

# Аминокислоты

## Заменяемые

Заменяемые аминокислоты могут синтезироваться в организме.

Потребность организма осуществляется за счет поступления белков пищи.

К заменяемым аминокислотам относятся аланин, аспарагин, аспарагиновая кислота, глицин, глутамин, глутаминовая кислота, тирозин, цистеин, цистин и др.

## Незаменимые

Незаменимыми для взрослого здорового человека являются 8 аминокислот: валин, изолейцин, лейцин, лизин, метионин, треонин, триптофан и фенилаланин.

Для детей незаменимыми также являются аргинин и гистидин.

Не могут быть синтезированы в организме.

# РОЛЬ БЕЛКОВ В ОРГАНИЗМЕ

Структурные белки	участвуют в образовании различных структур организма (стенки кровеносных сосудов, кожа, сухожилия, связки, хрящи, кости)
Белки-гормоны	участвуют в управлении всеми жизненными процессами организма, его ростом и размножением
Сократительные белки (миозин, актин)	обеспечивают сокращение и расслабление мышц
Белки-ферменты	обеспечивают все химические процессы в организме: пищеварение, усвоение кислорода, накопление энергии, свертывание крови
Транспортные, гемоглобин	переносит кислород от легких к различным органам и тканям
Защитные	белки-иммуноглобулины, нейтрализуют токсичные чужеродные белки; белок фибриноген, обеспечивает свертывание крови

# Белки – строительный материал.

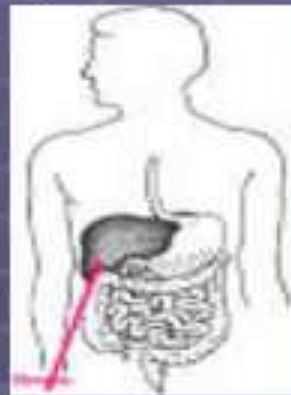
Примерное содержание белков в сухой массе различных органов (в %).



