

СРЕДА ОБИТАНИЯ И ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОГО АНАЛИЗАТОРА ЧЕЛОВЕКА

В. А. Безбородов, Л. М. Курилова, В. А. Макарычев

Институт нормальной и патологической физиологии, Москва

Поступила 18/1 1968 г.

Приспособление человека к постоянно меняющимся условиям внешней среды обеспечивается динамической подвижностью и взаимодействием ряда физиологических систем организма. Факторы внешней среды (среды обитания) обуславливают специфические реакции как различных физиологических систем, так и организма в целом (И. П. Павлов; М. М. Волл; П. Г. Снякин, 1959, 1965; В. Г. Бокша; И. С. Кандроп с соавторами; М. Г. Михалков; Бартон и Эдхолм; Glaser; Wieber с соавторами).

Терморегуляционный процесс у человека направлен на обеспечение постоянства одной из жизненно важных констант организма — температуры тела (М. Е. Маршак, 1965; Хензель). Адекватная терморегуляция при изменении условий внешней среды в значительной мере достигается за счет функционирования температурного анализатора (П. Н. Веселкин; Л. М. Курилова, 1966; Ю. Н. Чусов; Игго; Дженкинс; Zotterman, и др.). Упомянутыми авторами показано, что периферические терморцепторные структуры являются пусковым звеном в системе температурного анализа.

Исследования периферического терморцепторного аппарата у человека проводили в основном в комфортных условиях среды при локальных температурных изменениях (М. М. Волл; Л. М. Курилова, 1960; Rein; Strughold). Лишь в единичных работах определяли состояние температурного анализатора при общем и длительном воздействии температурного фактора внешней среды (П. Г. Снякин, О. Д. Колюцкая; З. П. Беликова; Л. М. Курилова, 1960; П. И. Гуменер).

Задачей настоящего исследования являлось изучение функционального состояния температурного анализатора у человека при длительном воздействии определенных факторов среды обитания (температура, высота над уровнем моря и др.).

Для этой цели проведены исследования функционирования периферического холодового рецепторного аппарата и измерение температурных параметров у лиц 2 групп: 1-я группа — местные жители (горцы) и 2-я группа — приезжие из средней климатической зоны.

Объект и методы исследования. Исследования осуществляли у 56 здоровых людей (27 местных жителей и 29 приезжих) в возрасте 19—30 лет в течение недели. Наблюдения проводили в период с июля по сентябрь 1967 г. в районе Центрального Кавказа на высоте 2000 м над уровнем моря, при температуре окружающей среды 16—18°.

Для исследования холодовой рецепции применяли холодовый эстезиометр, диаметр термощупа которого равен 1 мм, со стандартной температурой 0°. Исследовали волярную поверхность кожи предплечья в 25 маркированных точках на площади 25 см² (способ заранее намеченных точек).

После предварительной адаптации (15—20 мин.) к температуре среды, в которой проводили обследование, путем прикосновения термоэстезиометра к каждой маркированной точке определяли количество функционирующих точек. При ощущении обследуемым холода данную точку принимали за функционирующую, при отсутствии реакции тест оценивали как отрицательный. Тестирование производили дважды справа и слева соответственно.

Температурные параметры (температура тела и кожи) измеряли с помощью электротермометра ЭТМ-3-Б с точностью 0,1°.

Температуру подмышечной области справа и слева считали показателем температуры тела. Температуру кожи предплечья измеряли справа и слева соответственно в области, где определяли холодовую рецепцию (волярная поверхность предплечья).

Всего у 56 человек проведено 364 исследования терморцепции, по 172 замера температуры кожи предплечья и подмышечной области.

Результаты наблюдений обрабатывали методом вариационной статистики с вычислением средних величин. Сравнение последних для разных групп осуществляли по критерию Стьюдента, величин дисперсии — по критерию Фишера, рядов распределения — по критерию Пирсона. Различие считали достоверным при $P < 0,05$.

Как показали наши наблюдения, число функционирующих холодовых рецепторных элементов на правом и левом предплечье в одном обследовании существенно не различалось.

