



КРАНИОЦЕРЕБРАЛЬНАЯ ГИПОТЕРМИЯ В СПОРТЕ

О.А. Шевелев

*ФГБНУ «Федеральный научно-клинический центр реаниматологии и
реабилитологии*

ООО «Центрмед-Плюс», ООО «КриоТехноМед»

Москва-Минск

2019

shevelev_o@mail.ru

www.cryotechnomed.ru

8-926-532-61-41

Спортивная черепно-мозговая травма (12-18% всех видов травм)

- Единоборства (бокс) - 1 место, регби – 2 место, сноуборд – 3 место, хоккей – 4 место, футбол – 5 место (3,7 травм на 1000 часов спортивных занятий, учтены травмы, требующие реабилитации, Agel J. et al /J. Athl. Train, 2007).
- Сотрясения мозга с неврологической симптоматикой, составляют 1,6% от всех травм, а в 16,9% случаев получение травмы связано с **«усталостью»**.
- Причины ЧМТ: соприкосновения с противником в единоборствах, столкновения, падения, удары головой, повышенный риск повторного получения травмы.
- Сотрясения мозга происходят у 7% игроков (игровые вида спорта) в течение одного сезона. (Third International Symposium on Concussion in Sport, Zurich 2008).
- Существующие принципы терапии спортивной ЧМТ не отличаются от терапии бытовой травмы.

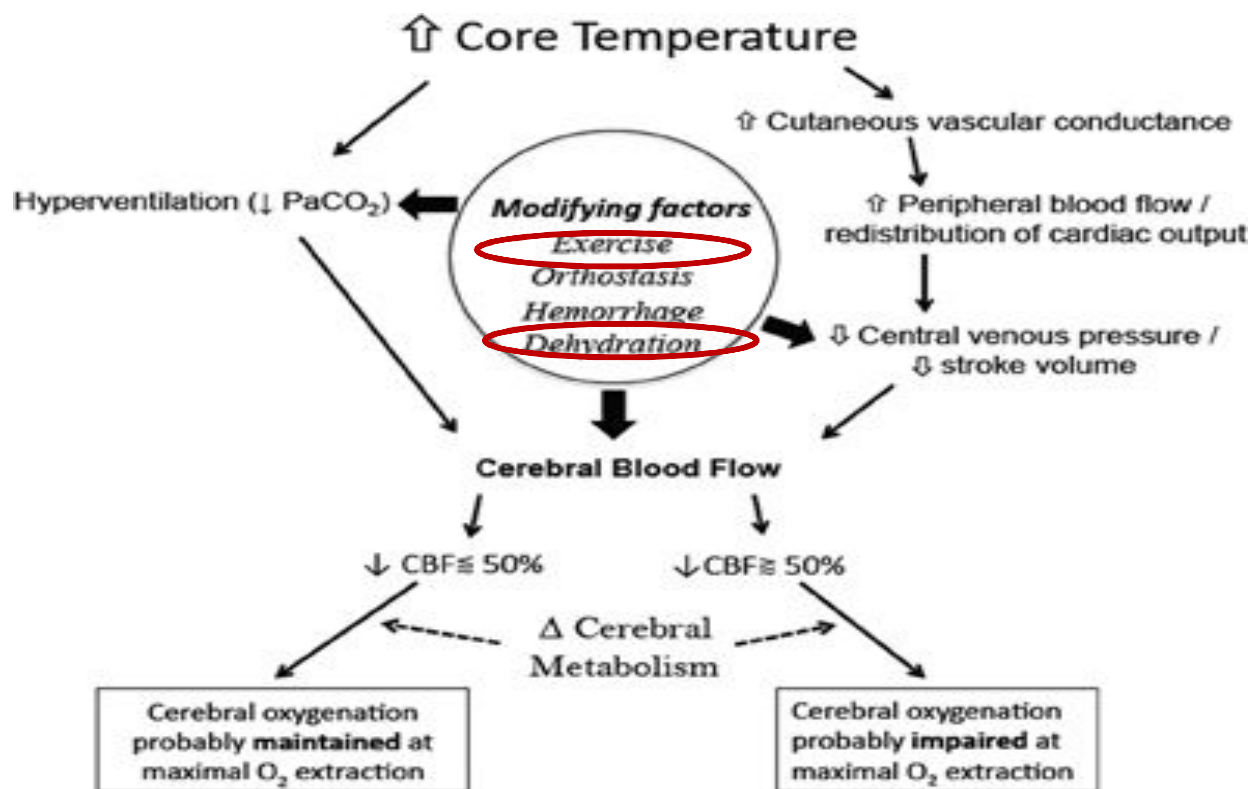
Черепно-мозговая травма в боксе

- ЧМТ составляет 52% от всех острых травм, полученных боксерами-любителями (Redfern M.S., Furman J.M.//J. Vestib. Res.-1994).
- Признаки поражения центральной нервной системы выявляются у 63% боксеров, а их выраженность зависит от числа проведенных поединков (Katzman R. et al// Neurology-1996; Ross R.J. et al//Clin. Sports. Med-1987).
- По данным МРТ у спортсменов-боксеров (мастера спорта) в 43,2% были выявлены признаки поражения головного мозга (3,6% - расширения конвекситальных пространств, 11,4 - расширения боковых желудочков, 9,1% - полости прозрачной перегородки, 6,8% - киста шишковидной железы, 2,3% - очаги глиоза). У спортсменов, не имевших в анамнезе перенесенных ЧМТ признаки поражения мозга выявлены в 9,9% случаев (Муравский А.В. с соавт.//Спортивная медицина-2008).

