

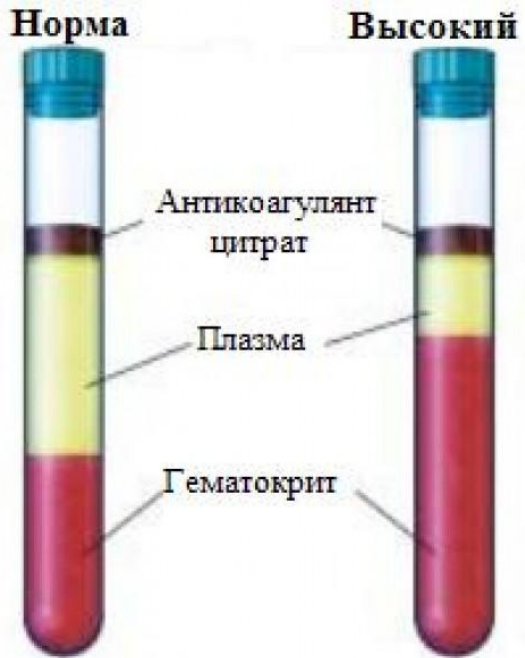


# ИЗМЕНЕНИЯ КРОВИ ПРИ ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКЕ

**ПОДГОТОВИЛ:  
СТУДЕНТ ГР. 37 ФК 154  
ОЗО  
ЛЕЛЬ А.В.**

Артериовенозная разница по кислороду увеличивается приблизительно втрое от состояния покоя до максимального уровня физической нагрузки (от 6 до 16 мл кислорода на 100 мл крови). Сокращающиеся мышцы нуждаются в большем количестве кислорода, поэтому во время физической нагрузки из крови извлекается больше кислорода вследствие увеличения градиента давления кислорода. Содержание кислорода в венозной крови падает. Однако содержание кислорода в венозной крови в правом предсердии редко падает ниже 2~4 мл кислорода на 100 мл крови. Кровь, которая возвращается к сердцу из активных тканей, смешивается с кровью, возвращающейся из менее активных органов.

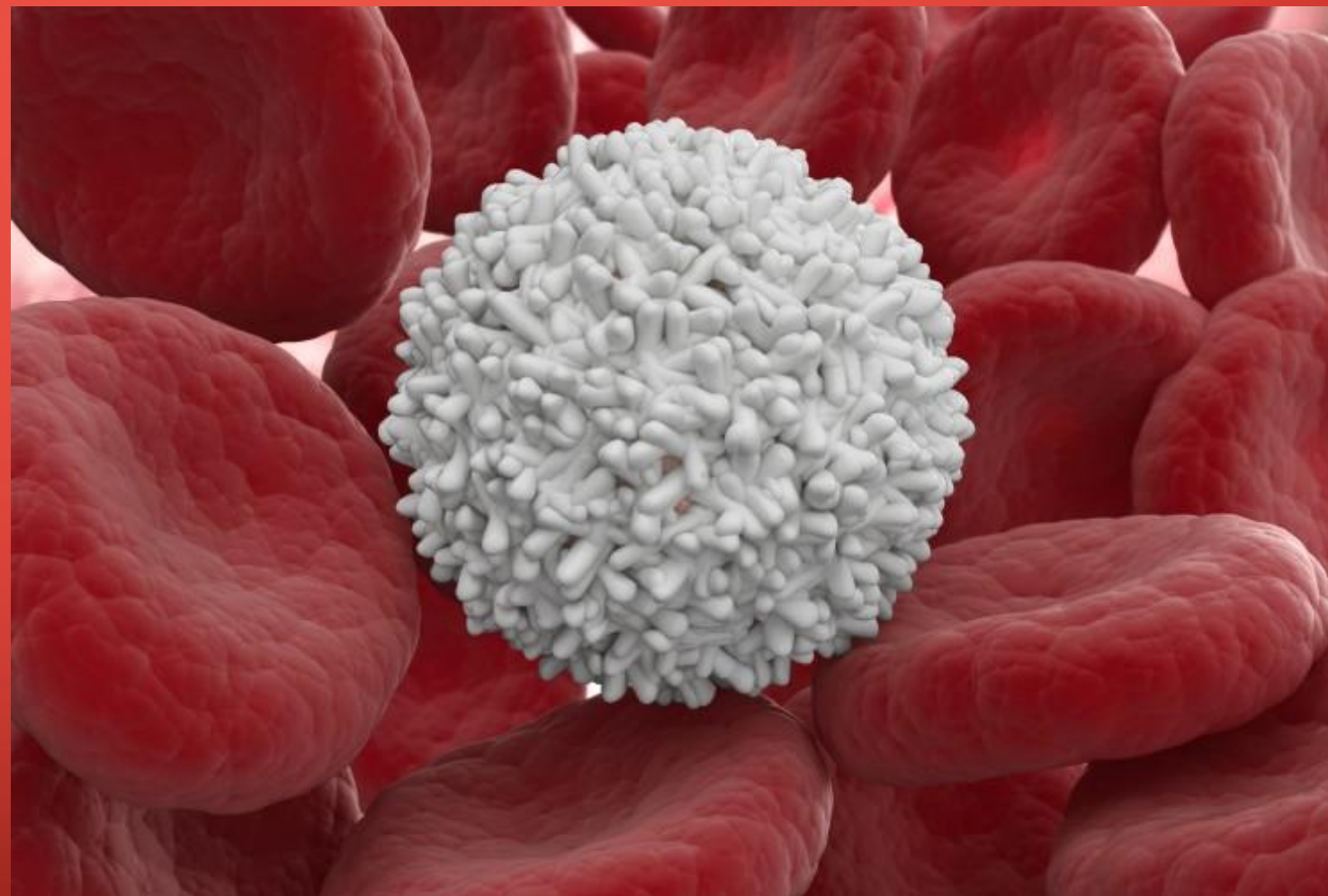
В начале физической нагрузки происходит мгновенная потеря плазмы крови, переходящей в тканевую жидкость в межклеточном пространстве. Причиной этого, вероятно, служат два фактора. Повышение гидростатического давления в капиллярах выдавливает воду из сосудов. Кроме того, в межклеточном пространстве активных мышц накапливается больше конечных продуктов обмена веществ, повышая осмотическое давление, которое привлекает к мышце больше жидкости. Во время длительной физической нагрузки может произойти уменьшение объема плазмы на 10-20% или больше.