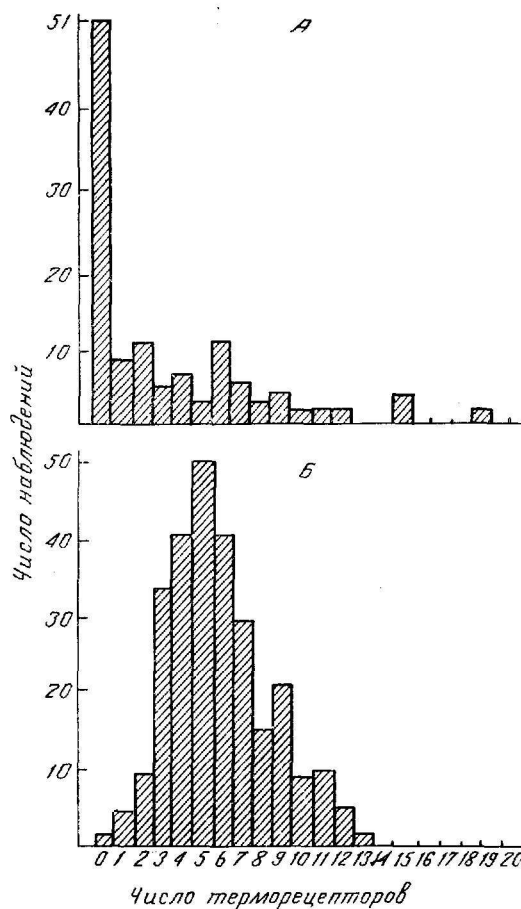
Реакция периферического холодового рецепторного аппарата в каждой группе имела специфические особенности (см. рисунок). Для лиц 1-й группы характерным является низкий уровень функционирования холодовых рецепторов. В 51 случае (47%) выявлялась отрицательная реакция к предъявляемому холодовому тесту, в 28 случаях (26%) — реакция с малым числом (1—4) включенных рецепторных элементов. Для 2-й группы характерен сравнительно высокий уровень функционирования холодовых рецепторов (см. рисунок, Б). Анализ полученных данных показал, что у лиц 2-й группы типичной была реакция с включением 3—9 рецепторных элементов, отмеченная в 181 наблюдении (70%).

При сопоставлении гистограмм А и Б можно видеть, что характер распределения по количеству функционирующих холодовых рецепторных элементов у лиц сравниваемых групп существенно различается. Огибающая кривая распределения у лиц 2-й группы (см. рисунок, Б) соответствует таковой при нормальном распределении по закону Гаусса. У лиц 1-й группы она приближается к экспоненте (см. рисунок, А).

Результаты наблюдений по средним величинам и данные сравнительного анализа уровней функционирования терморепрепторов у обследованных 2 групп приведены в табл. 1.

Как видно из табл. 1, средняя величина количества функционирующих холодовых рецепторов у лиц 1-й группы в

2 раза меньше, чем у обследованных 2-й группы. Сравнение этих данных по величинам дисперсии (σ^2) свидетельствует о существенном различии ($P < 0,01$). Достоверные различия имеются и в характере распределения терморепрепторной реакции у лиц сравниваемых групп ($P < 0,01$). Таким образом, по периферической холодовой терморепрепторной реакции местные жители (1-я группа) значительно отличаются от приезжих из средней климатической зоны (2-я группа).



Гистограммы распределений частот повторений количества функционирующих холодовых рецепторных элементов.

А — обследованные 1-й группы (данные 108 наблюдений); Б — обследованные 2-й группы (данные 256 наблюдений).

Таблица 1

Результаты наблюдений по средним величинам и сравнительный анализ функционирования терморепрепторов у обследованных 2 групп

Группа	Число наблюдений	Средние величины				Сравнение групп по					
						Стьюденту		Фишеру		Пирсону	
		$\bar{X}$	σ^2	σ	M	t	P	F	P	χ^2	P
1-я	108	3	12,86	3,58	0,34	7,7	<0,01	2,03	<0,01	134,5	<0,01
2-я	256	6	6,35	2,52	0,16						

Обозначения здесь и на остальных таблицах: $\bar{X}$ — средняя арифметическая, σ^2 — дисперсия, σ — среднее квадратическое отклонение, M — средняя ошибка, t — критерий Стьюдента, F — критерий Фишера, χ^2 — критерий Пирсона, P — вероятность.

При рассмотрении температурных параметров необходимо отметить, что асимметрия температуры тела и кожи была в пределах физиологической нормы ($0,3—0,5^\circ$ в первом случае и $0,3—1^\circ$ во втором).

Результаты 172 измерений температуры тела показали, что у лиц сравниваемых групп температура тела лежит в одном и том же диапазоне ($35—37,5^\circ$). В единичных случаях она была 35° . Средние величины температуры тела и данные сравнительного анализа их у лиц 2 групп приведены в табл. 2.