Специфика спортивной черепно-мозговой травмы

- Получение спортивной ЧМТ происходит всегда при повышенной температуре тела (рабочая гипертермия), гипервентиляции и значительных кардиоваскулярных нагрузках (АД, ЧСС, МОК).
- Повышение температуры тела усугубляет тяжесть течения и последствий ЧМТ, повышение АД и МОК способствует повышению ВЧД, расширению объема вторичных повреждений нейронов (Michael N.//Crit. Care Med, 2004).
- **Для спортивных ЧМТ характерен кумулятивный эффект, суммация последствий частых травм разной степени тяжести (синдром повторных повреждений).**
- Накопление эффектов последствий повторных ЧМТ приводит к функциональным расстройствам и структурным поражениям мозга, развитию травматической энцефалопатии (Муравский А.В. с соавт.//Спортивная медицина, 2008).
- **Антигравация - скрывание симптоматики в целях продолжения соревнований и тренировок.**
- **Не разработана стратегия терапии, диагностики и реабилитации спортивных ЧМТ с учетом её специфики.**

Мозговой кровоток и оксигенация при физических нагрузках и дегидратации

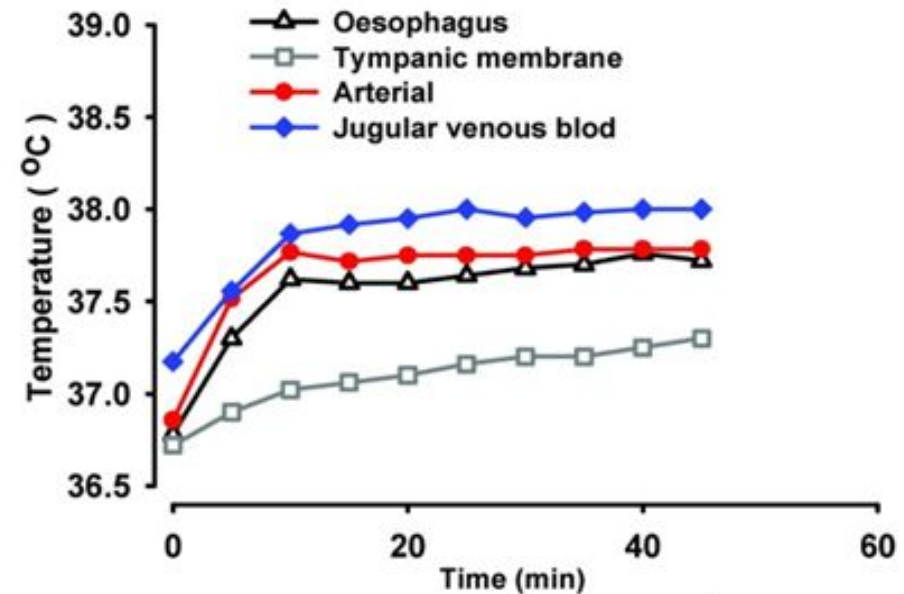


- * Физические нагрузки и гиповолемия приводят к гипокании за счет гипервентиляции.
- * Уменьшение PCO₂ обуславливает снижение мозгового кровотока.
- * Повышение температуры тела приводит к росту температуры мозга.
- * Периферическое перераспределение кровотока формирует синдром «обкрадывания» головного мозга.

Bain A.R. et al. Cerebral oxygenation and hyperthermia//Front. Physiol., 2014

Причины развития церебральной гипертермии

- 20% всей теплоты организма вырабатывается в головном мозге (масса мозга < 2%), 20-25% МОК, O₂, глюкозы обеспечивают церебральный метаболизм в покое.
- Теплота накапливается в мозге при физических нагрузках, эмоциональном возбуждении, лихорадке, аффекте, гипоксически-ишемических состояниях, нейротравме.
- Повышение температуры (> 38-39,5°C) приводит к развитию ментальных, когнитивных, эмоционально-волевых, неврологических расстройств.