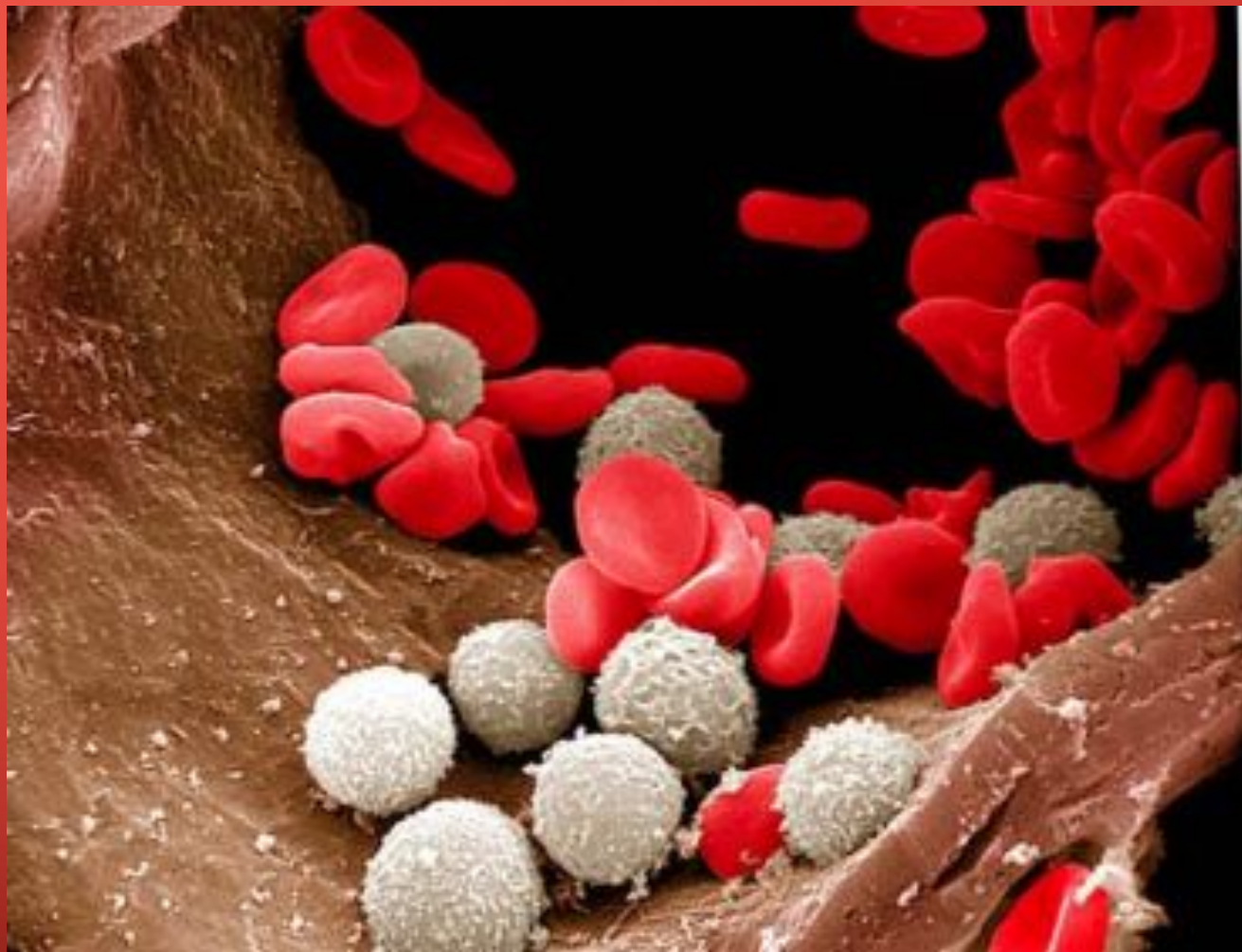
Так как объем плазмы уменьшается, во время физической нагрузки происходит сгущение крови, гематокрит увеличивается с 40 до 50%. Даже без увеличения общего количества эритроцитов, более высокая концентрация гемоглобина, вследствие сокращения объема плазмы, существенно повышает, во время физической нагрузки, способность крови переносить кислород.

