

ФИЗИОЛОГО-ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА МИКРОКЛИМАТА И ПРОБЛЕМА УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ КРЫТЫХ СПОРТИВНЫХ СООРУЖЕНИЙ

ШАФРАНСКАЯ А.Н., к.п.н., доц., доц. каф. гигиены, экологии и спортивных сооружений
Российский государственный университет физической культуры, спорта и туризма, г. Москва

АННОТАЦИЯ

Представленная работа посвящена проблеме управления качеством воздушной среды крытых спортивных сооружений. Проведено исследование микроклимата 37 спортивных сооружений. С помощью анкетирования и различных физиологических методов исследования определены параметры теплоощущений и физиологические реакции организма 579 занимающихся ФКиС в различных микроклиматических условиях. Рекомендованы пересмотр и модернизация устаревших нормативов, не учитывающих особенностей современного строительства, посредством использования современных методик, терморегуляторных реакций организма занимающихся ФКиС и новых показателей комфортности воздушной среды крытых спортивных сооружений.

Ключевые слова: микроклимат, современные спортивные сооружения, занятия физической культурой и спортом, тепловой комфорт, дискомфорт спортивной среды.

Занятия физической культурой и спортом (ФКиС) сопровождаются достаточно высокими физическими и нервно-психическими нагрузками. В таких условиях любые дополнительные воздействия неблагоприятных факторов материальной базы ФКиС (спортивных сооружений, экипировки и оснащения) имеют стрессовый характер и предъявляют дополнительные требования к организму.

Дискомфорт условий спортивной среды может привести к возникновению отклонений от нормы основных параметров состояния ведущих систем организма, травмам, утрате трудоспособности, появлению отдаленных неблагоприятных последствий, вплоть до развития хронических заболеваний [3].

Здоровье и работоспособность занимающихся ФКиС тесно взаимосвязаны с состоянием теплового комфорта, который зависит от параметров эндосреды физкультурно-спортивных сооружений [5].

Под тепловым комфортом понимают функциональное состояние организма человека, характеризующееся определенным содержанием и распределением теплоты в поверхностных и глубоких тканях тела при минимальном напряжении аппарата терморегуляции. Субъективно такое состояние оценивается как наиболее предпочитаемое. Объективно оно характеризуется постоянством температуры тела, небольшими периодическими колебаниями температуры конечностей, особенно кистей и стоп при почти неизменном уровне температуры кожи в области туловища, относительным постоянством средней температуры кожи, оптимальным уровнем функционирования сердечно-сосудистой, дыхательной, пищеварительной, выделительной и других физиологических систем организма, а также наивысшим уровнем физической и умственной работоспособности [2,4].

В связи с возможностью и перспективностью создания управляемого микроклимата крытых спортивных сооружений благодаря возможностям современных средств кондиционирования воздуха [1,5] проблема обеспечения комфортного теплового состояния спортсмена становится более актуальной.

Нормативы, заложенные в существующей действующей нормативной документации (СП 31-112-2004 «Физкультурно-спортивные залы»; СНиП 2.08.02-89 «Общественные здания и сооружения» (с изм. № 5); СНиП 41-01-2003 «Отопление, вентиляция и кондиционирование»; ВСН 46-86 «Спортивные и физкультурно-оздоровительные сооружения: нормы проектирования»; СП 1567-76 «Санитарные правила устройства и содержания мест занятий по физической культуре и спорту»), не позволяют этого выполнить, так как не учитывают особенностей современных систем вентиляции и отопления, их возможностей, а также мобильности систем кондиционирования.

Например, распространение систем воздушного отопления заставляет обратить особое внимание на нормы влажности воздуха (ее динамику), а использование панельно-лучистого отопления или большой площади остекления в качестве ограждающих конструкций спортивных сооружений свидетельствует о необходимости оценки интенсивности радиации.

Это подтверждается многочисленными жалобами занимающихся ФКиС и тренерско-преподавательского состава на дискомфорт в холодный и переходный периоды года при нахождении в приоконной зоне [6].

Согласно СП 31-112-2004 «Физкультурно-спортивные залы» за расчетные параметры воздуха в рабочей зоне спортивных залов без зрителей принимается температура 15°C при относительной влажности 35-60%, а скорость движения воздуха не более 0,3 м/с в залах для борьбы и не более 0,5 м/с в залах для бокса и тяжелой атлетики. В помещениях для физкультурно-оздоровительных занятий расчетная температура воздуха в холодный период года принимается 18°C при относительной влажности 30-60%.