Nybo L., 2012-2017

Специфика спортивной ЧМТ

- Получение травмы в наиболее уязвимый период
- Кумуляция последствий травмирующего воздействия в короткие промежутки времени (синдром повторных повреждений)
- Недооценка степени тяжести травмы, достаточности периода реабилитации

Центральные механизмы утомления

- Снижение церебрального кровотока при физических нагрузках
- Уменьшение церебральной оксигенации
- Гипертермия нейронов коры головного мозга
- Повышение внутричерепного давления

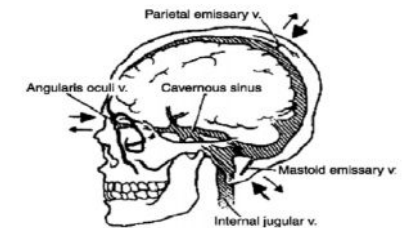
Bain A.R. et al., 2014; Nybo L., 2017



Тепловой баланс головного мозга и краниоцеребральное охлаждение

1. Противоточный яремно-каротидный теплообмен (притекающая теплая артериальная и оттекающая холодная венозная кровь).
2. Охлажденная во внешней среде кровь сосудов кожи головы попадает через эмиссарные вены в венозные синусы твердой мозговой оболочки к поверхности мозга.
3. Теплопроводение от поверхности мозга наружу через кости черепа и мягкие ткани головы (ΔT кожа головы/поверхность мозга).

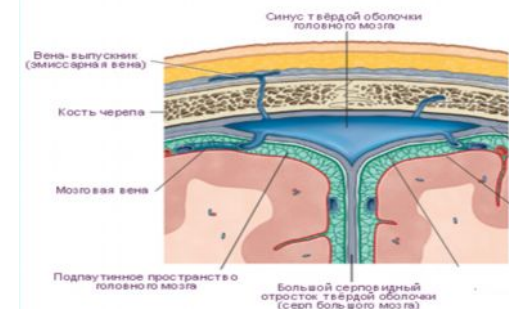
(M. Cabanac and H. Brinnet, 1985.; W. Zenker and S. Kubik, 1996).



White M D et al. J Appl Physiol 2011;110:569-571



Наружные ветви яремной вены и венозные синусы твердой оболочки



Применение гипотермии в спорте

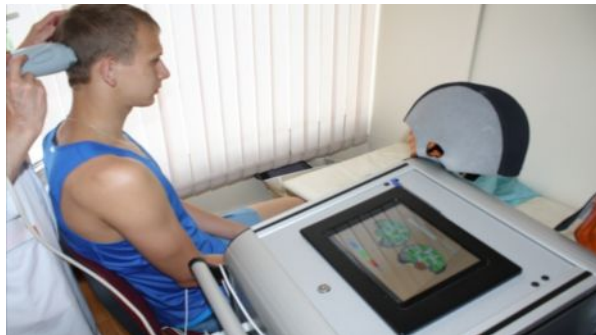
- Для профилактики последствий ЧМТ в американском футболе применяют систему «**Welkins**».
- Охлаждение головы способно повысить аэробную производительность спортсменов (Walters P. et. al. The Effect of Intermittent Head Cooling on Aerobic Performance in the Heat //J. of Sports Science and Medicine (2017) 16, 77-83).



Система охлаждения головы
«Welkins» (США)

Методики

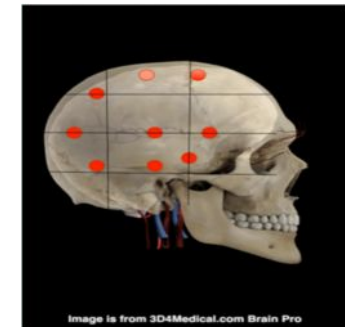
- Регистрация мощности собственного электромагнитного излучения тканей мозга в СВЧ диапазоне (10^9 - 10^{10} Гц) позволяет зарегистрировать температуру коры больших полушарий на глубине 2 – 7 см от поверхности кожи (термограф Brucker, ФРГ, радиотермограф РТМ-01-РЭС, РФ).
- Селективная краниocereбральная гипотермия (КЦГ).
- Исследование работоспособности спортсменов (РВС-170, газоанализ “Cortex”)



СВЧ-радиотермометр РТМ-01-РЭС



Области регистрации ЭМИ



Исследование работоспособности



Процедура
индукции
гипотермии и
проведение теста
PWC-170 с
газоанализатором
“Cortex”

