

ВЛИЯНИЕ АНАБОЛИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА

Д.А. Иванов

hammers-of-fate@bk.ru

SPIN-код: 1971-7116

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Российская Федерация

Аннотация

Рассмотрено назначение анаболических препаратов. Проанализированы основные функции, выполняемые половыми гормонами. Перечислены разновидности анаболических препаратов, показаны способы их получения и улучшения, рассмотрено воздействие таких препаратов на организм человека (спортсмена). Дана классификация препаратов на основе анаболического индекса. Рассмотрены этапы работы организма во время тренировочного процесса, проанализированы механизмы воздействия препаратов. Затронутые в статье вопросы рассмотрены с химической и с биологической точек зрения.

Ключевые слова

Разнообразие анаболических препаратов, механизм воздействия препаратов, половые гормоны, применение анаболических препаратов в спорте, тренировочные процессы

Поступила в редакцию 07.02.2018

© МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2018

Введение. Сегодня средства массовой информации все чаще сообщают о дисквалификации спортсменов, применяющих запрещенные добавки, поэтому тема статьи является как никогда актуальной. Будучи профессиональным спортсменом, автор статьи часто сталкивался с таким понятием, как «химия», и производным от него словом «химичить», которое звучало, когда речь шла о допинге. Все это привело к потребности выяснить, действительно ли допинг — это такая «волшебная таблетка», которая делает из обычного человека героя. Чтобы разобраться в этом неоднозначном вопросе, потребовалось огромное количество литературы и изучение личного опыта спортсменов.

Разнообразие анаболических препаратов. Итак, анаболические препараты — это фармакологические препараты, имитирующие действие мужского полового гормона — тестостерона — и его производного — дигидротестостерона. Анаболические стероиды ускоряют синтез белка внутри клеток, что приводит к выраженной гипертрофии мышечной ткани (в целом этот процесс именуется анаболизмом), в результате чего эти препараты нашли широкое применение в спорте. Действие анаболических стероидов условно подразделяют на два направления, соответствующие увеличению анаболической и андрогенной активности [1].

В настоящее время получение всех известных анаболических препаратов базируется на четырех основных принципах.

1. Алкилирование в позиции альфа-17 метильной или этиловой группой, необходимое для предотвращения разрушения препаратов в печени, что делает возможным пероральный прием в виде таблеток, поскольку для увеличения

времени существования гормона биохимики разработали способ алкилирования по 17-альфа, при котором атом углерода присоединяется к молекуле препарата в 17-й позиции и тем самым замедляет метаболизм субстанции. В результате период полураспада стероида существенно увеличивается (гормон живет на протяжении часов вместо минут), а возможность связываться с андрогенным рецептором снижается. Алкилирование по 17-альфа используется в оральных стероидах, потому что печень в такой ситуации не успевает нейтрализовать субстанцию и большая часть гормона поступает в кровь. Недостатком этого способа является дополнительная токсическая нагрузка на печень [2].

2. Эстерификация в положении бета-17, которая делает препарат растворимым в жирах и позволяет создавать в тканях место инъекции (депо), которое рассасывается длительное время, таким образом, значительно увеличивая продолжительность действия (до нескольких месяцев) анаболического средства. Говоря о времени эффективности инъекционных стероидов, следует понимать, что существует два важных периода. Первый период — время высвобождения стероида из депо. Обычно этот период занимает несколько суток, поэтому, к примеру, укол Нандролон Деканоата начинает работать не раньше чем через 3 дня, а то и гораздо позже. Второй период — это длительность непосредственного полураспада стероида [2].

