованиях приняли участие 67 практически здоровых подростков мужского пола 13–18 лет, уроженцы поселка Эвенск Магаданской области.

Все обследуемые не имели обморожений рук и других травм, последствия которых могли бы повлиять на микроциркуляцию в капиллярах ногтевого ложа.

Исследование морфофункционального состояния капиллярного русла и характеристик микроциркуляции крови в складке кожи ногтевого ложа проводилось при помощи компьютерного капилляроскопа фирмы «Поток» (Украина), при увеличении в 100 раз и области исследования  $0,6 \times 1,7$  мм. Особенности структуры капилляров показаны на рис. 1.



Регистрация микроциркуляции осуществлялась путем кадровой оценки сдвига эритроцитов в режиме непрерывной видеозаписи, где программное обеспечение прибора позволяет проводить количественную оценку всех визуально наблюдаемых процессов и анатомических структур, получая усредненное значение скорости движения эритроцитов по конкретно исследованным капиллярам.

Испытуемые были обследованы после 15 мин отдыха в положении сидя при температуре воздуха в помещении 22–24 °С. До пробы (фон) в зоне ногтевого валика 4-го или 3-го пальцев левой руки выбиралось наилучшее изображение капилляров. При этом морфологическая картина состояния микрососудистого русла фиксировалась в виде разового снимка, а скорость кровотока в артериальном и венозном сегментах записывалась в реальном режиме времени продолжительностью не менее 20 с.

Ранее в исследованиях было показано, что по результатам холодовой пробы можно прогнозировать холодовую и гипоксическую устойчивость, поэтому оценка реактивности микрососудистого русла на холодное воздействие проводилась при стандартном тестирующем воздействии с использованием метода локального охлаждения интактной кисти [10]. После записи фоновых показателей кисть правой руки погружалась на 2 мин в воду с температурой таяния льда от 0 до +2 °С. По окончании пробы на интактной левой кисти (не подвергавшейся холодному воздействию) в поле зрения тех же капилляров, что и до пробы, вновь фиксировались показатели микроциркуляции.

Перед статистической обработкой все испытуемые были разделены на две группы: аборигенные жители — 40 человек и уроженцы Севера 1–2 поколения — 27 человек, являющихся постоянными жителями региона из числа европеоидов, обозначаемых как укорененные лица [9]. Анализу были подвергнуты следующие показатели: длина и диаметр различных отделов микроциркуляторного русла кожи, коэффициенты извитости и деформации микрососудов, величина периваскулярной зоны, скорость кровотока в артериальном и венозном отделах. Все изученные показатели были статистически обработаны с определением характера распределения, среднего значения

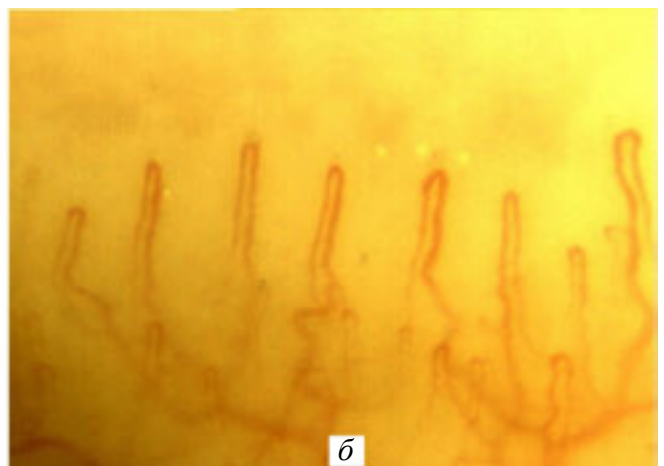


Рис. 1. Типичная структура капилляров аборигенов (а) и укорененных европеоидов (б) в поле зрения капилляроскопа «Микропоток»

(М), ошибки средней ( $M \pm m$ ), коэффициентов парной корреляции и оценки достоверности различий с использованием t-критерия Стьюдента; критический уровень значимости в работе принимался при  $p \leq 0,05$  [4].

