

.....

ШИРОТНЫЙ ФАКТОР В ФИЗИОЛОГИИ ЧЕЛОВЕКА (ОБЗОР)

УДК 612.017.2+612.766.1

Ю.Г. Солонин

Институт физиологии Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук, ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар, Российская Федерация

Исследования показали влияние широтного фактора на физиологический статус и здоровье постоянных жителей разных широт. Проявления широтного влияния обнаруживаются у лиц разного пола и возраста (от 9 до 73 лет), у неработающего населения и у работающих на производстве, как в значительных популяциях жителей, так и в небольших по численности экспериментальных группах (участники проекта «Марс-500», лыжники-гонщики), у городских и сельских жителей, у нетренированных людей и у высокотренированных спортсменов, как в протяженной географической зоне — от южных до северных широт (10-20 градусов и более), так и внутри северных территорий при небольшой разнице по широте (5 и менее градусов).

Ключевые слова: широтный фактор, север, человек, физиологический статус, здоровье.

LATITUDE FACTOR IN HUMAN PHYSIOLOGY (REVIEW)

Iu. G. Solonin

IPhys Komi SC UB RAS, FRC Komi SC UB RAS, Syktyvkar, Russian Federation

The previous studies in latitude physiology had shown that the factor of latitude affect physiological status and human health in both permanent residents of different latitudes and in those who move from one latitude to another. The effects of latitude were found in different ages (from 9 to 73 years), in both nonworking and working population groups, in both large population samples and small experimental groups (participants of "Mars-500" project, professional ski runners, etc.), in both urban and rural areas, in both highly trained professional athletes and untrained people, both in studies of comparatively big geographical zones (10-20 degrees of latitude or more) and local differences between high latitude territories (5 degrees of latitude or less).

Keywords: latitude factor, north, human, physiological status, health.

В XX и XXI веках человечество активно осваивает все более высокие широты Земли, и наряду с коренными жителями приполярных регионов, сегодня здесь постоянно проживают миллионы мигрантов с низких и средних широт. Широтный фактор поистине вездесущий, он оказывает влияние на организм всех обитателей планеты Земля как постоянных жителей разных широт, так и людей, пересекающих их на различных ви-

дах транспорта. У постоянных жителей разных широт формируется своеобразный профиль физиологического статуса и здоровья, определяемый конкретными географическими условиями в месте их проживания.

Широтный фактор на шарообразной Земле определяется углом падения солнечных лучей и включает целый ряд составляющих параметров среды: световой климат, геомагнитное поле,

электромагнитный фон, ионизирующая радиация, температура воды в открытых водоемах, почвы и окружающих предметов, ветер, атмосферное давление, облачность, осадки, температура и влажность воздуха под открытым небом и в жилых, учебных и производственных помещениях. Изучение влияния широтного фактора на организм человека как одного из актуальных направлений его экологической физиологии было предложено называть «широтная физиология» [1] по аналогии с «высотной» физиологией.

Цель работы

Проанализировать состояние вопроса о влиянии на человека широтного фактора по данным зарубежных и отечественных источников литературы.

В зарубежной научной литературе исследования по вопросам влияния широтного фактора на организм человека немногочисленны. Так, в одной из обзорных работ [2] показано существенное влияние широтного фактора на вариабельность показателей артериального давления внутри популяций как среди мужчин, так и женщин, которое возрастает с продвижением от экватора к полюсам Земли.

Ряд исследований посвящен изучению влияния ультрафиолетовой радиации, интенсивность которой тесно связана с широтным фактором. В одной из работ [3] показано, что со смещением места проживания от экватора к полюсам снижается ультрафиолетовая радиация, возникает недостаток витамина Д в организме человека, в связи с чем возрастает секреция паратиреоидного гормона и стимулируется рост гладких мышц в сосудах, что и приводит к гипертензии.

С усилением ультрафиолетовой радиации у экватора в организме людей возникает недостаток другого микронутриента — витамина В12 [4]. Это было установлено в исследованиях в огромном диапазоне широт — от 17 до 55° ю.ш. на территории Чили, растянутой по меридиану. В другой работе чилийских исследователей [5] показано влияние широтного фактора на развитие гипертензии по мере снижения интенсивности солнечной радиации и температуры воздуха с продвижением места проживания людей от экватора к южному полюсу.

В обзорной работе [6] проведен анализ физической работоспособности у аборигенной среднеширотной популяции Северной Америки (индейцы) и заполярной популяции инуитов. Физическая работоспособность (по максимальному потреблению кислорода) была выше всего у индейцев, затем у местного населения Америки — выходцев из Европы, и ниже всего у заполярных жителей — инуитов.

В недавно вышедшей американской монографии приводятся данные о влиянии широтного фактора на частоту сердечных сокращений [7].

