

UDC 61

Methodology and Instruments of Fatigue Express Control in Sports

N.K. Poleshchuk
A.A. Zautsev
¹A.B. Makarevsky

¹Military Academy of Aerospace Defense named after Marshal of the Soviet Union G. K. Zhukov, Russia

Abstract. The article offers the methodology for muscle fatigue express control, based on kinesthesiometria, permitting the study of processes, providing sensation of body parts location and movements and muscles efforts due to the signals of proprioceptors, located in muscles, tendons, ligaments and joint capsules.

Keywords: fatigue in sports; kinesthesiometria.

В каждом виде трудового процесса есть элементы физического труда – труда, тяжесть которого характеризуют мышечные усилия (нагрузка на скелетные мышцы). В спорте мышечная деятельность составляет его фундамент, и результативность во многом лимитируется утомлением.

Утомление – состояние организма человека, возникающее в процессе интенсивной и/или длительной работы или напряжения – физического, интеллектуального, эмоционального [2]. Проявляется оно в существенном изменении деятельности различных органов и систем – уменьшается мышечная сила и выносливость, удлиняется время зрительно-моторных реакций, то есть время, необходимое для анализа, переработки и ответа на информацию. В результате возникновения нарушений в моторной сфере происходит замедление движений, появляются торопливость движений, расстройства ритма, ослабление точности и координированности движений, деавтоматизация движений. Возрастают энергозатраты организма, так как движения становятся неэкономичными, появляется масса лишних движений. Наблюдаются дефекты памяти и мышления, ослабляются воля, решительность, выдержка, самоконтроль [3].

По этому поводу И.М. Сеченов утверждал, что утомление лучше предупреждать, чем бороться с ним, и считал своевременную коррекцию физической нагрузки важнейшим средством его предупреждения. При этом процедуру диагностики он рассматривал как неотъемлемую часть занятий физическими упражнениями.

Сегодня на практике в целях устранения проблем, связанных с утомлением, широко и с успехом используются методики, построенные на учете:

- изменения процессов торможения под влиянием утомления (М.И. Виноградов);
- проявления несоответствия корковых импульсов вегетативным ресурсам и вегетативным импульсам (В.А. Левицкий);
- расстройства координации тех или иных процессов из множества участвующих в работе (А.А. Ухтомский);
- ослабления адаптационно-трофических влияний на центральную нервную систему (К.Х. Кекчеев).

Новая стратегия усложнения современной системы подготовки спортсменов, предусматривающая перестройку ее в управляемый процесс на основе системно-целевого программирования, обнаружила неудовлетворенность в традиционном информационном обеспечении. В этих условиях актуальное значение приобретает проблема мобильной оперативной диагностики утомления, важнейшим звеном которой является тестовый экспресс-контроль.

Принимая во внимание потребности практики, в целях получения надежной информации об утомлении мы исходили из обоснованного И.М. Сеченовым положения, сущность которого заключается в следующем. При мышечной работе первые серьезные нарушения в удовлетворении потребностей организма в веществах приводят к изменениям

во внутренней среде – существенному нарушению гомеостаза. Это вызывает сдвиги в работе наиболее чувствительных структур организма – прежде всего в нервной системе.

С учетом этого положения нами создана методика диагностики утомления при мышечной работе. Базовую основу составил метод кинестезиометрии, допускающий изучение совокупности процессов, обеспечивающих возникновение ощущений положения и движения частей тела, а также мышечных усилий за счет сигналов с проприоцепторов, расположенных в мышцах, сухожилиях, связках и суставных сумках и поступающих в двигательную зону коры головного мозга [2; 4].

Предложенный к внедрению тест предусматривает 10-кратное повторение без зрительного контроля задания: вытянутой вперед правой рукой указать заданный угол и левой рукой его воспроизвести (не опуская правой руки). Процедура диагностики заключается в аттестации компонента суставной точности – отмеривания суставного угла, заданной амплитуды и контроля способности обследуемого удерживать достигнутый угол в течение 5–8 с.

Специфика получения физиологических знаний в этих условиях потребовала существенного инженерного вклада в эксперимент. Суставной угол измеряли с помощью однозвенных гониометров, выполненных на основе акселерометров типа ADXL, вмонтированных в корпус часов, которые обследуемый перед экспериментом надевал на правую и левую руку, затем выполнял ДЗ [1].

Во время выполнения тестового задания регистрировали развернутую во времени гониограмму правой руки: $1_{\text{ПР}}\{1_{\text{Г}}(10)\}$. Интервал эпохи составлял 0,03 с.

Для большей уверенности в результатах тестирования выполнены сравнительные исследования (две группы по 15 человек), в которых тестовое задание каждым участником выполнялось до и после занятий физическими упражнениями, требующими проявления статической выносливости, базирующейся на высокой способности нервных центров и работающих мышц поддерживать непрерывную активность (без интервалов отдыха).

Анализ выявил два вида гониограмм: неустойчивого и устойчивого удержания угла в плечевом суставе. Нарушение функции удержания позиции наблюдалось у спортсменов первой группы, которые выполняли физическую работу достаточно большой мощности. Их моторные проявления обнаружили следующие изменения: после того как движение завершилось достижением правильной позиции, угол сгибания указывающей руки постепенно увеличивался. Амплитуда отклонения $\text{ПР}(i)$ составила около 5° .

Когда тренировочная нагрузка была умеренной и/или адекватной физическому развитию спортсмена (вторая группа), текущие колебания плечевого суставного угла указывающей руки при удержании достигнутой позиции имели случайный характер в пределах $\pm 1^\circ$.

При 10-кратном выполнении тестового задания без зрительного контроля обнаруженные эффекты устойчиво повторялись. Полученные данные свидетельствуют о получении надежной информации об утомлении при мышечной работе с помощью разработанного нами аппаратно-программного комплекса диагностики утомления при мышечной работе с акцентом на центральный механизм его проявления.

На основании полученных данных правомерно сделать следующий **вывод**. Проблема выявления состояния утомления при мышечной работе со статическим напряжением успешно разрешается при использовании метода кинестезиометрии и гониометрического метрологического обеспечения. Перспективность предложенного экспресс-контроля обусловлена диагностической информативностью, в которой нуждаются не только спортивная практика и оздоровительная физическая культура, а также реабилитационные центры.

Примечания:

1. [А. с. о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2010610959, 2010] / Журавлев Д. В., Сацердатов О. А., Полещук Н. К., Макаревский А. Б., Добросовестный С. В.
2. Гурфинкель В.С., Коц Я.М., Шик М.Л. Регуляция позы человека. М. : Наука, 1965. 256 с.
3. Розенблат В.В. Проблема утомления. М.: Медицина, 1975. 240 с.

4. Сологуб Е.Б. Корковая регуляция движений человека. Л. : Медицина, 1981. 183 с.

УДК 61

Разработка методики и инструментария экспресс-контроля утомления в спорте

Н.К. Полещук
А.А. Зайцев
¹А.Б. Макаревский

¹ Военная академия воздушно-космической обороны им. Маршала Советского Союза
Г.К. Жукова, Россия

Аннотация. Предложена методика экспресс-контроля утомления при мышечной работе на основе кинестезиометрии, допускающий изучение совокупности процессов, обеспечивающих возникновение ощущений положения и движения частей тела, а также мышечных усилий за счет сигналов с проприоцепторов, расположенных в мышцах, сухожилиях, связках и суставных сумках.

Ключевые слова: утомление в спорте; кинестезиометрия.