### Результаты исследования и их обсуждение

В таблице приведены результаты статистического анализа показателей структуры капиллярной сетки и микроциркуляции, который выявил достоверные отличия между группами аборигенов и европеоидов по трем показателям: длина артериального участка, длина венозного участка и коэффициент извитости венозного участка. Так, у европеоидов длина артериального сегмента была на 30 мкм, а венозного — на 38 мкм больше, чем у аборигенов, при этом достоверно больше была извитость венул. Локальное холодовое воздействие практически не влияло

на скорость капиллярного кровотока у аборигенов, а у европеоидов имело тенденцию к увеличению в артериальном звене и снижению в венозном.

Меньшая длина капилляров у аборигенов, при одинаковой плотности на единицу площади, обеспечивает их меньшую поверхность, что может снижать теплопотери организма с участков кожи, в большей степени открытых для воздействия низких температур. Подчеркнем, что такая морфологическая особенность структуры капиллярной сети поверхности кожи является целесообразным адаптационно сформированным признаком у аборигенов, направленным на снижение теплопотерь организма, в отличие от европеоидов. Очевидно, что у европеоидов — уроженцев Севера адаптивные процессы еще не затрагивают морфологическую структуру капилляров, а изменения в большей степени носят функциональный характер и направлены при воздей-

Показатели структуры капилляров и микроциркуляции у юношей аборигенов и европеоидов

Таблица

| Показатели                                                   | Аборигены (n=40) |                 | Европеоиды (n=27) |                 |
|--------------------------------------------------------------|------------------|-----------------|-------------------|-----------------|
|                                                              | фон              | холодовая проба | фон               | холодовая проба |
| Количество капилляров, шт.                                   | 18±0,84          | 18,5±0,82       | 20±1,28           | 20,2±1,3        |
| Количество функционирующих капилляров, шт.                   | 18±0,84          | 18,5±0,82       | 20±1,28           | 20,2±1,3        |
| Диаметр артериального сегмента, мкм                          | 10,4±0,38        | 10,5±0,38       | 11,2±0,5          | 10,9±0,45       |
| Диаметр венозного сегмента, мкм                              | 13,3±0,5         | 13,1±0,48       | 14,7±0,84         | 14,2±0,72       |
| Длина артериального сегмента, мкм                            | 140,8±7,21*      | 142,8±7,35**    | 170±8,88*         | 180±9**         |
| Длина венозного сегмента, мкм                                | 150,4±7,36*      | 152,6±7,7**     | 188,9±9,32*       | 196±8,89**      |
| Тонус артериального сегмента                                 | 0,1±0,01         | 0,1±0,01        | 0,09±0,01         | 0,09±0,01       |
| Тонус венозного сегмента                                     | 0,1±0,01         | 0,1±0,01        | 0,1±0,01          | 0,08±0,01       |
| Коэфф. извитости артериального сегмента                      | 0,9±0,04         | 0,9±0,04        | 0,92±0,05         | 0,87±0,06       |
| Коэфф. извитости венул                                       | 0,8±0,05*        | 0,8±0,05**      | 0,93±0,05*        | 0,93±0,05**     |
| Скорость движения эритроцитов в артериальном сегменте, мкм/с | 175±8,36         | 172±9,09        | 162±12,71         | 178±12,71       |
| Скорость движения эритроцитов в венозном сегменте, мкм/с     | 115±9,74         | 114±8,70        | 124±11,98         | 120±12,52       |
| Периваскулярная зона, мкм                                    | 81,5±4,29        | 79,1±4,03       | 89,7±4,17         | 89±4,38         |

\* — достоверное различие фоновых показателей между группами аборигенов и европеоидов при  $p < 0,05$ ; \*\* — достоверное различие показателей после проведения холодовой пробы между группами аборигенов и европеоидов при  $p < 0,05$ .

ствии холодового фактора на активизацию кровотока в артериальном звене капилляров.

