

**ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ АДАПТАЦИИ И
ОСОБЕННОСТИ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ АРКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ
СИБИРИ**

С.Г. КРИВОЩЕКОВ

**Лаборатория функциональных резервов организма
ГУ НИИ Физиологии СО РАМН**

E-mail: Krivosch@physiol.ru

Медицинский Полярный Фонд «НАУКА»

АСПЕКТЫ ПРОБЛЕМЫ :

1. Изменение структуры северных популяций (по конституциям, психотипам, адаптивным типам) - это результат естественного отбора людей, наиболее эффективно адаптировавшихся к Северу, а также преадаптированных, т.е., имеющих хорошие предпосылки к адаптации в конкретно этих условиях.

2. Существуют региональные нормы показателей (на генетическом и функциональном уровне) практически всех систем организма. Чем жестче закреплены эти признаки, тем большую нагрузку будут нести функциональные системы в процессе перенастройки к новым условиям.

3. Кожная терморцепция и термоощущения меняются в зависимости от действия внешних средовых факторов и функционального состояния организма.

4. Плата за адаптацию проявляется в снижении функциональных резервов и работоспособности на индивидуальном и организменном уровне, ростом заболеваемости и продолжительности жизни - на популяционном.



Влияние климата на самочувствие

- 1. Непосредственное влияние климатических факторов (провоцирует сердечно-сосудистые кризы, приступы бронхиальной астмы, хронические артриты, радикулиты и т.д.)
- 2. Опосредованное влияние метеоклиматических факторов через экологию (изменение атмосферного давления, влажность, смог – увеличивают концентрацию в воздухе химических веществ)
- 3. Одновременное влияние метеоклиматических и экологических факторов

Население арктической части Сибири делится на 3 большие группы:

- аборигены
- приезжие, постоянно живущие на Севере
- приезжие, работающие в режиме производственных миграций

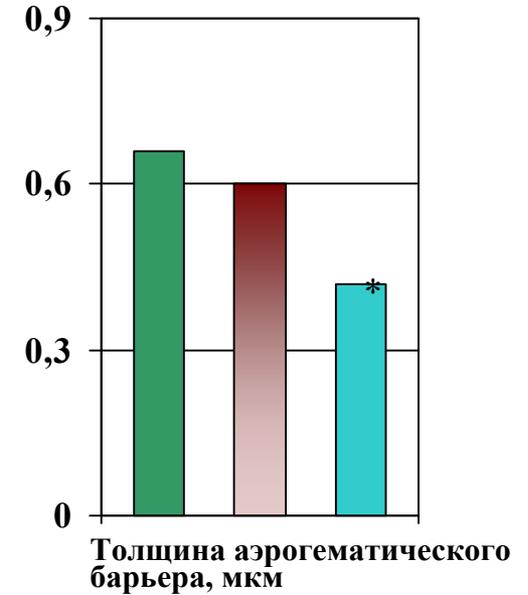
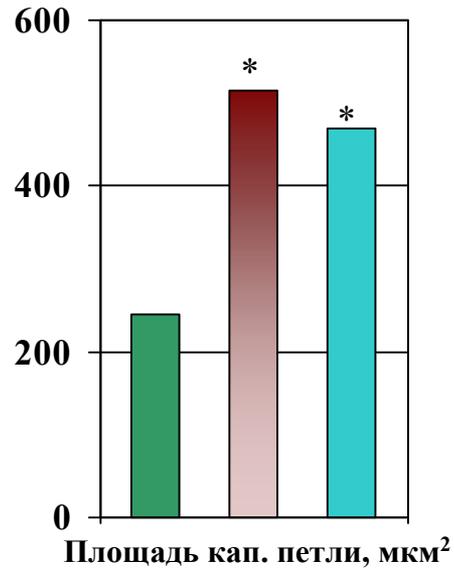
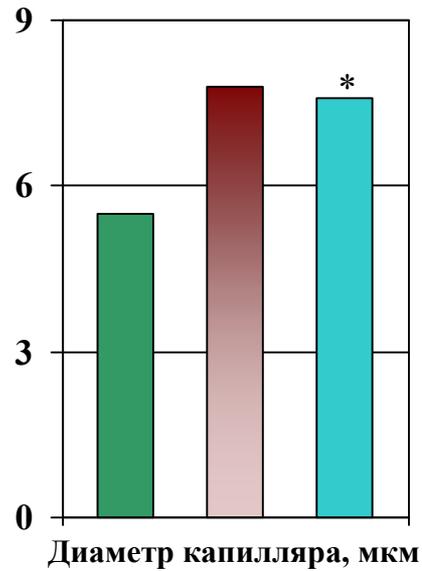
Специфические генетически обусловленные адаптивные особенности (норма реакции) аборигенов Севера



Структурные особенности бронхиального дерева у северян:

1. Большой объем анатомического мертвого пространства, обусловленный значительной шириной просветов воздухоносных путей и большим числом поколений бронхиального дерева. Это способствует согреванию вдыхаемого воздуха.
2. Особая структура легочного ацинуса: исчезновение части альвеол в респираторных бронхиолах, которое приводит к увеличению неравномерности газообмена в микроструктурах ацинуса.
3. Уменьшение толщины аэрогематического барьера.

Особенности структуры межальвеолярных перегородок у жителей Севера по сравнению с жителями умеренного климата



Москва



Магадан



Якутск

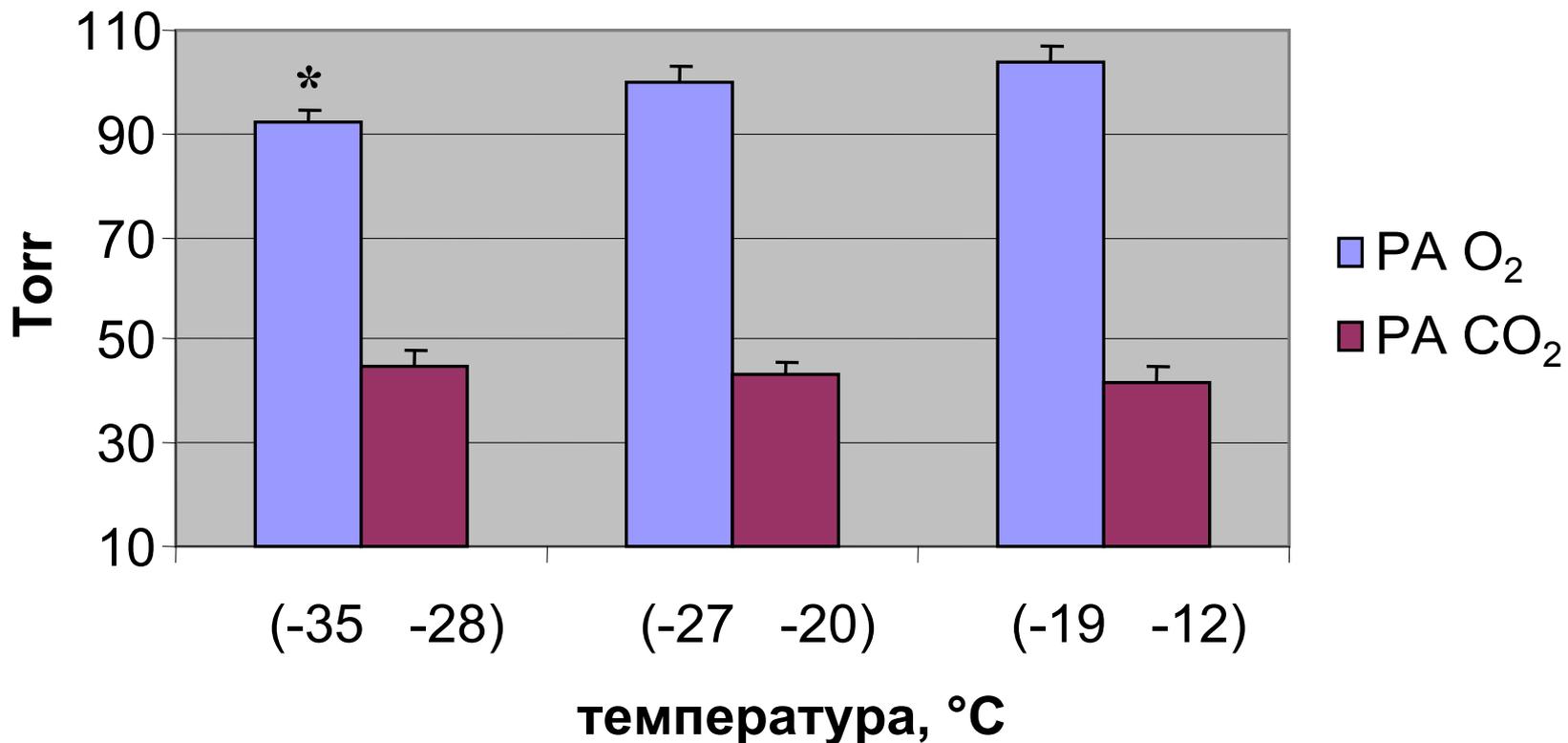


ХОЛОДОВАЯ ГИПОКСИЯ



РА O₂ и РА CO₂

у мужчин в возрасте от 25 до 35 лет при T воздуха от -35 to -12 °C



Количественный сенсорный термотест (Quantitative Sensory Testing)

