

БИОХИМИЯ МЫШЕЧНОЙ ТКАНИ

Химический состав мышечной ткани

- **Вода – 72 – 80%**
- **Белок – 16 – 21%**
- **Азотистые небелковые органические вещества:**
 - **АТФ – 0,3 – 0,5%**
 - **Креатин и креатинфосфат – 0,5%**
 - **Аминокислоты – 0,2 – 0,8%**
 - **Биологически активные пептиды мышц:
ансерин и карнозин – 0,5%**

- **Безазотистые органические вещества:**
- Гликоген – 0,3 – 3%
- Фосфолипиды – 1%
- Холестерин – 0,1 – 0,25%
- Глюкоза
- Лактат
- Метаболиты углеводного и липидного обмена, цикла Кребса

- **Минеральные вещества:**
натрий, калий, кальций (внеклеточный и внутриклеточный), кобальт, цинк

Белки мышц

1. Белки саркоплазмы

миоглобин, белки–ферменты

2. Белки миофибрилл

□ *Сократительные белки:*

миозин, актин, актомиозин

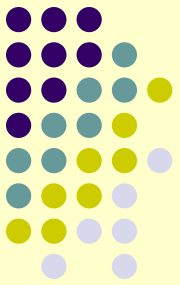
□ *Регуляторные белки:*

тропомиозин, тропонин

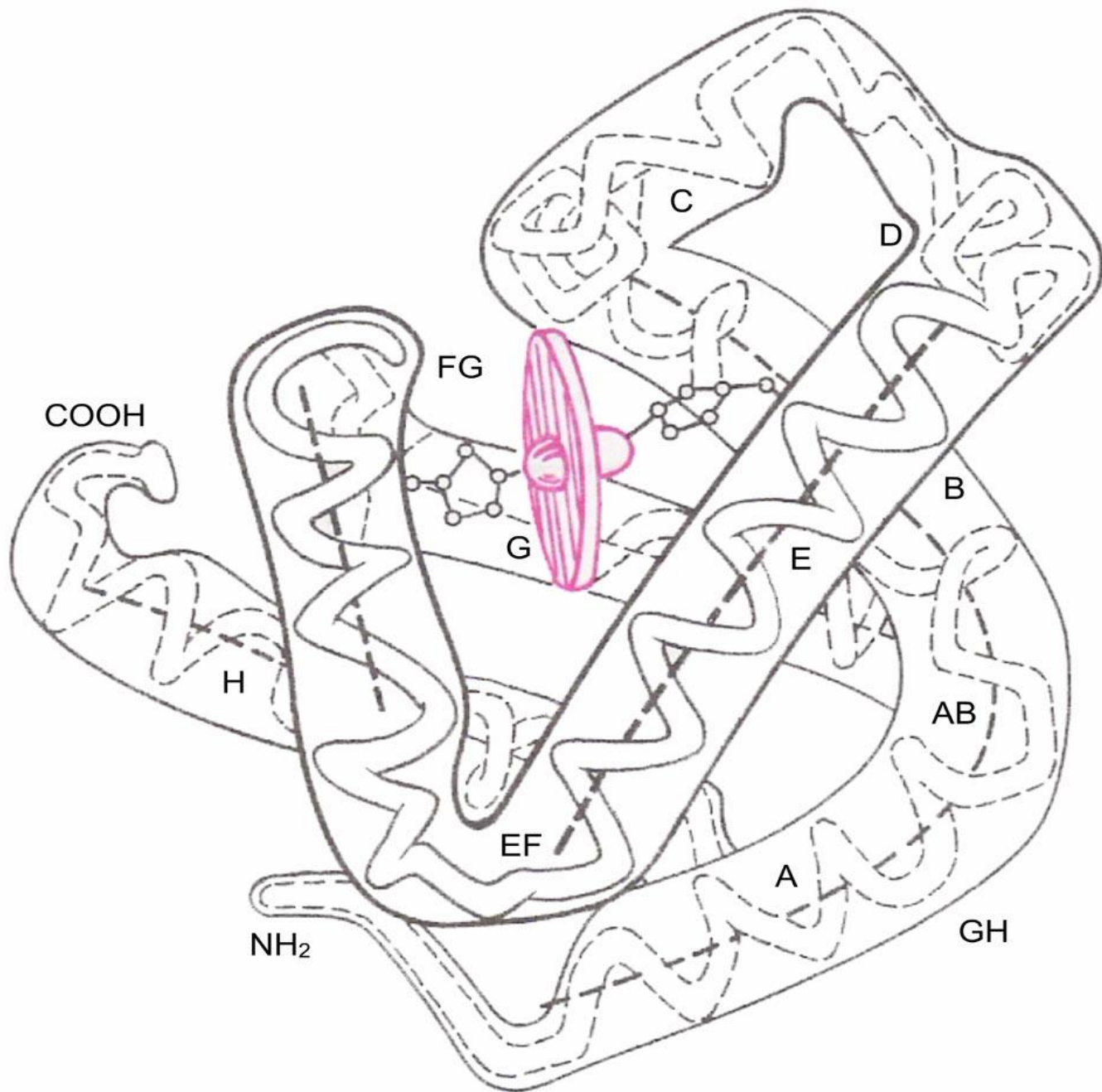
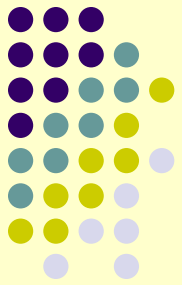
3. Белки стромы