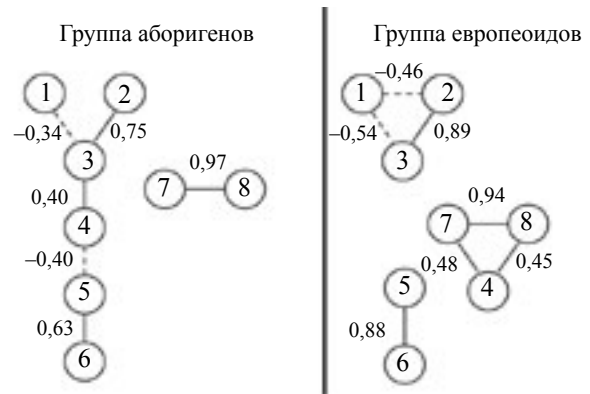
Отметим, что в абсолютном большинстве у всех обследованных аборигенов и европеоидов общая микроангиоархитектоника капиллярной сети характеризуется нормальными показателями, и только в единичных, 2–3-х, случаях мы наблюдали у испытуемых обеих групп отклонения от нормального строения, что проявлялось в дополнительных ответвлениях в венозном отделе, резко расширенным диаметром и значительной извитостью артериального и венозного сегментов.

Для оценки взаимосвязи морфологических структур капилляров и характеристик их скорости кровотока нами был проведен корреляционный анализ этих показателей в группе аборигенов и укорененных европеоидов. При этом учитывались только статистически значимые значения коэффициента корреляции Пирсона, который в зависимости от выборок составлял для группы аборигенов 0,3, а для европеоидов — от 0,38.

На рис. 2 показана структура корреляционных взаимосвязей в различных группах обследуемых лиц.

Оказалось, что структура взаимосвязей у обследуемых аборигенов и укорененных европеоидов имеет существенные особенности. Так, у аборигенов из 8-ми изучаемых показателей 6 объединяются в плеяду, где величина периваскулярной зоны непосредственно связана с диаметром и скоростью кровотока венозного отдела. При этом отрицательная связь между скоростью кровотока и периваскулярной зоной указывает, что чем выше скорость кровотока в венозном отделе, тем меньше величина периваскулярной зоны. Такая зависимость является оптимальной для обеспечения нормального газообмена в тканях. В то же время у европеоидов показатель величины периваскулярной зоны напрямую зависит только от длины артериального и венозного звена капилляров и никак не связан со скоростью кровотока, что нельзя рассматривать как нормальную характеристику взаимосвязей структуры и функции, что также указывает на незавершенные адаптационные перестройки у этой группы обследуемых.

Известно, что чем больше внутри- и межсистемных морфофункциональных показателей объединены в корреляционной плеяде, тем выше уровень адаптации организма к факторам окружающей среды [2]. Анализ корреляционных зависимостей у обследованных европеоидов показывает, что они не объединены в плеяду, а разбиты на 3 не связанных между собой кластера, где число взаимосвязей у отдельных показателей не превышает 2. Это также отражает недостаточный уровень адаптированности системы микроциркуляции и структур микроангиоархитектоники у европеоидов относительно аборигенов. Очевидно, что даже для европеоидов, которые являлись уроженцами Севера в 1–2-м поколениях, этот срок не является достаточным для морфологических перестроек структуры капиллярного русла по аборигенному типу, однако по целому ряду показателей наблюдается тенденция к их сближению



**Рис. 2.** Структура корреляционных взаимосвязей показателей капилляров и микроциркуляции у аборигенов и уроженцев-европеоидов Магаданской области: 1 — количество функционирующих капилляров; 2 — диаметр артериального отдела; 3 — диаметр венозного отдела; 4 — периваскулярная зона; 5 — скорость кровотока в венозном отделе; 6 — скорость кровотока в артериальном отделе; 7 — длина артериального отдела; 8 — длина венозного отдела; сплошные линии — прямая связь, пунктирные — обратная связь при  $p < 0,05$

и отсутствию значимых статистических различий. Подчеркнем, что адаптивные перестройки мигрантов и укорененных популяций из числа европеоидов зачастую не копируют процессы, характерные для аборигенов, а могут формировать свои модели поддержания морфофункционального обеспечения жизнедеятельности и температурного гомеостаза в экстремальных условиях, что было показано рядом исследований при изучении различных систем организма [11, 17].

