

ТЕПЛОВИЗИОННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕМПЕРАТУРНОГО ПОЛЯ СПОРТСМЕНА

© 2012 г. Г. П. Иванова*, доктор биол. наук; Б. В. Шилин**, доктор геол.-мин. наук;
И. Б. Шилин*

* Национальный государственный университет физической культуры им. П.Ф. Лесгафта,
Санкт-Петербург

** Санкт-Петербургский научно-исследовательский центр экологической безопасности
Российской академии наук, Санкт-Петербург

E-mail: bshilin@rambler.ru

Рассмотрены результаты многолетних тепловизионных исследований температурного поля спортсменов в процессе тренировок.

Ключевые слова: тепловая съемка спортсмена, температурное поле спортсмена.

Коды OCIS: 170.0170

Поступила в редакцию 10.03.2011

В последние двадцать пять лет благодаря достижениям в области технических средств регистрации, записи и обработки данных в тепловидении наблюдается информационный скачок, что в основном нашло отражение в исследованиях и практическом применении в медицине. Последние достижения изложены в работе [1]. Однако возможности тепловидения в изучении здорового организма, индикаторной роли изменений структуры его температурного поля исследованы недостаточно. Определенный интерес к этому направлению проявлен в спорте, но на первых стадиях исследований из-за ограничений технического характера были получены весьма скромные результаты. С появлением лабораторных и полевых инфракрасных камер (тепловизоров) с высоким пространственным и температурным разрешением, цифровой регистрацией, программным обеспечением для вычисления температуры, возможностью представления результатов съемки (изображений) в черно-белой и цветовой палитре (INFRAMETRICS, ThermoCAM, Fluke Ti40, Ti45 и др.) была проведена серия экспериментов с группами спортсменов и получены интересные результаты.

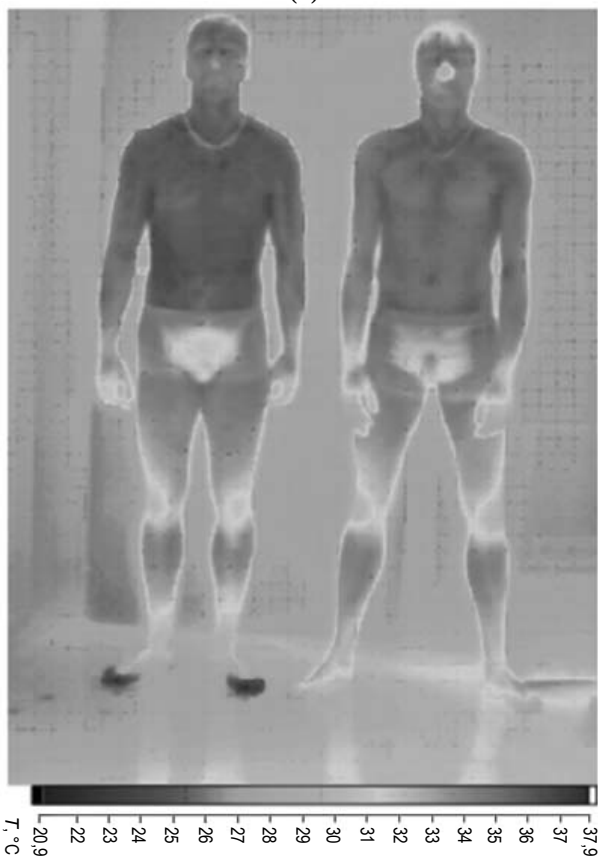
На первом этапе с помощью камеры INFRAMETRICS 760 осуществлен эксперимент с одним спортсменом, мастером спорта по теннису. Были получены тепловизионные изображения в различных позах до и после тренировки, позволившие сделать вывод о резких изменениях

температурного поля на различных этапах работы спортсмена [2].