В отечественной литературе широтному фактору уделяется больше внимания в связи с

тем, что огромная территория нашей страны растягнута не только в широтном, но и в меридиональном направлении. Поэтому изучение проблем широтной физиологии для России весьма актуально.

Отечественные авторы [8] впервые описали «синдром географической широты», заключающийся в росте заболеваемости и смертности населения разных стран мира по мере удаления места проживания от экватора.

При стандартных физических нагрузках у работников деревообрабатывающего производства даже в лабораторных условиях в Нарьян-Маре и в Подмоскowie показано [9], что у жителей Заполярья, по сравнению с жителями средней полосы, существенно повышена гемодинамическая и энергетическая стоимость мышечной работы и снижены коэффициент полезного действия и физическая работоспособность по уровню PWC170 (мощность выполняемой работы при частоте пульса 170 уд./мин).

У жителей Заполярья (Норильск), по сравнению с жителями средней полосы, (Москва) в покое выявлена ваготония, урежение частоты сердечных сокращений, повышение артериального давления, гипервентиляция и увеличение потребления кислорода и энерготрат [10].

В масштабной работе доказано, что у жителей Севера в связи с широтой и усилением воздействия холодного фактора выше смертность от болезней сердечно-сосудистой системы [11].

Целью первой нашей работы по широтной физиологии [12] было сравнить физиологические показатели у постоянных жителей Европейского Севера на территории Республики Коми, разделенных расстоянием всего в 5 градусов географической широты. Это были практически здоровые сельские жители обоего пола в возрасте от 20 до 59 лет. В целом у них снижены жизненный индекс, переносимость гипоксемии при пробах с задержкой дыхания, кардиореспираторный индекс Скибинской и замедлены сенсомоторные реакции (на свет и звук) по сравнению с жителями средней полосы. Северяне, живущие на широте 65° (194 человека), отличаются от жителей 60-й широты (116 человек) инертностью регуляции гемодинамики при кратковременной физической нагрузке (проба Мартине), сниженным уровнем физического здоровья (по Апана-сенко).

Далее были обследованы 252 жителя заполярного города Воркуты от 9 до 73 лет обоего пола [13]. У них выявлены замедленные реакции на световой и звуковой раздражители, сниженная способность переносить гипоксемию, невысокий уровень физического здоровья, повышенные темпы возрастного снижения функций и постарения. Также выявлено, что у воркутян в возрастном диапазоне от 25 к 65 годам в большей степени, чем у жителей Швеции, снижаются силовые показатели и жизненная емкость легких.

Нами также проведены и физиологические

исследования [14] практически здоровых школьников обоего пола в возрасте от 9 до 16 лет в селах Республики Коми на широте 60° (Прилузский район, 110 человек) и 65° (Ижемский район, 113 человек). У «южан», по сравнению с северянами, выше жизненная емкость легких, силовой, становой и жизненный индексы, задержка дыхания на вдохе, кардиореспираторный индекс Скибинской, уровень физического здоровья, меньше время слухомоторной реакции, частота сердечных сокращений и тонус симпатического отдела вегетативной нервной системы (по данным вегетативного индекса Кердо), ускорена перестройка гемодинамики при кратковременной физической нагрузке.

Не менее актуальным является изучение организма жителей в более протяженной географической зоне — от южных до северных широт. В работе [1] сопоставлены некоторые физиологические показатели у постоянных жителей (взрослые мужчины) южных (40-49°, 97 человек), средних (50-59°, 1318 человек) и северных (60-67° с.ш., 640 человек) широт в контрастные периоды года. Оказалось, что широтные различия по некоторым показателям более выражены летом, чем зимой. С продвижением к полюсу возрастают значения показателей артериального давления, снижаются частота сердечных сокращений и минутный объем кровообращения, т.е. уменьшается насосная функция сердца, симпатическая регуляция вегетативной нервной системы (по значениям вегетативного индекса Кердо) все более сменяется на парасимпатическую, замедляется зрительно-моторная реакция.

Далее нами были обследованы 255 человек обоего пола в возрасте от 9 до 73 лет — жителей г. Печора в Республике Коми (65° с.ш.) [15]. Установлены особенности физиологического статуса северян, состоящие в повышенном артериальном давлении и периферическом сопротивлении сосудов, пониженных силовых показателях и замедленной психомоторики, ухудшении проводимости бронхов и в более выраженном возрастном изменении у взрослых и пожилых лиц этих функций, а также жизненной емкости легких и мышечной работоспособности. По многим показателям жители севера уступают жителям средней полосы как в нашей стране, так и за рубежом (Швеция, США) и по уровням показателей, и по темпам их ухудшения. Приведенные сравнения свидетельствуют о том, что у взрослых жителей Севера происходит ускоренная, по отношению к жителям средних широт, инволюция физиологических функций, преждевременное старение организма.