Согласно нашим данным, температура тела у местных жителей и приезжих по средним величинам, величинам дисперсии и характеру распределения существенно не различается.

Анализ результатов измерений температуры кожи предплечья показал, что у обследованных 1-й группы диапазон данного параметра находился в пределах $29,8—35,9^\circ$ (54 наблюдения). У лиц 2-й группы температура кожи предплечья варьировала в более широких пределах — от 27 до $35,9^\circ$ (118 наблюдений). Заслуживает внимания тот факт, что во 2-й группе в 9 наблюдениях она была ниже $29,8^\circ$, что составляет 11% от общего числа наблюдений по данной группе. Столь низкой температуры не было у лиц 1-й группы.

Температура кожи предплечья в пределах $29,8—32^\circ$ определялась в 23 наблюдениях (42%) в 1-й группе и в 28 наблюдениях (24%) во 2-й группе, в пределах $32—34^\circ$ — соответственно в 17 (31%) и 48 (42%) наблюдениях, $34—35,9^\circ$ — в 14 (27%) и 29 (23%) наблюдениях.

Средние величины и данные сравнительного анализа температуры кожи предплечья у обследованных 2 групп приведены в табл. 3. Привлекает внимание тот факт, что у приезжих величина дисперсии температуры кожи значительно больше, чем у местных жителей ($P < 0,05$). Отмечаются также достоверные различия характера распределения величин температуры кожи предплечья ($P < 0,05$) у лиц обеих групп.

Анализ результатов наших исследований свидетельствует о значительном постоянстве температуры тела обследованных независимо от

Таблица 2

Результаты наблюдений по средним величинам и сравнительный анализ температуры тела у обследованных 2 групп

Группа	Число наблюдений	Средняя величина				Сравнение групп по					
						Стьюденту		Фишеру		Пирсону	
		$\bar{X}$	σ^2	σ	M	t	P	F	P	χ^2	P
1-я	54	36,2	0,8	0,89	0,12	0,67	<0,5	1,49	<0,1	9,15	<0,1
2-я	118	36,3	1,19	1,09	0,10						

Таблица 3

Результаты наблюдений по средним величинам и сравнительный анализ температуры кожи предплечья у обследованных 2 групп

Группа	Число наблюдений	Средняя величина				Сравнение групп по					
		$\bar{X}$	σ^2	σ	M	Стьюденту		Фишеру		Пирсону	
						t	P	F	P	χ^2	P
1-я	54	32,7	1,92	1,32	0,16	0,83	<0,4	1,66	<0,05	14,12	<0,05
2-я	118	32,5	3,18	1,78	0,18						

среды обитания (средняя климатическая или высокогорная зона). Наряду с этим мы отметили выраженное различие в функционировании температурного анализатора у обследованных 2 групп.

У лиц, привыкших к высокогорным условиям, выявлялся низкий уровень мобилизации холодовых рецепторов (вплоть до полной демобилизации), в тех же условиях у лиц, приехавших из средней климатической зоны, отмечен значительно более высокий уровень. Такое различие в функционировании температурного анализатора является проявлением приспособительной реакции организма человека к условиям внешней среды. Согласно полученным ранее данным (П. Г. Снякин, 1959; Л. М. Курилова, 1960, 1966), различное количество функционирующих терморепторных элементов есть проявление процессов настройки, за счет чего в значительной мере обеспечивается адекватная работа системы терморегулирования организма человека. Исходя из этих предпосылок, можно полагать, что стабилизация температуры тела в значительной мере обеспечивается соответствующей настройкой температурного анализатора.

Выявленную специфичность функциональной настройки у приезжих и местных жителей можно объяснить с точки зрения концепции функциональной мобильности, согласно которой меняющееся количество функционирующих рецепторных элементов в зависимости от изменения действующих внешних факторов обеспечивает оптимальное функционирование анализаторов в различных условиях окружающей среды (П. Г. Снякин, 1948, 1959, 1965). Подобная точка зрения была высказана Винером (1961), сформулировавшим принцип оптимального регулирования биологических систем. Согласно этому принципу, в условиях стационарного режима достаточное количество информации может обеспечиваться малым количеством функционирующих входных устройств. В случае состояния «поискового» режима необходимое количество информации обеспечивается включением большого количества устройств ввода информации. Исходя из этого, мы полагаем, что система температурного анализатора у лиц 1-й группы работает в стационарном режиме, что обеспечивает в свою очередь включение малого количества холодовых рецепторных элементов. «Поисковый» режим составляет особенность обследованных 2-й группы и требует включения большого количества холодовых рецепторных элементов. В обоих случаях организм получает достаточную информацию о температуре окружающей среды, благодаря чему и достигается стабильность температуры тела независимо от среды обитания.