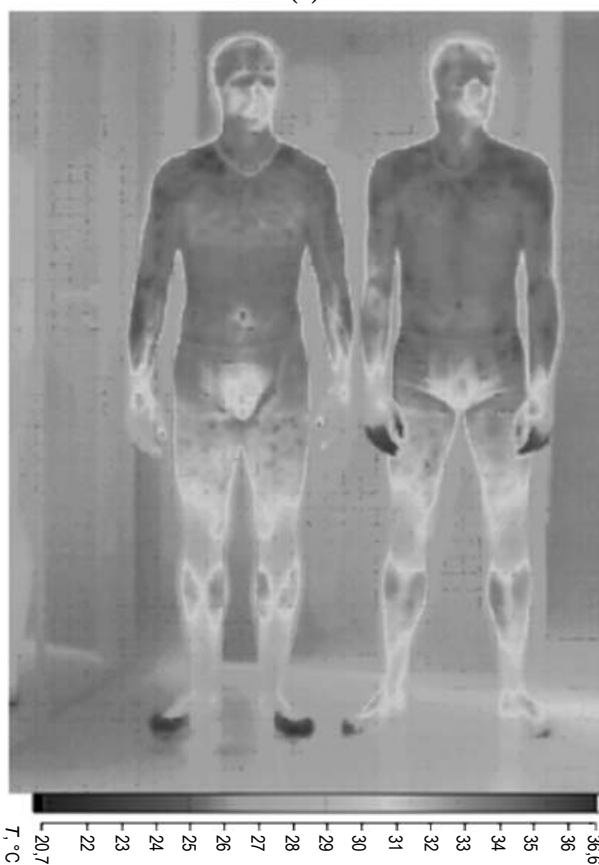
На следующем этапе тепловизионная съемка камерой ThermoCAM P60 с матрицей на микроболометрах была проведена для большей группы спортсменов, шести теннисистов высокой квалификации. Были получены изображения спортсменов до тренировки (в спокойном состоянии), сразу после 10-минутной разминки и после интенсивной примерно 40-минутной тренировки в фас, в профиль, отдельных частей тела. Из полученных результатов [3] отметим выявленные общие особенности конструкции скелета, связанные с “работой” спортсмена. Это характерные проявления сколиоза пояснично-грудного пояса, индицирующиеся температурной проекцией гипертермированной линии позвоночника, в очертании линии плеч и массы правой и левой сторон плечевого пояса. Наблюдается это у спортсменов высокой квалификации после многолетних тренировок (см. также [2]).

Патологические изменения определяются в основном неравномерностью тонуса мышц играющей руки теннисиста (правой) по сравнению с “ненагруженной” левой. Многолетние тренировки приводят к опусканию правого плеча за счет приобретения большей массы, удлинению ключицы и лопатки и, как следствие, к сколиозу. Исследования [3] помогли обнаружить отклонения в здоровье спортсменов, вызвавшиеся в постоянной пониженной

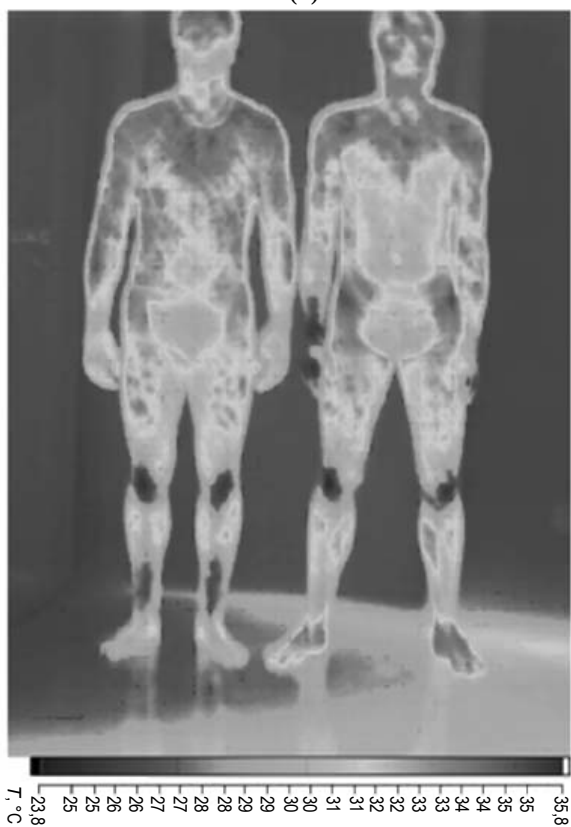
(a)



(б)



(в)



(г)



Тепловое изображение спортсменов в спокойном состоянии (а), после разминки (б), после тренировки (в), после отдыха (г).

температуре дистальных отделов конечностей до и после интенсивной тренировки.

По результатам первого и второго этапов исследований стала очевидна необходимость проведения тепловизионных обследований на большем количестве фаз тренировочного процесса: в покое, после 10-минутной разминки, после интенсивной 30–40-минутной тренировки и после 30–40-минутного отдыха. Отметим, что и в монографии по медицинскому тепловидению [1] рекомендовано исследование патологий в динамике после нагрузочной пробы, например, холодовой.