### Заключение

Комплекс проведенных исследований показал, что между аборигенами и европеоидами по морфологическим структурам капилляров ногтевого ложа наблюдаются достоверные различия в длине артериального и венозного участков. При этом достоверно меньшая длина отмечалась у аборигенов относительно европеоидов. У европеоидов тест на локальное холодовое воздействие указывает на тенденции интенсификации артериального звена кровотока, что может указывать на увеличенный уровень теплопотерь с поверхности кистей и отражать несовершенство адаптационных механизмов у этой группы обследуемых лиц. Однако отсутствие достоверных различий между обследуемыми группами по большинству морфологических показателей (8 из 11) указывает на конвергентный тип адаптации обследуемых популяций, особенности формирования которой были ранее показаны на различных системных уровнях [14, 15].

По всей видимости, сформировавшиеся у аборигенных жителей Севера адаптационные механизмы микроциркуляции и структура микроангиоархитектоники являются оптимальными для обеспечения температурного баланса организма, находящегося под хроническим низкотемпературным воздействием экстремальных природно-климатических факторов окружающей среды.

1. Ананьева Л. П. Ранняя системная склеродермия—современный алгоритм диагностики // Научно-практ. ревматол. 2012. Т. 51. №2. С. 87–93.
2. Баевский Р. М., Максимов А. Л., Берсенева А. П. Основы экологической валеологии человека. Магадан: СВНЦ ДВО РАН, 2001. 267 с.
3. Большая медицинская энциклопедия / под ред. Б. В. Петровского. 3-е изд. Т. 10. М.: Сов.энцикл., 1979. 528 с.
4. Боровиков. В. Statistica: Искусство анализа данных на компьютере. СПб.: Питер, 2003. 688 с.
5. Гурфинкель Ю. И., Макеева О. В., Острожинский В. А. Особенности микроциркуляции, эндотелиальной функции и скорости распространения пульсовой волны у пациентов с начальными стадиями артериальной гипертензии // Функциональная диагностика. 2010. Т. 2. С. 18–24.
6. Единова М. В. Особенности капиллярного кровотока кисти при локальных температурных воздействиях. Применение лазерной доплероскопической флоуметрии в медицинской практике // Материалы III Всерос. симп. М.: Лазма, 2000. С. 85–86.
7. Житова В. А., Чернуха С. Н. Использование капилляроскопии для диагностики нарушений периферического кровообращения // Актуальні проблеми сучасної медицини. 2013. Т. 13. №4. С. 231–235.
8. Крупаткин А. И., Сидоров В. В. Функциональная диагностика состояния микроциркуляторно-тканевых систем. М.: Либроком, 2013. 496 с.
9. Максимов А. Л. Современные эколого-социальные аспекты биомедицинских исследований по адаптации человека на Северо-Востоке России // Север: арктический вектор социально-экологических исследований. Сыктывкар: Коми научный центр, 2008. С. 109–118.
10. Максимов А. Л., Рыженков А. А. Тепловизионная оценка периферических сосудистых реакций при локальном холодом воздействии у лиц с различной гипоксической устойчивостью // Физиология человека. 1999. Т. 25. №1. С. 109.
11. Пастухов Ю. Ф., Максимов А. Л., Хаскин В. В. Адаптация к холоду и условиям субарктики: проблемы термофизиологии. Магадан: СВНЦДВО РАН, 2003. Т. 1. 373 с.
12. Луцук У. Б., Колосова Ю. А., Новицкий В. В. Неинвазивный метод диагностики нарушений микроциркуляции путем видеозахвата на монитор капилляроскопической картины ногтевого ложа пальцев кисти // Регионарное кровообращение и микроциркуляция. 2003. Т. 3. С. 61–64.
13. Ступин В. А., Аникин А. И., Алиев С. Р. Транскутанная оксиметрия в клинической практике. М.: Росс. гос. мед. ун-т, 2010. 57 с.
14. Максимов А. Л. Современные методологические аспекты адаптации аборигенных и коренных популяций на Северо-Востоке России // Экология человека. 2009. № 6. С. 17–21.
15. Максимов А. Л. Морфофизиологические эффекты и функциональные перестройки при конвергентном типе адаптации у уроженцев Северо-Востока России // Тезисы XXI Съезда Физиолог. об-ва им И. П. Павлова. Калуга, 19–25 сент. 2010. [Б.г.]: БЭСТ-принт, 2010. С. 757.
16. Arck P. C., Slominski A., Theoharides T. C. et al. Neuroimmunology of stress: skin takes center stage // J. Invest. Dermatol. 2006. Vol. 126. P. 1697–1704.
17. Vybiral S., Lesna I., Jansky L. et al. Termoregulation in winter swimmers and physiological significance of human catecholamine termodogenesis // Exp. Physiol. 2000. Vol. 85. №3. P. 321–326.

