



УДК 51-72: 530. 145

АДАПТИВНЫЕ РЕАКЦИИ МИКРОСОСУДОВ КОЖИ НА ТЕМПЕРАТУРНОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ У ДЕВУШЕК И ЮНОШЕЙ, ПРОЖИВАЮЩИХ В УМЕРЕННО-КОНТИНЕНТАЛЬНОМ КЛИМАТЕ

Е.С. Тверитина

Белгородский государственный университет, Россия, 3080015, г.Белгород, ул.Победы, 85

E-mail: Tveritina@bsu.edu.ru

Показаны особенности адаптации микроциркуляторного русла кожи к высоким и низким температурам у лиц с разным тономусом вегетативной нервной системы и силой нервных процессов, проживающих в условиях умеренно-континентального климата. Установлено, что юноши и девушки с нормотонией и средней силой нервных процессов обладают большей устойчивостью к экстремальным факторам внешней среды, обусловленной быстрыми сосудистыми реакциями, высокой способностью к срочной адаптации, что не характерно для лиц с ваго- и симпатотонией и слабой силой НП.

Ключевые слова: микроциркуляция, вегетативная нервная система, сила нервных процессов, локальная гипер- и гипотермия.

Введение

Для Белгородской области характерен умеренно-континентальный климат с отчетливо прослеживающимися сезонами года. Средние температуры колеблются от 19.4 °С на севере до 20.6 °С на юго-востоке. Однако в конце XX в. произошло повышение температуры окружающей среды, которое привело к изменениям, в том числе, умеренно-континентального климата Среднерусской возвышенности [1]. В данном регионе стали наблюдаться продолжительные засухи в летний период с температурным максимумом более 40 °С [2]. При изменении температурных условий среды в организме человека происходят терморегуляторные процессы, которые поддерживают его субъективное теплоощущение и определенное функциональное состояние. Воздействие экстремальных температур вызывает у человека непрерывную работу регуляторных систем, уравнивающих отдачу тепла во внешнюю среду и образование его в теле. Наиболее интенсивная отдача тепла происходит через кожу ног, рук, лица [3]. В условиях нагревания или охлаждения реактивность микрососудов кожи человека осуществляет поддержание нормальной физиологической терморегуляции и теплового гомеостаза [4, 5]. В данных условиях изучение адаптационных возможностей организма приобретает особую актуальность.

Целью исследования было изучение адаптационно-приспособительных реакций системы микроциркуляции кожи у лиц юношеского возраста с учетом индивидуальных психофизиологических особенностей.

Объекты и методы исследования

В основу работы положены результаты обследований 80 лиц юношеского возраста (41 юноша и 39 девушек) в возрасте 18-21 год, проживающих в Белгородской области.

Комплексное исследование включало регистрацию показателей микроциркуляции, показателей вариабельности сердечного ритма и свойств нервных процессов.

Регистрацию показателей микроциркуляторного русла кожи проводили с помощью двухканального лазерного анализатора капиллярного кровотока ЛАКК-02 (НПП «Лазма», Россия) в красной области спектра излучения. При исследовании реакции микрососудов кожи на температурное воздействие использовали блок «ЛАКК-ТЕСТ» (НПП «Лазма», Россия). Исходные ЛДФ – граммы записывали в течение 5 минут при температуре 21-22 °С с кожи дистального фаланга II пальца кисти левой руки. Локальную гипертермию от 32 °С до 45 °С и гипотермию от 32 °С до 15 °С проводили непрерывно в течение 10 минут со скоростью 4 °С в минуту с поддержанием конечно заданной температуры при ее достижении.

Полученные ЛДФ-граммы анализировали на основе вейвлет-преобразования [6]. Рассчитывали степень прироста тканевого кровотока в условиях локальной гипертермии и степень снижения кровотока в условиях локальной гипотермии. Проводили анализ динамики уровня кровотока в условиях нагревания и охлаждения кожи по величине показателя микроциркуляции (ПМ, перфузионные единицы – пф.ед.).