Краниocereбральная гипотермия



Аппарат краниocereбральной гипотермии АТГ-01



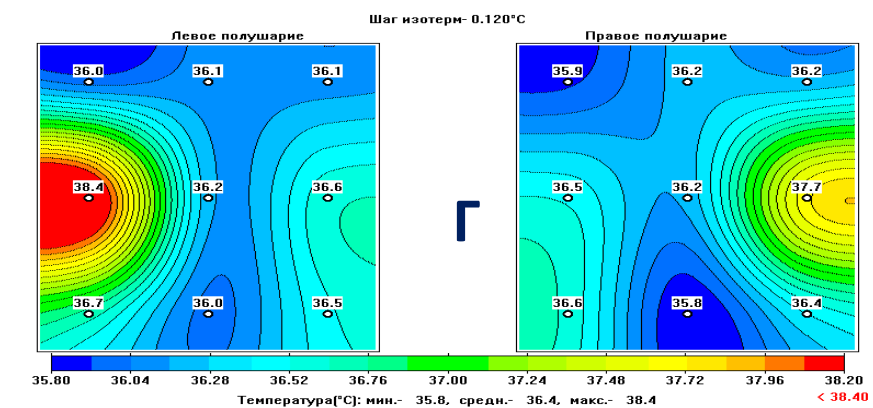
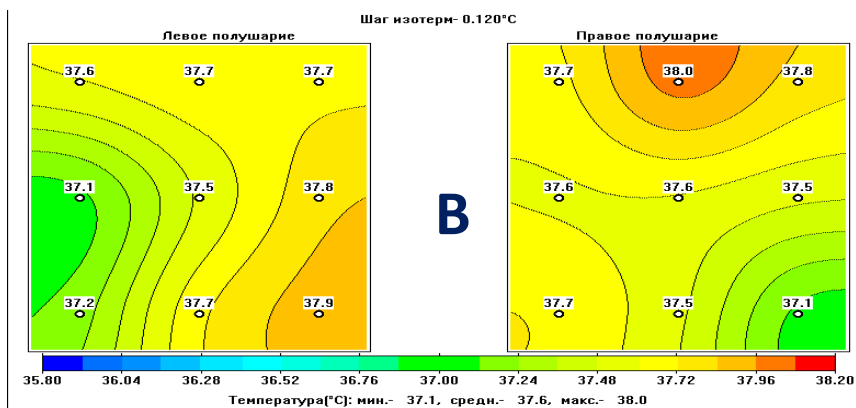
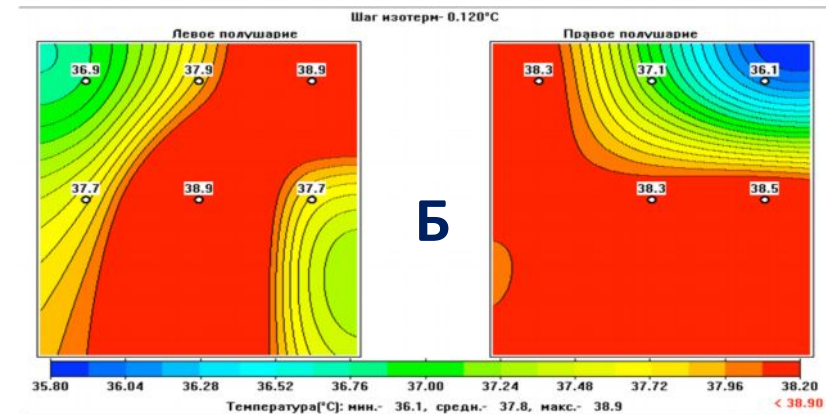
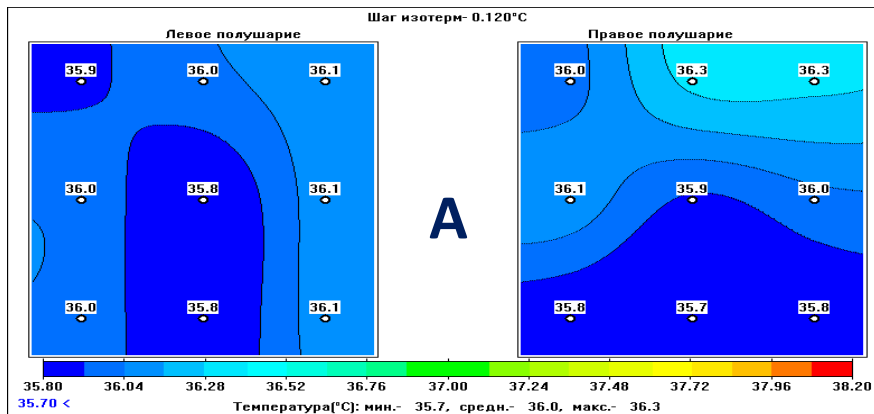
Шлем-криоаппликатор

**Производительность по
холоду 450 Вт
Энергопотребление 520 Вт
Температура
хладоносителя минус 5°С
Поддерживаемая
температура кожи головы
5-7°
Автоматизированное
управление
2 канала охлаждения**

