

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ, СПОРТА, МОЛОДЕЖИ И ТУРИЗМА (ГЦОЛИФК)»

ИНСТИТУТ СПОРТА И ФИЗИЧЕСКОГО ВОСПИТАНИЯ

Кафедра теории и методики прикладных видов спорта и экстремальной деятельности

ПРЕЗИНТАЦИЯ

на тему:

«Креатинфосфокиназный механизм ресинтеза АТФ»

Направление 49.03.01 «Физическая культура»

Исполнитель:  
студент 2 курса специализации  
ТиМ Горные виды спорта  
очной формы обучения  
Сарычев Д. В.

Проверил:  
Черемисинов В.Н.

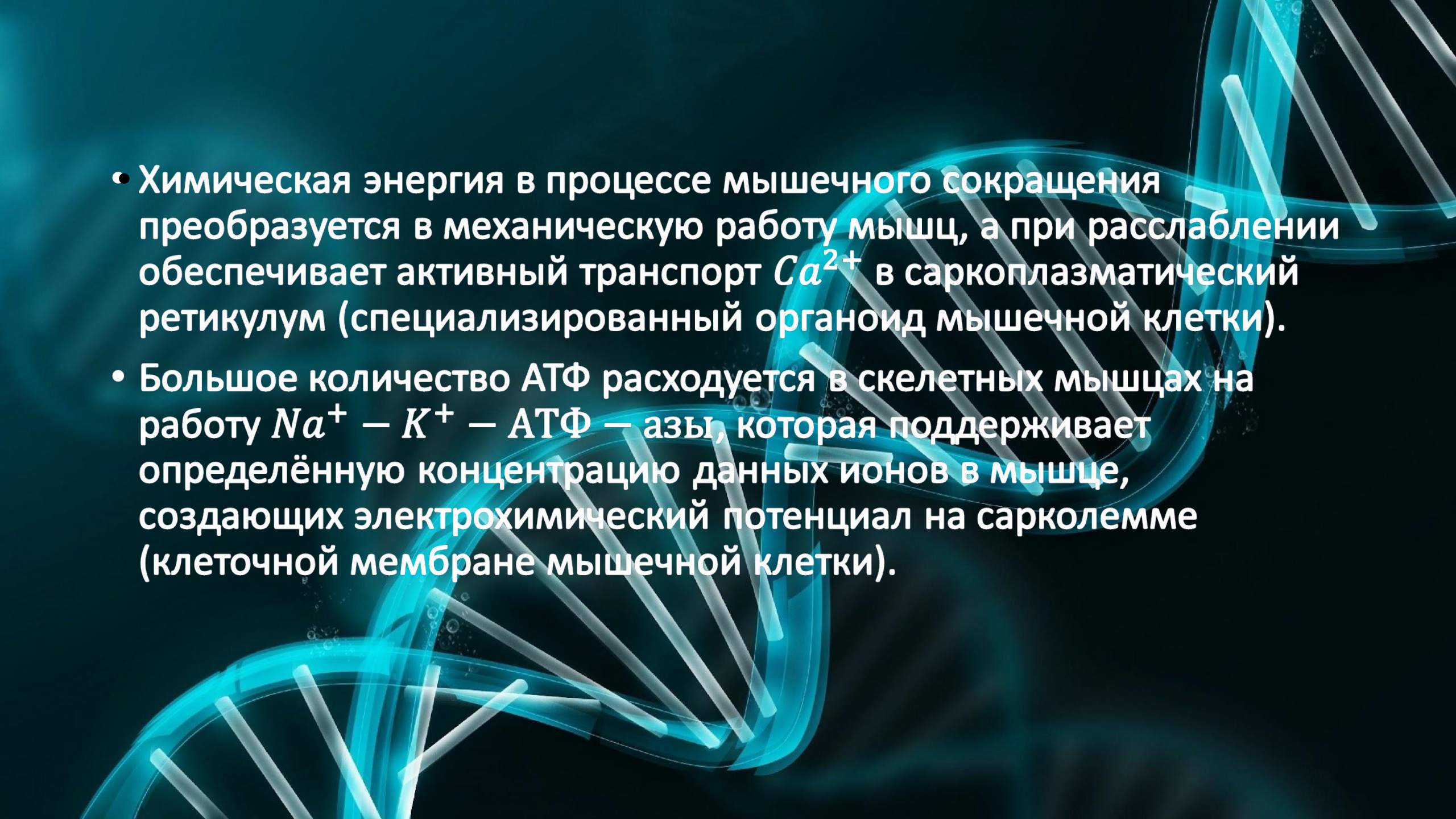
Москва – 2016

# Биоэнергетика мышечной деятельности

- Непосредственным источником энергии при мышечной деятельности является *АТФ* (*аденозинтрифосфорная кислота*).
- Освобождение энергии происходит при ферментативном гидролизе *АТФ* до *АДФ* и ортофосфата:



$\Delta Q = 7,3$  ккал, или 30 кДж.

- 
- Химическая энергия в процессе мышечного сокращения преобразуется в механическую работу мышц, а при расслаблении обеспечивает активный транспорт  $Ca^{2+}$  в саркоплазматический ретикулум (специализированный органоид мышечной клетки).
  - Большое количество АТФ расходуется в скелетных мышцах на работу  $Na^+ - K^+ - АТФ - азы$ , которая поддерживает определённую концентрацию данных ионов в мышце, создающих электрохимический потенциал на сарколемме (клеточной мембране мышечной клетки).

# Запасы АТФ в мышцах

- Содержание АТФ в мышцах незначительное и составляет около  $5 \text{ ммоль} \cdot \text{кг}^{-1}$  сырой массы ткани (0,25-0,40%).