Алгоритмы измерения порогов термоощущений на коже человека

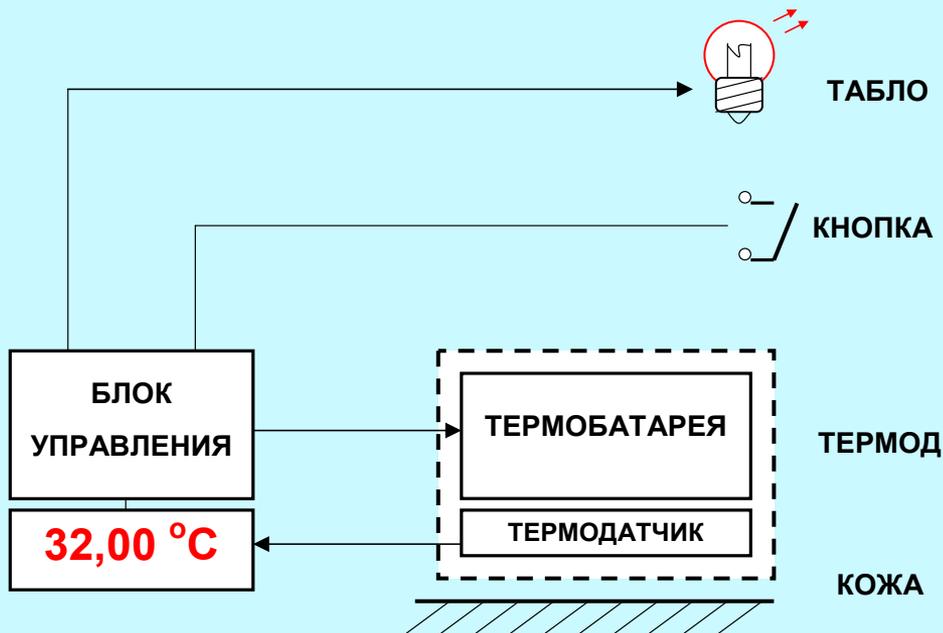
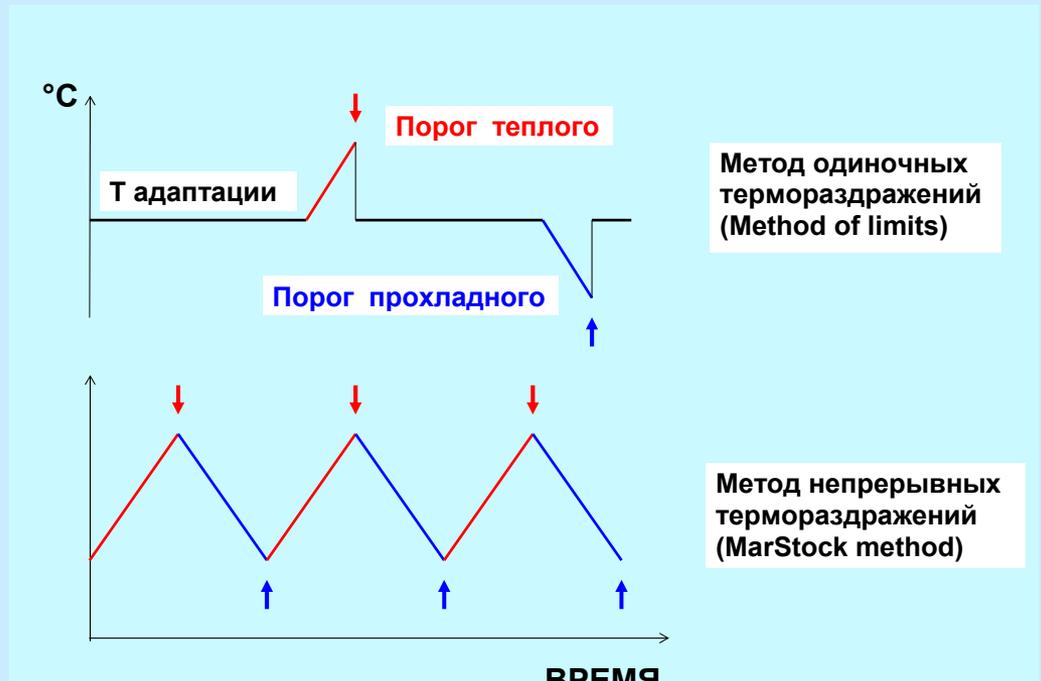
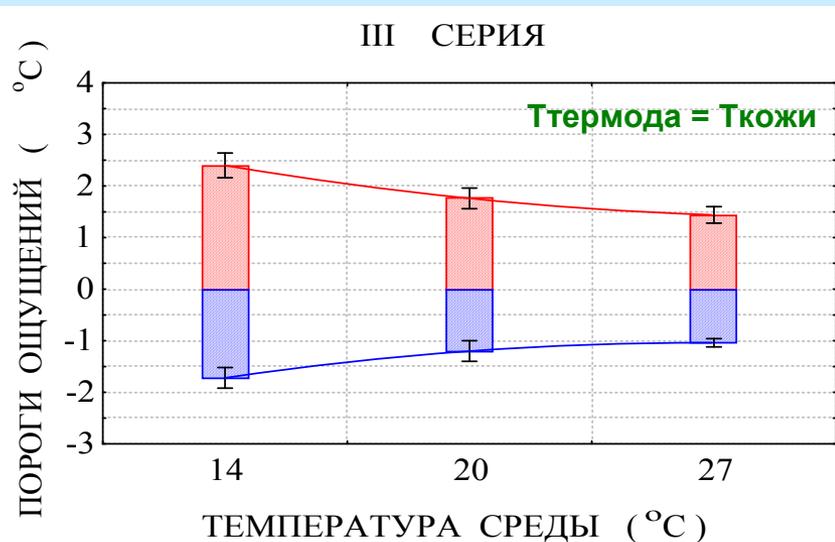
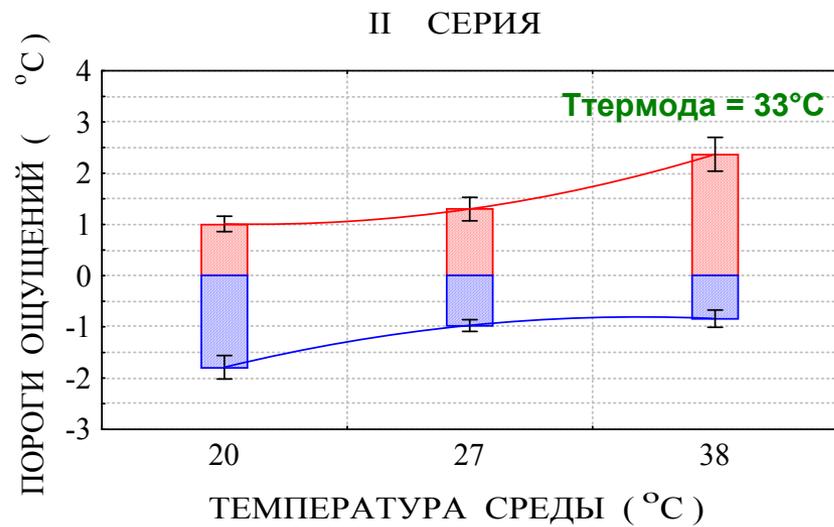
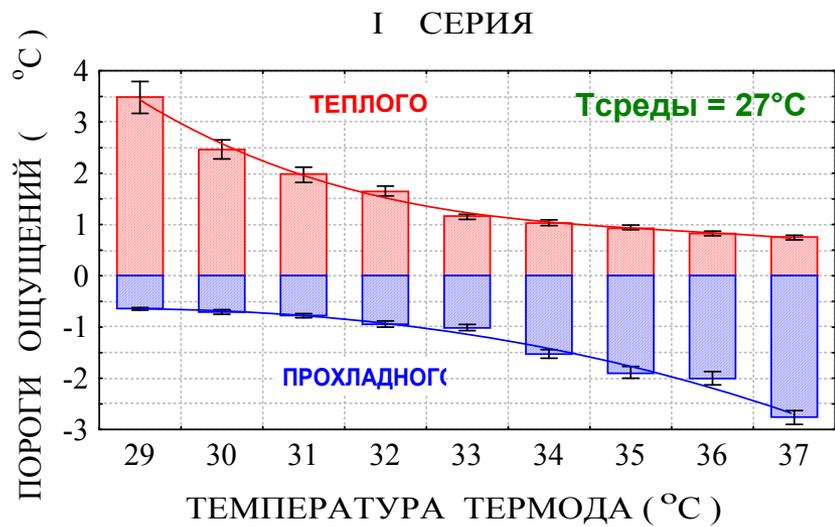