При долговременной активности проблемой является потеря тепла. Ток крови к сокращающимся скелетным мышцам уменьшается, чтобы отвести больше крови к коже для терморегуляции. Однако при краткосрочной активности изменения в содержании жидкости в организме и терморегуляция имеют мало практического значения. Способность поддерживать надлежащую температуру тела очень важна в марафонском беге. Если и температура окружающей среды, и влажность высоки, температура тела может подняться слишком сильно и не позволить закончить забег.

НАИБОЛЬШЕЕ  
КОЛИЧЕСТВО  
ИССЛЕДОВАНИЙ О  
ВЛИЯНИИ  
ФИЗИЧЕСКОЙ  
НАГРУЗКИ НА  
ПЕРИФЕРИЧЕСКУ  
Ю КРОВЬ БЫЛО  
ПОСВЯЩЕНО  
ИЗУЧЕНИЯ  
ЛЕЙКОЦИТОВ.



W. WINTERNITZ  
(1893),  
E. WILLEBRAND  
(1903)  
УСТАНОВИЛИ  
ПОЯВЛЕНИЕ  
ЛЕЙКОЦИТОЗА  
ПОСЛЕ  
МЫШЕЧНОЙ  
ДЕЯТЕЛЬНОСТИ



Увеличение количества лейкоцитов обусловлено сгущением крови, происходящим отчасти вследствие усиленного потоотделения, но в основном за счёт перехода жидкой плазмы в работающие мышцы.



Е. GRAWITZ (1910)  
ВПЕРВЫЕ НАЗВАЛ  
ЛЕЙКОЦИТОЗ,  
НАСТУПАЮЩИЙ ПОСЛЕ  
МЫШЕЧНОЙ НАГРУЗКИ,  
МИОГЕННЫМ  
ЛЕЙКОЦИТОЗОМ.

СТЕПЕНЬ УВЕЛИЧЕНИЯ  
КОЛИЧЕСТВА  
ЛЕЙКОЦИТОВ ЗАВИСИТ  
ОТ МОЩНОСТИ  
РАБОТЫ.