мышцы  
80



кости  
28



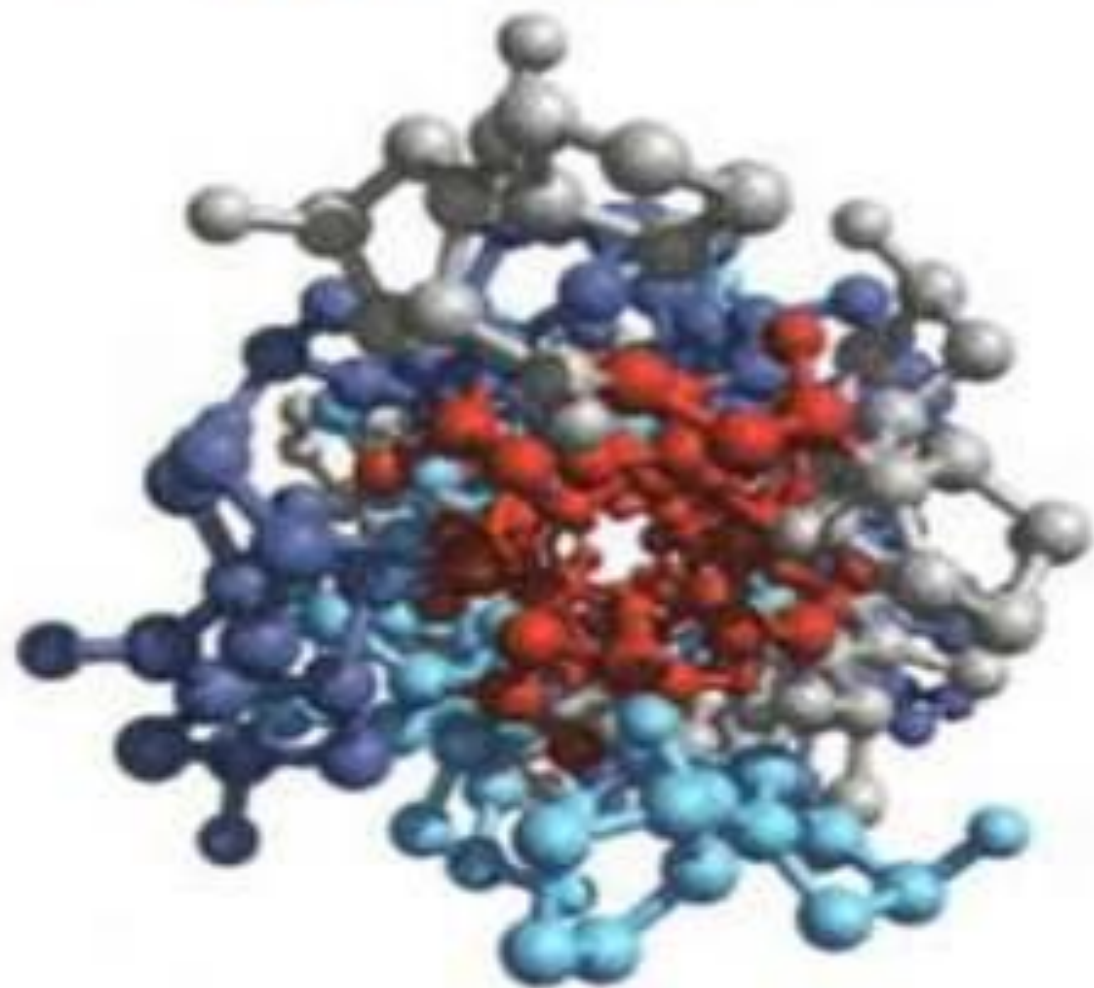
печень  
57



кожа  
63

Белки образуют соединительную ткань, мышцы, покровы, выполняют роль каркаса для клеточных и надклеточных структур.

глобулярный белок



фибриллярный белок



# БИОХИМИЯ МЫШЦ

Сарколемма

Саркоплазма

Миофибриллы

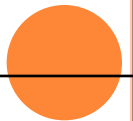
Митохондрии

Саркоплазматический ретикулум (СПР)



# ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ МЫШЦ

<b>Вещество</b>	<b>Содержание в мышцах, %</b>
<b>Вода</b>	<b>72 – 80</b>
<b>Белки</b>	<b>16,3 – 20,9</b>
<b>Гликоген</b>	<b>0,3 – 2,0</b>
<b>Фосфатиды</b>	<b>0,4 – 1,0</b>
<b>Холестерин</b>	<b>0,03 – 0,23</b>
<b>Креатин и креатинфосфат</b>	<b>0,2 – 0,55</b>
<b>Азотсодержащие вещества (креатинин, карнозин и др.)</b>	<b>0,383 – 0,535</b>
<b>Свободные аминокислоты</b>	<b>0,1 – 0,7</b>
<b>Мочевина</b>	<b>0,002 – 0,2</b>
<b>Молочная кислота</b>	<b>0,01 – 0,2</b>
<b>Основные неорганические ионы:</b>	
<b>K<sup>+</sup> Na<sup>+</sup> Ca<sup>2+</sup> Mg<sup>2+</sup> Fe<sup>2+</sup> Cl<sup>-</sup></b>	<b>0, 32; 0,08; 0,007; 0,02; 0,026;0,02</b>



- В миофибриллах – 40%
- В саркоплазме -30%
- В митохондриях – 14%
- В сарколемме – 15%



## БЕЛКИ МЫШЦ

1. *Белки саркоплазмы:* МИОГЕНОВЫЕ (миоальбумин, миоглобин), глобулины.
2. *Белки миофибрилл:* МИОЗИН, АКТИН, ТРОПОНИН, ТРОПОМИОЗИН.