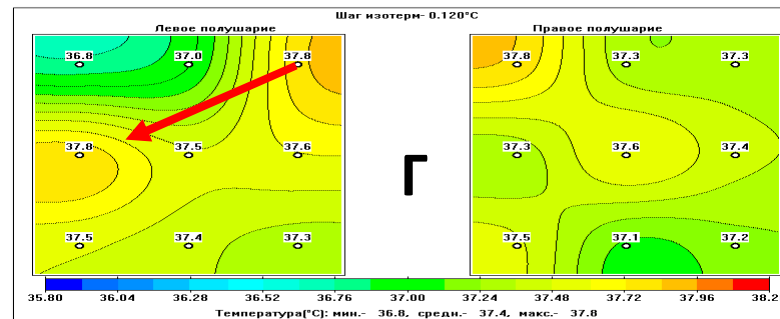
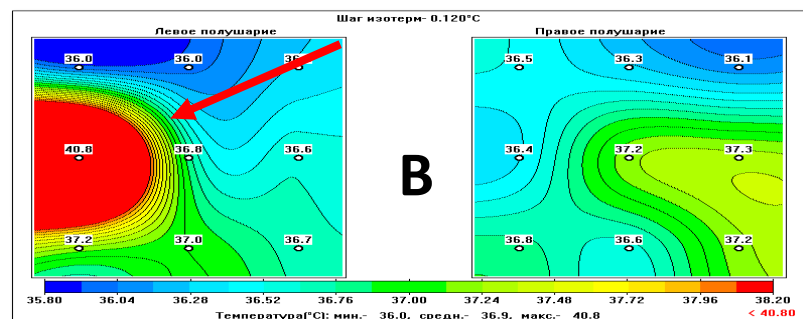
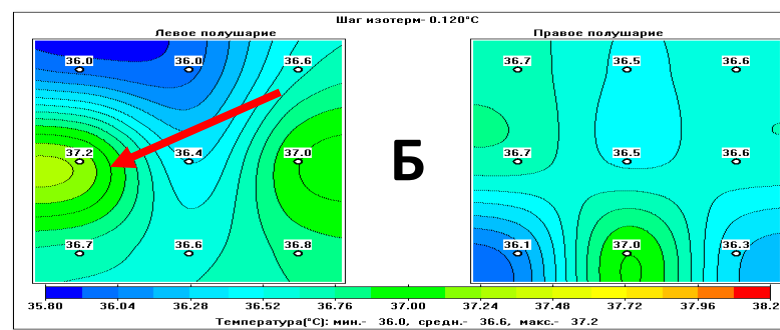
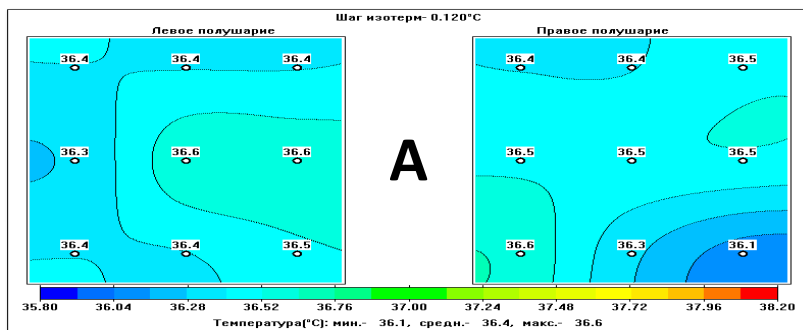
Материал исследований (2017-2018)

- **Группа 1.** Обследовали 52 спортсмена со стажем занятий боксом 3-7 лет (секция бокса ГБОУ ВПО Горный Университет). Исследования проводили до тренировки, после тренировки, после спарринга, после краниocereбрального охлаждения (ЧМТ + РТМ + КЦГ).
- **Группа 2.** Обследовали 18 хоккеистов до и после соревновательной игры (кафедра хоккея ГЦОЛИФК, ЧМТ + РТМ).
- **Группа 3.** Обследовали 35 спортсменов циклических видов спорта (лыжные гонки, триатлон, велоспорт, бег) со стажем занятий спортом 9-15 лет (студенты ГЦОЛИФК). Исследования проводили до нагрузки, после нагрузки, после краниocereбрального охлаждения.

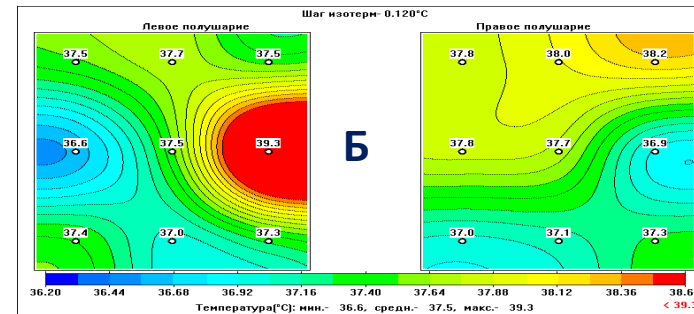
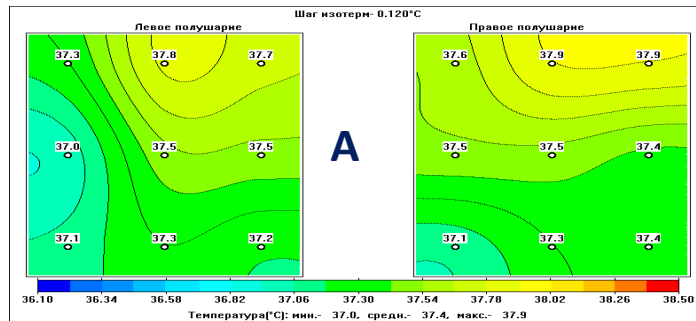
Примеры: Температура коры больших полушарий головного мозга здорового (А) и больных ишемическим инсультом (Б, В, Г)