эластин, коллаген

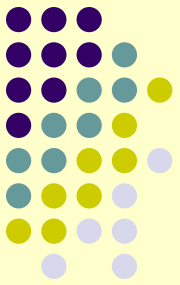
Миоглобин



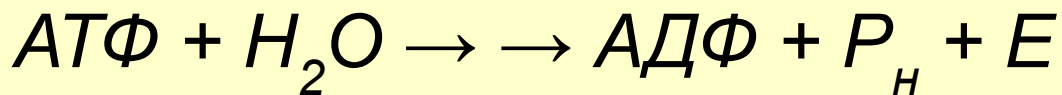
- Дыхательный белок мышц
- Гемопротейн
- Содержит 153 аминокислотных остатка
- Основная функция – перенос кислорода в мышцах
- Состоит из 1 полипептидной цепи, уложенной в пространстве в виде глобулы



Миозин



- Составляет 50 – 55% от массы миофибрилл
- Фибриллярный белок
- Период полураспада – 20 дней
- Состоит из 2 тяжелых цепей (мол. масса 200 000 Да) и 4 легких цепей (мол. масса 20 000 – 25 000 Да)
- Активные центры головки миозина обладают *АТФ-азной активностью:*

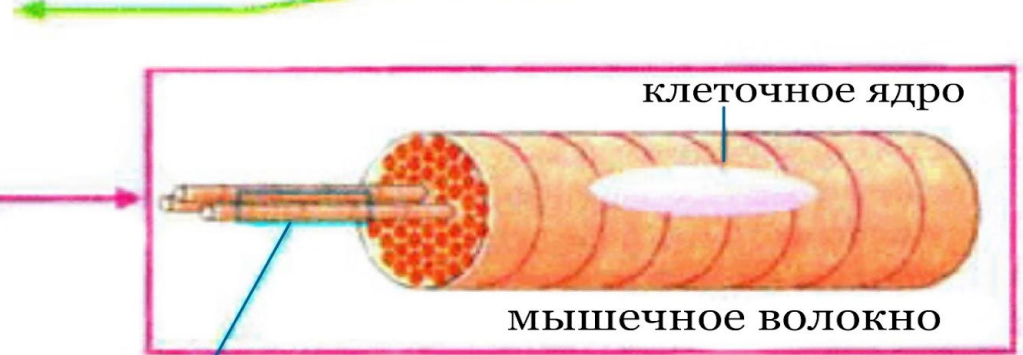


Организация скелетных мышц позвоночных

