

Д. О. Цымбал, И. И. Лукашевич

Учреждение образования  
«Гомельский государственный медицинский университет»  
г. Гомель, Республика Беларусь

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ СИНЕРГИСТОВ КРЕАТИНА ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ НАРАЩИВАНИЯ МЫШЕЧНОЙ МАССЫ

### Введение

Анаэробная выносливость требуется в разных видах спорта, особенно в тех, в которых необходимо выполнять рывки и выдерживать короткие, но сверхинтенсивные нагрузки (пауэрлифтинг, спринт, гребля). Для достижения высоких спортивных результатов спортсмены, в своих тренировках для ускорения набора массы и роста силы мышц часто используют добавки креатина, как компонента спортивного питания.

Креатин играет одну из главных ролей в энергетическом обмене мышечной и нервной ткани. Превращаясь в креатинфосфат, он ускоряет регенерацию АТФ, увеличивая тем самым энергетический потенциал клеток. В случае мышечной ткани, увеличение концентрации креатинфосфата в мышцах позволяет человеку интенсивнее тренироваться и использовать при этом большие веса.

Однако креатин работает не изолированно, а в комплексе различных веществ, отвечающих за быстрое энергетическое восстановление мышц. К таковым можно отнести некоторые ферменты (креатинкиназа), гормоны (соматотропин, тестостерон), коферменты (убихинон), цитохромы, витамины (С и Е) и ионы ( $Mg^{2+}$  и  $Ca^{2+}$ ). Потому прием только креатина может не оказать должного эффекта из-за сниженной концентрации его синергистов [1, 2].

### Цель

Изучить метаболизм креатина и определить зависимость его превращения от метаболизма иных процессов. Выявить синергистов с потенциально наибольшим влиянием на общий энергетический статус мышечной ткани для последующего предложения комплексной биодобавки, максимально ускоряющей набор мышечной массы.

### Материалы и методы исследования

Обобщение, анализ и систематизация теоретического материала.

### Результаты исследования и их обсуждение

Для начала были определены основные пути креатинового цикла, представленные на рисунке 1.

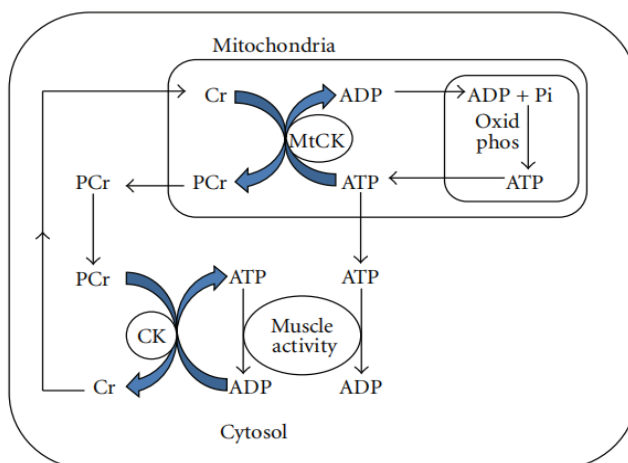


Рисунок 1 – Цикл креатин/креатинфосфат [3]



Более углубленное изучение креатинового цикла позволяет выявить множество других потенциальных синергистов. В этой статье остановимся только на одном из них – аденилаткиназа.

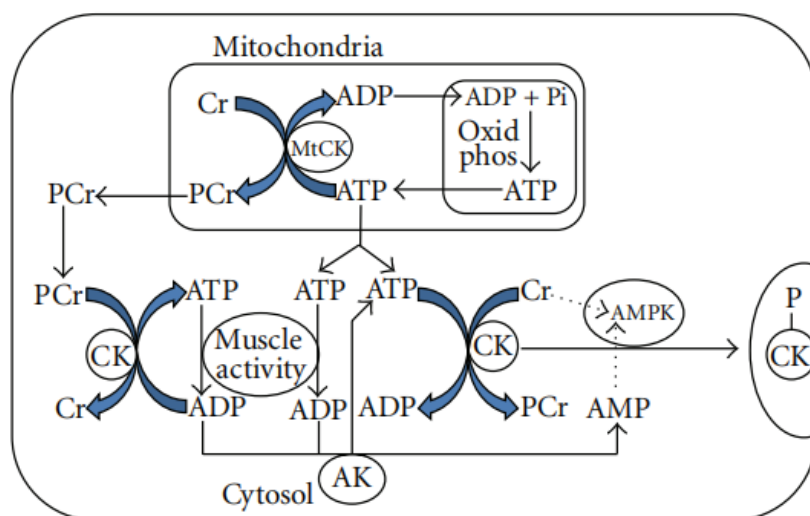


Рисунок 3 – Цикл креатин/креатинфосфат с аденилаткиназным продолжением [3]