# А.П.ЕГОРОВ (1926) ВПЕРВЫЕ ДАЛ КАЧЕСТВЕННУЮ И КОЛИЧЕСТВЕННУЮ ХАРАКТЕРИСТИКУ ИЗМЕНЕНИЯМ ЛЕЙКОЦИТОВ И ВЫДЕЛИЛ 3 ФАЗЫ МИОГЕННОГО ЛЕЙКОЦИТОЗА

**Первая фаза** (лимфоцитарная) возникает после относительно небольшой работы. Она характеризуется незначительным лейкоцитозом –  $(10...12) \times 10^9/\text{л}$ , снижением относительного количества нейтрофилов, абсолютным и относительным увеличением количества лимфоцитов и относительным уменьшением количества эозинофилов.

**Вторая фаза** (нейтрофильная) появляется после сравнительно большой работы. Она характеризуется большим увеличением количества лейкоцитов –  $(16...18) \times 10^9/\text{л}$  – по сравнению с 1-ой фазой, резким увеличением количества нейтрофилов со сдвигом влево, уменьшением количества лимфоцитов и эозинофилов.

**Третья фаза** (интоксикационная) протекает по двум типам: регенеративному и дегенеративному. При регенеративном типе происходит значительное увеличение количества лейкоцитов – до  $(20...50) \times 10^9/\text{л}$ , увеличение количества нейтрофилов со сдвигом влево, уменьшение количества лимфоцитов (1%), полное исчезновение эозинофилов. Дегенеративный тип характеризуется такими же изменениями морфологического состава, как и регенеративный, но с менее выраженным лейкоцитозом  $(10...15) \times 10^9/\text{л}$ , более резким сдвигом нейтрофилов влево, абсолютной лимфо и эозинопенией и появлением дегенеративных форм. Интоксикационная фаза миогенного лейкоцитоза свидетельствует о чрезмерности нагрузки.

Сущность возникновения 1-й фазы заключается в перераспределении лейкоцитов в кровеносном русле и их вымывании из селезенки.

Причиной же 2-й и 3-й фаз является выход лейкоцитов из костного мозга.

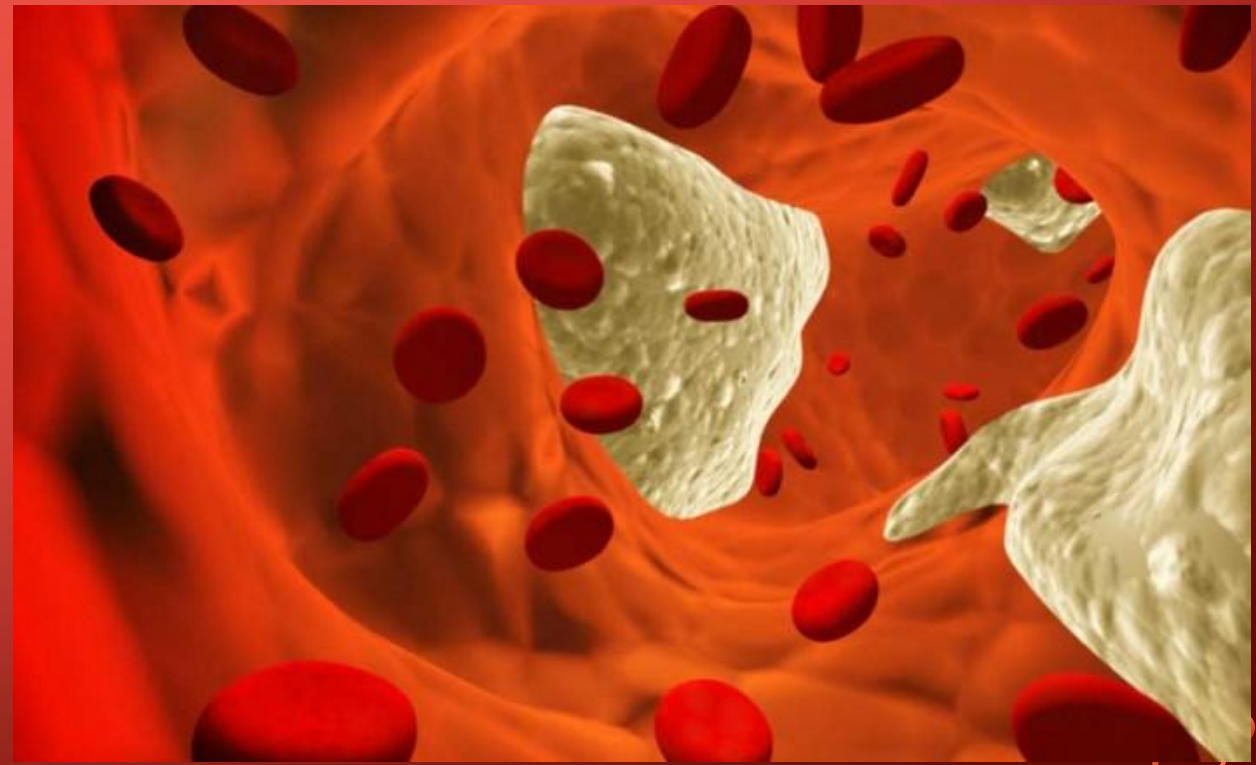
Однако не всегда лимфоцитарная фаза переходит в нейтрофильную. Так, у хорошо тренированных спортсменов даже после значительной нагрузки такого перехода не наблюдается. Это свидетельствует о достаточно высокой приспособленности спортсмена к выполнению нагрузки.