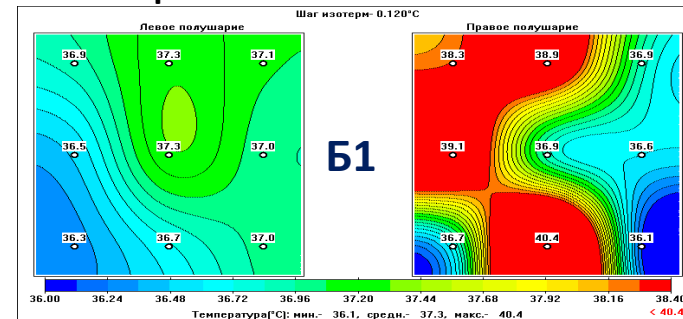
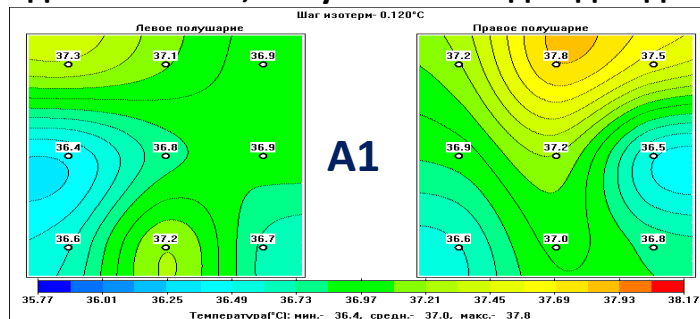
Температура коры головного мозга спортсмена-боксера перед тренировкой (А), после 20-ти минутной разогревающей тренировки (Б), после спарринга (В), через два часа после спарринга (Г)



Температура коры головного мозга хоккеистов перед матчем (А и А1) и после (Б и Б1)

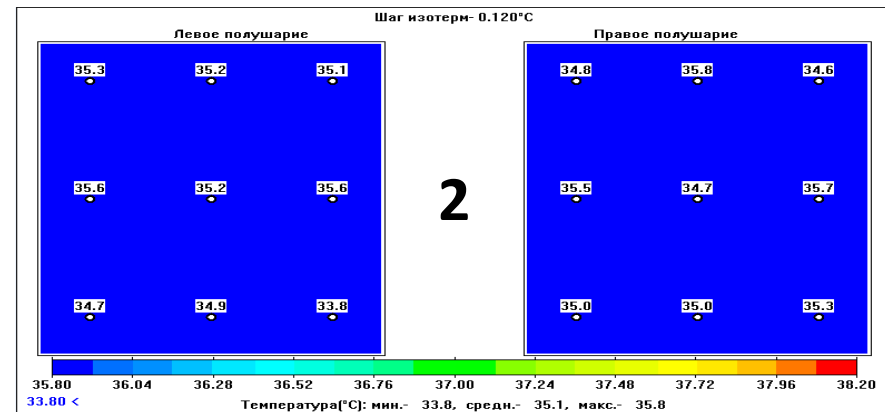
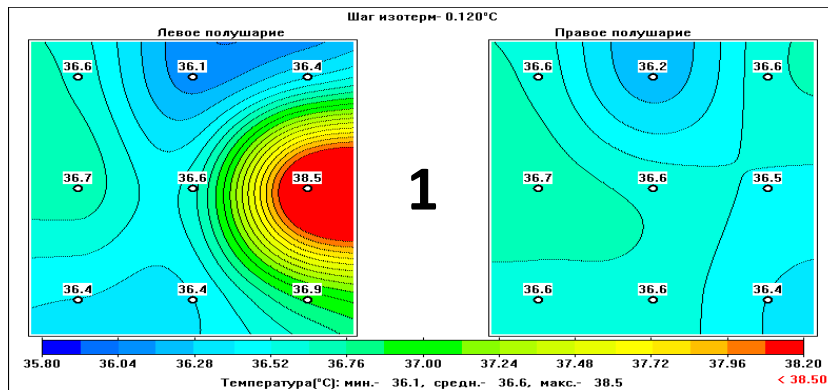


Спортсмен Ш., 24 лет, в анамнезе 7 легких ЧМТ, ампула - вратарь. После игры: установочный нистагм, неустойчивость в позе Ромберга, получение ЧМТ не зафиксировано. Очаг гипертермии является следствием ЧМТ, полученных за два дня до исследования во время матча .



Спортсмен А., 26 лет, в анамнезе 4 легкие ЧМТ, ампула – нападающий. После игры: неврологической симптоматики не выявлено. В процессе игры зафиксированы 2 столкновения и 1 падение.

Температура коры больших полушарий спортсмена-боксера после спарринга (1) и через 1 час КЦГ (2)



В покое Δt горячие/холодные области мозга $\sim 1,5^{\circ}\text{C}$
 После спарринга Δt горячие/холодные области мозга $> 2,0^{\circ}\text{C}$
 После КЦГ Δt горячие/холодные области мозга $\sim 1,5^{\circ}\text{C}$

Терапевтическая эффективность гипотермии мозга при церебральных поражениях тем выше, чем раньше начата процедура!