- Оно поддерживается на относительно постоянном уровне, т.к. повышение концентрации АТФ в мышцах вызывает угнетение АТФ-азы миозина, что препятствует образованию спаек между актиновыми и миозиновыми нитями в миофибриллах и сокращению мышц. Снижение содержания АТФ ниже  $2 \text{ ммоль} \cdot \text{кг}^{-1}$  сырой массы ткани приводит к нарушению работы  $\text{Ca}^{2+}$ -насоса в ретикулуме и процесса расслабления мышц.
- Запасы АТФ в мышечных волокнах могут обеспечить выполнение интенсивной работы только в течение очень короткого времени – 0,5-1,5 с, или 3-4 одинаковых сокращений максимальной силы. Дальнейшая мышечная работа осуществляется благодаря быстрому восстановлению (*ресинтезу*) АТФ из продуктов ее распада и такого количества энергии, которое выделилось при распаде.



# Фосфорилирование



- Реакция присоединения фосфата называется *фосфорилированием*
- Реакция переноса фосфата с одного вещества на другое называется *перифосфорилированием*.

# Способы ресинтеза АТФ

- Энергетическими источниками для ресинтеза АТФ в скелетных мышцах и других тканях выступают:
  1. фосфатсодержащие вещества, которые присутствуют в тканях (*креатинфосфат, АДФ*);
  2. образующиеся в процессе катаболизма гликогена, жирные кислоты и другие энергетические субстраты (метаболиты дифосфоглицериновая и фосфопировиноградная кислоты),
  3. энергия протонного ( $H^+$ ) градиента на мембране митохондрий, образующаяся в результате аэробного окисления различных веществ.