Схема устройства для измерения порогов термоощущений на коже человека

Тепловое состояние организма и термочувствительность кожи



Наиболее высокая термочувствительность кожи выявляется в термонейтральных условиях среды и при естественной температуре кожи.

С изменением температуры внешней среды или кожи как в сторону потепления, так и похолодания - термочувствительность снижается.

Практическая значимость

Связь кожной термочувствительности с температурой среды и температурами тела

Если известны исходная температура термоды (T_i) и:

а) температура окружающей среды (T_c)

$$ТП = 38.786 - 2.676 (T_i) + 0.772 (T_c) + 0.047 (T_i)^2 - 0.026 (T_i)(T_c) + 0.002 (T_c)^2 \quad (1)$$

$$ХП = -28.104 + 1.943 (T_i) - 0.133 (T_c) - 0.039 (T_i)^2 + 0.014 (T_i)(T_c) - 0.005 (T_c)^2 \quad (2)$$

$$МПИ = 66.891 - 4.619 (T_i) + 0.905 (T_c) + 0.086 (T_i)^2 - 0.040 (T_i)(T_c) + 0.007 (T_c)^2 \quad (3)$$

б) средняя температура кожи (T_s)

$$ТП = 32.911 + 0.723 (T_i) - 2.633 (T_s) + 0.047 (T_i)^2 - 0.124 (T_i)(T_s) + 0.105 (T_s)^2 \quad (4)$$

$$ХП = -25.847 - 6.590 (T_i) + 7.833 (T_s) - 0.039 (T_i)^2 + 0.269 (T_i)(T_s) - 0.245 (T_s)^2 \quad (5)$$

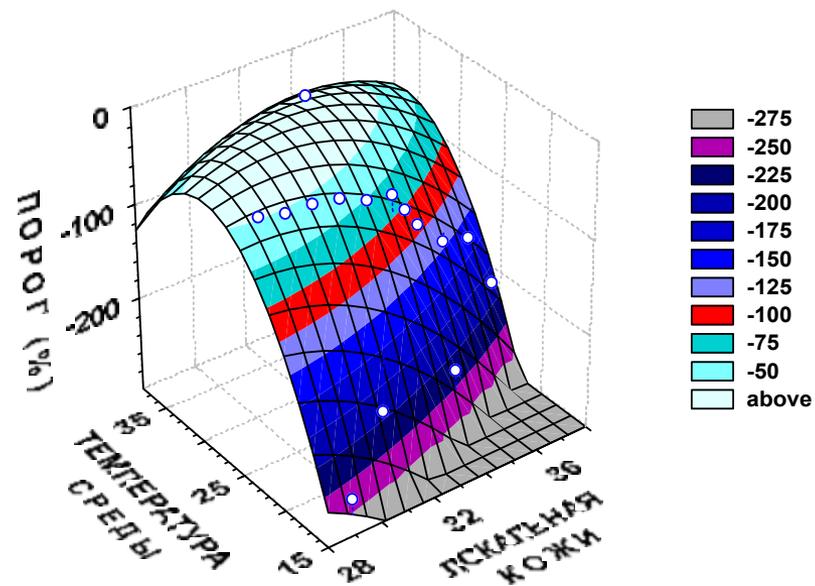
$$МПИ = 58.758 + 7.312 (T_i) - 10.465 (T_s) + 0.086 (T_i)^2 - 0.393 (T_i)T_s + 0.350 (T_s)^2 \quad (6)$$

в) глубокая температура тела (T_b)

$$ТП = 13917.27 + 39.301 (T_i) - 790.545 (T_b) + 0.042 (T_i)^2 - 1.144 (T_i)(T_b) + 11.241 (T_b)^2 \quad (7)$$

$$ХП = -13375.44 - 45.155 (T_i) + 761.109 (T_b) - 0.040 (T_i)^2 + 1.285 (T_i)(T_b) - 10.827 (T_b)^2 \quad (8)$$

$$МПИ = 27292.7 + 84.456 (T_i) - 1551.653 (T_b) + 0.082 (T_i)^2 - 2.429 (T_i)(T_b) + 22.067 (T_b)^2 \quad (9)$$

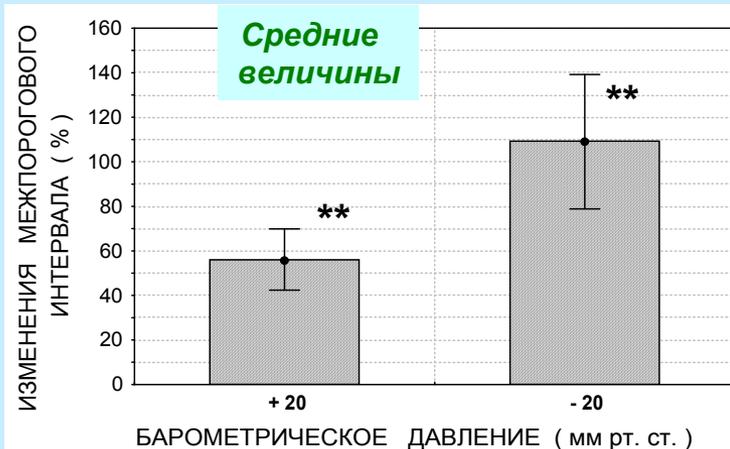
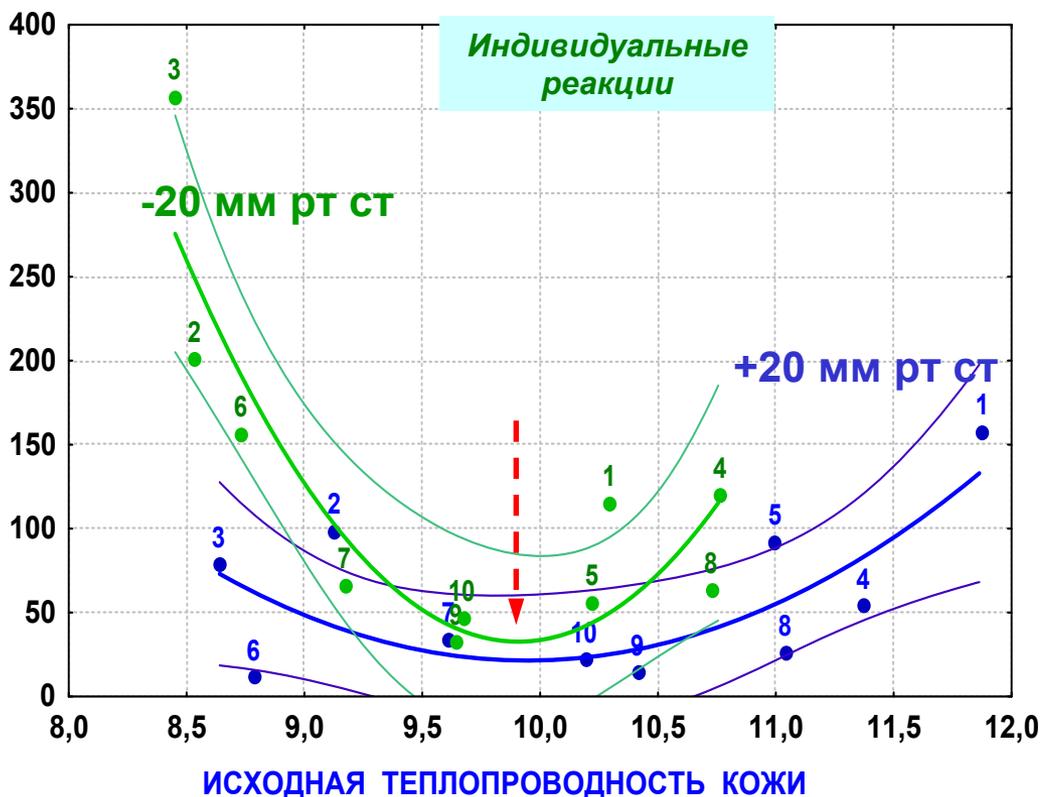
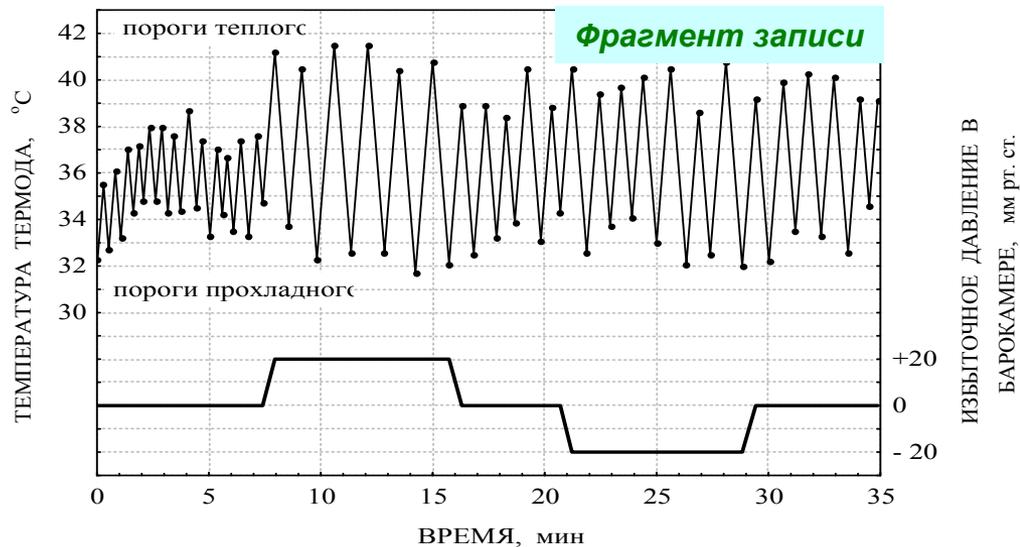