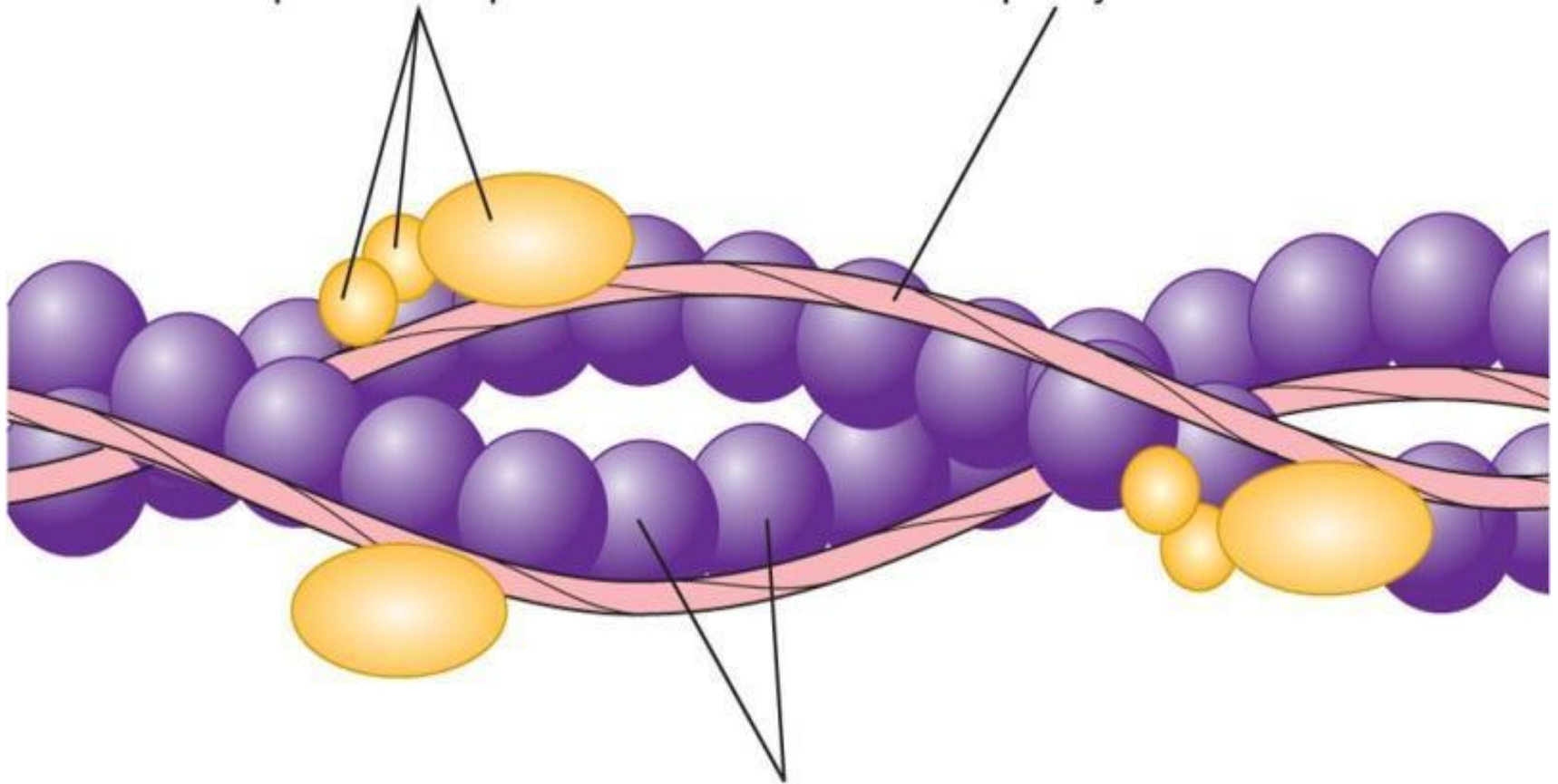


# СТРОЕНИЕ МОЛЕКУЛЫ МИОЗИНА



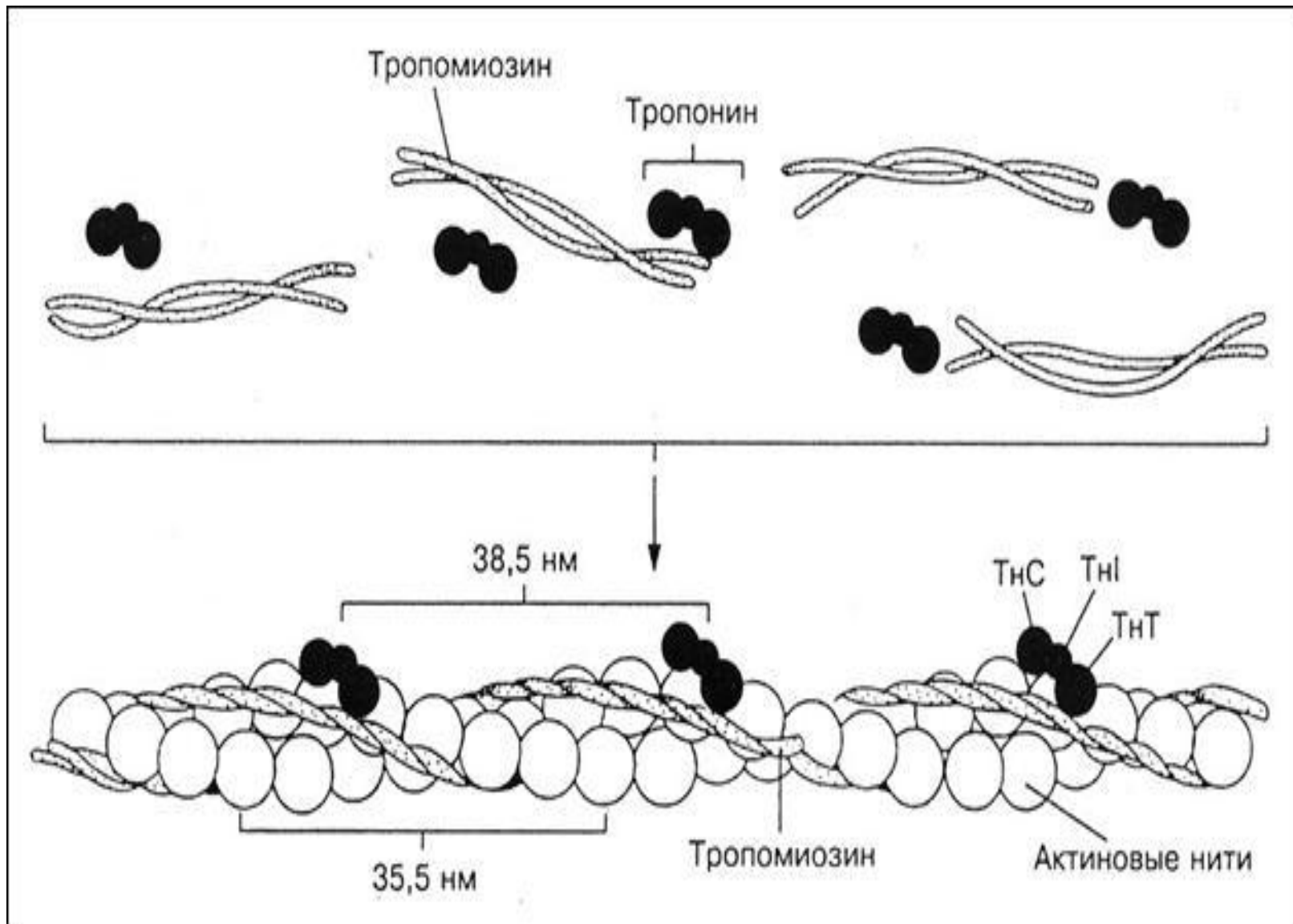
Troponin complex

Tropomyosin



G-actin





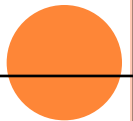
## БЕЛКИ МЫШЦ

3. *Белки ядер*: нуклеопротеиды.
4. *Белки митохондрий*: липопротеиды, ферменты цикла трикарбоновых кислот, ферменты окисления жирных кислот, ферменты дыхательной цепи.
5. *Белки мышечной стромы (сарколеммы)*: коллаген, эластин, миостромины.



# ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ МЫШЦ

<b>Вещество</b>	<b>Содержание в мышцах, %</b>
<b>Вода</b>	<b>72 – 80</b>
<b>Белки</b>	<b>16,3 – 20,9</b>
<b>Гликоген</b>	<b>0,3 – 2,0</b>
<b>Фосфатиды</b>	<b>0,4 – 1,0</b>
<b>Холестерин</b>	<b>0,03 – 0,23</b>
<b>Креатин и креатинфосфат</b>	<b>0,2 – 0,55</b>
<b>Азотсодержащие вещества (креатинин, карнозин и др.)</b>	<b>0,383 – 0,535</b>