UDK 612.135 (571.65)

**Maximov A. L., Kharin A. V.****Morphofunctional profiles of capillary blood flow in aborigines and europeoids residing in magadan region**

**Scientific Research Center “Arktika”, 685000, K. Marks prospect, 24, Magadan, Russia  
e-mail: arktika@online.magadan.su**

**Abstract**

The article presents the results of a comparative analysis of morphological and functional indicators of microvessels as response to the cold exposure at Aboriginal and natives Europeoids of the North-East of Russia.

It was found that the Europeoid subjects demonstrated the blood flow intensity in the arterial part of the capillaries and its weakness in the venous part as response to the local cold exposure, while the Aboriginal ones had no similar reaction. The latter proved to have reliably shorter length of the capillaries. Such characteristics, apparently, provides Aborigines with less heat loss from the skin surface and keeps their temperature homeostasis. All the findings testify that Aborigines have a more perfect mechanism of adaptation and maintenance of optimal blood circulation in the extremities under the cold exposure than the Europeoids who were born in the North and have resided there for a long time.

**Keywords:** Russia's northeast, aborigines, europeoids, capillaroscopy, microcirculation.

**References**

1. Anan'eva L. P. Rannjaja sistemnaja sklerodermija - sovremennyy algoritm diagnostiki [An early system sklerodermiya – a modern algorythm of diagnostics] // Nauchno-prakticheskaja revmatologija. [Scientific and practical rheumatology]. 2012. V. 51. N2. P. 87–93. [In Russian].
2. Baevskij R. M., Maksimov A. L., Berseneva A. P. Osnovy jekologicheskoy valeologii cheloveka. [Fundamentals of human ecological valeology]. Magadan: SVNC DVO RAN, 2001. 267 p. [In Russian].
3. Bol'shaja medicinskaja jenciklopedija. Pod redakciej Petrovskogo B. V. [Big medical encyclopedia. Under Petrovsky



B.V. edition.] 3-rd ed. V 10. M.: Sovetskaja jenciklopedija [Soviet encyclopedia]. 1979. 528 p. [In Russian].

4. Borovikov. V. Statistika: Iskusstvo analiza dannyh na komp'yutere [Art of the computer-mediated data analysis]. SPb: Piter [St. Petersburg]. 2003. 688 p. [In Russian].

5. Gurfinkel' Ju. I., Makeeva O. V., Ostrozhinskij V. A. Osobennosti mikrocirkuljacii, jendotelial'noj funkcii i skorosti rasprostraneniya pul'sovoj volny u pacientov s nachal'nymi stadijami arterial'noj gipertenzii [Features of microcirculation, endothelial function and pulse wave spread in patients with initial stages of arterial hypertension] // Funkcional'naja diagnostika [Functional diagnostics]. 2010. V. 2. P. 18-24. [In Russian].

6. Edinova M. V. Osobennosti kapilljarnogo krovotoka kisti pri lokal'nyh temperaturnyh vozdeystvijah. Primenenie lazernoj dopplerovskoj floumetrii v medicinskoj praktike [Features of hand capillary bloodflow under local temperature influences. Application of laser Doppler floumetry in medical practice]. Materialy III Vseros. simpoziuma. [Materials of III Russian symposium] Moscow: RUDN NPP «Lazma». 2000. P. 85-86. [In Russian].

7. Zhitova V. A., Chernuha S. N. Ispol'zovanie kapilljaroskopii dlja diagnostiki narushenij perifericheskogo krovoobrashhenija. [Usage of capillaryoscopy for diagnostic of peripheral blood circulation disturbances] // Aktual'ni problemy suchasnoi' medycyny. [Actual problems of modern medicine]. 2013. V. 13. N 4. P. 231-235. [In Russian].