Значения оптимальных и допустимых норм микроклимата в ГОСТе 30494-96 «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях» даны только для помещений для занятий подвижными видами спорта и учитывают следующие показатели: температуру, скорость движения, относительную влажность воздуха и результирующую температуру помещения. Причем последний показатель нормируется только для центра зала.

Таким образом, основой действующего нормирования является учет температуры воздуха как веду-

щего системообразующего фактора при ограничительном характере показателей влажности и подвижности воздуха, без учета радиационной составляющей теплотерьер и теплозащитных свойств одежды. Ни в одном из перечисленных выше нормативных документов полностью не учитывается радиационная составляющая, нет градиента радиационной температуры, индекса тепловой нагрузки среды, а требования, установленные для локальной асимметрии, не являются обязательными.

Для обеспечения теплового комфорта занимающихся ФКиС с учетом характера двигательной активности и теплозащитных свойств одежды, при управлении микроклиматом нужны более конкретные рекомендации.

Проведенная экспериментальная работа заключалась в изучении закономерностей формирования взаимосвязей в системе: микроклимат, спортивная одежда и экипировка, организм занимающихся ФКиС.

Использовались приборы комбинированные ТКА-ПКМ (Госреестр СИ РФ № 24248-04): модель 24 (измеритель индекса тепловой нагрузки среды) и модель 52 (термоанемометр), термометр инфракрасный мгновенного действия с памятью UT-102, шаровой кататермометр, пульсоксиметр портативный Опух 9500, аспирационный психрометр, секундомер, монитор сердечного ритма Polar RS200, фототермометр ФТ-2В Ю.Н. Верхало.

Определялись температура, относительная влажность и подвижность воздуха, индекс тепловой нагрузки среды (ТНС). Температурно-радиационная обстановка в разных местах залов изучалась при помощи черного шара и инфракрасного термометра. В каждой точке измерения определялась локальная асимметрия показателя в разных направлениях: окно – торцовая стена, окно – противоположная стена, окно – пол, окно – потолок. Кроме того, фиксировалась температура ограждающих конструкций (стекла, пола, стен).

Для изучения воздействия микроклимата спортивного сооружения на тепловое состояние занимающихся ФКиС была разработана специальная анкета, в которой для комплексного учета влияния температуры, влажности и подвижности воздуха, радиационной температуры помещения, теплопродукции и тепловой изоляции одежды на теплоощущение человека согласно международному стандарту [7] использовались для количественной оценки качества воздушной среды и допустимого процента людей, не удовлетворенных качеством воздуха, показатели PMV (Predicated Mean Vote) и PPD (Predicated Percentage of Dissatisfied).

Показателю PMV соответствует следующая шкала психофизиологического субъективного теплоощущения: холодно – «-3», прохладно – «-2», слегка прохладно – «-1», нейтрально – «0», слегка тепло – «1», тепло – «2», жарко – «3». Согласно данному стандарту зона комфорта находится в пределах: $-0,5 < PMV < +0,5$. Причем, среди опрошенных должно быть не более 10% неудовлетворенных данными критериями микроклимата [7].

Ю.Д. Губернский (1978) рекомендует уровень комфорта считать приемлемым, когда его таковым сочтут не менее 80% лиц, присутствующих в помещении [1].

В анкетировании приняли участие 579 человек в возрасте от 12 до 45 лет, среди которых были как профессиональные спортсмены, так и любители.

Уточнение микроклиматических параметров 37 крытых спортивных залов и сооружений с помощью вышеназванных приборов позволило выявить направленность их влияния на организм занимающихся ФКиС и выделить три основных варианта условий с разной степенью напряжения терморегуляторного аппарата: комфортные, дискомфортные холодные и дискомфортные нагревающие. В свою очередь, зону комфорта можно разделить на оптимальную и допустимую – с неблагоприятными реакциями (субъективные ощущения, температурные сдвиги, возможны нарушения теплового баланса), но без снижения спортивной работоспособности, а зоны дискомфорта как холодового, так и теплового – на мягкую и жесткую. Причем если зону мягкого дискомфорта можно компенсировать (использование меньшего или большего количества слоев одежды, варьирование временных параметров или интенсивности нагрузок), то зону жесткого дискомфорта – нет.

Анализ полученных результатов выявил, что в 86% исследуемых спортивных залах температурные условия на 5-7° С выше нормы при резко недостаточной подвижности воздуха (0,1-0,15 м/с). К концу занятия влажность воздуха повышается на 15-25%, что связано с неудовлетворительной работой системы вентиляции.