Реакцию микрососудов кожи на температурное воздействие анализировали у лиц с разным тономусом вегетативной нервной системы и силой нервных процессов (НП).

Регистрацию электрокардиограммы (I, II, III стандартное отведение) в течение 120 секунд проводили с использованием программы «Нейрософт» (Иваново, Россия). Учитывали спектральные характеристики сердечного ритма, которые отражают влияние вегетативной нервной системы на сердечно-сосудистую систему.

Свойства нервных процессов (НП) оценивали на основании результатов, полученных с использованием программы «Психо-тест» (Иваново, Россия). Силу НП определяли по методике Теппинг-теста Ильина.

Полученные данные обрабатывали по программе Statistica 6.0. Достоверность различий оценивали по критерию Вилкоксона.

Результаты и их обсуждение

Для анализа адаптивных реакций микрососудов кожи на локальное нагревание и охлаждение девушки и юноши были поделены на группы в зависимости от влияния соответствующего отдела вегетативной нервной системы на сердечный ритм и силы НП. По результатам спектрального анализа распределение симпатотоников, нормотоников и ваготоников в группе девушек составило соответственно $n=10$, $n=18$, $n=11$, в группе юношей - $n=20$, $n=15$, $n=6$. По результатам «Теппинг-теста» девушки распределены на следующие группы: средний ($n=11$) и слабый ($n=21$) тип, юноши – средний ($n=20$) и слабый ($n=21$) тип.

В условиях локального нагревания динамика кровотока кожи пальца руки у юношей и девушек с разным тономусом вегетативной нервной системы носила двухфазный характер (рис. 1). Первую фазу – значительное повышение кровотока – регистрировали до 45°C . Вторую фазу наблюдали при поддержании постоянно высокой температуры (45°C), когда рост показателя микроциркуляции стабилизировался, его значение вышло на некоторое плато.

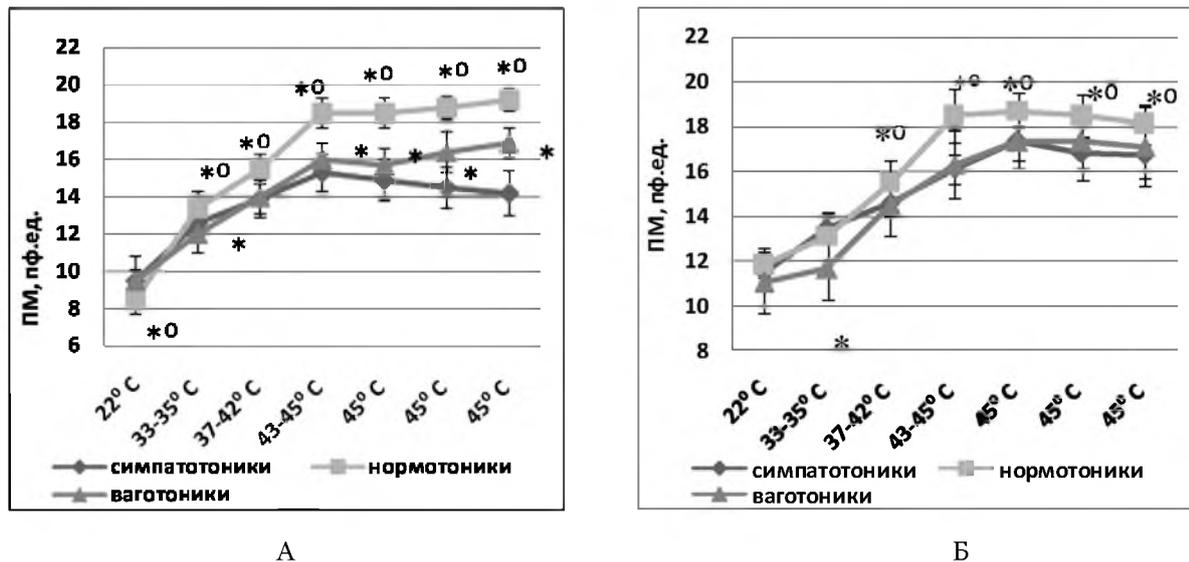


Рис. 1. Динамика показателя микроциркуляции в условиях локального нагревания у девушек (А) и юношей (Б) с разным тономусом вегетативной нервной системы