мышца

сухожилие

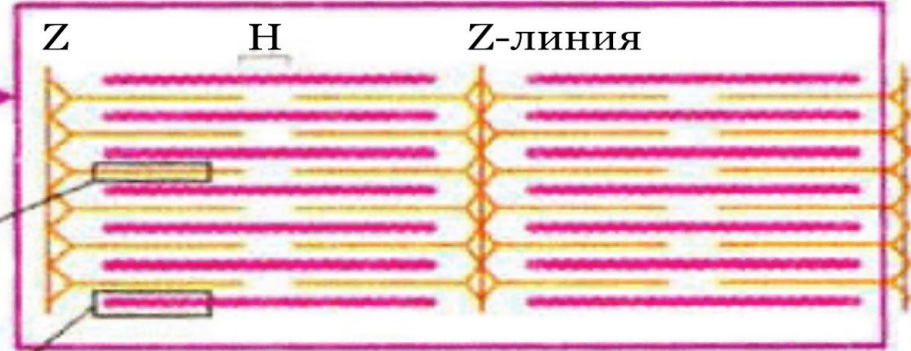
пучок мышечных волокон



Z саркомер Z

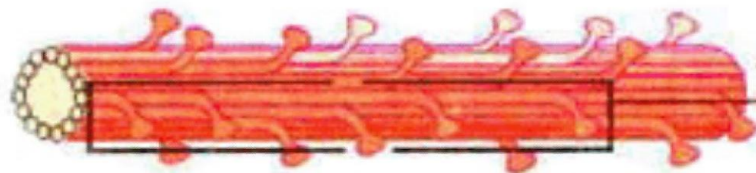


н-зона
миофибрилла

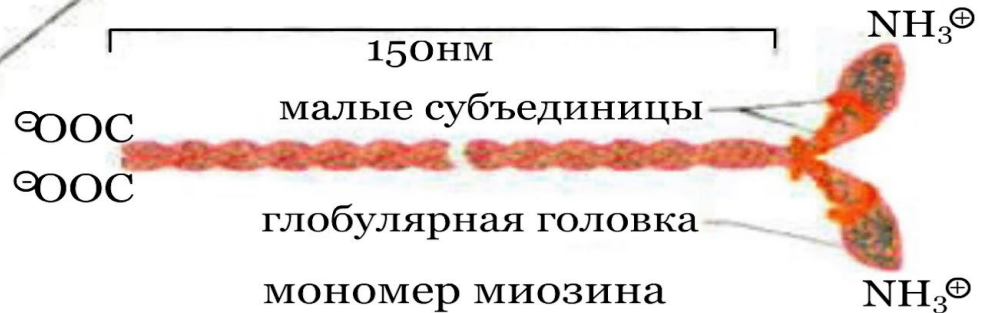


тропонин актин тропомиозин

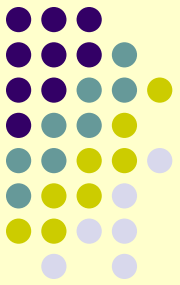
тонкий филамент актина



толстый филамент миозина

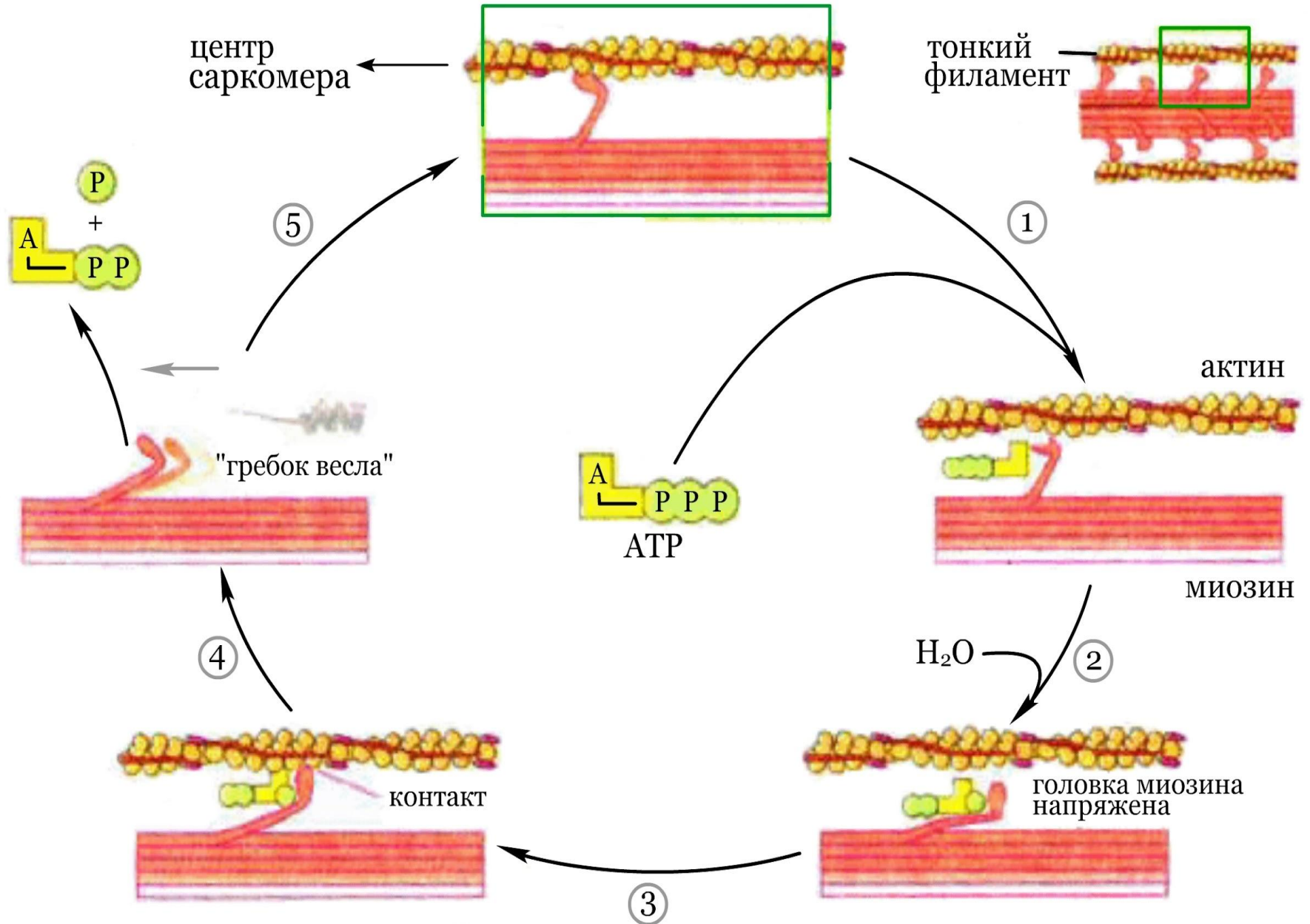


АКТИН

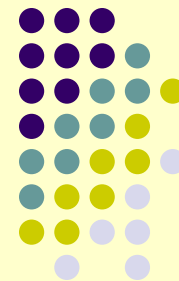


- Составляет 20% от массы миофибрилл
- Небольшой глобулярный белок
- Состоит из 1 полипептидной цепи (374 аминокислотных остатка)
- Молекула *глобулярного актина* способна к спонтанной агрегации, образуя *фибриллярный актин*