Таким образом, появление в периферической крови лимфоцитарной фазы миогенного лейкоцитоза в ответ на значительную нагрузку является положительным прогностическим признаком высокого функционального состояния спортсмена, и наоборот, появление нейтрофильной или интоксикационной фазы после относительно небольшой нагрузки свидетельствует о его недостаточной подготовленности к выполнению работы.

ИЗМЕНЕНИЯ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА КРОВИ  
ЯВЛЯЕТСЯ ОТРАЖЕНИЕМ ТЕХ  
БИОХИМИЧЕСКИХ СДВИГОВ, КОТОРЫЕ  
ВОЗНИКАЮТ ПРИ МЫШЕЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ  
В РАЗЛИЧНЫХ ВНУТРЕННИХ ОРГАНАХ,  
СКЕЛЕТНЫХ МЫШЦАХ И МИОКАРДЕ. ПОЭТОМУ  
НА ОСНОВАНИИ АНАЛИЗА ХИМИЧЕСКОГО  
СОСТАВА КРОВИ МОЖНО ОЦЕНИТЬ  
БИОХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ, ПРОТЕКАЮЩИЕ  
ВО ВРЕМЯ РАБОТЫ. АНАЛИЗ СЛЕДУЕТ  
ПРОВОДИТЬ С УЧЁТОМ МОЩНОСТИ И  
ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ВЫПОЛНЕННЫХ  
НАГРУЗОК.

## ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ МЫШЕЧНОЙ РАБОТЫ В КРОВИ ЧАЩЕ ВСЕГО ОБНАРУЖИВАЮТСЯ СЛЕДУЮЩИЕ ИЗМЕНЕНИЯ:

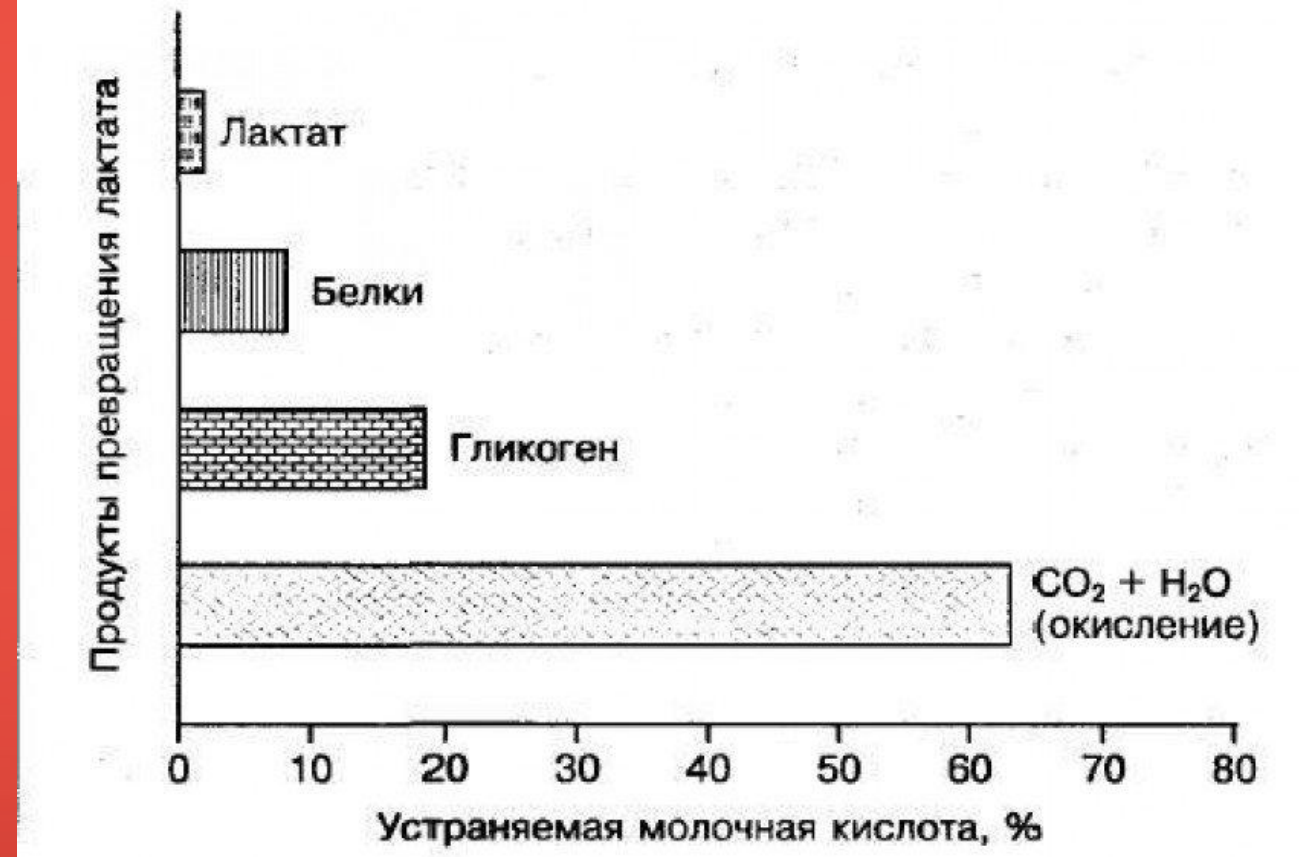
1. Повышение концентрации белков в плазме крови. Это происходит по двум причинам. Во-первых, усиленное потоотделение приводит к уменьшению содержания воды в плазме крови, следовательно, к её сгущению, в результате чего, возрастает концентрация белков. Во-вторых, вследствие повреждения клеточных мембран наблюдается выход внутриклеточных белков в плазму крови.



2. Изменение концентрации глюкозы в крови во время работы характеризуется фазностью. В начале работы обычно уровень глюкозы в крови возрастает. Это объясняется тем, что в начале работы в печени имеются большие гликогена и глюкогenez протекает с высокой скоростью. По мере выполнения работы снижается содержание гликогена как в печени, так и в мышцах. В связи с этим печень направляет всё меньше и меньше глюкозы в кровь, а мышцы наоборот, начинают в большей мере использовать глюкозу крови для получения энергии.



3. Повышение концентрации лактата в крови наблюдается практически при любой спортивной деятельности, однако степень концентрации лактата в значительной мере зависит от характера выполненной работы и тренированности спортсмена. Наибольший подъем уровня лактата в крови отмечается при выполнении физических нагрузок в зоне субмаксимальной мощности. Так как в этом случае главным источником энергии для работающих мышц является анаэробный гликолиз, приводящий к образованию и накоплению молочной кислоты.





Основной путь поступления энергии в клетки это деградация глюкозы. Молекула глюкозы подвергается серии из 10 последовательных реакций чтобы дать две пировиноградные кислоты в ходе процесса называемого гликолиз. Далее одна часть пировиноградной кислоты частично окисляется и превращается в двуокись углерода и воду. Другая часть превращается в молочную кислоту под контролем фермента лактатдегидрогеназы. Эта реакция является обратимой.



