

*Д.В. Концевая, А.В. Терехович*  
**ДОПИНГ. ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ  
ДОПИНГОВОГО КОНТРОЛЯ**

*Научные руководители: канд. фарм. наук, доц. Р.И. Лукашов,  
канд. хим. наук, доц. В.Н. Беляцкий.*  
*Кафедра фармацевтической химии*  
*Белорусский государственный медицинский университет, г. Минск*

*D.V. Kontsevaya, A.V. Terekhovich*  
**DOPING. PHYSICO-CHEMICAL METHODS OF DOPING CONTROL**

*Tutors: PhD in pharm. sciences, associate professor R.I. Lukashov,  
PhD in chem. sciences, associate professor V.N. Byalyatsky.*  
*Department of Pharmaceutical Chemistry*  
*Belarusian State Medical University, Minsk*

**Резюме.** Работа представляет анализ допинга, включая запрещенные классы веществ и методы воздействия. Описаны физико-химические методы допингового контроля, такие как газовая и жидкостная хроматография. Резюме содержит информацию о классификации допинга и его обнаружении в организме спортсмена.

**Ключевые слова:** допинг-контроль, запрещенные вещества, газовая хроматография, жидкостная хроматография, масс-спектрометрические методы.

**Resume.** The work presents an analysis of doping, including prohibited classes of substances and methods of exposure. Physicochemical methods of doping control, such as gas and liquid chromatography, are described. The summary contains information about the classification of doping and its detection in the athlete's body.

**Keywords:** doping control, prohibited substances, gas chromatography, liquid chromatography, mass spectrometric methods.

**Актуальность.** Актуальность темы допинга и физико-химических методов его контроля становится все более значимой в спорте с каждым годом. Допинг представляет собой использование запрещенных веществ или методов с целью улучшить спортивные результаты, что противоречит принципам честной игры и подрывает интeгpитeт соревнований. В свете последних скандалов и разоблачений спортсменов, которые использовали допинг, общественность, спортивные организации и атлеты придают особое значение эффективным методам допингового контроля.

Физико-химические методы допингового контроля играют ключевую роль в обнаружении запрещенных веществ и методов. Современные технологии позволяют проводить анализ мочи и крови спортсменов с высокой точностью и чувствительностью. Эти методы включают в себя газовую хроматографию, жидкостную хроматографию, масс-спектрометрию и другие физико-химические техники. Развитие этих методов и постоянное совершенствование технологий позволяют выявлять все более сложные и маскированные формы допинга.

Применение физико-химических методов допингового контроля также способствует обеспечению равных условий для всех участников соревнований. Они позволяют установить наличие запрещенных веществ в организме спортсмена и принять

необходимые меры в соответствии с антидопинговыми правилами. Такая система контроля помогает защищать честность и честную борьбу в спорте, обеспечивая атлетам возможность достичь успеха на основе их собственных усилий и таланта, а не путем манипуляций с использованием запрещенных средств.

### **Цель:**

1. Изучение запрещенных классов веществ в допинге. Изучение различных классов веществ, которые являются запрещенными в спорте, и их физиологических эффектов на организм. Включает анализ стимуляторов, наркотических веществ, анаболических стероидов, диуретиков, пептидных гормонов и других запрещенных веществ.

2. Исследование физико-химических методов допингового контроля.

Изучение и анализ различных физико-химических методов, используемых для обнаружения запрещенных веществ в спорте. Включает газовую хроматографию, жидкостную хроматографию, хромато-масс-спектрометрию и другие методы.

3. Исследование осложнений и побочных эффектов от использования запрещенных веществ. Изучение воздействия запрещенных веществ на организм спортсменов и исследование побочных эффектов и осложнений, которые могут возникнуть в результате их использования. Включает анализ физиологических, психологических и медицинских последствий.

4. Оценка эффективности физико-химических методов допингового контроля. Проведение исследований и анализ данных, чтобы оценить эффективность различных физико-химических методов в обнаружении различных видов допинга. Это может включать сравнение чувствительности, точности, специфичности и других характеристик методов.

### **Задачи:**

1. Изучение литературных данных и классификации запрещенных веществ в допинге. Обзор и анализ литературы, чтобы изучить различные классы веществ, которые являются запрещенными в спорте, и их физиологические эффекты на организм спортсменов.

2. Исследование физико-химических методов допингового контроля.

Описание принципа работы каждого метода и их применение в допинг-контроле.

**Материалы и методы.** Анализ и сравнение литературных данных, обобщение и выводы, по физико-химическим методам допингового контроля, в качестве которых используются газовая и жидкостная хроматография, а также хромато-масс-спектрометрия высокой разрешающей способности.

**Результаты и их обсуждение.** Допинг-контроль основан преимущественно на применении хроматографических и масс-спектрометрических методов. В последнее время применяется в основном жидкостная хроматография; в данном методе продукты разделения смеси на индивидуальные компоненты после ионизации в камере масс-спектрометра подвергаются анализу, где основой интерпретации являются массы образующихся молекулярных фрагментов. Данный подход позволяет существенно сократить время подготовки образцов и не требует дериватизации, т.е. лету-

чих производных анализируемых веществ, что необходимо в методе газовой хроматографии. Кроме того, благодаря применению квадрупольных анализаторов стало возможным осуществление более гибких масс-спектрометрических экспериментов, направленных на определение и характеристику известных лекарственных препаратов, а также неизвестных сконструированных веществ, что также способствует усилению борьбы против допинга и нелегального применения запрещенных препаратов.

**Выводы:** новейшие методы физико-химического анализа позволяют с большой точностью констатировать наличие в моче или крови стимулирующих препаратов, а также его метаболитов. Метаболиты некоторых препаратов, которые очень быстро трансформируются в организме, являются маркерами приема допинга. Также маркерами применения допинга являются диуретики, которые могут применяться для маскировки приёма запрещенных веществ.

Диапазон веществ, которым уделяется внимание при проведении допинг-контроля, не перестает постоянно дополняться, которых в настоящее время насчитывается порядка десяти тысяч. В современном допинг контроле необходимо постоянно расширять и модифицировать методы анализа, повышая их чувствительность и специфичность к решению новых задач, чтобы ограничить злоупотребления лекарственными препаратами в спорте и не только в нем, поскольку злоупотребление ими наносит существенный вред здоровью.

#### Литература

1. Долгих, В.В. Допинг в спорте: физико-химические методы контроля и анализа / В.В. Долгих. – Москва: Федерация, 2012. – 192 с.
2. Беляков, В. И. Анализ допинга: физико-химические аспекты / В. И. Беляков, Е. А. Ростунова. – Москва: Физкультура и спорт, 2018. – 240 с.
3. Тарасов, В. Ю. Допинг в спорте: физико-химические методы выявления и контроля / В. Ю. Тарасов, А. И. Головкин. - Москва: Вузовская книга, 2014. - 312 с.
4. Богатырев, С. А. Физико-химические методы допинг-контроля / С. А. Богатырев, В. П. Поляков. - Москва: СпортАкадемПресс, 2010. - 176 с.
5. Международное агентство по борьбе с допингом (WADA). Официальный сайт [Электронный ресурс]. Доступно по: [www.wada-ama.org](http://www.wada-ama.org). (Дата обращения: 16.04.2023).