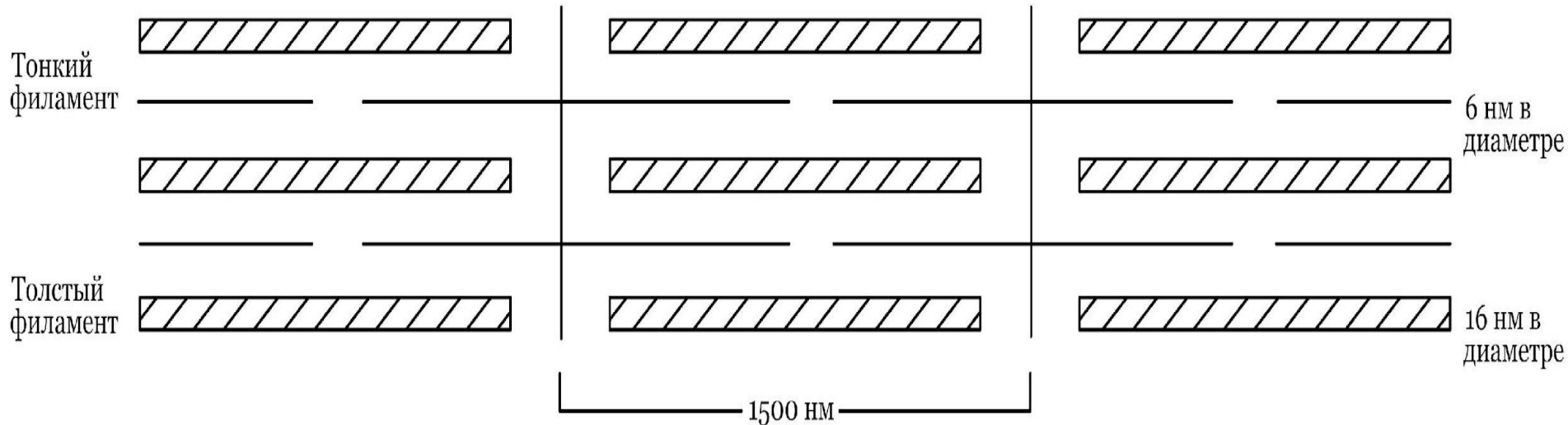
Механизм сокращения мышечных волокон



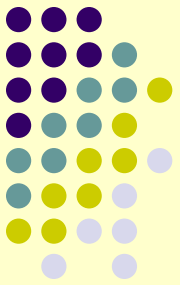
Сокращенная мышца



Сокращенная мышца

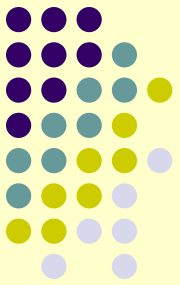


Тропомиозин



- фибриллярный белок
- состоит из 2 α -спиралей
- на 1 молекулу тропомиозина приходится 7 молекул актина
- молекула тропомиозина закрывает активные центры связывания актина

Тропонин

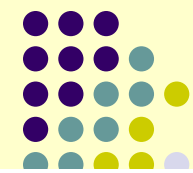


- Глобулярный белок
- В состав входят 3 субъединицы:

Тн-Т – тропомиозинсвязывающая субъединица – отвечает за связь с тропомиозином

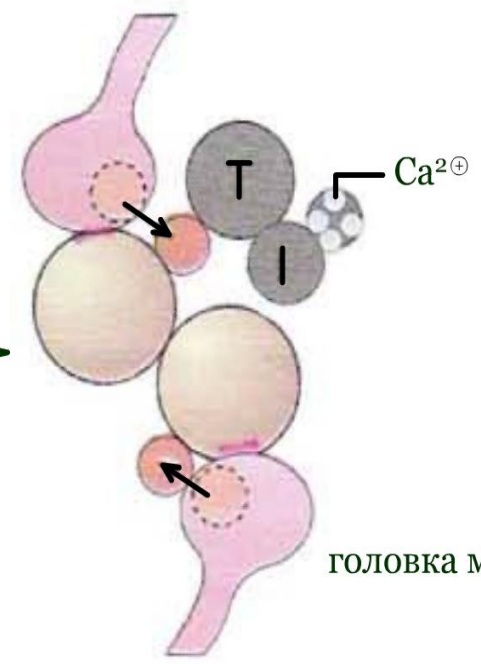
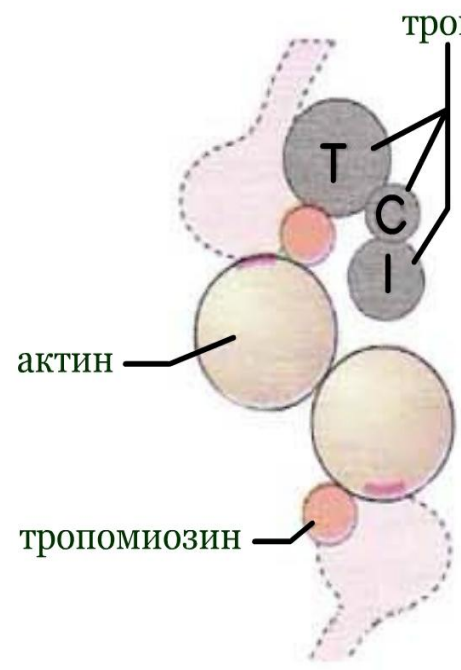
Тн-С – кальцийсвязывающая субъединица – обладает сродством к ионам Ca^{2+}