Аналитические выражения для расчетов должных величин порогов термоощущений с учетом теплового состояния организма и условий внешней среды.

Искусственное изменение сосудистого тонуса

Влияние местного барометрического давления на термочувствительность кожи предплечья

Метод непрерывных термораздражений



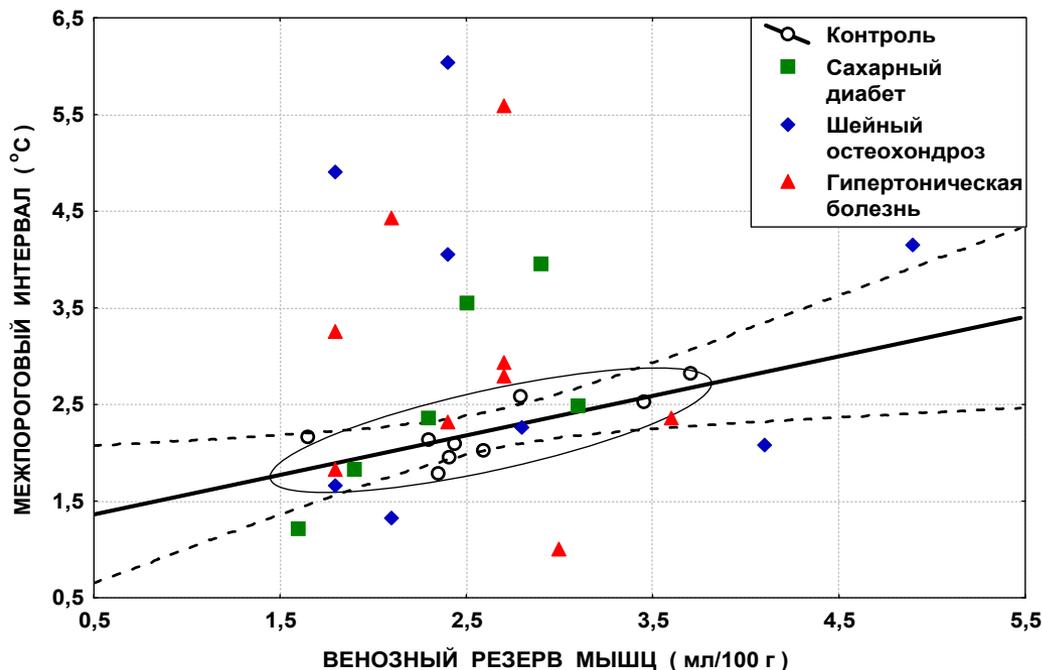
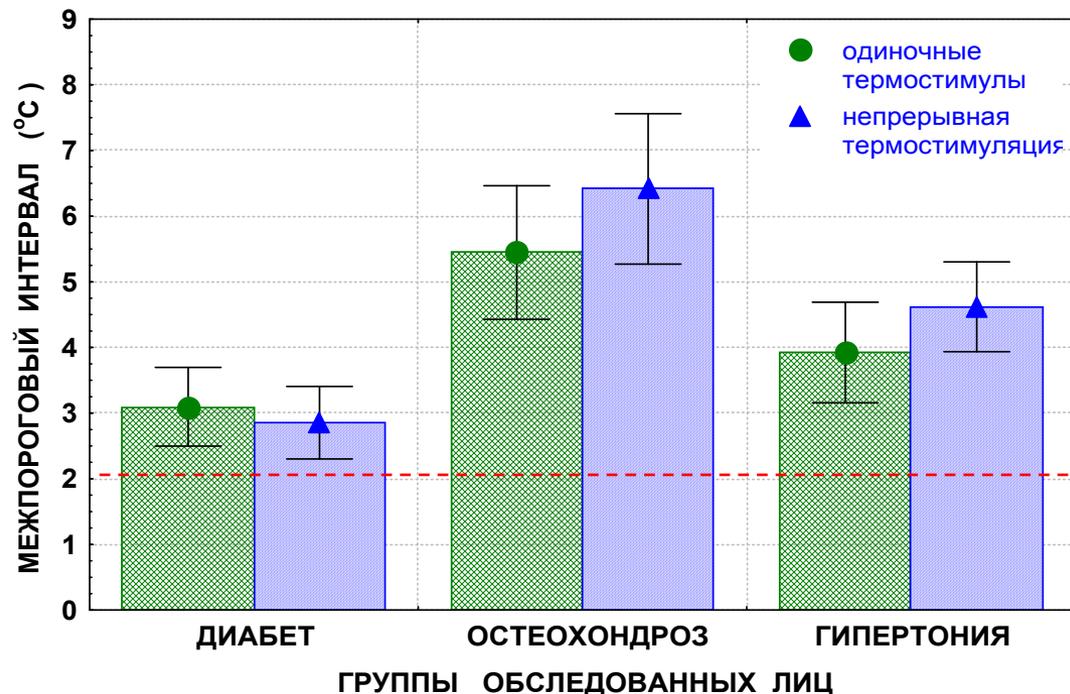
Кожная термочувствительность сопряжена с уровнем местного кровоснабжения. Её изменения местными барометрическими воздействиями снижают температурную чувствительность. Индивидуальная выраженность эффекта зависит от исходной величины кровотока.

КЛИНИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Температурная чувствительность на коже предплечья у обследованных групп больных

Наиболее выраженное понижение термоощущений на коже выявлено у больных шейным остеохондрозом.

Метод непрерывной термостимуляции дает более четкие межгрупповые различия.