Примечание: * - достоверность различий группы ваготоников и нормотоников с группой симпатотоников, ° - достоверность различий группы нормотоников с группой ваготоников по критерию Вилкоксона ($p < 0,05$)

Обследуемые, являясь жителями Белгородской области, приспособлены к значению средней летней температуры 20°C , что ниже, чем в условиях нашего эксперимента. По этой причине наблюдаемые нами резкие перестройки системы микроциркуляции уже с первых минут тепловой пробы можно объяснить адаптацией к более низким температурам в месте проживания.

Во всех группах, как у юношей, так и девушек максимальное повышение и стабилизацию кровотока кожи регистрировали преимущественно в сходных температурных диапазонах. Однако наибольший приток крови к коже пальца руки наблюдали в группе нормотоников, как юношей, так и девушек. В группах юношей-ваготоников и юношей-симпатотоников значения

показателя микроциркуляции были сходны на протяжении всей пробы. В группе девушек наименьшую степень прироста тканевого кровотока в условиях локальной гипертермии выявили в группе симпатотоников.

У лиц с разной силой НП в условиях локального нагревания динамика кровотока в сосудах кожи также имела двухфазный характер и свидетельствовала о повышении показателя микроциркуляции уже с первых минут нагревания (рис. 2).

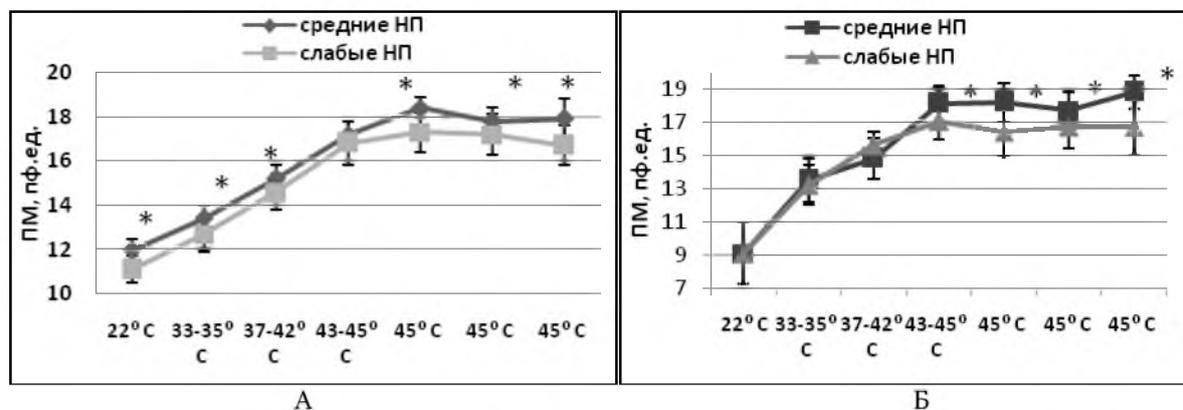


Рис. 2. Динамика показателя микроциркуляции в условиях локального нагревания у юношей (А) и девушек (Б) с разной силой НП

Примечание: * - достоверность различий группы со средними и слабыми НП по критерию Вилкоксона ($p < 0,05$)

Группа девушек отличалась большей реактивностью, что проявлялось максимальным повышением кровотока уже при 43°C в отличие от 45°C в группе юношей. Однако наибольшую степень повышения кровотока кожи выявили у лиц со средней силой НП как юношей, так и девушек, причем у девушек такой значительный рост показателя микроциркуляции регистрировали в течение всей пробы, у юношей – в период стабилизации показателя и поддержания конечно заданной температуры.