3. Изменение кольцевой структуры анаболического стероида, которое относится к оральным и парентеральным препаратам, связано со стремлением повысить анаболический индекс (отношение анаболической активности к андрогенной). Значения анаболического индекса для некоторых стероидов приведены ниже [2]:

| | |
|--|-----|
| Винстрол (Станозолол) | 30 |
| Оксандролон (Анавар) | 10 |
| Нандролон (Ретаболил)..... | 10 |
| Оксиметолон (Анадрол, Анаполон)..... | 9 |
| Chlorodehydromethyltestosterone (Turanabol)..... | 5 |
| Метандростенолон..... | 2–5 |
| Equipoise | 2 |
| Сустанон..... | 1 |
| Тестостерон | 1 |
| Метилтестостерон..... | 1 |
| Параболан (Тренболон) | 1 |

4. Изменение структуры, которое препятствует конверсии стероидов в эстрогены (женские гормоны) [2].

Механизм воздействия препаратов. Воздействие анаболических стероидов не похоже на воздействие пептидных гормонов. Попадая в кровь, молекулы стероидов разносятся по всему телу, где они реагируют с клетками скелетных мышц, сальными железами, волосяными мешочками, определенными участками мозга и некоторыми эндокринными железами. Анаболические стероиды растворимы в жирах, поэтому могут проникать через мембрану клеток, состоя-

щую из жиров; внутри клетки анаболические стероиды взаимодействуют (связываются) с андрогенными рецепторами ядра и цитоплазмы. Активированные андрогенные рецепторы передают сигнал внутрь клеточного ядра, в результате чего изменяется экспрессия генов или активируются процессы, которые посылают сигналы другим частям клетки. В результате этого происходит стимуляция синтеза всех видов нуклеиновых кислот и запускается процесс образования новых молекул белка [3].

Эффект анаболических стероидов на рост мышечной массы обусловлен следующими механизмами:

- ускорение синтеза белка;
- снижение времени восстановления;
- уменьшение влияния катаболических гормонов (кортизола и др.);
- смещение дифференцировки клеток в сторону мышечных, способствующее уменьшению скорости образования жировых клеток;
- ускорение метаболических реакций, в результате чего происходит распад жира;
- мышечная память.

Андрогенный рецептор (NR_3C_4) — один из рецепторов стероидных гормонов, активируемый андрогенами — тестостероном или дигидротестостероном. Относится к подсемейству 3, группе С (ген 4) семейства ядерных рецепторов, способных непосредственно взаимодействовать с ядерной ДНК. Андрогенный рецептор активируется при связывании с андрогенами в цитоплазме, а затем переносится в ядро [4, 7].

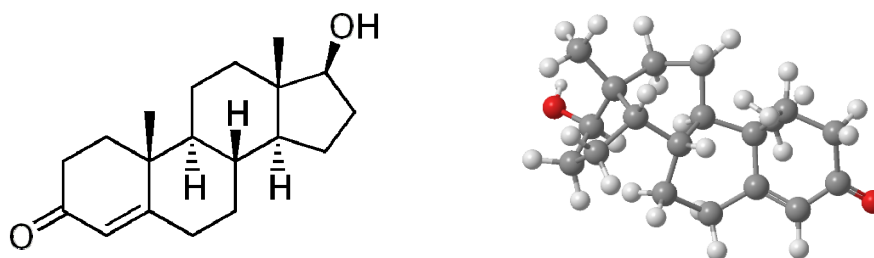


Рис. 1. Структура тестостерона

Тестостерон (рис. 1) — основной мужской половой гормон, андроген, обладает выраженными анаболическими свойствами: увеличивает мышечную массу, ускоряет синтез белка [8].

Применение тестостерона приводит к следующим эффектам:

- увеличению объема мышечной ткани;
- усилению проявления вторичных половых признаков (низкий голос, мужские черты лица) благодаря участию в развитии мужских половых органов, обеспечению сперматогенеза и полового поведения;
- стимуляции эритропоэза и андроидного распределения подкожной жировой клетчатки;
- влиянию на азотистый и фосфорный обмен.