Ресинтез  
АТФ

Анаэробные

Аэробные

Креатинфосфок  
иназный  
механизм

Гликолитический  
механизм

Миокиназный  
механизм

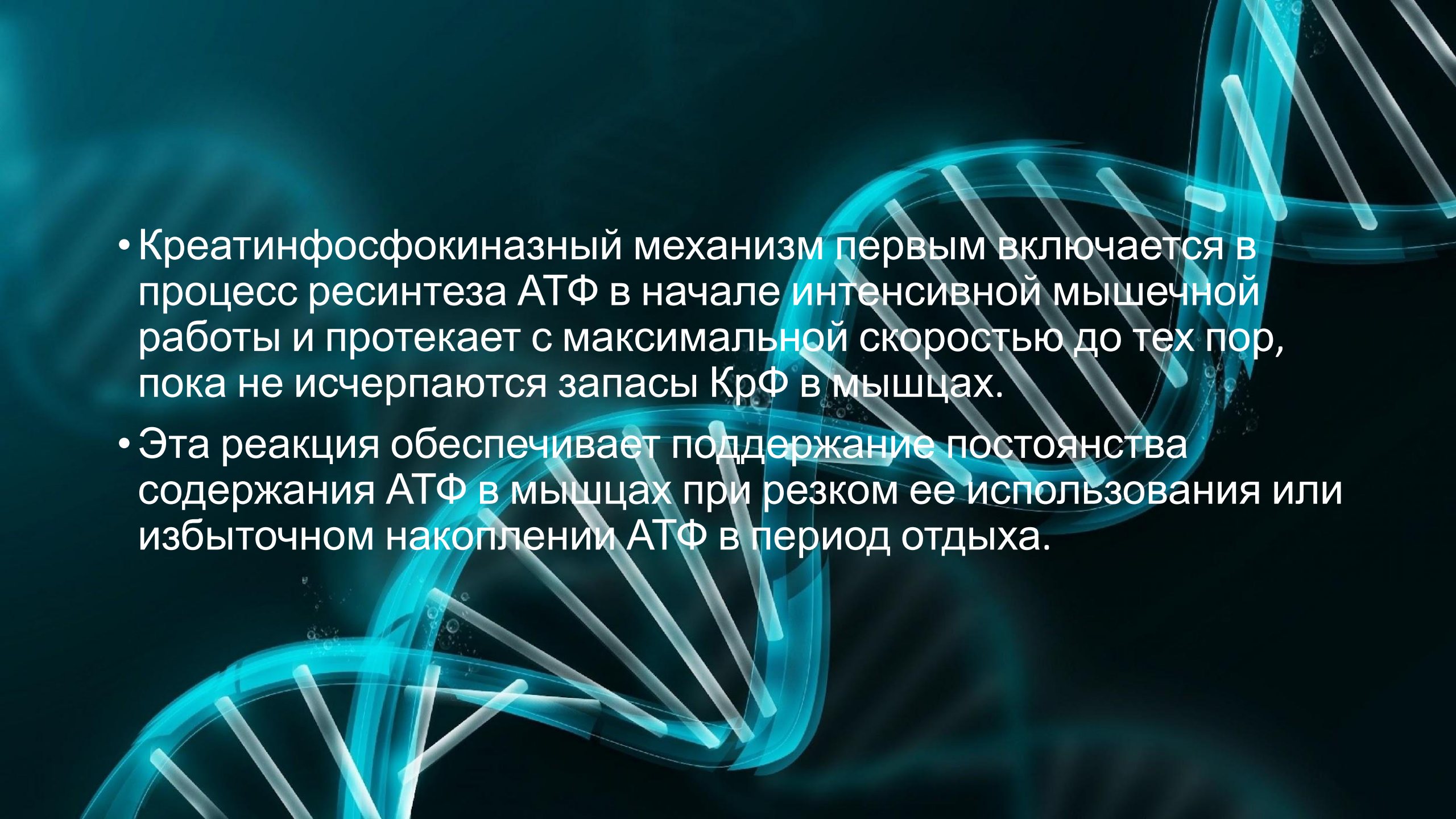
Аэробный  
механизм

# Креатинфосфокиназный механизм

- Алактатный анаэробный механизм ресинтеза АТФ включает использование имеющийся в мышцах АТФ и быстрый ее ресинтез за счёт высокоэнергетического фосфогенного вещества — *креатинфосфата*, концентрация которого в мышцах в 3 - 4 раза выше по сравнению с АТФ.
- *Креатинфосфат* локализован непосредственно на сократительных нитях миофибрилл и способен быстро вступать в реакцию перефосфорилирования с участием фермента *креатинфосфокиназы* (КФК) согласно уравнению:






- 
- Креатинфосфокиназный механизм первым включается в процесс ресинтеза АТФ в начале интенсивной мышечной работы и протекает с максимальной скоростью до тех пор, пока не исчерпаются запасы КрФ в мышцах.
  - Эта реакция обеспечивает поддержание постоянства содержания АТФ в мышцах при резком ее использовании или избыточном накоплении АТФ в период отдыха.

# Максимальная мощность реакции

- *Максимальная мощность* креатинфосфокиназной реакции развивается уже на 0,5 - 0,7-й секунде интенсивной работы, что свидетельствует о большой скорости развертывания, и поддерживается:
  - у нетренированных людей в течении 10 - 15 сек. ;
  - у высокоотренированных спринтеров может удерживаться 25 – 30 сек;
- *Максимальная мощность* реакции составляет  $3,8 \text{ кДж} * \text{кг}^{-1} * \text{мин}^{-1}$ , что значительно выше мощности анаэробного гликолиза в 1,5 – 2 раза, и аэробного процесса в 3 – 4 раза.
- Общие запасы фосфогенов у нетренированных людей обеспечивают образование энергии около  $420 \text{ кДж} * \text{кг}^{-1}$  мышечной ткани, а у тренированных в 2 раза больше.



Скорость  
расщепления КрФ

Интенсивность  
выполняемого  
упражнения

Величина  
мышечного  
напряжения

Активность  
фермента КФК

# Метаболическая емкость

- *Метаболическая емкость* этого механизма невелика, т.к. запасы КрФ в мышцах превышают содержание АТФ всего в 3 раза. Следовательно, поддержание уровня АТФ за счет креатинфосфата ограничено его запасами, которые уже на 5-й секунде уменьшаются на  $1/3$ , а на 15-й секунде – наполовину. После этого скорость креатинфосфокиназной реакции уменьшается, а в ресинтез АТФ вовлекаются гликолитический и окислительный механизмы.

# Эффективность реакции

- *Эффективность креатинфосфокиназной реакции* очень высокая (76%), т.к. реакция протекает непосредственно между двумя веществами на миофибриллах.
- Запасы КрФ зависят от содержания креатина в организме.
- Введение креатина в виде БАДов приводит к увеличению запасов креатинфосфата в мышцах (от 84 до 91 ммоль \* кг<sup>-1</sup> сухой мышечной массы), а также к повышению физической работоспособности.

# Содержание креатинфосфата

- Содержание креатинфосфата в скелетных мышцах увеличивается в процессе адаптации организма к скоростным и силовым физическим нагрузкам в 1,5 – 2 раза, что влияет на емкость креатинфосфокиназного механизма для энергообеспечения мышечной деятельности.
- Креатинфосфокиназный путь ресинтеза АТФ играет решающую роль в энергообеспечении кратковременной работы максимальной интенсивности в течении 15 – 30 с, например:
  - Бег 100м;
  - Плавание на короткие дистанции;
  - Прыжки, метания, тяжелоатлетические упражнения и т.п.;
- Этот путь обеспечивает возможность быстрого перехода от покоя к работе, внезапных изменений темпа по ходу выполнения работы, а также финишного ускорения.
- Функционирует креатинфосфокиназная система преимущественно в быстросокращающихся мышечных волокнах поэтому составляет биохимическую основу скорости и локальной мышечной силы (выносливости).

A glowing blue DNA double helix structure is shown against a dark blue background. The helix is composed of two intertwined strands, one appearing as a solid blue ribbon and the other as a series of white, cylindrical segments. The background is dark blue with some faint, glowing particles or bubbles scattered around the DNA structure.

Спасибо за внимание