При действии высокой внешней температуры одним из первых наблюдается изменение кожного кровотока человека, что особенно важно при отсутствии волосяного покрова [71]. Установлено, что рост температуры окружающей среды вызывает расширение сосудов кожи, увеличение теплопроводности тканей. Если это недостаточно для теплового равновесия, то начинается рефлекторное потовыделение. Наиболее интенсивная отдача тепла происходит через кожу ног, рук, лица и чем сильнее выражен данный процесс, тем эффективнее происходит охлаждение поверхности тела [3]. В условиях нашего эксперимента быстрые сосудистые реакции, сильное повышение кровотока кожи при воздействии высоких температур выявлено у лиц со средней силой НП и нормотоников обоего пола. Значительная реактивность микрососудов кожи на нагревание с первых минут проведения пробы свидетельствует о высокой способности к срочной адаптации и быстрой перестройке регуляторных систем в их группах.

В условиях локальной гипотермии у лиц с разным тонусом вегетативной нервной системы динамика кровотока (рис. 3) свидетельствовала, что с первых минут пробы защитная реакция организма от действия низких температур значительно выражена во всех группах, на что указывало повышение кровотока как у девушек, так и юношей. Дальнейшее снижение температуры вызвало уменьшение кровотока, особенно значительное при воздействии 15°C на кожу пальца руки. Показано, что при охлаждении пальцев рук, благодаря сужению капилляров термоизолирующие свойства кожи могут быть увеличены в 6 раз [71], что уменьшает прямую передачу тепла от глубоких тканей на поверхность. Однако по причине значительного подогрева участков кожи от этих же глуболежащих тканей длительной констрикции сосудов кожи не наблюдали и при конечно заданной температуре уже регистрировали возвращение кровотока к исходному уровню.

Полученные нами данные свидетельствуют о хорошей адаптивной способности лиц юношеского возраста. Однако сосудистые реакции значительно были выражены, как и в условиях локального нагревания, в группе нормотоников. Несмотря на наибольшую степень снижения кровотока кожи в их группе, уже к концу пробы наблюдали возвращение показателя либо к исходному уровню у юношей, либо его повышение относительно первоначального зна-



чения в группе девушек. Наименьшее сужение сосудов, и как следствие этого, наименьшее колебание кровотока выявили в группе симпатотоников.