Помимо этого в 81% спортивных залов отмечался повышенный градиент радиационной температуры (от центра к ограждающим конструкциям боковых стен). По СНиП II 3-79 «Строительная теплотехника» определение значения температурного перепада между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности наружного ограждения достаточно для характеристики состояния комфорта, что подчеркивает важность нормирования этого показателя для спортивных залов.

Оказалось, что центр зала и «рабочие» места у световых проемов характеризуются существенными различиями в плане возможностей теплосъема посредством радиации. Локальная асимметрия в ряде случаев достигала 6-7 °С даже в случаях комфортности остальных параметров микроклимата. Причем, различий в показателях температуры, полученных обоими типами термометров, не обнаружено, однако прибор черный шар обладает большой инерционностью (15-20 мин.), а инфракрасный термометр выполняет все измерения мгновенно.

Исследование теплоощущений занимающихся ФКиС показало, что тепловой дискомфорт у них наступает при следующих параметрах микроклимата: при расчетной температуре воздуха 25,2°С, влажности 40-70 % и скорости движения воздуха не более 1,2 м/с.

Свыше 85% комфортных ощущений отмечаются при температурах 19-22°С, влажности воздуха 25-40% и подвижности 1,0-1,5 м/с.

Холодовой дискомфорт характерен для следующих условий: температура ниже 17°С, влажность выше 50%, подвижность 0,5-1,5 м/с.

Только в 19% исследуемых спортивных залах на состояние теплового комфорта указало более 80% занимающихся, и в 57% из них у 91% обследуемых тепловые ощущения соответствовали комфортным.

К числу основных недостатков (по степени значимости), приводящих к выраженному дискомфорту на занятиях ФКиС, относят: духоту в помещении (64%) и степень утомления (51%).

Причем те из обследуемых, кто профессионально занимается спортом, в 50% случаев имеют низкий уровень метеочувствительности, порой не задумываются над своими ощущениями и легкий дискомфорт оценивают как комфорт.

Анализ результатов анкетирования по оценке влияния микроклимата крытых спортивных сооружений в сочетании с одеждой на состояние занимающегося ФКиС выявил ряд особенностей и закономерностей самочувствия и теплового состояния в связи с носимой одеждой, позиционированием занимающегося ФКиС и нюансами микроклиматических условий.

Как оказалось, теплоощущения во многом зависят от качества и количества предметов спортивной формы. При увеличении процента закрытости тела занимающегося одеждой тепловые ощущения смещаются в сторону теплового дискомфорта.

При комфортных условиях занимающиеся ФКиС в 82% случаев ограничиваются одним или двумя слоями. При этом одежные материалы предпочитают из хлопчатобумажной ткани или трикотажа при минимуме синтетических вложений, хотя в условиях соревновательной деятельности используются одежные материалы с вложением синтетики (до 50%) для усиления их прочностных свойств и эластичности.

Как правило, во время занятия локальные дискомфортные ощущения относятся к открытым частям тела (48%), а также к спине (42%).

При холодном дискомфорте увеличивается количество слоев одежды (на один - три в среднем) с использованием в ряде случаев шерстяных, полшерстяных тканей и трикотажа. Здесь локальный дискомфорт чаще отмечается в области кистей рук, поясничного отдела и головы (соответственно 74, 58 и 32%).

В нагревающих условиях дискомфортные локальные теплоощущения характерны для области таза и стоп (соответственно 78 и 64%).

Выявлена зависимость характера теплоощущений от позиционирования зоны интенсивной спортивной деятельности (ИСД). Разница температур воздуха от окна и температуры внутренней поверхности стекла к зоне ИСД достигает 3°C при комфортном варианте микроклимата и 3-7°C – при холодном и теплом дискомфорте при обратной инверсионной направленности сдвигов в последнем случае.

В случае расположения зоны ИСД в приоконной зоне крытого спортивного сооружения, где радиационное воздействие от остекления окна выражено в наибольшей степени, отмечен рост дискомфортных теплоощущений даже в комфортных условиях (температура воздуха 18-20°C, влажность воздуха 30-60%, подвижность воздуха 0,3-0,5м/с).

Исследование средневзвешенной температуры кожи (СВТк) в приведенных выше условиях при разном пакете одежды выявило наибольший уровень повышения СВТк при пакете одежды из четырех наименований.