<b>Свободные аминокислоты</b>	<b>0,1 – 0,7</b>
<b>Мочевина</b>	<b>0,002 – 0,2</b>
<b>Молочная кислота</b>	<b>0,01 – 0,2</b>
<b>Основные неорганические ионы:</b>	
<b>K<sup>+</sup> Na<sup>+</sup> Ca<sup>2+</sup> Mg<sup>2+</sup> Fe<sup>2+</sup> Cl<sup>-</sup></b>	<b>0, 32; 0,08; 0,007; 0,02; 0,026;0,02</b>



# МИКРОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ И БИОХИМИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ В МЫШЕЧНЫХ ВОЛОКНАХ ПОД ВЛИЯНИЕМ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ ТРЕНИРОВОК, % ОТ УРОВНЯ НЕТРЕНИРОВАННЫХ

Параметр	Упражнения		
	на выносливость	скоростные	силовые
Относительная масса мышцы, % от массы тела	9	32	30
Толщина мышечных волокон	0	24	30
Число митохондрий в единице площади	60	30	-
Белки СРП	5	54	60
Белки миофибрилл	7	63	68
Белки саркоплазмы	23	57	30
Миозин	0	18	59
Миостромины	0	7	34
Миоглобин	40	58	53
АТФ	0	0	0