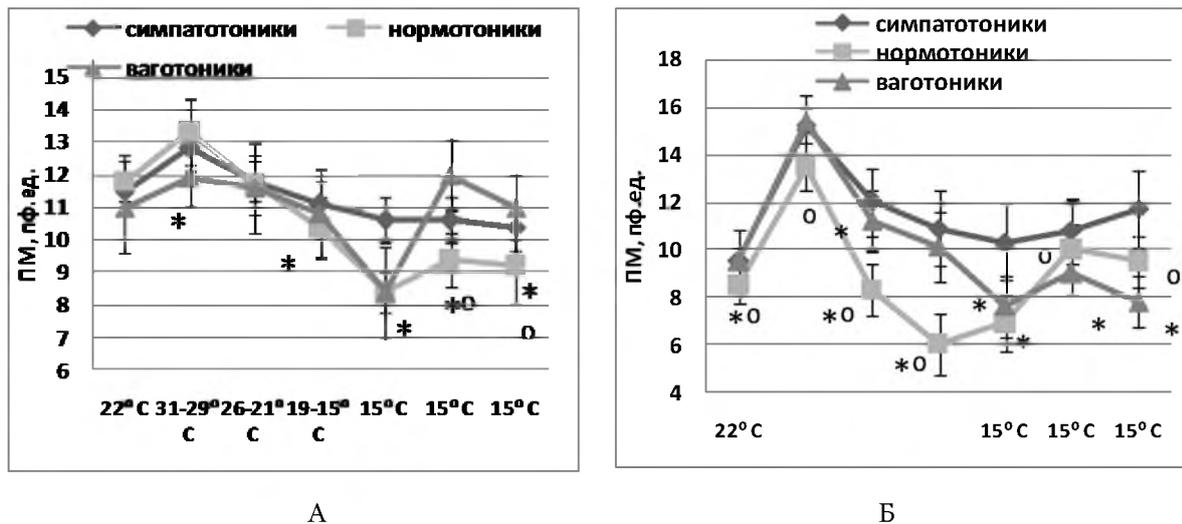


Рис. 3. Динамика показателя микроциркуляции в условиях локального охлаждения у юношей (А) и девушек (Б) с разным тономусом вегетативной нервной системы

Примечание: * - достоверность различий группы ваготоников и нормотоников с группой симпатотоников, о - достоверность различий группы нормотоников с группой ваготоников по критерию Вилкоксона ($p < 0,05$).

В ходе эволюционного развития человек не выработал устойчивого приспособления к холоду. Его биологические возможности в сохранении температурного гомеостаза весьма ограничены [8], возможно, по этой причине в условиях локальной гипотермии динамика кровотока у лиц с разной силой НП (рис. 4) свидетельствовала о сходных изменениях показателя микроциркуляции как в группе юношей, так и девушек. Первые минуты охлаждения вызвали защитную реакцию организма в виде повышения уровня перфузии ткани кровью, причем у девушек со средней силой НП данный процесс был выражен сильнее. Однако дальнейшее проведение пробы свидетельствовало о быстрой адаптации системы микроциркуляции и возвращении показателя кровотока к исходному уровню к концу локальной гипотермии. При воздействии конечно заданной температуры наблюдали некоторую стабилизацию кровотока с выходом на плато на относительно высоком уровне, значительно выраженном у девушек.

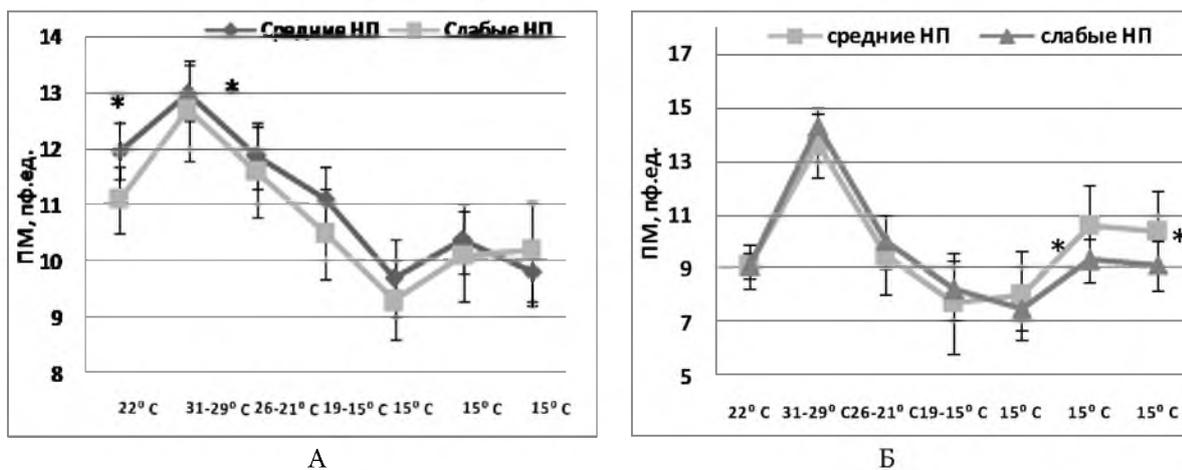


Рис. 4. Динамика показателя микроциркуляции в условиях локального охлаждения у юношей (А) и девушек (Б) с разной силой НП