Тн-І – ингибиторная субъединица – ингибирует АТФ-азную активность, препятствуя взаимодействию актина и миозина



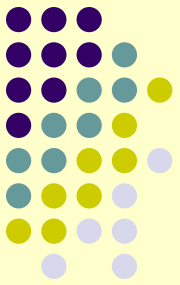
Регуляция ионами кальция сокращения мышечных волокон

участок
связывания
с миозином
на молекуле
актина
блокирован



связывание
 Ca^{2+}
освобождает
на молекуле
актина
участок
связывания с
МИОЗИНОМ

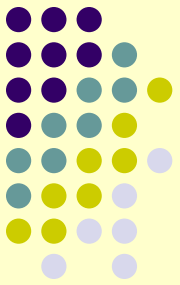
Особенности энергетического обмена в мышечной ткани



Источники энергии

1. Реакции субстратного фосфорилирования (креатинкиназная реакция)
2. Аденилаткиназная (миокиназная) реакция
3. Гликолиз и гликогенолиз
4. Окислительное фосфорилирование

Креатинкиназная реакция

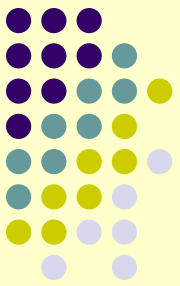


Преимущества:

- Самый быстрый способ синтеза АТФ (каждая молекула креатинфосфата образует 1 молекулу АТФ)
- Максимально эффективен
- Не требует кислорода
- Включается мгновенно
- Не дает побочных продуктов
- **Креатин мышц** резервирует энергию в макроэргических связях и передает эту энергию для участия в акте мышечного сокращения

Недостаток:

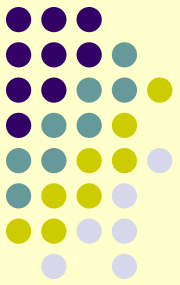
малый резерв субстрата (на 20 секунд работы)



Аденилаткиназная реакция

- Реакция идет только в мышечной ткани!
$$2 \text{ АДФ} \rightarrow \text{АТФ} + \text{АМФ}$$