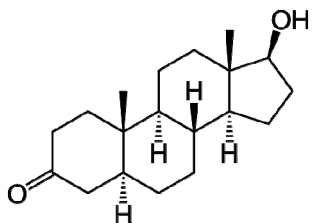


Рис. 2. Структура дигидротестостерона

Дигидротестостерон (рис. 2) — биологически активная форма тестостерона, образующаяся из него в клетках органов-мишеней под воздействием фермента 5 α -редуктазы (фермент человека, участвующий в стероидогенезе). Дигидротестостерон гораздо сильнее связывается с андрогенными рецепторами тканей, чем исходное соединение (тестостерон) [8].

Применение анаболических препаратов в спорте. Дóпинг — использование веществ природного или синтетического происхождения, позволяющее добиться улучшения спортивных результатов.

Такие вещества не являются наркотиками, но могут резко поднимать на короткое время активность нервной и эндокринной систем и мышечную силу (рис. 3). К ним также относятся препараты, стимулирующие синтез мышечных белков после воздействия нагрузок на мышцы [1].

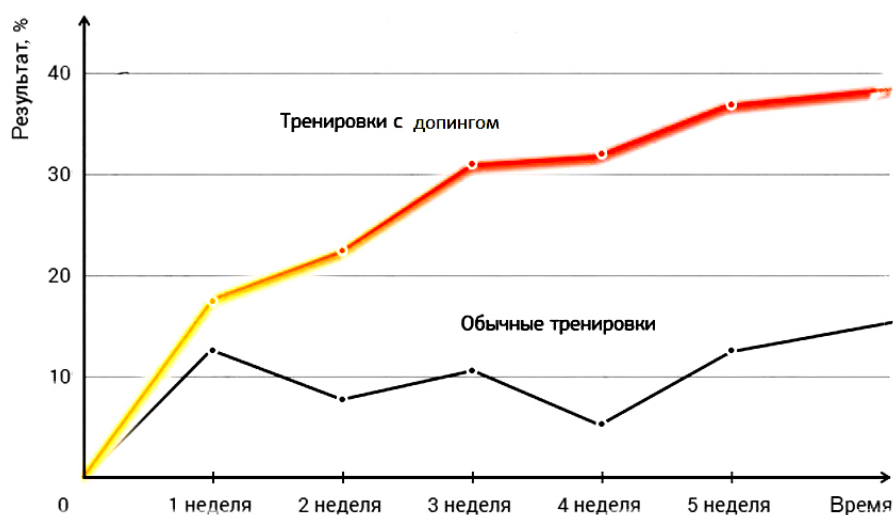


Рис. 3. График роста результатов спортсмена

Эффект прироста мышечной ткани непостоянен. Дело в том, что анаболические стероиды во время своей активности в организме балансируют между анаболическими (созидательными — от простых клеток к сложным) и катаболическими (разрушительными — от сложных клеток к простым) процессами. При нормальном функционировании организма эти процессы уравниваются, в результате чего происходит обновление тканей, замена старых клеток новыми. Такой баланс связан с балансом азота в организме, который характеризуется разницей между общим количеством азота, употребленным организмом, и количеством выделенного азота. Например, у взрослого человека, организм которого уже не растет, азотистый баланс равен нулю или чуть выше. Анаболические стероиды увеличивают выработку протеина в мышцах и тем самым уменьшают ка-

катаболический эффект. В результате увеличиваются размеры мышц. Для поддержания этого эффекта, т. е. накопления мышечной массы, необходимо, чтобы в организме постоянно поддерживался положительный баланс азота (рис. 4), т. е. его должно поступать в организм больше, чем выделяться [1, 3].