Примечание: * – достоверность различий групп со средними и слабыми НП по критерию Вилкоксона ($p < 0,05$)



Таким образом, в условиях локального воздействия низких температур компенсаторные реакции микрососудов кожи значительно выражены, как и в условиях нагревания, у нормотоников не зависимо от пола, и менее выражены у симпатотоников и ваготоников. У лиц с разной силой НП высокая согласованность центральной нервной и сердечно-сосудистой систем обусловила развитие в их группах сходно быстрых приспособительных механизмов к меняющимся температурным условиям не зависимо от пола.

Заключение

Выявлены особенности адаптивных реакций микроциркуляторного русла кожи пальцев рук в ответ на локальную гипер- и гипотермию у лиц юношеского возраста с разным тонусом вегетативной нервной системы и силой НП. Установлено, что в условиях локального воздействия контрастных температур для девушек и юношей с нормотонией, проживающих в умеренно-континентальном климате, характерна высокая способность к срочной адаптации и реактивность на диапазон температур, отличный от привычного климатического комфорта. Выявленный процесс менее выражен у симпатотоников и ваготоников, что может свидетельствовать об их меньшей устойчивости к экстремальным факторам среды. Хорошие компенсаторные реакции периферических сосудов, быстрые приспособительные механизмы к меняющимся температурным условиям выявлены также у юношей и девушек со средней силой НП. Сбалансированность отделов вегетативной и центральной нервных систем обуславливает быстрые адаптивные перестройки кровотока кожи и «включение» защитных механизмов.

Список литературы

1. Лебедева М.Г., Крымская О.В. Проявление современных изменений в Белгородской области // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Естественные науки. – 2008. – №3 (43). – С. 188–195.
2. Присный А.В., Негин Е.В. Вековая динамика регионального климата, микроклимат и изменение ареалов насекомых. Температура и терморепреферендум // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Естественные науки. – 2012. – №9 (128). – С. 130–139.
3. Прохоров В.Т. и др. Особенности защиты человека от воздействия низких температур: монография. – Шахты: издательство ГОУ ВПО «ЮРГУЭС», 2007. – 500 с.
4. Charkoudian N. Influence of female reproductive hormones on local thermal control of skin blood flow // J. Appl. Physiol. – 1999. – Vol. 87. – P. 1719–1723.
5. Johnson J.M. Effect of local warming on forearm reactive hyperaemia // Clin. Physiol. – 1986. – Vol. 6. – P. 337–346.
6. Крупаткин А.И., Сидоров В.В. Лазерная доплеровская флоуметрия микроциркуляции крови. – М: Медицина, 2005. – 123с.
7. Агаджанян А.Н., Кислицын А.Н. Резервы организма и экстремальный туризм. – М.: Просветитель, 2002. – 304с.
8. Казанцев И. А., Либер И. С. Тепловая защита и инженерное оборудование зданий на Севере. – Л.: Стройиздат, 1975. – 136с.

THE ADAPTIVE RESPONSES TO THE TEMPERATURE EXPOSURE OF THE SKIN MICROVESSELS OF YOUNG MEN AND WOMEN LIVING IN MEDIUM-CONTINENTAL CLIMATE.

E.S. Tveritina

Belgorod State National Research University, 85, Pobedy St, Belgorod, 308015, Russia

E-mail: Tveritina@bsu.edu.ru

Specific character of the adaptation of the microcirculation system to high and low temperatures at age of youth with different tone of the autonomic nervous system and the force of the nervous processes, living in medium continental climate, are shown. It is established, that boys and girls with an average force of the neural processes and normotonic heart rhythm are more resistant to extreme environmental factors, have high vascular and adaptation reactions, which is not typical for people with weak force of the neural processes and simptotonic or vagotonic heart rhythms.

Key words: the microcirculation, the autonomic nervous system, the force of the nervous processes, local hyper-and hypothermia.