Гликолиз и гликогенолиз



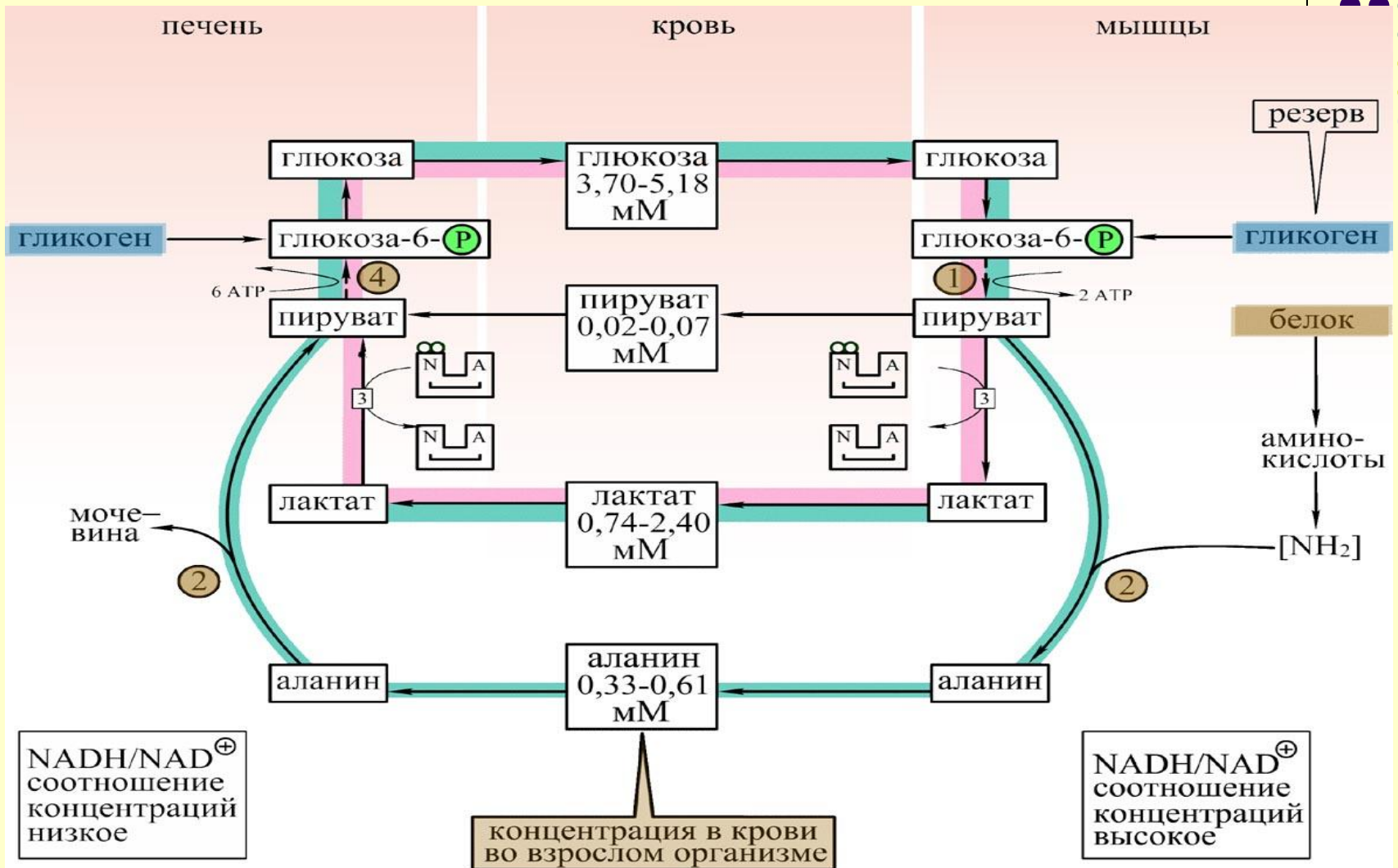
Преимущества:

- Не требует присутствия кислорода
- Большой резерв субстратов
- Используется гликоген мышц и глюкоза крови

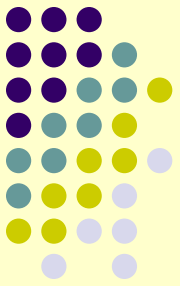
Недостатки:

- Небольшая энергоэффективность
- Накапливаются недоокисленные продукты (лактат)
- Гликолиз начинается лишь через 10 – 15 секунд после начала мышечной работы

Цикл Кори



Окислительное фосфорилирование



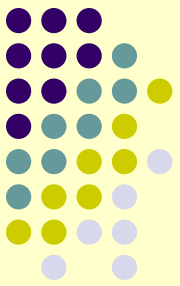
Преимущества:

- Наиболее энергетически выгоден (например, при окислении 1 молекулы глюкозы получается **38 АТФ**)
- Имеет самый большой резерв субстратов (глюкоза, гликоген, глицерин, кетоновые тела)
- Продукты распада (CO_2 и вода) безвредны

Недостатки:

- Требуется большое количество кислорода

Особенности метаболизма в мышечной ткани у детей



- У детей масса мышц по отношению к массе тела значительно меньше, чем у взрослых
- Мышечная ткань в процессе постнатального развития имеет максимальный рост (в 25 – 30 раз)
- У новорожденных диаметр мышечного волокна в 2 раза меньше, чем у взрослых
- Содержание миофибриллярных белков у новорожденных в 2 раза меньше, чем у взрослых

- В мышцах присутствует фетальная форма миозина, обладающая измененной структурой, сниженной АТФ-азной активностью
- С возрастом в мышцах увеличивается содержание миоглобина и уменьшается количество гликогена, лактата, нуклеиновых кислот и воды
- Мышцы детей обладают повышенной чувствительностью к нейромедиаторам (ацетилхолин)
- Во внутриутробном периоде мышца производит 3 – 4 сокращения в секунду, тогда как у детей младшего возраста число мышечных сокращений может быть до 60 – 80 в секунду, что способствует формированию тетануса мышц.