На рисунке 3 показан цикл креатин/креатинфосфата с участием аденилаткиназы (АК). Как видно, указанный фермент способен проводить взаимодействие между двумя молекулами АДФ (ADP), создавая АТФ (ATP) и АМФ (AMP). АМФ, в свою очередь, является активатором АМФ-активируемой протеинкиназы (АМПК), которая, фосфорилируя креатинкиназу, способствует ее выведению из миоцита. А это, в свою очередь, снижает скорость высвобождения запасенной энергии для мышечной активности и способствует скорейшему вымыванию ионов магния, что также замедляет энергопитание сократительного аппарата [5]. То есть, по сути своей, аденилаткиназа является функциональным антагонистом креатинкиназы, ингибирование которой может усилить поток АДФ в митохондрию, и, активируя цикл трикарбоновых кислот, увеличить выход АТФ для фосфорилирования креатина. Синергизм в данном случае заключается в ингибировании антагониста.

Данный процесс подтверждается экспериментально простым измерением активности фермента в плазме крови, что лежит в основе диагностики инфаркта миокарда и методики установления повреждения скелетной мускулатуры.

### Выводы

Как видно, даже беглое ознакомление с метаболизмом креатина указывает на необходимость учитывать и концентрации его синергистов и, иногда, антагонистов.

Следует отметить, что без учета концентраций и метаболизма синергистов прием креатина, конечно, окажет положительный эффект на рост, силу и выносливость скелетных мышц. Однако постоянное употребление креатина может замедлить собственный его синтез, что окажет сильное негативное воздействие на состояние самой ткани и на физические возможности спортсмена. Учет синергистов поможет спортсмену иметь лучший результат при меньших дозах принимаемой добавки.

В частности, при приеме креатина следует принимать соли магния с высокой биологической усваиваемостью (для повышенной активности креатинкиназы), убихинон (для скорейшей транспортировки протонов водорода в дыхательной цепи митохондрий) соли железа (для цитохром-С-оксидазы). Если дополнительно простимулировать все перечисленные узлы метаболизма, то это может ускорить поток АДФ в

митохондрию, что сместит цитозольный баланс АДФ/АТФ в сторону АТФ и тем самым ингибирует аденилаткиназу.

Безусловно, подобный вывод следует подтвердить экспериментом, разработка и проведение которого является целью последующих исследований.

#### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ**

1. High coenzyme Q10 plasma levels improve stress and damage markers in professional soccer players during competition / A. Sánchez-Cuesta [et al.] // *Int J Vitam Nutr Res.* – 2022. – Vol. 92 (3–4). – P. 192–203. doi: 10.1024/0300-9831/a000659. Epub 2020 Jul 8. PMID: 32639220.

2. Fazio C, Elder CL, Harris MM. Efficacy of Alternative Forms of Creatine Supplementation on Improving Performance and Body Composition in Healthy Subjects: A Systematic Review. *J Strength Cond Res.* 2022 Sep 1;36(9):2663-2670. doi: 10.1519/JSC.0000000000003873. Epub 2021 Feb 11. PMID: 36000773.

3. Baird MF, Graham SM, Baker JS, Bickerstaff GF. Creatine-kinase- and exercise-related muscle damage implications for muscle performance and recovery. *J Nutr Metab.* 2012;2012:960363. doi: 10.1155/2012/960363. Epub 2012 Jan 11. PMID: 22288008; PMCID: PMC3263635.

4. [https://www.brendaenzymes.org/enzyme.php?ecno=2.7.4.3&Suchword=&reference=&UniProtAcc=&organism%5B%5D=Homo+sapiens&show\\_tm=0](https://www.brendaenzymes.org/enzyme.php?ecno=2.7.4.3&Suchword=&reference=&UniProtAcc=&organism%5B%5D=Homo+sapiens&show_tm=0)

5. Coccimiglio IF, Clarke DC. ADP is the dominant controller of AMP-activated protein kinase activity dynamics in skeletal muscle during exercise. *PLoS Comput Biol.* 2020 Jul 30;16(7):e1008079. doi: 10.1371/journal.pcbi.1008079. PMID: 32730244; PMCID: PMC7433884.