Особенности функциональной настройки температурного анализатора у обследованных нами лиц из различных климатических зон коррелируются в некоторой степени с температурой кожи как одним из показателей физической терморегуляции.

Температура кожи предплечья в наших исследованиях отличается значительным разбросом по сравнению с температурой тела. Эти данные согласуются с материалами ряда авторов, которые указывают на большую динамичность температурных параметров периферических отделов

кожи (М. Е. Маршак, 1930, 1965; Бартон и Эдхолм; Glaser; Lele). Они свидетельствуют об активной роли периферических отделов организма человека в процессах терморегуляции. Однако обнаруженная меньшая вариабельность температуры кожи предплечья у местных жителей по сравнению с жителями средней климатической зоны объясняется, по-видимому, процессом приспособления у последних («поисковый режим») к изменившимся условиям среды, на что указывает и ряд других исследователей (И. С. Кандрор с соавторами; М. Г. Михалков; Ю. Н. Чаусов).

Следовательно, у местных жителей, адаптированных к условиям высокогорья, наряду с низким уровнем функционирования холодовых рецепторных элементов выявлен более узкий диапазон изменения температуры кожи, чем у лиц, приехавших из средней климатической зоны. У последних отмечался более широкий диапазон изменения температуры кожи и более высокий уровень функционирования терморецепторов, что можно рассматривать как выражение приспособительной реакции организма к необычным для этой группы условиям окружающей среды.

Полученные нами данные позволяют заключить, что работа системы терморегулирования у человека, обеспечивающая стабильную температуру тела, может происходить при различных функциональных состояниях температурного анализатора. Последнее же, а также и настройка анализатора в значительной мере определяются факторами среды обитания человека.

ЛИТЕРАТУРА

- Беликова З. П. Вестн. венерол., 1953, № 2, с. 6. — Бокша В. Г. В кн.: Физиологические механизмы адаптации человека к природным факторам среды. Новосибирск, 1967, с. 45. — Веселкин П. Н. Лихорадка. М., 1963. — Волл М. М. Арх. биол. наук, 1935, т. 39, № 3, с. 581. — Кандрор И. С., Демина Д. М., Ратнер Е. М. В кн.: Физиологические механизмы адаптации человека к природным факторам среды. Новосибирск, 1967, с. 81. — Курилова Л. М. Бюлл. exper. биол., 1960, № 3, с. 3. — Она же. Физиол. ж. СССР, 1966, № 9, с. 1160. — Либерман С. Л., Ромко В. М. В кн.: Сборник работ кафедры физиологии Казахск. ин-та физической культуры. Алма-Ата, 1957, в. 2, с. 288. — Маршак М. Е. Гигиена, безопасность и патология труда, 1930, № 6, с. 11. — Он же. Физиологические основы закаливания организма человека. Л., 1965. — Михалков М. Г. В кн.: Физиологические механизмы адаптации человека к природным факторам среды. Новосибирск, 1967, с. 111. — Павлов И. П. Полное собрание сочинений. М., 1949, т. 3. — Снякин П. Г. Функциональная мобильность сетчатки. М., 1948. — Снякин П. Г. Метод функциональной мобильности в эксперименте и клинике. М., 1959. — Снякин П. Г. Вестн. АМН СССР, 1965, № 7, с. 12. — Чаусов Ю. Н. В кн.: Физиологические механизмы адаптации человека к природным факторам среды. Новосибирск, 1967, с. 147. — Бартон А., Эдхолм О. Человек в условиях холода. М., 1957. — Glaser E. M., J. Physiol., 1949, v. 109, p. 366. — Hagen E., Knoche H., Singlair D. C. et al. Proc. Roy. Soc. Lond., 1953, v. 141, p. 279. — Хензель Г. В кн.: Процессы регулирования в биологии. М., 1960, с. 44. — Игго А. В кн.: Нервные механизмы боли и зуда. М., 1962, с. 58. — Дженкинс В. В кн.: Экспериментальная психология. М., 1963, т. 2, с. 792. — Lele P. P., J. Physiol., 1954, v. 126, p. 191. — Rein H., Z. Biol., 1925, Bd 82, S. 189. — Strughold H., Z. Biol., 1931, Bd 91, S. 563. — Винер Н. Нелинейные задачи в теории случайных процессов. М., 1961. — Wieber C. G., Levine V. E., Exp. Med. Surg., 1950, v. 8, p. 422. — Zotterman Y., Handbook of Physiology. Washington, 1959, v. 1, p. 431.