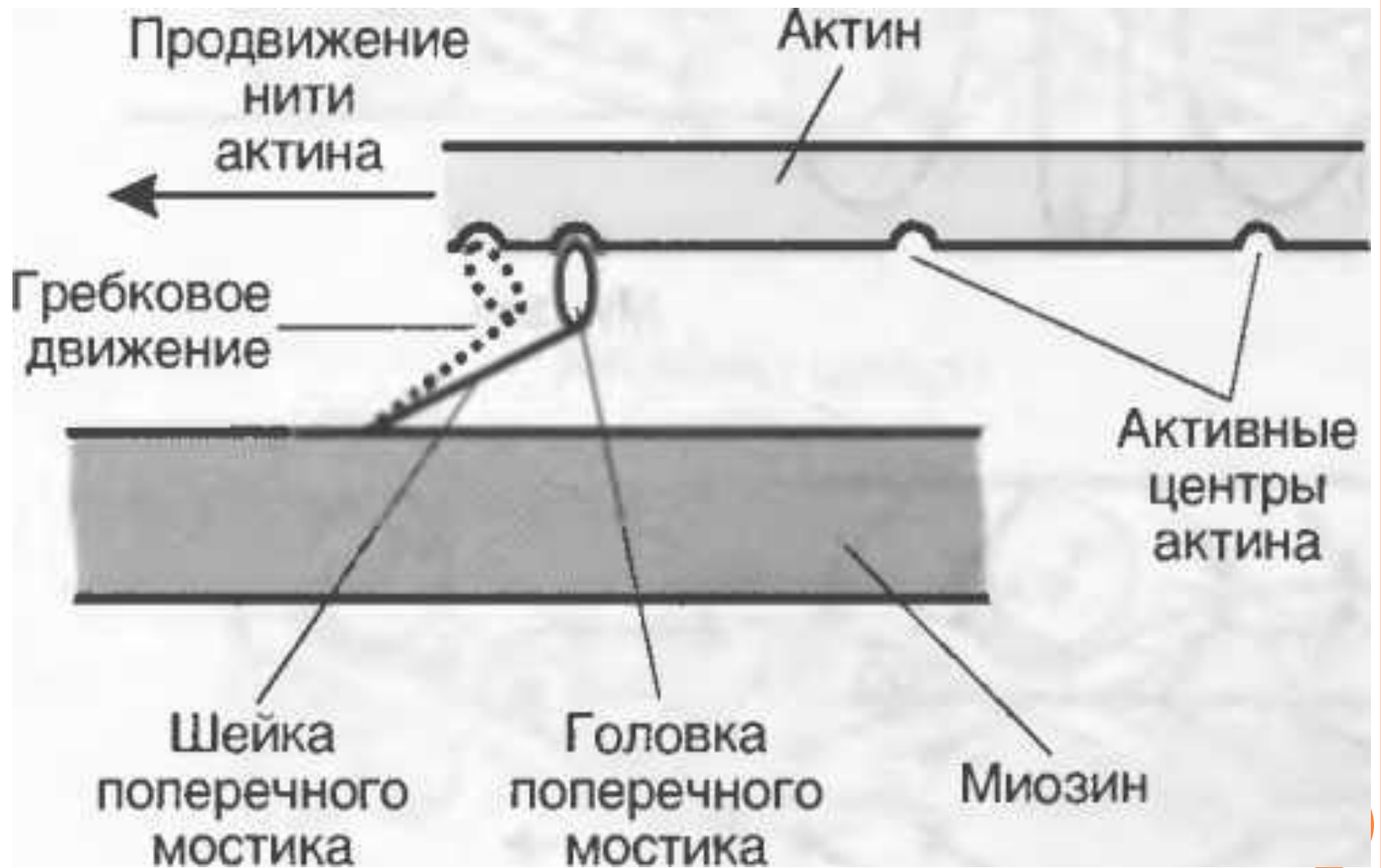
# ИЗМЕНЕНИЯ В МЫШЕЧНЫХ ВОЛОКНАХ ПОД ВЛИЯНИЕМ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ ТРЕНИРОВОК, % ОТ УРОВНЯ НЕТРЕНИРОВАННЫХ