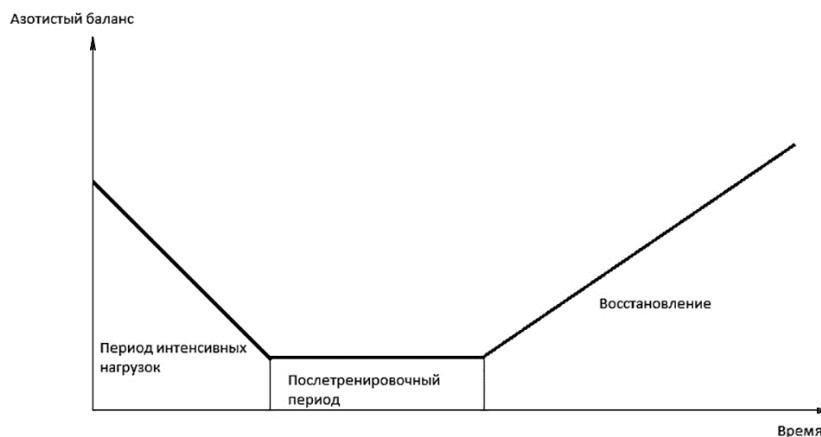


Рис. 4. Зависимость азотистого баланса от времени нагрузок

При выполнении спортсменом силовых упражнений выделяются глюкокортикостероиды, которые увеличивают выделение азота, и азотистый баланс в организме становится отрицательным. По окончании физических занятий в организме временно наступает положительный баланс азота, в это время и происходит наращивание мышечной ткани. Постепенно баланс азота сходит к нулю. Таким образом, физические упражнения способствуют наращиванию мышечной массы, но это происходит очень медленно. Анаболические стероиды, уменьшая катаболический эффект, искусственно вызывают положительный азотистый баланс, что способствует увеличению темпа прироста белковых тканей. Но такое искусственное поддержание азотного баланса через 1–2 месяца теряет свою эффективность, даже если постепенно увеличивать дозу анаболических средств. Это происходит из-за того, что организм быстро привыкает к стероидным препаратам и стремится поддерживать гомеостаз [1, 4, 5].

Выводы. Подводя итоги, отметим, что современный профессиональный спорт все же подразумевает применение добавок. Но к счастью, наука вышла на такой уровень, что может минимизировать негативные последствия курсов, тем самым обеспечивая людей полноценной и здоровой жизнью. Почему «подразумевает»? Дело в том, что анаболические препараты на самом деле — вовсе не «волшебные таблетки». На самом деле в основе подготовки спортсменов основное место занимают тренировочный процесс и мотивация. Ситуация с нашими олимпийцами, складывающаяся сейчас в мировом спорте и антидопинговой политике, является просто недостойной, поскольку для подготовки спортсменов к олимпиаде была проделана огромная работа и потрачено большое количество сил и времени.

Литература

- [1] Lavery D.N., McEwan I.J. Structure and function of steroid receptor AF1 transactivation domains: induction of active conformations. *Biochem. J.*, 2005, vol. 391, no. 3, pp. 449–464.
- [2] Hoberman J.M., Yesalis C.E. The history of synthetic testosterone. *Scientific American*, 2005, vol. 272, no. 2, pp. 76–81.
- [3] Taylor W.N. Anabolic steroids and the athlete. McFarland & Company, 2002, 384 p.
- [4] David K., Dingemans E., Freud J., Laqueur L. Uber krystallinisches mannliches hormon aus hoden (testosteron) wirksamer als aus harn oder aus cholesterin bereitetes androsteron. *Hoppe Seylers Z Physiol. Chem*, 1935, vol. 233, pp. 281–282.
- [5] Peters J. The man behind the juice. *Slate*, 2005, February 18.
- [6] Singh R., Artaza J., Taylor W., Gonzalez-Cadavid N., Bhasin S. Androgens stimulate myogenic differentiation and inhibit adipogenesis in C3H 10T1/2 pluripotent cells through an androgen receptor-mediated pathway. *Endocrinology*, 2003, vol. 144, no. 11, pp. 5081–6008.
- [7] Кулиненко О.С. *Фармакологическая помощь спортсмену. Коррекция факторов, лимитирующих спортивный результат*. Москва, Советский спорт, 2007, 300 с.
- [8] Chrousos G.P. The gonadal hormones and inhibitors. In: Katzung B.G., ed. *Basic and clinical pharmacology*. McGraw-Hill, 2006, p. 674–676.
- [9] Вейдер Д. *Система строительства тела*. Москва, Физкультура и спорт, 1992, 112 с.
- [10] Аляутдин Р.Н., ред. *Фармакология*. Москва, Гэотар-Мед, 2004, 433 с.