HABITAT AND THE THERMAL ANALYSOR FUNCTION IN MAN

V. A. Bezborodov, L. M. Kurilova, V. A. Makarychev

Summary

The function of thermal analysor was investigated in 56 persons under conditions of an Alpine environment (at an altitude of 2000 m above the sea level) with a temperature of +16—18°C. Examinations covered the state of the peripheral cold receptor system, body temperature and that of the forearm's skin was also measured in a group of local residents ("mountaineers") and in another one, composed of inhabitants of central climatic zone ("visitors", "new comers"). A reaction with a small number of seitch in receptor elements was characteristic for the "mountaineers" group whereas for the "new comers" one typical was a reaction with a great number of engaged thermoreceptors. In the groups under comparison the body temperature lay within the same

limits of 35.1—37.5° C. The range of the forearm skin temperature variations for "mountaineers" lay within 29.8—35.9° C, and for group of "new comers" this temperature had a wider fluctuation range—from 27° up to 35.9° C. The functional state of the thermal analyser in man is determined in a great measure by factors of natural environment.

УДК 612.794.014.494

ВЛИЯНИЕ ИОНИЗИРОВАННОГО ВОЗДУХА НА ФУНКЦИОНАЛЬНУЮ МОБИЛЬНОСТЬ ХОЛОДОВЫХ РЕЦЕПТОРОВ КОЖИ

А. А. Минх, И. Н. Малышева

Центральный институт физической культуры, Москва

Поступила 20/VII 1968 г.

В последние годы опубликован ряд работ, в которых установлено, что искусственно ионизированный воздух с высокой концентрацией аэроионов обладает широким диапазоном неспецифического действия, выражающегося в повышении устойчивости организма к различным неблагоприятным факторам внешней среды.

Д. А. Лапицкий (1947) установил, что отрицательно ионизированный воздух ослабляет вредное действие недостатка кислорода, задерживая развитие гипоксии, что в дальнейшем было подтверждено Л. Л. Васильевым и В. Г. Куневичем (1953), Л. В. Серовой (1964), Т. Р. Румянцевой (1965) и А. В. Зуном (1966). О благоприятном влиянии отрицательных аэроионов (и в меньшей степени положительных) при гипоксических состояниях свидетельствуют также опыты на животных И. Н. Январевой (1959), Т. Р. Кузьминой (1965) и др.

Ингаляции отрицательных аэроионов уменьшают токсическое действие избытка углекислого газа (Л. Л. Васильев, 1962), оказывают благоприятное действие в условиях хронической оксигенеродной интоксикации (И. И. Даценко) и дают лечебно-профилактический эффект при хронических профессиональных интоксикациях марганцем, сероуглеродом и веществами бензольного ряда (А. П. Филичева). Положительные аэроионы повышают сопротивляемость животных к токсическим дозам стрихнина (Л. В. Серова, 1964).

Благоприятные результаты получены при применении гидроаэроионизации в опытах на животных с экспериментально вызванным силикозом (А. Е. Сигал). В ФРГ, ГДР и других странах отрицательная аэроионизация и в последнее время электроаэрозоли нашли практическое применение в угольной промышленности как средство предупреждения и лечения силикоза и некоторых других профессиональных болезней (Bisa, 1953, 1957; Dirnagl, Ebener и Arnolds; Cauer, 1955—1958; Schulz; Stueve, и др.).

Сирсеа с соавторами (1956) установили, что отрицательные аэроионы ослабляют искусственно вызванный у кроликов анафилактический шок, объясняя это повышением общей реактивности организма под влиянием аэроионизации. Вывод авторов подтверждается наблюдениями А. А. Минха с соавторами (1959), Л. В. Серовой (1964) и И. Н. Малышевой (1968), отметивших благоприятное влияние аэроионов на реактивность организма.

Е. М. Гажала наблюдал задерживающее влияние отрицательных ионов на развитие миокардита, вызванного у кроликов внутривенным введением дифтерийного токсина. К. А. Таммера (1959) получил благоприятный результат при применении отрицательно ионизированного кис-