«than earlier - the better» - основной принцип применения гипотермии в неотложных состояниях (Euroreanimation-2010).

Изменения температуры тела (Т баз), левого и правого полушарий (ЛП, ПП) при выполнении теста PWC-170, КЦГ, и теста PWC-170 после КЦГ

	Т баз	ЛП (средняя)	ПП (средняя)
До нагрузки	36,21 ± 0,07	36,46 ± 0,08	36,58 ± 0,07
После нагрузки	37,67 ± 0,06	38,12 ± 0,09	38,17 ± 0,08

Динамика Т°С до и после нагрузки.

Т мозга > тела на 0,5°С

	Т баз	ЛП (средняя)	ПП (средняя)
До PWC	36,47 ± 0,06	36,12 ± 0,08	36,44 ± 0,08
После PWC	37,23 ± 0,03	37,67 ± 0,07	37,60 ± 0,07

Динамика Т°С после нагрузки на фоне предварительной гипотермии.

Т мозга > тела на 0,5°С

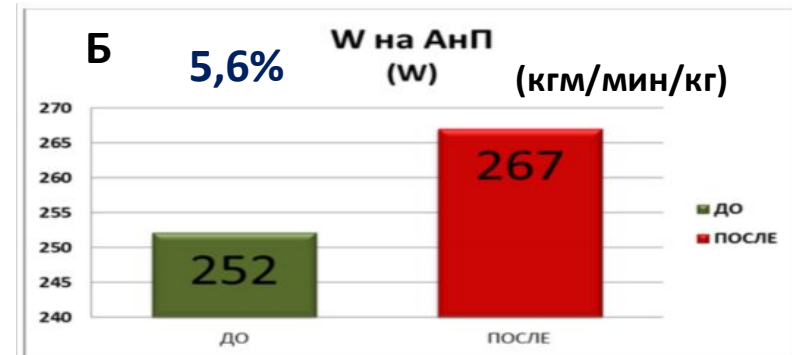
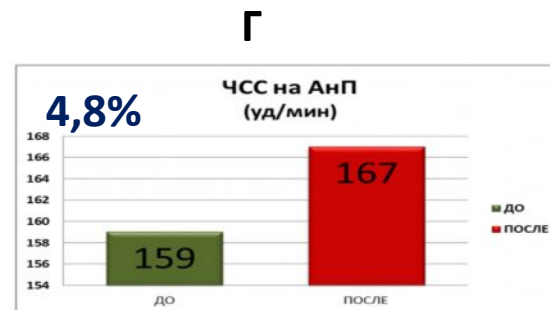
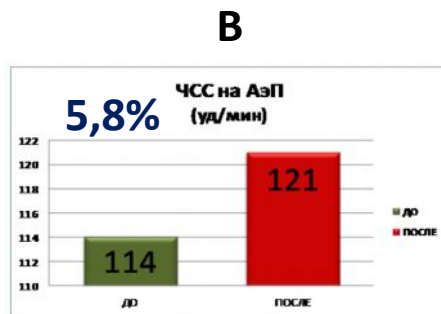
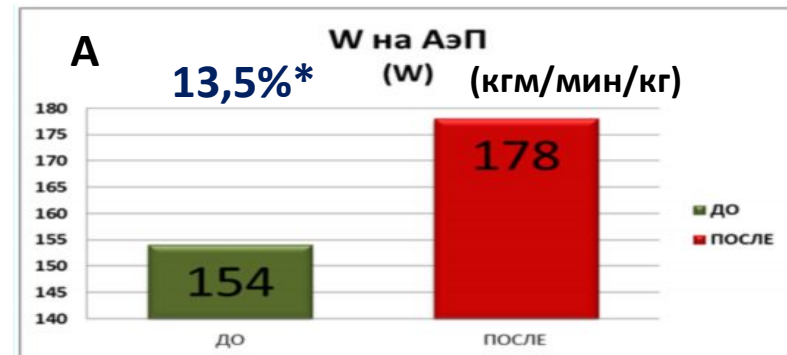
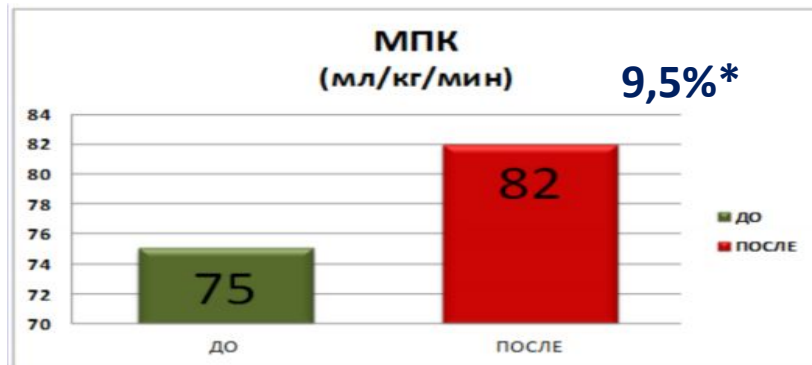
КЦГ перед нагрузкой уменьшает общую рабочую гипертермию и степень разогрева головного мозга

	Т баз	ЛП (средняя)	ПП (средняя)
До гипотермии	36,33 ± 0,06	36,08 ± 0,07	36,64 ± 0,08
После гипотермии	36,23 ± 0,06	34,62 ± 0,06	34,57 ± 0,07

Динамика Т°С до и после КЦГ.