Параметр	Упражнения		
	на выносливость	скоростные	силовые
КрФ	12	58	25
Гликоген	80	70	38
Миозиновая АТФаза	3	18	55
Поглощение Ca <sup>2+</sup> ретикулумом	0	15	25
Креатинкиназа	10	20	-
Фосфорилаза	23	40	20
Ферменты гликолиза	0 – 9	25 – 30	-
Ферменты аэробного пути	59 – 230	30 – 100	-
Интенсивность гликолиза (максимальная)	10	56	28
Интенсивность тканевого дыхания (максимальная)	53	45	20

# БИОХИМИЯ МЫШЕЧНОГО СОКРАЩЕНИЯ







## ЗАПАСЫ АТФ И КРФ В СКЕЛЕТНЫХ МЫШЦАХ ЧЕЛОВЕКА (В РАСЧЕТЕ НА СРЕДНИЙ ВЕС 70 КГ)

<b>Метаболиты</b>	<b>Концентрация в мышцах, мМ/кг мышцы</b>	<b>Общее содержание в организме, мМ</b>	<b>Количество выделенной энергии, кДж/кг</b>
<b>АТФ</b>	<b>4 – 6</b>	<b>120 – 180</b>	<b>0,17 – 0,25</b>
<b>КрФ</b>	<b>15 – 16</b>	<b>450 – 510</b>	<b>0,63 – 0,71</b>
<b>Общие запасы фосфагенов (АТФ+КрФ)</b>	<b>19 – 23</b>	<b>570 – 690</b>	<b>0,80 – 0,96</b>

# **БИОХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ДВИГАТЕЛЬНЫХ КАЧЕСТВ**



# СКОРОСТНО-СИЛОВЫЕ КАЧЕСТВА

кратковременные (не более 10 с) упражнения, выполняемые с предельной мощностью (например, бег на 50-60 м, прыжки, упражнения на тренажерах и т.п.)

Интервальный метод тренировки: серия упражнений. Серия из 4-5 упражнений продолжительностью 8-10 с. Отдых между упражнениями в каждой серии равен 20-30 с. Отдых между сериями составляет 5-6 мин. 8-10 серий



- *Упражнение:* ↓ запасы КрФ;
- *Отдых 20-30 с:* гликолитический путь ресинтеза АТФ.  
$$\text{Кр} + \text{АТФ} \rightarrow \text{КрФ} + \text{АДФ}$$
- *Отдых между сериями:* почти полностью восполняется содержание КрФ.



- Тренировка должна приводить к резкому снижению содержания гликогена в мышцах с последующей его суперкомпенсацией;
- Во время тренировки в мышцах и в крови должна накапливаться молочная кислота для последующего развития резистентности (устойчивости) к ней организма.
  
- Метод повторной и интервальной работы.
- Предельные нагрузки продолжительностью в несколько минут.
- Серии из 4-5 упражнений. Отдых между упражнениями внутри серии – несколько минут ( уменьшение отдыха с 3 до 1 мин). Отдых между сериями – 15-20 мин.





# СХЕМА РАЗВИТИЯ УТОМЛЕНИЯ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ КРАТКОВРЕМЕННЫХ МАКСИМАЛЬНЫХ ФИЗИЧЕСКИХ НАГРУЗОК (ПО В.А. РОГОЗКИНУ, 1990)