Представлен обзор материалов исследований природно-климатических факторов Арктики и их влияния на работоспособность жителей Заполярья [16]. Обращено внимание на отрицательное влияние на здоровье северян такого фактора, как наличие на протяжении большей части года массивной охлажденной «оболочки»

тела.

В обзорной работе [17] рассмотрены особенности трудовой деятельности на Крайнем Севере. Многие трудовые процессы протекают на открытом воздухе при повышенных энергозатратах. Большое внимание уделено такому фактору, как низкая абсолютная влажность воздуха в морозные дни, которая ухудшает газообменную функцию легких и ведет к развитию гипоксемии и гипокании.

В рамках международного эксперимента «Марс-500» [18] были обследованы «среднеширотная группа» из 14 мужчин в Воронеже (52°) и «северная группа» из 20 мужчин в Сыктывкаре (62°). Показано, что разница по широте проживания в 10 градусов сказывается на физиологическом статусе организма. У «северян», по сравнению с «южанами», статистически значимо выше индекс массы тела, систолическое артериальное давление, индекс функциональных изменений (по Баевскому), но ниже частота сердечных сокращений и вегетативный индекс Кердо, что является признаком доминирования парасимпатического влияния на кровообращение. Кроме того, у «северян» замедлены зрительно-моторные реакции и снижен уровень физического здоровья (по Апанасенко).

Обследование 10 участников эксперимента «Марс-500» в Екатеринбурге (57° с.ш.) и 16 участников в Сыктывкаре (62° с.ш.) показало, что у северян, по сравнению с уральцами, выше напряжение сердечно-сосудистой системы и регуляторных механизмов кровообращения, больше склонность к формированию донозологических состояний [19], повышен стресс-индекс (по Баевскому), выявлено несовершенство механизмов регуляции гемодинамики при кратковременной физической нагрузке и ортопробе.

Проведено сравнение 17 участников вышеназванного эксперимента в Республике Казахстан (г. Алматы, 43° с.ш.) и 18 участников в России (Сыктывкар, 62° с.ш.) в контрастные сезоны года [20]. В обеих группах по ряду физиологических показателей выявлены отклонения от среднеширотных нормативов. У многих «южан» и «северян» организм находится в состоянии напряжения, а при выполнении ортопробы обнаружена неполноценность рефлекторных механизмов регуляции кровообращения. Четкие широтные различия выявлены по ряду показателей вариабельности сердечного ритма и по значениям вегетативного индекса Кердо. В группе «южан» преобладают «нормотоники» и «симпатикотоники», а в группе «северян» — «ваготоники».

Наконец, было показано, что широтный фактор проявляет свое влияние и у физически высокотренированных (1-й взрослый разряд и кандидаты в мастера спорта) спортсменов-северян (сборная команда лыжников-гонщиков Республики Коми) при продвижении к полюсу всего на 4 градуса географической широты (около 600 км). При велоэргометрических нагрузках

у спортсменов северных районов (20 человек), по сравнению с южными (24 человека), статистически значимо выше пульсовая (на 10 уд./мин.) и прессорная (на 9 мм рт. ст.) стоимость одинаковой нагрузки, ниже уровень максимального потребления кислорода (валовый и удельный). При этом у северян преобладает циркуляторный тип реакции, а у «южан» — респираторный тип реакции на физические нагрузки [21].

Таким образом, исследования по широтной физиологии ведутся как за рубежом, так и в нашей стране. Влияние широтного фактора на физиологический статус и здоровье человека выявлено у постоянных жителей разных широт, у лиц разного пола и возраста (от 9 до 73 лет),

у неработающего населения и у работающих на производстве как в значительных популяциях жителей, так и в небольших по численности экспериментальных группах (участники проекта «Марс-500», лыжники-гонщики), у городских и сельских жителей, у нетренированных людей и у высокоотренированных спортсменов, как в протяженной географической зоне — от южных до северных широт (10-20 градусов и более), — так и внутри северных территорий при небольшой разнице по широте (5 и менее градусов). Широтный фактор следует учитывать при определении зон дискомфорта, при нормировании труда, питания, жилищных условий, при социальном и медицинском обслуживании населения.