Иванов Дмитрий Александрович — студент кафедры «Производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов», МГТУ им Н.Э. Баумана, Москва, Российская Федерация.

Научный руководитель — Карнюшкин Александр Иванович, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Химия», МГТУ им Н.Э. Баумана, Москва, Российская Федерация.

THE ANABOLIC MEDICATIONS IMPACT ON HUMAN ORGANISM

D.A. Ivanov

hammers-of-fate@bk.ru

SPIN-code: 1971-7116

Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russian Federation

Abstract

The article considers the function of the anabolic medications. It analyzes the essential functions performed by the sex hormones. We outline the types of the anabolic drugs, show the methods for their production and improvement and examine the impact of such medications on human body (sportsman's body). The drugs classification is given in reliance on the anabolic index. We consider the working phases of the body during the work-out session and analyze the mechanisms of exposure to the drug. The article investigates the problems from the chemical and biological points of view.

Keywords

Diversity of anabolic medications, mechanism of exposure to the drug, sex hormones, the application of the anabolic drugs in sports, work-out session

© Bauman Moscow State Technical University, 2018

References

- [1] Lavery D.N., McEwan I.J. Structure and function of steroid receptor AF1 transactivation domains: induction of active conformations. *Biochem. J.*, 2005, vol. 391, no. 3, pp. 449–464.
- [2] Hoberman J.M., Yesalis C.E. The history of synthetic testosterone. *Scientific American*, 2005, vol. 272, no. 2, pp. 76–81.
- [3] Taylor W.N. Anabolic steroids and the athlete. McFarland & Company, 2002, 384 p.
- [4] David K., Dingemans E., Freud J., Laqueur L. Uber krystallinisches mannliches hormon aus hoden (testosteron) wirksamer als aus harn oder aus cholesterin bereitetes androsteron. *Hoppe Seylers Z Physiol. Chem.*, 1935, vol. 233, pp. 281–282.
- [5] Peters J. The man behind the juice. *Slate*, 2005, February 18.
- [6] Singh R., Artaza J., Taylor W., Gonzalez-Cadavid N., Bhasin S. Androgens stimulate myogenic differentiation and inhibit adipogenesis in C3H 10T1/2 pluripotent cells through an androgen receptor-mediated pathway. *Endocrinology*, 2003, vol. 144, no. 11, pp. 5081–6008.
- [7] Kulinenkov O.C. Farmakologicheskaya pomoshch' sportmenu. Korrektsiya faktorov, limitiruyushchikh sportivnyy rezul'tat [Pharmacologic help to the sportsman. Correction of factors limiting sport results]. Moscow, Sovetskiy sport publ., 2007, 300 p.
- [8] Chrousos G.P. The gonadal hormones and inhibitors. In: Katzung B.G., ed. *Basic and clinical pharmacology*. McGraw-Hill, 2006, p. 674–676.
- [9] Weider J., Reynolds B. *The Weider system of bodybuilding*. 1983, Contemporary Books, 228 p. (Russ. ed.: *Sistema stroitel'stva tela*. Moscow, Fizkul'tura i sport publ., 1992, 112 p.)
- [10] Alyautdin R.N., ed. *Farmakologiya [Pharmacology]*. Moscow, Geotar-Med, 2004, 433 p.

Ivanov D.A. — student, Department of Aerospace Systems, Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russian Federation.

Scientific advisor — A.I. Karnyushkin, Cand. Sc. (Eng.), Assoc. Professor, Department of Chemistry, Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russian Federation.