Для третьего этапа была выделена группа студентов из десяти человек специализации “теннис”. Для трех пар спортсменов был выполнен полный цикл наблюдений, для остальных проведены съемки отдельных фаз. Эксперимент проводился с камерой Fluke Ti 45. Особенностью камеры является наличие совмещенных каналов как теплового, так и видимого диапазонов излучения (изображений), что заметно облегчает процесс интерпретации результатов. Всего получено и обработано несколько десятков тепловых изображений. Пример конкретного анализа данных съемки представлен на рисунке, где хорошо видны особенности изменений температурного поля пары спортсменов. В спокойном состоянии оно достаточно однородно, у первого спортсмена отмечается низкая температура стоп. После разминки наблюдается некоторое понижение максимального значения температурного поля и сохранение или повышение минимального; сохраняется пониженная температура стоп у первого спортсмена и выявляется то же самое для кистей рук второго спортсмена. После тренировки температурное поле приобрело резко пятнистый характер при понижении максимальных значений и повышении минимальных. Существенно снизилась температура колен, сохранились не столь ярко выраженные пониженные температуры стоп у первого спортсмена и кистей у второго. После отдыха повысились и максимальные, и минимальные значения температуры: это свидетельствует о том, что организм не возвратился в первоначальное спокойное состояние.

Этот результат находится в некотором противоречии с заключением о достаточности 30-минутного периода для возврата температурного поля к первоначальному виду [1], хотя его характер при этом в целом аналогичен спокойному состоянию.

Подобный анализ для всех обследованных спортсменов позволяет дать некоторые конкретные рекомендации тренерам, например, о необходимости увеличения периода и интенсивности разминки мышц рук и ног спортсменов, у которых здесь отмечается понижение температурного поля (рис. 1а, б). Не следует допускать потери тепла после тренировки у коленных суставов и пояснично-крестцового отдела для лучшего восстановления мышечно-связанной системы тела. Перегрузка одной из стоп спортсмена наиболее вероятно связана с асимметрией тела (чуть короче левая нога и опущено левое плечо); это подтверждается большей нагрузкой на мышцы, стабилизирующие корпус во фронтальной плоскости (мышцы таза и бедра).

Дальнейший анализ полученного обширного экспериментального материала будет проводиться с позиций исследования изменений температурного поля за счет теплопередачи от внутренних органов к кожным покровам, в первую очередь, локальными изменениями кровотока [1] и охлаждающего влияния испарения в процессе тренировки.

Заключение

В целом проведенные многолетние исследования позволяют рекомендовать тепловизионную съемку как безопасный и информативный метод экспресс-анализа оценки здоровья спортсмена, в первую очередь, теплопродукции организма. По изменениям температурного поля в зоне работающих мышц возможна коррекция нагрузки на разных этапах тренировки. Например, гипотермия в кистях рук и стопах после тренировки указывает на перегрузку и даже наличие патологии. Устойчивая пониженная температура ухудшает режим мышечных сокращений и создает опасность при удлинении мышц.

Температурное поле является объективным количественным индикатором сформированности тела под влиянием многолетних тренировок и позволяет контролировать подготовку спортсмена.

При этом необходимо отметить сложность правильной интерпретации данных тепловизионной съемки, которую должны проводить специально подготовленные спортивные врачи. Важность этого условия отмечается и в медицинском тепловидении [1].

Новые инструментальные оптические методы, а к ним и принадлежит тепловидение, имеют хорошие перспективы в спорте, особен-

но в комплексе с другими системами, такими как видеоспектральные (гиперспектральные) и ультрафиолетовые, где также получены положительные результаты [4].

Авторы выражают благодарность исполнителю директору ЗАО “ТЕККНО” Г.В. Гусеву за помощь в проведении третьего этапа исследований.

* * * * *

ЛИТЕРАТУРА

1. Колесов С.Н., Воловик М.Г., Прилучный М.А. Медицинское теплорадиовидение: современный методологический подход: монография. Нижний Новгород: ФГУ “ННИИТО Росмедтехнологий”, 2008. 272 с.
 2. Шилин И.Б. Опыт тепловизионного обследования спортсмена в процессе тренировки // Оптический журнал. 2003. Т. 70. № 5. С. 65–67.
 3. Иванова Г.П., Шилин И.Б., Шилин Б.В. Опыт тепловизионного обследования спортсменов. Труды оптического общества им. Д.С. Рождественского. Международная конференция “Прикладная оптика-2008”. Санкт-Петербург 20–24 октября 2008. Т. 3. С. 246–250.
 4. Шилин И.Б., Шилин Б.В. Дистанционный контроль состояния спортсмена в ультрафиолетовой части спектра // Оптический журнал. 2005. Т. 72. № 6. С. 90–91.
-