Литература

1. Солонин Ю. Г. Гемодинамика, выносливость и психомоторика у жителей разных широт в контрастные периоды года // Физиология человека. – 1996. – Т. 22. – № 3. – С. 113-117.
2. Pollard, T. M. Geographic distributions of within-population variability in blood pressure / T. M. Pollard, G. Brush, G. A. Harrison // Hum. Biol. – 1991. – Vol. 63 (5). – P. 643-661.
3. Rostand, S. G. Ultraviolet light may contribute to geographic and racial blood pressure differences // Hypertension. – 1997. – Vol. 30. – P. 150-156.
4. Vitamin B12 deficiency is associated with geographical latitude and solar radiation in the older population / S. Cabrera, D. Benavente, M. Alvo [et al.] // J. Photochem. Photobiol. B. – 2014. – Vol. 140. – P. 8-13.
5. Associations of blood pressure with geographical latitude, solar radiation, and ambient temperature: results from the Chilean Health Survey, 2009-2010 / S. E. Cabrera, J. S. Mindell, M. Toledo [et al.] // Am. J. Epidemiol. – 2016. – 183 (11). – 1071-1073.
6. Hedayat, L. M. A. A systematic review and meta-analysis of cardiorespiratory fitness among indigenous populations in North America and circumpolar Inuit populations / L. M. A. Hedayat, C. C. Murchison, H. J. A. Foulds // Prav. Med. – 2018. – 109: 71-81.
7. Solonin Iu. G. Heart rate as an indication of the psychophysiological strain / Iu. G. Solonin, G. Z. Bedny, I. S. Bedny. – Boca Raton, London, New York : CRC Press Taylor and Francis Group, 2019. – P.217-235.
8. Гундаров, И. А. Изучение региональных различий в заболеваемости и смертности населения с позиций синдрома географической широты / И. А. Гундаров, Н. Л. Зильберт // Вестник АМН СССР. – 1991. – № 11. – С.52-56.
9. Лабутин, Н. Ю. Сравнительная характеристика гемодинамики и энергетики при физической нагрузке у рабочих деревообрабатывающих производств в различных климато-географических зонах // Физиология деятельности человека на Севере. (Тр. Коми НЦ УрО АН СССР. № 117). – Сыктывкар, 1991. – С.61-68.
10. Устюшин, Б. В. Особенности обеспечения гомеостаза организма человека на Крайнем Севере / Б. В. Устюшин, И. И. Деденко // Вестник АМН СССР. – 1992. – № 1. – С.6-10.
11. Показатели смертности от болезней органов кровообращения в зависимости от среднегодовой температуры воздуха и географической широты проживания в РФ / В. И. Хаснулин, В. В. Гафаров, М. И. Воевода, М. В. Артамонова // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2015. – № 6. – С.255-259.
12. Солонин, Ю. Г. Широтные особенности физиологических функций у жителей Севера // Физиология человека. – 1994. – Т. 20. – № 6. – С. 137-143.
13. Солонин, Ю. Г. Физиологические показатели здоровья жителей Воркуты // Народное хозяйство Республики Коми. – 1994. – Т. 3. – № 4. – С. 98-103.
14. Солонин, Ю. Г. Физическое здоровье школьников Севера // Школа здоровья. – 1996. – Т. 3. – № 1. – С. 5-13.
15. Солонин, Ю. Г. Возрастная динамика некоторых физиологических функций у жителей Севера // Физиология человека. – 1998. – Т. 24. – № 1. – С. 98-103.
16. Солонин, Ю. Г. Медико-физиологические аспекты жизнедеятельности в Арктике / Ю. Г. Солонин, Е. Р. Бойко // Арктика: экология и экономика. – 2015. – № 1 (17). – С.70-75.
17. Солонин, Ю. Г. Физиологические нормы напряжения организма при физическом труде в высоких широтах / Ю. Г. Солонин, Е. Р. Бойко, Б. Т. Величковский // Журнал медико-биологических исследований. – 2017. – Т. 5. № 1. – С. 25-36.
18. Сравнение результатов донозологических исследований жителей разных широт – участников эксперимента «Марс-500» / Ю. Г. Солонин, А. Л. Марков, Е. Р. Бойко [и др.] // Донозоология и здоровый образ жизни. – 2010. – № 2 (7). – С.22-27.
19. Сравнение результатов донозологических исследований участников эксперимента «Марс-500» в Сыктывкаре и Екатеринбурге / Ю. Г. Солонин, А. Л. Марков, Е. Р. Бойко [и др.] // Известия Коми НЦ УрО РАН. – 2013. – Вып. 1(13). – С. 5-55.
20. Сравнение результатов спутниковых исследований по проекту «Марс-500» в Сыктывкаре и Алматы / Ю. Г. Солонин, А. Л. Марков, Е. Р. Бойко [и др.] // Физиология человека. – 2015. – Т. 41. – № 3. – С.98-105.
21. Влияние широтного фактора на физическую работоспособность лыжников-гонщиков Республики Коми / Ю. Г. Солонин, Т. П. Логинова, А. Л. Марков [и др.] // Журнал медико-биологических исследований. – 2018. – Т. 6. № 4. – С.425-434.

Сведения об авторе

Ю.Г. Солонин — д.м.н., профессор, главный научный сотрудник отдела экологической и медицинской физиологии, Институт физиологии ФИЦ Коми НЦ УрО РАН.

Адрес для переписки: solonin@physiol.komisc.ru