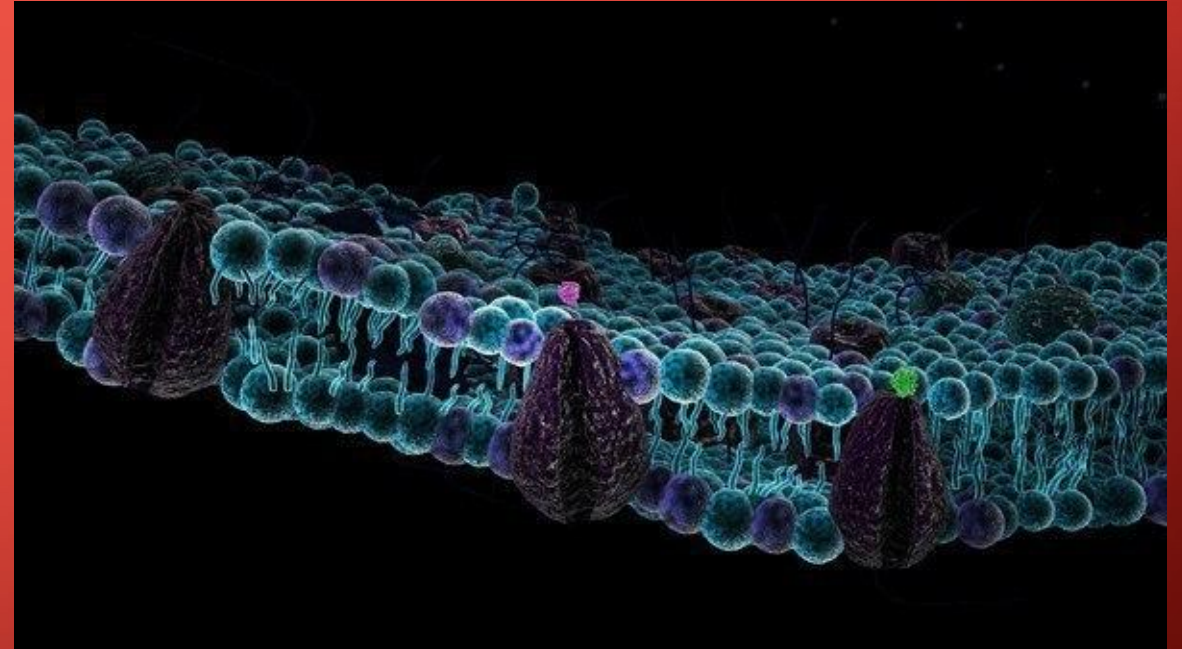
## ЛАКТАТ И БЕГ.

Несмотря на все противоречия и неопределенности, которые окружают мир лактата, факт остается фактом: уровень лактата в крови тесно связан с интенсивностью выполнения упражнения. Чем быстрее бежит атлет – тем быстрее он производит лактат. Это простое правило используется в контроле и управлении тренировочным процессом. Многие авторы показали, что лактатный порог (ПАНО), как и уровень максимального потребления кислорода (МПК- $\text{VO}_2\text{max}$ ), соответствует скорости роста образования лактата в крови и является показателем лимитирующей производительности спортсмена. Для некоторых из них уровень лактата в крови был бы индикатором более надежным чем МПК.

4. Водородный показатель. Образующийся при интенсивной работе лактат является сильной кислотой и его поступление в кровяное русло должно вести к повышению кислотности крови. Однако первые порции лактата, диффундирующие из мышц в кровяное русло, нейтрализуются буферными системами крови. В дальнейшем, по мере исчерпания емкости буферных систем, наблюдается повышение кислотности крови, возникает так называемый некомпенсированный ацидоз.

5. Повышение концентрации свободных жирных кислот и кетоновых тел наблюдается при длительной мышечной работе вследствие мобилизации жира из жировых депо и последующим кетогенезом в печени.

Увеличение концентрации кетоновых тел также вызывает повышение кислотности и снижение рН крови.



6. Мочевина. При кратковременной работе концентрация мочевины в крови увеличивается незначительно, а при длительной физической работе уровень мочевины в крови может возрасти в 4-5 раз. Причиной увеличения является усиление катаболизма белков под воздействием физических нагрузок, особенно силового характера. Распад белков, в свою очередь, ведет к накоплению свободных аминокислот, при распаде которых образуется в большом количестве аммиак. В печени большая часть образовавшегося аммиака превращается в мочевину.



The background is a solid dark red color. In the four corners, there are decorative elements consisting of thin, light red lines that resemble circuit traces or a stylized tree structure. These lines end in small circles of varying sizes. The central text is white and reads "СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!".

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!