ИНТЕНСИВНАЯ МЫШЕЧНАЯ РАБОТА



УВЕЛИЧЕНИЕ ГЛИКОЛИЗА



НАКОПЛЕНИЕ МОЛОЧНОЙ КИСЛОТЫ



ВНУТРИКЛЕТОЧНЫЙ АЦИДОЗ



ИНГИБИРОВАНИЕ КЛЮЧЕВЫХ  
ФЕРМЕНТОВ ГЛИКОЛИЗА



СНИЖЕНИЕ АКТИВНОСТИ  
Ca<sup>2+</sup>-актомиозиновой АТФ-азы



РАЗВИТИЕ УТОМЛЕНИЯ



СНИЖЕНИЕ ФИЗИЧЕСКОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ

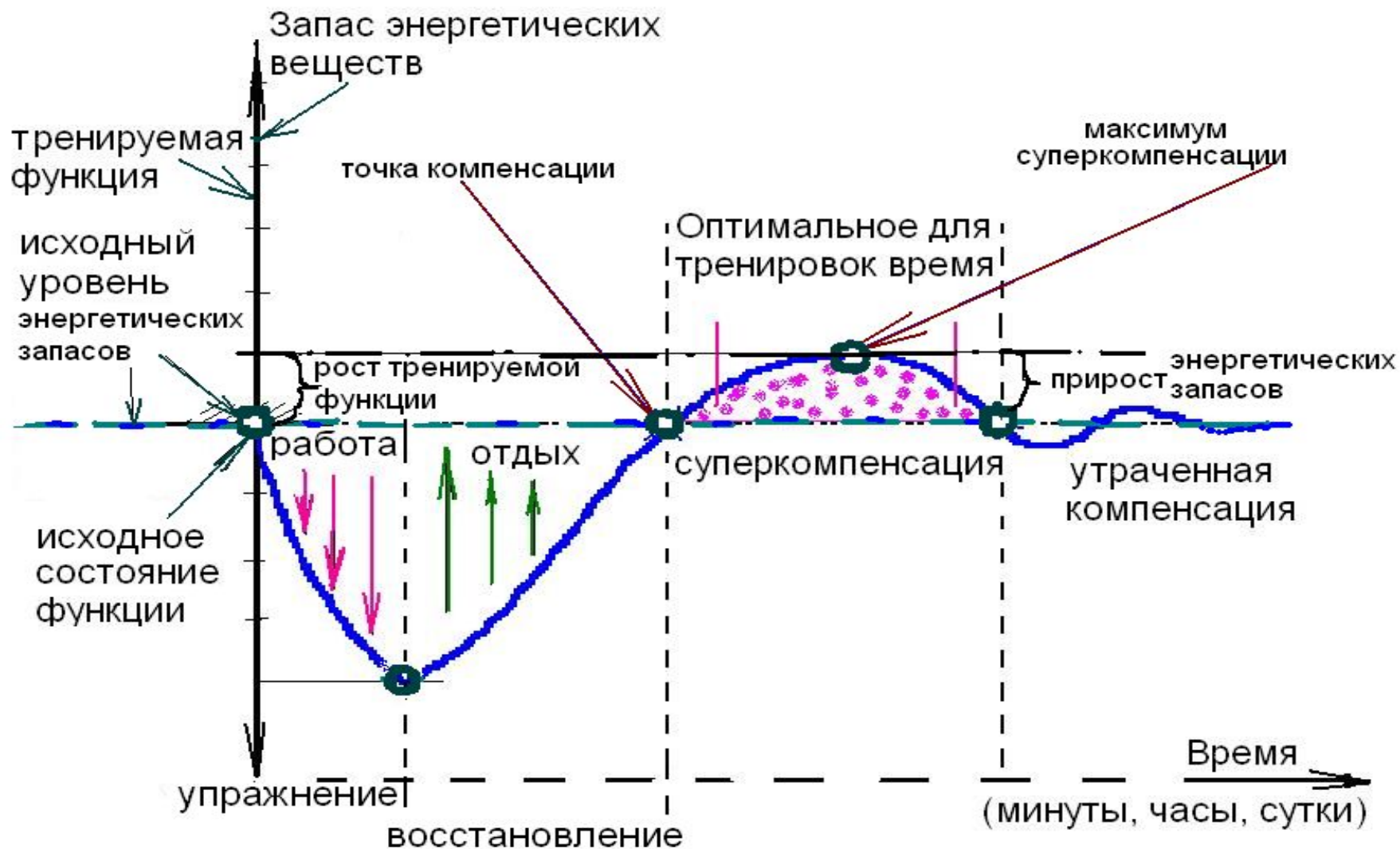




- **Срочное** восстановление протекает в течение первых 0,5 – 1,5 часов отдыха после физической нагрузки. В это время устраняется кислородный долг и утилизируются продукты анаэробного распада.
- **Отставленное** восстановление длится многие часы (и дни) отдыха после нагрузки: усиливается пластический обмен, нормализуется ионное равновесие и работа эндокринной системы, восстанавливаются глубокие энергетические запасы (липиды), активизируется синтез структурных и ферментативных белков, особенно, израсходованных при предельных или стрессовых нагрузках.