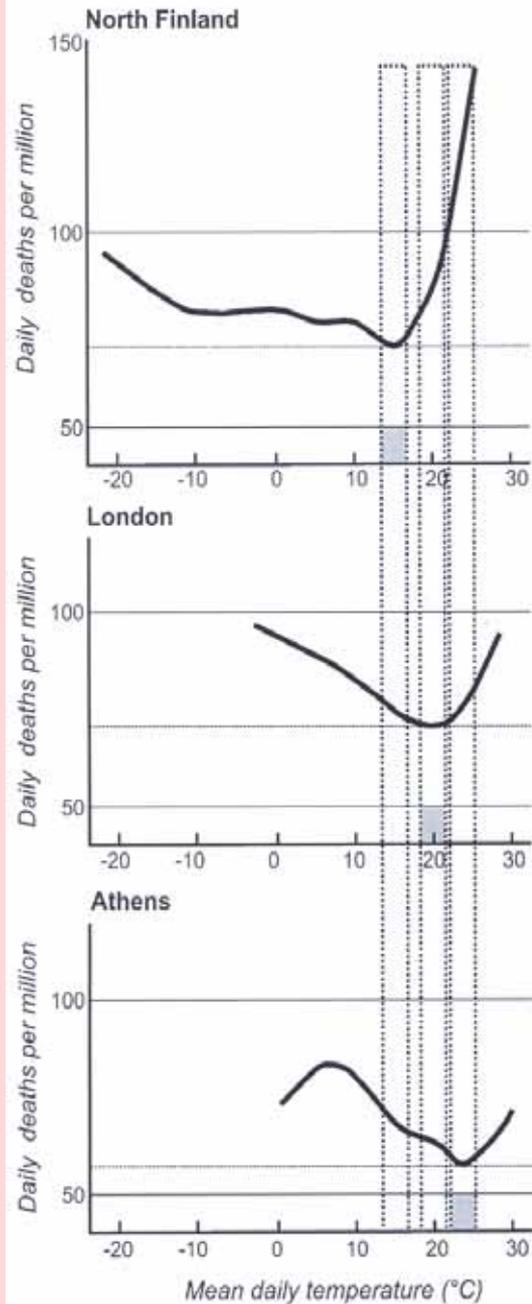


Связь между термической чувствительностью и венозным резервом ткани у здоровых и больных лиц

У больных резко нарушается сопряженность между термочувствительностью кожи и венозным резервом, что может служить дополнительным диагностическим признаком болезни.

Вывод

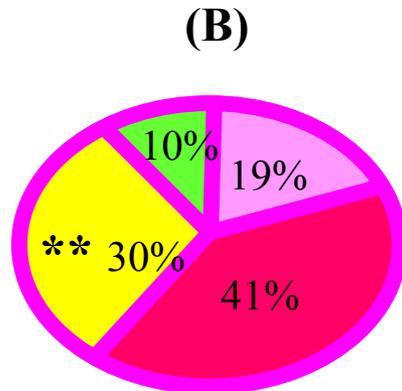
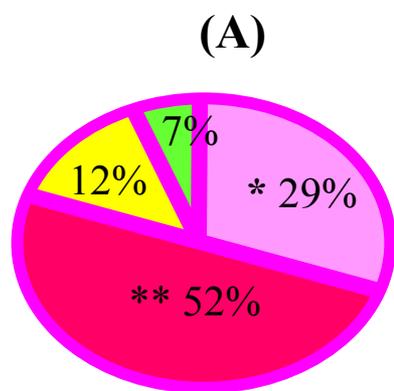
- Даже слабые воздействия внешних факторов снижают термочувствительность за счет закругления порогов термоощущений.
- При резких перепадах атмосферного давления и температуры организма человека (особенно больного) утрачивает способность тонко реагировать на погодные аномалии, что чревато возможностями перегрева, развитием сердечно-сосудистых кризов и т.д.



Ежедневная смертность от всех причин в зависимости от температуры воздуха в разных городах мира (Keatinge, 2000)

Зависимость смертности от температуры имеет U-образную форму. В левой, «холодной» части кривой, число умерших возрастает плавно по мере снижения температуры, в правой части - смертность возрастает резко, особенно в северных широтах

Распределение по типам функциональной асимметрии мозга

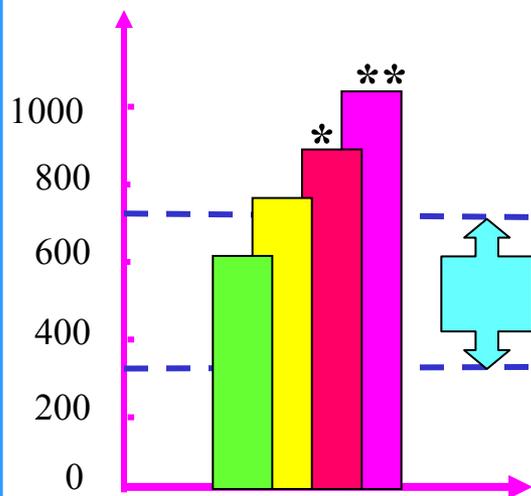


(A) – жители средней полосы
(г.Новосибирск, 258 чел., контроль)

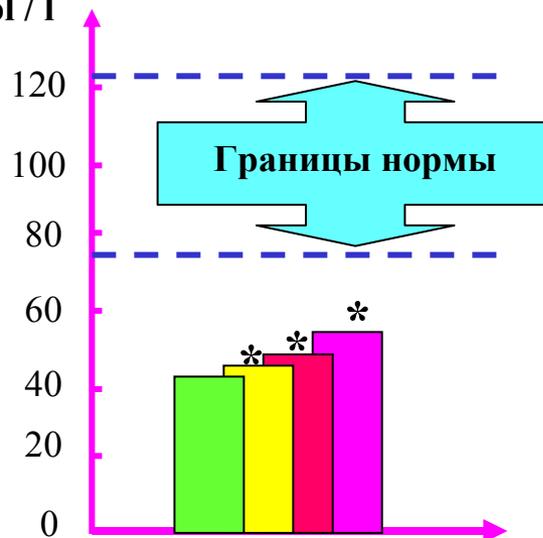
(B) - северные селькупы
(пос.Ратта, 113 чел.)