Т мозга < тела на 1,5°С

Максимальное потребление кислорода (МПК), показатели мощности (W) на аэробном (А) и анаэробном (Б) пороге, ЧСС на аэробном (В) и анаэробном (Г) пороге при выполнении теста PWC-170 до и после КЦГ



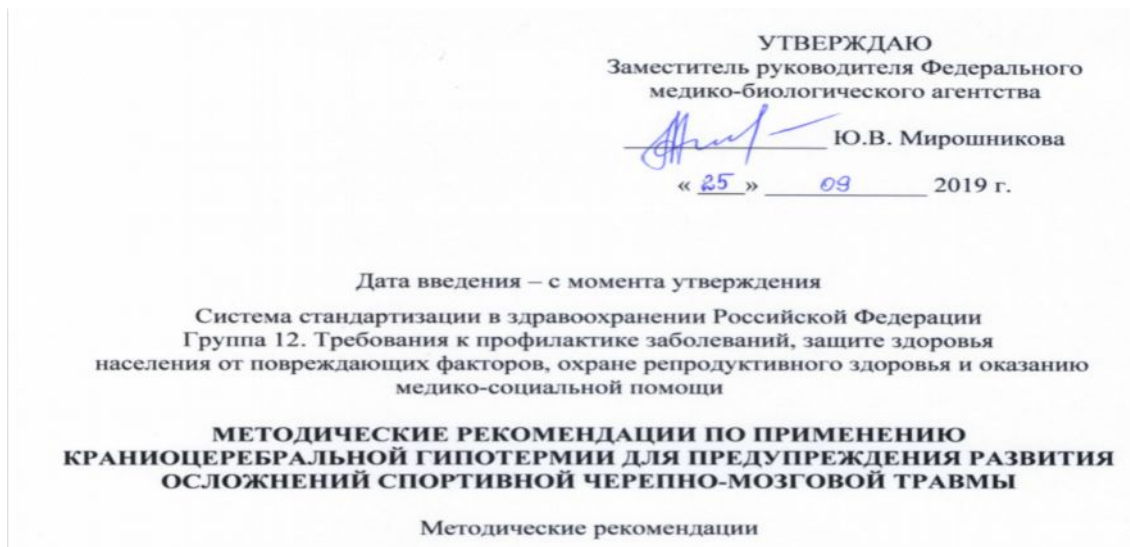
Обсуждение результатов

- При получении легких спортивных ЧМТ развивается церебральная гипертермия с формированием областей температурных аномалий.
- Температурная гетерогенность мозга возрастает в связи с тяжестью полученных ЧМТ (число пропущенных ударов в голову).
- Увеличение Δt горячие/холодные области мозга $> 2^{\circ}\text{C}$ свидетельствует о развитии ЧМТ даже при отсутствии неврологических проявлений и жалоб (антиагрегация).
- Краниocereбральное охлаждение длительностью 60 минут позволяет купировать очаговую и общую гипертермию мозга без изменений базальной температуры.

Обсуждение результатов

- Физическая нагрузка обуславливает повышение температуры тела и температуры коры головного мозга, причем температура мозга ($38,15 \pm 0,8^\circ\text{C}$) оказывается выше температуры тела ($37,7 \pm 0,6^\circ\text{C}$).
- 60-ти минутный сеанс КЦГ позволяет понизить температуру коры мозга на $1,5\text{-}2^\circ\text{C}$ без изменения температуры тела.
- Выполнение теста PWC_{170} после сеанса КЦГ сопровождается умеренным повышением температуры тела ($37,2 \pm 0,4^\circ\text{C}$), и головного мозга ($37,8 \pm 0,5^\circ\text{C}$), которая оказывается выше температуры тела.
- Показатели физической работоспособности и аэробной производительности (PWC_{170} и МПК) продемонстрировали достоверную динамику улучшения после сеанса КЦГ по сравнению с данными, полученными без предварительного краниocereбрального охлаждения.

Гипотермия в спорте



Решение проблемы накопления избытка тепла в организме спортсменов - основа методологии повышения работоспособности спортсменов и улучшения процессов

Заключение

- СВЧ-радиотермометрия головного мозга является перспективной методикой ранней диагностики и определения тяжести спортивной ЧМТ, а также достаточности реабилитационных мероприятий.
- Разработанная методика КЦГ позволяет эффективно купировать церебральную гипертермию, являясь методом ранней профилактики осложнений спортивной ЧМТ.
- Своевременное применение КЦГ позволяет снизить риск развития функциональных и структурных повреждений головного мозга.
- КЦГ позволяет предупредить развитие центральных механизмов утомления и повысить физическую работоспособность.