# ГРАФИК СУПЕРКОМПЕНСАЦИИ

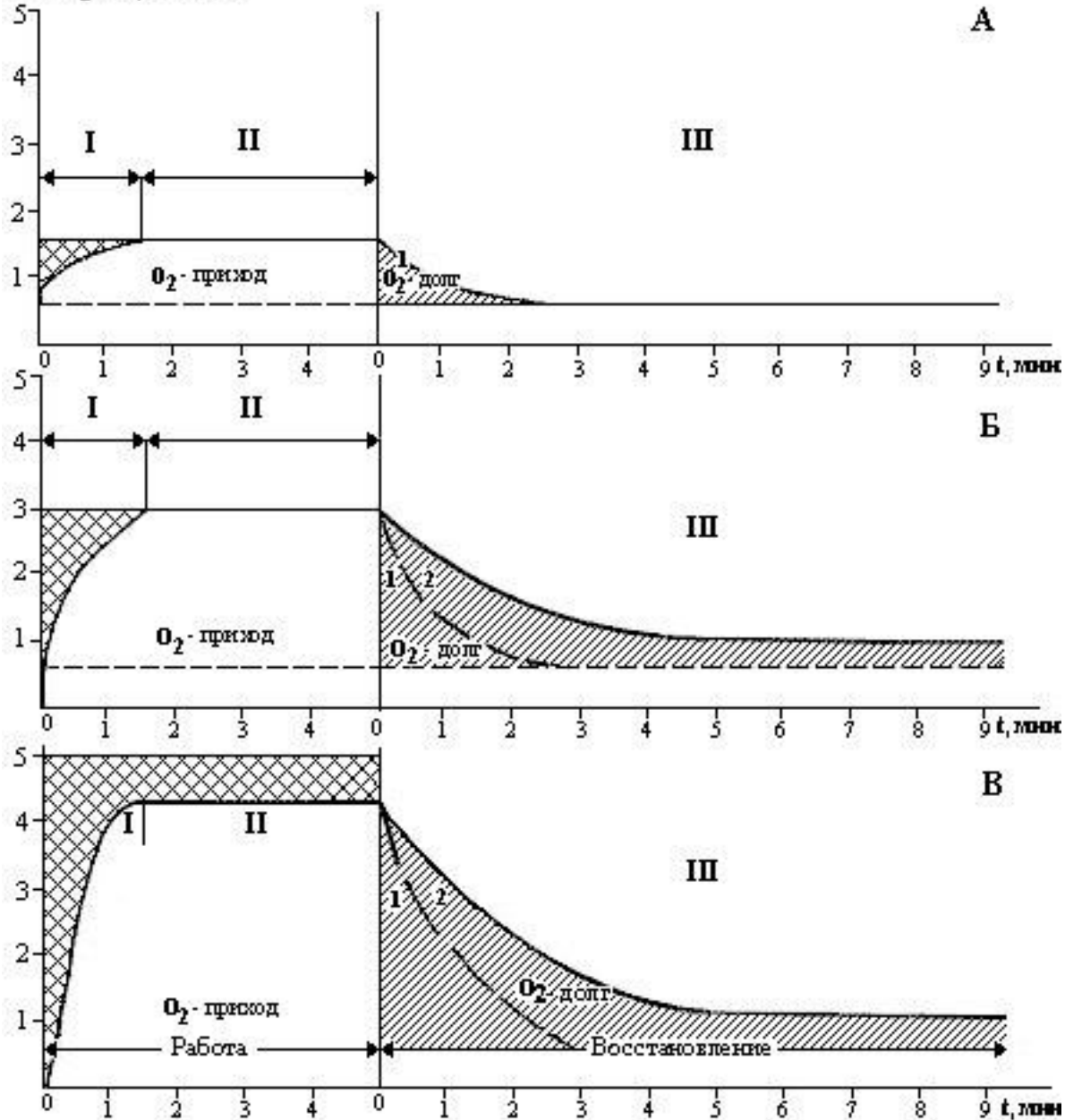


# **РАЗЛИЧНЫХ БИОХИМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ПЕРИОД ОТДЫХА ПОСЛЕ НАПРЯЖЁННОЙ МЫШЕЧНОЙ РАБОТЫ**

<i>Процессы</i>	<i>Время восстановления</i>
□ Восстановление O <sub>2</sub> -запасов в организме	10-15с
□ Восстановление алактатных анаэробных резервов в мышцах	2-5мин
□ Оплата алактатного O <sub>2</sub> -долга	3-5 мин
□ Устранение молочной кислоты	0,5-1,5ч
□ Оплата лактатного O <sub>2</sub> -долга	0,5-1, 5ч
□ Ресинтез внутримышечных запасов гликогена	12-48ч
□ Восстановление запасов гликогена в печени	12-48ч
□ Усиление индуктивного синтеза ферментных и структурных белков	12-72ч



Уровень потребления  
кислорода, л / мин



Кислородный приход,  
кислородный  
дефицит и  
кислородный долг  
при работе разной  
мощности