Оказалось, что при разных вариантах одежды (от одного до четырех слоев) тепловые ощущения могут

быть различны при одних и тех же параметрах микроклимата и одинаковы при разных, что говорит о целесообразности введения в нормативы микроклимата параметра теплозащитных свойств одежды.

Наименьшая СВТк выявлена в случае использования одного слоя одежды и соответствовала степени дискомфорта «прохладно».

Исследование функционального состояния занимающихся ФКиС в течение учебно-тренировочного занятия при идентичных объеме и интенсивности нагрузки, но различных вариантах микроклимата крытых спортивных сооружений: комфортном (вариант А), дискомфортном охлаждающем (вариант В) и дискомфортном нагревающим (вариант С) выявило ряд различий в функциональных реакциях организма.

Анализ частоты сердечных сокращений (ЧСС) показал, что у занимающихся в условиях варианта В средняя ЧСС была ниже чем у занимающихся в условиях варианта А на 5,2 уд./мин. и выше на 10,4 уд./мин. чем у групп, занимающихся в условиях варианта С ($p < 0,05$).

Оценка сатурации крови с помощью оксигеметра в разных условиях микроклимата выявила взаимосвязь между процентом сатурации артериальной крови кислородом и эффективностью работы вентиляционной системы спортивного зала.

Результаты определения неспецифической антиинфекционной резистентности организма занимающихся ФКиС указывают на улучшение иммунной защиты в комфортных и холодных условиях по сравнению с условиями микроклимата теплового характера.

Уровень физиологического тремора у занимающихся в комфортных, холодных и теплых микроклиматических условиях был наименьшим при первом варианте условий, большим на 4,8 касаний при втором варианте условий и на 9,2 касаний при третьем варианте ($p < 0,05$).

Показатели образной кратковременной оперативной памяти и произвольного внимания у занимающихся ФКиС, находящихся в разном микроклимате, в конце занятия были наименьшими в условиях теплового дискомфорта (5,8 образа и 134,2 сек. соответственно), более высокими в холодном дискомфорте (8,2 образа и 107,7 сек. соответственно) и наилучшими в комфортных условиях (11,1 образа и 86,2 сек. соответственно) ($p < 0,05$), что свидетельствует о выраженном воздействии микроклиматических особенностей пребывания в крытых спортивных сооружениях на показатели оперативной памяти и произвольного внимания, что немаловажно для осуществления тактических действий спортсменов в ряде видов спорта.

Также выявлены достоверные различия во времени восстановления температур кожи после стандартной холодной пробы как в области кисти, так и в области груди ($p < 0,05$).

Причем скорость восстановления кожной температуры после дозированного охлаждения открытого участка тела у занимающихся в охлаждающих условиях выше, чем у закрытого одеждой участка тела ($p < 0,05$). У занимающихся в комфортных условиях время восстановления температуры кисти и груди становится практически равным ($p > 0,05$). Тогда как в нагревающих условиях эти показатели ниже, чем в двух предыдущих вариантах ($p < 0,05$).

Это указывает на устранение разницы в степени приспособленности к охлаждению открытых участков и адекватную температурную нагрузку, что является благоприятным симптомом при характеристике уровня закаленности и степени тренированности аппарата терморегуляции.

Некоторое напряжение аппарата терморегуляции в микроклиматических условиях варианта С отрицательно сказалось на функциональном состоянии и работоспособности занимающихся ФКиС.

Самооценка признаков степени утомления обследуемого контингента выявила меньшую выраженность признаков утомления и дискомфорта в комфортных условиях при несколько больших значениях в холодовом дискомфорте и самом высоком показателе в тепловом дискомфорте.

Сравнительный анализ функционального состояния в различных условиях микроклимата спортивных залов показал, что охлаждающий микроклимат способствует закаливанию организма занимающихся ФКиС, а нагревающий микроклимат – тепловой тренировке с последующим воздействием на общую выносливость, тем самым осуществляя тренировку механизмов терморегуляции.

То есть холодовой дискомфорт может непосредственно тренировать механизмы оздоровления занимающихся, а тепловой дискомфорт опосредованно приводит к меньшей биологической стоимости развития одного из основных физических качеств.

Таким образом, в комфортных условиях тренировки механизмов терморегуляции нет, что приводит к желательности обоснования и использования пульсирующего микроклимата. С другой стороны, в дискомфортных условиях при несомненной их тренирующей роли возникает проблема специального нормирования использования дискомфорта в количественном и качественном отношении – в часах (а может быть, и в минутах в жестком варианте) с градацией интенсивностей.