Уровень инсулина и кортизола у северных селькупов

Cortisol,
nmol / l



Insulin,
pmol / l



■ -левши

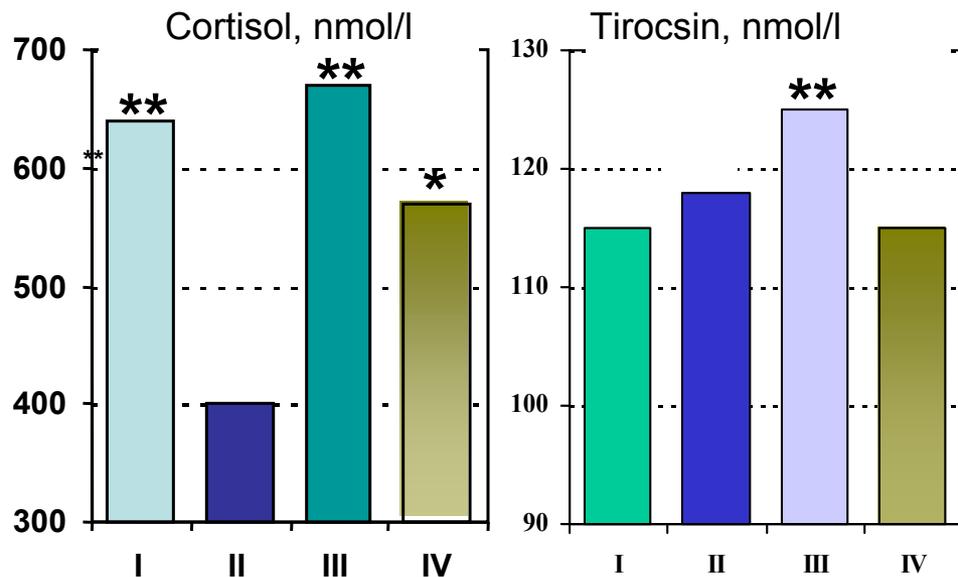
■ - амбидекстры

■ -смешанный тип ФАМ

■ -истинные правши

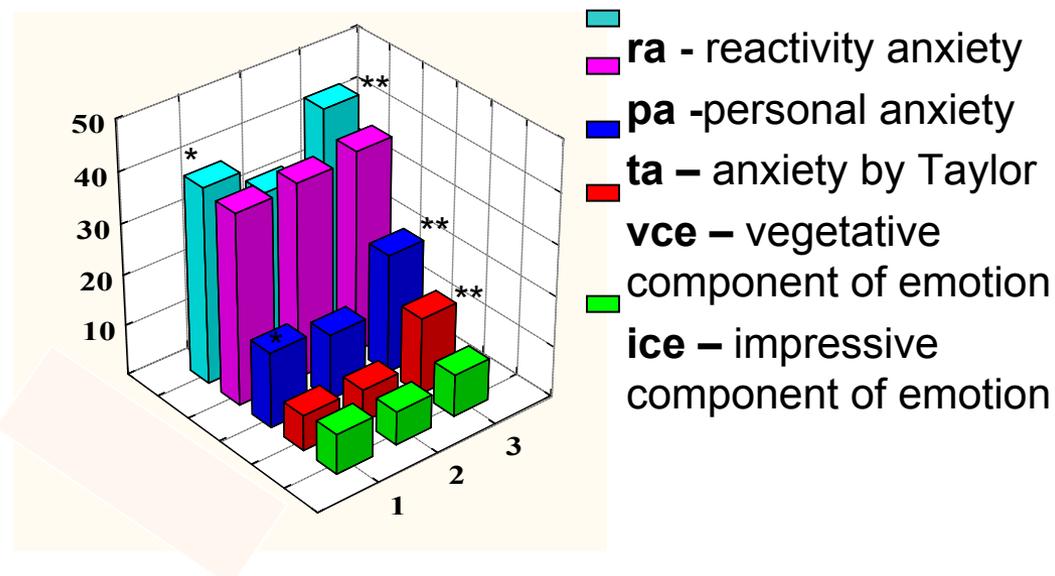
Трех- месячная вахта на Севере

Гормональные и
метаболические показатели

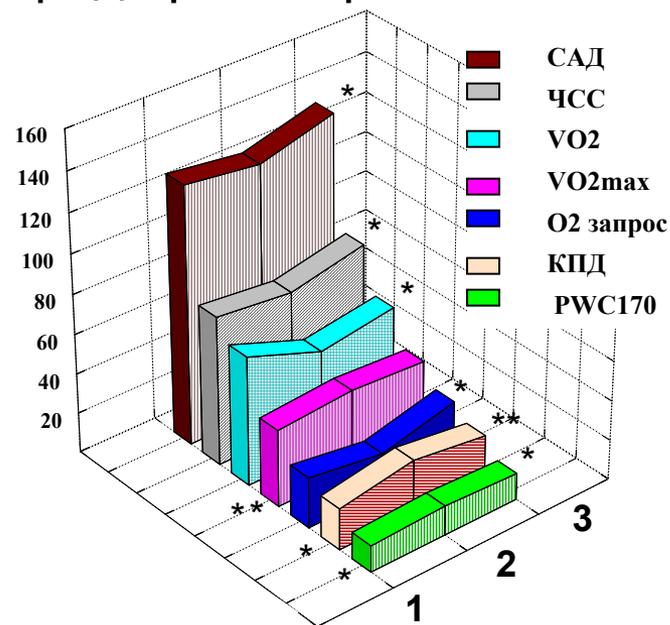


I - 1-9 день, II - 10-30 день, III - 31-60 день, IV - 61-90 день

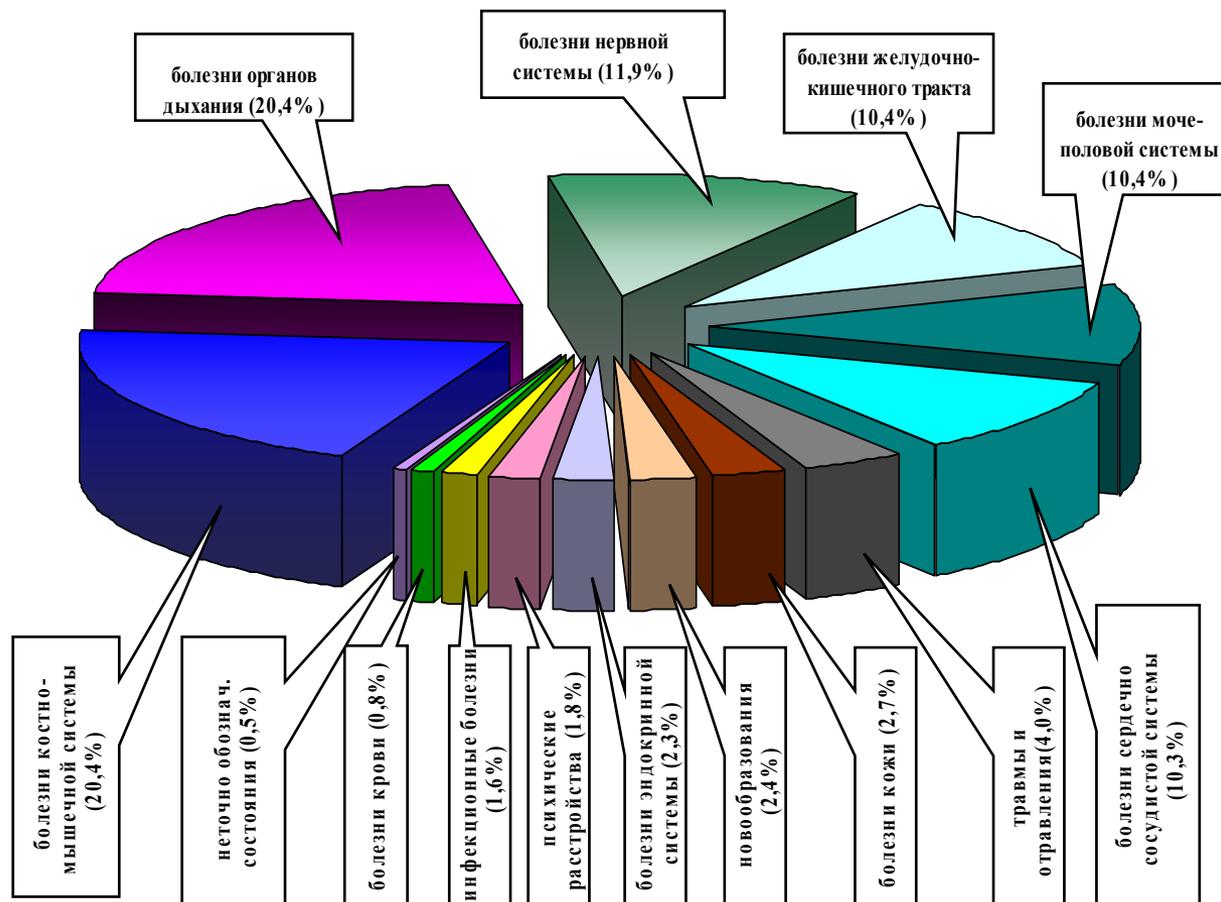
Индексы тревожности



Кислород-транспортные системы



Структура общей заболеваемости работников нефтегазовой отрасли на Севере (Кривошеков, Охотников, 2000)



Психофизиологические маркеры незавершенной адаптации

Экстремальные условия внешней среды



Антропогенные факторы, к которым невозможна адаптация

Включение нервно-рефлекторных механизмов

а) Генерализованная эмоциональная активность (1-5 дней)

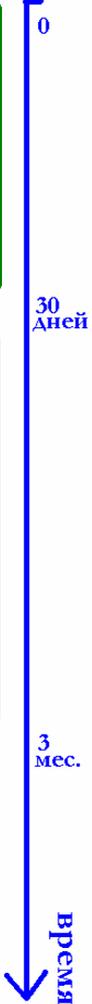
б) Инверсия полушарного доминирования

Дестабилизация межсистемных взаимодействий, нарушение циркадианной ритмики

Повышение уровня энергообмена, изменение гормонального фона, снижение работоспособности.

Увеличение реактивности центров регуляции (дыхания, сосудистого тонуса). Повышение тревожности.