8. Krupatkin A. I., Sidorov V. V. Funkcional'naja diagnostika sostojanija mikrocirkuljatorno-tkanevyh sistem [Functional diagnostics of condition of microcirculating-tissue systems]. Moscow: Knizhnyj dom «Librokom» [Publisher house "Librokom"]. 2013. 496 p. [In Russian].

9. Maksimov A. L. Sovremennye jekologo-social'nye aspekty biomedicinskih issledovanij po adaptacii cheloveka na Severo-Vostoke Rossii. [Modern ekologo-social aspects of biomedical researches of human adaptation in the North-East of Russia] V kn. Sever: arkticheskij vektor social'no-jekologicheskikh issledovanij. Syktyvkar, Komi nauchnyj centr [In book "North: Arctic vector of social-and-ecological researches". Syktyvkar, Komi State scientific center]. 2008. P. 109-118. [In Russian].

10. Maksimov A. L., Ryzhenkov A. A. Teplovizionnaja ocenka perifericheskikh sosudistykh reakcij pri lokal'nom holodovom vozdeystvii u lic s razlichnoj gipoksicheskoj ustojchivost'ju [A thermovision rating of peripheral vascular reactions at local influence of cold at persons with various

hypoxemic balance] // Fiziologija cheloveka [Human physiology]. 1999. V. 25. N1. P. 109. [In Russian].

11. Pastuhov Ju. F., Maksimov A. L., Haskin V. V. Adaptacija k holodu i uslovijam subarktiki: problemy termofiziologii [Adaptation to cold and conditions of the subarctic region: thermophysiological problems]. Magadan: SVNC DVO RAN [Magadan: Russian Academy of Sciences], 2003. V. 1. 373 p. [In Russian].

12. Lushhik U. B., Kolosova Ju. A., Novickij V. V. Neinvazivnyj metod diagnostiki narushenij mikrocirkuljacii putjom videozahvata na monitor kapilljaroskopicheskoj kartiny nogtevogo lozha pal'cev kisti [A noninvasive method of microcirculation disturbances diagnostics by video capture on the monitor of a hand fingers nail bed capillaryoscopic picture] // Regionarnoe krovoobrashhenie i mikrocirkuljacija [Regional haemodynamics and microcirculation]. 2003. V. 3. P. 61-64. [In Russian].

13. Stupin V. A., Anikin A. I., Aliev S. R. Transkutannaja oksimetrija v klinicheskoy praktike [Transcutaneous oxymetry in clinical practice]. M. GOU VPO Rossijskij gosudarstvennyj medicinskij universitet [State Educational Institution of Higher Professional Education Rossiysky state medical university]. 2010. 57 p. [In Russian].

14. Maksimov A. L. Sovremennye metodologicheskie aspekty adaptacii aborigennyh i korenyh populacij na Severo-Vostoke Rossii [Modern methodological aspects of aboriginal and indigenous populations adaptation in the North-East of Russia] // Jekologija cheloveka [Human ecology]. 2009. N 6. P. 17-21. [In Russian].

15. Maksimov A. L. Morfofiziologicheskie jeffekty i funkcional'nye perestrojki pri konvergentnom tipe adaptacii u urozhencev Severo-Vostoka Rossii [Morphological effects and functional reorganizations at convergent type of adaptation at natives of the Northeast of Russia] // Tez. XXI S'ezda Fiziologicheskogo obshhestva im I.P.Pavlova. Kaluga. 19-25 sentjabrja. Tipografija OOO «BJeST-print» [Thesises of XXI Congress of Physiological society named I.P. Pavlov. Kaluga, on September 19-25. LCC BEST-print printing house]. 2010. P. 757. [In Russian].

16. Arck P. C., Slominski A., Theoharides T. C., Peters EMJ., Paus R. Neuroimmunology of stress: skin takes center stage // J. Invest. Dermatol. 2006. V. 126. P. 1697-1704.

17. Vybiral S., Lesna I., Jansky L. et. al. Termoregulation in winter swimmers and physiological significance of human catecholamine termogenesis // Exp. Physiol. 2000. V. 85. N3. P. 321-326.