Выполненное исследование показало, что комфортность параметров микроклимата крытых спортивных сооружений определяется теплоощущениями занимающихся и связана с требованиями конкретной спортивно-физкультурной деятельности. Должна иметься возможность плавного или дискретного регулирования микроклиматических условий с целью соответствия субъективным ощущениям комфорта занимающихся ФКиС.

В целом полученные данные о состоянии аппарата терморегуляции в период выполнения физкультурно-спортивных нагрузок при разном микроклимате и одежде свидетельствуют о необходимости при оценке его оздоровительных свойств всесторонне изучать системы: микроклимат спортивного зала, гигиенические характеристики одежных материалов и функциональный ответ организма.

Научно обоснованные правила и методика подбора одежды занимающихся ФКиС в связи с особенностями микроклимата спортивных арен представляют важное значение. Их принципиальной теоретической основой является обеспечение нулевого теплового баланса, а практической – обеспечение оптимальных теплозащитных свойств одежды в комфортных, холодовых и тепловых условиях.

Физиолого-гигиенические особенности оздоровительной роли физкультурно-спортивных занятий

в комфортных и дискомфортных условиях микроклимата крытых спортивных сооружений заключаются в следующем.

В комфортных условиях учебно-тренировочный процесс осуществляется с наибольшей эффективностью и экономичностью без напряжения механизмов терморегуляции и анализаторных функций с полноценной концентрацией нервных процессов.

Дискомфорт микроклимата вызывает существенные сдвиги в функциональном отклике организма.

Предложенная на основании проведенного исследования градация микроклимата спортивных залов на три микроклиматические зоны (1 – комфорта, 2 – холодового дискомфорта (охлаждающего микроклимата), 3 – теплового дискомфорта (нагревающего микроклимата)) должна сопровождаться рекомендациями по теплозащитным свойствам спортивной экипировки и проценту покрытия тела.

В свою очередь, необходимо деление зоны комфорта на оптимальную и допустимую (с неблагоприятными реакциями (субъективные ощущения, температурные сдвиги, возможные нарушения теплового баланса), но без снижения спортивной работоспособности), а зоны дискомфорта – на мягкую и жесткую по причине того, что зону мягкого холодового микроклимата можно компенсировать теплозащитными свойствами одежды, зону мягкого теплового микроклимата – посредством временного фактора или коррекцией в учебно-тренировочном процессе (варьированием интенсивности нагрузок или временных параметров), а зону жесткого микроклимата – нет.

Поэтому современное нормирование микроклиматических показателей крытых спортивных сооружений должно включать не только деление на жесткие температурные нормы, а охватывать все показатели воздушной среды, характеризующие процесс теплоотдачи с поверхности тела занимающихся ФКиС: температуру воздуха, ограждающих конструкций, черного шара; градиент радиационных температур в системе «ограждение – зона интенсивной спортивной деятельности», индекс ТНС, влажность и подвижность воздуха, а также иметь систему учета теплоощущений в сочетании с процентом покрытия тела одеждой и оценкой ее теплозащитных свойств.

ЛИТЕРАТУРА

1. Губернский Ю.Д. Гигиенические основы кондиционирования микроклимата жилых и общественных зданий. / Ю.Д. Губернский, Е.И. Корневская. – М.: Медицина, 1978. – 192 с.
2. Кандрор И.С. Физиологические принципы санитарно-климатического районирования территории СССР / И.С. Кандрор, Д.М. Демина, Е.М. Ратнер. – М.: Медицина, 1974. 175 с.
3. Минх А.А. Очерки по гигиене физических упражнений и спорта / А.А. Минх. – М.: Медицина, 1976. – 386 с.
4. Оценка теплового состояния человека с целью обоснования гигиенических требований к микроклимату рабочих мест и мерам профилактики охлаждения и перегревания: методические указания МУК № 4.3. 1895-04. – М., 2004. – 18 с.
5. Полиевский С.А. Гигиенические аспекты современных спортивных сооружений. / С.А. Полиевский – М.: Медицина, 1981. – 144 с.
6. Шафранская А.Н. Микроклимат спортивных залов и тепловой комфорт занимающихся / А.Н. Шафранская. – Теория и практика физ. культуры – № 4. – 2007. – С. 24.
7. ISO 7730:2005. Ergonomics of the thermal environment - Analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria. - Switzerland: International Organization for Standardization, 2005. – 60 p.