Снижение функциональных резервов

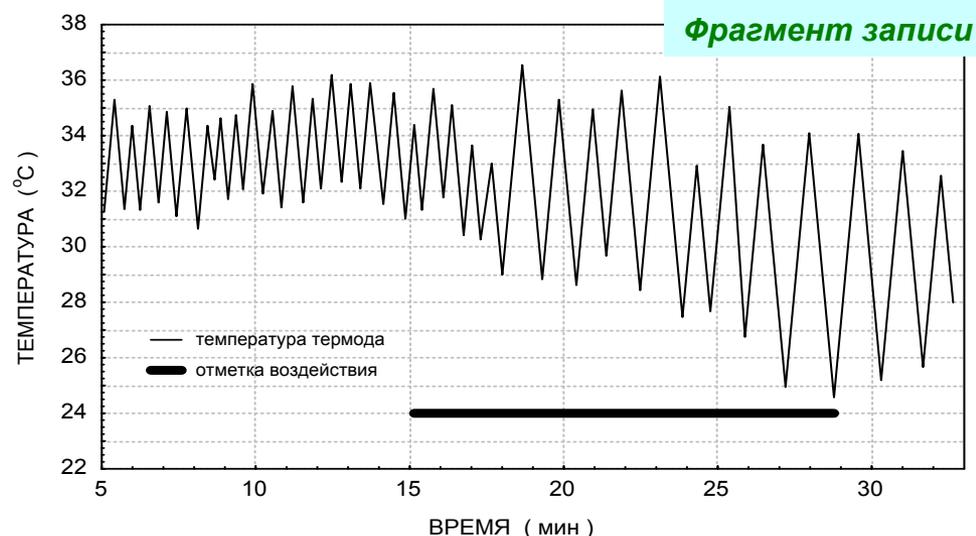


Спасибо за внимание!



Кожные термоощущения при острой нормобарической гипоксии

Вдыхание гипоксической смеси
(10% O₂ и 90% N₂)



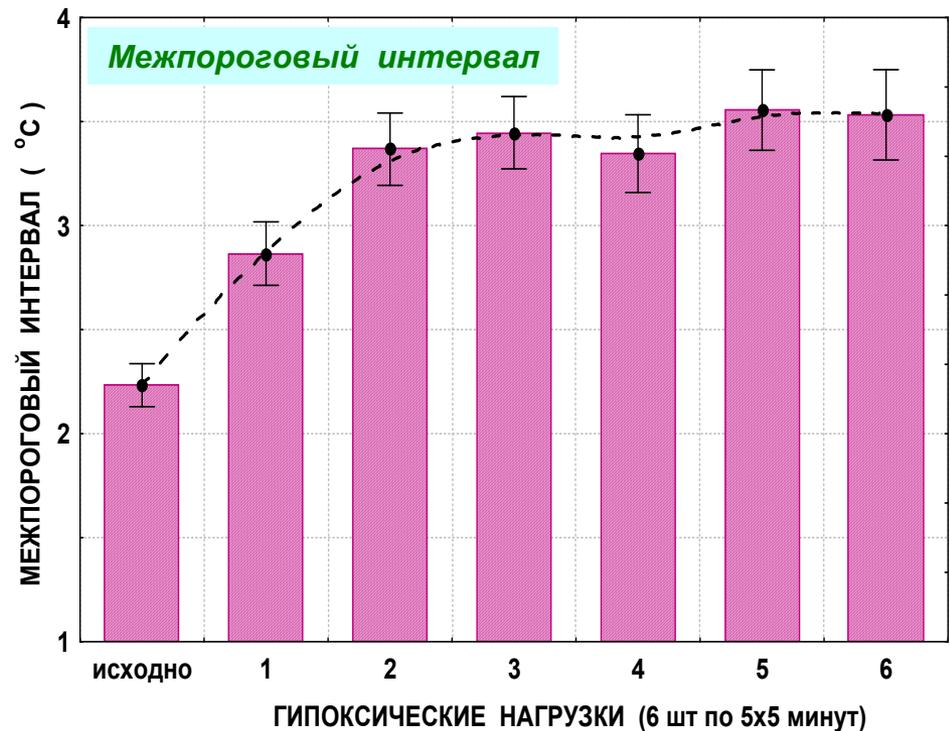
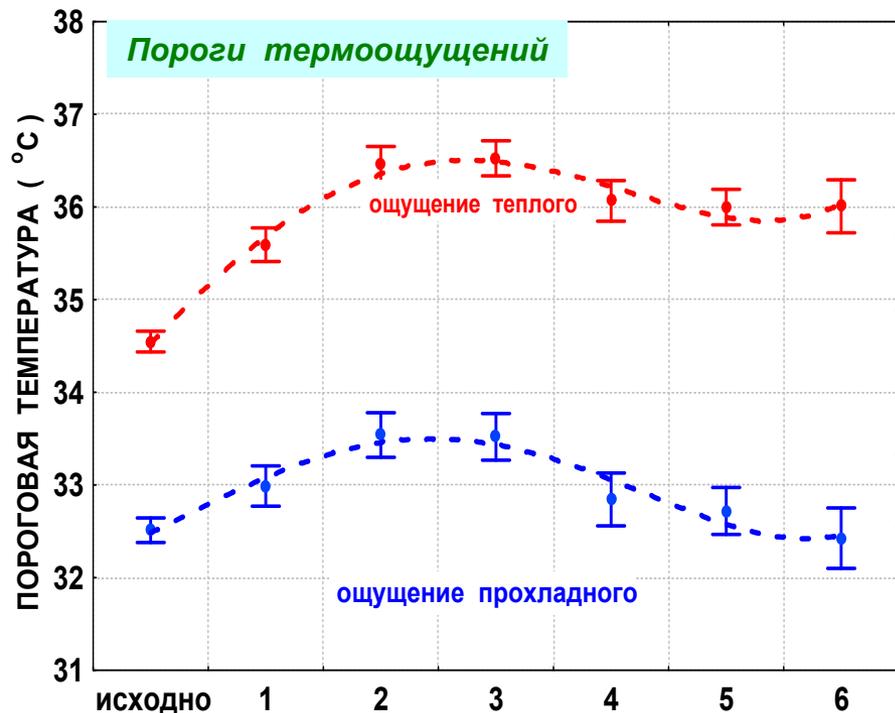
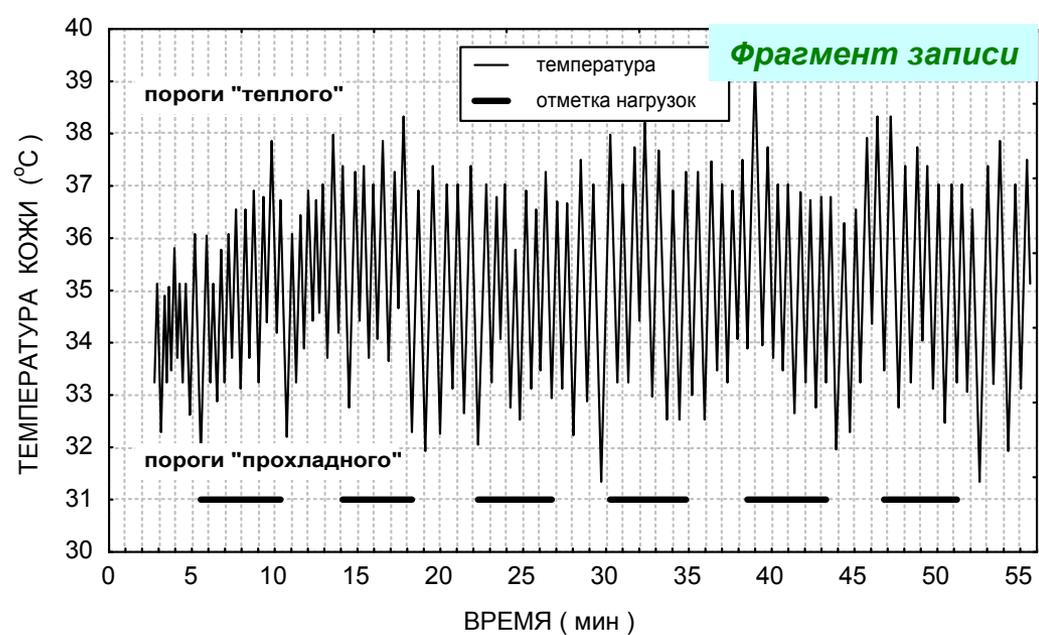
Условия обследования	Исходное состояние	Острая гипоксия	Изменение показателя	P
Пульс, уд/мин	65.9 ± 3.6	84.0 ± 2.7	18.1 ± 2.9	<0.001
Сатурация гемоглобина, SaO ₂ %	98.4 ± 0.2	83.2 ± 1.2	-15.2 ± 1.3	< 0.001
Порог ощущения теплого, °C	36.32 ± 0.67	37.33 ± 0.79	1.02 ± 0.42	< 0.05
Порог прохладного, °C	32.56 ± 0.52	31.67 ± 1.00	-0.90 ± 0.71	-
Межпороговый интервал, °C	3.71 ± 0.53	5.43 ± 0.74	1.72 ± 0.39 + 46%	< 0.001
Температура кожи, °C	33.0 ± 0.41	32.8 ± 0.41	-0.23 ± 0.07	< 0.01
Артериальный кровоток, мл/100 мл мин	2.96 ± 0.32	2.32 ± 0.17	-0.63 ± 0.18 - 21%	< 0.005
Венозный резерв, мл/100 мл	2.73 ± 0.19	2.82 ± 0.21	0.09 ± 0.18	-
Венозный отток, мл/100 мл	61.3 ± 5.8	60.9 ± 6.2	-0.4 ± 2.1	-
Реактивная гиперемия, мл/100 мл мин	5.97 ± 0.69	5.56 ± 0.81	-0.41 ± 0.54	-

Кратковременное дыхание гипоксической газовой смесью понижает температурную чувствительность кожи.

Пороги термоощущений в сеансе прерывистой нормобарической гипоксии

Кратковременные прерывистые воздействия гипоксии фазно изменяют абсолютные пороги термоощущений: вначале повышают, а затем снижают.

При этом межпороговый интервал термоощущений последовательно возрастает, свидетельствуя о накоплении эффектов влияния отдельных воздействий.



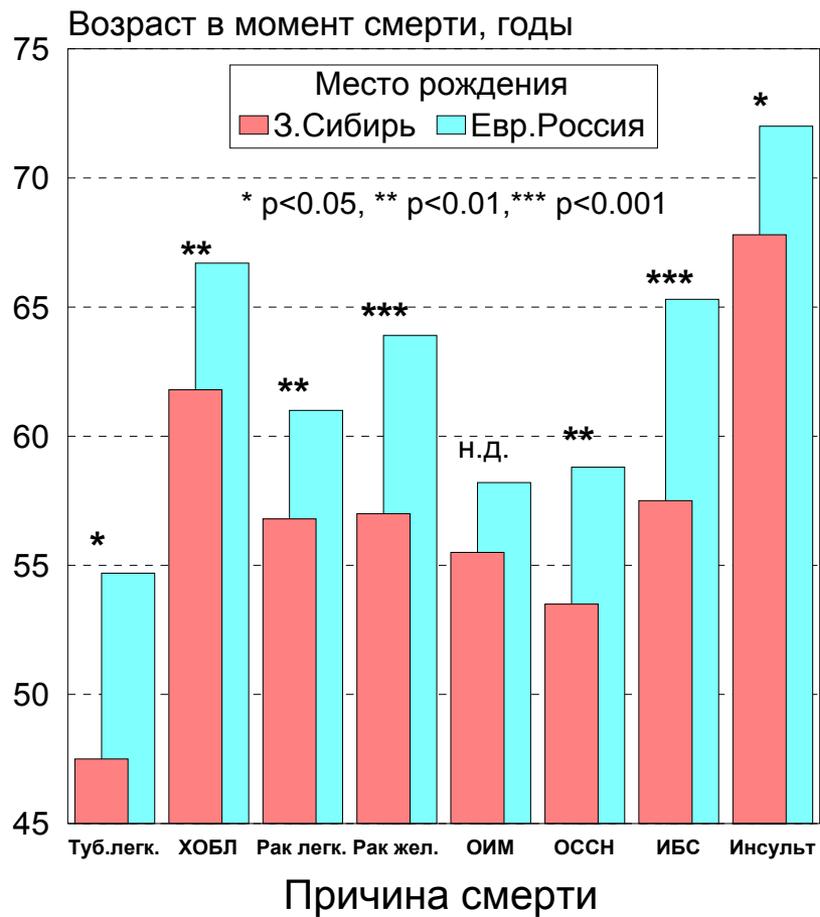
Среднемесячная температура воздуха (°С) самого холодного и самого тёплого месяцев года и магнитуа колебания в регионах с континентальным климатом (равнинные метеостанции, 1971–2000)

Регион	Зима	Лето	Магнитуа
Центральный Север США (Акрон, Огайо)	– 4,0	+22,1	26,1
Восточное побережье Канады (Колинет, Ньюфаундленд)	– 4,9	+15,2	20,2
Запад Канады (Комакук Бич, Юкон)	–25,3	+ 7,8	33,1
Северо-Западные территории Канады (Туктояктука)	–27,0	+11,0	38,0
Анкоридж, Аляска	–10,2	+15,0	25,2
Улан-Батор, Монголия	–20,1	+23,2	43,3
Россия (1936–1965)			
Калининград	– 3,3	+17,2	20,5
Мурманск	–10,0	+12,4	22,4
Москва	– 9,8	+18,8	28,6
Екатеринбург	–14,5	+17,9	32,4
Тюмень	–16,8	+18,1	34,9
Омск	–18,4	+19,0	37,4
Иркутск	–20,3	+17,9	38,2
Чита	–26,2	+18,7	44,9
Оймякон	–47,0	+13,7	60,7
о. Диксон (северное побережье полуострова Таймыр)	–25,5	+ 5,9	31,4
Салехард	–22,6	+14,3	36,9
Новосибирск	–18,1	+19,3	37,4

Примечание: источник данных о России – справочник Госкомитета по гидрометеорологии и контролю природной среды (Мамонтов, 1979), о зарубежных странах – Интернет.

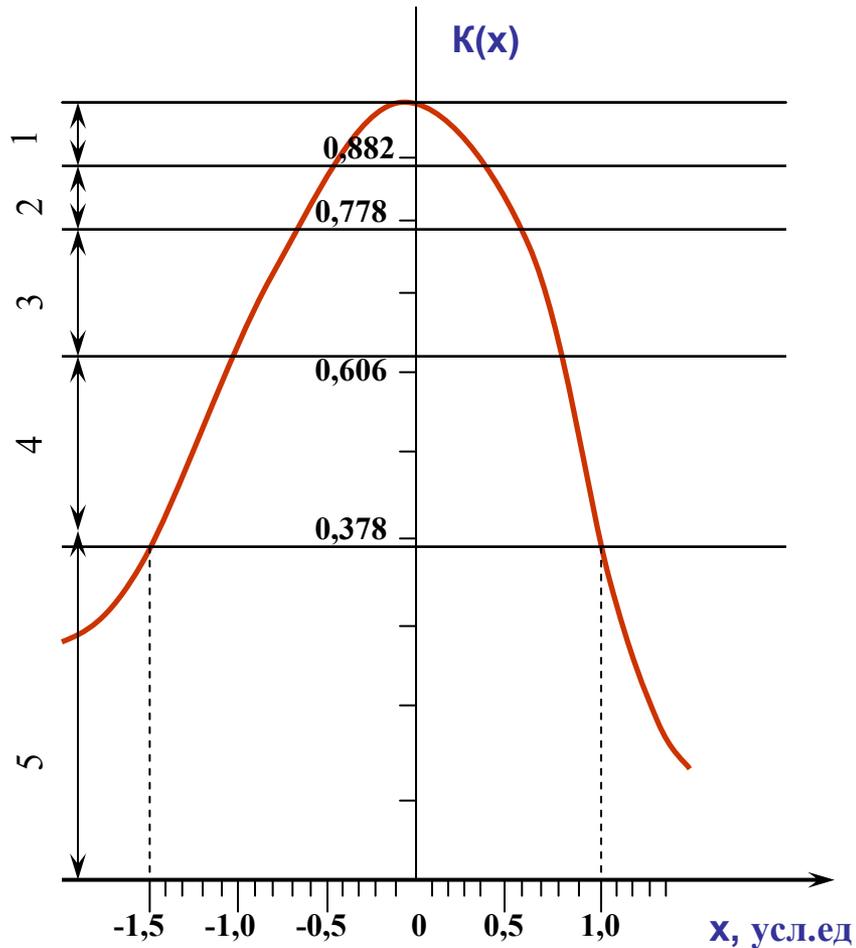
Продолжительность жизни в зависимости от места рождения и причины смерти

Мужчины, годы рождения 1900-1920



Место смерти - г. Новосибирск

КАЛИБРОВКА ИНТЕГРАЛЬНОГО ПОКАЗАТЕЛЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ОТКЛИКА ОРГАНИЗМА НА ВНЕШНЮЮ НАГРУЗКУ



Калибровка ИПФО в зависимости от внешних воздействий.

Зоны:

- 1** – региональной нормы (от 1 до 0,882);
- 2** – привычных отклонений (от 0,882 до 0,778);
- 3** – функциональных напряжений (от 0,778 до 0,606);
- 4** – редких воздействий (от 0,606 до 0,378);
- 5** – крайне редких воздействий ($<0,378$).